ИнтерКарто. ИнтерГИС

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Материалы Международной конференции

Апатиты (Мурманская область, Россия)
21–23 августа
Нур-Султан (Казахстан)
27 августа 2021

Том 27
Часть 4

http://intercarto.msu.ru

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
МГУ имени М.В. Ломоносова

Москва, 2021

ISSN 2414-9179 (Print)
ISSN 2414-9209 (Online)
УДК 911.2:528

Организаторы конференции:
Международная картографическая ассоциация, Международная академия наук Евразии, Кольский научный центр РАН, Институт проблем промышленной экологии Севера (ИППЭС КНЦ РАН), Научно-исследовательский центр медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике, Апатиты (НИЦ МБП КНЦ РАН), Мурманское отделение Русского географического общества, МГУ имени М.В. Ломоносова, Исследовательский центр КАРТФОНД, Российский Университет Дружбы народов (РУДН), Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН, Отделение наук о Земле РАН, Центр по исследованию окружающей среды им. Гельмгольца, Республиканское общественное объединение «QazaqGeography» (Казахстан)

И 732 **ИнтерКарто. ИнтерГИС.** Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2021. Т. 27. Ч. 4. 548 с.

Сборник включает материалы, представленные на Международную конференцию «ИнтерКарто. ИнтерГИС 27». В статьях рассматриваются теоретические и методические аспекты геоинформационного и картографического обеспечения экологических, экономических и социальных вопросов устойчивого развития, геоинформатики, картографии, создания атласов, дистанционного зондирования Земли. Также рассматриваются аспекты картографического и геоинформационного обеспечения решения вопросов общественного здоровья, сельского хозяйства и землепользования, туризма, природного и культурного наследия, исторической географии и географического образования. Сборник выпускается 1 раз в год, начиная с 1994 г.

Главный редактор: **В.С. Тикунов** (МГУ, советник рабочей группы «Картография для устойчивого развития» МКА)
Ответственные редактора: **М.В. Грибок** (МГУ), **О.Ю. Черешня** (МГУ)
Редакционная коллегия: **О.Е. Архипова** (Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону), **П.Я. Бакланов** (Тихоокеанский ин-т географии РАН, г. Владивосток), **А.Р. Батуев** (Ин-т географии СО РАН, г. Иркутск), **В.С. Белозёров** (Северо-Кавказский федеральный ун-т, г. Ставрополь), **С.Н. Бобылёв** (МГУ), **Ц. Вэйхун** (Нац. исслед. центр инженерии и геоматики, Китай), **Г. Гиенко** (Ун-т Аляски, США), **М. Говоров** (Университетский Колледж Маласпина, Канада), **Н. Гойко** (Ун-т Черногории), **С. Горин** (Ун-т Св. Кирилла и Мефодия, Македония), **Н**. **Караниколас** (Ун-т Аристотеля, Греция), **Т. Кольчугина** (Корпорация технологий устойчивого развития, США), **А.В. Кошкарев** (Институт географии РАН), **Х. Кремерс** (советник рабочей группы «Картография для устойчивого развития» МКА, Германия), **А. Курбан** (Синьцзянский ин-т экологии и географии, Китай), **Х. Линь** (Китайский ун-т Гонконга), **Д.В. Лисицкий** (Сибирский государственный ун-т геосистем и технологий, г. Новосибирск), **И.К. Лурье** (МГУ), **Ф. Де Мейер** (Гентский ун-т, Бельгия), **М.В. Ныpцов** (МГУ), **Г. Нямдава** (Министерство окружающей среды, зелёного развития и туризма, Монголия), **Ф. Ормелинг** (Ун-т Утрехта, Нидерланды), **Е.А. Паниди** (Санкт-Петербургский государственный ун-т), **А.Н. Панин** (МГУ), **А.В. Погорелов** (Кубанский государственный ун-т, г. Краснодар), **С.В. Пьянков** (Пермский государственный ун-т), **И.Н. Ротанова** (Алтайский государственный ун-т, г. Барнаул), **И.Д. Стрелецкая** (МГУ), **Н. Улугтекин** (Стамбульский технический ун-т, Турция), **Н.Н. Филатов** (Институт водных проблем Севера РАН, г. Петрозаводск), **М.-И. Фрейтас** (Гос. ун-т Сан-Паулу, Бразилия), **Р. Хусса** (Марокко), **А.Н. Чумаченко** (Саратовский государственный ун-т), **Н.А**. **Щитова** (Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь)

При цитировании просим использовать точное наименование сборника.
Образцы цитирования:
Ivanov A.B., Petrov A.B. Title of the article. InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Faculty of Geography MSU, 2021. V. 27. Part 4. P. 110–120. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-110-120 (для цитирования на английском языке).
Иванов И.О., Петров И.О. Название статьи. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2021. Т. 27. Ч. 4. С. 110–120. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-110-120 (для цитирования на русском языке).
Адрес редакции:
Лаборатория комплексного картографирования географического факультета МГУ
119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, комн. 2209, тел.: +7(495)939-23-54, *e-mail*: **intercarto@yandex.ru**
Интернет-сайт: **intercarto.msu.ru**

© Международная картографическая ассоциация, 2021
© Коллектив авторов, 2021

InterCarto. InterGIS

GI SUPPORT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES

Proceedings of the International conference

Apatity (Murmansk region, Russia)
August 21–23
Nur-Sultan (Kazakhstan)
August 27, 2021

Volume 27
Part 4

http://intercarto.msu.ru

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
МГУ имени М.В. Ломоносова

Moscow, 2021

ISSN 2414-9179 (Print)
ISSN 2414-9209 (Online)

Organized by:
International Cartographic Association (ICA), International Eurasian Academy of Sciences, Institute of North Industrial Ecology Problems of the Kola Science Center of Russian Academy of Sciences, Research Center for Medical and Biological Problems of Human Adaptation in the Arctic of the Kola Science Center of Russian Academy of Sciences, Murmansk branch of the Russian Geographical Society, Moscow State University named after M.V. Lomonosov (MSU), KARTFOND Research Center, Peoples' friendship university of Russia (RUDN), Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Department of Earth Sciences of Russian Academy of Sciences, Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ), Republican Public Association "QazaqGeography" (Kazakhstan)

InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Faculty of Geography MSU, 2021. V. 27. Part 4. 548 p.

The Proceedings include papers presented at the "InterCarto. InterGIS 27" International conference. The articles are reviewed theoretical and methodological aspects of geoinformation and cartographic support of ecological, economic and social aspects of sustainable development, geoinformatics, cartography, creation of the atlases, remote sensing of the Earth. Aspects of cartographic and geoinformation providing of issues of public health, agriculture and land use, tourism, natural and cultural heritage, historical geography and geographical education also are considered. The Proceedings have been published once per year since 1994.

Editor-in-Chief: **V. Tikunov** (MSU, Advisor to the Working Group "Cartography for Sustainable Development" ICA)
Executive Editors: **O. Chereshnya** (MSU), **M. Gribok** (MSU)
Editorial Board: **O. Arkhipova** (Southern Scientific Center of Russian Academy of Sciences (RAS), Rostov-on-Don), **P. Baklanov** (Pacific Institute of Geography RAS, Vladivostok), **A. Batuev** (Institute of Geography SB RAS, Irkutsk), **V. Belozyorov** (North-Caucasus Federal University, Stavropol), **S. Bobylyov** (MSU), **A. Chumachenko** (Saratov State University), **N. Filatov** (Institute of Water Problems of the North of RAS, Petrozavodsk), **M.I. Freitas** (UNESP São Paulo State University, Brazil), **G. Gienko** (University of Alaska, USA), **N. Gojko** (University of Montenegro), **S. Gorin** (St. Cyril and St. Methodius University, Macedonia), **M. Govorov** (Malaspina University College, Canada), **R. Houssa** (Morocco), **N. Karanikolas** (Aristotle University of Thessaloniki, Greece), **T. Kolchugina** (Sustainable Development Technology Corporation, USA), **A. Koshkarev** (Institute of Geography RAS, Moscow), **H. Kremers** (Advisor of ICA Working Group Cartography for Sustainability, Germany), **A. Kurban** (Xinjiang Institute of Ecology and Geography, China), **H. Lin** (Chinese University of Hong Kong), **D. Lisitsky** (Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk), **I. Lourie** (MSU), **Ph. De Maeyer** (Ghent University, Belgium), **G. Nyamdavaa (**Ministry of Environment, Green Development and Tourism, Mongolia), **M. Nyrtsov** (MSU), **F. Ormeling** (Utrecht University, Netherlands), **E. Panidi** (St. Peterburg State University), **A. Panin** (MSU), **A. Pogorelov** (Kuban State University, Krasnodar), **S. Pyankov** (Perm State University), **I. Rotanova** (Altai State University, Barnaul), **N. Shchitova** (North Caucasus Federal University, Stavropol), **I. Streletskaya** (MSU), **N. Ulugtekin** (Istanbul Technical University, Turkey), **C. Weihong** (National Engineering Research Center for Geomatics of China).

Please use the exact name of the Proceedings for citations.
Citation example:
Ivanov A.B., Petrov A.B. Title of the article. InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Faculty of Geography MSU, 2021. V. 27. Part 4. P. 110–120. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-110-120.

Editorial Office:
Integrated Mapping Laboratory, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University;
119991, Russia, Moscow, Leninskie Gory, 1, of. 2209; tel.: +7(495)939-23-54; *e-mail:* **intercarto@yandex.ru**
Website: **intercarto.msu.ru**

© International Cartographic Association, 2021
© Authors, 2021

КАРТЫ И ГИС В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ

MAPS AND GIS IN AGRICULTURE AND LAND USE

УДК 528:[332.33+631.9] **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-5-18**

Т.А. Воробьева[1], **Е.Н. Смагулов**[2]

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

АННОТАЦИЯ

Сельскохозяйственное использование земельных ресурсов сухостепных районов Северного Казахстана претерпело существенные изменения в течение прошлого века и продолжает меняться в настоящее время. Срединное положение в регионе занимает Акмолинская область – одна из ведущих сельскохозяйственных областей, где производят 9,3 % валового выпуска сельскохозяйственной продукции страны. Главные отрасли сельского хозяйства в области – зерновое хозяйство и молочно-мясное скотоводство. Изучение динамики соотношения площадей пахотных и пастбищных земель, произошедших изменений в состоянии агроландшафтов в результате длительного использования важно для дальнейшего развития аграрной отрасли в регионе. На примере Астраханского района Акмолинской области, типичного для сухостепной зоны, проведен анализ изменения структуры сельскохозяйственных земель с 1953 по 2020 г. с помощью серии цифровых карт, составленных по детальным картам научно-справочных атласов Северного Казахстана 1964 и 1970 годов, разновременных данных дистанционного зондирования, архивных материалов и данных современной статистики. Полученные карты визуализируют значительные изменения площадей пахотных угодий в пределах района исследования за последние 70 лет. Выделено семь основных периодов, во время которых происходили наиболее значимые изменения в структуре использования земельных угодий в результате политических, экономических и природных факторов. В годы освоения целинных и залежных земель наблюдались наиболее высокие темпы увеличения площади пашни, которые продолжались в меньших размерах до 1990 года. Период 1991–1999 гг. характеризуется масштабным сокращением пахотных угодий и забрасыванием пастбищ. Затем последовали два периода постепенного восстановления использования пахотных и пастбищных угодий. Составленная комплексная карта динамики использования сельскохозяйственных земель с 1988 по 2020 г. позволила выявить пространственные и временные закономерности в изменения структуры использования сельскохозяйственных земель, определить к каким конкретным природным типам земель относились забрасываемые угодья и каким восстанавливаемые. Пространственный анализ показал, что за последние 30 лет более половины площади района не меняло вид землепользования. Полученные результаты используются для выбора оптимального соотношения пахотных и пастбищных земель в структуре сельскохозяйственного землепользования, а также для разработки стратегии рационального использования сельскохозяйственных земель в зоне рискованного земледелия.

[1] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail:* **tvorobyova@yandex.ru**

[2] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail:* **elaman_smagulov@mail.ru**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геоинформационное картографирование, структура и динамика сельскохозяйственного землепользования, дистанционное зондирование, Северный Казахстан.

Tatiana A. Vorobyova[1], **Yelaman N. Smagulov**[2]

MAPPING DYNAMICS OF AGRICULTURAL LAND USE IN THE DRY STEPPE ZONE OF THE NORTHERN KAZAKHSTAN

ABSTRACT

The agricultural use of land resources in the dry steppe regions of Northern Kazakhstan has undergone significant changes over the past century and continues to change at the present time. The middle position in the region is occupied by the Akmola region, one of the leading agricultural regions, where 9.3 % of the country's gross agricultural output is produced. The main branches of agriculture in the region are grain farming and dairy and beef cattle breeding. The study of the change in the ratio of the areas of arable and pasture lands, the changes that have occurred in the state of agricultural landscapes as a result of long-term use is important for the further development of the agricultural industry in the region. Using the example of the Astrakhan district of the Akmola region, typical for the dry steppe zone, an analysis of changes in the structure of agricultural land from 1953 to 2020 was carried out. with the help of a series of digital maps compiled from detailed maps of scientific reference atlases of Northern Kazakhstan in 1964, 1970, remote sensing data of different times, archival materials and data of modern statistics. The resulting maps visualize significant changes in cropland areas within the study area over the past 70 years. Seven main periods were identified, during which the most significant changes in the structure of land use occurred as a result of political, economic and natural factors. During the years of development of virgin and fallow lands, the highest rates of increase in arable land were observed, which continued on a smaller scale until 1990. The period from 1991-1999 characterized by a large-scale reduction of arable land and abandonment of pastures. This was followed by two periods of gradual restoration of the use of arable and rangelands. Compiled comprehensive map of the dynamics of agricultural land use from 1988 to 2020 made it possible to identify spatial and temporal patterns in changes in the structure of agricultural land use, to determine to which specific natural types of lands the abandoned lands belonged and to which restored ones. Spatial analysis showed that over the past 30, more than half of the area's area has not changed the type of land use. The results obtained are used to select the optimal ratio of arable and pasture lands in the structure of agricultural land use, as well as to develop a strategy for the rational use of agricultural land in the zone of risky farming.

KEYWORDS: the structure and dynamics of agricultural land use, geoinformation mapping, Northern Kazakhstan, remote sensing.

ВВЕДЕНИЕ

В течение прошлого столетия сельскохозяйственное землепользование территории Северного Казахстана, как и других важных зернопроизводящих регионов мира, претерпело существенные изменения [*Люри и др.* 2010]. Если в начале XX века земельные ресурсы региона использовались в основном в качестве пастбищных угодий различной

[1] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail:* **tvorobyova@yandex.ru**

[2] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail:* **elaman_smagulov@mail.ru**

сезонности, то в результате освоения целинных и залежных земель в 1954–1965 гг. большая часть степных и сухостепных ландшафтов была распахана [Николаев, 1999]. Быстрое расширение посевных площадей принесло кратковременный положительный эффект в зерновом производстве [*Дронин, Кириленко,* 2012]. Однако отсутствие соответствующих севооборотов и почвозащитных систем земледелия привело к широкомасштабной деградации почв пашни за счёт проявления дефляционных процессов, вследствие чего часть распаханных целинных земель была оставлена под залежь [*Николаев,* 1999]. Внедрение почвозащитной системы земледелия академиков Т.С. Мальцева и А.И. Бараева, главным элементом которой стала безотвальная зяблевая вспашка и сохранение стерни на полях, позволило ослабить дефляцию и продолжить увеличение пахотных земель в регионе.

В результате социально-экономических преобразований, последовавших за распадом СССР в 1991 г., из оборота выбыло большинство возделываемых земель и значительно сократилось поголовье скота. После 2000 г. сельскохозяйственное производство Казахстана начало восстанавливаться в ответ на политические реформы, увеличивающуюся государственную поддержку агропромышленного комплекса и рост рыночных цен на зерно в мире [*Григорук, Климов,* 2016]. В настоящее время в регионе наблюдается одновременное увеличение посевной площади сельскохозяйственных культур и поголовья основных видов скота[1]. Дальнейшее развитие растениеводческой отрасли за счёт расширения посевных площадей уже не представляется возможным ввиду практически полного исчерпания пригодных под пашню земель и растущего спроса на естественные кормовые угодья для животноводческих хозяйств [*Kraemer et al.,* 2015]. В этой связи актуальным становится вопрос о пересмотре современной структуры землепользования Северного Казахстана в целях обеспечения рационального использовании земельных ресурсов, что вызывает необходимость комплексного изучения пространственной и временной динамики сельскохозяйственных угодий в регионе.

Официальная статистика сельского хозяйства и использования земель часто оказывается неполной, недостоверной или крайне сомнительной, особенно за годы социально-экономических и политических потрясений [*Prishchepov et al.,* 2012]. Альтернативным источником информации об изменениях в землепользовании могут послужить данные дистанционного зондирования, которые восполняют пробелы в статистике и визуализируют территориальную структуру сельскохозяйственного землепользования [Land Cover, Land use Changes…, 2012]. Применение детальных карт, созданных на основе спутниковых изображений, уже показало свою эффективность при пространственном анализе динамики сельскохозяйственных угодий и растительного покрова в степных и сухостепных районах Казахстана [*Терехов,* 2011; *Kraemer et al.,* 2015; *Тельнова,* 2017; *Зенгина и др.,* 2019 и др.].

Цель данного исследования заключается в выявлении динамики структуры сельскохозяйственных земель в сухостепной зоне Северного Казахстана с 1953 по 2020 г. на примере Астраханского района Акмолинской области на основе материалов комплексных научно-справочных атласов и данных дистанционного зондирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Астраханский район располагается в центре Акмолинской области (рис. 1) и занимает территорию площадью 7 378 км², что составляет 5 % территории области. В состав района входят 34 села, в которых проживает 23,6 тыс. человек или 3,2 % населения всей области[5]. Административный центр – село Астраханка. Транспортное сообщение с ближайшими городами – Атбасаром и столицей Нур-Султан – поддержи-

[1] Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. Электронный ресурс: https://www.stat.gov.kz/ (дата обращения 12.07.2020).

вается железнодорожными путями и автомобильными дорогами международного и республиканского значения [Национальный…, 2006].

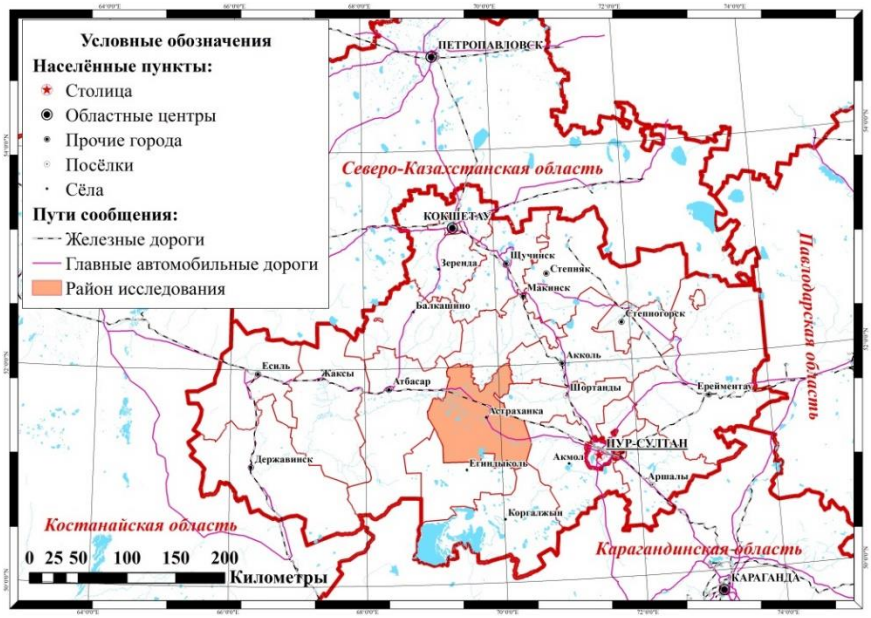


Рис. 1. Географическое положение района исследования
Fig. 1. Geographical location of the study area

Большая часть района представляет собой равнинную территорию, рассечённую текущей с юго-востока на северо-запад рекой Есиль (Ишим). Правобережная половина района – денудационные и денудационно-пролювиальные равнины, дренируемые правыми притоками Есиля, крупнейший из которых – Колутон – образует, как и собственно Есиль, широкую пойму с кустарниковыми, тростниковыми зарослями и галофитными лугами. На территории отмечается большое разнообразие почв: наиболее плодородные чернозёмы южные карбонатные на крайнем севере и северо-востоке, тёмно-каштановые в центре междуречья Есиля и Колутона, комплексы чернозёмов южных солонцеватых, тёмно-каштановых солонцеватых и луговых с солонцами, пойменные и другие почвы. Именно в этой части района сконцентрированы административный центр, наиболее крупные сёла, а также проходят важные транспортные пути [Национальный… 2006].

Сухостепное левобережье занимает практически полностью распаханную и испещрённую небольшими по площади бессточными озёрами озёрно-аллювиальную равнину с крупными однородными массивами тёмно-каштановых карбонатных почв и мелкосопочник с типчаково-ковыльной растительностью на тёмно-каштановых солонцеватых почвах с солонцами на западе района [Национальный…, 2006]. Эта часть района характеризуется низкой плотностью населения, причиной чего являются слабая транспортная доступность, более засушливые условия климата и острый дефицит пресной воды [*Николаев,* 1999].

Таким образом, Астраханский район служит ярким примером аграрного района сухостепной зоны Северного Казахстана. Согласно официальным данным Комитета по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан[1] доля всех сельскохозяйственных угодий (95,2 %) в современной структуре

[1] Сводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2019 год. Нур-Султан: Комитет по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства РК, 2020.

земель района[1], а также пашни (55,6 %) и сенокосов (5,0 %) превышает областные, региональные и республиканские значения (табл. 1). При таком же сравнении доля пастбищ в районе заметно ниже – 32,1 %, что указывает на преимущественно растениеводческую специализацию аграрного сектора. В структуре валового выпуска сельскохозяйственной продукции района доминирует зерновое производство (57 %). Основная сельскохозяйственная культура в Астраханском районе, как и в Северном Казахстане в целом – яровая пшеница, которая занимает 87 % посевной площади района.

Табл. 1. Современная структура сельскохозяйственных угодий
Table 1. Current structure of agricultural lands

	Общая площадь в тыс. га	Сельскохозяйственные угодья		в том числе							
				Пашни		Залежь		Сенокосы		Пастбища	
		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Астраханский район	737,9	702,8	95,2	410,5	55,6	18,0	2,4	37,1	5,0	237,0	32,1
Акмолинская область	14613,2	13123,8	89,8	6035,8	41,3	393,7	2,7	241,6	1,7	6442,4	44,1
Северный Казахстан	56567,8	50829,7	89,9	18951,3	33,5	1555,0	2,7	924,5	1,6	29355,3	51,9
Республика Казахстан	272490,2	219800,9	80,7	26011,1	9,5	3978,2	1,5	5132,6	1,9	184464,0	67,7

Имеющаяся статистика сельского хозяйства Астраханского района за 1991–2019 гг.[2] позволяет установить, что экономические, социальные и институциональные изменения в аграрном секторе сократили посевную площадь сельскохозяйственных культур с 423,9 тыс. га в 1991 г. до 234,9 тыс. га к 1999 г., то есть практически в 2 раза (рис. 2). За этот же промежуток времени значительно уменьшилось поголовье основных видов скота: крупного рогатого с 77,5 тыс. до 19,7 тыс. голов (в 4 раза), овец и коз с 56,6 тыс. до 8,1 тыс. голов (в 7 раз), лошадей с 5,8 тыс. до 3,9 тыс. голов (в 1,5 раза). Лишь начиная с 2000 г. заброшенные в 1990-х гг. пахотные земли были частично возвращены в оборот, а поголовье скота несущественно увеличилось. Стоит отметить, что посевная площадь и в особенности поголовье крупного рогатого скота, овец и коз так и не достигли уровня 1991 г. В качестве исключения выступает поголовье лошадей, которое на 2019 г. достигло 9,8 тыс. голов, что превышает значение 1991 г. в полтора раза.

Для анализа территориальной структуры сельскохозяйственных угодий в пределах Астраханского района в 1950-х и 1960-х гг. были векторизованы карта освоения целинных земель (масштаб 1:3 000 000) из Атласа Целинного края (1964) и карта сельскохозяйственного использования земель (масштаб 1:2 500 000) из Атласа Северного Казахстана (1970). Атлас Целинного края составлен на основании материалов полевых исследований двух комплексных экспедиций географического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова: Кустанайской (1956–1961 гг.) и Целинной (1962–1963 гг.). На карте освоения целинных земель изображено пространственное распределение пахотных земель Северного Казахстана к началу

[1] Экспликация земель Акмолинской области Республики Казахстан по состоянию на 24.11.2017 г.

[2] Департамент статистики Акмолинской области Комитета по статистике Министерства Национальной экономики Республики Казахстан. Электронный ресурс: https://old.stat.gov.kz/faces/akmola/reg_main/ (дата обращения 12.07.2020).

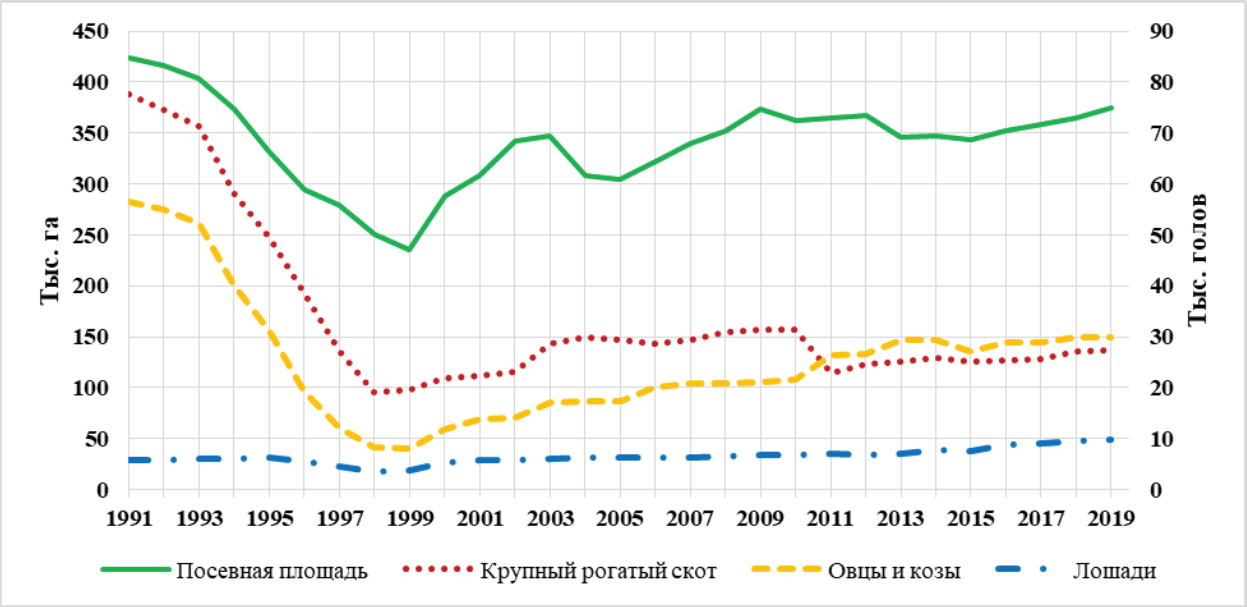


Рис. 2. Динамика посевной площади сельскохозяйственных культур и поголовья основных видов скота в Астраханском районе с 1991 по 2019 гг.

Fig. 2. Dynamics of cropland area and main livestock species number in Astrakhan district, 1991–2019

освоения целины (1953 г.) и освоенных в 1954–1961 гг., а также пастбищ и сенокосов [*Воробьева и др.,* 1964]. Карта сельскохозяйственного использования земель из Атласа Северного Казахстана показывает размещение и способы использования пахотных земель и естественных кормовых угодий с указанием выращиваемых сельскохозяйственных культур и видов выпасаемого скота на конец 1960-х гг. [*Бунякова и др.,* 1970]. Обе карты составлены по крупномасштабным планам землепользования, что определило их высокую детальность. Карты были отсканированы, географически привязаны и оцифрованы в ПК ArcGIS, в результате чего были созданы векторные слои с двумя классами использования земель: «пахотные угодья» и «естественные кормовые угодья», по трём временным срезам: 1953 год – до начала целинной кампании, 1961 год – пик целинной кампании и 1969 год – после окончания целинной кампании.

Оценка изменений сельскохозяйственного землепользования с конца 1980-х гг. до настоящего времени осуществлялась посредством анализа синтезированных спутниковых снимков Landsat (TM, +ETM и OLI/TIRS) с пространственным разрешением 30 м для территории 185 × 185 км (WRS-2 156/24). Из официального Интернет-ресурса Геологической службы США[1] были получены спутниковые снимки за 1988, 1999, 2010 и 2020 гг. Всего было использовано 10 разновременных спутниковых изображений (табл. 2), выбранных с учётом сроков сева и уборки урожая зерновых культур в районе исследования и минимального уровня облачности на момент съёмки. Наиболее предпочтительными были майские, июньские (после вспашки) и сентябрьские (после уборки урожая или осенней вспашки) снимки, поскольку именно в эти месяцы наиболее отчётливо проявляются различия между пашней и прочими сельскохозяйственными угодьями ввиду сезонного отсутствия растительного покрова сельскохозяйственных культур на полях [*Kraemer et al.,* 2015].

[1] United States Geological Survey (USGS), Department of the Interior. Электронный ресурс: https://earthexplorer.usgs.gov/ (дата обращения 01.09.2020).

Табл. 2. Спутниковые снимки Landsat, использованные для анализа изменений землепользования в Астраханском районе (WRS-2 156/24)

Table 2. Landsat satellite images used for land use changes analysis in Astrakhan district (WRS-2 156/24)

Временной срез	Дата снимка	Спутник и сенсоры	Облачность, %
1988 г.	22.05.1988 г.	Landsat 4-5 TM	1,00
	23.06.1988 г.		0,00
	25.07.1988 г.		0,00
	27.09.1988 г.		0,00
1999 г.	12.10.1999 г.	Landsat 7 ETM+	0,00
2010 г.	28.06.2010 г.	Landsat 4-5 TM	0,00
	30.07.2010 г.		0,00
	31.08.2010 г.		0,00
2020 г.	06.05.2020 г.	Landsat 8 OLI/TIRS	0,01
	11.09.2020 г.		17,91

В целях минимизации ошибок в определении того или иного вида землепользования каждое синтезированное многоканальное изображение с помощью автоматической кластеризации в ПК ArcGIS было разбито до 80 классов [*Kraemer et al.,* 2015], которые затем на основе визуального дешифрирования были объединены в пять тематических классов: класс 0 – водные объекты, класс 1 – пашня, класс 2 – естественные кормовые угодья (пастбища, сенокосы), класс 3 – древесная растительность, класс 4 – прочие земли (населённые пункты, дороги и т.д.).

Для улучшения качества классифицированных данных выполнена их обработка с применением инструментов генерализации (Generalization). Использование классифицированных данных дистанционного зондирования в сочетании с векторными полигональными слоями, полученными на основе оцифрованных исторических карт, позволяет определить основные изменения в территориальной структуре сельскохозяйственного землепользования в пределах Астраханского района за последние 70 лет и представить их в виде серии карт, составленных на семь основных временных периодов.

Важным дополнением анализа динамики сельскохозяйственных угодий выступает созданная на основе спутниковых изображений комплексная карта изменения сельскохозяйственных земель, которая дифференцирует территорию исследуемого района на земельные участки с различными траекториями динамики сельскохозяйственного землепользования. С целью улучшить восприятие картографической информации отображена динамика сельскохозяйственных угодий только по последним четырём временным срезам, а все виды сельскохозяйственных земель сведены к двум тематическим классам: «пашня» и «растительный покров», включающий в себя пастбища, сенокосы и залежь. Следовательно, возможны шестнадцать вариантов изменения между этими двумя классами, из которых на карте представлены только шесть наиболее распространённых комбинаций.

В сумме изображенные шесть вариантов изменения землепользования занимают 85 % территории района. Переход «пашни» в «растительный покров» свидетельствует о выводе сельскохозяйственного угодья из пахотного фонда, когда как смена «растительного покрова» на «пашню» служит признаком вовлечения необрабатываемого земельного участка в сельскохозяйственный оборот в качестве пахотного угодья [*Kraemer et al.,* 2015].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Составленная серия карт сельскохозяйственного землепользования по семи временным срезам демонстрирует значительные пространственные изменения пахотных угодий на территории Астраханского района с 1953 по 2020 г. (рис. 3). В годы освоения целинных и залежных земель наблюдались наиболее высокие темпы увеличения площади пашни, что продолжалось, но уже с замедлением, до 1991 г., когда началось существенное сокращение пахотных угодий. После 1999 г. площадь пашни в районе постепенно начала расти и продолжает увеличиваться в настоящий период.

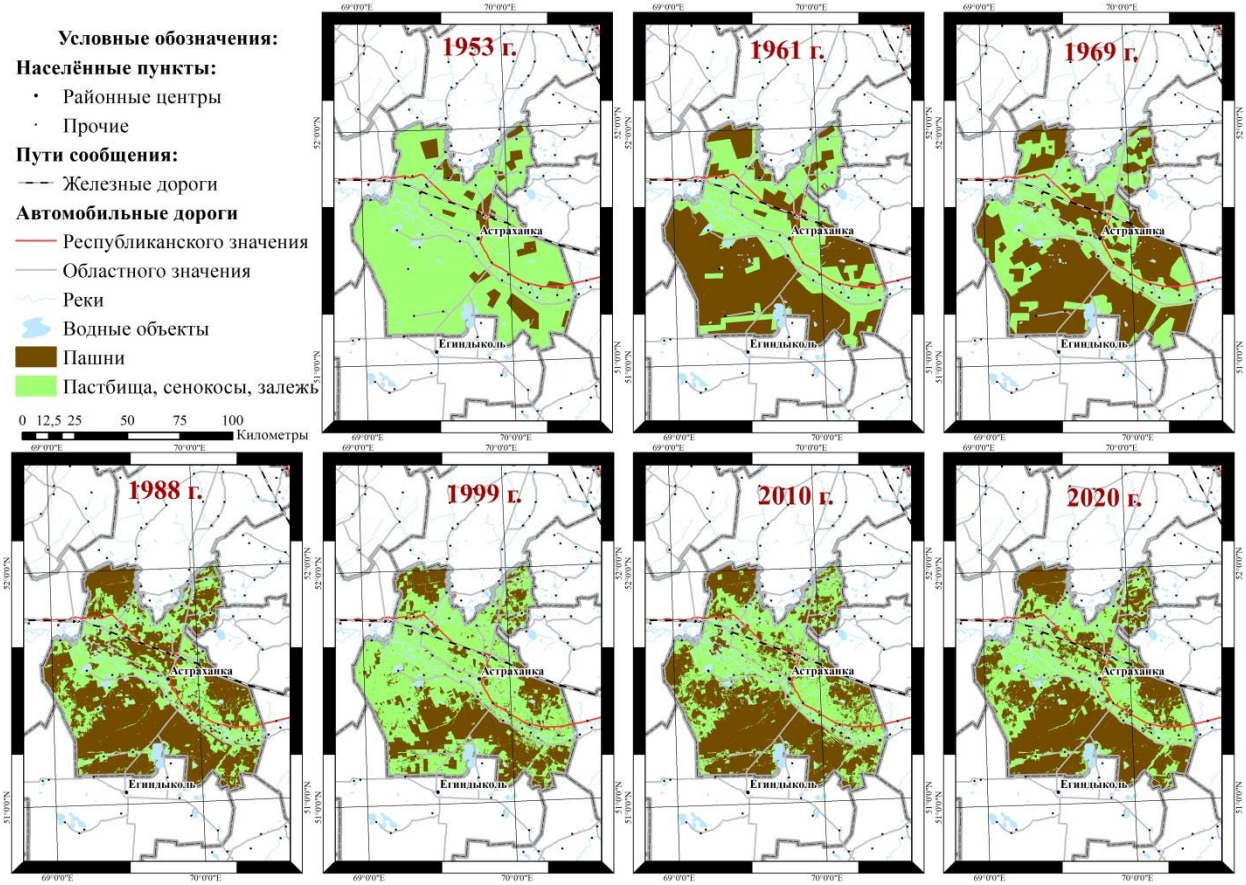


Рис. 3. Пахотные угодья Астраханского района с 1953 по 2020 гг.
Fig. 3. Arable land of Astrakhan district from 1953 to 2020

Пространственный анализ полученных карт в ПК ArcGIS показывает, что основной прирост площади пахотных земель приходится на 1954–1961 гг., когда было распахано 44,2 % территории района. Площадь пахотных угодий перед началом освоения целины в 1953 г. составляла 62,5 тыс. га (9 % площади всех сельскохозяйственных угодий) и размещалась преимущественно в наиболее освоенных северной и восточной частях района с плодородными почвами, а в 1961 г. достигла 387,6 тыс. га (55 %), значительно продвинувшись в юго-западном направлении и заняв массивы тёмно-каштановых карбонатных почв. К концу 1960-х гг. площадь пашни увеличилась до 396,5 тыс. га (56 %), а к 1988 г. – до 422,9 тыс. га (60 %), в основном за счёт распашки земель с менее плодородными почвами. Всего с 1953 по 1988 гг. площадь пашни увеличилась почти в семь раз, охватив большую часть пригодных земель (рис. 3).

Одновременно с активным вводом новых земель в сельскохозяйственное использование выявлено выбытие 194,3 тыс. га пахотных угодий, занимающих четверть территории района, из которых около половины земель освоено после целинной кампании (в 1962–1969 гг.), 40 % – во время целинной кампании, а оставшиеся 8 % – до её начала (до 1954 г.). Вывод таких площадей из оборота связан прежде всего с широким распространением дефляционных процессов в регионе, что обусловлено несвоевременным и неповсеместным внедрением почвозащитной системы земледелия в условиях засушливого климата [*Николаев,* 1999].

С 1988 по 1999 г. произошло наиболее значительное сокращение используемых пахотных земель в результате распада СССР и перехода к рыночной экономике. Подобные процессы прослеживаются во многих регионах постсоветского пространства, в частности в Европейской части России [*Мухин,* 2012]. Таблица 3 показывает основные направления и масштабы изменения структуры сельскохозяйственных угодий 1988–1999 гг. и последующих периодов. За период 1990-х годов из пашни выбыло около 48,5 % обрабатываемых в 1988 г. земель, при этом имеется небольшая площадь новых вспаханных земель – приблизительно 4,2 % территории района, в результате чего площадь пахотных земель в Астраханском районе к 1999 г. уменьшилась в 1,7 раз по сравнению с 1988 г. и составила 248,4 тыс. га (34 %).

Табл. 3. Траектории изменения сельскохозяйственного землепользования
Table 3. Trajectories of agricultural land use change

Землепользование* по годам				**Площадь земель, соответствующих траектории**	
1988	**1999**	**2010**	**2020**	**Тыс. га**	**%**
Р	Р	Р	Р	233,26	31,7
П	П	П	П	184,23	25,0
П	Р	П	П	111,08	15,1
П	Р	Р	Р	40,32	5,5
П	Р	Р	П	34,52	4,7
П	П	Р	П	22,01	3,0
Р	Р	П	Р	21,89	3,0
П	Р	П	Р	19,28	2,6
Р	Р	Р	П	15,50	2,1
Р	П	Р	Р	13,21	1,8
Р	Р	П	П	11,54	1,6
Р	П	П	П	7,60	1,0
П	П	П	Р	6,82	0,9
Р	П	П	Р	6,61	0,9
П	П	Р	Р	4,61	0,6
Р	П	Р	П	3,31	0,4
Всего				**735,80**	**100,0**

** П – пашни, Р – растительный покров (залежь, естественные кормовые угодья.)*

Согласно проведённым расчётам половина заброшенных в 1990-х гг. пахотных угодий представляет собой земли, освоенные в годы поднятия целины (1954–1961 гг.), другая часть – наименее пригодные земли, введённые в оборот после пика целинной кампании. Ввиду резкого сокращения государственного финансирования совхозов и

колхозов в первую очередь из оборота выводились пахотные земли, использование которых требовало дополнительных экономических затрат [*Люри и др.,* 2010]. Это пашни с низким уровнем плодородия, осложнённые отрицательными признаками, отдалённые от населённых пунктов и транспортных путей, а также земельные участки с малой площадью.

Положительная динамика площади пашни в районе установилась лишь после 1999 г., когда по данным официальной статистики[1] посевная площадь Астраханского района достигла своего минимального значения за последние 30 лет (рис. 2). Функционирование механизмов рыночной экономики и рост мировых цен на пшеницу способствовали возвращению в пахотный фонд около 63 % ранее заброшенных земель к 2010 г. В то же время около 15 % возделываемых на 1999 г. земель вышли из оборота. Стоит отметить, что вернувшиеся в сельскохозяйственный оборот земли преимущественно (на 80 %) представляют собой пахотные угодья, освоенные в период целинной кампании, то есть земли наиболее качественного состояния. При этом отмечается небольшой прирост пашни за счёт естественных кормовых угодий – 13 % общей площади пашни. В целом по результатам исследования к 2010 г. площадь пашни увеличилась в 1,5 раза по сравнению с 1999 г. и составила 369,0 тыс. га или 53 % сельскохозяйственных земель района против 394,0 тыс. га согласно официальной статистике[10].

За последние десять лет площади сельскохозяйственных угодий подверглись малым изменениям. Площадь пахотных земель составляет 389,8 тыс. га (55,5 % в структуре сельскохозяйственных земель). Это примерно 92 % от площади пашни в 1988 г. Первично освоенные в 2000–2010 гг. угодья уже к 2020 г. выбыли из использования, однако это уменьшение компенсировано вовлечением под посевы примерно такой же площади новых земель и возвращением залежных угодий. Нынешние изменения в использовании сельскохозяйственных земель Астраханского района связаны прежде всего с крестьянскими и фермерскими хозяйствами, которые в настоящее время занимают около 35 % сельскохозяйственных угодий района. Наиболее частая смена вида сельскохозяйственных угодий происходит на землях крестьянских и фермерских хозяйств, что свидетельствует о несоблюдении севооборотов, при том, что зернопаровой севооборот широко распространён в Акмолинской области. Причиной тому служит материально-техническое и технологическое отставание от сельскохозяйственных предприятий, из-за чего большинство крестьянских и фермерских хозяйств не может позволить себе приобретать и содержать большие площади пашни с наиболее пригодными характеристиками для ведения сельского хозяйства [*Григорук, Климов,* 2016].

На составленной комплексной карте (рис. 4) хорошо прослеживаются изменения структуры сельскохозяйственных земель с 1988 по 2020 г. Пространственный анализ карты позволяет установить, что за рассматриваемый период не изменилось землепользование на 56,7 % территории Астраханского района. Это прежде всего пастбища, сенокосы, многолетние залежи и несельскохозяйственные угодья, не пригодные для выращивания сельскохозяйственных культур. В числе не изменивших своё использование присутствуют незаброшенные в 1990-х гг. пашни, которые составляют четверть площади района и занимают главным образом освоенные в период целинной кампании равнинные территории с наиболее плодородными почвами, представленными крупными однородными массивами чернозёмов южных и тёмно-каштановых карбонатных.

[1] Департамент статистики Акмолинской области Комитета по статистике Министерства Национальной экономики Республики Казахстан. Электронный ресурс: https://old.stat.gov.kz/ faces/ akmola/reg_main/ (дата обращения 12.07.2020).

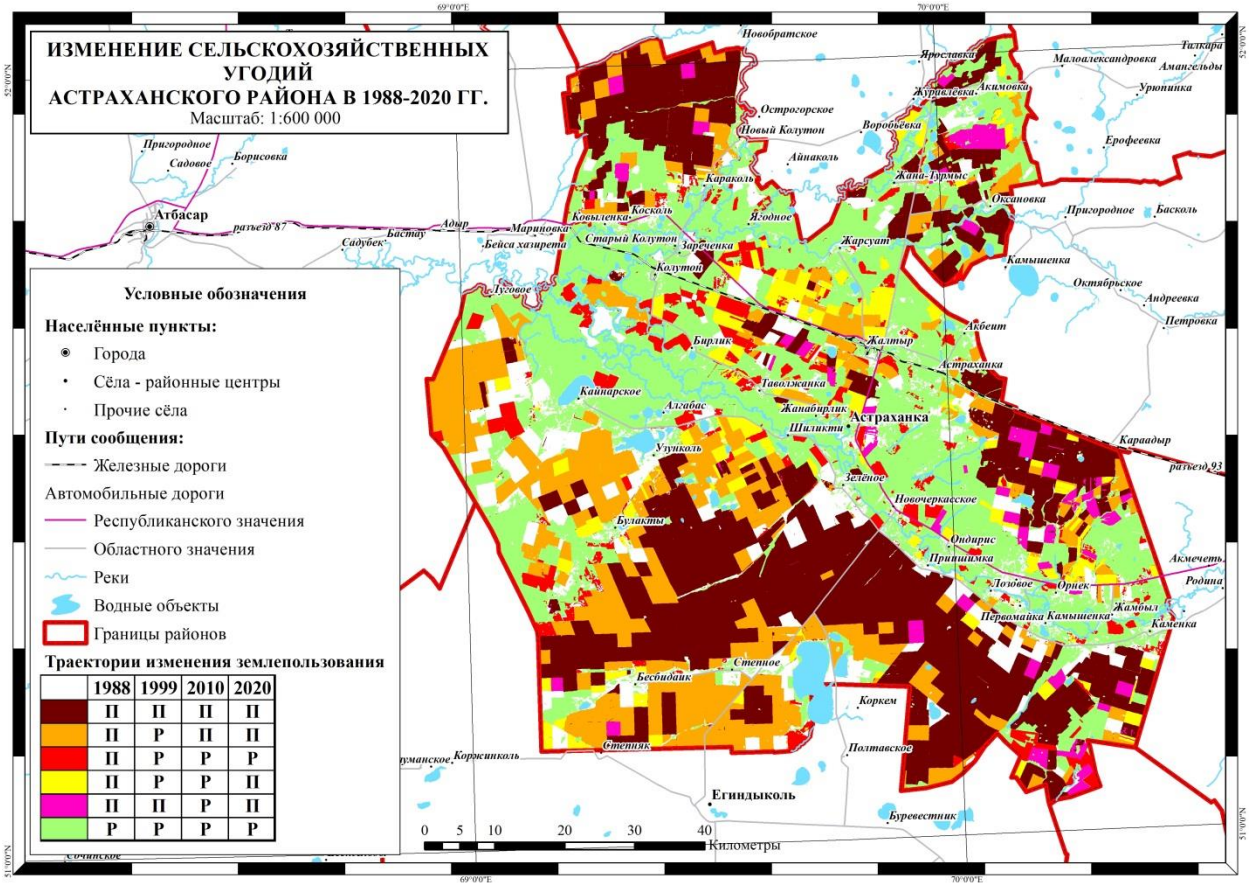


Рис. 4. Изменение сельскохозяйственных угодий в Астраханском районе с 1988 по 2020 г.

Fig. 4. Change in agricultural land in Astrakhan district in 1988–2020

Менявшие вид землепользования участки земель составляют лишь 43,3 % площади района. При этом около трети из них представляет собой пахотные земли, заброшенные к 1999 г. и возвращённые в использование к 2010 г. Как и стабильные пахотные угодья, эти земли в основном были впервые введены в оборот в годы освоения целины и в большей степени тяготеют к центральной, западной и юго-западной частям исследуемого района с более засушливыми условиями климата. В почвенном покрове угодий отмечается относительно большая доля солонцеватых комплексов, что собственно и послужило возможной причиной вывода земель из оборота в 1990-х гг. Невозвращённые в сельскохозяйственный оборот пашни занимают 5,5 % территории Астраханского района и представлены в основном пойменными, луговыми почвами, солонцами и солонцовыми комплексами. Возобновление использования таких земель для выращивания сельскохозяйственных культур считается нецелесообразным. Несмотря на это, к 2020 г. в пахотный фонд была введена небольшая часть подобных залежных земель, которые преимущественно располагаются в непосредственной близи от наиболее крупных сёл в центре района.

ВЫВОДЫ

Составленная по семи временным срезам серия карт указывает на значительные пространственные изменения структуры сельскохозяйственных угодий с 1953 по 2020 г. на территории Астраханского района, репрезентативного аграрного района сухостепной зоны Северного Казахстана. Основной прирост площади пашни произошёл в период освоения целинных и залежных земель (1954–1961 гг.) за счёт обширных массивов тёмно-

каштановых почв в юго-западной половине района, в то время как до начала целинной кампании пашня располагалась в наиболее освоенной части района с плодородными чернозёмными почвами. Дальнейшее расширение пахотных угодий осуществлялось замедленными темпами на менее пригодных землях и сопровождалось забрасыванием пашен, подверженных дефляции. Но наиболее значительное сокращение пахотных земель произошло в 1990-х гг. на фоне социально-экономических и политических преобразований. В первую очередь из оборота выводились пашни с менее плодородными почвами, отдалённые от населённых пунктов и транспортных путей и небольшие по площади поля.

После 1999 г. в условиях рыночной экономики и роста мировых цен на пшеницу началось возвращение ранее заброшенных земель в пахотный фонд в основном за счёт наиболее качественных земель целинного освоения. В последнее десятилетие прирост пашни в районе замедлился. Наблюдается не только возврат земель в пахотный фонд, но и перевод пахотных земель в залежь и естественные кормовые угодья, что вызвано ростом востребованности пастбищных угодий с увеличением в последнее десятилетие поголовья скота. Также установлено, что Астраханский район характеризуется стабильностью использования земель, поскольку более половины его территории не меняло вид землепользования за последние 30 лет. Проведенный анализ карт, созданных на основе данных дистанционного зондирования, позволил выявить разнонаправленную динамику в землепользовании на протяжении последних 70 лет под влиянием экономических, социальных и экологических факторов и определить природные комплексы, наиболее подверженные изменению их использования. Полученные результаты могут быть использованы в выработке перспективных направлений сельскохозяйственного землепользования в сухостепных районах Казахстана.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование проведено в рамках темы НИР по ГЗ МГУ «Устойчивое развитие территориальных систем природопользования».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out within the framework of research work on the topic "Sustainable development of territorial systems of environmental management".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бунякова С.И., Веснина Г.З., Воробьева Т.А. и др.* Сельскохозяйственное использование земель. Атлас Северного Казахстана. М.: ГУГК, 1970. С. 122–124.
2. *Воробьева Т.А., Молчанова Н.П., Соловова Т.А.* Карта освоения целинных земель. Атлас Целинного края. М.: ГУГК, 1964. С. 21.
3. *Григорук В.В., Климов Е.В.* Развитие органического сельского хозяйства в мире и Казахстане. Анкара: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций (ФАО), 2016. 151 с.
4. *Дронин Н.М., Кириленко А.П.* Роль климатических и политэкономических факторов в динамике урожайности зерновых в отечественной истории XX века. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2012. № 5. С. 13–18.
5. *Зенгина Т.Ю., Мухин Г.Д., Рыщанова А.С.* Структура и динамика сельскохозяйственного землепользования в целинной зоне Казахстана за последние 30 лет (на примере Костанайской области). Естественные и технические науки, 2019. № 4. С. 116–121. DOI: 10.25633/ETN.2019.04.01.

6. *Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г.* Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
7. *Мухин Г.Д.* Эколого-экономическая оценка трансформации сельскохозяйственных земель Европейской территории России в 1990–2009 гг. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2012. № 5. С. 19–28.
8. Национальный Атлас Республики Казахстана. Т. 1: Природные условия и ресурсы. Алматы, 2006. 125 с.
9. *Николаев В.А.* Ландшафты азиатских степей. М.: Издательство МГУ, 1999. 288 с.
10. *Тельнова Н.О.* Выявление и картографирование многолетних трендов NDVI для оценки вклада изменений климата в динамику биологической продуктивности агроэкосистем лесостепной и степной зон Северной Евразии. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2017. Т. 14. № 6. С. 97–107. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-6-97-107.
11. *Терехов А.Г.* Методика оценки агротехнического уровня возделывания зерновых культур Северного Казахстана и его изменений в период 2000-2009 по данным MODIS. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2011. Т. 8. № 2. С. 223–228.
12. *Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A., Terekhov A., Frühauf M.* Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan. Environmental Research Letters, 2015. Vol. 10. No P. 054012. DOI 10.1088/1748-9326/10/5/054012.
13. Land Cover and Land use Changes. Advanced Remote Sensing, 2012. Chapter 24. P. 703–772. DOI: 10.1016/B978-0-12-385954-9.00024-1.
14. *Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D.* Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. Environmental Research Letters, 2012. 7. 024021. DOI:10.1088/1748-9326/7/2/024021.

REFERENCES

1. Bunyakova S.I., Vesnina G.Z., Vorobyova T.A. Agricultural land use. Atlas of the Northern Kazakhstan. Moscow: Main Directorate of Geodesy and Cartography, 1970. P. 122–124 (in Russian).
2. *Dronin N.M., Kirilenko A.P.* Importance of climatic and political-economic factors for the dynamics of grain crop yields in the Russian history of the 20th century. Moscow University Bulletin. Series 5, Geography, 2012. No 5. P. 13–18 (in Russian).
3. *Grigoruk V.V., Klimov E.V.* Development of the Organic Agriculture in the World and in Kazakhstan. Ankara: FAO, 2016. 151 p. (in Russian).
4. *Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A., Terekhov A., Frühauf M.* Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan. Environmental Research Letters, 2015. V. 10. No P. 054012. DOI 10.1088/1748-9326/10/5/054012.
5. Land Cover and Land use Changes. Advanced Remote Sensing, 2012. Chapter 24. P. 703–772. DOI: 10.1016/B978-0-12-385954-9.00024-1.
6. *Lyuri D.I., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Denisenko E.A., Nefedova T.G.* Dynamics of Agricultural lands of Russia in XX century and Postagrogenic Restoration of vegetation and soils. Moscow: GEOS, 2010. 416 p.

7. *Mukhin G.D.* Ecological-economic assessment of land use structure within the European territory of Russia during two recent decades. Moscow University Bulletin. Series 5, Geography, 2012. No 5. P. 19–28 (in Russian).
8. National atlas of the Republic of Kazakhstan, Volume 1. Natural conditions and resources. Almaty, 2010. 125 p. (in Russian).
9. *Nikolaev V.A.* Landscapes of Asian Steppes. Moscow: MSU, 1999. 288 p. (in Russian).
10. *Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D.* Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe. Environmental Research Letters, 2012. 7. 024021. DOI:10.1088/1748-9326/7/2/024021
11. *Telnova N.O.* Revealing and mapping long-term NDVI trends for the analysis of climate change contribution to agroecosystems' productivity dynamics in the Northern Eurasian forest-steppe and steppe. Current problems in remote sensing of the Earth from space, 2017. V. 14. No 6. P. 97–107. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-6-97-107 (in Russian).
12. *Terekhov A.G.* The method for estimating of agriculture practice level and its changes in task of cereal cultivation in Northern Kazakhstan during 2000–2009 according to the MODIS. Current problems in remote sensing of the Earth from space, 2011. V. 8. No 2. P. 223–228 (in Russian).
13. *Vorobyova T.A., Molchanova N.P., Solovtsova* T.A. Map of the virgin lands development. Atlas of the Virgin Land Territory. Moscow: Main Directorate of Geodesy and Cartography, 1964. 49 p. (in Russian).
14. *Zengina T.Yu., Mukhin G.D., Ryschanova A.S.* The structure and dynamics of agricultural land use in virgin lands area of Kazakhstan over the past 30 years (the case study of Kostanay region). Natural and technical sciences, 2019. No 4. P. 116–121 (in Russian). DOI: 10.25633/ETN.2019.04.01.

УДК 556.18 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-19-32**

А.В. Погорелов[1], **Д.А. Липилин**[1,2], **Е.Н. Киселёв**[1]

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕК В СТЕПНЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ ЗА ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. БЕЙСУГ, КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ)

АННОТАЦИЯ

В Краснодарском крае земли сельскохозяйственного назначения занимают 62% территории; из них 79% приходится на пашню. Большая часть сельскохозяйственных земель расположена на Азово-Кубанской равнине в северной части края в бассейнах степных рек.

Бассейн р. Бейсуг площадью около 6 тыс. км^2 по своим географическим характеристикам следует отнести к репрезентативным бассейнам с позиции современной динамики агроландшафтов и преобразований речной сети. В статье по данным материалов спутниковых снимков анализируются изменения степных агроландшафтов в бассейне р. Бейсуг за период 1999–2020 гг. в аспекте изменения структуры землепользования и гидрографических характеристик.

Трансформация агроландшафов сопровождается перепланировкой территории, массовым сооружением плотин на реках, нарушением условий естественной дренированности, что приводит к перестройке водообменных процессов в речных бассейнах. Изменения водообменных процессов в семиаридных условиях могут быть чувствительными для местных ландшафтов и сельского хозяйства. До сих пор гидрологическим аспектам трансформации степных ландшафтов не уделялось достаточного внимания.

По данным ЦМР ASTER GDEM выделено 15 частных речных бассейнов с последующим определением типов землепользования на поверхности бассейнов. В каждом из бассейнов установлена структура землепользования, непосредственно влияющая на гидрографические показатели, а также выявлено уменьшение длины водотоков и густоты речной сети. За последние 20 лет в исследуемых бассейнах суммарная длина водотоков вследствие распашки и перепланировки поверхности сократилась на 8–37%, а в целом в бассейне р. Бейсуг – на 469 км.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: степные реки, Бейсуг, трансформация, распашка, водосбор, гидрографические характеристики, спутниковые снимки.

[1] Кубанский государственный университет, ул. Ставропольская, д. 149, 350040, Краснодар, Россия; *e-mail:* **pogorelov_av@bk.ru**

[2] Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, ул. Калинина, д. 13, 350044, Краснодар, Россия; *e-mail:* **LipiLin_dmitrii@mail.ru**

Anatoly V. Pogorelov[1], **Dmitry A. Lipilin**[1,2], **Evgeny N. Kiselev**[1]

CHANGES IN THE HYDROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF RIVERS IN STEPPE AGROLANDSCAPES OVER THE PAST DECADES (ON THE EXAMPLE OF THE BEYSUG RIVER, KRASNODAR TERRITORY)

ABSTRACT

In the Krasnodar territory, agricultural land occupies 62% of the territory; of which 79% is arable land. Most of the agricultural land is located on the Azov-Kuban Plain in the northern part of the region in the steppe river basins. The basin of the Beysug river with an area of about 6000 km^2, in terms of its geographical characteristics, should be attributed to representative basins from the standpoint of the modern dynamics of agricultural landscapes and transformations of the river network. The article analyzes the changes in the steppe agricultural landscapes in the Beysug river basin for the period 1999–2020 in terms of changes in the structure of land use and hydrographic characteristics, based on the data of satellite images.

The transformation of agrolandscapes is accompanied by redevelopment of the territory, massive construction of dams on rivers, violation of the conditions of natural drainage, which leads to the restructuring of water exchange processes in river basins. Changes in water exchange processes under semi-arid conditions can be sensitive to local landscapes and agriculture. Until now, insufficient attention has been paid to the hydrological aspects of the transformation of steppe landscapes. According to the DEM ASTER GDEM, 15 river basins were identified with the subsequent determination of land use types on the surface of the basins. In each of the basins, a land use structure has been established, which directly affects the hydrographic indicators, and a decrease in the length of watercourses and the density of the river network has been revealed. Over the past 20 years, in the studied basins, the total length of watercourses due to plowing and redevelopment of the surface has decreased by 8–37%, and in general in the Beysug river basin – by 469 km.

KEYWORDS: steppe rivers, Beysug, transformation, plowing, catchment, hydrographic characteristics, satellite imagery.

ВВЕДЕНИЕ

Земледельческое освоение степей Кубани, то есть преобразование целинных разнотравно-дерновинно-злаковых степей в агроландшафты, продолжавшееся в течение сотен лет, в основном завершилось во второй половине XIX века. В существующих ныне агроландшафтах равнинной части Краснодарского края относительно нетронутыми остались лишь неудобья (откосы балок, заболоченные участки) общей площадью не более 1%. Трансформация агроландшафтов под сильным техногенным прессом непрерывно продолжается. При этом всестороннему преобразованию подвергаются все компоненты степных экосистем, включая реки.

Перепланировка территории, проведение искусственной ирригационной сети и орошение, массовое сооружение плотин и дамб на реках, строительство дорог в насыпях, обработка почв тяжелой техникой приводят к нарушению условий естественной дренированности, изменению составляющих речного стока, перераспределению твёрдого

[1] Kuban State University, Stavropolskaya str., 149, 350040, Krasnodar, Russia;
e-mail: **pogorelov_av@bk.ru**

[2] Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin, Kalinina str., 13, 350044, Krasnodar, Russia;
e-mail: **LipiLin_dmitrii@mail.ru**

стока. Одно из следствий такого рода воздействий – рост площадей переувлажненных земель в северной и центральной зонах Краснодарского края, который отчётливо прослеживается в последние годы, причем не только во влажные, но и в засушливые периоды. Одновременно фиксируется снижение годового стока рек бассейна Азовского моря на территории Краснодарского края [*Система...,* 2015].

Вместе с тем, гидрологическим аспектам деградации степных ландшафтов Кубани не уделяется достаточного внимания; исследования трансформации степных рек Краснодарского края до сих пор носят поверхностный характер. Существующие публикации [*Гайдай,* 2006; *Белюченко,* 2010; 2017; *Суслов,* 2015; *Экология…,* 2017; *Gura at el*, 2019], как правило, фокусируются на биологических, химических, биоэкологических проблемах степных рек. Системный и всесторонний анализ трансформации рек с оценками изменений водообменных процессов в их взаимодействии с механизмами ландшафтного функционирования еще предстоит сделать.

Приведем основные проблемы речных систем, ускоряющие факторы деградации степных ландшафтов: изменения естественной гидрографической сети, повсеместное нарушение дренированности территории и проточности на реках и балках, наличие подтопляемых земель и переувлажненных участков, несоблюдение водоохранных и санитарных зон вдоль водных объектов.

Характер изменения гидрографической сети необходимо определять в количественных показателях, вслед за которыми возможно оценивать изменения водообменных процессов в экосистемах, а также геоэкологические, геохимические и другие эффекты, влияющие на долговременную перестройку степных ландшафтов. При этом, на наш взгляд, целесообразно опираться на бассейновый подход [*Антипов, Фёдоров,* 2000; *Корытный,* 2001; *Погорелов, Думит,* 2009], принятый не только в управлении водопользованием, но и при описании ландшафтно-гидрологической и геохимической организации территории [*Глазовская,* 1988; *Перельман, Касимов,* 2000] с позиции вещественно-энергетического баланса. Следует принимать во внимание, что речному бассейну на фоне существенного техногенного пресса в условиях агроландшафтов на любом иерархическом уровне свойственны элементы самоорганизации, регулирующей геоморфологические процессы, водообмен, почвообразование, состояние биоты и другие геоэкологические процессы в их геосистемной целостности.

Для оценки изменения гидрографических характеристик за последние десятилетия воспользуемся спутниковыми снимками. К наиболее значимым гидрографическим характеристикам[1] в контексте преобразований степных агроландшафтов Краснодарского края отнесём длину водотоков, густоту эрозионной сети, распаханность и урбанизированность территории речных бассейнов.

В качестве экспериментального бассейна для оценки этих изменений гидрографических характеристик выбран бассейн р. Бейсуг (рис. 1).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объект исследования. Бассейн р. Бейсуг по климатическим, геоморфологическим, гидрологическим, ландшафтным признакам, а также по характеру антропогенных преобразований следует считать типичным для центральной и северной части Краснодарского края и Азово-Кубанской равнины (рис. 1).

[1] Р 52.08.874-2018. Рекомендации. Определение гидрографических характеристик картографическим способом. Росгидромет. СПб. 2018. 172 с.

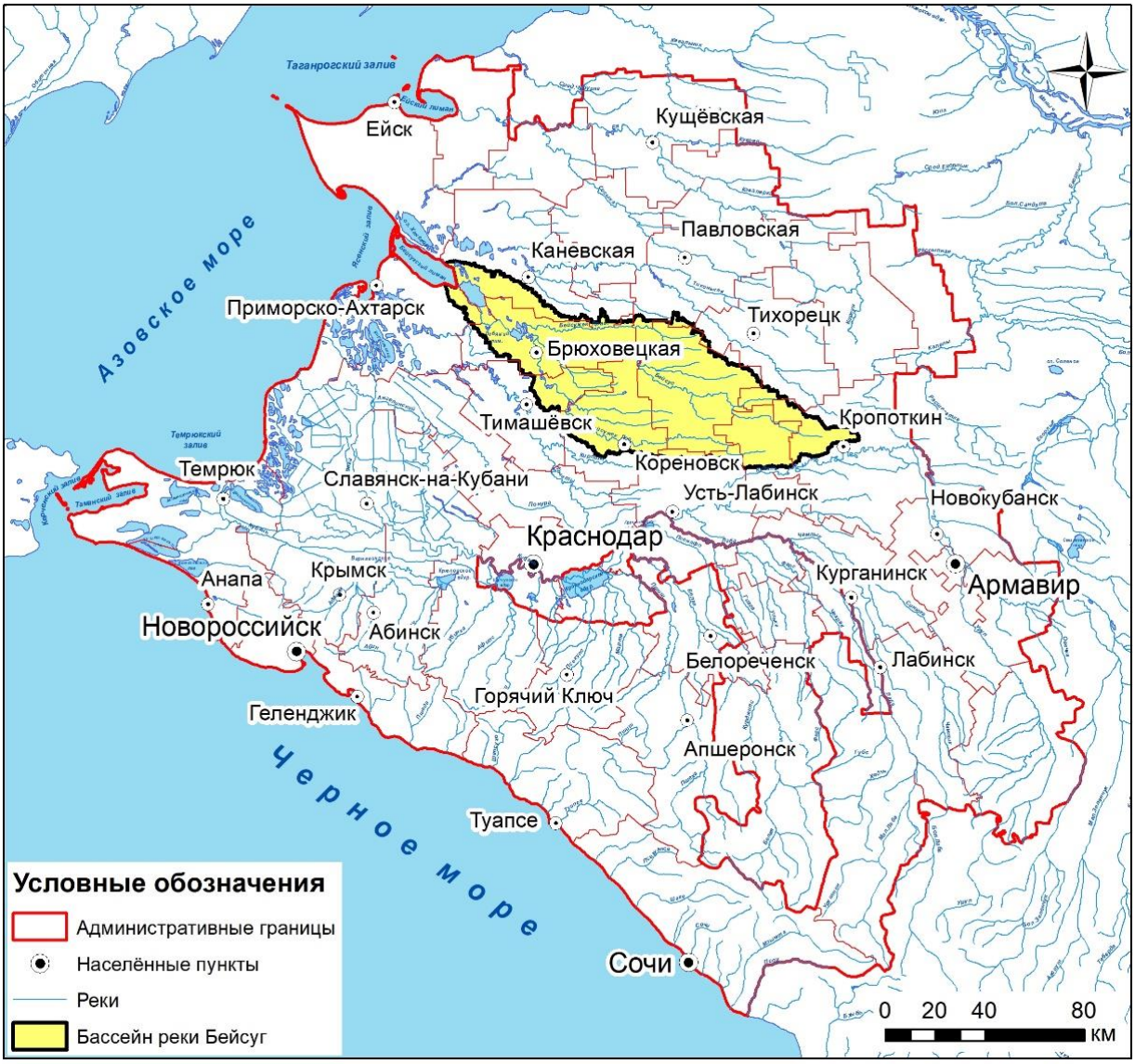


Рис. 1. Бассейн р. Бейсуг на территории Краснодарского края
Fig. 1. Basin of the Beysug river in the Krasnodar territory

Река Бейсуг, относящаяся в соответствии с государственным водным кадастром к Кубанскому бассейновому округу, имеет длину 249 км, водосборную площадь 5840 км^2, средний годовой расход воды 8,21 м^3/с [*Суслов,* 2015][1]. Берёт начало из родников в 9 км к северо-западу от г. Кропоткин на высоте около 110 м; в устьевой части при впадении в крупный Бейсугский лиман, гидравлически связанный с Азовским морем, река образует обширные плавни.

Плоская Азово-Кубанская равнина с незначительными углами наклона русел рек сложена лессовидными суглинистыми и песчано-глинистыми отложениями. У Бейсуга насчитывается 20 притоков первого и второго порядка с длинами более 10 км и 37 при-

[1] В справочниках и научных изданиях сведения о длинах и площадях бассейнов рек, впадающих в Азовское море, отличаются из-за различий в понимании конечного створа устья реки: в месте впадения в первый крупный лиман или впадения в Азовское море. Кроме того, на плоских водосборах с большой плотностью ирригационной сети положение водоразделов морфологически не выражено.

токов с длиной менее 10 км; все притоки относятся к малым рекам и ручьям; в бассейне насчитывается 300 прудов[1].

Для оценки зарегулированности речных русел использованы материалы инвентаризации в 2000 г. водохозяйственных сооружений ОАО ПИИ «Кубаньводпроект», а также результаты наших наземных обследований гидротехнических (перегораживающих) сооружений. Дополнительно распознавание водохозяйственных сооружений на спутниковых снимках выполнялось визуально в программе Google Earth Pro. При этом основными дешифровочными признаками выступили специфическое пространственное положение плотин (поперёк течения русла водного объекта) и наличие подъездных путей, свидетельствующее о капитальном характере сооружения. Известно, что большая часть перегораживающих сооружений на реках степной зоны Краснодарского края построена без проектной документации; и Бейсуг – не исключение. Всего в 2020 г. в бассейне насчитывалось 725 перегораживающих сооружений (рис. 2), влияние которых на условия дренированности территории еще предстоит оценить. Наличие огромного количества плотин и прудов приводит к перестройке вещественно-обменных процессов в реках, не только способствуя заилению, но и увеличивая потери воды на испарение. Данные натурных наблюдений за этими процессами отсутствуют.

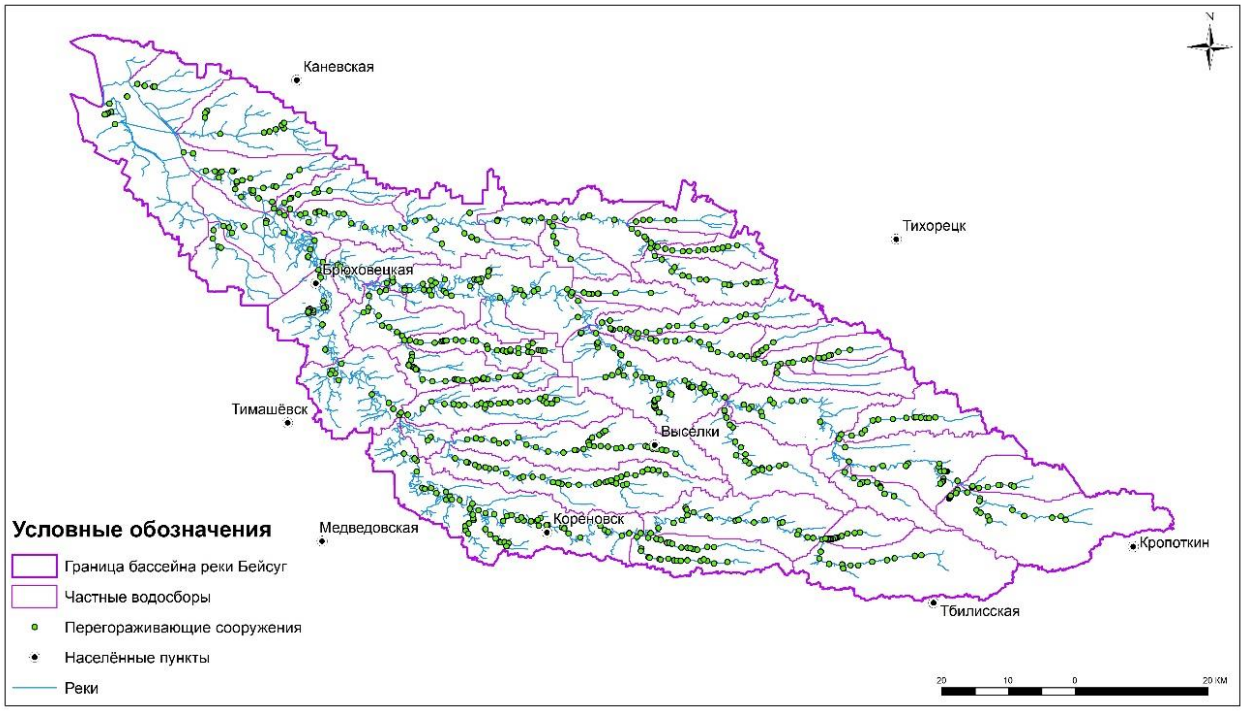


Рис. 2. Распределение перегораживающих сооружений на реках бассейна р. Бейсуг

Fig. 2. Distribution of dams on the rivers of the Beysug river basin

Питание Бейсуга преимущественно снеговое, в нижнем течении – устойчивое грунтовое. Водный режим реки в целом неустойчив; характеризуется половодьем в марте, продолжительной летне-осенней меженью и дождевыми паводками. Бейсуг, в отличие от многих степных рек Краснодарского края и большей части своих притоков, не пересыхает в меженный период. Течение выражено только во время весеннего половодья со скоростью не более 0,6–0,7 м/с. Бассейн реки густо заселён, многочисленные населённые

[1] https://water-rf.ru/

пункты обычно располагаются на берегах Бейсуга и его притоков. Всего в границах исследуемого бассейна насчитывается 133 населённых пункта общей площадью 539,5 км[21].

Методы. Векторные границы бассейнов и линии тальвегов получены по предварительно откорректированной глобальной ЦМР ASTER GDEM2 [*ASTER…, 2009*]. Моделирование границ бассейнов и сети тальвегов (постоянных и временных водотоков) выполнено в программе ArcGIS посредством инструментов Hydrology в модуле Spatial Analyst. При определении анализируемых частных бассейнов мы исходили из однородности развития гидрографической сети в границах выделяемых бассейнов. Дешифрирование типов землепользования выполнено по спутниковым снимкам космических аппаратов Landsat (табл. 1) с учетом анализируемого 20-летнего периода, пространственное разрешение которых сопоставимо с разрешением использованной ЦМР.

Табл. 1. Сведения об использованных космических снимках

Table 1. Information about the used satellite images

Космический аппарат	Дата снимка	ID снимка	Пространственное разрешение, м
Landsat 7	01.10.1999	LE71750281999274NSG00	30
Landsat 7	11.11.1999	LE71740281999315SGS00	30
Landsat 8	09.09.2020	LC81740282020253LGN00	30
Landsat 8	12.11.2020	LC81740282020317LGN00	30

Исходя из географических условий анализируемой территории, а также решаемых задач, целесообразно сосредоточиться на типах землепользования, свойственных бассейну р. Бейсуг и косвенно отражающих ландшафты. При типизации принималась во внимание номенклатура базы данных покрытия/использования земель, разработанная для европейской программы CORINE Land Cover (CLC)[2]. В соответствии с ней выделены типы поверхности 1) сельскохозяйственные угодья (Agricultural areas), 2) населенные пункты и объекты инфраструктуры (Artificial surfaces), 3) плавни (болота) и лесополосы (Wetland, Forests and semi-natural areas), 4) водные объекты. Объединение плавней и лесополос в нашем случае объясняется сложностью дифференцированного распознавания на снимках болотной и древесной растительности.

Методика дешифрирования спутниковых снимков (табл. 1) в программе ENVI включала: 1) предварительную обработку снимков (в т.ч. проведение атмосферной и геометрической коррекции), 2) определение спектральных характеристик для создания эталонов основных типов поверхности, 3) классификацию с обучением на основе полученных эталонов, 4) генерализацию выделенных контуров, относящихся к определенному типу поверхности, 5) верификацию и корректировку контуров.

Уточнение расположения элементов сети постоянных и временных водотоков, а также уточнение результатов дешифрирования типов землепользования осуществлялось с помощью спутниковых снимков в геосервисе Google Earth Pro. Некоторые результаты распознавания типов землепользования в их динамике (1999–2020 гг.) представлены на рисунке 3.

---

1 Указанная площадь отличается от площади населенных пунктов (застройки), полученной при дешифрировании спутниковых снимков, поскольку административные границы включают поверхности с разными типами землепользования.

2 https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018.

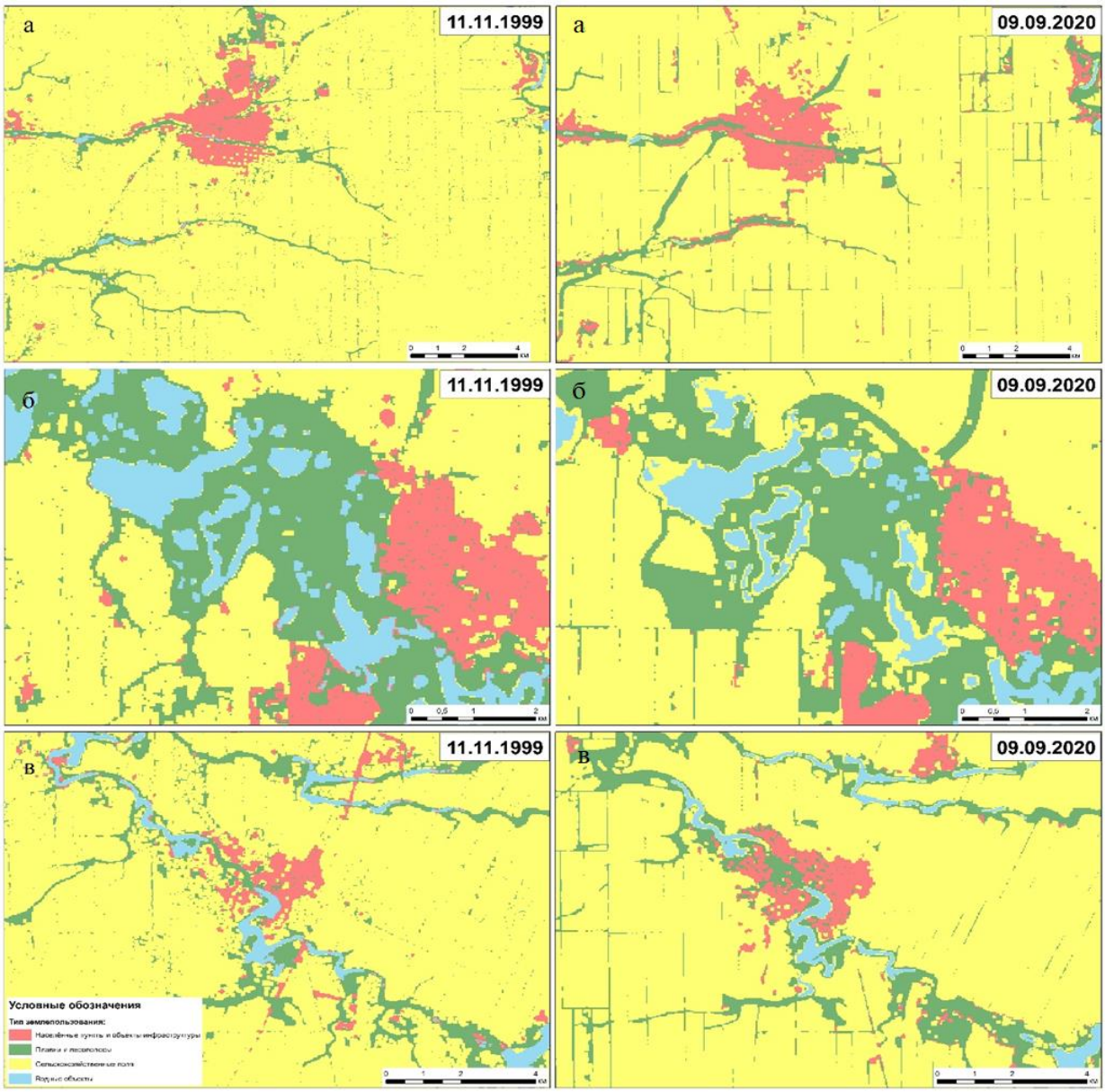


Рис. 3. Дешифрирование типов землепользования по данным спутников Landsat и примеры изменений землепользования в 1999–2020 гг. в бассейне р. Бейсуг в районе населенных пунктов ст. Выселки (а), ст. Переясловская (б), ст. Березанская (в)

Fig. 3. Recognition of land use types from Landsat satellites and examples of land use changes in 1999–2020 in the Beysug river basin in the area of settlements Vyselki (a), Pereyaslovskaya (б), Berezanskaya (в)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе обработки ЦМР с учетом заданной пространственной детализации анализа выделено 15 частных бассейнов, площадь которых варьирует от 33,8 до 1585,5 км^2 (табл. 2, рис. 4.). В связи с тем, что Азово-Кубанская равнина на большей части территории является практически плоской поверхностью, автоматизированное выделение водоразделов на некоторых участках приводило к артефактам, что потребовало ручной корректировки границ частных бассейнов. Обобщенные результаты дешифрирования типов поверхности/землепользования представлены в таблице 2.

Табл. 2. Распределение типов поверхностей в частных бассейнах в бассейне р. Бейсуг

Table 2. Distribution of surface types in basins in the Beysug river basin

№	Частный бассейн	Площадь, км^2	1999 г.				2020 г.			
			Населенные пункты и объекты инфраструктуры, %	Плавни и лесополосы, %	Водные объекты, %	Сельскохозяйственные поля, %	Населенные пункты и объекты инфраструктуры, %	Плавни и лесополосы, %	Водные объекты, %	Сельскохозяйственные поля, %
1	Бейсуг	1585,5	2,55	17,11	4,55	75,79	3,41	18,07	3,57	74,95
2	Камышеваха	80,9	1,46	4,60	0,16	93,78	3,05	5,06	0,02	91,87
3	Тарапанка	101,9	0,40	4,70	0,70	94,20	1,63	4,63	0,40	93,33
4	Бейсужек Левый	1872,4	3,28	7,23	1,21	88,29	4,58	7,78	1,04	86,60
5	Попастая	72,9	0,32	5,46	0,93	93,28	0,76	3,97	0,14	95,13
6	Бузинка	171,8	0,55	4,77	0,54	94,14	1,09	6,23	0,62	92,06
7	Гаджировка	444,9	1,14	4,74	0,78	93,34	2,09	6,63	0,85	90,43
8	Правый Бейсужек	772,3	0,76	5,82	0,76	92,65	0,86	7,35	0,52	91,27
9	Балка Зозовская	66,2	0,05	4,41	0,06	95,48	0,14	3,68	0,05	96,12
10	Балка без названия	33,8	0,60	9,73	0,82	88,86	0,67	9,32	0,77	89,23
11	Незайманка	306,0	0,88	6,22	0,47	92,42	1,70	6,20	0,44	91,66
12	Балка Гарбузова	87,2	1,31	6,77	0,54	91,38	1,19	9,06	0	89,75
13	Балка Солёная	133,7	2,45	8,48	3,08	85,98	1,47	7,52	2,01	89,00
14	Балка Жирякова	171,5	1,06	6,21	0,92	91,82	0,59	8,53	0,60	90,28
15	Балка Очеретоватая	93,7	0,78	8,14	2,55	88,53	0,19	7,69	2,01	90,11
	В бассейне р. Бейсуг	**5994,6**	**2,09**	**9,24**	**1,95**	**86,71**	**2,87**	**10,09**	**1,54**	**85,49**

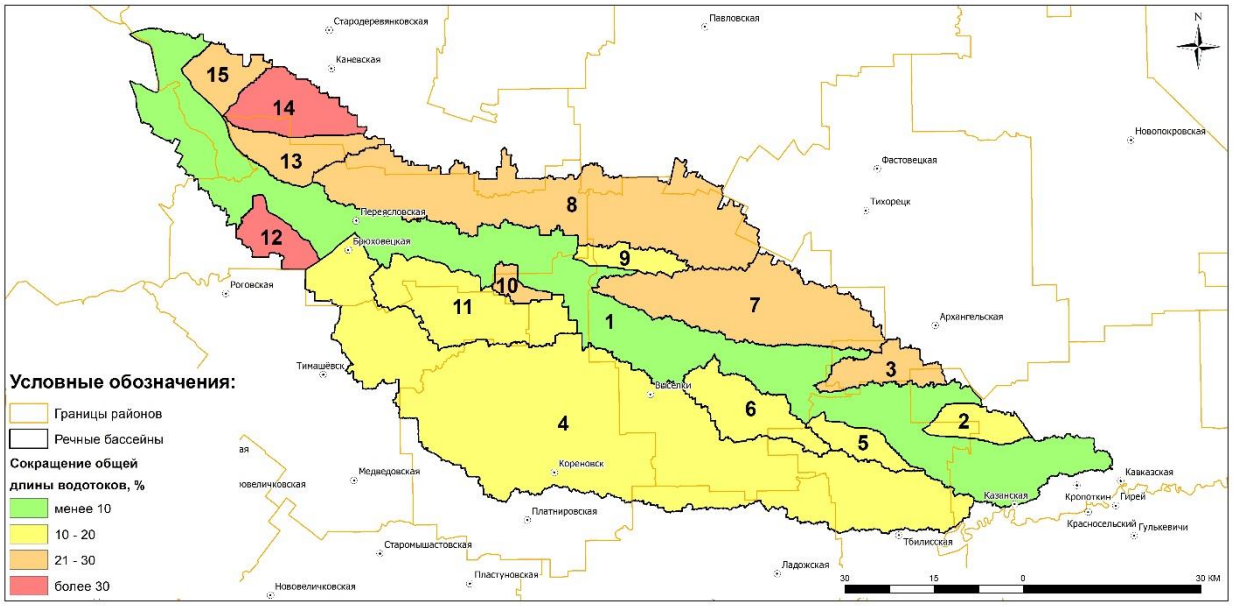


Рис. 4. Изменение длины водотоков за период 1999–2020 гг. в исследуемых частных бассейнах

Fig. 4. Changes in the length of watercourses for the period 1999–2020 in the studied basins

В сентябре 2020 г. из 5995 км^2 поверхности бассейна р. Бейсуг на сельскохозяйственные угодья приходилось 85,49%, на болота и лесополосы – 10,09%, на населенные пункты и объекты инфраструктуры – 2,87%, на водные объекты – 1,54% площади. В структуре землепользования в каждом из выделенных бассейнов доминируют пашни, занимая площади от 74,95 до 96,12%; доля заболоченных (плавни) и водных поверхностей, закономерно увеличивается на главной реке, на малых реках она, как правило, существенно меньше. За анализируемый период структура землепользования в каждом частном бассейне ожидаемо изменилась. В сравнении с 1999 г. в бассейне р. Бейсуг в целом увеличились площади населенных пунктов и плавней, сократилась площадь водных объектов (табл. 2).

Произошедшие за анализируемый период гидрографические и морфометрические преобразования в бассейне р. Бейсуг отражают таблица 3 и рисунки 4 и 5. В каждом из частных бассейнов в течение 1999–2020 гг. произошло сокращение общей длины водотоков – от 8% (частный бассейн р. Бейсуг) до 37,2% (Балка Жирякова), а в целом в бассейне длина водотоков уменьшилась на 17,2% или на 469,4 км (табл. 3). Одновременно произошло пропорциональное уменьшение густоты эрозионной сети, со значениями которой связаны показатели дренированности территории и активности геоморфологических, в частности, флювиальных процессов. Судя по карте (рис. 4), уменьшению длины водотоков за последние 20 лет в бассейне р. Бейсуг присуща некая асимметрия: в большей степени общая длина водотоков сократилась у правых притоков. Долина главной реки, имеющей хорошо выраженное русло в осевой части бассейна, наименее всего пострадала от распашки водотоков.

Основная причина сокращения длины водотоков (рис. 5) – распашка и вертикальная перепланировка поверхности в результате местной «экспансии» сельскохозяйственных земель. В большинстве случаев в течение 15–20 лет после планировки территории и распашки участков в преобразуемых таким образом ландшафтах практически не остается внешних признаков дренажной сети. Судя по табл. 3, густота

эрозионной сети вполне объяснимо имеет относительно большие значения (0,46…0,39 км/км^2) в частных бассейнах с пониженной относительной площадью сельскохозяйственных полей (74,95…86,6%); и, наоборот, низкие значения (0,22 км/км^2) – в бассейнах с высокой относительной площадью полей (95,1…96,1%).

Табл. 3. Изменения за 1999–2020 гг. длины водотоков и густоты эрозионной сети

Table 3. Changes for 1999–2020 in the length of watercourses and the density of the erosion network

№	Частные бассейны	Длина водотоков, км			Густота эрозионной сети, км/км^2		
		1999 г.	2020 г.	Изменение за 1999–2020 гг., %	1999 г.	2020 г.	Изменение за 1999–2020 гг., %
1	Бейсуг	793,2	730,1	-8,0	0,50	0,46	-8,0
2	Камышеваха	17,5	14,4	-17,7	0,21	0,18	-14,3
3	Тарапанка	28,9	22,7	-21,5	0,28	0,22	-21,4
4	Бейсужек Левый	919,4	738,9	-19,6	0,49	0,39	-20,4
5	Попастая	18,2	15,7	-13,7	0,25	0,22	-12,0
6	Бузинка	46,1	40,7	-11,7	0,27	0,24	-11,1
7	Гаджировка	153,6	119,9	-21,9	0,34	0,27	-20,6
8	Правый Бейсужек	329,9	261,1	-20,9	0,42	0,34	-19,0
9	Балка Зозовская	17,9	14,5	-19,0	0,27	0,22	-18,5
10	Балка без названия	20,7	16,1	-22,2	0,61	0,47	-23,0
11	Незайманка	151,3	121,9	-19,4	0,49	0,40	-18,4
12	Балка Гарбузова	32,9	22,1	-32,8	0,38	0,25	-34,2
13	Балка Солёная	72,4	54,1	-25,3	0,54	0,40	-25,9
14	Балка Жирякова	78,3	49,2	-37,2	0,45	0,28	-37,8
15	Балка Очеретоватая	41,6	31,1	-25,2	0,44	0,33	-25,0
	Весь бассейн	**2721,9**	**2252,5**	**-17,2**	**0,45**	**0,38**	**-15,6**

Известно, что атмосферные осадки, выпадающие на площади бассейнов степных рек Краснодарского края, в формировании речного стока участвуют в малой мере, что подтверждается весьма низкими значения коэффициентов стока этих рек (около 3–9%). Испарение и эвапотранспирация здесь соизмеримы с количеством выпадающих осадков. Поверхностное и грунтовое питание сосредоточено на локальных элементах рельефа

[*Лаврентьев,* 1981]. Так, в бассейне р. Бейсуг действующая площадь водосбора оценивается всего в 625 км^2 [*Суслов,* 2015], т.е. речной сток формируется лишь на 10% площади бассейна.

На степных реках в условиях существующего дефицита водных ресурсов сокращение длины водотоков и дренажной сети приводит к последующему уменьшению поверхностного и грунтового питания за счет сокращения областей формирования поверхностного и грунтового стока. При развитии подобных процессов следует ожидать дальнейшего уменьшения коэффициента стока и, следовательно, постепенного нелинейного снижения годового стока р. Бейсуг.

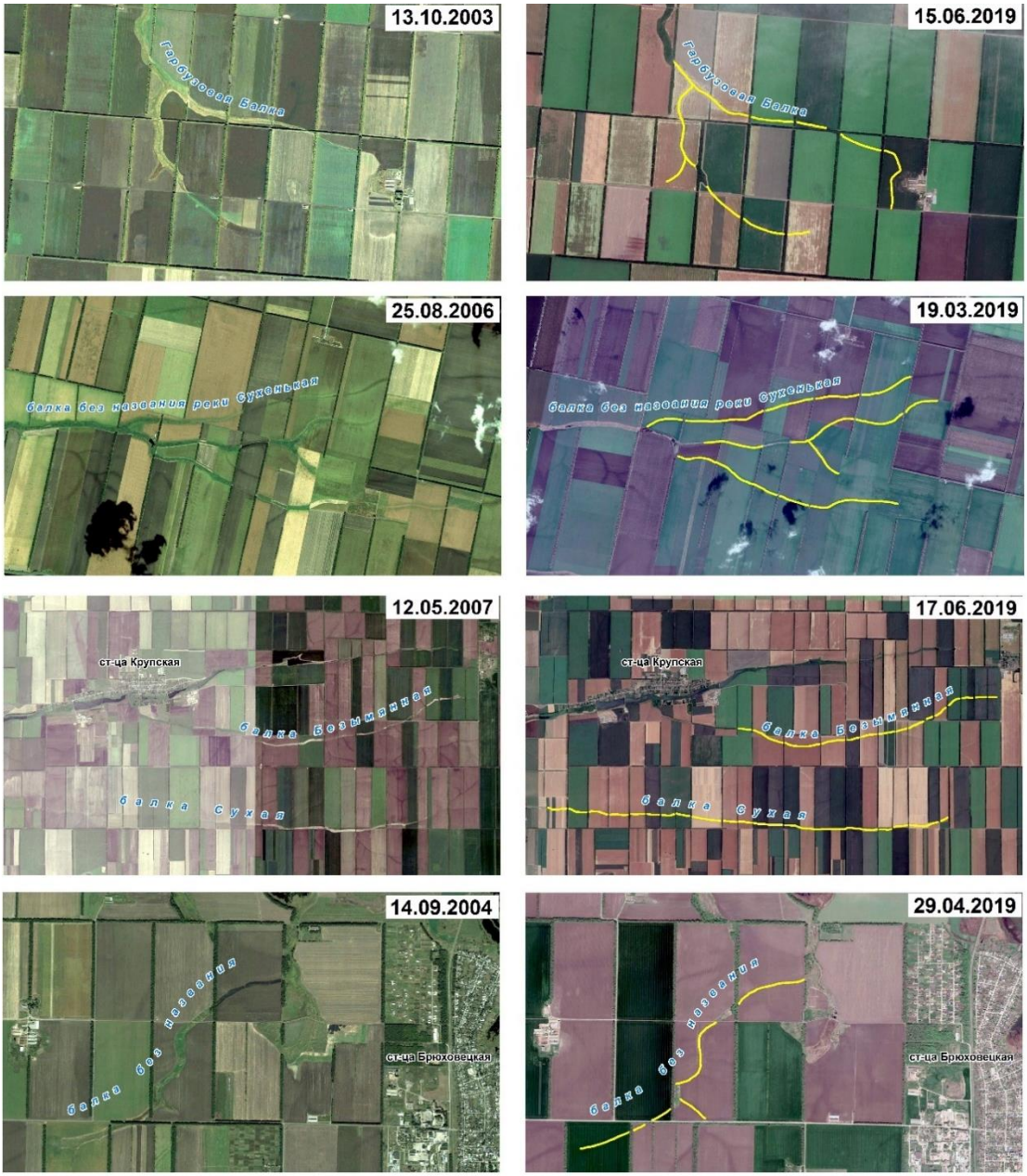


Рис. 5. Наблюдаемые уменьшения длины эрозионной сети в результате распашки и вертикальной планировки поверхности. Уничтоженные водотоки выделены желтым цветом

Fig. 5. Observed decreases in the length of the erosion network as a result of plowing and vertical leveling of the surface. Eliminated streams are highlighted in yellow

ВЫВОДЫ

1. С использованием спутниковых снимков Landsat 7, 8 установлено, что в 2020 г. 85,5% поверхности бассейна занято сельскохозяйственными полями, 10,1% – плавнями и лесополосами, 2,9% – застройкой, 1,5% – водными объектами. В сравнении с 1999 г. в бассейне р. Бейсуг увеличились площади населенных пунктов (в 1,4 раза), плавней и лесополос (в 1,1 раза), сократилась площадь водных объектов (в 1,3 раза), площадь полей практически не изменилась.
2. В границах бассейна р. Бейсуг выделено 15 частных бассейнов, т.е. при анализе динамики землепользования и изменения гидрографических характеристик реализован бассейновый подход. В частных бассейнах доля сельскохозяйственных полей в общей площади варьирует от 74,9 до 96,1%, при этом влияя на густоту эрозионной сети и дренированность земель в зонах активного водообмена. В бассейнах с относительно низкой площадью полей густота эрозионной сети достигает 0,46 км/км^2, а при относительно высокой площади полей – сокращается до 0,22 км/км^2.
3. С 1999 г. по 2020 г. в бассейне р. Бейсуг на площади 5994,6 км^2 зафиксировано сокращение общей длины водотоков на 469,4 км (или на 17,2%) и соответствующее уменьшение густоты эрозионной сети. В каждом из 15 исследуемых частных бассейнов наблюдалось сокращение общей длины водотоков – от 8 до 37,2%. Основная причина – распашка земель, отчетливо определяемая на спутниковых снимках. В агроландшафтах внешние признаки эрозионной сети после распашки и перепланировки поверхности исчезают в течение 12–20 лет. Выявлена асимметрия в сокращении длины водотоков за последние 20 лет: в большей степени общая длина водотоков уменьшилась у правых притоков.
4. Изменения гидрографических характеристик в бассейне р. Бейсуг, показательном для степной части Краснодарского края бассейне, происходят на фоне техногенных воздействий на агроландшафты (массового сооружения плотин и дамб на степных реках, увеличения площади застройки, нарушения естественной дренированности территории и водообменных процессов, перепланировки поверхности и т.п.) и преобразований структуры землепользования. Это приводит к перестройке вещественно-обменных процессов в реках, деградации речных систем.

В заключение отметим, что системный и всесторонний анализ трансформации степных рек Краснодарского края с оценками изменений водообменных процессов (включая оценки фильтрации и испарения, движения и оттока подземных вод) в их взаимодействии с механизмами ландшафтного функционирования и почвообразования еще предстоит сделать. Полученные нами результаты закладывают основу для дальнейших исследований в этом направлении.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта МФИ-20.1/123.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was carried out with the financial support of the Kuban science Foundation in the framework of the scientific project МФИ-20.1/123.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Антипов А.Н., Фёдоров В.Н.* Ландшафтно-гидрологическая организация территории. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 254 с.
2. *Белюченко И.С.* Функционирование степных рек Краснодарского края и перспективы их развития. Экология речных ландшафтов: сб. статей по материалам I Межд. экол. конф. Отв. за вып. Н.Н. Мамась. Краснодар: КубГАУ, 2017. С. 28–43.
3. *Белюченко И.С.* Экологическое состояние бассейнов степных рек Кубани и перспективы их развития. Экологический вестник Северного Кавказа, 2010. Т. 6. № 2. С. 5–12.
4. *Гайдай А.А.* Оценка экологического состояния бассейна реки Бейсуг и предложения по улучшению его функционирования: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. Краснодар, 2006. 179 с.
5. *Глазовская М.А.* Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высшая школа, 1988. 327 с.
6. *Корытный Л.М.* Бассейновая концепция в природопользовании: монография. Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2001. 63 с.
7. *Лаврентьев Г.И.* Об условиях формирования грунтовых вод в зоне степного ландшафта Краснодарского края. Геохимия подземных вод и ландшафтов: Сб. научн. тр. КубГУ, 1981. С. 62–66.
8. *Перельман А.И., Касимов Н.С.* Геохимия ландшафта. М.: Астрея, 2000. 768 с.
9. *Погорелов А.В., Думит Ж.А.* Рельеф бассейна р. Кубани: Морфологический анализ. М.: ГЕОС, 2009. 208 с.
10. Система земледелия Краснодарского края на агроландшафтной основе. Краснодар, 2015. 352 с.
11. *Суслов О.Н.* Степные реки Краснодарского края. Краснодар: Куб ГАУ, 2015. 256 с.
12. Экология речных ландшафтов: сб. статей по материалам I Межд. экол. конф. Отв. за вып. Н.Н. Мамась. Краснодар: КубГАУ, 2017. 267 с.
13. ASTER Global DEM Validation. Summary Report. ASTER GDEM Validation Team: METI/ERSDAC, NASA/LPDAAC, USGS/EROS. 2009. 28 p.
14. *Gura D., Dubenko Y., Dyshkant E., Pavlyukova A., Akopyan G.* 3D laser scanning for monitoring the quality of surface in agricultural sector. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. 403(1). 012184.

REFERENCES

1. *Antipov A.N., Fedorov V.N.* Landscape and hydrological organization of the territory. Novosibirsk: Publishing house of the SO RAS, 2000. 254 p.
2. ASTER Global DEM Validation. Summary Report. ASTER GDEM Validation Team: METI/ERSDAC, NASA/LPDAAC, USGS/EROS. 2009. 28 p.
3. *Belyuchenko I.S.* Ecological state of the Kuban steppe river basins and their development prospects. Ecological Bulletin of the North Caucasus, 2010. V. 6. No 2. P. 5–12.
4. *Belyuchenko I.S.* The functioning of the steppe rivers of the Krasnodar territory and the prospects for their developmentю Ecology of river landscapes: collection of articles. articles on the materials of the I Int. ecolodic. conf. Edited by N.N. Mamas. Krasnodar: KubSAU, 2017. P. 28–43.
5. Ecology of river landscapes: collection of articles. articles on the materials of the I Int. eco. conf. Edited by N.N. Mamas. Krasnodar: KubSAU, 2017. 267 p.
6. *Gaidai A.A.* Assessment of the ecological state of the Beysug river basin and proposals for improving its functioning: Dis. ... Cand. biol. Sciences: 03.00.16. Krasnodar, 2006. 179 p.

7. *Glazovskaya M.A.* Geochemistry of natural and technogenic landscapes of the USSR. M.: Higher school, 1988. 327 p.
8. *Gura D., Dubenko Y., Dyshkant E., Pavlyukova A., Akopyan G.* 3D laser scanning for monitoring the quality of surface in agricultural sector. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. 403(1). 012184.
9. *Korytny L.M.* Basin concept in nature management: monograph. Irkutsk: Publishing house of the Institute of Geography SB RAS, 2001.63 p.
10. *Lavrentiev G.I.* On the conditions for the formation of groundwater in the steppe landscape zone of the Krasnodar territory. Geochemistry of underground waters and landscapes: Collection of. scientific articles. KubSU, 1981. P. 62–66.
11. *Perelman A.I., Kasimov N.S.* Landscape geochemistry. M.: Astreya, 2000. 768 p.
12. *Pogorelov A.V., Dumit J.A.* The relief of the river. Kuban: Morphological analysis. Moscow: GEOS, 2009. 208 p.
13. *Suslov O.N.* Steppe rivers of the Krasnodar territory. Krasnodar: KubSAU, 2015. 256 p.
14. The farming system of the Krasnodar territory on an agrolandscape basis. Krasnodar, 2015. 352 p.

УДК 910.3:004(470.332) **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-33-46**

Т.В. Ватлина[1], С.П. Евдокимов[2]

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЛЬЕФА НА ПРОСТРАНСТВЕННУЮ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЮ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

АННОТАЦИЯ

Основной темой исследования является теоретическое обоснование использования морфометрических особенностей рельефа при анализе пространственной дифференциации почвенного покрова.

Возникает проблема создания теоретической (концептуальной) модели оценки влияния морфометрических показателей рельефа на пространственную структуру почвенного покрова с применением современных географических методов и ГИС-технологий в целях оптимизации использования природного агроресурсного потенциала.

Объектом исследования является почвенный покров Смоленской области. Учитывая сложность и большой объем материалов, в данной статье изложены итоги исследования по оценке влияния рельефа на структуру почвенного покрова на примере одного модельного участка.

Целью исследования является оценка взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и такого фактора почвообразования как рельеф. Для этого был выбран один участок на территории Смоленской области, создана и проанализирована его цифровая модель.

Результаты работы представляют как самостоятельный научный интерес, так и служат для оценки природного агроресурсного потенциала. Разработка теоретических и методологических аспектов сельскохозяйственного районирования является актуальнейшей проблемой современной географии. Решение этой проблемы необходимо для выработки рекомендаций для лиц принимающих решения в области управления сельским хозяйством. На современном этапе развития сельского хозяйства России, при крайне ограниченных материальных, трудовых и финансовых ресурсах, преодоление аграрного кризиса возможно прежде всего, на основе более эффективного использования природного потенциала территории.

Впервые изучена взаимосвязь пространственного распространения почвенного покрова в зависимости от рельефа на примере одного модельного участка на территории Смоленской области. Построен ряд диаграмм отражающих данную взаимосвязь: распределение типов почв по высотам рельефа, распределение преобладающих типов почв по различным экспозициям склонов, распределение преобладающих типов почв по различным углам наклона склонов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рельеф, почвенный покров, морфометрический анализ, пространственная дифференциация, ГИС-технологии.

[1] Смоленский государственный университет, естественно-географический факультет, ул. Пржевальского, д. 4, 214000, Смоленск, Россия, *e-mail:* **vatlina_geo@mail.ru**

[2] Смоленский государственный университет, естественно-географический факультет, ул. Пржевальского, д. 4, 214000, Смоленск, Россия, *e-mail:* **esppaleogeo@mail.ru**

Tamara V. Vatlina[1], Sergey P. Evdokimov[2]

ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE RELIEF ON THE SOIL STRUCTURE IN SMOLENSK REGION

ABSTRACT

The main research topic is the theoretical justification of integrated regionalization of rural areas to optimize the use of natural agro-potential by developing conceptual frameworks and new methodological approaches to assessing the effectiveness of its use and determining environmentally and economically options for the interaction of natural and production-territorial systems.

The problem of creating a theoretical (conceptual) model of integrated regionalization of rural areas using modern geographical methods and GIS technologies to optimize the use of natural agro-resource potential is arisen.

The object of study is the natural agropotential of Smolensk region. Considering the complexity character of research we used the model area.

The aim of the study is to assess the relationship of the spatial soil's distribution and relief. For this aim, the model area on the territory of Smolensk region was chosen, digital model was created and analyzed.

The research results have independent scientific interest and optimize the using of the natural agro-resource potential. The development of theoretical and methodological aspects of agricultural zoning is the most current problem of modern geography. The solution to this problem is necessary to develop recommendations for agricultural management.

At the present stage of development of agriculture in Russia with extremely limited material, labor and financial resources, overcoming of the agrarian crisis will be possible on the basis of more efficient using of the natural potential of the territory.

For the first time, the correlation of the spatial distribution of soil cover depending on the relief was studied using the model area of Smolensk region. The series of diagrams with the distribution of soil types by height, the distribution of the prevailing soil types on the slopes of different exposures, distribution of the prevailing soil types on the slopes of different angles have been constructed.

KEYWORDS: relief, soil cover, morphometric analysis, spatial differentiation, GIS technologies.

ВВЕДЕНИЕ

В течение многих лет нами ведутся исследования по оптимизации использования природного агропотенциала, теории и практики агроресурсного районирования. Решается проблема разработки системно-структурного подхода к обоснованию рационального использования природных ресурсов сельского хозяйства на основе районирования. Одним из определяющих факторов пространственного распределения почв и разнообразия их типов является рельеф. Он контролирует уровень грунтовых вод и распределение

[1] Smolensk State University, Natural-geographical faculty, Przhevalskystr., 4, 214000, Smolensk, Russia, *e-mail:* **vatlina_geo@mail.ru**

[2] Smolensk State University, Natural-geographical faculty, Przhevalskystr., 4, 214000, Smolensk, Russia, *e-mail:* **esppaleogeo@mail.ru**

солнечной радиации, а те, в свою очередь, характер геохимических процессов и растительности [*Ласточкин,* 1987, 2002].

Основой исследования является теоретическое обоснование комплексного районирования сельской местности для оптимизации использования природного агропотенциала путем разработки концептуальных основ и новых методологических подходов к оценке эффективности его использования и определения экологически и экономически обоснованных вариантов взаимодействия природных и производственно-территориальных систем. Решается проблема создания теоретической (концептуальной) модели комплексного районирования сельской местности с применением современных географических методов и ГИС-технологий в целях оптимизации использования природного агроресурсного потенциала. Основой пространственного анализа является комплексный ландшафтный подход.

Объектом исследования является почвенный покров Смоленской области. Учитывая сложность и большой объем работы исследования оценка влияния рельефа на структуру почвенного покрова и разработка методики исследования проведены на примере модельного участка. Поставлена цель оценить взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и такого фактора почвообразования как рельеф. Для этого был выбран участок на территории Смоленской области, создана и проанализирована его цифровая модель.

Результаты исследования представляют как самостоятельный научный интерес, так и служат оптимизации использования природного агроресурсного потенциала. Разработка теоретических и методологических аспектов сельскохозяйственного районирования является актуальнейшей проблемой современной географии сельского хозяйства. Решение этой проблемы необходимо для выработки рекомендаций для лиц принимающих решения в области управления сельским хозяйством. На современном этапе развития сельского хозяйства России, при крайне ограниченных материальных трудовых и финансовых ресурсах, преодоление аграрного кризиса, прежде всего, можно реализовать на основе более эффективного использования природного потенциала территории.

Впервые изучена взаимосвязь пространственного распространения почвенного покрова и некоторых параметров рельефа на примере участка на территории Смоленской области – для удобства работы и последующего сравнения с фондовыми материалами был выбран лист карты масштаба 1 : 200 000 (N-36-VIII). Построен ряд диаграмм отражающих данную взаимосвязь: распределение типов почв по высотам рельефа, распределение преобладающих типов почв по различным экспозициям склонов, распределение преобладающих типов почв по различным углам наклона склонов.

На современном этапе развития науки проследить и оценить взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и такого фактора почвообразования как рельеф стало возможно с использованием ГИС-технологий, которые позволяют создавать цифровые модели дневной поверхности. На основе этих корректных цифровых моделей можно проводить оценки и сопоставления для значительных по площади территорий, получать различные статистические и описательные характеристики, отбирать наиболее значимые результаты и представлять как в числовом, так и в графическом виде [*Agayan, Kosevich,* 2018; *Krcho,* 1973; *Pareta, Pareta,* 2011; *Чупина,* 2014; *Чупина, Зольников,* 2016].

Одним из определяющих факторов пространственного распределения почв и разнообразия их типов является рельеф. Он контролирует уровень грунтовых вод и распределение солнечной радиации, а те, в свою очередь, характер геохимических процессов и растительности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Смоленская область расположена почти в центре Восточно-Европейской равнины, в западной части Российской Федерации, занимает площадь 49 786 км^2, что составляет примерно 0,3 % площади России. Крайние широтные точки области – 56° 05' с. ш. и 53° 23' с. ш. Самая западная ее точка находится на 30° 45' в. д., а самая восточная – на 35° 21' в. д. Протяженность области с запада на восток по параллели г. Гагарина около 280 км, с севера на юг – по меридиану г. Рославля – 250 км. Контур области имеет форму неправильного треугольника с вершиной, обращенной к югу. На западе область граничит с Республикой Беларусь (Витебской и Могилевской областями), на севере – с Псковской и Тверской областями, на востоке – с Московской, на юго-востоке с Калужской и Брянской.

Географическое положение области во многом своеобразно. Расположена она в умеренных широтах, в зоне заметного влияния воздушных масс с Атлантики. Занимает значительную часть водораздела трех крупнейших рек Восточной Европы: Волги, Днепра и Западной Двины. Большая часть области относится к верховью Днепра. Это один из наиболее приподнятых участков Восточно-Европейской равнины.

Рельеф территории Смоленской области представляет собой на большей части всхолмленную и волнистую равнину. Средняя абсолютная высота ее около 200 м, что примерно на 60 м выше средней абсолютной высоты Русской равнины [*Мещеряков,* 1972]. Возвышенности, включающие участки поверхности с абсолютной высотой более 200 м, занимают 61% территории области, низменности 39%. Немногим более 14% территории располагается в пределах абсолютных отметок 170–200 м. Вся территория входит в зону избыточного увлажнения, в связи, с чем практически повсеместно наблюдается высокая активность процессов заболачивания. Более 25 тыс. га территории занято оврагами и балками.

Преобладание возвышенностей и значительное углубление рек обуславливали развитие эрозионных форм рельефа, образование которых связано с временными водотоками. Развитие овражно-балочной сети происходило в основном в местах глубокого вреза наиболее крупных рек (Днепра, Сожа, Десны), а также по окраинам возвышенностей, там, где они сильно возвышаются над расположенными рядом низменностями (запад, северо-запад и юг Духовщинской возвышенности, северная часть Ельнинской возвышенности, отдельные участки Рославльской возвышенности и др.)

Интенсивность эрозии в значительной степени зависит от крутизны склонов. Почвы на площадях с уклоном 0,5–1°, вспаханные на зябь или занятые посевами озимых, подвергаются эрозии в отдельные годы, а на склонах 1,5–2° – ежегодно в различных размерах.

Анализ густоты расчленения рельефа на основе геоинформационных технологий позволяет получать точную пространственную информацию и достоверно ее интерпретировать. Для этого были выполнены расчеты показателя длины водотоков на единицу площади в пределах сети квадратов площадью 1 км^2. Густота расчленения Смоленской области составила: для первого класса (менее 1 км/км^2) – 70,85%, для второго класса (от 1 км/км^2 до 2 км/км^2) – 25,92%, для третьего класса (более 2 км/км^2) – 3,23% от общей территории области.

Особенности природных условий территории Смоленской области способствуют формированию на большей ее части дерново-подзолистых почв. Другие типы почв (подзолистые, дерновые, пойменные, болотные) имеют заметно меньшее развитие [Природа, 2001].

Многообразие сочетаний различных факторов, влияющих на образование и развитие почв, определяет сложность и контрастность их распределения. Мелкоконтурность, мозаичность почвенного покрова характерны для всей территории области,

но больше всего для северо-западной ее части. Особенности распределения почв связаны, прежде всего, с ведущими факторами – рельефом и почвообразующими породами, определяющими ход различных процессов и основные свойства почв.

Территория Смоленской области расположена в таежно-лесной зоне дерново-подзолистых почв, где хорошо выражены дерновый, подзолистый и болотный процессы почвообразования. С учетом ведущих факторов почвообразования (рельефа и почвообразующих пород) в пределах области выделяют три почвенных округа: северо-западный, центральный и южный [Природа, 2001].

Ранее нами с соавторами была создана цифровая модель почвенной карты Смоленской области. Её характеристика и методы исследования изложены в работах [*Варфоломеев и др.,* 2013; *Evdokimov, Varfolomeev,* 2014]. Исходным материалом послужила почвенная карта Смоленской области масштаба 1 : 200 000 [Почвенная карта, 1989]. Данная работа является продолжением разработки применения анализа влияния рельефа на формирование почвенного покрова на модельном участке с использованием ГИС-технологий.

Для изучения и оценки взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и рельефа были использованы зональные функции, представленные в модуле Spatial Analyst. Эти функции рассчитывают выходную таблицу или диаграмму, значения которых являются функцией значений ячеек входной грид-темы и их взаимосвязи с другими ячейками в пределах той же картографической зоны. Зональные функции делятся на четыре типа. В данной работе применялись только две: функция табуляции площадей и статистика по зонам.

Функция табуляции площадей выполняет кросс-табуляцию зон между двумя входными темами. Зоны первой темы задают записи (строки) итоговой таблицы, а зоны второй темы определяют ее столбцы. Значения в итоговой таблице определяют площадь каждой зоны входной темы 2 (тема столбцов), входящей в каждую зону входной темы 1 (тема строк). В данной работе чаще всего применялись диаграммы кросс-табуляции, так как они более наглядно показывают взаимосвязь между почвенным покровом и различными факторами почвообразования. Для построения диаграмм кросс-табуляции использовалась функция гистограммы по зоне. Столбцы в полученной гистограмме представляют площадь каждой зоны входной темы 2 (счет производится по столбцам), входящей в каждую зону входной темы 1 (ось x).

Функция статистики по зонам вычисляет статистические характеристики в пределах каждой зоны. Для этой функции нужны две входные темы. Первая грид-тема задает значения, используемые при вычислениях. Вторая тема определяет, к какой зоне принадлежит каждая ячейка. Вычисляемые статистические характеристики: большинство, максимум, среднее, медиана, минимум, меньшинство, диапазон, стандартное отклонение, сумма и число уникальных значений.

Для оценки взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и такого фактора почвообразования как рельеф был выбран участок, создана и проанализирована его цифровая модель с использованием методики изложенной в работе [*Шарый,* 2016]. Участок соответствует листу топографической карты N-36-08 масштаба 1:200 000 и расположен в северо-западном почвенном округе (рис. 1). Его площадь равна 4 757 км². Географические координаты участка 55º 20' с.ш. и 31º 00' в.д. Территория характеризуется перепадом высот порядка 100 м (от 160 м до 260 м). На выбранном участке находится Витебская возвышенность. Из крупных рек можно выделить р. Днепр и р. Каспля. Рисунок речной сети древовидный. Наиболее густой рисунок гидросети наблюдается в юго-западной части. Количество почвенных ареалов на данной территории составляет 1 130.

Рис. 1. Фрагмент почвенной карты северо-западного округа Смоленской области [21]
Fig. 1. Fragment of the soil map of the north-western district of Smolensk region

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На модельный участок была построена диаграмма, на которой показана структура почвенного покрова ключевого участка (рис. 2).

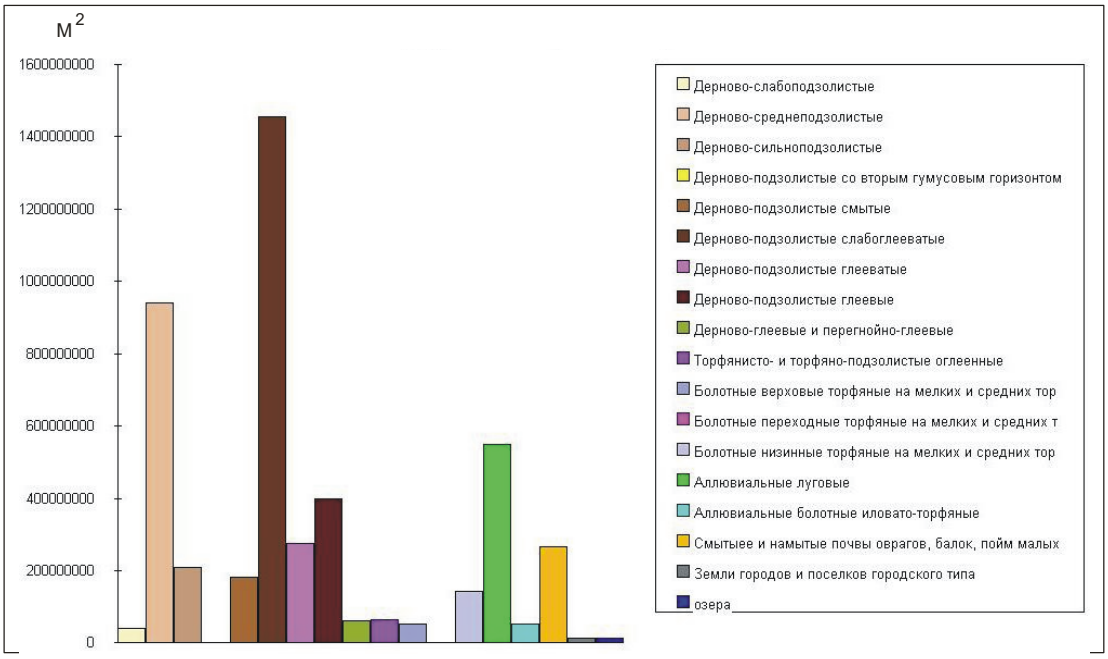


Рис. 2. Структура почвенного покрова модельного участка
Fig. 2. The structure of the soil cover of model area

Из диаграммы видно, что на участке преобладают дерново-подзолистые слабоглееватые, дерново-среднеподзолистые, аллювиальные луговые и дерново-подзолистые глеевые, т. е. для данной территории характерны переувлажненные виды почв. Была также построена сетка квадратов, для которых созданы картограмма почвенной однородности на основе энтропии (рис. 3) и картограмма количественного распределения почвенных ареалов (рис. 4). Размер стороны квадрата сетки равен 10 км. Ячейки сетки такой величины обеспечивают достаточный объем статистической выборки и визуального представления результатов оценки.

Исходя из вида картограммы почвенной однородности на основе энтропии, можно сказать, что на всем ключевом участке преобладает значение энтропии в интервале от 0,2 до 0,4 и, следовательно, эти территории характеризуются небольшим разнообразием видов почв.

Лишь на небольших участках на севере и на юге территории, приуроченных в основном к речным долинам, энтропия увеличивается до 0,4–0,6. Данные участки расположены на низменных, хорошо увлаженных, а местами и заболоченных территориях, что способствует развитию болотного, дернового и подзолистого процессов одновременно, а, следовательно, и большому разнообразию видов почв.

Изучая картограмму количественного распределения почвенных ареалов на участок, можно сделать вывод, что наименьшее количество от 2 до 4 почвенных ареалов в квадрате сетки наблюдается на севере и юго-востоке участка. Наибольшее количество почвенных ареалов (от 4 до 6 в ячейке) наблюдается в юго-западной части территории. Данная территория расположена в бассейне реки Днепр, на высотах от 160 до 180 м, с залеганием грунтовых вод до 3 м, что способствует развитию сразу нескольких почвообразующих процессов.

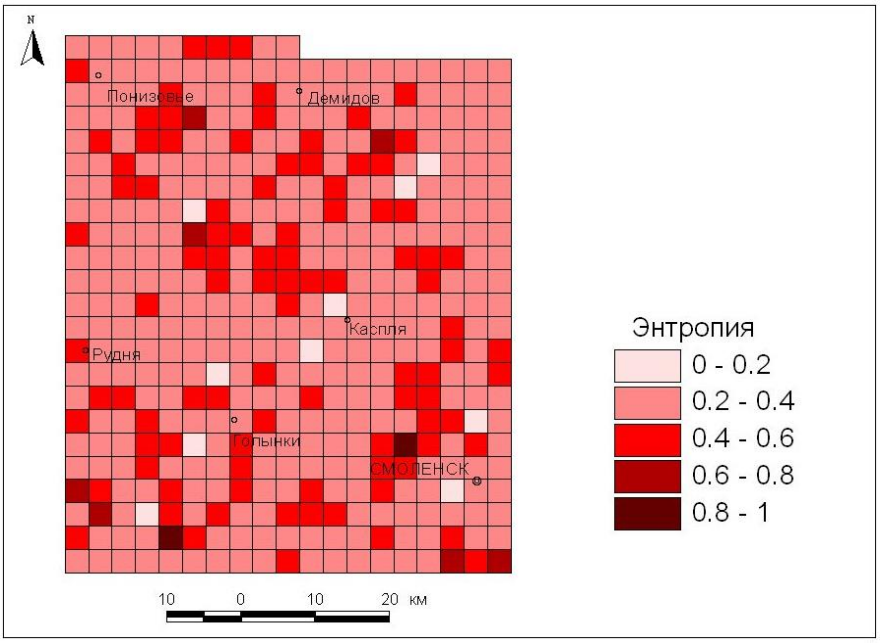


Рис. 3. Картограмма почвенной однородности на основе энтропии на модельный участок
Fig. 3. Cartogram of soil's homogeneity based on entropy of model area

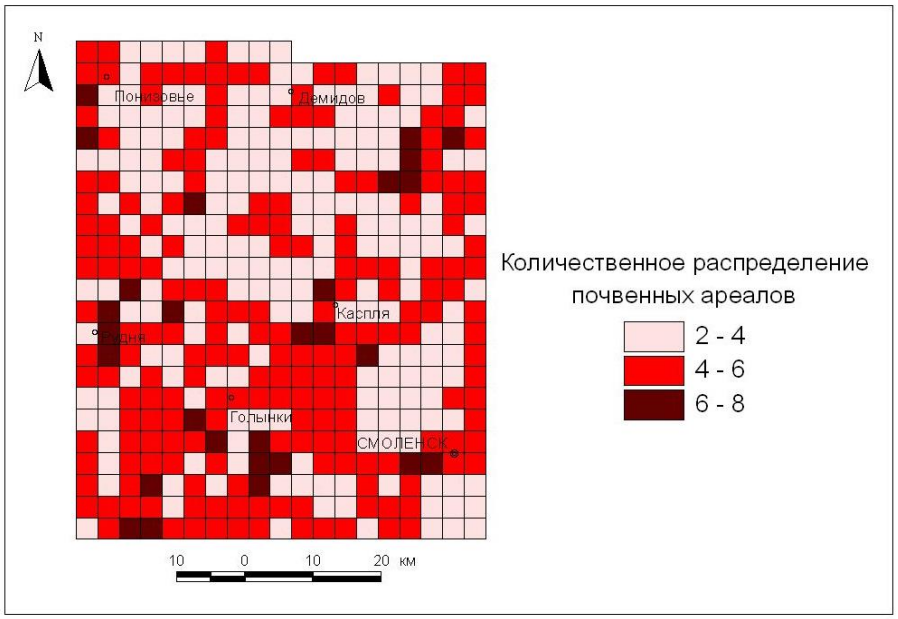


Рис. 4. Картограмма количественного распределения почвенных ареалов на модельный участок
Fig. 4. Cartogram of the quantitative distribution of soil areas on a key area

Большое значение при изучении почвенного покрова имеет форма почвенных контуров. Данная характеристика может говорить о том, какой почвообразующий процесс происходит на данной территории и в каком направлении он протекает. Возможности ГИС-технологий позволяют оценить форму почвенных контуров. С использованием модуля Анализ геополей по зонам была построена растровая модель форм почвенных контуров на модельный участок (рис. 5).

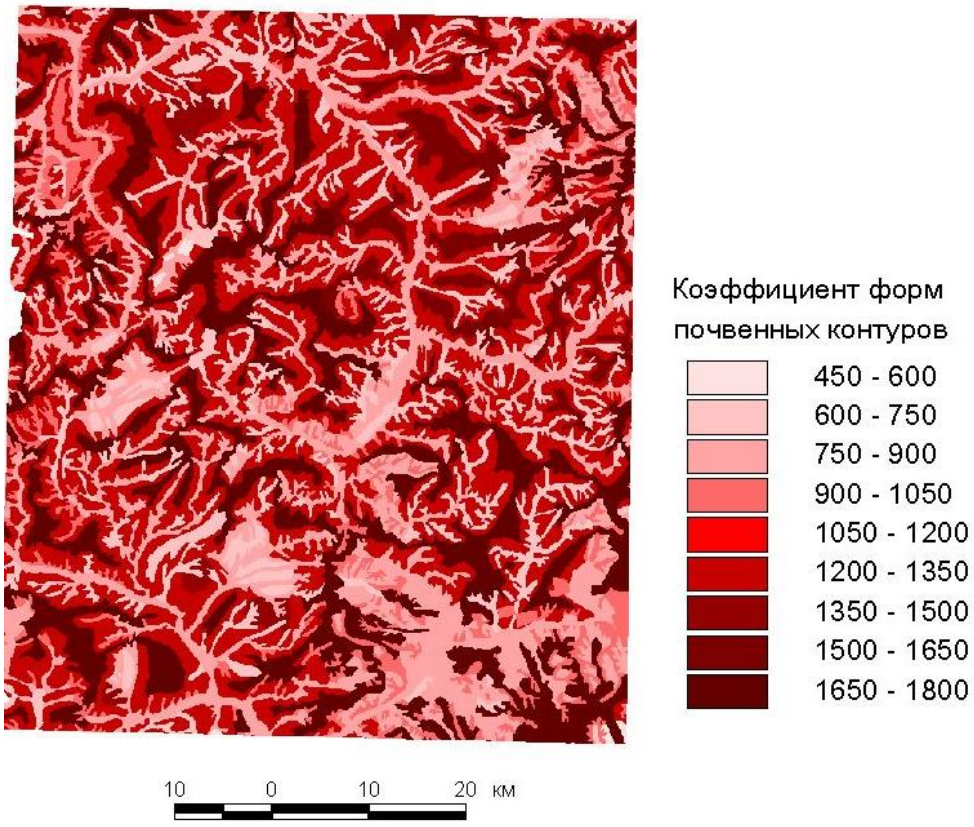


Рис. 5. Растровая модель форм почвенных контуров
Fig. 5. Raster model of soil contour

На высотном интервале от 160 до 170 м преобладают дерново-подзолистые глееватые, аллювиальные болотные иловато-торфяные и дерново-подзолистые глеевые. На высотных интервалах 170–180 и 180–190 м преобладают дерново-подзолистые глееватые и дерново-сильноподзолистые почвы. Нужно отметить, что большая часть территории лежит в высотном интервале от 160 до 190 м (табл. 1), поэтому и наблюдается такое большое разнообразие почв. На высотных интервалах от 200 до 220 м также преобладают дерново-подзолистые глееватые и дерново-сильноподзолистые почвы, а на высотных интервалах 220–260 м уже только дерново-сильноподзолистые. Разнообразие почв с увеличением высоты уменьшается, как и площадь, занимаемая этими высотными интервалами.

Для почвенных ареалов и высотных интервалов была вычислена зональная статистика, представленная в таблице 1.

Столбец «разнообразие» представлен в количественных оценках.

В столбцах преобладание и наименьшие значения приведены коды типов и подтипов почв:

2 – дерново-среднеподзолистые,
6 – дерново-подзолистые слабоглееватые,
10 – дерново-глеевые и перегнойно-глеевые,
11 – торфянисто- и торфяно-подзолистые оглеенные,
13 – болотные переходные торфяные на мелких и средних торфах,
17 – аллювиальные болотные иловато-торфяные,
19 и 20 – земли городов и поселков городского типа и водных объектов.

Табл. 1. Зональная статистика для почвенных ареалов и высотных интервалов
Table 1. Zonal statistics for soil ranges and altitude intervals

Высотный интервал, м	Площадь, км²	Разнообразие	Преобладание	Наименьшее значение
160–170	1050,7	16	6	10
170–180	1044,6	16	6	20
180–190	1018,6	17	6	13
190–200	800,6	17	6	20
200–210	264,1	15	6	11
210–220	250,0	12	2	17
220–230	67,8	11	2	19
230–240	33,3	10	2	19
240–260	1,2	4	2	17

Из таблицы видно, что для высотных интервалов 180–190 м и 190–200 м характерно наибольшее разнообразие почв. Во всех высотных интервалах преобладающими почвами являются дерново-среднеподзолистые и дерново-подзолистые слабоглееватые почвы. Аллювиально-луговые почвы преобладают на высотных интервалах 160–170 м и 170–180 м, но совсем отсутствуют на высотном интервале 240–260 м. Дерново-подзолистые слабоглееватые преобладают на высотных интервалах от 160 м до 190 м, а наименее распространены на 230–260 м. Дерново-среднеподзолистые наиболее распространены на интервале 180–200 м, наименее 240–260 м.

Для преобладающих на участке дерново-сильноподзолистых, дерново-подзолистых слабоглееватых и аллювиальных луговых почв и высотных интервалов была построена таблица кросс-табуляции площадей (табл. 2).

Анализ таблицы показывает, что аллювиально-луговые почвы преобладают на высотных интервалах 160–170 и 170–180 м, но совсем отсутствуют на высотном интервале 240–260 м. Дерново-подзолистые слабоглееватые преобладают на высотных интервалах от 160 до 190 м, а наименее распространены на 230–260 м. Дерново-среднеподзолистые наиболее распространены на интервале 180–200 м, наименее 240–260 м.

Благодаря рельефу в значительной мере перераспределяется на земной поверхности радиационная энергия Солнца, «питающая» процессы почвообразования. Определенную роль в местном увеличении или уменьшении солнечной радиации играет экспозиция склонов. На склонах южной экспозиции вследствие большего притока тепла интенсивнее происходит прогревание почвы, испарение влаги, дольше сохраняются биологически активные температуры. На склонах северной экспозиции, напротив, почва может быть сильнее промерзшей, с более продолжительным снежным покровом, она будет развиваться в условиях, в большей мере способствующих накоплению влаги.

Не менее важную роль в формировании почвенного покрова играет рельеф как перераспределитель влаги и растворенных в ней веществ. Очевидно, что на совершенно ровной (горизонтальной) поверхности боковой сток влаги отсутствует, поступающие атмосферные осадки при этом либо просачиваются в почвенную толщу, либо частично испаряются обратно в атмосферу. В том же случае, когда поверхность имеет тот или иной наклон, создаются условия для стока части атмосферных осадков вниз по уклону. Это явление приводит к тому, что в одной и той же климатической обстановке почвы склонов, а также локальных повышенных элементов рельефа, как правило, получают меньше влаги, чем почвы равнинных, особенно пониженных, элементов рельефа. Результатом такой дифференциации оказывается различный водный режим почв склонов, плоских

повышений и понижений. На наклонных поверхностях, особенно большой крутизны, дефицит влаги может приводить к иссушению почв, либо к неглубокому их увлажнению, что, безусловно, будет отражаться на состоянии биоты, химических и других процессах, протекающих в почвах. В свою очередь, почвы отрицательных элементов рельефа из-за дополнительного притока влаги с относительно более высоких уровней поверхности нередко оказываются переувлажненными, пустоты в них полностью заполняются водой, что сказывается на всем комплексе явлений почвообразования [*Глазовская, Геннадиев,* 1995].

Табл. 2. Кросс-табуляция площадей
Table 2. Cross-tabulation of spaces

Высотные интервалы, м	Почвы		
	аллювиально-луговые, км²	дерново-подзолистые слабоглееватые, км²	дерново-среднеподзолистые, км²
160–170	219,0	319,8	71,6
170–180	127,6	321,5	116,8
180–190	84,8	360,0	266,7
190–200	64,9	245,8	205,0
200–210	15,3	84,4	82,2
210–220	13,1	45,1	82,8
220–230	1,4	4,5	39,4
230–240	0,9	1,4	22,5
240–260	0,0	0,2	0,7

Для изучения взаимосвязи преобладающих видов почв на ключевом участке и таких характеристик рельефа, как угол наклона склона и экспозиция склона с использованием модуля 3D Analyst, были построены соответствующие растровые модели.

Для преобладающих на ключевом участке типов почв с использованием представленных растровых моделей были построены диаграммы кросс-табуляции (рис. 6, 7). Столбцы в полученных гистограммах представляют площадь каждой зоны грид-темы углов наклона склонов или экспозиций склонов, входящей в каждую зону векторной темы почвенный покров. В векторной теме выделялись три преобладающих подтипа почв, для которых и строилась диаграмма с использование грид-темы.

Из диаграммы распределения углов наклона склонов видно, что аллювиальные луговые, дерново-среднеподзолистые и дерново-подзолистые слабоглееватые почвы в основном расположены на склонах с углами наклона не более 1º.

Исходя из вида диаграммы распределения экспозиций склонов для преобладающих подтипов почв, можно сказать, что аллювиальные луговые почвы равномерно покрывают склоны всех экспозиций, однако на выровненных территориях их меньше всего. Дерново-подзолистые слабоглееватые преобладают на всех склонах, кроме склонов северной и северо-восточных экспозиций и выровненных поверхностей. А дерново-среднеподзолистые наоборот в основном располагаются на ровных территориях, а на склонах различных экспозиций их гораздо меньше.

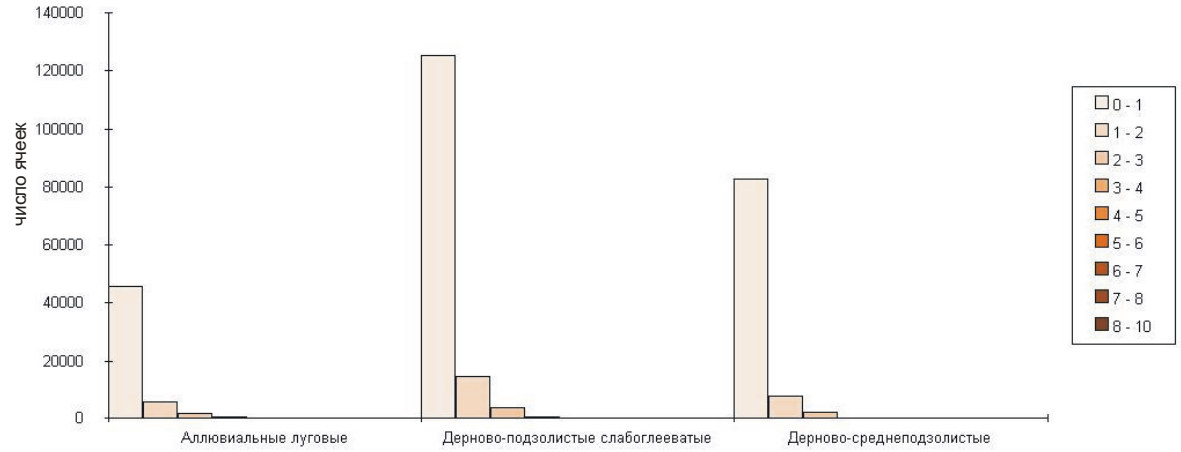


Рис. 6. Диаграмма распределения углов наклона склонов для преобладающих подтипов почв
Fig. 6. Diagram of the distribution of slope's angles for the prevailing soil types

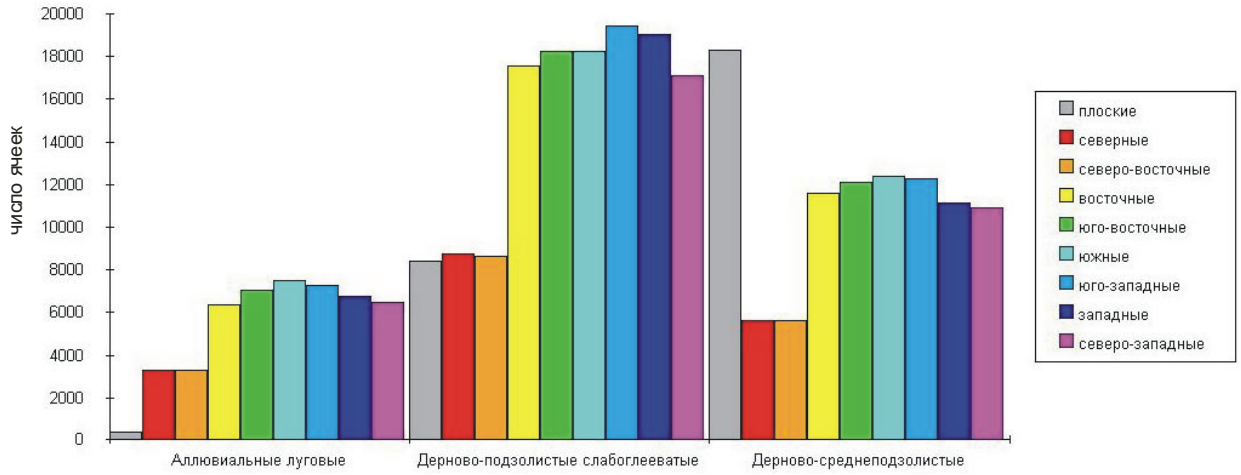


Рис. 7. Диаграмма распределения экспозиций склонов для преобладающих подтипов почв
Fig. 7. Diagram of the distribution of slope's exposures for the prevailing soil types

ВЫВОДЫ

В работе изложено продолжение исследований, начатых ранее по созданию цифровой модели почвенной карты Смоленской области. С использованием ГИС-технологий выполнены оценки и получены различные картограммы и графики, по которым были изучено влияние рельефа на почвенно-географические условия на примере модельного участка на территории Смоленской области.

Результатом исследования является оценка взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и рельефа на примере ключевого участка на территории Смоленской области. Построен ряд диаграмм отражающих данную взаимосвязь: распределение типов почв по высотам рельефа, распределение преобладающих типов почв по различным экспозициям склонов, распределение преобладающих типов почв по различным углам наклона склонов.

Результаты, полученные в работе, могут быть использованы при проведении анализа влияния рельефа на формирование почвенно-географического условий территории Смоленской области. Отработанные технологии проведения ГИС-анализа пространственных объектов можно использовать в рамках изучения взаимодействия почв с растительным покровом и глубиной залегания уровня грунтовых вод.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают признательность доценту Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева А.Ф. Варфоломееву, оказавшему неоценимую помощь в выполнении исследования.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author is grateful to the associate professor of N.P. Ogarev Mordovia State University A.F. Varfolomeev who provided invaluable assistance in carrying out the study.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Варфоломеев А.Ф.*, *Ватлина Т.В.*, *Евдокимов С.П.*, *Ковалев Д.В.*, *Манухов В.Ф.*, *Коваленко Е.А.* Изучение распространения почвенных ареалов с использованием ГИС-технологий на примере Смоленской области. Известия Смоленского государственного университета. 2013. № 4(24). С. 213–223.
2. *Глазовская М.А.*, *Геннадиев А.Н.* География почв с основами почвоведения М.: Изд-во Моск. ун-та, 1995. 212 с.
3. *Ласточкин А.Н.* Морфодинамический анализ. Л.: Недра, 1987. 256 с.
4. *Ласточкин А.Н.* Системно-морфологическое основание наук о Земле. СПбГУ, 2002. 762 с.
5. *Мещеряков Ю.А.* Рельеф СССР. М.: Мысль, 1972. 519 с.
6. Почвенная карта Смоленской области масштаба 1:200 000. А.А. Маймусов, Н.И. Антонов, Н.А. Лошаков; отв. ред. А.И. Саталкин. Минск: ГУГК СССР, 1989.
7. Природа Смоленской области. Под ред. В.А. Шкаликова. Смоленск: Универсум, 2001. 424 с.
8. *Чупина Д.А.* Автоматическое выделение форм и комплексов рельефа на основе морфометрического ГИС-анализа (на примере Венгеровского района Новосибирской области). Геоморфология. № 3. 2014. С. 43–50.
9. *Чупина Д.А.*, *Зольников И.Д.* Геоинформационное картографирование форм и типов рельефа на основе морфометрического анализа. Геодезия и картография. 2016. № 6. С. 35–43. DOI: 10.22389/0016-7126-2016-912-6-35-43.
10. *Шарый П.А.* Геоморфометрический анализ пространственной изменчивости почв и экосистем. Автореф. дис. … на соискание уч. степени докт. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2016. 22 с.
11. *Agayan A.S.*, *Kosevich N.I.* Morphometric analysis of the relief of the republic of Karelia. Innovations in Geology, Geophysics and Geography–2018. Conference materials of the 3nd International Scientific and Practice Conference. Publishing house "Pero" Moscow, 2018. P. 23–24.
12. *Evdokimov S.*, *Varfolomeev A.* The Study of the Spatial Distribution of Soil Areas Using GIS Technologies in Smolensk Region. Geoinformation Sciences and Environmental Development: New Approaches, Methods, Technologies. Collection of articles of the II International conference (May 5–9, 2014. Limassol, Cyprus). Rostov-on-Don: Publishing house SSC RAS, 2014.

13. *Krcho J.* Morphometric analysis of relief on the basis of geometric aspect of field theory. Acta Geographica Universitatis Comenianae, Geographico-Physica, No 1. 1973. P. 7–233.
14. *Pareta K., Pareta U.* (2011) Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) Data and GIS. International Journal of Geomatics and Geosciences. V. 2, No 1. P. 48–266.

REFERENCES

1. *Agayan A.S.*, *Kosevich N.I.* Morphometric analysis of the relief of the republic of Karelia. Innovations in Geology, Geophysics and Geography–2018. Conference materials of the 3nd International Scientific and Practice Conference. Publishing house "Pero" Moscow, 2018. P. 23–24.
2. *Chupina D.A., Zolnikov I. D.* GIS-mapping of form and types of relief based on morphometric analysis. Geodesy and Cartography. 2016. 6. P. 35–43 (in Russian). DOI: 10.22389/0016-7126-2016-912-6-35-43 (in Russian).
3. *Chupina D.A.* Automatic selection of forms and complexes of the relief based on morphometric GIS-analysis (on the example of Vengerovsky district, Novosibirsk region). Geomorphology. No 3. 2014. P. 43–50 (in Russian).
4. *Evdokimov S.*, *Varfolomeev A.* The Study of the Spatial Distribution of Soil Areas Using GIS Technologies in Smolensk Region. Geoinformation Sciences and Environmental Development: New Approaches, Methods, Technologies. Collection of articles of the II International conference (May 5–9, 2014. Limassol, Cyprus). Rostov-on-Don: Publishing house SSC RAS, 2014.
5. *Glazovskaya M.A., Gennadiev A. N.* Geography of soils with the fundamentals of soil science M.: Moscow University, 1995. 212 p. (in Russian).
6. *Krcho J.* Morphometric analysis of relief on the basis of geometric aspect of field theory. Acta Geographica Universitatis Comenianae, Geographico-Physica, No 1. 1973. P. 7–233.
7. *Lastochkin A.N.* Morphodynamic analysis. Leningrad: Nedra, 1987. 256 p. (in Russian).
8. *Lastochkin A.N.* The systemic-morphological basis of Earth sciences. SPSU, 2002. 762 p.
9. *Meshcheryakov, Yu.A.* Relief of the USSR. M.: Thought, 1972. 519 p. (in Russian).
10. Nature of the Smolensk region. V.A. Shkalikov, V.B. Kozlov, A.S. Flint, etc.; by ed. V.A. Shkalikov. Smolensk: Universum, 2001. 424 p. (in Russian).
11. *Pareta K., Pareta U.* Quantitative Morphometric Analysis of a Watershed of Yamuna Basin, India using ASTER (DEM) Data and GIS. International Journal of Geomatics and Geosciences. 2011. V. 2. No 1. P. 248–266.
12. *Shary P.A.* Geomorphometric analysis of the spatial variability of soils and ecosystems. Abstract dis. to apply for an account. degree doct. biol. Sciences: Rostov-on-Don, 2016. 22 p. (in Russian).
13. Soil map of the Smolensk region in scale 1: 200 000. A.A. Maymusov, N.I. Antonov, N.A. Loshakov; ed. A.I. Satalkin. Minsk: GUGK USSR, 1989 (in Russian).
14. *Varfolomeev A.F., Vatlina T.V., Evdokimov S.P., Kovalev D.V., Manukhov V.F., Kovalenko E.A.* Study of the distribution of soil areas using GIS-technologies on the example of the Smolensk region. Proceedings of the Smolensk State University. 2013. No 4 (24). P. 213–223.

УДК: 528.46 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-47-56**

Е.В. Денисова[1]

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ АГРОЛАНДШАФТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

АННОТАЦИЯ

Современные геоинформационные исследования структурных компонентов агроландшафта позволяют в кратчайшие сроки оценить состояние, степень сохранности и влияние отдельных его элементов на окружающую среду, и устойчивость каждого землепользования. Сохранение качественного состояния земельных ресурсов является важнейшей задачей для сельскохозяйственного производства и социально-экономического развития региона. Картографирование тестового полигона «Водосбор р. Касарка» дало возможность определить агроландшафт как типичный, площадью 78,55 тыс. га, с преобладанием пашни – 60,3 %, лесных массивов – 11,3 % и защитных лесных полос искусственного происхождения – 3,6 %. Остальная площадь – 19,39 тыс. га занята сенокосными и пастбищными угодьями, землями населенных пунктов, дорогами и полосами отвода. Особенностями рельефа является перепад высот – 86 м и максимальный угол склона – $7{,}5^0$. Обследовано 456 участков пашни, система защитных лесных насаждений включает в себя 581 лесную полосу и 21 массив лесных насаждений, общей площадью 11,75 тыс. га. 74,3 % лесных полос и массивов деградировано, доля выпавших лесополос составила 34,3 %, эффективность защитного действия лесных насаждений всего 67 %, и это не обеспечивает целостность агроландшафта. Определена зависимость угла склона (X) на величину потенциального смыва (M), позволившая рассчитать смыв почвы по каждому участку пашни, который варьируется от 4,8 т/га до 34,7 т/га. Общий смыв почвы при максимальных значениях углах склона тестового полигона составит 823750,3 тонн. По отдельным тестовым участкам пашни разброс расчетной величины среднего смыва питательных веществ также значителен от 3,1 т (тестовый участок П67, площадь 0,943 га), до 1655,5 т (тестовый участок Н142, площадь 296,86 га).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: агроландшафт, геоинформационное картографирование, лесные угодья, смыв, эрозия.

Elena V. Denisova[2]

CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF THE COMPONENTS OF THE AGRICULTURAL LANDSCAPE IN THE FORMATION OF SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF LAND DEGRADATION VOLGOGRAD REGION

ABSTRACT

Modern geoinformation studies of the structural components of the agricultural landscape allow us to quickly assess the state, the degree of preservation and the impact of its individual

[1] Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, ФНЦ «Агроэкологии РАН», пр. Университетский, д. 97, 400062, Волгоград, Россия, *e-mail:* **denisov.00@mail.ru**

[2] Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, FSC of «Agroecology RAS», 400062, Russia, Volgograd, University ave, 97, *e-mail:* **denisov.00@mail.ru**

elements on the environment, and the sustainability of each land use. The preservation of the quality of land resources is the most important task for agricultural production and socio-economic development of the region. Mapping of the test site "Catchment area of the Kasarka River" made it possible to determine the agricultural landscape as a typical one, with an area of 78,55 thousand square meters. ha, with a predominance of arable land-60,3 %, woodlands – 11,3 % and protective forest strips of artificial origin – 3,6 %. The remaining area – 19,39 thousand hectares-is occupied by hayfields and pastures, lands of settlements, roads and allotments. The terrain features a height difference of 86 m and a maximum slope angle of 7,50 m. 456 plots of arable land were surveyed, the system of protective forest stands includes 581 forest strips and 21 forest stands, with a total area of 11,75 thousand hectares. 74,3 % of forest strips and massifs are degraded, the share of fallen forest belts was 34,3 %, the effectiveness of the protective action of forest stands is only 67 %, and this does not ensure the integrity of the agricultural landscape. The dependence of the slope angle (X) on the value of the potential washout (M) was determined, which made it possible to calculate the soil washout for each plot of arable land, which varies from 4,8 t/ha to 34,7 t/ha. The total flushing of the soil at the maximum values of the slope angles of the test site will be 823750,3 tons. For individual test plots of arable land, the spread of the calculated value of the average nutrient flushing is also significant from 3.1 t (test plot P67, area 0,943 ha), to 1655,5 t (test plot H142, area 296,86 ha).

KEYWORDS: agrolandscape, geoinformation mapping, forest land, washout, erosion.

ВВЕДЕНИЕ

Земельные ресурсы Волгоградской области отражают собой все многообразие и богатство данного региона. Область уникальна тем, что на ее территории протекают две великих реки Европы – Дон и Волга, на ее равнинных пространствах сконцентрировано множество биогеографических границ, отмечена контрастность ландшафтов, представлен целый ряд уникальных природных объектов и их высочайшее разнообразие. Особое значение имеет Волгоградская область и для сохранения степных биокомплексов, поскольку здесь располагаются крупнейшие в Европейской России массивы нераспаханных сухих и опустыненных степей.

Почвенно-климатические условия Волгоградской области переходят от степной зоны черноземных почв до полупустынной зоны светло-каштановых почв, что предполагает наличие большого комплекса агроландшафтов. Структурные компоненты агроландшафта – его природные составляющие: почва, рельеф, воздух, вода, растительный, животный мир, каждый из них, является незаменимым для функционирования любого, отдельного взятого компонента [*Денисова,* 2021].

В проведенных исследованиях агроландшафтным комплексом выступает тестовый полигон «Водосборная площадь р. Касарка», ограниченная водоразделами, в пределах двух административных районов Волгоградской области – Урюпинского и Новониколаевского. Каждый из этих районов характеризуется высокой степенью антропогенной нагрузки, в виду чрезмерной распаханности и сельскохозяйственной освоенности территории.

Антропогенное воздействие приводит к изменению агроландшафта, как отдельных его частей, так и в целом, потере площадей защитных лесных насаждений, обеднению почвенных ресурсов. Вследствие необеспеченности и потери существующих защитных лесных насаждений происходит смыв почвы с водосборной площади, что приводит к зарастанию русел малых рек, иссушению и полному переносу русел.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методика исследования влияния структуры агроландшафта черноземных почв основана на методах аэрокосмических исследований в сочетании с геоинформационными технологиями и компьютерным моделированием. Данная методика позволяет своевременно и точно определить структуру агроландшафта, его компоненты, состояние каждого из них, выявлять наиболее уязвимые территории, составлять карты текущего и прогнозного состояния агроландшафта и на их основе осуществлять мероприятия по защите и сохранению природных экосистем.

Исключительное значение для исследования содержат геоинформационные методы, дающие представление о процессах протекания смыва плодородного слоя, скорости зарастания и заиления русла, а также составления прогнозных мероприятий [*Сидорчук,* 1995].

Изучение агроландшафтов проводилось с использованием аэро-и космосъемок и основано на результатах геоморфологического, геоботанического, почвенно-мелиоративного, эрозионного и других обследований [*Кулик,* 2010; *Мельникова,* 2010].

Для выявления состояния изучаемого агроландшафта использовались геоинформационные и локальные источники данных, включая растровые изображения на космоснимках с разрешением от 0,4 до 10,0 м. Электронная обзорная космокарта отражает общее состояние агроландшафта, а также определяет положение объектов мониторинга. Карта создается на основе цифровой топографической модели по космоснимкам в среде ГИС в виде тематических картографических и атрибутивных слоев (в программах MapInfo, GlobalMapper и др.). Космоснимки трансформируются с использованием файлов привязки к географическим координатам таким образом, чтобы координаты контрольных объектов на снимке и топографической основе совпадали. После чего проводится контрольное сравнение совпадения объектов на снимке и топографической карте и сверка их координат с координатами на топографической основе [*Amin,* 2012].

Для проведения границ использована достоверная информация (с топографической карты), которая переносится на тематический слой границы путем проведения полилиний по контрольным точкам или наложением растровой информации на существующий слой.

Источниками данных дистанционного зондирования для анализа ландшафтов являлись мультиспектральные снимки, получаемые со спутников Ресурс П, Канопус, Worldview 3, Sentinel 2, Landsat-8 и др. и данные глобальных цифровых моделей рельефа [*Erol,* 2005].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Волгоградская область по наличию и использованию земельных ресурсов занимает ведущие позиции, обладая 11287,0 тыс. га, из которых 9451,2 тыс. га закреплено за землепользователями, входящими в состав АПК.

Значительная доля земель сельскохозяйственного назначения – 82 %, большая концентрация землевладельцев и землепользователей предполагает и высокую степень антропогенного воздействия на эту категорию земель, которая приводит к деградации и разрушению почвенного плодородия [*Казанков,* 2010].

Земельные ресурсы – это не только социально-экономическая платформа для удовлетворения потребностей населения, но и экологический потенциал развития территории, агроландшафт, неразрывно связывающий между собой ряд компонентов: природный слой атмосферы, почву, водные и растительные ресурсы.

За последние 15 лет увеличивается площадь земель сельскохозяйственного назначения, входят в оборот земли лесного фонда и перевелись из одной категории в другую земли запаса.

К настоящему времени территории пашни уменьшается, а растет площадь залежных земель. Почти в 2 раза – на 2139 га за последнее десятилетие увеличилась территория залежи. Так же существенно изменилась площадь под пастбищами. Она возросла на 7,6 %, т. е. на 662,6 тыс. га.

О высоком уровне использования сельскохозяйственных угодий свидетельствует наличие пашни (66,9 %), кормовую базу обеспечивают пастбища – 30,6 %. Остальное соотношение угодий не обеспечивает полноценной структуры и оптимального соотношения.

Наибольшее количество пашни находится в Палласовском, Старополтавском, Михайловском, Октябрьском, Урюпинском, Калачевском, Николаевском муниципальных районах области (табл. 1).

Табл. 1. Удельный вес пахотных угодий по административным районам черноземной зоны Волгоградской области [Воробьев, 2006]

Table 1. Specific weight of arable land by administrative districts of the chernozem zone of the Volgograd region [Vorob'ev, 2006]

Наименование административных районов	Общая площадь, га	Сельскохозяйственные угодья		Удельный вес пашни, %
		всего	пашня	
Еланский	267208,0	243561,0	199920,0	82,1
Кумылженский	295775,0	207854,0	132145,0	63,6
Михайловский	362459,0	298192,0	228854,0	76,7
Нехаевский	218254,0	185351,0	138484,0	74,7
Новоаннинский	308120,0	271629,0	218719,0	80,5
Новониколаевский	236330,0	217694,0	171809,0	78,9
Урюпинский	345963,0	283980,0	212135,0	74,7
Всего	1767909,0	1708261,0	1302066,0	

Сельскохозяйственные угодья черноземной зоны являются наиболее значимыми для всей области в целом. Это самые плодородные угодья, с высоким почвенным потенциалом, средний балл бонитета которых 85.

Почвенное плодородие влияет на продуктивность сельскохозяйственных угодий, учитывается при проведении кадастровой оценки, т. е. формирует агропромышленный и экологический каркас региона, что в современных рыночных условия, является первостепенным

По результатам изученности земель установлено, что на территории Волгоградской области имеются следующие негативные процессы:

– водная эрозия – 2220,5 тыс. га;
– ветровая эрозия – 87,33 тыс. га;
– подтопление и переувлажнение – 205,22 тыс. га;
– засоление – 1436,38 тыс. га;
– нарушение – 3,0 тыс. га;
– прочие – 3759,8 тыс. га.

Государственный мониторинг земель является частью государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) и представляет собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования, направленных на получение достоверной информации о состоянии земель, об их количественных и

качественных характеристиках, их использовании и о состоянии плодородия почв [*Хлыстун,* 2019; *Volkov,* 2017].

В 2015 году подведомственными организациями Министерства сельского хозяйства Российской Федерации за счет различных источников финансирования проводились работы по агрохимическому и эколого-токсикологическому обследованию земель сельскохозяйственного назначения Волгоградской области.

На территории Волгоградской области работают 3 станции агрохимической службы: ФГБУ «Центр агрохимической службы «Волгоградский», ФГБУ «Станция агрохимической службы «Михайловская» и ФГБУ «Станция агрохимической службы «Камышинская».

ФГБУ "Станция агрохимической службы «Михайловская» проведено агрохимическое обследование на площади 204,2 тыс. га, из них на территории:

– Еланского района – 75,0 тыс. га;
– Киквидзенского района – 97,0 тыс. га;
– Алексеевского района – 2,9 тыс. га;
– Кумылженского района – 0,9 тыс. га;
– Новоаннинского района – 1,0 тыс. га;
– Новониколаевского района – 2,0 тыс. га;
– Серафимовичского района – 4,4 тыс. га;
– Урюпинского района – 4,0 тыс. га;
– Жирновского района – 17,0 тыс. га.

В результате проведенных агрохимических обследований определено, что на территории Урюпинского района средневзвешенное значение подвижного фосфора составляет 35,5 мг/кг, обменного калия – 319,5 мг/кг, средневзвешенное значение гумуса на черноземах южных – 4,5 %, а на черноземах обыкновенных – 6,5 %.

Картографирование элементов агроландшафта было осуществлено на примере тестового полигона «Водосбор р. Касарка». Данный полигон в геоморфологическом отношении согласно природно-сельскохозяйственному районированию относится к степной зоне, Южнорусской провинции, северному обыкновенно – и южно-черноземному району, среднеобеспеченному теплом, полузасушливому, средней биологической продуктивности.

Территория района расположена по обе стороны р. Хопер, правобережная его часть занимает Калачскую возвышенность, левобережная – Хоперско-Бузулукскую равнину. Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными и южными, на склонах смытыми и в комплексе с солонцами черноземными, сильно гумусированые. Механический состав почв разнообразный, от глинистого до песчаного.

Для проведения исследования была создана космокарта водосбора р. Касарка», которая отражает реальные размеры и положение объектов в исследуемом агроландшафте, и позволяет оценить все его компоненты на момент съемки. Полевые и камеральные исследования проводились для определения структурных элементов агроландшафта, их состояния, степени поражения и деградации [*Lidin,* 2018; *Papaskiri,* 2019; *Pernar,* 2003; *Rawat,* 2015; *Roy,* 2014].

Агроландшафт на изучаемом полигоне является типичным, с преобладанием сельскохозяйственных угодий, лесов и защитных лесных насаждений, поэтому космоснимок используется для выделения в нем различных контуров земель с учетом их предназначения.

Тестовый полигон «Водосбор р. Касарка» представляет собой овражно-балочный водосбор, общей площадью 78,55 тыс. га, из которых площадь пашни – 47,41 тыс. га (60,3 %), лесополосы искусственного происхождения расположены на площади 2,85 тыс.

га (3,6 %), лесные массивы занимают 8,9 тыс. га (11,3 %). Остальная площадь – 19,39 тыс. га занята сенокосными и пастбищными угодьями, землями населенных пунктов, дорогами и полосами отвода (рис. 1).

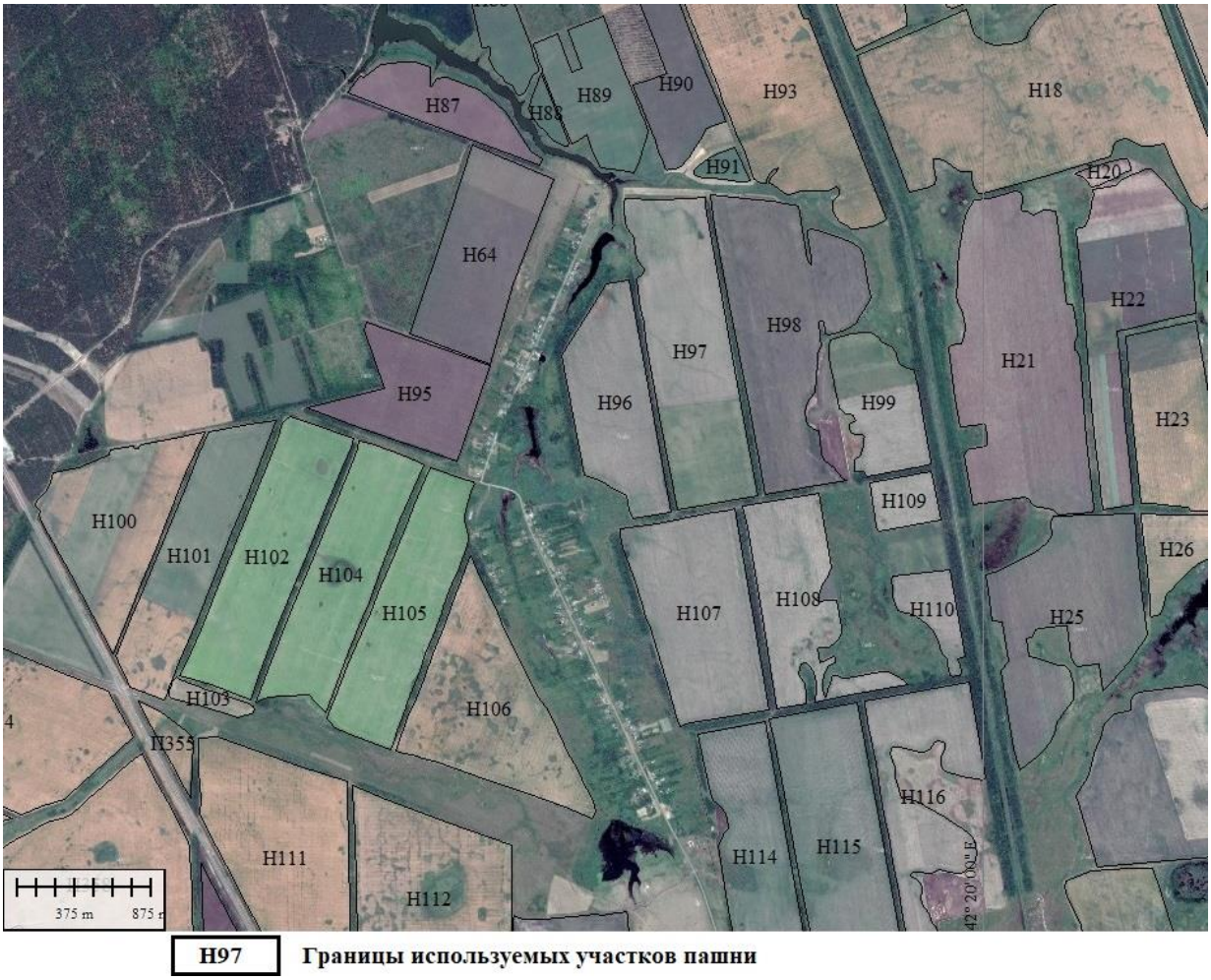


Рис. 1. Космокарта участков пашни, полигон «Водосбор р. Касарка»
Fig. 1. Space map of arable land plots, polygon "Kasarka River catchment area»

Исследования дали возможность выявить особенности рельефа, как полигона в целом, так и отдельных участков, и определить, что перепад высот составляет 86 м, максимальный угол равен 7,5°, средняя высота – 126,095 м, средний уклон склона – 1,01°.

Всего обследовано 456 участков пашни, площадь минимального участка 0,92 га, максимальная 603,3 га, средняя площадь пашни составляет 104,0 га, средняя длина склона по всему водосбору составляет около 1 км.

Склоны исследуемого водосбора характеризуются как:

– очень пологие (крутизной менее 3^0) – 81,6 %;

– пологие (крутизна 3–5°) – 18,2 %;

– слабопокатые (крутизна 5–10^0) – 0,2 %.

Система защитных лесных насаждений на тестовом полигоне «Водосбор р. Касарка» включает в себя 581 лесную полосу и 21 массивов лесных насаждений, общей площадью 11,75 тыс. га или 14,9 % всей площади водосбора, минимальная высота – 88 м, максимальная – 159 м, средний уклон склона – 1,03° (рис. 2).

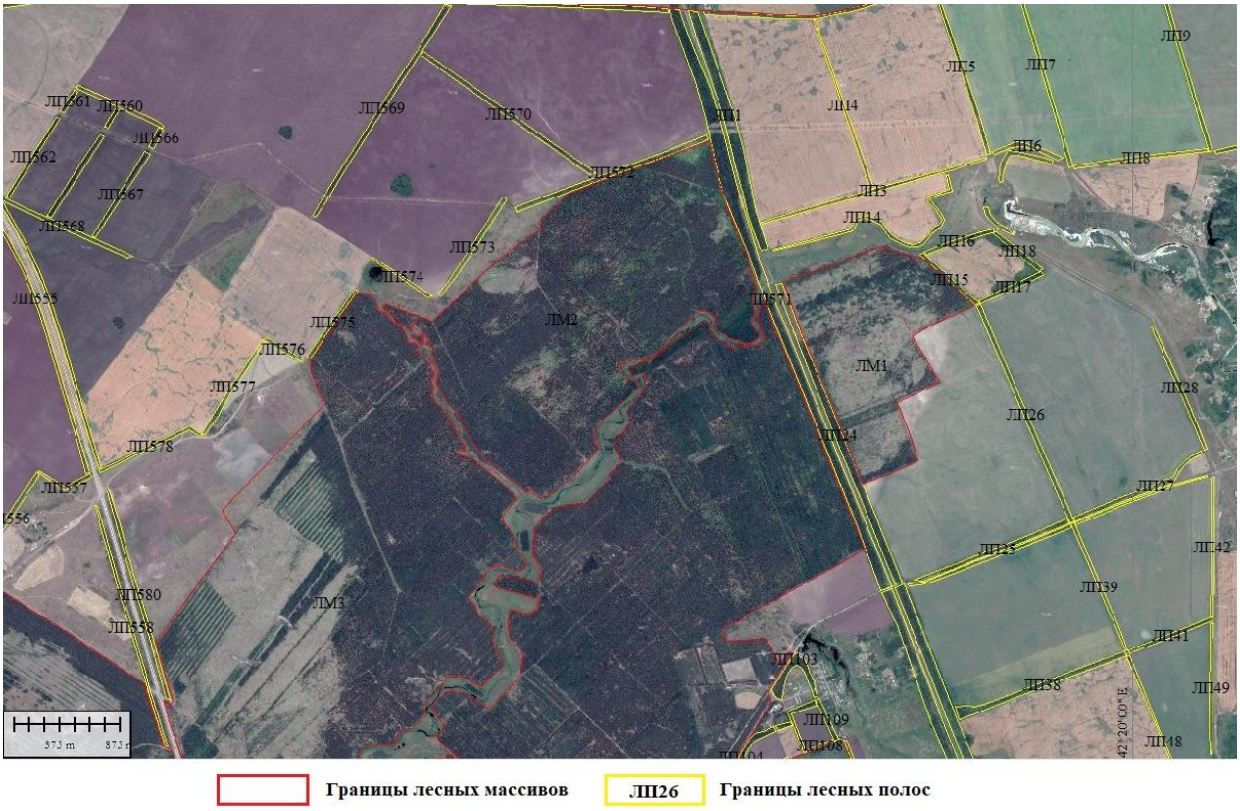


Рис. 2. Космокарта комплекса лесных насаждений, полигон «Водосбор р. Касарка»
Fig. 2. Space map of the forest plantings complex, polygon "Kasarka River catchment area»

ВЫВОДЫ

Весомым антропогенным фактором воздействия на агроландщафт, является интенсификация сельского хозяйства, при которой теряются площади защитных лесных насаждений. На исследуемом полигоне можно отметить общую низкую сохранность лесных полос и лесных массивов – 25,7 %, т. е. 74,3 % деградировано, защитные функции не выполняются. Доля выпавших лесных полос составила 34,3 %. Эффективность защитного действия лесных насаждений всего 67 %, и это не обеспечивает защитного действия всего агроландшафта.

Общая сохранность системы искусственных лесных насаждений очень низкая, они не выполняют своих защитных функций, и большая их часть нуждается в реконструкции и восстановлении [*Лошаков,* 2020].

Пространственное расположение лесных насаждений показывает, что лесные полосы высажены вдоль склона, с углами наклона от 1–3° (91,6 %), вдоль склона с углами наклона от 3–5° (7,9 %), и 0,5 % с углами наклона более 5°.

Защитные лесные полосы – водорегулирующие, прибалочные и приовражные, вдоль участков пашни и на берегах гидрографической сети предназначены для регулирования стока поверхностных вод, снижению его скорости, и предотвращению выноса питательных веществ из почвы, так как последнее, оказывает влияние на гидрологический режим водных объектов.

Совокупность высокой степени распаханности территории водосбора (более 60 %) и низкой степени защищенности лесными насаждениями (около 12 %) приводит к тому, что значительная часть питательных веществ, под воздействием эрозионных процессов, сносится в р. Касарка.

В результате проведенных исследований, основанных на моделировании и картографировании эрозионных ландшафтов, в границах тестового полигона, установлено влияние угла склона (X) на величину потенциального смыва почвы (M).

$$M = (59,6*EXP(0,107*X)) – 60,4 \quad (1)$$

Рассчитанная величина смыва почвы по каждому участку пашни тестового полигона при максимальных значениях угла склона колеблется от 4,8 т/га до 34,7 т/га. А расчетный смыв почвы по отдельным тестовым участкам пашни составляет 6,4 т (тестовый участок № Н44, площадью 0,526 га) до 9301 т (тестовый участок № Н142, площадью 296,86 га). Общий смыв почвы при максимальных значениях углах склона тестового полигона составит 823750,3 тонн.

Среднее значение смыва почвы с участков пашни варьируется от 1,93 т/га до 14,5 т/га. По отдельным тестовым участкам пашни разброс расчетной величины среднего смыва питательных веществ также значителен от 3,1 т (тестовый участок № П67, площадь 0,943 га), до 1655,5 т (тестовый участок № Н142, площадь 296,86 га).

Геоинформационный анализ обеспечивает высокую эффективность дистанционной оценки динамики смыва почвы, выявления контуров угодий, подверженных эрозии, определения их границ и площадей. Такое обеспечение является необходимым при разработке комплекса противоэрозионных мероприятий как отдельных частей агроландшафта, так и в целом.

Картографирование составных частей ландшафта позволило уточнить его местоположение, площадь, границы отдельных частей – пашню, лесные полосы, лесные массивы. Определить в составе каждого элемента агроландшафта наличие деградационных процессов, степень их сохранности и пораженности. Степень сохранности лесных полос – чуть выше среднего, что не обеспечивает в полном объеме защищенность агроландшафта. Выявленные особенности рельефа позволили определить максимальные, минимальные и средние значения углов склона тестового полигона «Водосбор р. Касарка», которые являются определяющими при развитии эрозионных процессов.

Анализ существующих характеристик участков пашни, лесных насаждений и склонов тестового полигона, позволил рассчитать величину потенциального смыва почвы при максимальных и средних значениях угла. Данные расчеты показали, что средняя величина смыва почвы со всей площади водосбора р. Касарка – 47413 га равна 220170 т. А потенциально возможный смыв может достигать 823750,3 с этой же площади. Таким образом, превышение максимальных значений над средними более чем в три раза (3,7). В бассейн р. Касарка попадает от 4,6 до 17,4 т с 1 га водосборной площади. Хозяйственная деятельность, в результате которой вместе с почвой в водные объекты попадают минеральные и химические удобрения, также приводит к загрязнению и ухудшению состоянию водных объектов.

Совокупное проявление данных факторов способствует загрязнению, заилению, зарастанию русел средних и малых рек. Приводит к необратимым экологическим последствиям.

Агролесоландшафт связывает воедино все элементы противоэрозионной защиты земель, используемых для предотвращения развития процессов эрозии, уменьшения *поверхностного стока, и является экологической основой Волгоградской области [Denisova,* 2019].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воробьев А.В.* Земельные ресурсы Волгоградской области и их оценка. Волгоград, 2006. 44 с.

2. *Денисова Е.В.* Геоинформационный анализ компонентов агроландшафта для целей землеустройства, кадастра и мониторинга орошаемых земель. Геодезия и картография, 2020. № 1. С. 56–64. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-967-1-56-64.
3. *Казанков В.А*. Проблемы рационального использования земельных ресурсов в Волгоградской области. Юг России: экология, развитие, 2010. № 4. С. 96–98.
4. *Кулик К.Н., Юферев, В.Г.* Компьютерное математико-картографическое моделирование агролесоландшафтов на основе аэрокосмической информации. Доклады Российской академии наук, 2010. № 1. С. 52–54.
5. *Лошаков А.В., Хасай Н.Ю.* Эффективность качественного состояния защитных лесных насаждений Ставропольского края. International agricultural journal, 2020. № 5. С. 178–194.
6. *Мельникова Е.Б.* Аэрокосмический мониторинг нарушенных сельскохозяйственных земель. Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъёмка», 2010. № 2. С. 75–78.
7. *Сидорчук А.Ю.* Эрозионно-аккумулятивные процессы на Русской равнине и проблемы заиления малых рек. М.: Водохозяйственные проблемы русловедения: тр. Академии водохозяйственных наук, 1995. Вып. 1. С. 74-83.
8. *Хлыстун В.Н.* Развитие земельных отношений в агропромышленном комплексе. Вестник Российской академии наук, 2019. № 4. С. 325–332.
9. *Amin A, Fazal S.* Quantification of Land Transformation Using Remote Sensing and GIS Techniques. American Journ of Geographic Information System, 2012. V. 1. No 2. P. 17–28.
10. *Denisova E.V., Silova, V.A.* The current state analysis of the agro-forest landscape components based on the geoinformational systems usage. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. P. 052062 (in Russian).
11. *Erol H., Akdeniz F.A*. Per-field classification method based on mixture distribution models and an application to Landsat Thematic Mapper data. Int. Journ. of Remote Sens, 2005. No 26. P. 1229–1244.
12. *Lidin K.L., Meerovich M.G., Bulgakova E.A., Vershinin V.V., Papaskiri T.V.* Applying the theory of informational flows in urbanism for a practical experiment in architecture and land use Espacios, 2018. No 1(39). 12 p.
13. *Papaskiri T.V., Kasyanov A.E., Alekseenko N.N., Semochkin V.N., Ananicheva E.P., Shevchuk A.A.* Digital land management. IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE. The proceedings 2019th International Symposium on Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, 2019. 012065.
14. *Pernar R., Klobucar D.* Estimating stand density and condition with the use of picture histograms and visual interpretation of digital orhtophotos. Annales experimentis silvarum culturae provehendis, Zagreb: Universitas studiorum Zagrebiensis, Facultas forestalis, 2003. P. 81–111.
15. *Rawat J.S., Kumar M*. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. The Egyptian Journ of Remote Sensing and Space Science, 2015. V. 18. No 1. P. 77–84.
16. *Roy D.P., Wulder M.A., Loveland T.R.* Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. Remote Sensing of Environment, 2014. No 145. P. 154–172.
17. *Volkov S.N., Shapovalov D.A., Klyushin P.V., Shirokova V.A., Khutorova A.O.* Solutions of problems in defining indicators of agricultural land within the framework of activities for the implementation of the concept of development monitoring in the Russian Federation. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 2017. V. 17. No 5. P. 819–828 (in Russian).

REFERENCES

1. *Amin A., Fazal S.* Quantification of Land Transformation Using Remote Sensing and GIS Techniques. American Journ of Geographic Information System, 2012. V. 1. No 2. P. 17–28.
2. *Denisova E.V.* Geoinformation analysis of agricultural landscape components for land management, cadastre and monitoring of irrigated lands. Geodezia i Kartografia, 2021. No 967 (1). P. 56–64 (in Russian).
3. *Denisova E.V., Silova, V.A.* The current state analysis of the agro-forest landscape components based on the geoinformational systems usage. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. C. 052062 (in Russian).
4. *Erol H., Akdeniz F.A*. Per-field classification method based on mixture distribution models and an application to Landsat Thematic Mapper data. Int. Journ. of Remote Sens, 2005. No 26. P. 1229–1244.
5. *Kazankov V.A.* Problems of rational use of land resources in the Volgograd region. South of Russia: ecology, development, 2010. No 4. P. 96–98 (in Russian).
6. *Kulik K.N., Yuferev, V.G.* Computer mathematical and cartographic modeling of agroforestry landscapes based on aerospace information. Reports of the Russian Academy of Sciences, 2010. No 1. P. 52–54 (in Russian).
7. *Lidin K.L., Meerovich M.G., Bulgakova E.A., Vershinin V.V., Papaskiri T.V.* Applying the theory of informational flows in urbanism for a practical experiment in architecture and land use Espacios, 2018. No 1(39). 12 p. (in Russian).
8. *Loshakov A.V., Hasaj N.YU.* The effectiveness of the qualitative state of protective forest stands in the Stavropol Territory. International agricultural journal, 2020. No 5. P. 178–194.
9. *Mel'nikova E.B.* Aerospace monitoring of disturbed agricultural land. Izv. vuzov "Geodesy and aerial photography", 2010. No 2. P. 75–78 (in Russian).
10. *Papaskiri T.V., Kasyanov A.E., Alekseenko N.N., Semochkin V.N., Ananicheva E.P., Shevchuk A.A.* Digital land management. Iop conference series: earth and environmental science. The proceedings 2019th International Symposium on Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, 2019. 012065 (in Russian).
11. *Pernar R., Klobucar D.* Estimating stand density and condition with the use of picture histograms and visual interpretation of digital orhtophotos. Annales experimentis silvarum culturae provehendis, Zagreb: Universitas studiorum Zagrebiensis, Facultas forestalis, 2003. P. 81–111.
12. *Rawat J.S., Kumar M*. Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. The Egyptian Journ of Remote Sensing and Space Science, 2015. V. 18. No 1. P. 77–84.
13. *Roy D.P., Wulder M.A., Loveland T.R.* Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. Remote Sensing of Environment, 2014. No 145. P. 154–172.
14. *Volkov S.N., Shapovalov D. A., Klyushin P.V., Shirokova V.A., Khutorova A.O.* Solutions of problems in defining indicators of agricultural land within the framework of activities for the implementation of the concept of development monitoring in the Russian Federation. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 2017. V. 17. No 5. P. 819–828 (in Russian).
15. *Vorob'ev A.V.* Land resources of the Volgograd region and their assessment. Volgograd, 2006. 44 p. (in Russian).
16. *Sidorchuk A.YU.* Erosive-accumulative processes on the Russian plain and problems of siltation of small rivers. Moscow: Water Management problems of Russian Studies: tr. of the Academy of Water Management Sciences, 1995. No 1. P. 74–83 (in Russian).
17. *Hlystun V.N.* Development of land relations in the agro-industrial complex. Bulletin of the Russian Academy of Sciences, 2019. No 4. P. 325–332 (in Russian).

УДК: 528.46 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-57-65**

Е.В. Денисова[1], **В.А. Силова** [2]

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

АННОТАЦИЯ

Отсутствие актуальной картографической основы приводит к бесконтрольному обороту земель, не отражает их реальное состояние и использование, тем самым приводя к разрушению и деградации не только отдельных компонентов агроландшафта, но и целых природных систем. Агроландшафт является сложной экологической системой, который в жестких условиях потребления, теряет свою способность к самовосстановлению и регуляции на очень длительное время. И каждый из его компонентов нуждается в учете, наблюдении и защите. Геоинформационное проведение мониторинга обеспечивает устойчивость, как отдельных составляющих, так и всего целого агроланлшафта, способствует формированию эффективного земледелия и землепользования, повышению продуктивности угодий и предотвращению развития деградационных процессов. Мониторинг территории Кисловского сельского поселения Быковского района Волгоградской области по данным 2004 года не отражает действительного состояния и порядка использования земель сельскохозяйственного назначения и лесного фонда. Изменились границы, площади дегумифицированных земель, в границах лесного фонда, по данным Росреестра, расположены земельные участки с кадастровыми номерами ЗУ 34:02:010001:185, ЗУ 34:02:010001:104, ЗУ 34:02:010001:100, площадью 2,7 га каждый для ведения сельскохозяйственного производства. Площадь лесных массивов сократилась с 576 га до 484 га или 16 %, содержание гумуса в почвах является низким – 1,7 %, что в агроклиматических условиях Волгоградской области является критическим. Расположение земельных участков категории сельскохозяйственного назначения в границах земель лесного фонда противоречит земельному законодательству, нарушает сохранность и целостность лесных насаждений, приводит к деградации, опустыниванию и разрушению экологического каркаса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: агроландшафт, картографический материал, мониторинг, оценка, состояние, угодья.

[1] Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, ФНЦ «Агроэкологии РАН», пр. Университетский, д. 97, 400062, Волгоград, Россия, *e-mail:* **denisov.00@mail.ru**

[2] Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, FSC of «Agroecology RAS», 400062, Russia, Volgograd, University ave, 97, *e-mail:* **denisov.00@mail.ru**

Elena V. Denisova[1], **Viktoria A. Silova**[2]

GIS SUPPORT FOR MONITORING AGRICULTURAL LAND IN THE LAND MANAGEMENT SYSTEM (ON THE EXAMPLE OF THE VOLGOGRAD REGION)

ABSTRACT

The lack of an up-to-date cartographic basis leads to uncontrolled land turnover, does not reflect their real state and use, thereby leading to the destruction and degradation of not only individual components of the agricultural landscape, but also entire natural systems. Agrolandscape is a complex ecological system that, under harsh conditions of consumption, loses its ability to self-repair and regulate for a very long time. And each of its components needs to be accounted for, monitored, and protected. Geoinformation monitoring ensures the sustainability of both individual components and the entire agricultural landscape, contributes to the formation of effective agriculture and land use, increases the productivity of land and prevents the development of degradation processes. Monitoring of the territory of the Kislovsky rural settlement of the Bykovsky district of the Volgograd region according to 2004 data does not reflect the actual state and order of use of agricultural land and forest resources. The boundaries and areas of dehumified land have changed, and within the boundaries of the forest fund, according to Roseyestr, there are land plots with cadastral numbers ZU 34: 02:010001:185, ZU 34:02:010001:104, ZU 34:02:010001: 100, with an area of 2.7 hectares each for agricultural production. The area of forest areas has decreased from 576 ha to 484 ha or 16 %, the humus content in the soils is low – 1.7 %, which is critical in the agro-climatic conditions of the Volgograd region. The location of agricultural land plots within the boundaries of the forest fund lands contradicts the land legislation, violates the safety and integrity of forest stands, leads to degradation, desertification and destruction of the ecological framework.

KEYWORDS: agrolandscape, cartographic material, monitoring, assessment, condition, land.

ВВЕДЕНИЕ

Волгоградская область в сфере наличия и использования земельных ресурсов представляет собой огромное многообразие и богатство, несмотря на сложные природные условия региона. Владение актуальной информацией об их состоянии, динамики и происходящих процессах, является наиболее важной и острой проблемой региона. Необходимость получения своевременных, качественных и доступных сведений о любом земельном участке, независимо от его категории и правового статуса необходимо для разработки комплексных мер по использованию, сохранению и созданию эффективной системы организации земельного оборота. Современная интенсификация сельского хозяйства приводит к бесконтрольному потреблению ресурсов, утрате границ земельных участков, нарушению земельного законодательства, и как следствие, разрушению экологического баланса [*Волков,* 2015; *Volkov,* 2017].

Такое использование влечет за собой развитие негативных процессов, снижение плодородия, незаконное использование земельных участков, вырубке лесных насаждений.

[1] Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, ФНЦ «Агроэкологии РАН», пр. Университетский, д. 97, 400062, Волгоград, Россия, *e-mail:* **viktoriatem@mail.ru**

[2] Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, FSC of «Agroecology RAS», 400062, Russia, Volgograd, University ave, 97, *e-mail:* **viktoriatem@mail.ru**

Действенным механизмом, позволяющим осуществлять контроль за порядком использования земель, их состояния и целевого назначения, является государственный мониторинг, ведение которого невозможно без современного картографического обеспечения. Целью исследования является уточнение порядка использования земель сельскохозяйственного назначения с применением геоинформационных методов, а также обоснование необходимости разработки современного картографического материала, обеспечивающего точность проведения мониторинга земель.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Космические снимки обеспечивают достоверность и объективность полученной информации о состоянии и использовании земель всех категорий, их местоположения, площадях и позволяют сформировать комплексный системный подход к оценке земель, степени их вовлеченности в производственные процессы, а также уровень их деградации и сохранности [*Мельникова,* 2010; *Папаскири,* 2020; *Papaskiri,* 2019].

Современные преобразования в сельском хозяйстве, переход право собственности от государственного к частому, привели к тому, что прежняя модель использования земельных угодий в границах крупных сельскохозяйственных предприятий (колхозов и совхозов) перестала существовать. Появились новые собственники, владельцы и пользователи земельных участков которые пожелали закрепить свое право собственности на местности, т. е. выделить земельные участки, с определением их координат и площади.

Использование материалов дистанционных съемок представляет собой основу для проведения мониторинга земель за состоянием и использованием земельных угодий всех категорий и прав собственности. Такой подход применим и востребован на различных уровнях управления земельными ресурсами. Картографический метод представления мониторинговой информации о состоянии, количестве и использовании угодий, является весьма эффективным [*Лебедев,* 2018].

Материалы дистанционных съемок представляют собой основу для изучения ландшафтов, которые подвержены процессам деградации, с выявлением той или иной ее степени. Анализ состояния картографического материала сельскохозяйственных угодий позволяет проанализировать ландшафтно-экологическую обстановку на изучаемой территории. Уточнение площадей защитных лесных насаждений способствует предотвращению развития эрозионных процессов и стабилизации эколого-хозяйственного состояния территории.

Источниками данных дистанционного зондирования для анализа состояния и использования земельных ресурсов являются мультиспектральные снимки, получаемые со спутников Ресурс П, Канопус, Worldview 3, Sentinel 2, Landsat-8 и др. и данные глобальных цифровых моделей рельефа [*Erol,* 2005].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Происходящие интенсивные преобразования в агропромышленном комплексе вызывают необходимость совершенствования системы мониторинга за порядком оборота земель, исходя из их целевого назначения и разрешенного использования. Специфика учета сельскохозяйственных земель требует точного подхода, который должен выстраиваться на объективной и своевременной информации – спутниковой, способной получать необходимые сведения в сжатые сроки, на больших площадях [*Ивлиева,* 2020].

Земельные ресурсы Волгоградской области наиболее остро нуждаются в проведении дистанционного мониторинга и составления картографического материала, отражающего всю действительность происходящих земельных преобразований. На примере Кисловского муниципального поселения Быковского района Волгоградской

области показана проблема отсутствия современных данных мониторинга земель, существенные расхождения в имеющихся материалах и его последствия.

Мониторинг земель Кисловского сельского поселения Быковского района Волгоградской области проводился в феврале 2004 года. Согласно этим данным, территория Кисловского муниципального образования состоит из единого земельного массива, площадью 22727,9 га, из которых сельскохозяйственные угодья занимают 19642,0 га, в т.ч. пашня – 15630,4 га. В границах поселения расположены четыре населенных пункта – с. Кислово, п. Заволжский, п. Песчанный и п. Светлый. Основное землепользование ОАО «Кисловское» занимает 14932,0 га или 66,0 % территории поселения.

Наиболее распространенными на территории хозяйства почвами являются каштановые разной степени солонцеватости, бедные гумусом. По гранулометрическому составу почвы преимущественно тяжелосуглинистые, суглинистые. Пашня имеет средний уклон 0,5°, содержание гумуса в почвах составляет 1,7 %. Формирование почв проходило в условиях континентального климата, при недостаточном увлажнении, высокой температуре и значительно изреженном растительном покрове.

Составленный картографический материал в масштабе 1:25000 отражает границы, площади, порядковые номера категорий земель, участки сельскохозяйственных угодий, подверженных дефляции, участки малопродуктивной пашни, земли, подверженные дегумификации (рис. 1).

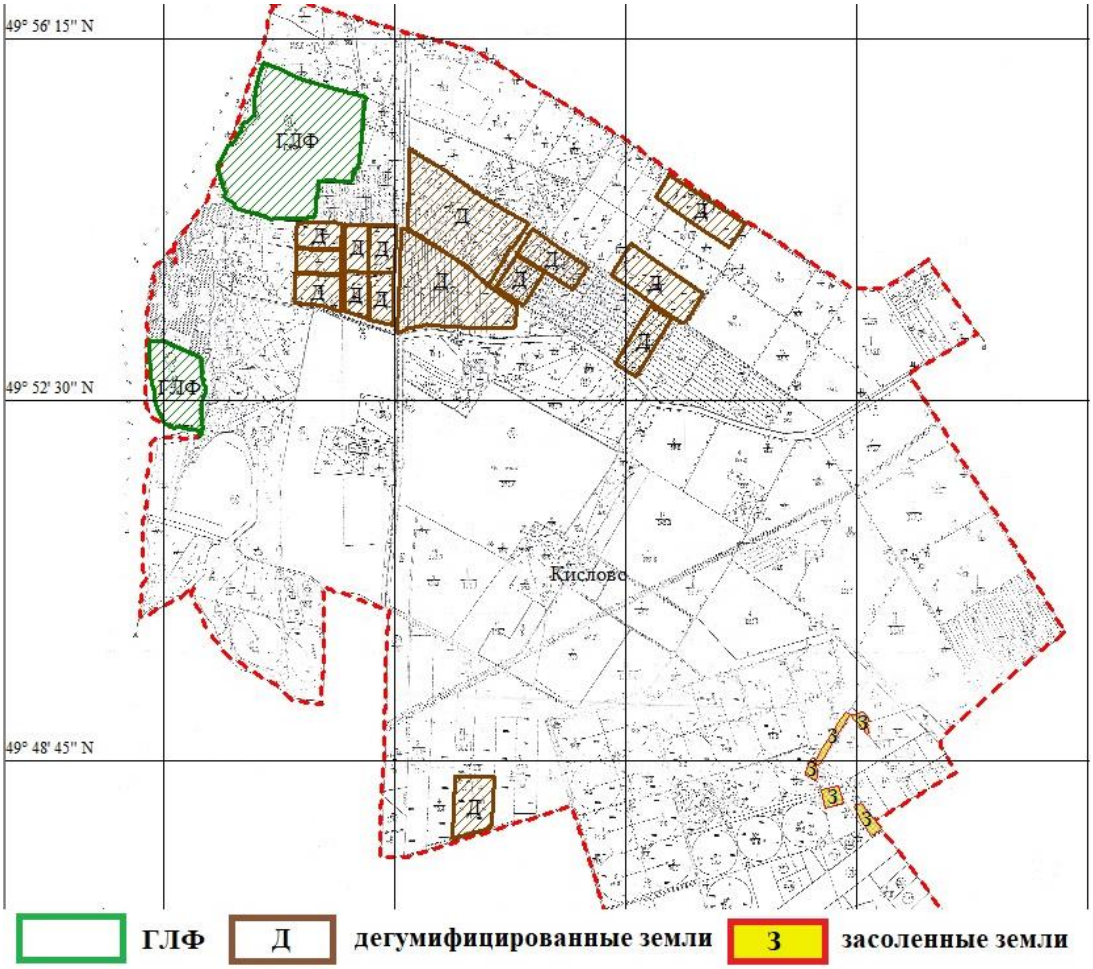


Рис. 1. Фрагмент карты состояния земель Кисловского сельского поселения (2004)

Fig. 1. Fragment of the map of the state of the land of the Kislovsky rural settlement (2004)

Древесно-кустарниковая растительность и лес занимают площадь 576,0 га, в том числе полезащитные лесные полосы 357,0 га.

Общая площадь участков, подверженных интенсивной дефляции составляет 79,0 га, из которых пашня – 40,0 га и пастбища – 39,0 га. Участки малопродуктивной пашни занимают площадь 1111,0 га, а количество пашни, подвергшейся дегумификации – 2823,4 га, со средним содержанием гумуса 1,0 %. На территории поселения выявлены участки, подвергшиеся засолению (50,5 га) ввиду применения в аграрном производстве системы орошения.

Материалы мониторинга земель Кисловского поселения, составленные в 2004 году, не отражают реальной действительности в сфере использования и состояния земель различных категорий. На карте государственного геоинформационного центра отражены сведения о местоположении, границах дегумифицированных участков пашни. Данная информация является неэффективной, не отражает современную обстановку. Появилась раздробленность и изломанность границ, мелкоконтурность сельскохозяйственных угодий. Границы и площади земель государственного лесного фонда (ГЛФ) также претерпели изменения (рис. 2).

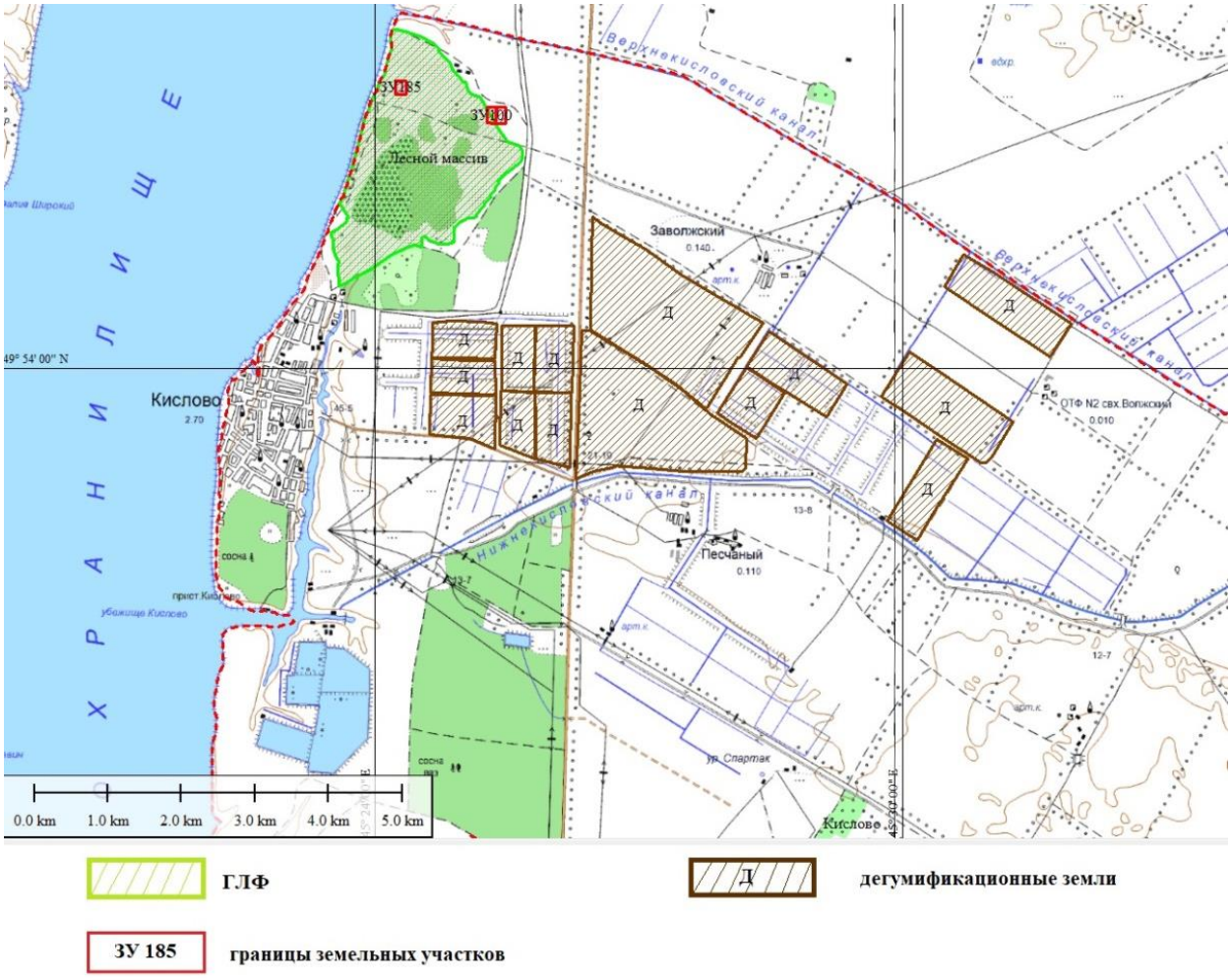


Рис. 2. Фрагмент карты государственного геоинформационного центра с расположением дегумифицированных угодий и земель лесного фонда

Fig. 2. Fragment of the map of the state geoinformation center with the location of dehumified lands and forest lands

Как отмечает П.Ф. Лойко (2006) в настоящее время обеспеченность всех территорий современными картографическими материалами неудовлетворительна. Требуется системная и научная проработка всех сторон реализации новых земельных отношений. Кисловское муниципальное образование Быковского района является наглядным примером, где отсутствие современных картографических материалов может привести к нарушению экологического равновесия и необратимым последствиям во все агроландшафте.

Земли лесного фонда с 2004 года претерпели значительные изменения – их площадь сократилась с 576 га до 484 га или 16 %. Нарушилось целостность лесного массива, появилась изреженность и выпадение деревьев. Кроме этого, земель лесного фонда, отчетливо видна распашка и закрепление земельных участков категории сельскохозяйственного назначения (рис. 3).

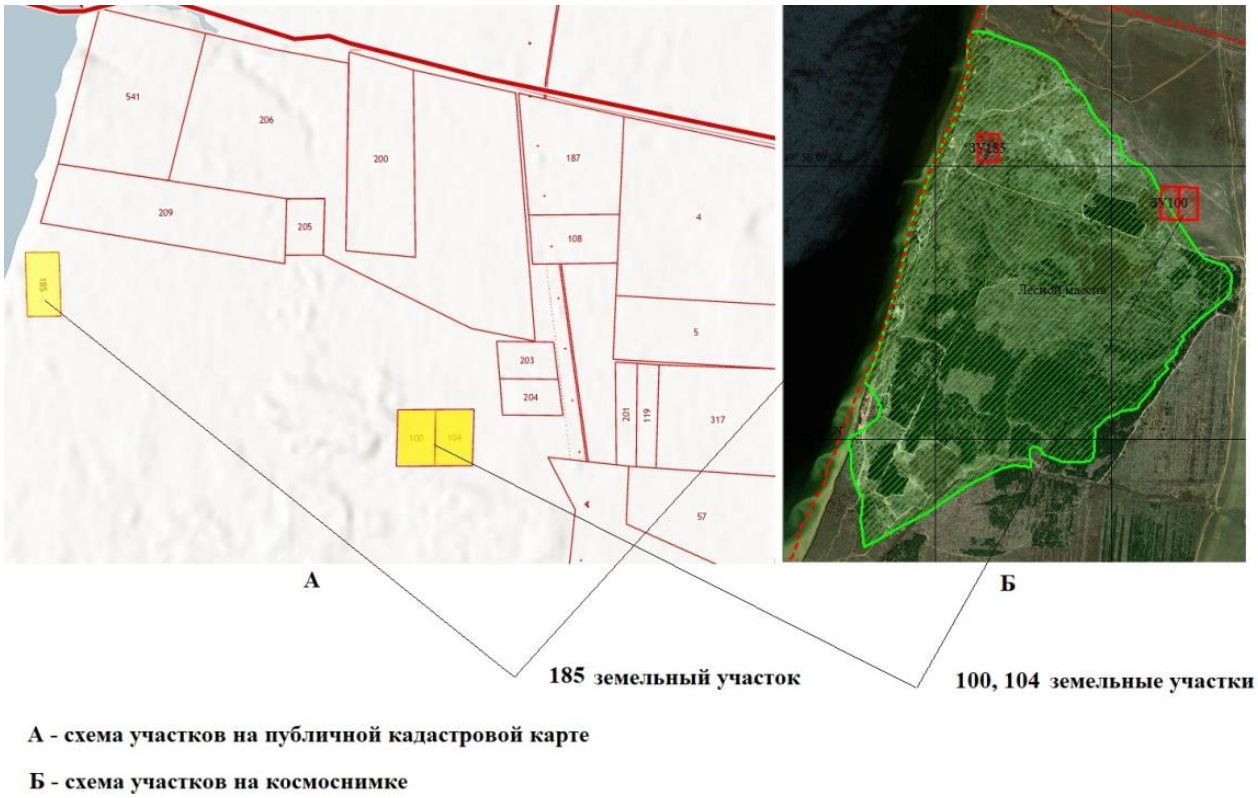


Рис. 3. Расположение земельных участков на публичной кадастровой карте и космоснимке

Fig. 3. Location of land plots on the public cadastral map and satellite image

Публичная кадастровая карта содержит сведения единого государственного реестра недвижимости, является официальным электронным ресурсом службы Росеестра и позволяет получить сведения о земельных участках в свободном доступе (табл. 1).

В границах Кисловского сельского поселения, согласно официальным данным Росеестра учтены объекты недвижимости – земельные участки с кадастровыми номерами ЗУ 34:02:010001:185, ЗУ 34:02:010001:104, ЗУ 34:02:010001:100, площадью 2,7 га каждый, в категории земель сельскохозяйственного назначения, предназначенные для ведения сельхозпроизводства.

Табл. 1. Сведения о земельных участках

Table 1. Information about land plots

Кадастровый номер	*Категория земель*	*Площадь, га*	*Разрешенное использование*
34:02:010001:185	земли сельскохозяйственного назначения	2,7	для сельскохозяйственного производства
34:02:010001:104	земли сельскохозяйственного назначения	2,7	для сельскохозяйственного производства
34:02:010001:100	земли сельскохозяйственного назначения	2,7	для сельскохозяйственного производства

ВЫВОДЫ

Агроландшафт представляет собой неразрывность и взаимодействие всех компонентов природы – почва, рельеф, воздух, вода, растительность, где каждый из них восполняет друг друга. Вид агроландшафта определяется почвой и рельефом местности, а характер и интенсивность использования пахотных угодий приводит к возможности его самовосстановления или к потере естественных функций, и, следовательно, к разрушению в целом [*Денисова,* 2021].

Наибольшую антропогенную нагрузку несет на себе почва, ввиду различного природного и антропогенного воздействия. Для снижения этой нагрузки необходимо научно-методическое обеспечение, основанное на современных исследованиях, как отдельных компонентов, так и всего агроландшафта [*Глотов,* 2013; *Смирнова,* 2011].

Оценка качественного состояния угодий, порядок их использования и принадлежность к той или иной категории, должна базироваться на новейшем картографическом обеспечении, позволяющем оценить исследуемую территорию с максимальной точностью, в короткие сроки и на основе этой информации разрабатывать соответствующую модель защиты и восстановления деградированных компонентов, а также планировать социально-экономические мероприятия различного уровня.

Современные технологии определения состояния ландшафта, отдельных его составляющих, возможно на основе геоинформационных технологий. Возможность применения дистанционных методов позволила оценить использование пахотных угодий и земель лесного фонда на территории Кисловского сельского поселения.

Изучение агроландшафтов проводилось с использованием аэро- и космосъемок и основано на результатах геоморфологического, геоботанического, почвенно-мелиоративного, эрозионного и других обследований [*Кулик,* 2010].

Отсутствие достоверной и актуальной картографической информации приводит к тому, что нарушается целостность агроландшафта, порядок использования земельных угодий в соответствии с целевым назначением, усиливаются процессы деградации, снижается эффективность в сфере оборота и управления земельными ресурсами. Агролесоландшафт связывает воедино все элементы противоэрозионной защиты земель, используемых для предотвращения развития процессов эрозии, уменьшения поверхностного стока, и является экологической основой Волгоградской области [*Denisova,* 2019].

Совершенствование системы картографического обеспечения позволит своевременно и точно обеспечить подлинность и полноту сведений о любом земельном участке, независимо от его категории и правового положении. Предотвратить незаконную распашку земель других категорий, тем самым создав устойчивость всех компонентов агроландшафта и его высокую продуктивность в агропромышленном комплексе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Волков С.Н., Комов Н.В., Хлыстун В.Н.* Как достичь эффективного управления земельными ресурсами в России. Международный сельскохозяйственный журнал, 2015. № 3. С. 3–7.
2. *Глотов А.А.* Применение данных о рельефе для эффективного использования сельскохозяйственных земель. Геопрофи, 2013. № 4. С. 20–22.
3. *Денисова Е.В.* Геоинформационный анализ компонентов агроландшафта для целей землеустройства, кадастра и мониторинга орошаемых земель. Геодезия и картография, 2020. № 1. С. 56–64. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-967-1-56-64.
4. *Ивлиева Н.Г., Манухов В.Ф., Алферина А.В.* Картографо-геоинформационное обеспечение почвенных и агрохимических исследований (на примере отдельного сельскохозяйственного предприятия) ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 2. С. 41–53. DOI: 10.35595/ 2414-9179-2020-2-26-41-53.
5. *Кулик К.Н., Юферев, В.Г.* Компьютерное математико-картографическое моделирование агролесоландшафтов на основе аэрокосмической информации. Доклады Российской академии наук, 2010. № 1. С. 52–54.
6. *Лебедев П.П., Сизов А.П., Донцов А.В.* Карты в системе мониторинга земель. Московский экономический журнал, 2018. № 5(1). С. 66–74.
7. *Лойко П.Ф.* О совершенствовании системы управления землепользованием и развитии территориального кадастра в Российской Федерации. Имущественные отношения в РФ, 2012. № 3(126). С. 6–18.
8. *Мельникова Е.Б.* Аэрокосмический мониторинг нарушенных сельскохозяйственных земель. Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъёмка», 2010. № 2. С. 75–78.
9. *Папаскири Т.В., Ананичева Е.П.* Информационное взаимодействие с сервисами цифрового землеустройства. Московский экономический журнал, 2020. № 7. С. 260–267.
10. *Смирнова Л.Г., Нарожняя А.Г., Кривоконь Ю.Л., Петрякова А.А.* Применение геоинформационных систем для агроэкогической оценки земель при проектировании адаптивноландшафтных систем земледелия. Достижения науки и техники АПК, 2011. № 11. С. 11–14.
11. *Denisova E.V., Silova V.A.* The current state analysis of the agro-forest landscape components based on the geoinformational systems usage. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. С. 052062 (in Russian).
12. *Erol H., Akdeniz F. A*. Per-field classification method based on mixture distribution models and an application to Landsat Thematic Mapper data. Int. Journ. of Remote Sens, 2005. No 26. P. 1229–1244.
13. *Papaskiri T.V., Kasyanov A.E., Alekseenko N.N., Semochkin V.N., Ananicheva E.P. and Shevchuk A.A*. Digital land management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 350 (2019) 012065. 8 p., DOI: 10.1088/1755-1315/350/1/012065. https://iopscience.iop.org/1755-1315/350/1/012065/pdf/EES_350_1_012065.pdf
14. *Volkov S.N., Shapovalov D. A., Klyushin P.V., Shirokova V.A., Khutorova A.O.* Solutions of problems in defining indicators of agricultural land within the framework of activities for the implementation of the concept of development monitoring in the Russian Federation. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 2017. V. 17. No 5. P. 819–828 (in Russian).

REFERENCES

1. *Denisova E.V.* Geoinformation analysis of the components of the agricultural landscape for the purposes of land management, cadastre and monitoring of irrigated lands. Geodesy and cartography, 2021. No 967 (1). P. 56–64 (in Russian).
2. *Denisova E.V., Silova, V.A.* The current state analysis of the agro-forest landscape components based on the geoinformational systems usage. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. C. 052062 (in Russian).
3. *Erol H., Akdeniz F.A*. Per-field classification method based on mixture distribution models and an application to Landsat Thematic Mapper data. Int. Journ. of Remote Sens, 2005. No 26. P. 1229–1244.
4. *Glotov A.A.* Application of terrain data for efficient use of agricultural land. Geoprofi, 2013. No 4. P. 20–22.
5. *Ivlieva N.G., Manuhov V.F., Alferina A.V.* Cartographic and geoinformation support of soil and agrochemical research (on the example of a separate agricultural enterprise) InterCarto. InterGIS. Geoinformation support for sustainable development of territories: Proceedings of the International Conference M.: Moscow University Press, 2020. V. 26. No 2. C. 41–53. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-2-26-41-53.
6. *Kulik K.N., Yuferev, V.G.* Computer mathematical and cartographic modeling of agroforestry landscapes based on aerospace information. Reports of the Russian Academy of Sciences, 2010. No 1. P. 52–54 (in Russian).
7. *Lebedev P.P., Sizov A.P., Doncov A.V.* Maps in the land monitoring system. Moscow Economic Journal, 2018. V. 1. No 5. P. 66–74.
8. *Lojko P.F.* On the improvement of the land use management system and the development of the territorial cadastre in the Russian Federation. Property relations in the Russian Federation, 2012. V. 126. No 3. P. 6–18.
9. *Mel'nikova E.B.* Aerospace monitoring of disturbed agricultural land. Izv. vuzov "Geodesy and aerial photography", 2010. No 2. P. 75–78 (in Russian).
10. *Papaskiri T.V., Ananicheva E.P.* Information interaction with digital land management services. Moscow Economic Journal, 2020. No 7. P. 260–267.
11. *Papaskiri T.V., Kasyanov A.E., Alekseenko N.N., Semochkin V.N., Ananicheva E.P. and Shevchuk A.A*. Digital land management. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 350 (2019) 012065. 8 p., DOI: 10.1088/1755-1315/350/1/012065. https://iopscience.iop.org/1755-1315/350/1/012065/pdf/EES_350_1_012065.pdf.
12. *Smirnova L.G., Narozhnyaya A.G., Krivokon' YU.L., Petryakova A.A.* Application of geoinformation systems for agroecological assessment of land in the design of adaptive landscape systems of agriculture. Achievements of science and technology of the agro-industrial complex, 2011. No 11. P. 11–14.
13. *Volkov S.N, Komov N.V., Hlystun V.N.* How to achieve effective land management in Russia. International Agricultural Journal, 2015. No 3. P. 3–7 (in Russian).
14. *Volkov S.N., Shapovalov D. A., Klyushin P.V., Shirokova V.A., Khutorova A.O.* Solutions of problems in defining indicators of agricultural land within the framework of activities for the implementation of the concept of development monitoring in the Russian Federation. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM, 2017. V. 17. No 5. P. 819–828 (in Russian).

УДК: 528.8 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-66-81**

И.В. Брыжко[1], **Т.В. Шабалина**[2]

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ПРИМЕРЕ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Технологии точного земледелия используются во всем мире и являются перспективными для территории России. Необходимость их внедрения, обуславливаются необходимостью увеличения объемов сельскохозяйственного производства и повышения продовольственной безопасности. Точное земледелие позволяет существенно повысить качество и количество производимой продукции, при этом сохраняя качественное состояние почвы и ее потенциал.

В данной статье рассматриваются вопросы внедрения технологий точного земледелия на сельскохозяйственном предприятии с применением результатов почвенных обследований, материалов дистанционного зондирования Земли и сканирования почвы, с помощью оборудования компании «Veris».

В ходе выполнения работ и внедрения технологий точного земледелия была произведена инвентаризация земель, созданы слои и атрибуты, обновлены карты земель предприятия, исследованы инструменты сканирования почв, построены и размещены на служебном веб-сервисе различные карты и даны рекомендации по повышению плодородия почв. При выполнении работы использовались открытые программные продукты, такие как QGIS, SAGA, веб-сервис OneSoil.

Результат исследования показал, что инвентаризация сельскохозяйственной территории позволяет оперативно выделять участки с нецелевым использованием, автоматизированно обновлять данные о изменении площадей сельскохозяйственных угодий, хранить пространственную информацию о севообороте, позволяя вести учет сельскохозяйственных земель. Построение веб-карты позволило аграриям активно использовать инструменты веб-картографирования для анализа сельскохозяйственных культур, выделяя взаимосвязи между почвенными показателями и зонами продуктивности на поле. Основываясь на результатах сканирования почвы, вегетационного индекса и почвенного опробования, возможно получение рекомендаций по повышению плодородия почв и урожайности.

Внедрение данных технологий на сельскохозяйственном предприятии позволяет эффективно использовать все инструменты точного земледелия, анализировать пространственную информацию. В результате работы была выявлена перспективность и проверена практическая польза данного направления на предприятии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геоинформационное картографирование, точное земледелие, веб-картография, сельское хозяйство, данные дистанционного зондирования, сервис One Soil, почвенное сканирование.

[1] Пермский государственный национальный исследовательский университет, Географический факультет, Букирева, д.15, 614068, Пермь, Россия; *e-mail*: **zemproekt@yandex.ru**

[2] Пермский государственный национальный исследовательский университет, Географический факультет, Букирева, д.15, 614068, Пермь, Россия; *e-mail*: **tanek51@mail.ru**

Ilya V. Bryzhko[1], **Tatyana V. Shabalina**[2]

GIS-BASED SUPPORT FOR PRECISION FARMING ON THE EXAMPLE OF THE TYUMEN REGION

ABSTRACT

Precision farming technologies are used all over the world and are promising for the territory of Russia. The need for their implementation is determined by the need to increase agricultural production and improve food security. Precision farming can significantly improve the quality and quantity of products, while maintaining the quality of the soil and its potential.

This article discusses the implementation of precision farming technologies at an agricultural enterprise using the results of soil surveys, Earth remote sensing materials and soil scanning, using the equipment of the company "Veris".

In the course of the work and the implementation of precision farming technologies, an inventory of lands was made, layers and attributes were created, maps of the enterprise's lands were updated, soil scanning tools were investigated, various maps were built and posted on the special web service, and recommendations were given to improve soil fertility. When performing the work, open source software products were used, such as QGIS, SAGA, OneSoil web service.

The result of the study showed that the inventory of agricultural land allows you to quickly identify areas with inappropriate use, automatically update data on changes in agricultural land areas, store spatial information on crop rotation, allowing you to keep records of agricultural land. Building a web map allowed farmers to actively use web mapping tools to analyze crops, highlighting relationships between soil indicators and productivity zones in the field. Based on the results of soil scanning, vegetation index and soil sampling, it is possible to obtain recommendations for improving soil fertility and productivity.

The introduction of these technologies at an agricultural enterprise makes it possible to effectively use all precision farming tools and analyze spatial information. As a result of the work, the prospects were identified and the practical use of this direction at the enterprise was checked.

KEYWORDS: GIS mapping, precision farming, web-cartography, agriculture, OneSoil service, remote sensing data, soil scan.

ВВЕДЕНИЕ

Современное состояние сельского хозяйства характеризуется наличием негативных тенденций, многие из которых становятся системными. Для решения этих проблем и обеспечения развития агропромышленного комплекса необходимо внедрение современных и инновационных технологий и методов производства. Точное земледелие в настоящее время является одной из самых эффективных технологий, направленных на повышение урожайности и сохранения качественного состояния почв.

Без картографического сопровождения трудно представить себе грамотную организацию и проведение работ в области производства аграрной продукции, а геоинформационное обеспечение точного земледелия в свою очередь является основой для оперативного картографирования и проведения пространственного анализа.

[1] Perm State University, Faculty of Geography, Bukireva, 15, 614068, Perm, Russia; *e-mail:* **zemproekt@yandex.ru**

[2] Perm State University, Faculty of Geography, Bukireva, 15, 614068, Perm, Russia; *e-mail:* **tanek51@mail.ru**

Опираясь на опыт зарубежных стран, можно выделить три этапа внедрения точного земледелия. На первом этапе, происходит сбор и хранение пространственной информации. Создается архив, который позволяет эффективно использовать базу данных в течении многих лет. На основе проанализированной пространственной информации происходит построение тематических карт и карт-заданий, с помощью современных инструментов ГИС, используемых на втором этапе [*Mulla, Khosla,* 2017]. Данные карты служат основой для всех агрономических операций, позволяя эффективно управлять и следить за состоянием каждого поля. Реализация операций карт-заданий возможна только с помощью современных датчиков и специальной техники.

Производство продукции сельского хозяйства традиционно является достаточно трудоемким и консервативным видом хозяйственной деятельности. Несмотря на серьезные проблемы в агропромышленном комплексе инновации внедряются медленно. В настоящее время особенно важной является необходимость обеспечивать продовольственную безопасность государства и увеличивать объемы сельскохозяйственной продукции, производимой в стране.

Одним из способов повышения объема производства сельскохозяйственной продукции с единицы площади является внедрение технологий точного земледелия, под которым понимают интегрированную систему, предназначенную для увеличения урожайности, производительности, а также рентабельности сельскохозяйственного производства, при этом минимизируя негативное воздействие на окружающую среду [*Баич,* 2019].

Технологии точного земледелия перспективны и заслуживают внимания. Благодаря точному земледелию становится возможным учитывать гораздо более широкий спектр факторов, влияющих на процесс производства аграрной продукции, чем при применении традиционных методов производства. Это позволяет существенно повысить качество и количество производимой продукции, при этом сохраняя качественное состояние почвы и ее потенциал [*Брыжко, Шабалина,* 2020].

Для учета факторов каждого локального участка используют различные цифровые информационные технологии, в частности совместное использование возможностей геоинформационных систем и GPS [*Рунов,* 2010]. Многообразие инструментов, созданных для обработки пространственной информации, позволяет оценивать почвенное разнообразие, микрорельеф, микроклиматические особенности территории и другие параметры, необходимые для выделения особенностей обрабатываемых участков. Кроме того, на основе полученных данных, создаются карты-задания, позволяющие выполнять агротехнологические операции по ходу движения транспортных средств в поле. Такие мероприятия позволяют эффективно управлять сельскохозяйственными процессами, добиваясь высокой продуктивности и рентабельности производства [*Рулев,* 2018].

По мнению российских ученых, занимающихся проблемами точного земледелия, внедрение этой технологии позволит интенсифицировать производство продукции сельского хозяйства и получить объемы продукции, способные извлекать доход, сравнимый с доходами от экспорта углеводородов [*Якушев, Матвеенко,* 2017].

К сожалению, на данный момент, используемые агротехнологии являются достаточно экстенсивными и дают в результате урожайность в среднем в 4 раза меньшую, чем в странах, где уже применяются технологии точного земледелия [*Бикбулатова,* 2008].

Внедрение современных технологий в агропромышленное производство может интенсифицировать развитие агропромышленного комплекса, уровень развития которого влияет на занятость и уровень жизни населения сельских территорий. В современной ситуации этот вопрос стоит особенно остро, учитывая низкий кадровый потенциал сельского хозяйства и низкую привлекательность отрасли для приложения труда. Более

эффективное и экономически выгодное агропромышленное производство позволит быстрее развивать инфраструктуру сельских территорий и тем самым решать вопросы кадровой обеспеченности сельского хозяйства [*Брыжко, Брыжко,* 2019].

В целом ученые высоко оценивают целесообразность перехода от традиционной агрономии к технологиям точного земледелия, но также отмечают необходимость предварительного проведения оценки, так как эффективность такого внедрения может существенно отличаться в зависимости от условий каждого конкретного участка [Якушев, 2019].

Учитывая экстремальные природно-климатические характеристики Тюменской области, вопрос сохранения и повышения уровня производства продукции агропромышленного комплекса стоит достаточно остро, необходимо учитывать локальные факторы на конкретных участках для обеспечения хорошей урожайности.

Для использования концепции точного земледелия на любом предприятии, необходимо поэтапное освоение новых методов и технологий. Исходя из этого была поставлена следующая цель: разработать и внедрить технологии картографического обеспечения точного земледелия на предприятии ООО «Агрофирма КРиММ».

Для достижения поставленной цели были реализованы следующие задачи:

– разработана и внедрена система хранения и отображения пространственной информации;
– произведено оперативное картографирование полей;
– определить эффективный метод почвенного обследования территории, позволяющий повысить плодородие почвы;
– разработаны рекомендации по повышению плодородия почв на предприятии ООО «Агрофирма КРиММ».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сельскохозяйственное предприятие ООО «Агрофирма КРиММ», в пределах которых проводилось исследование, располагается на юге Тюменской области в Упоровском районе. Территория района находится в зоне северной лесостепи. Климат района является резко континентальным в зоне рискованного земледелия. На предприятие выращивают 11 различных культур, но компания преимущественно специализируется на выращивании картофеля.

При создании оперативных карт были использованы результаты почвенных обследований 2018–2019 гг., основанных на химико-аналитических и физических методах исследования почв, произведено сканирование почвы в летнем сезоне 2018 года, использованы материалы дистанционного зондирования Земли, а также информация, полученная в аналоговом виде с карт, планов и из таблиц о территории, на которую создавались карты. В работе использовались такие методы как: картографический метод, моделирование, измерение, сравнение и наблюдение.

Сканирование почвы осуществлялось с помощью сканера AgriVeris на четыре показателя: электропроводность (на 2 глубинах), органическое вещество, кислотность (pH). Каждый показатель отбирается с помощью отдельного датчика, встроенный в сканер.

Электропроводность (EC) почвы осуществляется при помощи шести дисков, соприкасающихся с почвой. Диски опускаются в почву и измеряют электропроводность. Внутренние диски измеряют электропроводность на глубине 0–30 см, внешние 2 диска – на глубине 0–90 см (рис. 1).

Измерение содержания органики проводится специальным оптическим сенсором. Данный датчик работает красном и инфракрасном диапазонах, что обеспечивает точность

измерений. Глубина измерений может регулироваться от 3 до 10 сантиметров. Для получения высокоточных карт необходимо провести калибровку данных с помощью дополнительно-отобранных проб[1].

Система измерения кислотности происходит следующим образом: пробоотборник погружается в почву по ходу движения сканера, набранный материал поднимается по трубке с помощью гидравлики до 2 pH электрода, которые измеряют pH почвы с точностью от 0,5 pH до +/- 2,00 pH. Далее идет набор нового почвенного материала и очищение электродов через форсунки с помощью воды, хранящейся в прикрепленном баке. Данная процедура повторяется через несколько секунд, приблизительно через каждые 25 метров при скорости 10 км/час.

Сканирование почвы осуществляется при движении трактора по полю с прикрепленным сканером с расстоянием между рядами около 15–25 метров. Водитель должен равномерно соблюдать скорость движения транспортным средством для достоверности результата, кроме того, необходимо следить за аномальными значениями показателей pH, поступающих на компьютер, и при необходимости прочистить пробоотборник (рис. 2).

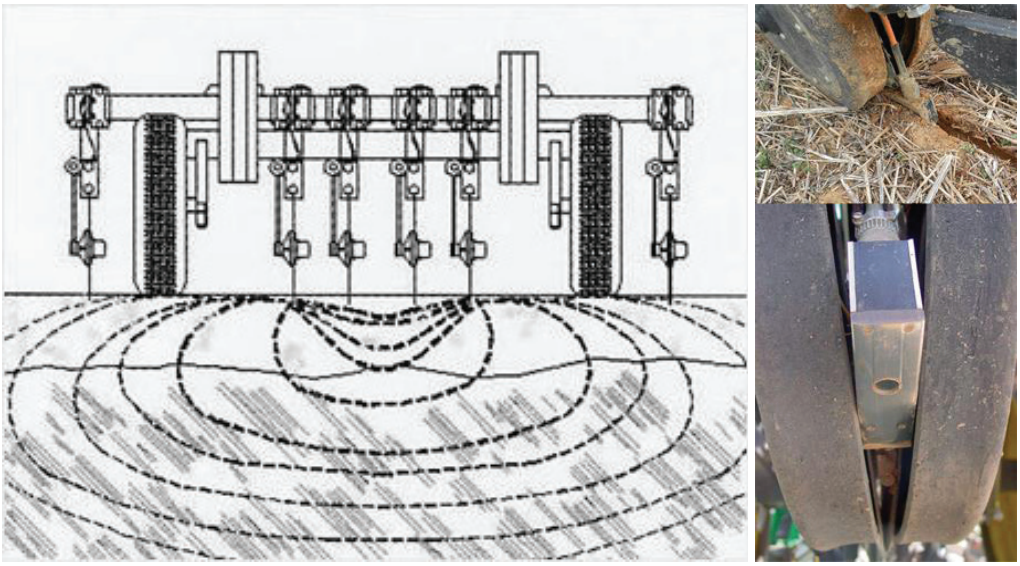


Рис. 1. Диски измерения электропроводности и оптический центр для измерения содержания органического вещества[1]

Fig. 1. Discs for measuring conductivity and optical center for measuring the content of organic matter[1]

При внедрении технологий точного земледелия в сельское хозяйство очень важным этапом является подготовка базы данных и цифровой картографической основы. Данные, содержащиеся в цифровой картографической основе, нужны для автоматизации процессов использования пространственных данных как по отдельным участкам, так и в комплексе. Это позволяет наиболее эффективно рассчитывать необходимые агротехнические мероприятия непосредственно для конкретной территории с привязкой к ее местоположению [*Ишбулатов,* 2018; *Галеев,* 2019].

[1] Сканирование почвы сканером Veris [Электронный ресурс]. URL: https://agri2.com.ua/catalog/skanirovanie-pochvy-skanerom-veris (дата обращения: 22.03.2021).

Рис. 2. Сканер Agri Veris в процессе сканирования почвы
Fig. 2. Agri Veris scanner during soil scanning

Традиционно для сельского хозяйства большая часть материалов, используемых в работе, существует в бумажной форме, и только малый процент самых свежих данных - в цифровой. В работе использовался картографический материал, представленный почвенными и топографическими картами, результаты проведенного агрохимического обследования полей, информация из ЕГРН и границы кадастровых участков, информация о гербицидах, внесенных удобрениях и севооборотах.

Для удобства работы вся информация была собрана, проанализирована и приведена в удобный для последующего использования вид. Были составлены слои с информацией о границах полей, культурах, нецелевом использовании и севооборотах, с внесением атрибутивной информации, полученной с предприятия, за 2017–2019 гг. Работа выполнялась с помощью PostGIS, ПО Quantum GIS (QGIS), SAGA, как наиболее доступных для организации и совместимых между собой программных продуктах, имеющих достаточно разнообразный инструментарий.

Для составления истории полей был создан слой «Севооборот», содержащий сведения о культурах, их площадях посадки, используемых средствах обработки защиты растений, гербицидах и удобрениях на поле. Это позволяет анализировать не только существующий период и вывести закономерности влияния прошлых агротехнических операций на урожай текущего года. Оцифровка полей производилась с помощью метода визуального дешифрирования, основываясь на слое с границами сельскохозяйственных участков предприятия государственного кадастра недвижимости, и растровых космических фотокартах (Google Satellite, Bing, ESRI Satellite) с использованием модуля

«QuickMapServices» в ПО QGIS. Также с используемых для посадки культур тракторов John Deere была получена дополнительная информация, которая позволила уточнить границы используемых земель (рис. 3).

Основываясь на требованиях и потребностях организации, была разработана структура таблицы атрибутов, содержащая следующие данные: название филиала, наименование поля, культуры за каждый год, урожайность, внесенные удобрения и средства защиты растений и площадь. Собранная атрибутивная информация позволила хранить и анализировать данные в электронном виде, что существенно ускорило и упростило обработку информации.

Площади полей были вычислены с помощью «калькулятора полей», в дальнейшем была произведена инвентаризация и обновление площадей в документах. В результате работы были выявлены поля с разницей в площадях (в некоторых случаях до 10 га), фактически задействованных в производстве и документальными данными. В дальнейшем была обновлена карта сельскохозяйственных земель предприятия.

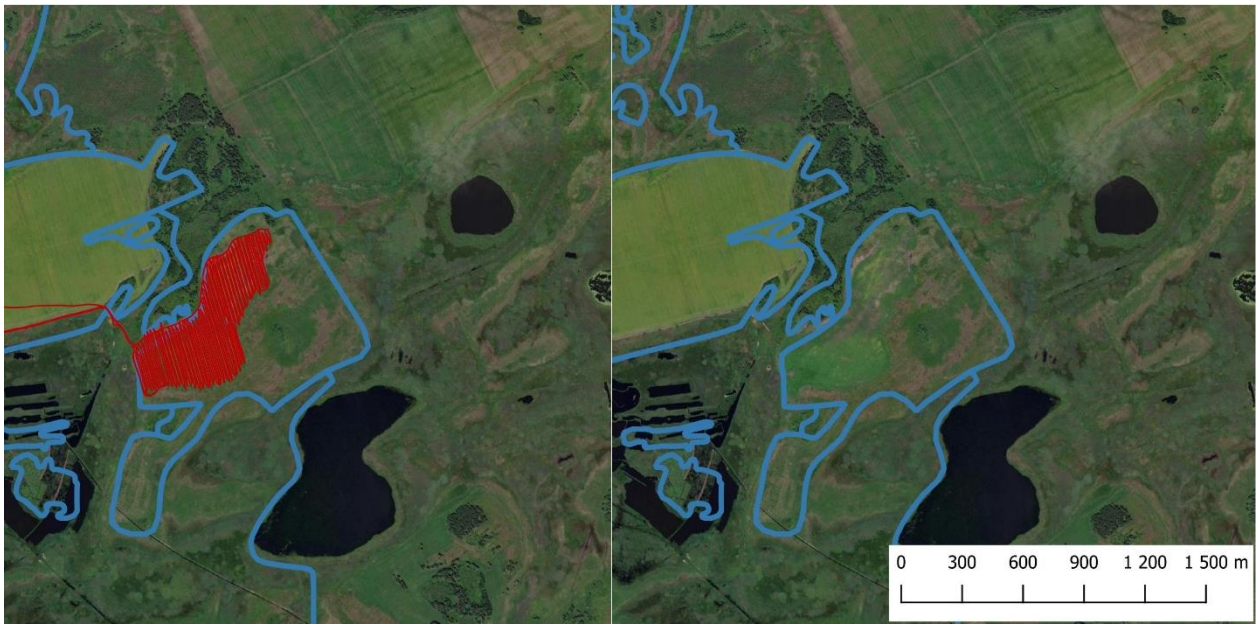


Рис. 3. Сравнение кадастровых данных с актуальной информацией о посевах
Fig. 3. Comparison of inventory data with current planting information

В целях соблюдения земельного законодательства и организации рационального использования земель при дешифрировании и выделении границ полей произведено выявление нарушений в использовании земельных участков и создан слой «Нецелевое использование». Те участки, которые не использовались под пашню, но входили в кадастровый участок автоматически попадали в нецелевое использование. В дальнейшем каждый участок был проанализирован и классифицирован в соответствии с возможным нарушениям использования. В частности, были выделены участки, подверженные зарастанию древесно-кустарниковой растительностью, заболоченные участки, участки с наложением границ полей на границы кадастровых участков. Найденные проблемы еще раз анализировались, используя другие данные и методы (в том числе полевые), и при подтверждении данного факта, отправлялись в соответствующий отдел на устранение.

В рассматриваемом предприятии несколько культур могут располагаться на одном поле. В следствии этого было принято решение в создании отдельного слоя «Культура».

Базой для этого слоя послужил слой «Севооборот», в процессе работы к нему были добавлены сведения о урожайности, типе культур, сортах и площади.

В сельском хозяйстве есть свои нюансы, включенные при составлении данного слоя. Отдельно в слое «Культура» были созданы такие типы значений как «пар», «аренда», «субаренда». Данные типы были введены вследствие того, что аграрии оставляют ежегодно часть земель под «паром», не засеивая ее. Кроме того, для рационального использования земли некоторые участки сдаются в аренду и субаренду. Это также необходимо прописывать в атрибутивной информации, чтобы учитывать данные участки земли.

Все созданные слои используются при проведении работ и организации производства аграрной продукции, а также в целях сбора информации для отчетности.

Одной из главных задач при использовании технологий точного земледелия является составление оперативных карт. Для удобного просмотра и использования карт и атрибутивной информацией аграриями, было принято решение разместить карты в html формате на сервере компании.

При создании веб-карт в QGIS был использован модуль «qgis2web». Данная веб-карта позволяет агрономам быстро получать различную информацию в доступной форме и использовать ее в работе (рис. 4).

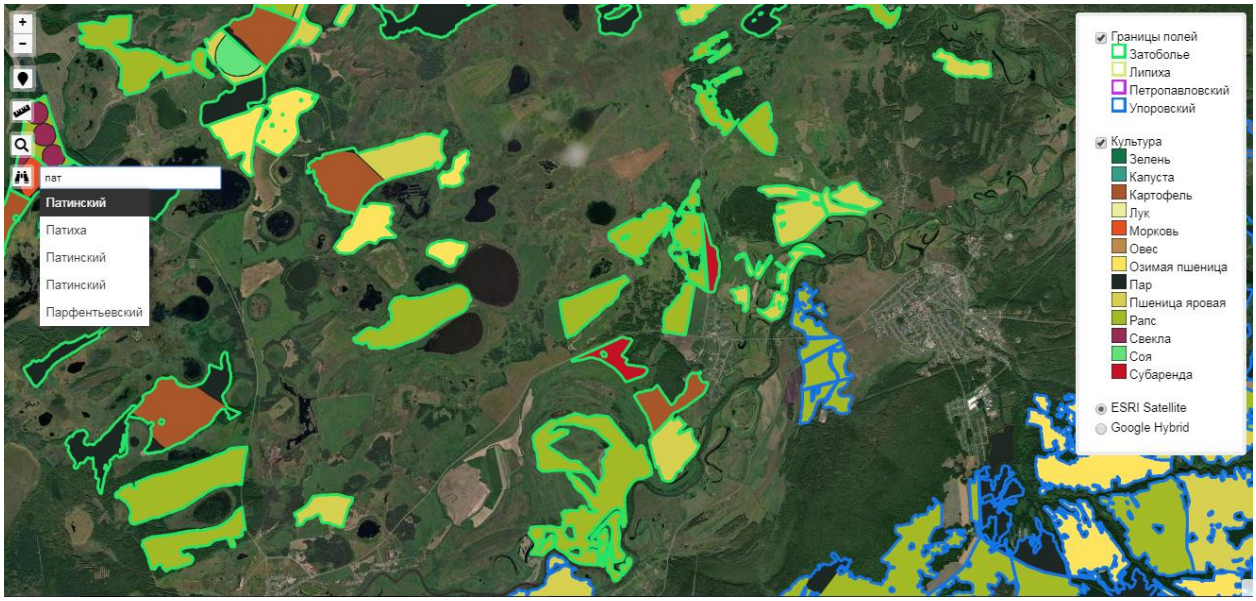


Рис. 4. Веб-карта полей предприятия ООО «Агрофирма КРиММ»
Fig. 4. Web map of the fields of the enterprise LLC "Agrofirma KRiMM"

Должный эффект от применения методов точного земледелия было бы невозможно получить без агрохимического обследования полей и оценки агрохимического состояния почв. Благодаря этим мероприятиям были выявлены участки с различной продуктивностью. На основе таких данных строятся зоны, с которыми можно работать и повышать урожайность, выявляя потребность в конкретных микроэлементах, которые нужно вносить дифференцировано с удобрениями.

Оценка состояния почвы и почвенного потенциала производилась на основе двух видов полевых исследований на территории предприятия в 2018 году. Во-первых, материал был собран при помощи сканера AgriVeris (электропроводность, содержание органического вещества, pH), передающего данные на компьютер с помощью

специального встроенного программного обеспечения. Во-вторых, были взяты в тот же день пробы почв для лаборатории в выделяющихся зонах, на основе сканера AgriVeris. Это необходимо для корректировки данных, полученных со сканера. В результате были получены материалы с трех полей

Полученные материалы со сканера были откалиброваны на основе лабораторных данных и убраны ложные значения (рис. 5). Обработанные данные были интерполированы методом кригинга в ГИС SAGA, на основе которых были построены карты по pH, количеству содержания органического вещества, электропроводности и высоте. Оформление карт производилось в QGIS.

Для оценки достоверности построения карт был выполнен анализ карт, выполненных сторонней компанией и полученных в результате собственного исследования, на одних и тех же данных (рис. 6). Карты, полученные на практике менее генерализованы, но и более точны. Таким образом, было выявлено, что возможно составление карт, не используя услуги сторонних компаний.

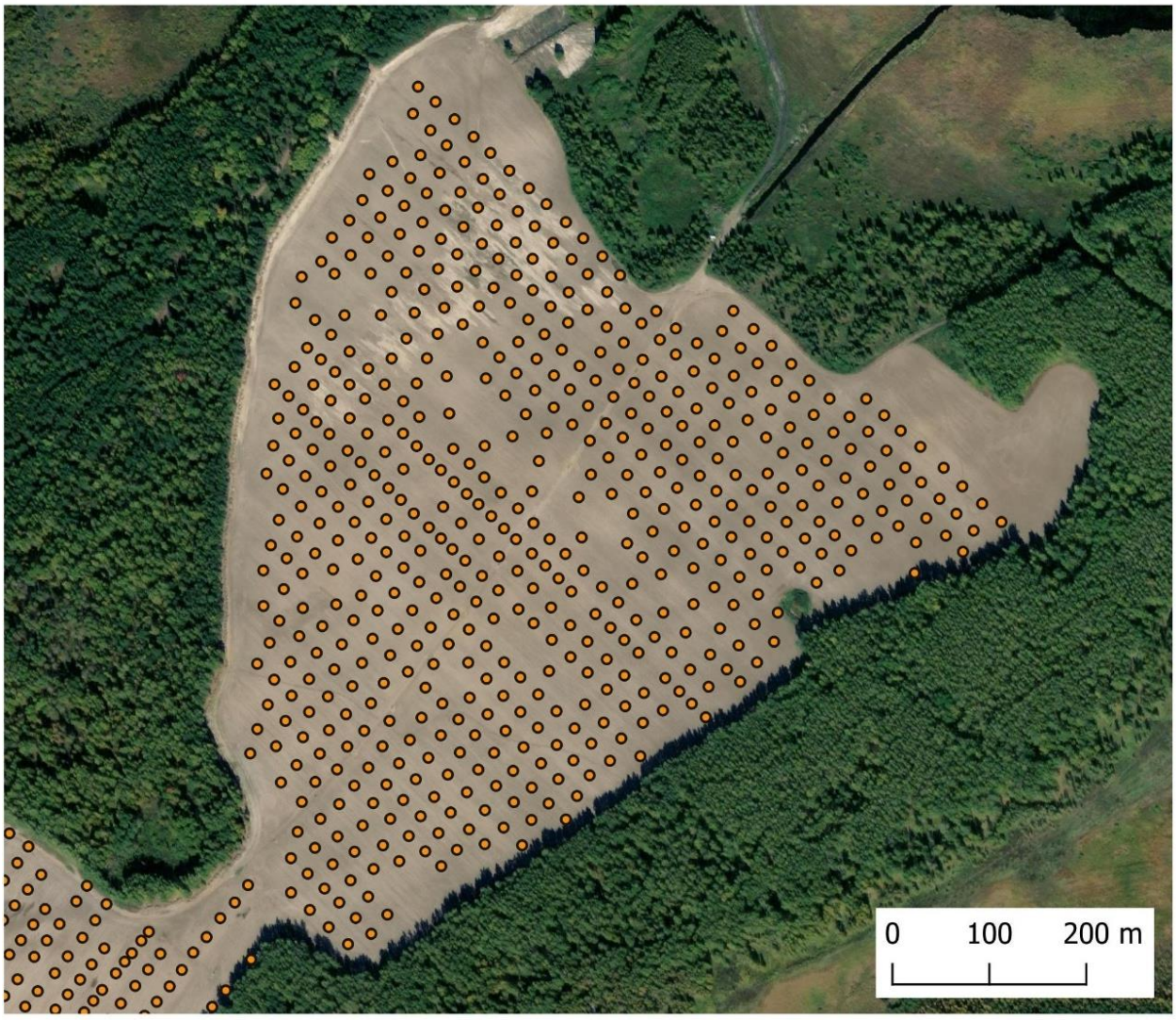


Рис. 5. Расположение полевых данных, со сканера Veris
Fig. 5. Location of field data from the Veris scanner

Построив карты, мы смогли провести оценку почв на участке по таким показателям как содержание органического вещества, электропроводность и pH. К недостаткам использования данного метода является то, что для полноценного анализа необходимо иметь результаты лабораторных исследований по 12 показателям, а не по трем собираемых сканером. В результате из-за небольшого количества апробирования почвы некорректно будет интерполировать значения полевых исследований. В следствии этого неэкономично использовать данных метод для исследования агрохимического состояния поля. Кроме того, так как данное сканирование производится на чистом от посевов поле, то анализ необходимо проводить либо в период севооборота «пар», либо после убора посевов, что является недостаточно удобным. Также для достоверности результатов необходимо производить сканирование полей и отбор почвенных проб при хорошей погоде и в один и тот же день.

Для решения этих проблем было решено использовать метод на основе оценки спектрального индекса NDVI.

Рис. 6. Сравнение карт «Содержание органического вещества в почве на поле Лыково»
Fig. 6. Comparison of maps "Content of organic matter in soil in the Lykovo field"

Один из способов выделения зон продуктивности основывается на оценке спектрального индекса NDVI[1]. Данный индекс имеет значения от -1 до 1. Значение биомассы тем больше, чем индекс ближе к единице. На основе этого можно предположить о хорошем состоянии растительности и высокой производительности данного участка поля в вегетационный период. Таким образом, любое поле делится на три зоны продуктивности: высокая, средняя и низкая.

Полученные на основе индекса NDVI зоны продуктивности сравнивают с данными отбора проб и присваивают значения для типологически одинаковых комплексов.

[1] Вегетационные индексы. Основы, формулы, практическое использование [Электронный ресурс]. URL: http://mapexpert.com.ua/ index_ru.php?id= 20&table=news (дата обращения: 22.03.2021).

Для демонстрации процесса создания агрохимических карт, на основе зон продуктивности приведем пример таких полей как «Верхотурово» и «Вышка 1».

Данными для создания карт послужили снимки от 1 июля 2019 с космического аппарата Sentinel-2 и использованием каналов с красным и ближним инфракрасным диапазонами, характеризующиеся максимальным разнообразием, отображающим вегетационную картину и данные полевого отбора проб произведенного в ноябре 2019 года. Зональные особенности были выявлены с использованием бесплатной онлайн платформы OneSoil[1] (рис. 7). Данный сервис позволяет в автоматическом режиме выделять зоны продуктивности, основанные на значении NDVI за выбранный период. Каждой зоне был присвоен порядковый номер от 1 – с наибольшим вегетационным индексом до 3 – с наименьшим вегетационным индексом. Полученные зоны анализировались и в результате каждой был присвоен показатель из протокола количественного химического анализа почвенного отбора, соответствующий данной территории. Отбор проб производился на основе разнообразной картины поля и соответствовал от 6–15 проб на одно поле (2–5 проб на одну зону).

Табл. 1. Средний показатель проб в каждой зоне на поле
Table 1. Average sample values in each zone at field

Показатель	**Ед. измер.**	**Средний показатель проб**					
		Вышка 1			**Верхотурово**		
Зона продуктивности		**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
pH (водная)	ед. pH	6,5	6,8	7,1	6,3	6,7	5,7
pH (солевая)	ед. pH	5,4	5,8	6,0	5,5	5,9	4,7
Гидролитическая кислотность	ммоль/100 г.	5,0	3,1	2,4	2,9	2,4	3,8
Сумма поглощенных оснований	ммоль/100 г.	18,4	18,2	16,4	12,8	13,3	7,4
Органическое вещество	**%**	12,1	8,0	6,0	6,2	3,4	2,7
Азот нитратный	мг/кг	9,2	9,2	10,9	–	–	–
Азот аммонийный	мг/кг	9,0	7,9	5,5	18,4	18,1	13,9
Фосфор подвижный	мг/кг	196,0	227,3	236,0	161,5	166,0	99,7
Калий подвижный	мг/кг	380,0	283,3	330,0	308,0	245,0	166,7
Сера подвижная	мг/кг	12,6	9,3	4,7	3,9	2,4	2,3
Кальций обменный	ммоль/100 г.	18,8	17,8	15,5	15,0	15,6	10,4
Магний обменный	ммоль/100 г.	2,5	2,5	2,8	1,3	1,3	1,1

[1] OneSoil [Электронный ресурс]. URL: https://onesoil.ai/ru/ (дата обращения: 22.03.2021).

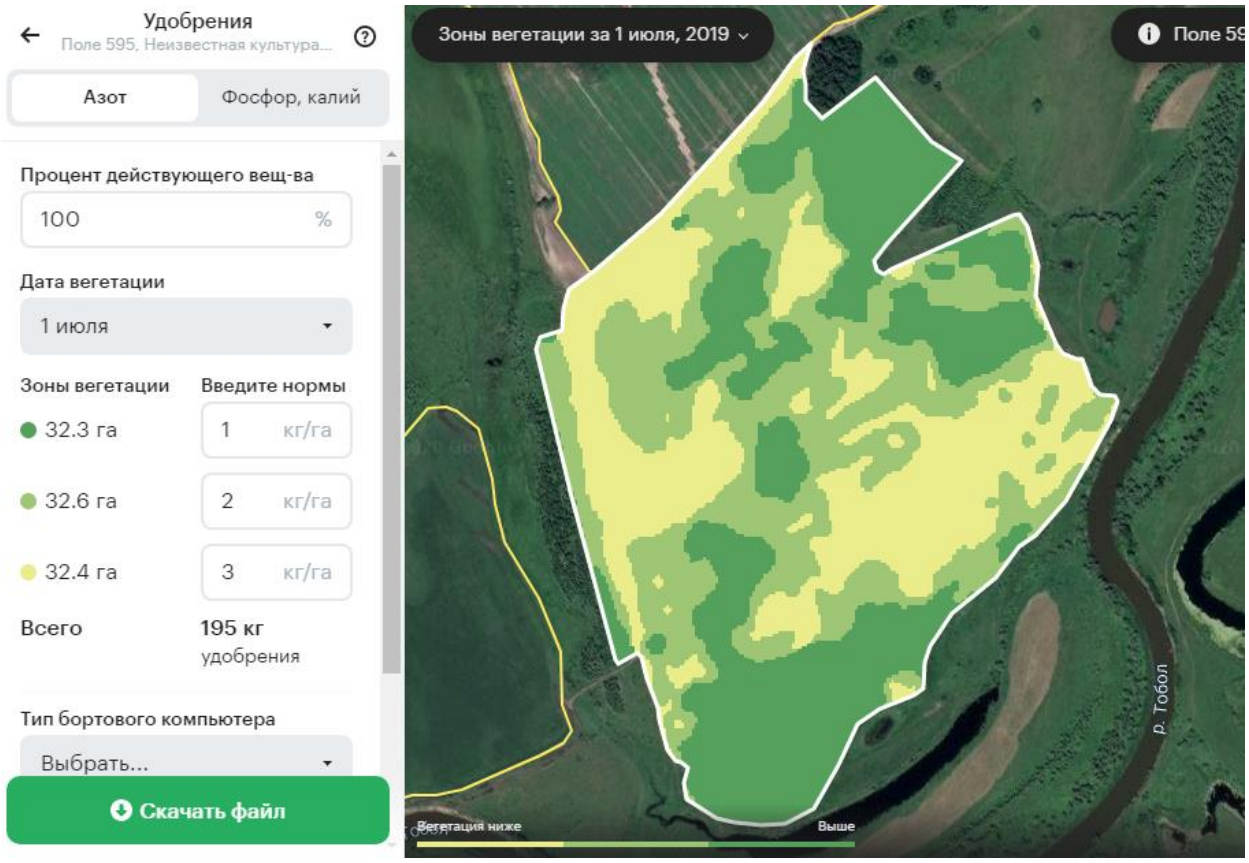


Рис. 7. Выделение зон продуктивности на поле
Fig. 7. Highlighting productivity zones features on the field

В результате работы были созданы карты агрохимического обследования территории. Тематические карты составляются для оперативного картографирования, с учетом использования их работниками сельского хозяйства.

Данный характер использования карты определяет требования к оформлению и точности карт:

Цель: использование тематических карт в качестве оперативного картографирования для принятия агрономических решений.

Аудитория: работники сельскохозяйственной сферы.

Масштаб: 1: 600 000 – 1: 10 000

Проекция: WGS 84 / Pseudo-Mercator

Программное обеспечение: QGIS 3.6.2

Оформление и публикация карт в формате html производилась с помощью программного модуля qgis2web.

Карты оформлялись на основе классификации «Границы интервальных группировок агрохимических показателей»[1]. В данном пособии прописаны интервалы разделения почв на различные группы и рекомендуемый цвет окраски для них. На основе данной классификации были созданы универсальные стили в QGIS для каждого показателя.

[1] Границы интервальных группировок агрохимических показателей. [Электронный ресурс]. URL: https://www.npk-kaluga.ru/gruppirovki.htm (дата обращения: 22.03.2021).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам построения карт агрохимических показателей была выполнена оценка состояния почв и произведен анализ полей «Верхотурово» и «Вышка 1».

Поле «Верхотурово» имеет размеры по площади равные 97,3 га, с посеянной в 2019 году яровой пшеницей. По результатам обследования территории поля было выявлено что участки с наибольшей продуктивностью занимают 32,3 га, участки со средней продуктивностью – 32,6 га и участки с малой продуктивностью занимают 32,4 га.

Приемлемое значение pH пахотного горизонта почвы для яровой пшеницы должно варьироваться в интервале от 6 до 7,5 единиц. В нашем случае площадь участков полей по pH составляет 60 га для интервала от 5 до 6, 9 га для интервала от 6 до 7, и 28,3 га для интервала от 7 до 8.

Согласно полученным результатам, участки с показателем pH от 6 до 8 обладают наибольшей продуктивностью. Исходя из этого, в целях повышения площади плодородных земель необходимо произвести известкование почв, в зонах с низкой кислотностью и продуктивностью. Расчет внесения извести зависит от показателя гидролитической кислотности. Зоны малой продуктивности имеют данный показатель в значениях 4-5 ммоль/100 г. Это определяет необходимость внесения извести с объемом 6-7,5 тонн на гектар. В зонах, где гидролитическая кислотность составляет 3 ммоль/100 г, известь вносится в дозировке 4,5 тонн на гектар. Таким образом, можно повысить уровень плодородия почвы, внеся точечно известь, составив предварительно карту-задание и посчитать насколько более выгодно известковать все поле равномерно.

Кроме того, можно выявить аналогичную зависимость продуктивности и показателей содержания таких веществ как калий, кальций, сера, фосфор и количество органического вещества. При этом по показателям фосфора и кальция наиболее плодородные участки имеют более низкое содержание, чем в средней зоне. А так как пробы были взяты после полевого сезона, то это подтверждает то, что культура вбирает в себя необходимые микроэлементы. Это предположение основывается на том, что плодородные участки имеют оптимальное соотношение агрохимических и агрофизических характеристик, которые позволяют их усвоить. Участки с низкой продуктивностью, несмотря на внесенные микроэлементы с помощью удобрений, не могут усвоить их, из-за неоптимальных условий.

Таким образом, результатом геопространственного агрохимического анализа поля «Верхотурово» является рекомендация по составлению карт-заданий с внесением извести и удобрений в целях повышения плодородия почв.

Поле «Вышка 1» имеет размеры по площади равные 89 га, с посеянной в 2019 году яровой пшеницей и соей.

Яровая пшеница на поле «Вышка 1» имеет высокую и среднюю продуктивность. В первую очередь выявляется зависимость от органического вещества, чем больше содержания органики в почве (больше 10 %), тем продуктивность участка выше. Если рассматривать данные участки по микроэлементам, то содержание таких элементов как фосфор, калий, кальций распределены достаточно равномерно. Данные показатели в первую очередь необходимы для роста растений, поэтому их содержание в почве – высокое. Так как пробы отбирались в ноябре, то в 2020 году по данным показателям вносить удобрения, содержащие данные микроэлементы не нужно. Содержание серы и магния, на участках, где посажена пшеница, распределено неравномерно. В зонах, с низким содержанием данных элементов в почве, следует повысить, внеся одно из следующих удобрений: разновидности «микровита» для серы и доломитовую муку, «серпинтинит» для магния.

Участки, засаженные соей, наиболее разнообразны по продуктивности. На основе данных ДЗЗ, было замечено, что на территории поля, присутствует антропогенные нарушения такие как дорога к поливной станции и поливная станция, что также негативно сказывается на продуктивности участков в этих зонах. Кроме того, было замечено с помощью полевых выездов, что данная культура хорошо чувствует себя и в зонах с низкой продуктивностью. Анализ основных микроэлементов для роста растительности показал, что содержание их достаточно равномерно. Поле имеет достаточно высокую концентрацию кальция по всему полю, исключение составляет зоны с вымочками, что объясняется большим количеством песка, используемого при их засыпке. Кроме того, особенностью данного поля является микрорельеф. Большое влияние на продуктивность зон оказывает угол наклона склонов (уклон 10°). Данная культура увеличивает свою продуктивность в зависимости от количества полива. Так как соя высевается не грядами, а рядами, то искусственные препятствия воде отсутствуют. Таким образом, было замечено, что на данном участке выделяется зависимость от кругового полива и условий увлажнения культуры, которые совместно с агрохимическими показателями дают наиболее плодотворный результат.

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения работ для предприятия были проверены и внедрены технологии точного земледелия. Была произведена инвентаризация земель и обновлены карты земель предприятия, исследованы инструменты сканирования почв, построены две веб-карты, включающие данные по 12 показателям и даны рекомендации по повышению плодородия почв. При выполнении работы использовались открытые программные продукты, такие как QGIS, SAGA, веб-сервис OneSoil. Методика построения тематических карт была основана на результатах исследования почвенного апробирования, 2D-моделирования и материалах ДЗЗ.

В итоге установлено, что инвентаризация сельскохозяйственной территории позволяет оперативно выделять участки с нецелевым использованием в целях устранения нарушений земельного законодательства и своевременного производства культуртехнических и мелиоративных мероприятия, также это позволяет автоматизировано обновлять данные о изменении площадей сельскохозяйственных угодий. Кроме того, хранение такой пространственной информации является своеобразным архивом данных или «книгой полей» и позволяет вести учет сельскохозяйственных земель.

Внедрение работы с веб-картами позволило предприятию обширно использовать инструменты веб-картографии при анализе сельскохозяйственных культур, а также автоматизировать процесс создания отчетов.

Разработка и использование методики по составлению тематических карт на основе сканирования полей показала, что существует возможность отказаться от услуг сторонних компаний, не потеряв в качестве картографической продукции, созданной силами предприятия. Кроме того, в ходе работы были выявлены недостатки использования оборудования компании Veris, что привело к смене способа отбора проб и повышению качества выполняемых работ.

Наибольшую эффективность и потенциал показали карты, составленные на основе индекса NDVI и почвенного апробирования. По результатам анализа данных карт возможно выявление закономерностей почвенных показателей. Было выявлено, что зоны с наибольшей продуктивностью имеют меньшее содержание микроэлементов в почве, так как усваиваются растениями. На основе этого вывода были даны рекомендации по повышению плодородия почв на поле «Вышка 1» и «Верхотурово» и составлению карт-

задач. Данное исследование закономерностей показало перспективу использования технологий точного земледелия для расчета прогноза урожайности поля.

Таким образом, все технологии были внедрены на предприятии ООО «Агрофирма КРиММ» и прошли практическую проверку. По результатам двух лет данные технологии позволили эффективно анализировать пространственную информацию, при этом показав перспективу использования данного направления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Баич Д.* Геоинформационные системы и точное земледелие: концепция, теория и практика. Геополитика и экогеодинамика регионов, 2019. Т. 5 (15). № 3. С. 51–64.
2. *Бикбулатова Г.Г.* Технология точного земледелия. Омский научный вестник, 2008. № 2(71). С. 45–49.
3. *Брыжко В.Г., Брыжко И.В.* Совершенствование социальной инфраструктуры сельских территорий на основе рационального землепользования. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Экспертно-консалтинговый центр «Профессор», 2019. 200 с.
4. *Брыжко И.В., Шабалина Т.В.* Картографирование полей для целей землеустройства и точного земледелия. Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию основания университета, Пермь, 20 октября 2020 года. – Пермь, 2020. С. 382–384.
5. *Галеев Э.И.* Роль картографии для точного земледелия. Вестник Башкирского государственного аграрного университета, 2019. № 2 (50). С. 21–26. DOI: 10.31563/1684-7628-2019-50-2-21-26.
6. *Ишбулатов М.Г.* Создание электронных карт для ведения точного земледелия. Российский электронный научный журнал. 2018. № 4 (30). С. 206–216. DOI: 10.31563/2308-9644-2018-30-4-206-216.
7. *Рулев А.С.* Геоинформационные технологии в обеспечении точного земледелия. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, 2018. № 4 (52). С. 115–122. DOI: 10.32786/2071-9485-2018-04-15.
8. *Рунов Б.А.* Новейшие технологии (точное земледелие) – основа развития выгодного сельского хозяйства. Экономика сельского хозяйства России, 2010. № 2. С. 25–34.
9. *Якушев В.П.* Цифровые технологии точного земледелия в реализации приоритета "умное сельское хозяйство" России. Вестник российской сельскохозяйственной науки, 2019. № 2. С. 11–15. DOI: 10.30850/vrsn/2019/2/11-15.
10. *Якушев В.П., Якушев В.В., Матвеенко Д.А.* Роль и задачи точного земледелия в реализации национальной технологической инициативы, Агрофизика. 2017. № 1. С. 51–65.
11. *Mulla D., Khosla R.* Historical Evolutionfns Recent Advances in Precision Farming. Canadian Agriculture Library, September 2017.

REFERENCES

1. *Baich D.* Geoinformation systems and precision farming: concept, theory and practice. Geopolitics and ecogeodynamics of regions, 2019. V. 5 (15). No 3. P. 51–64 (in Russian).
2. *Bikbulatova G.G.* Precision farming technology. Omsk Scientific Bulletin, 2008. No 2 (71). P. 45–49 (in Russian)

3. *Bryzhko V.G., Bryzhko I.V.* Improving the social infrastructure of rural areas based on rational land use. Moscow: Limited Liability Company "Expert and Consulting Center" Professor ", 2019. 200 p. (in Russian).
4. *Bryzhko I.V., Shabalina T.V.* Mapping fields for land management and precision farming. Agrotechnologies of the XXI century: development strategy, technologies and innovations: materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 90th anniversary of the university foundation, Perm, October 20, 2020. Perm, 2020. P. 382–384 (in Russian).
5. *Galeev E.I.* The role of cartography for precision agriculture. Bulletin of the Bashkir State Agrarian University, 2019. No 2 (50). P. 21–26. DOI: 10.31563 / 1684-7628-2019-50-2-21-26 (in Russian).
6. *Ishbulatov M.G.* Creation of electronic maps for precision farming. Russian electronic scientific journal, 2018. No 4 (30). P. 206–216. DOI: 10.31563 / 2308-9644-2018-30-4-206-216 (in Russian).
7. *Mulla D., Khosla R.* Historical Evolutionfns Recent Advances in Precision Farming. Canadian Agriculture Library, September 2017.
8. *Rulev A.S.* Geoinformation technologies in providing precision farming. Bulletin of the Nizhnevolzhsky agro-university complex, 2018. No 4 (52). P. 115–122. DOI: 10.32786/ 2071-9485-2018-04-15 (in Russian).
9. *Runov B.A.* The latest technology (precision farming) is the basis for the development of profitable agriculture. Agricultural Economics of Russia, 2010. No 2. P. 25–34 (in Russian).
10. *Yakushev V.P.* Digital technologies of precision farming in the implementation of the "smart agriculture" priority in Russia. Bulletin of Russian agricultural science, 2019. No 2. P. 11–15. DOI 10.30850 / vrsn / 2019/2 / 11-15 (in Russian).
11. *Yakushev V.P., Yakushev V.V., Matveenko D.A. The* role and objectives of precision farming in the implementation of the national technological initiative, Agrophysics. 2017. No 1. P. 51–65 (in Russian)

УДК: 912.648+504.05 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-82-91**

Е.В. Бондарь[1], **А.В. Скрипчинский**[2] , **Ю.В. Бурым**[3], **В.В. Мовсесова**[4]

ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

Риск-ориентированный подход в контрольно-надзорной деятельности в сфере землепользования остается актуальным по целому ряду причин несмотря на значительный опыт работы в этом направлении. Так до сих пор не решены вопросы, связанные с взаимодействием ветвей надзорно-контрольных органов от федерального до муниципального уровня. Нет единых критериев деления объектов по группам риска с учетом региональный условий. Для анализа результативности деятельности Россельхознадзора (Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору) в области оценки земельных участков сельскохозяйственного назначения для республики Карачаево-Черкессия применили геоинформационные технологии, позволившие дать объективную оценку эффективности системы риск-ориентированного подхода. Из выявленных 478 земельных участков, большая часть принадлежит к участкам, не отнесенных к категориям среднего или умеренного риска (68,6 %), порядка 28 % участков характеризуются категорией умеренного, а 3,1 % среднего риска. С использованием общедоступных источников информации была создана база данных земельных участков с определением категории риска. В программе QGIS построена геоинформационная модель плотности земельных участков (теплокарта). Созданные тематические карты позволили выявить особенности земельных участков, имеющих среднюю и умеренную категории риска.

Главной особенностью применения риск-ориентированного подхода является отсутствие земельных участков подлежащих плановой проверки в лесной зоне, предгорных субальпийских и высокогорных субальпийских и альпийских лугах, Карачаево-Черкесской Республики, где находятся два природных биосферных заповедника и множество охраняемых природных территорий регионального значения. Незначительное количество проверяемых земельных участков выявлено и в границах Кавказских Минеральных Вод – особо охраняемого эколого-курортного региона страны. Территориально расположенного в Карачаево-Черкесской Республике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: риск-ориентированный подход, контрольно-надзорная деятельность, Карачаево-Черкесская Республика**,** геоинформационные технологии.

[1] Северо-Кавказский федеральный университет, Институт наук о Земле, проспект Кулакова, 16/1 (корпус № 16), 355035, Ставрополь, Россия, *e-mail:* **evbondar68@gmail.com**

[2] Северо-Кавказский федеральный университет, Институт наук о Земле, проспект Кулакова, 16/1 (корпус № 16), 355035, Ставрополь, Россия, *e-mail:* **ron1975@list.ru**

[3] Северо-Кавказский федеральный университет, Институт наук о Земле, проспект Кулакова, 16/1 (корпус № 16), 355035, Ставрополь, Россия, *e-mail:* **yuvburym@mail.ru**

[4] Северо-Кавказский федеральный университет, Институт наук о Земле, проспект Кулакова, 16/1 (корпус № 16), 355035, Ставрополь, Россия, *e-mail:* **vmovsesova@ncfu.ru**

Elena V. Bondar [1], **Andrey V. Skripchinsky**[2] ,
Yuri V. Burym[3] , **Victoria V. Movsesova**[4]

ASSESSMENT OF AGRICULTURAL LAND PLOTS USING A RISK-BASED APPROACH BASED ON GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

ABSTRACT

The risk-based approach in the control and supervisory activities in the field of land use remains relevant despite significant experience in this area. Since the issues related to the interaction of the branches of supervisory and control bodies from the federal to the municipal level have not yet been resolved. There are no uniform criteria for assigning objects to a particular risk group, considering regional conditions.

To analyze the performance of the Rosselkhoznadzor (the Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance) in the field of agricultural land assessment for the Republic of Karachay-Cherkessia, geoinformation technologies were used, which made it possible to give an objective assessment of the effectiveness of the risk-based approach system. Four hundred seventy eight land plots were identified, most of them belongs to land plots that are not classified as medium or moderate risk (68,6 %), about 28 % of all plots are considered as moderate risk, and 3.1 % of land plots are classified as medium risk.

Using publicly available sources of information, a land plots database was created with the definition of the risk category. A geoinformation model of the density of land plots (heat map) is constructed using the QGIS software. The thematic maps created made it possible to identify the features of land plots with medium and moderate risk categories.

The main feature of the risk-based approach is the absence of land plots subject to routine inspection in the forest zone, foothill subalpine and high-altitude subalpine and alpine meadows, Karachay-Cherkessia Republic, where there are two natural biosphere reserves and many protected natural areas of regional significance. A small number of inspected land plots were also identified within the boundries of specially protected ecological and resort region of the Russian Federation, Caucasian Mineral Waters, which is geographically located in the Karachay-Cherkessia Republic.

KEYWORDS: risk-based approach, control and supervisory activities, Karachay-Cherkessia Republic, geoinformation technologies

ВВЕДЕНИЕ

Риск-ориентированный подход в контрольно-надзорной деятельности осуществляется масштабно в Российской Федерации с 2016 г. и закреплен в статье 8.1 Федерального закона от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и

[1] North Caucasus Federal University, Institute of Earth Sciences, Kulakov avenue, 16/1 (building number 16), 355035, Stavropol, Russia, *e-mail:* **evbondar68@gmail.com**

[2] North Caucasus Federal University, Institute of Earth Sciences, Kulakov avenue, 16/1 (building number 16), 355035, Stavropol, Russia, *e-mail:* **ron1975@list.ru**

[3] North Caucasus Federal University, Institute of Earth Sciences, Kulakov avenue, 16/1 (building number 16), 355035, Stavropol, Russia, *e-mail:* **yuvburym@mail.ru**

[4] North Caucasus Federal University, Institute of Earth Sciences, Kulakov avenue, 16/1 (building number 16), 355035, Stavropol, Russia, *e-mail:* **vmovsesova@ncfu.ru**

индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»[1].

В соответствии с вышеприведенным законом, утверждены правила отнесения юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и используемых ими земельных участков к конкретной категории риска.

Принятые Президентом страны и Правительством решения в первую очередь нацелены на повышение эффективности контрольно-надзорной деятельности при наилучшем использовании как материальных, финансовых так и кадровых ресурсов органов федерального государственного контроля, для уменьшения административного бремени на представителей среднего и малого при проведении контрольных и надзорных мероприятий.

В качестве преимуществ риск-ориентированного подхода рассматривается:

1) активное использование методов оценки риска, дающее возможность уменьшить общую административную нагрузку на субъекты хозяйственной деятельности и при этом повысить уровень результативности контрольно-надзорной деятельности;
2) внедрение дифференцированного подхода при проведении контрольных мероприятий в зависимости от степени риска причинения ущерба субъектами хозяйственной деятельности;
3) осуществлять надзорные проверки в зависимости от степени риска деятельности предприятия.

Разработанная законодателями «дорожная карта», внесенные за пять лет изменения в федеральное законодательство и принятые правительством поправки в «Положение о государстве земельном надзоре» направлены на применение риск-ориентированного подхода Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору и ее территориальными органами, осуществляющими государственный земельный надзор за участками сельскохозяйственного назначения отнесенных к одной из категорий риска.

Такой подход действует в течение трех лет на территории Ставропольского края. За это время удалось снизить количество плановых проверок на 40-50 %, но при том не отмечено снижение числа нарушений обязательных требований и уровня ущерба, нанесенного почвам как объекту охраны окружающей среды.

Внедренная система риск-ориентированного подхода позволила освободится от «пустых» мероприятий, т.е. тех в ходе проведения которых не установлены нарушения. На данном этапе можно говорить о достижении оптимального использования финансовых, материальных и трудовых ресурсов. При этом увеличение результативности деятельности учреждений государственного земельного надзора остается формальным, за счет невысокого уровня профессиональной подготовка инспекторов нижнего звена. Применяемая система не учитывает региональные особенности использования земельных ресурсов и их отдельные характеристики [*Бондарь, Скрипчинский и др.,* 2018].

Опыт использования риск-ориентированного подхода в Карачаево-Черкесской республике заслуживает тщательного рассмотрения. Особенностью распределения земель сельскохозяйственного назначения в республике является преобладание доли личных подсобных хозяйств (51,4 %) над сельскохозяйственными организациями (27,5 %) и крестьянскими (фермерскими) хозяйствами (21,1 %). Весомую роль в сельскохозяйственном секторе играет животноводство, основывающееся на естественных кормовых угодьях, представленных альпийскими пастбищами на которых произрастает 235 растениями-эндемиками.

[1] КонсультантПлюс. Электронный ресурс: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_ LAW_83079/ (дата обращения 19.04.2021).

На территории республики расположена часть образованного Указом Президента Российской Федерации от 27.03.92 N 309 «Об особо охраняемом эколого-курортном регионе Российской Федерации»[1] особо охраняемого эколого-курортного региона Российской Федерации – Кавказские Минеральные Воды. Это часть Малокарачаевского и восточная часть Прикубанского районов республики.

В пределах территории Карачаево-Черкесской республики находятся уникальные государственные природные заповедники имеющие статус – биосферные – Тебердинский и часть Кавказского, федеральный заказник «Даутский», семь заказников регионального значения и 61 памятник природы.

Целью работы стал анализ применения риск-ориентированного подхода для оценки земель сельскохозяйственного назначения Карачаево-Черкесской Республики с использованием геоинформационных технологий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При выборе методов исследования основной акцент сделан на критериях отнесения земельных участков сельскохозяйственного назначения, к определенной категории риска (опасности) используемых при осуществлении проверок Федеральной службой по ветеринарному и фитосанитарному надзору государственного земельного надзора в соответствии с Постановлением Правительства РФ «Об утверждении Положения о государственном земельном надзоре» от 02.01.2015 № 1 (с изменениями на 7 сентября 2020 года)[2], на основании которых выявлены земельные участки и получены их кадастровые номера.

При выявлении участков использовались общедоступные данные дистанционного зондирования Земли – сервисы Google Maps, Яндекс. Карты, информационного ресурса – «Публичная кадастровая карта»[3]. Были получены географические координаты цетроидов земельных участков и сформирована база данных более чем по 450 участкам, которые отвечают вышеуказанным критериям. В дальнейшем на их основании созданы точечные объекты в QGIS. Для каждого участка земель сельскохозяйственного назначения определена категория риска, исходя из «Положения о государственном земельном надзоре».

Для создания геоинформационной модели плотности земельных участков Карачаево-Черкесской республики применялся модуль «Создание теплокарт», использующий ядерную оценку плотности распределения для создания растровой карты плотности (теплокарты) по заданному точечному векторному слою. Плотность вычислялась по количеству точек в определенной области. Большая численность точек даёт большее значение плотности. Теплокарты позволяют легко распознать скопления точек и выявлять «горячие» области[4]. Нами выбран радиус, равный 17,84 км. Впоследствии с использованием подложек были построены тематические карты.

---

1 Президент России. Электронный ресурс: http://www.kremlin.ru/acts/bank/1109 (дата обращения 18.04.2021).

2 Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. Электронный ресурс: https://docs.cntd.ru/document/420243939 (дата обращения 18.04.2021).

3 Публичная кадастровая карта. Электронный ресурс: https://pkk.rosreestr.ru (дата обращения 16.04.2021).

4 QGIS. Модуль «Теплокарта». Электронный ресурс: https://docs.qgis.org/2.2/ ru/docs/user_ manual/plugins/plugins_heatmap.html (дата обращения 15.04.2021).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ пространственного распространения земельных участков, которые могут быть причислены к различным категориям риска позволяет заключить, что большая часть земельных участков соответствует наиболее освоенной в сельскохозяйственном отношении территории Карачаево-Черкессии. В горной части республики, отнесенные к различным категориям риска, они размещаются вдоль горных рек и имеют фрагментарное распространение. В районе долин рек Уруп, Большая Лаба, Уллухурзук и Уллу-Кам такие участки не выявлены. В верховьях Большого Кавказа земельные участки, подлежащие земельному контролю, также отсутствуют (рис. 1).

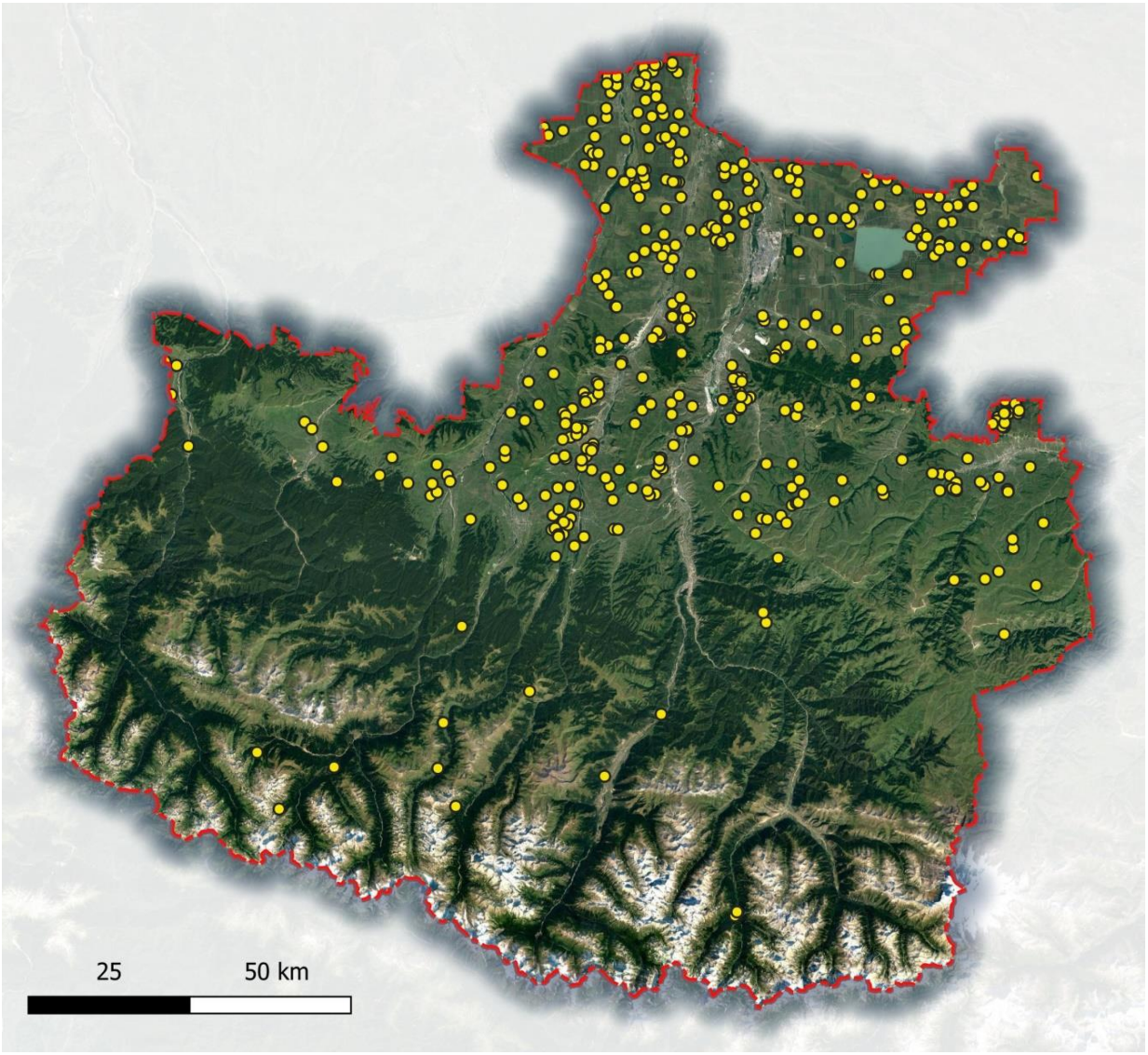


Рис. 1. Выявленные земельные участки на территории Карачаево-Черкесской республики согласно Постановлению Правительства РФ № 1 от 02.01.2015 г.

Fig. 1. Identified land plots on the territory of the Karachay-Cherkess Republic in accordance with the Decree of the Government of the Russian Federation No. 1 dated 02.01.2015

Из выявленных 478 земельных участков, большая часть принадлежит к участкам, не отнесенных к категориям среднего или умеренного риска (68,6 %), порядка 28 % участков характеризуются категорией умеренного, а 3,1 % среднего риска.

Пространственный анализ исследованных участков отнесенных к категории умеренного риска, выявил их смежность с земельными участками, отнесенными к землям промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, землям для обеспечения космической деятельности, обороны, безопасности и землям иного специального назначения (рис. 2).

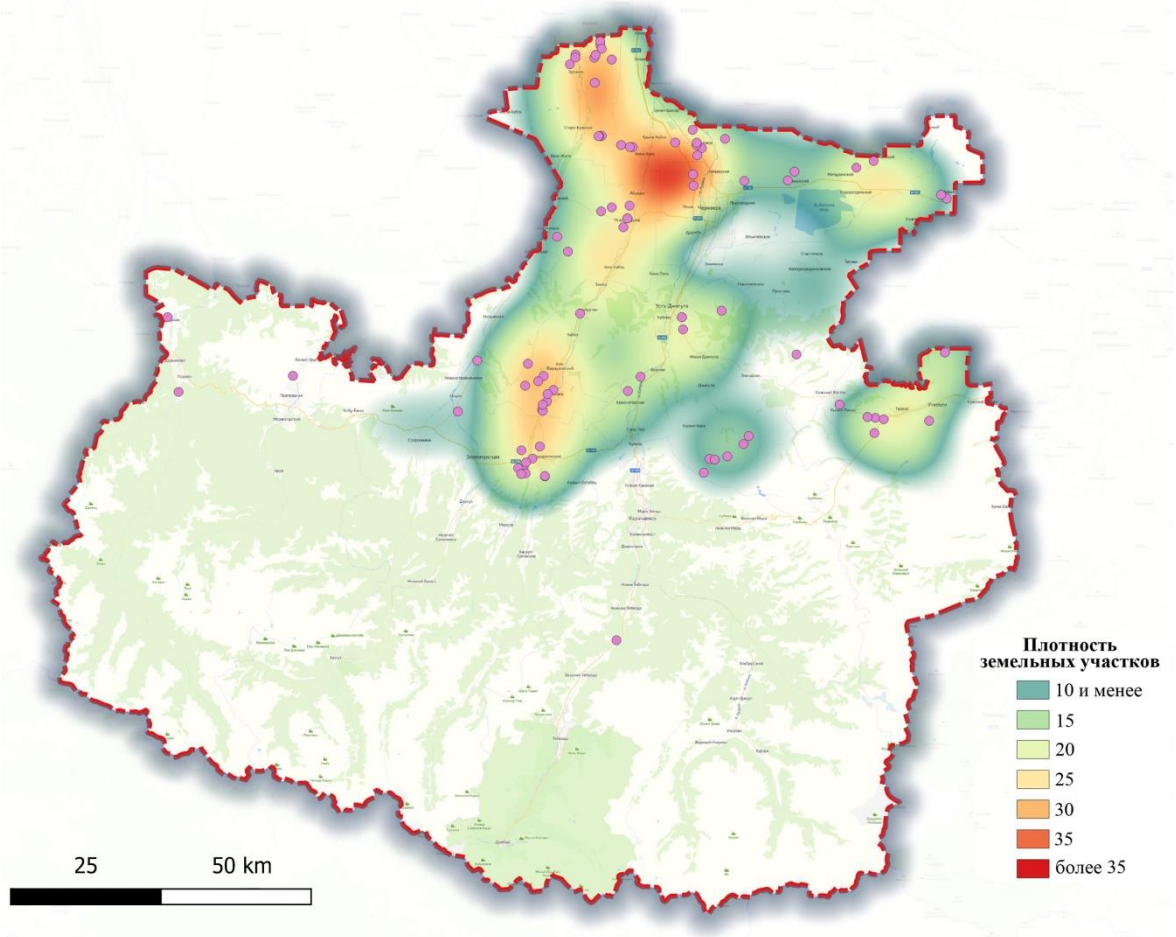


Рис. 2. Земельные участки умеренной категории риска. Точками показаны земельные участки

Fig. 2. Land plots of moderate risk category. The dots show the land plots

Значительно больше земельных участков, относящихся к категории умеренного риска на территории Карачаево-Черкесской республики, чем земельных участков, относящихся к средней категории риска. Большинство из них располагаются вдоль главных транспортных магистралей и коррелируют с основными локусами плотности выявленных земельных участков всех категорий риска.

Земельные участки с умеренной категорией риска отсутствуют в горной части республики, кроме одного, расположенного между аулами Нижняя Теберда и Верхняя Теберда. В соответствии с общим трендом, земельные участки данной категории риска сконцентрированы в равнинной части республики. Земельные участки умеренной категории риска в особо охраняемом эколого-курортном регионе Кавказские Минеральные Воды в пределах Карачаево-Черкесской республики практически отсутствуют.

Пространственный анализ земельных участков средней категории риска, показал, что они локализуются на ограниченной части равнинной территории Карачаево-

Черкесской республики. Только два земельных участка (14%) из всех выявленных характеризуются как земельные участки, смежные с земельными участками, на которых расположены комплексы по разведению сельскохозяйственной птицы (с проектной мощностью 40 тыс. птицемест и более) и располагаются в окресностях п. Майского. Значительная доля земельных участков отвечает критерию мелиорируемые и мелиорированные земельные участки, они сосредоточенны в районе Кубанского водохранилища, где имеют корреляцию с общей плотностью рассматриваемых земельных участков (рис. 3).

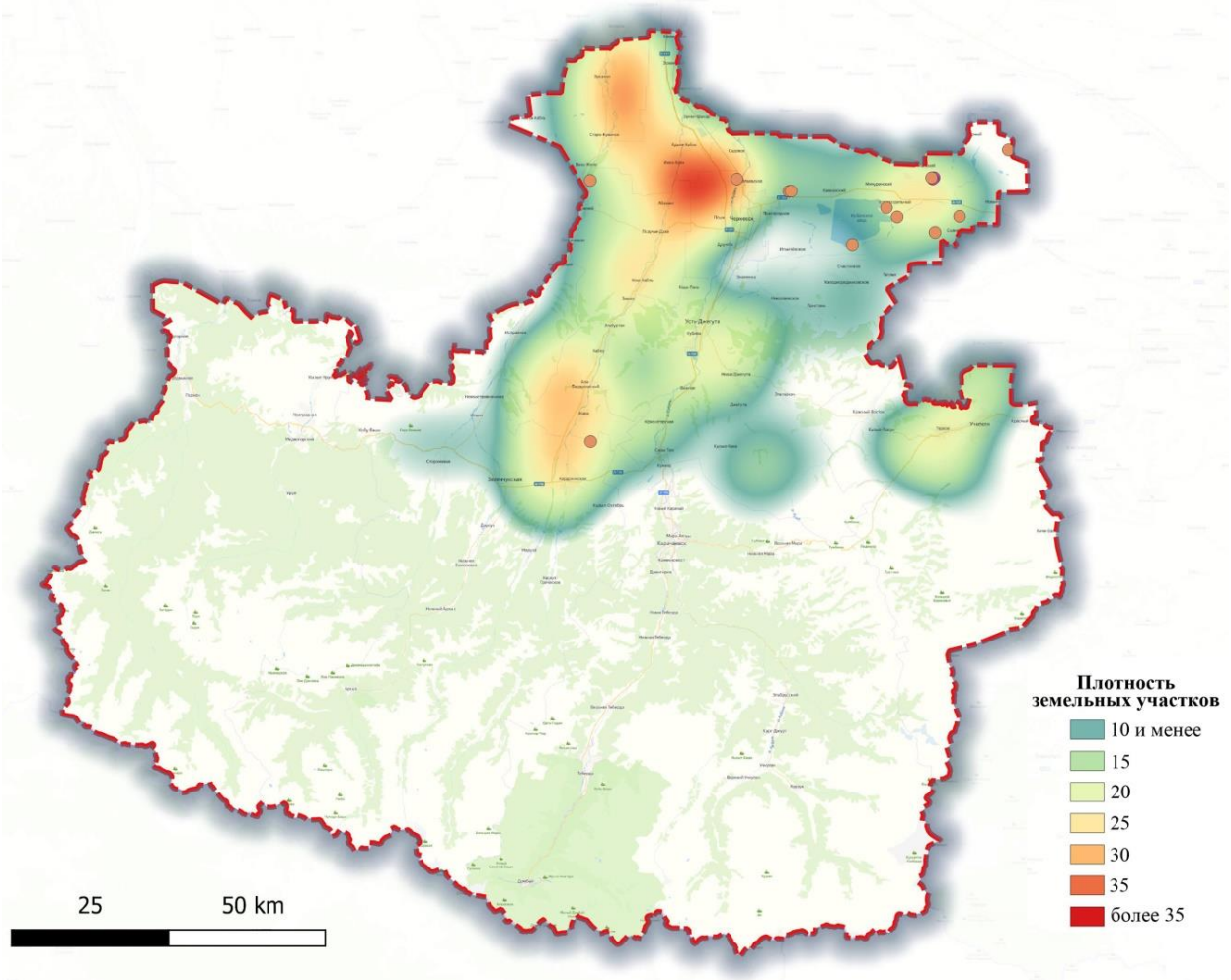


Рис. 3. Земельные участки средней категории риска. Точками показаны земельные участки

Fig. 3. Land plots of medium risk category. The dots show the land plots

Избегут плановых проверок и будут проверяться только по заявлениям граждан и в случае возникновения угрозы жизни и здоровью граждан земельные участки, расположенные в большей части Малокарачаевского, Урупского и Зеленчукского районов республики, а также в Карачаевском районе.

Особо стоит отметить, что в Постановлении Правительства РФ «Об утверждении Положения о государственном земельном надзоре» от 02.01.2015 № 1 нет сведений о том, к каким категориям следует относить земельные участкам, попадающие в зону действия Указа Президента РФ от 27.03.92 N 309 «Об особо охраняемом эколого-курортном регионе Российской Федерации» и эти участки проверяются на общих основаниях, хотя все виды рисков здесь значительно возрастают.

Большая часть республики, относящаяся к лесной зоне, предгорным субальпийским и высокогорным субальпийским и альпийским лугам не будет проверяться систематически при применении риск-ориентированного подхода, но эти участки начинают испытывать серьезную нагрузку в связи с расширением животноводческой отрасли и следовательно увеличением пастбищной нагрузки, что может негативно сказаться на структуре биоразнообразия.

ВЫВОДЫ

В земельном надзоре сегодня имеется четыре основные ветви: Россельхознадзор (федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору), Росприроднадзор (федеральная служба по надзору в сфере природопользования), Росреестр (федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии) и муниципальный земельный контроль. Россельхознадзор и Росприроднадзор в своих полномочиях разграничены по категориям земель, но обе федеральные службы осуществляют природоохранную деятельность. Росреестр кроме надзора и контроля кадастровых характеристик ещё обязан проверять целевое назначение земель, это же контролируют и первые две ветви федерального надзора. Муниципальный земельный контроль осуществляет все выше названные функции на муниципальных землях. На лицо дублирование полномочий федеральных служб. Необходимо внести уточнения в нормативно-правовую базу о разграничении полномочий предварительно определив степень эффективности работы муниципального земельного контроля.

У каждой из них свой подход к распределению земельных участков по категориям рисков. Таким образом, субъект проверки попадает под давление различных ветвей надзора одновременно, а некоторые субъекты проверки вообще не попадают под проверки по существующим категориям риска, но их деятельность несет существенные риски.

На сегодняшний день более 50 % плановых надзорных мероприятий земельного надзора проводятся нецелесообразно, что обусловоенно несовершенством правовых механизмов, в связи с чем под предложенные законодателем критерии риска не подпадает значительная часть участков, на которых высока степень нарушения обязательных требований.

Стоит признать, что критерии риска используемые в земельном надзоре не предполагают учет региональной географической, экологической и экономической специфики, а именно – кадастровое соседство с землями промышленности, кадастровую стоимость и др. Отсутствие систем бонитировки плодородия и учета высокопродуктивных земель в риск-ориентированном подходе значительно снижает его эффективность. Кроме того, присвоение поднадзорным субъектам и объектам категории риска приводит к значительным временным затратам, а эта задача возложена на контрольно-надзорные органы, что исключает объективность.

Внесение изменений в Приложение N 1 «Положение о государственном земельном надзоре» с учетом Указа Президента Российской Федерации от 27.03.92 N 309 «Об особо охраняемом эколого-курортном регионе Российской Федерации» позволит Россельхознадзору эффективно осуществлять плановые проверки, опираясь на статью 8 в свете учета нецелевого использования земель.

С 1 июля 2021 г. вступил в силу Федеральный закон «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31.07.2020 N 248-ФЗ (с изменениями и дополнениями), но к сожалению, он не предусматривает никаких изменений по риск-ориентированному подходу.

Пространственный анализ на базе геоинформационных технологий показал слабую эффективность применения риск-ориентированного подхода без учета региональных

особенностей, а также определил возможные риски для эталонных участков природы, имеющих федеральный и международный статус в Карачаево-Черкесской республике, что представляет угрозу устойчивому развитию территории.

Важно отметить перспективы пространственного анализа с применением современных геоинформационных технологий в использовании риск-ориентированного подхода, который позволяет выявить неполноту данных всех критериев риска. Перспективность примения данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий отмечается и при выявлении кадастровых ошибок [*Богданова, Николаева,* 2019]. Именно применение геоинформационных систем дает возможность учитывать специфику территории и производить дифференциацию критериев риска, что особенно важно для нашей страны, характеризующейся разнообразными как географическими, так и социально-экономическими особенностями.

В итоге можно заключить, что весьма позитивная и эффективная модель риск-ориентированного подхода при ведении государственного контроля и надзора в землепользовании приводит к многочисленным сложностям, как при правовом регулировании, так и в правоприменении.

Для обоснования выбора направлений и объектов контроля, повышения эффективности и определении основных направлений в развитии системы по оценке риска при планировании госнадзора необходимо учитывать международный опыт и прежде всего Великобритании, как страны одной из первых перешедшей на риск-ориентированный подход. На сегодняшний день все контролирующие службы в Великобритании ведут деятельность в соответствии с принципами установленными Кодексом работы инспекций, отраженых в регламентах проведения проверок, и в подходах к их назначению [*Hutter,* 2005]. Кодексом определены и принципы управления рисками. По мнению специалистов государству не стоит стремиться к снижению рисков до минимальных показателей, а стоит отдать предпочтение научному подходу к рискам [*Nicholls,* 2015; *Black,* 2010].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богданова Н. С, Николаева О.Н.* О выявлении некоторых кадастровых ошибок на основе риск-ориентированного подхода. Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения, 2019. Т. 1. С. 36–40. Электронный ресурс: https://elibrary.ru/download/elibra ry_41155807_ 79663979.pdf (дата обращения 18.04.2021).
2. *Бондарь Е.В., Скрипчинский А.В., Седых Р.Ю.* Разработка методических приемов оценки земельных участков сельскохозяйственного назначения с применением риск-ориентированного подхода на основе геоинформационных систем. «Наука, Инновации, Технологии» Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета, 2018. № 3. С. 181–194. DOI: 10.37 495/23084758-2018-3-181-194.
3. *Nicholls A.* The Challenges and Benefits of Risk-Based Regulation in Achieving Scheme Outcomes, Motor Accidents Insurance Regulation NSW State Insurance Regulatory Authority, Presented to the Actuaries Institute Injury Schemes Seminar, 8–10 November 2015, Adelaide. 18 p. Web resource: https://www.actuaries.asn.au/Library/Events/ACS/2015/NichollsRegulation.pdf (accessed 19.04.2021).
4. *Hutter B.M*. The Attractions of Risk-based Regulation: accounting for the emergence of risk ideas in regulation. Published by the Centre for Analysis of Risk and Regulation at the London School of Economics and Political Science Houghton Street London WC2A

2AE, discussion paper No 33. Printed and bound by Printflow, March 2005. Web resource: https://www.researchgate.net/ publication/263336209 The Attractions of Risk-Based Regulation Accounting for the Emergence of Risk Ideas in Regulation (accessed 18.04.2021).

5. *Black J.* Risk-based Regulation Choices, Practices and Lessons Being Learnt. OECD. Reviews of Regulatory Reform Risk and Regulatory Policy Improving the Governance of Risk. 2010. P. 185–224. Web resource: https://read.oecd-ilibrary. org/ governance/risk-and-regulatory-policy 9789264082939-en#page187 (accessed 16.04.2021).

REFERENCES

5. *Black J.* Risk-based Regulation Choices, Practices and Lessons Being Learnt. OECD. Reviews of Regulatory Reform Risk and Regulatory Policy Improving the Governance of Risk. 2010. P. 185–224. Web resource: https://read.oecd-ilibrary. org/governance/risk-and-regulatory-policy 9789264082939-en#page187 (accessed 16.04.2021).
1. *Bogdanova N. S, Nikolaeva O.N.* On the identification of some cadastral errors based on a risk-based approach. Regulation of land and property relations in Russia: legal and geospatial support, real estate appraisal, ecology, technological solutions, 2019. V. 1. P. 36–40. Web resource: https://elibrary.ru/ download/elibrary_41155807_79663979.pdf (accessed 18.04.2021) (in Russian).
2. *Bondar E. V., Skripchinsky A.V., Sedykh R. Yu*. Development of methodological methods for assessing agricultural land plots using a risk-based approach based on geoinformation systems. "Science, Innovations, Technologies" Scientific Journal of the North Caucasus Federal University, 2018. No 3. P. 181–194 (in Russian). DOI: 10.37495/23084758-2018-3-181-194.
3. *Nicholls A.* The Challenges and Benefits of Risk-Based Regulation in Achieving Scheme Outcomes, Motor Accidents Insurance Regulation NSW State Insurance Regulatory Authority, Presented to the Actuaries Institute Injury Schemes Seminar, 8–10 November 2015, Adelaide. 18 p. Web resource: https://www.actuaries.asn.au/Library/Events/ACS/ 2015/NichollsRegulation.pdf (accessed 19.04.2021).
4. *Hutter B.M*. The Attractions of Risk-based Regulation: accounting for the emergence of risk ideas in regulation. Published by the Centre for Analysis of Risk and Regulation at the London School of Economics and Political Science Houghton Street London WC2A 2AE, discussion paper No 33. Printed and bound by Printflow, March 2005. Web resource: https://www.researchgate.net/ publication/263336209 The Attractions of Risk-Based Regulation Accounting for the Emergence of Risk Ideas in Regulation (accessed 18.04.2021).

УДК: 004.02; 631.4 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-92-104**

И.О. Алябина[1], О.В. Чернова[2], В.А. Кириллова[3], О.М. Голозубов[4], С.А. Шоба[5]

ОЦЕНКА ЗАЩИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ТЯЖЁЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ И МЕТАЛЛОИДАМИ

АННОТАЦИЯ

Тяжёлые металлы и другие микроэлементы, не подверженные деструкции, относятся к приоритетным загрязнителям. Значительные количества тяжёлых металлов и близких им элементов с переменной валентностью поступают на поверхность почв в составе аэрозолей. Накапливаясь в почвах, они крайне медленно удаляются из неё, лишь меняя в ходе миграции уровень содержания или формы нахождения, превращая почву со временем в источник вторичного загрязнения. В связи с этих крайне актуальной задачей является оценка территории, особенно такой высокоразвитой и густонаселённой как Московская область, с точки зрения её защитного потенциала к загрязнению тяжёлыми металлами. В работе предложен и опробован алгоритм картографической оценки защитного потенциала почвенного и растительного покрова области методами ГИС-анализа на основе базы данных «Цифровая среднемасштабная Почвенная карта Московского региона» и векторной карты лесистости. Использованная для расчётов формула включает данные о гранулометрическом составе почв, содержании в них органического вещества, о положении почвы в ландшафте и степени облесённости территории. Согласно предложенному подходу, в Московской области почвенный покров с учётом облесённости по уровню защитного потенциала к загрязнению тяжёлыми металлами и металлоидами образует 4 группы. Максимальная оценка получена для почв неэродированных дерново-подзолистых среднего или тяжёлого гранулометрического состава, серых лесных, чернозёмов и торфяных болотных почв под лесной растительностью (17 % площади). Среднюю оценку получили неэродированные дерново-подзолистые почвы разной степени оподзоленности и оглеения (45 %). Ещё ниже защитный потенциал 22 % территории, представленной эродированными серыми лесными почвами, различными дерново-подзолистыми, аллювиальными и торфяными болотными. Эта группа наиболее неоднородна по характеристикам гранулометрического состава, содержания органического вещества и степени облесённости. В группу с минимальным защитным потенциалом вошли эродированные почвы, почвы овражно-балочных комплексов, лёгкие по гранулометрическому составу дерново-подзолистые, а также аллювиальные торфяные и торфянистые почвы (около 16 %).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГИС-технологии, Информационная система «Почвенно-географическая база данных России», устойчивость почв.

[1] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, 119992, Москва, Россия, *e-mail:* **alyabina@soil.msu.ru**

[2] Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Ленинский проспект, д. 33, 119071, Москва, Россия, *e-mail:* **ovcher@mail.ru**

[3] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, 119992, Москва, Россия, *e-mail:* **fekda-star@mail.ru**

[4] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, 119992, Москва, Россия, *e-mail:* **oleggolozubov@gmail.com**

[5] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, 119992, Москва, Россия, *e-mail:* **s.a.shoba1945@gmail.com**

Irina O. Alyabina[1], **Olga V. Chernova**[2], **Vasilisa A. Kirillova**[3], **Oleg M. Golozubov**[4], **Sergey A. Shoba**[5]

ASSESSMENT OF THE PROTECTIVE POTENTIAL OF THE MOSCOW REGION SOIL COVER TO CONTAMINATION WITH HEAVY METALS AND METALLOIDS

ABSTRACT

Heavy metals and other trace elements that are not subject to degradation are among the priority pollutants. Significant amounts of heavy metals and related elements with variable valence are deposited on the soil surface as part of aerosols. Accumulating in the soil, they are very slowly removed from it, only changing the level of content or the state during migration, turning the soil over time into a source of secondary pollution. In this regard, an extremely urgent task is to assess the territory, especially such a highly developed and densely populated area as the Moscow Region, in terms of its protective potential to heavy metal pollution.

The paper proposes and tested an algorithm for the cartographic assessment of the protective potential of the soil and vegetation cover of the region using GIS analysis methods based on the database "Digital medium-scale soil map of the Moscow region" and a vector map of forest cover. The formula used for calculations includes data on the soil texture, the content of organic matter in soil, the position of the soil in the landscape and the degree of forest cover of the territory.

According to the proposed approach, in the Moscow region, the soil cover, taking into account the forest cover, forms 4 groups according to the level of protective potential for contamination with heavy metals and metalloids. The maximum estimate was obtained for non-eroded sod-podzolic soils of medium or fine texture, gray forest soils, chernozems and peat bog soils under forest vegetation (17 % of the area). Unerroded soddy-podzolic soils of varying degrees of podzolization and gleying (45 %) received an average rating. Even lower is the protective potential of 22 % of the territory represented by eroded gray forest soils, various sod-podzolic, alluvial and peat bog soils. This group is the most heterogeneous in terms of soil texture, organic matter content and degree of forest cover. The group with a minimum protective potential included eroded soils, soils of gully-girder complexes, sod-podzolic soils of coarst texture, as well as alluvial peat and peaty soils (about 16 %).

KEYWORDS: GIS technologies, Information System "Soil-Geographical Database of Russia", soil sustainability.

ВВЕДЕНИЕ

Московский регион включает в себя два субъекта Российской Федерации: крупнейший мегаполис страны Москву площадью 2,6 тыс. км^2 и Московскую область с

[1] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, Leninskie Gory 1, 12, 119992, Moscow, Russia, *e-mail:* **alyabina@soil.msu.ru**

[2] Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Leninskii pr. 33, 119071, Moscow, Russia, *e-mail:* **ovcher@mail.ru**

[3] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, Leninskie Gory 1, 12, 119992, Moscow, Russia, *e-mail:* **fekda-star@mail.ru**

[4] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, Leninskie Gory 1, 12, 119992, Moscow, Russia, *e-mail:* **oleggolozubov@gmail.com**

[5] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Soil Science, Leninskie Gory 1, 12, 119992, Moscow, Russia, *e-mail:* **s.a.shoba1945@gmail.com**

территорией 44,3 тыс. км^2 [1]. Экономически Московская область и Москва тесно связаны в единый промышленный регион, один из самых крупных в стране. В результате хозяйственной деятельности на территории области в окружающую среду попадают значительные объемы чужеродных соединений, токсичных в большей или меньшей степени. Основными источниками техногенного загрязнения являются предприятия теплоэнергетики, металлургии, химической промышленности и производства стройматериалов, приуроченные главным образом к промышленным центрам области. Территория региона покрыта густой транспортной сетью, загруженность трасс федерального значения и густота сети автодорог обусловливают важную роль автотранспорта в общем объёме загрязняющих веществ [*Черногаева и др.,* 2019]. Ещё одним приоритетным источником загрязнения в области является коммунально-бытовое хозяйство. В сельскохозяйственные экосистемы загрязняющие вещества могут поступать также с органическими и минеральными удобрениями, средствами защиты растений и осадками сточных вод, используемыми в качестве удобрений или мелиорантов.

Основную массу поллютантов в конечном итоге принимает на себя почвенный покров, аккумулируя их, закрепляя и предупреждая тем самым поступление в растения и природные воды. Особую группу приоритетных загрязнителей составляют тяжёлые металлы и другие микроэлементы, не подверженные деструкции в отличие от органических загрязняющих веществ. Значительные количества тяжёлых металлов и близких им элементов с переменной валентностью (ТМ) находятся в приземном слое атмосферы и поступают на поверхность почв в составе аэрозолей. Накапливаясь в почвах, они крайне медленно удаляются при выщелачивании и потреблении растениями, лишь меняя в ходе миграции уровень содержания или формы нахождения. Загрязненная почва, буферная система которой уже не может справляться с поступающими загрязнениями, представляет опасность не только с точки зрения поступления в организм человека токсичных веществ с продуктами питания, она может являться также источником вторичного загрязнения приземного слоя воздуха.

В отечественной и зарубежной научной, научно-практической литературе опубликованы многочисленные подходы к оценке устойчивости почв, экосистем, ландшафтов. И сами методики расчётов, и полученные результаты существенно различаются, поскольку напрямую зависят от поставленных задач, использованных методологических подходов, технических алгоритмов. Наиболее эффективным является применение геоинформационных систем, позволяющих одновременно учитывать всевозможную информацию, в первую очередь, картографическую, о почвах и других природных характеристиках [*Снакин и др.,* 1995; *De Paz et al.,* 2006; *Молочко,* 2009; *Черницова и др.,* 2010; *Mohamed et al.,* 2014].

Способность к закреплению микроэлементов почвенной массой определяется следующими основными почвенными характеристиками: гранулометрическим составом, содержанием органического вещества и литолого-геохимическим фоном (реакцией среды, окислительно-восстановительными условиями, наличием или отсутствием геохимических барьеров). Причем, если утяжеление гранулометрического состава, повышение содержание органического вещества и биологическая аккумуляция растительностью способствуют повышению защитного потенциала экосистемы по отношению практически ко всем неорганическим поллютантам, то геохимические условия, такие как реакция среды и окислительно-восстановительные условия могут оказывать влияние разной силы

[1] Российский статистический ежегодник. 2016: Стат. сб. Пред. ред. коллегии А.Е. Суринов. М.: Росстат, 2016. 725 с.
Russian Statistical Yearbook. 2016: Statistical collection. Ed. by the Board of A. E. Surinov. M.: Rosstat, 2016. 725 p.

и направленности на подвижность разных элементов [*Carinon,* 2007; *Kabata-Pendias,* Szteke, 2015]. Использование цифровых карт с такого рода данными даёт возможность группировать территории с близкими характеристиками, оценивать потенциальную реакцию экосистем на внешние воздействия применительно к различным парагенетическим ассоциациям элементов и конкретным загрязнителям.

Целью представленного исследования является разработка алгоритма картографической оценки защитного почвенно-растительного потенциала территории к загрязнению тяжёлыми металлами и металлоидами (с учётом содержания органического вещества в почвах, их гранулометрического состава, положения в ландшафте и степени облесённости) на основе Цифровой среднемасштабной почвенной карты Московского региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа выполнена на основе Базы данных «Цифровая среднемасштабная Почвенная карта Московского региона»[1] [2]. Карта входит в состав Информационной системы «Почвенно-географическая база данных России» – ИС ПГБД РФ (https://soil-db.ru/) и предназначена для структурированного доступа (по атрибутам и географическому положению) к пространственным и атрибутивным данным, которые лежат в основе решения в онлайн режиме практических задач (оценка, мониторинг, рациональное землепользование) на федеральном, региональном, муниципальном уровнях, а также применения в научных и учебных целях.

Первичными картографическими материалами при создании Базы данных (БД) послужили:

– Карта «Почвы Московской области и прилегающих территорий» (масштаб 1:300000), 1985 г. и врезки к ней;
– Карта «Почвы Московской области и прилегающих территорий» (масштаб 1:300000), 2009 г.;
– Государственная почвенная карта СССР (масштаб 1:1000000), лист N-37, 1955 г.;
– Почвенная карта РСФСР (масштаб 1:2500000), 1988 г.
– Границы административных районов Московской области.

Корректировка и актуализация почвенных контуров проводились по материалам дистанционного зондирования и цифровой модели высот.

База данных содержит совокупность пространственно-определённых (в географической системе координат GCS WGS84, или в кодировке ESPG 4326) полигонов, описывающих контуры почвенных выделов с погрешностью позиционирования, соответствующей исходному масштабу карт-оригиналов. Основной вид хранения – в виде

---

[1] Болдырева В.Э., Голозубов О.М., Литвинов Ю.А., Минаева Е.Н., Пулин А.В. Цифровая среднемасштабная почвенная карта Московского региона. Под ред. И.О. Алябиной. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. Факультет почвоведения, М., 2019. https://soil-db.ru/map/moscow-region (дата обращения 30.04.2021).
Boldyreva V. E., Golozubov O. M., Litvinov Yu. A., Minaeva E. N., Pulin A.V. Digital medium-scale soil map of the Moscow region. Edited by I. O. Alyabina. Lomonosov Moscow State University. Faculty of Soil Science, Moscow, 2019. https://soil-db.ru/map/moscow-region (accessed 30.04.2021).

[2] Алябина И.О., Болдырева В.Э., Голозубов О.М., Литвинов Ю.А., Минаева Е.Н., Пулин А.В. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2020621226. База данных «Цифровая среднемасштабная почвенная карта Московского региона». Дата государственной регистрации в Реестре баз данных 15 июля 2020 года.
Alyabina I.O., Boldyreva V.E., Golozubov O.M., Litvinov Yu.A., Minaeva E.N., Pulin A.V. Certificate of state registration of the database No. 2020621226. Database "Digital medium-scale soil map of the Moscow region". The date of state registration in the Database Register is July 15, 2020.

таблицы в СУБД MS SQL Spatial. БД содержит атрибутивную информацию, характеризующую почвенные контура. Информация о почвенных комбинациях в БД представляется в виде дублирования контуров с весовыми коэффициентами.

Разработку алгоритма картографической оценки потенциала закрепления ТМ в почвах с учётом облесённости и ландшафтных условий, а также все необходимые расчёты проводили в программе MapInfo Professional v 17.0.2. Картографическая таблица в ГИС включает 7234 контура, которые не дублируются (находятся в одном слое) и содержат, в числе прочих, следующие поля атрибутивных данных:

– Id почвенного контура
– Индекс почвы (почвенной комбинации) контура
– Почва (непочвенное образование) 1
– Гранулометрический состав 1
– Доля компонента 1 в почвенной комбинации
– Почва 2
– Гранулометрический состав 2
– Доля компонента 2 в почвенной комбинации
– Почва 3
– Гранулометрический состав 3
– Доля компонента 3 в почвенной комбинации
– Порода

Наряду с почвенной картой в работе использовали составленную на основе космических снимков векторную карту лесистости территории Московской области, куда вошли также зарастающие залежные земли. Карта предоставлена Государственным центром агрохимической службы «Московский» Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно используемой карте, почвенный покров территории включает 37 почвенных разностей, а также нарушенные земли и исключенные из рассмотрения водные поверхности и населённые пункты (табл. 1). Варианты почвообразующих пород представлены в таблице 2.

Табл. 1. Почвенные разности и непочвенные образования Цифровой среднемасштабной почвенной карты Московского региона

Table 1. Soil differences and non-soil formations of the Digital medium-scale soil map of the Moscow region

SOIL_ID	SOIL
1	Дерново-слабо- и среднеподзолистые
2	Дерново-сильноподзолистые
3	Дерново-подзолистые смытые
4	Дерново-подзолистые слабоглееватые
5	Дерново-подзолистые глееватые и глеевые
6	Дерново-подзолистые глеевые иллювиально-железистые
7	Торфянисто- и торфяно-подзолистые оглеенные
8	Светло-серые лесные
9	Серые лесные

SOIL_ID	SOIL
10	Тёмно-серые лесные
11	Серые лесные смытые
12	Серые и светло-серые лесные слабоглееватые
13	Серые лесные глееватые и глеевые
14	Дерново-карбонатные оподзоленные
15	Дерново-глееватые
16	Чернозёмы оподзоленные
17	Чернозёмы оподзоленные смытые
18	Чернозёмы выщелоченные
19	Чернозёмы выщелоченные смытые
20	Лугово-чернозёмные
21	Чернозёмно-луговые
22	Лугово-болотные иловатые
23	Болотные верховые торфянисто-и торфяно-глеевые
24	Болотные верховые торфяные на мелких и средних торфах
25	Болотные переходные торфянисто- и торфяно-глеевые
26	Болотные переходные торфяные на мелких и средних торфах
27	Болотные низинные торфянисто- и торфяно-глеевые
28	Болотные низинные торфяные на мелких и средних торфах
29	Болотные торфяные выработанные
30	Аллювиальные дерновые кислые
31	Аллювиальные дерновые насыщенные
32	Аллювиальные луговые кислые
33	Аллювиальные луговые насыщенные
34	Аллювиальные болотные иловато-перегнойно-глеевые
35	Аллювиальные болотные иловато-торфяно-глеевые
36	Аллювиальные болотные иловато-торфяные
37	Смытые и намытые почвы оврагов, балок, пойм малых рек и прилегающих склонов
38	Нарушенные земли
7777	водные поверхности
8888	населённые пункты

Табл. 2. Почвообразующие породы Цифровой среднемасштабной почвенной карты Московского региона

Table 2. Parent rocks of the Digital medium-scale soil map of the Moscow region

PARENT ROCK _ID	PARENT ROCK
-9999	не определено
1	Глинистые и тяжелосуглинистые
2	Глинистые и тяжелосуглинистые валунные и галечниковые
3	Песчаные
4	Песчаные и супесчаные валунные и галечниковые
5	Среднесуглинистые и легкосуглинистые

PARENT ROCK _ID	PARENT ROCK
6	Среднесуглинистые и легкосуглинистые валунные и галечниковые
7	Среднесуглинистые и легкосуглинистые, подстилаемые суглинками валунными и галечниковыми
8	Супеси и пески, подстилаемые суглинками и глинами валунными и галечниковыми
9	Торф
10	Частая смена по глубине и площади пород различного механического состава с преобладанием суглинков и глин
11	Частая смена по глубине и площади пород различного механического состава с преобладанием супесей и песков
12	Чередование по площади пород различного механического состава с преобладанием песков и супесей
13	Чередование по площади пород различного механического состава с преобладанием суглинков и глин

Для расчёта защитного потенциала почвенного и растительного покрова определённой территории тяжёлыми металлами и металлоидами предложено уравнение:

$$Pp = (T + O)*l + F, \quad (1)$$

где:

Pp (protective potential) – защитный потенциал почвенного и растительного покрова в условиях возможного загрязнения, баллы;

T (texture) – способность почвенной массы к сорбции и закреплению загрязняющих веществ, оценённая по гранулометрическому составу, баллы;

O (organic matter) – способность почвенной массы к сорбции и закреплению загрязняющих веществ, оценённая по содержанию органического вещества, баллы;

F (forestry) – способность почвы к биологической аккумуляции загрязнений, оценённая по степени облесённости территории, баллы;

l – коэффициент ландшафтной позиции, вносящий поправку на изменение сорбционных свойств почвенной массы и перераспределение массы загрязнений в различных элементах рельефа.

Характеристики гранулометрического состава почв, содержания в них органического вещества, а также ландшафтные позиции, занимаемые почвами, получены с Цифровой среднемасштабной почвенной карты Московского региона. Для каждого полигона почвенных комбинаций оценки были рассчитаны с весовыми коэффициентами, соответствующими доле входящих в них компонентов.

В группу с высоким содержанием органического вещества (3 балла) вошли все болотные почвы. Чернозёмные, тёмно-серые лесные, дерново- карбонатные и другие почвы с содержанием гумуса более 6 % получили 2 балла. Преобладающие на территории области менее гумусированные почвы (в различной степени оподзоленные и оглеенные дерново-подзолистые, серые лесные, различные смытые и др.) – 1 балл. Итоговая оценка варьирует от 0 (в нарушенных землях) до 3 баллов. Карта способности почвенной массы к сорбции и закреплению загрязняющих веществ по содержанию органического вещества представлена на рисунке 1.

Гранулометрический состав почв на карте имеет только три градации: легко- и среднесуглинистый; среднесуглинистый; средне- и тяжелосуглинистый, поэтому способность почвенной массы к сорбции и закреплению загрязняющих веществ по гранулометрическому составу характеризовали на основе данных о гранулометрическом

составе почв и почвообразующих породах (см. табл. 2). Итоговая оценка этого показателя также лежит в диапазоне от 0 до 3 баллов (рис. 2).

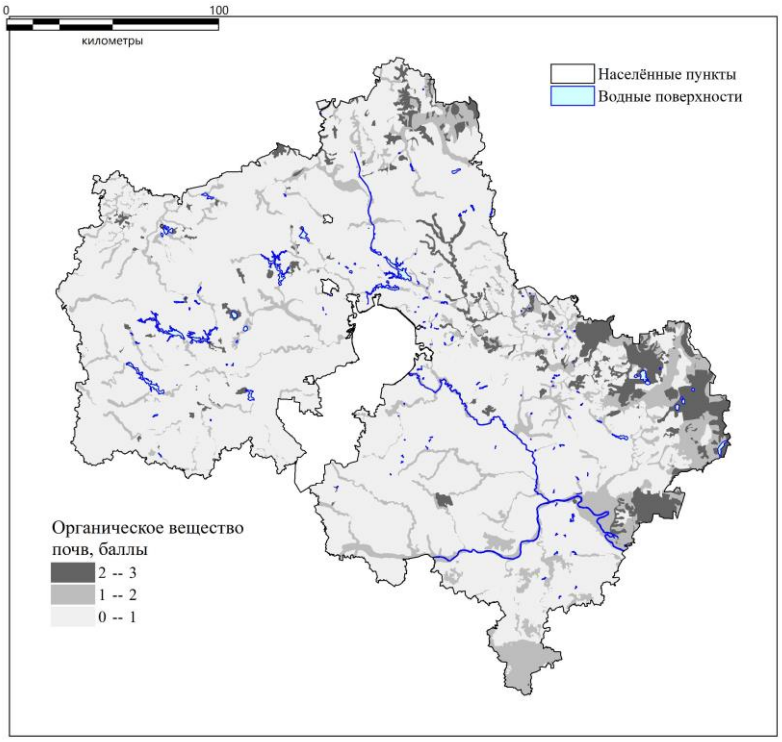


Рис. 1. Балльная оценка содержания органического вещества в почвах
Fig. 1. Numerical score assessment of organic matter content in soils

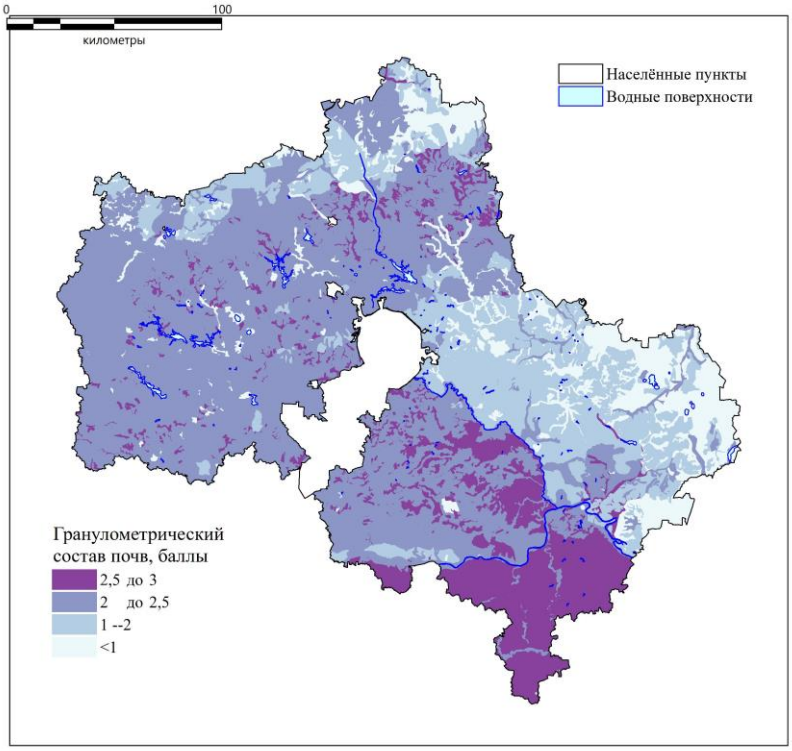


Рис. 2. Балльная оценка гранулометрического состава почв
Fig. 2 Numerical score assessment of soil texture

На рисунке 3 показана суммарная балльная оценка сорбционной способности почв, связанной с содержанием органического вещества и гранулометрическим составом. Она колеблется от 0 до 5 баллов.

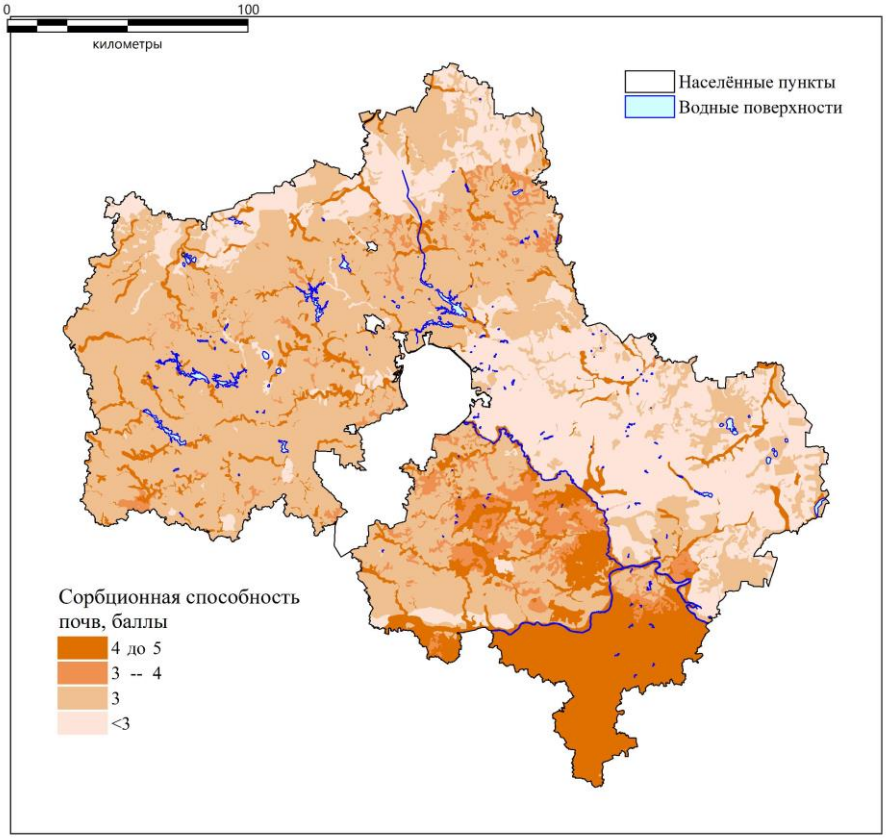


Рис. 3. Балльная оценка сорбционной способности почв

Fig. 3. Numerical score assessment of soil sorption capacity

Для учёта ландшафтных позиций в расчётной формуле почвы разделили на три группы (рис. 4). В одну вошли различные аллювиальные почвы, занимающие подчинённые аккумулятивные ландшафты. Для них коэффициент ландшафтной позиции (l), вносящий поправку на изменение сорбционных свойств почвенной массы и перераспределение массы загрязнений в различных элементах рельефа, был принят равным 0,8. Во вторую группу объединили все смытые разности, включая смытые и намытые почвы оврагов, балок, пойм малых рек и прилегающих склонов, которые располагаются в различных транзитных позициях (l = 0,5). Остальные почвы отнесли в группу почв элювиальных ландшафтов с коэффициентом ландшафтной позиции равным 1.

Дополнительно в предлагаемой формуле учитывается способность территории к биологической аккумуляции загрязнений, оцениваемая по облесённости – доли покрытой лесом площади (рис. 5). При переходе к балльной оценке лесистость более 70 % приняли за 2 балла, 20-70 % – за 1 балл, облесённость менее 20 % не учитывали (0 баллов).

Итоговая карта защитного потенциала почвенного покрова с учётом облесённости к загрязнению тяжёлыми металлами и металлоидами приведена на рисунке 6. Суммарная балльная оценка на территории Московской области варьирует от 0 (в нарушенных почвах) до 7 баллов.

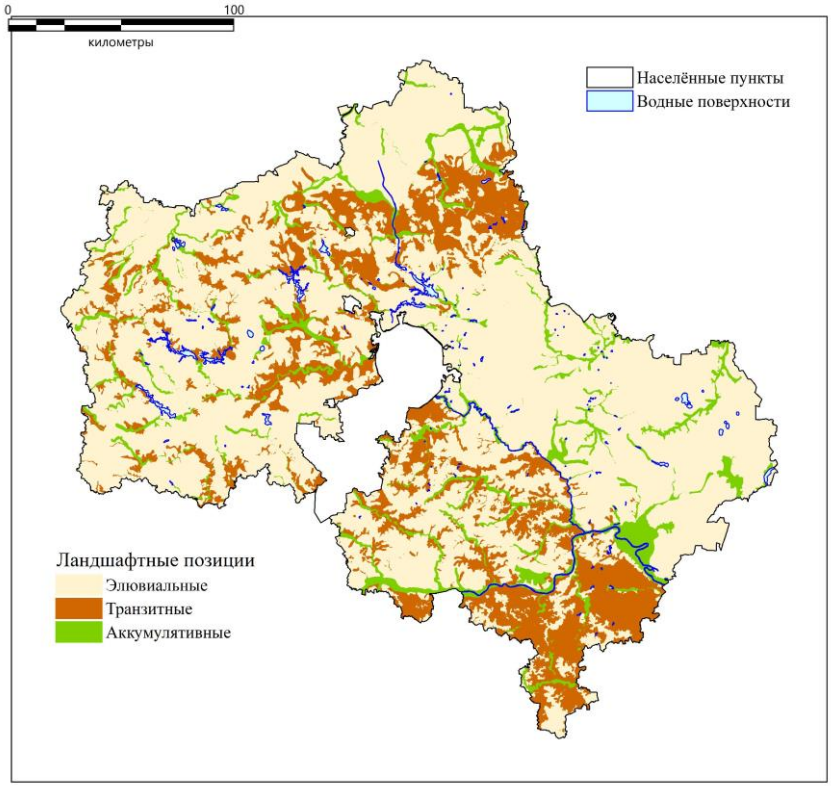


Рис. 4. Ландшафтные позиции, занимаемые почвами

Fig. 4. Landscape positions occupied by soils

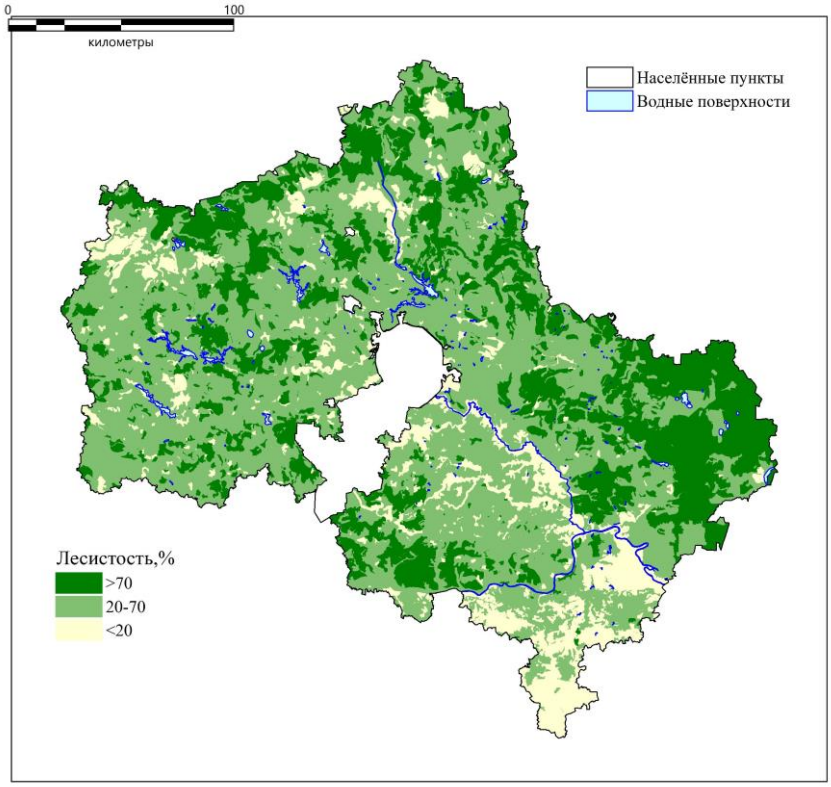


Рис. 5. Лесистость территории

Fig. 5. Forest cover of the territory

Территории с почвенным покровом, характеризующимся наиболее высоким защитным потенциалом к загрязнению тяжёлыми металлами и металлоидами (5-7 баллов), занимают около 17 % площади области. Большая часть этой площади приходится на неэродированные дерново-подзолистые почвы среднего или тяжёлого гранулометрического состава (71 %); немногим более 12 % представлено торфяными болотными почвами, главным образом под лесной растительностью; 11 % – серыми лесными почвами и чернозёмами. В основном территории с устойчивым почвенным покровом характеризуются выровненным рельефом, а также высокой и средней облесённостью.

Способность к закреплению загрязняющих веществ 45 % площади почвенного покрова области оценивается от 4-х до 5-ти баллов. В этой группе абсолютно преобладают неэродированные дерново-подзолистые почвы разной степени оподзоленности и оглеения (78 %). Наиболее значительные массивы таких почв занимают западную часть и восток области.

Ещё ниже защитный потенциал почв 22 % территории области (от 3-х до 4-х баллов). В этой группе почв значительная доля представлена эродированными почвами, преимущественно серыми лесными (22 %), около 60 % – различными дерново-подзолистыми, остальная часть приходится на аллювиальные и торфяные болотные почвы. Эта группа наиболее неоднородна по своим характеристикам: гранулометрический состав изменяется от лёгкого до тяжёлого, содержание органического вещества охватывает весь возможный интервал значений, облесённость территории также изменяется от 0 до 100 %.

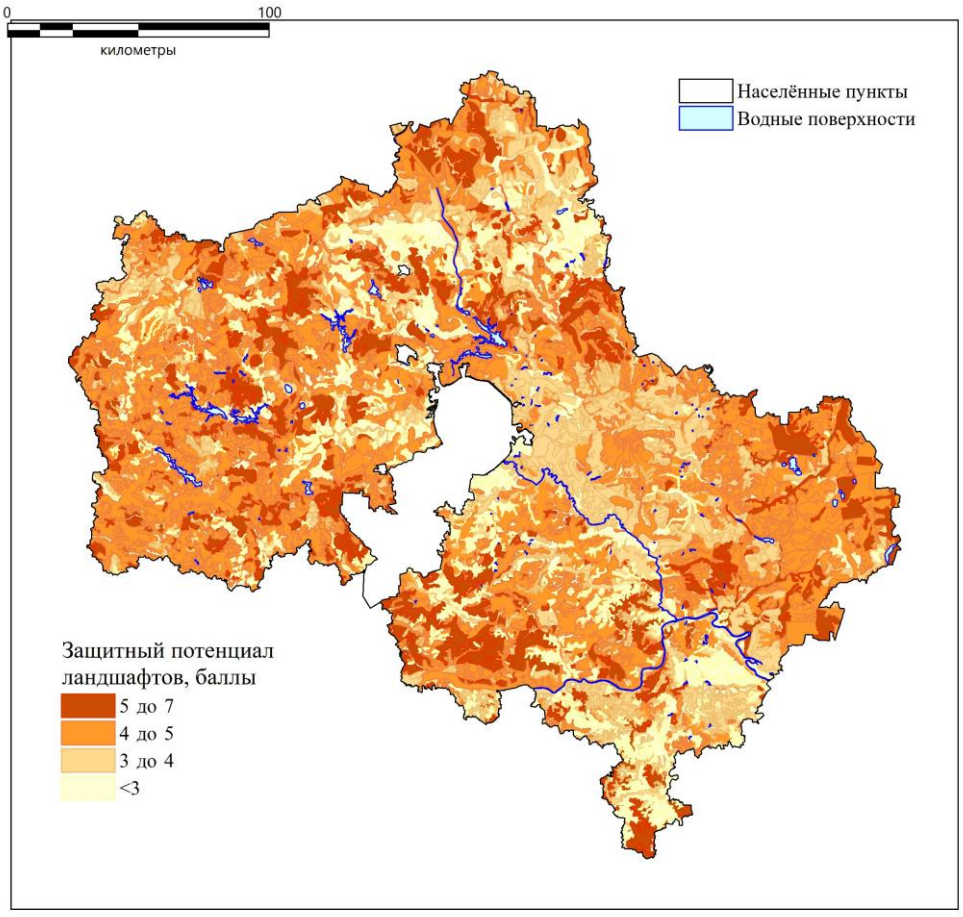


Рис. 6. Защитный потенциал почвенного покрова к загрязнению ТМ

Fig. 6. Protective potential of soil cover to contamination with heavy metals and metalloids

Минимальный защитный потенциал к загрязнению ТМ (<3 баллов) получен для 16 % почв Московской области. Абсолютное большинство почв этой группы представлено эродированными разностями и почвами овражно-балочных комплексов (74 %), небольшие площади занимают лёгкие по гранулометрическому составу дерново-подзолистые почвы (14 %) и еще меньшие – аллювиальные торфяные и торфянистые. Основные массивы почв с минимальным защитным потенциалом приурочены к склонам Клинско-Дмитровской гряды на севере, а также к Заокскому эрозионному плато и Заосетринской эрозионной равнине на юге области.

ВЫВОДЫ

Рассчитана картографическая оценка защитного потенциала почвенного и растительного покрова в условиях возможного загрязнения тяжёлыми металлами и металлоидами. Согласно предложенному алгоритму, максимальная оценка получена для 17 % почвенного покрова Московской области. В первую очередь, это почвы неэродированные дерново-подзолистые среднего или тяжёлого гранулометрического состава, серые лесные и чернозёмы, а также торфяные болотные почвы под лесной растительностью. На территории с минимальным защитным потенциалом приходится около 16 % области. В группу вошли эродированные почвы, почвы овражно-балочных комплексов, а также лёгкие по гранулометрическому составу дерново-подзолистые и аллювиальные торфяные и торфянистые почвы.

Использованная для расчётов формула включает данные о гранулометрическом составе почв, содержании в них органического вещества, о положении почвы в ландшафте и степени облесённости территории. Данные входят в состав Информационной системы «Почвенно-географическая база данных России» и предназначены для использования прикладными программами, функционирующими онлайн, в режиме реального времени. Разработанные в ГИС подходы позволят прогнозировать реакцию экосистем на негативные антропогенные воздействия, они послужат основой для создания подсистемы расчёта откликов почвенного покрова Московской области на разного рода потенциальные загрязнения. Алгоритм пополнит библиотеку методов интеллектуального анализа ИС ПГБД РФ, направленных на решение в онлайн режиме практических задач (оценка, мониторинг, рациональное землепользование) на федеральном, региональном, муниципальном уровнях, а также применения в научных и учебных целях.

Уточнение полученных достаточно общих оценок для применения к различным парагенетическим ассоциациям элементов и конкретным загрязнителям потребует дополнительного привлечения крупномасштабной информации и дальнейших исследований.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант № 19-05-50093 Микромир.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Foundation of Basic Research, grant No 19-05-50093 Microcosm.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Молочко А.В.* Применение ГИС-технологий при оценке степени устойчивости территории к загрязнению нефтью и нефтепродуктами (на примере районов промышленной добычи нефти в Саратовской области). Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о земле. 2009. Т. 9. № 2. С. 13–18.

2. *Снакин В.В., Алябина И.О., Кречетов П.П.* Экологическая оценка устойчивости почв к антропогенному воздействию. Известия РАН. Серия географическая, 1995. № 5. С. 50–57.
3. *Черницова О.В., Касимов Н.С., Королева Т.В., Кречетов П.П.* ГИС-технологии при оценке воздействия пусков ракет-носителей на окружающую среду. Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География 2010. № 2. С. 19–25.
4. *Черногаева Г.М., Жадановская Е.А., Малеванов Ю.А.* Источники загрязнения и качество атмосферного воздуха Московского региона. Известия РАН. Серия географическая, 2019. № 2. С. 109–116. DOI: 10.31857/S2587-556620192109-116.
5. *Carinon C.* Derivation methods of soil screening values in Europe. A review and evaluation of national procedures towards harmonization. Ispra: European Commission. 2007. 306 p.
6. *De Paz J-M., Sánchez J., Visconti F.* Combined use of GIS and environmental indicators for assessment of chemical, physical and biological soil degradation in a Spanish Mediterranean region. Journal of Environmental Management. 2006. V. 79. Issue 2. P. 150–162. DOI: 10.1016/j.jenvman.2005.06.002.
7. *Kabata-Pendias A., Szteke B.* Trace elements in abiotic and biotic environments. CRC Press, Taylor & Francis group, London, New York, 2015. 458 p.
8. *Mohamed E.S., Saleh A.M., Belal A.A.* Sustainability indicators for agricultural land use based on GIS spatial modeling in North of Sinai-Egypt. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. 2014. V. 17. Issue 1. P. 1–15. DOI: 10.1016/j.ejrs. 2014.05.001.

REFERENCES

1. *Carinon C.* Derivation methods of soil screening values in Europe. A review and evaluation of national procedures towards harmonization. Ispra: European Commission. 2007. 306 p.
2. *Chernitsova O.V., Kasimov N.S., Koroleva T.V., Krechetov P.P.* GIS-technologies for the assessment of the environmental impact of booster launchingю. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geografiya 2010. No 2. P. 19–25 (in Russian).
3. *Chernogaeva G.M., Zhadanovskaya E.A., Malevanov Yu.A.* Sources of pollution and the quality of atmospheric air in the Moscow region. Izvestiya RAS. Geographical Series, 2019. No. 2. P. 109–116. DOI: 10.31857/S2587-556620192109-116 (in Russian).
4. *De Paz J-M., Sánchez J., Visconti F.* Combined use of GIS and environmental indicators for assessment of chemical, physical and biological soil degradation in a Spanish Mediterranean region. Journal of Environmental Management. 2006. V. 79. Issue 2. P. 150–162. DOI: 10.1016/j.jenvman.2005.06.002.
5. *Kabata-Pendias A., Szteke B.* Trace elements in abiotic and biotic environments. CRC Press, Taylor & Francis group, London, New York, 2015. 458 p.
6. *Mohamed E.S., Saleh A.M., Belal A.A.* Sustainability indicators for agricultural land use based on GIS spatial modeling in North of Sinai-Egypt. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science. 2014. V. 17. Issue 1. P. 1-15. DOI: 10.1016/j.ejrs.2014. 05.001.
7. *Molochko A.V.* The use of GIS technologies in assessing the degree of stability of the territory to oil and oil products pollution (on the example of industrial oil production areas in the Saratov region). Izvestiya Saratovskogo universiteta. New series. Series: Earth Sciences. 2009. V. 9. No 2. P. 13–18 (in Russian).
8. *Snakin V.V., Alyabina I.O., Krechetov P.P.* Ecological assessment of soil resistance to anthropogenic impact. Izvestiya RAS. Geographical Series, 1995. No 5. P. 50–57 (in Russian).

УДК: 911.4 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-105-119**

Р.С. Лужков[1], **А.А. Пакина**[2]

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ СТАРООСВОЕННОГО РЕГИОНА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ)

АННОТАЦИЯ

Белгородская область представляет собой пример староосвоенного региона, территория которого продолжает испытывать интенсивную антропогенную нагрузку и в настоящее время. В границах области практически не осталось участков ненарушенных ландшафтов, которые по своим природно-экологическим характеристикам и правовому статусу не имеют ограничений для включения в состав охраняемых земель, поэтому сеть ООПТ в границах области не является функционально и территориально целостной системой, что необходимо для ее эффективного функционирования. Решению проблемы могло бы способствовать внедрение в практику схемы природно-экологического каркаса, разработанной в 2007 году в рамках территориального развития области, однако ее реализация на практике сопряжена с возникновением конфликтов прав собственников земель. В связи с этим в работе был проведен анализ соответствия предложенной схемы природно-экологического каркаса сложившейся в регионе структуре землепользования для оценки перспектив реализации предложенной схемы.

На основе анализа антропогенной нагрузки по муниципальным образованиям Белгородской области были определены модельные районы (Борисовский и Губкинский) с максимальной и минимальной антропогенной нагрузкой. На примере выбранных районов была проведена оценка перспектив перевода участков в границах предложенной схемы в категорию охраняемых земель, соответствующих функциональному назначению структурных элементов природно-экологического каркаса. Структура землепользования районов анализировалась с использованием данных ресурса OpenStreetMap (OSM), что позволило идентифицировать участки земель основных категорий (населенных пунктов, промышленности, лесного фонда, сельскохозяйственные земли и ООПТ) и дифференцировать их по потенциалу соответствия предложенной схеме каркаса. Обработка данных пространственного распределения земель различных категорий в границах контуров природно-экологического каркаса в Борисовском и Губкинском районах с использованием программы Quantum GIS показала, что несмотря на высокую освоенность территории области, на этих территориях сохраняется возможность реализации предложенной схемы, а проектирование природно-экологического каркаса в староосвоенных регионах должно осуществляться на уровне муниципальных образований. Проведенное исследование также подтвердило актуальность совершенствования законодательной базы в части обеспечения природоохранной деятельности путем закрепления в ней правовой категории «экологический каркас».

[1] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail:* **roma.roman-luzhkov@yandex.ru**

[2] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail:***allapa@yandex.ru**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экологический каркас, структура землепользования, староосвоенный регион, Белгородская область.

Roman S. Luzhkov[1], **Alla A. Pakina**[2]

GIS-ANALYSIS OF THE OLD-DEVELOPED REGION'S LAND USE STRUCTURE FOR THE PURPOSES OF ECOLOGICAL FRAMEWORK DESIGN (ON EXAMPLE OF THE BELGOROD REGION)

ABSTRACT

The Belgorod region is an example of an old-developed region, continuing to experience intense anthropogenic pressure. There are almost no undisturbed landscapes within the boundaries of the region, which have no restrictions to be included into the regional network of protected areas according to their ecological characteristics and legal status. The problem is that the ecological framework of the region is not a functionally and territorially integrated system, which is necessary for its effective functioning. The solution of the problem could be implementation of the scheme of ecological framework, developed in 2007 as a part of the territorial development of the region, but it is associated with potential conflicts of land owners rights. In this regard, the paper analyzed the compliance of the ecological framework proposed scheme with the existing land use structure to assess the prospects its practical implementation.

The analysis of the anthropogenic pressure on the municipalities of the Belgorod region allowed to identify the model districts (Borisovsky and Gubkinsky) with the maximum and minimum anthropogenic pressure. On the example of selected areas, the prospects of transferring areas within the boundaries of the proposed scheme to the category of protected lands, corresponding to the structural elements of ecological framework were evaluated. The land use structure of the model districts was analyzed using OpenStreetMap resource which allowed to identify the main land categories (settlements, industry, forestry and agricultural lands and protected areas) and differentiate them by the potential of compliance with the proposed framework scheme. Processing the data of various categories lands spatial distribution within the boundaries of the ecological framework in the Borisovsky and Gubkinsky districts using the Quantum GIS program showed that despite the high pressure on the territory it is still possible to implement the proposed scheme. The design of the ecological framework in the old-developed regions should be carried out at the level of municipalities. The conducted research also confirmed the relevance of the legislative framework improvement to ensure environmental protection activities by fixing the legal category "ecological framework".

KEYWORDS: ecological framework, land-use structure, old-developed region, Belgorod region.

ВВЕДЕНИЕ

Белгородская область представляет собой пример староосвоенного региона, территория которого продолжает испытывать интенсивную антропогенную нагрузку и в настоящее время. В современных административных границах область образована сравнительно недавно, в 1954 году, однако свидетельства интенсивного хозяйственного

[1] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail:* **roma.roman-luzhkov@yandex.ru**

[2] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail:* **allapa@yandex.ru**

освоения территории относятся уже ко второй половине XIX века, когда площадь пашни в пределах региона превысила 60%. К этому времени участки степной целины были практически полностью введены в хозяйственный оборот и дальнейшее наращивание площади пашни вплоть до 1910 г. происходило, в основном, за счет сведения лесной растительности либо распашки склоновых участков [*Лопатин,* 1923]. Максимальной величины (71,0%) площадь пашни в Белгородской области достигла в 1910-х гг., а к 1960-м гг. стабилизировалась на уровне 61,0% от территории области. В постсоветский период произошло снижение этого показателя до 55,0% [*Китов,* 2015].

Ключевую роль в истории природопользования Белгородской области сыграло освоение месторождений железной руды Курской магнитной аномалии (КМА). Разработка Лебединского месторождения в Губкинском р-не, Стойленского в Старооскольском р-не и ряда других предопределили развитие промышленного природопользования и окончательно сформировали современный индустриально-аграрный характер развития региона. Вышеперечисленные факторы оказали существенное влияние на структуру землепользования области и, в частности, на формирование сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ). В границах области практически не осталось участков ненарушенных ландшафтов, которые по своим природно-экологическим характеристикам и правовому статусу не имеют ограничений для включения в состав охраняемых земель.

Интенсивное хозяйственное освоение региона обусловило формирование на его территории напряженной экологической обстановки, особенно острой в г. Белгороде и Белгородском районе, Губкинском и Старооскольском городских округах. Основными источниками загрязнения атмосферы на территории области являются предприятия добывающей и металлургической промышленности и строительных материалов. В области актуальна проблема загрязнения поверхностных вод вследствие сброса промышленных и с/х стоков, включая стоки животноводческих комплексов. Удельный вес водозаборов, не соответствующих санитарным правилам из-за отсутствия зон санитарной охраны, составлял в 2018 году 83,1% от общего числа, в 2019 году – 76,5%. Наиболее загрязненными реками являются реки Северский Донец, Ворскла, Оскол, Болховец и Осколец[1]. Высокая степень распаханности территории, значительная расчленённость рельефа и низкая лесистость территории способствуют развитию эрозии и дефляции почв, что ведёт к утрате плодородных сельскохозяйственных угодий. К главным агроэкологическим проблемам Белгородской области помимо эрозии почв, относятся дегумификация, нарушение биологического круговорота веществ, повышение кислотности почв.

В этих условиях актуальным является формирование на территории области природно-экологического каркаса, способного восстановить и поддерживать благоприятное качество окружающей среды как с точки зрения сохранения ее свойств для целей развития экономики, так и повышения качества жизни населения. Основу таких структур традиционно формируют региональные сети ООПТ [*Jalkanen et al.,* 2020], эффективность которых обеспечивает выполнение свойственных каркасу функций. Сегодня охраняемые природные территории Белгородской области (регионального и федерального уровня) занимают около 11,1% общей площади области[5]. При этом большая часть (свыше 90%) представлена региональными заказниками и памятниками природы, режим охраны которых допускает различные формы землепользования и поэтому недостаточен для поддержания экологического равновесия в регионе. Кроме того, сеть ООПТ в границах области не представляет функционально и территориально целостную систему, что необходимо для ее эффективного функционирования в условиях

[1] Государственный доклад о состоянии и охране окружающей среды Белгородской области в 2019 году. Электронный ресурс: https://www.belapk.ru/deyatelnost/vosproizvodstvo-okruzhayushej-sredy/zelenaya-stolica/ (дата обращения: 04.03.2021).

нарастающего антропогенного воздействия [*Шахбазян,* 2020]. Решению проблемы могло бы способствовать внедрение в практику схемы природно-экологического каркаса, разработанной в 2007 году НМЦ «Теринформ» ЦНИИП градостроительства РААСН в рамках схемы территориального развития области, однако ее реализация на практике неизбежно будет сопряжена с конфликтами прав собственников земель. В связи с этим в работе был проведен анализ соответствия предложенной схемы природно-экологического каркаса сложившейся в регионе структуре землепользования.

Предложенная схема соответствует сформировавшимся к настоящему времени представлениям о структуре и функциональном назначении таких каркасов: в качестве существующих структурных элементов каркаса выделены ООПТ (ГПЗ «Белогорье», природный парк, заказники и прочие региональные ООПТ), также обозначены территории, перспективные для включения в состав каркаса в качестве ядер, узлов, буферных зон и экологических коридоров и зон воспроизводства средозащитных лесов. Изучение территории в ходе полевых обследований в летний сезон 2020 г., а также анализа картографических материалов и космических снимков показало, что предложенная схема природно-экологического каркаса может считаться реализованной лишь в части ее совпадения с уже существующими ООПТ. Дальнейшие работы, в первую очередь – по воспроизводству связующих элементов каркаса, неизбежно будут сопряжены с конфликтами прав собственников земель в связи с необходимостью перевода части территорий в категорию охраняемых. В связи с этим внедрение в практику предложенной схемы природно-экологического каркаса должно быть основано на изучении сложившейся структуры землепользования и потенциальных конфликтов природопользования на уровне муниципальных единиц в составе области. В связи с этим цель работы была определена как анализ соответствия предложенной схемы природно-экологического каркаса сложившейся в регионе структуре землепользования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методика исследования заключалась в выявлении степени соответствия современного характера землепользования (использования земель, предполагаемых к включению в состав природно-экологического каркаса (ПЭК)) потенциальному природоохранному статусу в случае их включения в состав предлагаемого природно-экологического каркаса (ПЭК). На первом этапе выполнения данной задачи был проведен анализ антропогенной нагрузки на территорию области и определены модельные районы для выявления основных проблем в реализации предложенной схемы ПЭК; на втором этапе на примере модельных районов области – Борисовского и Губкинского – была проведена оценка перспектив перевода участков в границах предложенной схемы в категорию охраняемых земель, соответствующих функциональному назначению структурных элементов ПЭК.

Анализ антропогенной нагрузки по муниципальным образованиям Белгородской области проводился по 10 показателям, которые условно можно разделить на 2 группы: характер землепользования и уровень воздействия на ландшафты. К первой группе были отнесены такие показатели как доля земель, занятых под сельскохозяйственные угодья и промышленные объекты, доля земель ООПТ, водного и лесного фондов, а также показатель степени облесения в рамках областного проекта «Зеленая столица»; ко второй группе отнесены показатели плотности населения, протяженности автодорог общего пользования, объемов образования ТКО и выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. В качестве источников информации использовались данные

Росстата[1], открытые данные официальных интернет-ресурсов[2] и картографические материалы [Географический атлас…, 2018]. В рамках поставленной цели было принято решение о проведении балльной оценки, позволяющей ранжировать муниципальные районы области по степени нагрузки. Перечисленные показатели оценивались в баллах от 1 до 6 в зависимости от их соответствия цели оценки. Для показателей, характеризующих высокую нагрузку на территорию (протяженность автодорог, доля с/х земель, объемы загрязняющих веществ от стационарных источников и т.п.) более высокий балл означал рост показателя, а высокие показатели доли земель ООПТ, водного и лесного фондов и т.п.), напротив, соответствовали низким величинам нагрузки. В результате простого суммирования баллов были получены интегральные значения антропогенной нагрузки по районам области и определены модельные районы – Борисовский (как пример района с минимальной нагрузкой) и Губкинский (с максимальной нагрузкой).

На следующем этапе была проведена оценка перспектив перевода земель в границах предложенной схемы экологического каркаса в категорию охраняемых земель на примере Борисовского и Губкинского районов. Для этого структура землепользования районов была проанализирована с использованием данных ресурса OpenStreetMap (OSM) для идентификации в пределах районов участков земель по основным категориям: населенных пунктов, промышленности, лесного фонда, сельскохозяйственные земли (пашни и пастбища) и ООПТ. Анализ принадлежности участков в составе предлагаемого ПЭК к разным категориям земель позволил оценить перспективы реализации предложенной схемы в районах с разным уровнем нагрузки.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ распределения антропогенной нагрузки по районам Белгородской области показал, что наименьшим уровнем нагрузки (13 баллов) характеризуется Борисовский район, в пределах которого относительно невысока доля с/х земель, отсутствуют крупные промышленные производства и крупные города, а доля ООПТ выше, чем в других районах. Наиболее высокий уровень нагрузки характерен для Губкинского и Старооскольского городских округов, что обусловлено высокой долей сельскохозяйственных земель, высокой плотностью населения и наличием ареалов воздействия горно-металлургической промышленности (рис. 1).

Дальнейший анализ перспектив реализации предложений по созданию в регионе природно-экологического каркаса проводился на примере Борисовского и Губкинского районов. Оба района расположены в пределах юго-западного макросклона Среднерусской возвышенности, рельеф представлен равнинами с высокой степенью расчлененности овражно-балочной сетью. В почвенном покрове Борисовского р-на преобладают серые и темно-серые лесные почвы, оподзоленные и выщелоченные черноземы, тогда как в Губкинском г.о. почвенный покров представлен богатейшими запасами чернозема, при наличии также серых лесных почв и оподзоленных черноземов. Рассматриваемые районы находятся в пределах лесостепной природной зоны, для которой сегодня характерно практически полное уничтожение луговых степей, а также значительное сокращение площади и фрагментация лесов в результате их вырубки и тотальной распашки земель. Остатки луговых степей здесь сохранились лишь в верхних частях склонов отдельных балок.

---

[1] Белгородская область в цифрах. 2020: Кратк. стат. сб. / Белгородстат, 2020. 244 с. Электронный ресурс: https://belg.gks.ru/storage/mediabank/0107_2020.pdf (дата обращения 12.03.2021).

[2] Губернатор и Правительство Белгородской области. Электронный ресурс: https://belregion.ru/ (дата обращения: 23.04.2021).

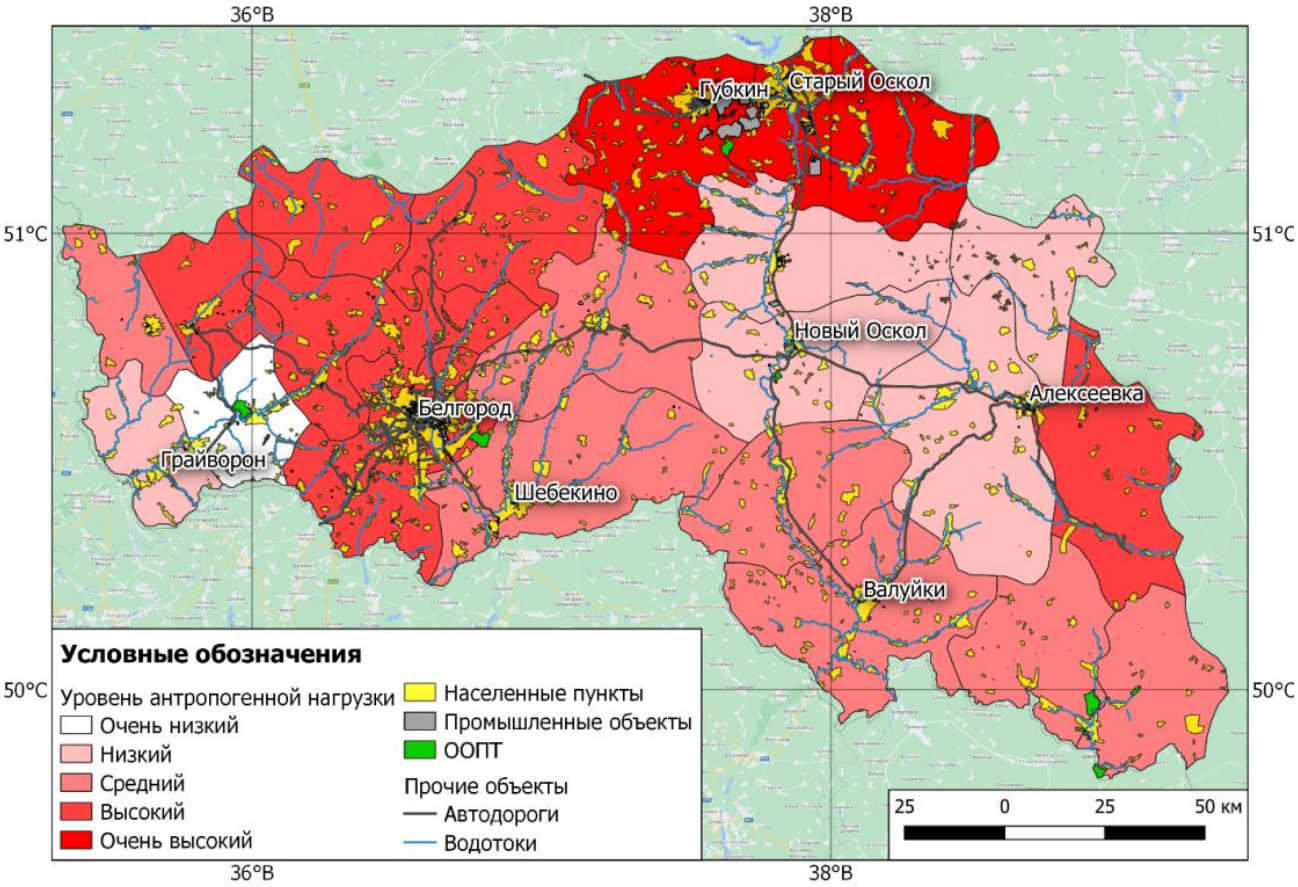


Рис. 1. Распределение антропогенной нагрузки по муниципальным образованиям Белгородской области

Fig. 1. Distribution of anthropogenic pressure by municipalities of the Belgorod region

При схожести природных условий Борисовского района и Губкинского городского округа структура природопользования в их границах различается. Борисовский район можно разделить по реке Ворскла на две части – северную, характеризующуюся преобладанием земель лесного фонда (10,6% от общей площади района) и ООПТ (1,85 %), и южную – сельскохозяйственную (72,0 %), представленную в основном пашней (рис. 2).

Относительно низкая по сравнению с другими районами области антропогенная нагрузка в Борисовском районе является следствием развития здесь природоохранного природопользования, представленного ООПТ не только регионального, но и федерального значения (рис. 3).

На территории Борисовского района находятся два участка государственного природного заповедника федерального уровня «Белогорье» – «Лес на Ворскле» и «Острасьевы Яры». «Лес на Ворскле» – это единственная сохранившаяся в Европе вековая нагорная дубрава с древостоем, возраст которого превышает 300 лет. Участок «Острасьевы яры» представлен сохранившимися сообществами луговых степей. ООПТ регионального значения представлены природным парком «Хотмыжский» и двумя региональными гидрологическими заказниками: «Тростниковое низинное болото» и «Сфагновое болото» в урочище Дубино.

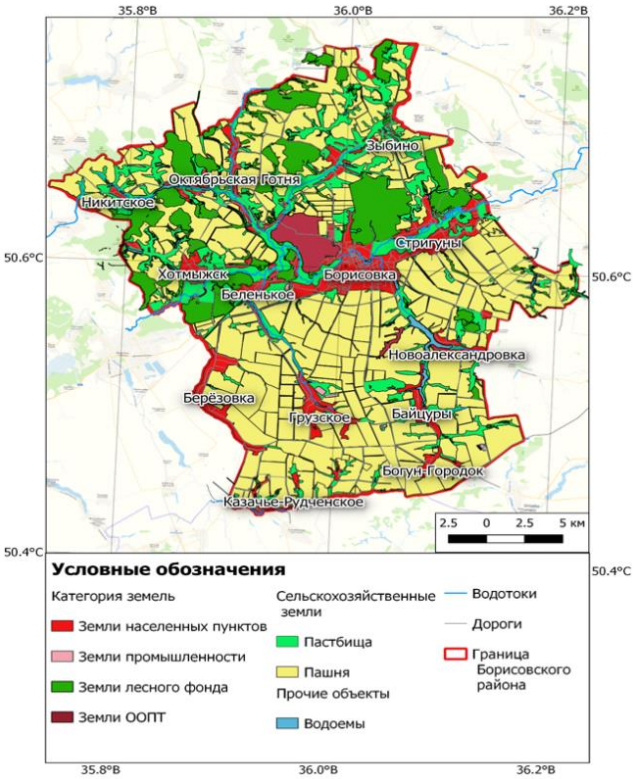


Рис. 2. Использование земель Борисовского района

Fig. 2. Land use in the Borisovsky district

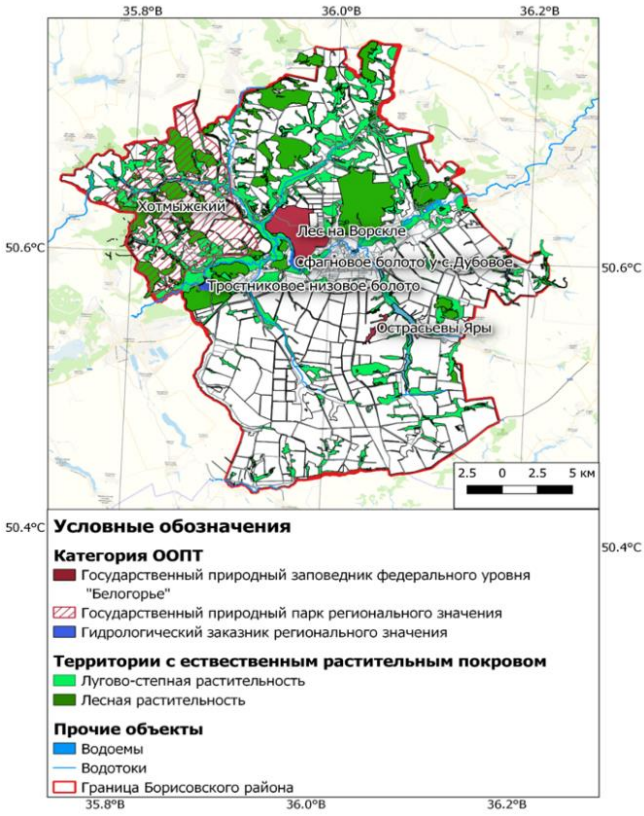


Рис. 3. Особо охраняемые природные территории Борисовского района

Fig. 3. Specially protected natural areas of the Borisovsky district

Природопользование Губкинского района сопряжено с гораздо более интенсивной нагрузкой на среду. Преобладающим видом землепользования здесь является сельскохозяйственный, представленный как растениеводством (выращивание зерновых, сахарной свеклы, подсолнечника, сои), так и животноводством. При этом ключевую рольв экономике района играет промышленное природопользование, основу которого составляет добыча железной руды на АО «Комбинат КМАруда» и ОАО «Лебединский ГОК». В структуре землепользования Губкинского г.о. (рис. 4) преобладают сельскохозяйственные земли (79,1 % от общей площади округа), на втором месте по занимаемой территории находятся земли населенных пунктов (11,7 %).

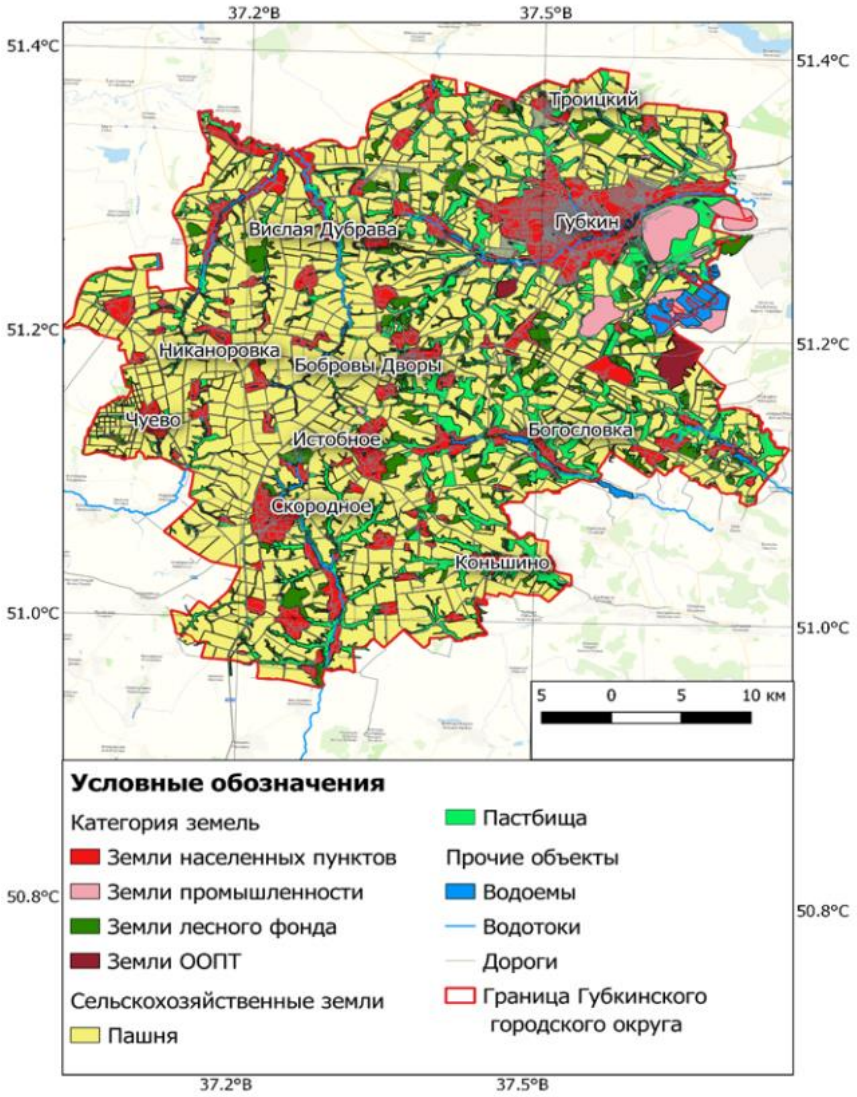


Рис. 4. Использование земель Губкинского района

Fig. 4. Land use in Gubkinsky district

Характерно, что площадь земель промышленности (5,0 %) превышает площадь лесного фонда (4,3 %) [Географический атлас..., 2018]. Земли ООПТ (рис. 5) занимают совсем незначительную часть территории – 0,5 %, и представлены двумя участками государственного природного заповедника федерального значения «Белогорье» – «Ямская степь» и «Лысые горы».

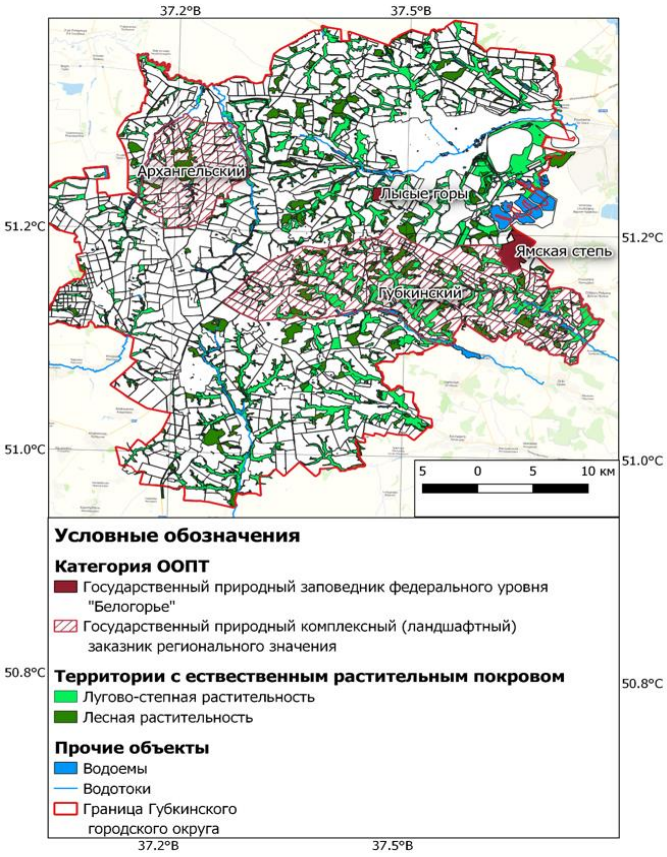


Рис. 5. Особо охраняемые природные территории Губкинского района

Fig. 5. Specially protected natural territories of Gubkinsky district

Региональные ООПТ представлены двумя государственными природными комплексными (ландшафтными) заказниками регионального значения: «Архангельским», организованным в целях сохранения, воспроизводства и повышения численности зайца-русака, косули европейской и оленя благородного, и «Губкинским», созданным для сохранения, воспроизводства и повышения численности зайца-русака и сурка-байбака. Земельные участки, включенные в границы региональных ООПТ, не изымаются из хозяйственного использования.

В целом для сети ООПТ на территории Белгородской области характерны две основные проблемы. Первая заключается в том, что существующие ныне ООПТ – это, по сути своей, резерваты, представляющие «осколки» дикой природы, зачастую обреченные на медленную деградацию из-за ослабления резистентных свойств. Вторая проблема по сути является следствием первой, поскольку средоформирующий потенциал ООПТ в сложившейся ситуации практически не используется для экологического оздоровления близлежащих территорий[1]. Схема природно-экологического каркаса региона была разработана для повышения устойчивости территории и поддержания экологического баланса в целях общего оздоровления социально-экологической обстановки на многолетнюю перспективу. При определении границ каркаса авторы схемы учитывали такие природные

[1] Дегтярь А.В., Григорьева О.И. Изменение лесистости Белгородской области за 400-летний период // Региональные геосистемы, 2018, №4. Электронный ресурс: https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-lesistosti-belgorodskoy-oblasti-za-400-letniy-period (дата обращения: 21.04.2021).

особенности территории, как ареалы максимальной концентрации краснокнижных видов и основных промысловых видов животных, ценные почвенные объекты (эталонные почвы и экокомплексы почв, редкие почвы и др.) и ценность земель для с/х производства.

Оценивая перспективы практической реализации предложенной схемы, в работе была принята традиционная точка зрения, согласно которой наибольшим потенциалом объединения земель в составе ПЭК в регионах с высоким уровнем освоения территории обладают участки с естественным растительным покровом, т.е. земли лесного фонда и ООПТ [*Воропаева,* 2011; *Lungarska, Chakir,* 2018]. Учитывая специфику с/х землепользования Белгородской области, к землям с высоким потенциалом для создания экологического каркаса следует также отнести пастбищные угодья и сенокосы. Такой подход соответствует общепринятому в российской и зарубежной практике: в составе земель сельскохозяйственного назначения функции экологического каркаса традиционно присваиваются водоохранными зонам рек, сенокосам, пастбищам и т.п. [*Дроздова и др.,* 2013; *Fichera et al.,* 2015; *Хорошев и др.,* 2019].

В последние годы в регионе наблюдается тенденция снижения использования пастбищ по назначению в связи с уменьшением количества поголовья крупного и мелкого рогатого скота в домашних и крестьянско-фермерских хозяйствах. По состоянию на 2020 год более 2/3 поголовья КРС содержится в с/х организациях в стойловом режиме[6]. Кроме того, дополнительным фактором снижения интенсивности использования пастбищ и сенокосов в области является облесение эрозионно опасных участков, деградированных и малопродуктивных угодий и водоохранных зон в рамках областной программы «Зеленая столица». Большая часть этих территорий попадают в категорию пастбищ и сенокосов, поэтому можно рассматривать их как территории с высоким потенциалом для создания экологического каркаса.

Основной проблемой при формировании ПЭК в условиях староосвоенного региона является урегулирование отношений собственности при переводе земель сельскохозяйственного назначения в другие категории, в т.ч. при создании заповедников, заказников и других ООПТ. При наличии в регионе неиспользуемых с/х угодий их перевод в категорию охраняемых земель может рассматриваться как позитивная тенденция оптимизации структуры землепользования, способствующая восстановлению естественного плодородия этих земель. Особое внимание при этом следует уделить землям с наименьшей урожайностью (эродированные, выпаханные, заовраженные, засоленные и т.п.), а также, по возможности, землям с неопределенным правовым статусом и удаленным от производственных центров. Учитывая высокую эффективность использования плодородных земель области в качестве пахотных угодий и потенциальную сложность экономического и правового обоснования их перевода в категорию охраняемых, пашни в данной работе рассматривались как земли со средним потенциалом для создания природно-экологического каркаса. Земли промышленности и населенных пунктов были отнесены к землям с низким потенциалом для создания природно-экологического каркаса как территории, практически утратившие естественные характеристики, определяющие их экологическую ценность. В пользу такого решения говорит и длительность любых восстановительных работ, а также их сопряженность с высокими затратами.

Обработка данных пространственного распределения земель различных категорий в границах контуров ПЭК в Борисовском и Губкинском районах с использованием ГИС-программы Quantum GIS 3.12.3 «București» позволила оценить соотношение земель с различным потенциалом создания ПЭК. Так, для Борисовского района характерно преобладание земель с высоким потенциалом в пределах элементов каркаса, отнесенных на схеме к ядрам и узлам ПЭК (рис. 6), что согласуется с относительно низкой антропогенной нагрузкой и свидетельствует о возможности реализации схемы.

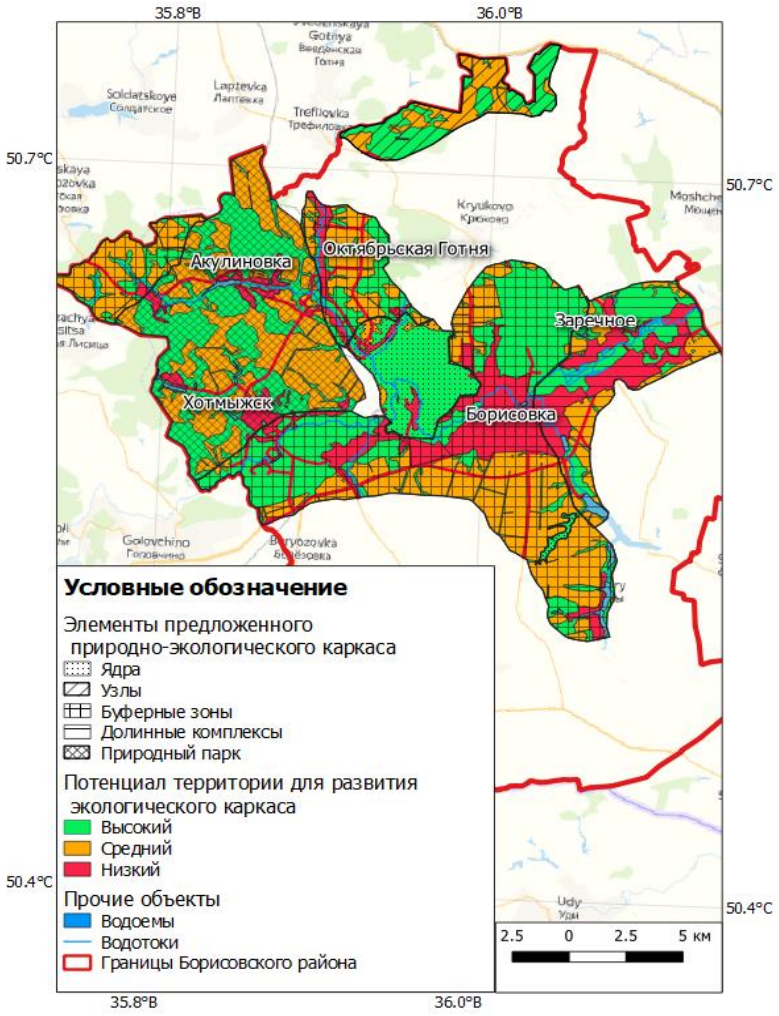


Рис. 6. Потенциал земель для создания природно-экологического каркаса в пределах Борисовского района

Fig. 6. The potential of land areas for creating an ecological framework within the Borisovsky district

В связи с расположением населенных пунктов в долинах рек, имеющих значение экологических коридоров, здесь высока доля земель с низким потенциалом. Территории, отнесенные на схеме к буферным зонам, включают земли с разным потенциалом, однако преобладающими являются земли со средним и низким потенциалом. Таким образом, при реализации схемы ПЭК на практике необходимо уделить особое внимание буферным зонам для обеспечения полноценного выполнения главной функции – защиты ядер экологического каркаса от антропогенного воздействия.

Для Губкинского городского округа характерно преобладание земель со средним потенциалом в ядрах и узлах ПЭК, что обусловлено высокой степенью распашки территории. В районе выделяется два ядра экологического каркаса: первый приурочен к участку «Лысые горы», а второй к участку «Ямская степь» государственного природного заповедника «Белогорье». В пределах ядра, относящегося к участку «Лысые горы», высока доля земель с низким потенциалом в связи с расположением здесь населенных пунктов. Сильно дифференцирован потенциал создания ПЭК в узловых участках, где одинаково высокие доли имеют земли со средним и высоким потенциалом, что связано с

большим количеством пастбищных угодий в пределах этой территории. Особо выделяется узловой участок, приуроченный к хутору Большое Становое, в границах которого почти полностью занимают земли со средним потенциалом, которые представлены яблоневыми садами. Явное преобладание земель со средним потенциалом типично и для приводораздельных комплексов, которые полностью распаханы. Как и в Борисовском районе, в долинных комплексах Губкинского городского округа большие площади занимают земли с низким потенциалом, представленные населёнными пунктами. В целом же структура земель, включенных в схему ПЭК в Губкинском районе, имеет большую мозаичность (рис. 7), что, предопределяет большие сложности с ее реализацией на практике.

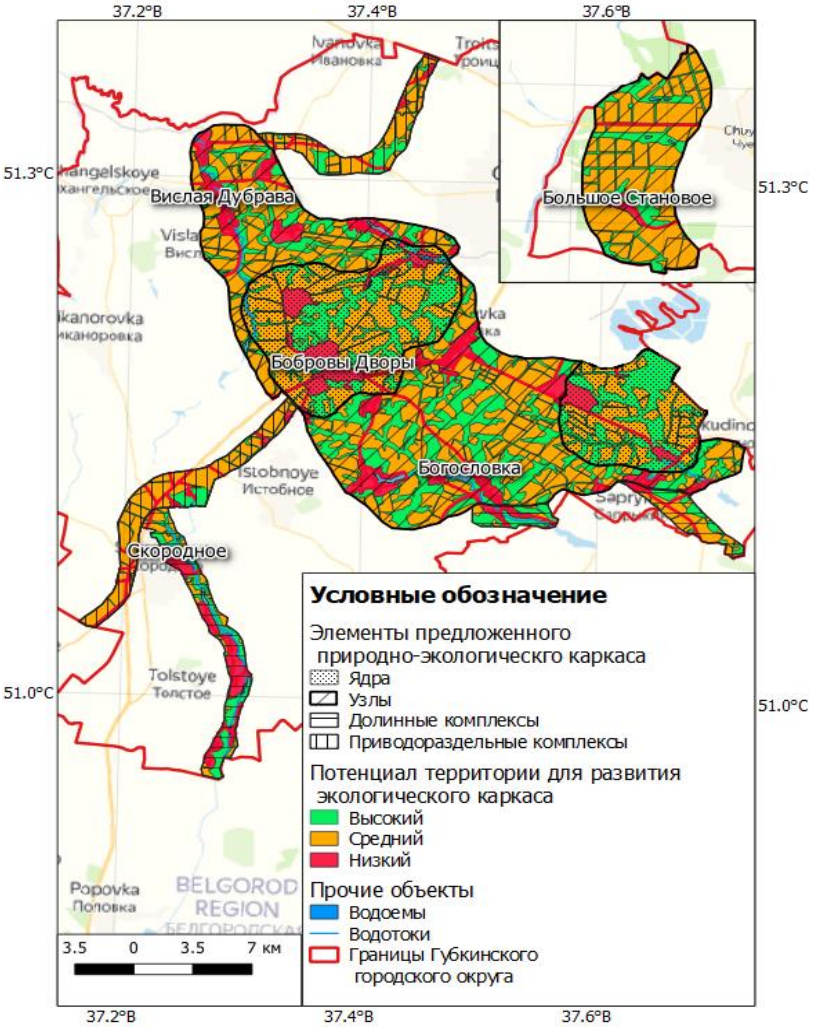


Рис. 7. Потенциал земель для создания природно-экологического каркаса в пределах Губкинского района

Fig. 7. The potential of land areas for creating an ecological framework within the Gubkinsky district

Оценка потенциала земель разных категорий для создания природно-экологического каркаса региона показала, что в Борисовском районе, который обладает относительно низким уровнем антропогенной нагрузки, наибольший процент занимают земли с высоким потенциалом для создания природно-экологического каркаса (47,0 %). В Губкинском городском округе в пределах предлагаемого экологического каркаса преобладают земли со средним потенциалом (57,0 %) (табл. 1).

Табл. 1. Соотношение земель с различным потенциалом реализации схемы природно-экологического каркаса в Борисовском и Губкинском районах

Table 1. The ratio of land areas with different potential for the implementation of the scheme of the ecological framework in Borisovsky and Gubkinsky districts

Доля земель Борисовского р-на, %	Потенциал создания экологического каркаса	Доля земель Губкинского р-на, %
47	Высокий	34
39	Средний	57
14	Низкий	9

Относительно высокая доля территорий с низким потенциалом в Борисовском районе обусловлена расположением в границах этого района крупного населенного пункта – Борисовка, территория которого была включена в схему ПЭК. При исключении из земель каркаса таких населенных пунктов площадь земель с низким потенциалом развития экологического каркаса в Борисовском р-не будет равна 9,0 %, т.е. сопоставима с Губкинским г.о. Аналогичная ситуация может быть характерна для нескольких муниципальных единиц: Прохоровского, Корочанского, Вейделевского и Красненского районов, а также Грайворонского и Валуйского городских округов.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования было определено соотношение земель с различным потенциалом создания природно-экологического каркаса региона в районах с относительно низкой и высокой антропогенной нагрузкой. Несмотря на высокую освоенность территории области, в пределах предложенной схемы ПЭК в границах муниципальных районов Белгородской области преобладают земли со средним потенциалом, однако достаточно велика и доля земель с высоким потенциалом. Таким образом, реализация предложенной схемы ПЭК может рассматриваться как востребованное и перспективное направление оптимизации структуры землепользования, особенно в контексте соответствия такой деятельности актуальным направлениям глобальной экологической политики.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о необходимости проектирования природно-экологического каркаса в староосвоенных регионах с высоким уровнем антропогенной нагрузки не на региональном уровне, а на уровне муниципальных образований. Апробированный в работе подход может использоваться для проведения аналогичных исследований по идентификации земель, обладающих достаточным потенциалом для включения в региональные схемы экологических каркасов и принятия решений в рамках стратегий развития регионов.

Проведенное исследование также подтверждает актуальность совершенствования отечественной законодательной базы в части обеспечения природоохранной деятельности. Очевидно, что наиболее серьезным ограничением к реализации предложений по внедрению в практику природопользования региональной схемы ПЭК выступает несовершенство законодательства, до настоящего времени не включающего такое чрезвычайно востребованное понятие как «экологический каркас» [*Воропаева,* 2011]. Закрепление в правовом поле таких правовых категорий как «экологический каркас» и «элементы экологического каркаса» будет способствовать широкому применению на практике методов ландшафтного планирования в целях совершенствования структуры землепользования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воропаева Т.В.* Методологические особенности проектирования экологического каркаса территории. Ученые записки Забайкальского государственного университета. Серия: Биологические науки, 2011. №1. С. 49–55.
2. Географический атлас Белгородской области: природа, общество, хозяйство. Всероссийская общественная организация «Русское географическое общество», Белгородский государственный национальный исследовательский университет. Отв. ред. А.Г. Корнилов; ред. А.Н. Петин, Ю.Г. Чендев, В.И. Петина и др. Белгород: Константа, 2018. 200 с.
3. *Дроздова Е.А., Корнилов А.Г., Белицкая Ю.С.* Экологический каркас в схеме благоустройства Белгородской области. Геология, география и глобальная энергия. 2013. № 4 (51). С. 182–190.
4. *Китов М.В.* Динамика площадей оставленных естественных кормовых угодий в Белгородской области за период 1990–2010 гг. Региональные геосистемы, 2015. № 9 (206). С. 92–102.
5. *Лопатин И.Д.* Сельскохозяйственные районы Курской губернии. Курск: Курсгубплан, 1923. 120 с.
6. *Хорошев А.В., Авессаломова И.А., Дьяконов К.Н., Иванов А.Н., Калуцков В.Н., Матасов В.М., Низовцев В.А., Сысуев В.В., Харитонова Т.И., Чижова В.П., Эрман Н.М., Лощинская Е.С.* Теория и методология ландшафтного планирования. Отв. ред. К.Н. Дьяконов, А.В. Хорошев. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. 444 с.
7. *Шахбазян Т.З.* Геоинформационный анализ для целей формирования экологического каркаса и расширения сети ООПТ (на примере Ставропольского края). ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 4. С. 104-113. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-104-113.
8. *Fichera C., Laudari L., Modica G.* Application, validation and comparison in different geographical contexts of an integrated model for the design of ecological networks. Journal of agricultural engineering, 2015. No 46. P. 52–61. DOI: 10.4081/jae.2015.459.
9. *Jalkanen J., Toivonen T., Moilanen A.* Identification of ecological networks for land-use planning with spatial conservation prioritization. Landscape Ecology, 2020. V. 35. P. 353–371. DOI: 10.1007/s10980-019-00950-4.
10. *Lungarska A., Chakir R.* Climate-induced Land Use Change in France: Impacts of Agricultural Adaptation and Climate Change Mitigation. Ecological Economics, Elsevier, 2018. No 147. P. 134–154. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.12.030.

REFERENCES

1. *Drozdova E.A., Kornilov A.G., Belitskaya Yu.S.* Ecological framework in the scheme of improvement of the Belgorod region. Geology, geography, and global energy, 2013. No 4 (51). P. 182–190 (in Russian).
2. *Fichera C., Laudari L., Modica G.* Application, validation and comparison in different geographical contexts of an integrated model for the design of ecological networks. Journal of agricultural engineering, 2015. No 46. P. 52–61. DOI: 10.4081/jae.2015.459.
3. Geographical Atlas of the Belgorod region: nature, society, economy. Russian public organization "Russian Geographical Society", Belgorod State National Research University. Ed. by A.G. Kornilov, A.N. Petin, Yu.G. Chendev, V.I. Petina, etc. Belgorod: Constanta, 2018. 200 p. (in Russian).

4. *Jalkanen J., Toivonen T., Moilanen A.* Identification of ecological networks for land-use planning with spatial conservation prioritization. Landscape Ecology, 2020. V. 35. P. 353–371. DOI: 10.1007/s10980-019-00950-4.
5. *Khoroshev A.V., Avessalomova I.A., Diakonov K.N., Ivanov A.N., Kalutskov V.N., Matasov V.M., Nizovtsev V.A., Sysuev V.V., Kharitonova T.I., Chizhova V.P., Erman N.M., Loshchinskaya E.S.* Theory and methodology of landscape planning. Ed. by K.N. Diakonov, A.V. Khoroshev. M.: Association of Scientific Publications of the KMK, 2019. 444 p. (in Russian).
6. *Kitov M.V.* Dynamics of the areas of abandoned natural feeding grounds in the Belgorod region for the period 1990–2010. Regional Geosystems, 2015. No 9 (206). P. 92–102 (in Russian).
7. *Lopatin I.D.* Agricultural districts of the Kursk province. Kursk: Kurskgubplan, 1923. 120 p. (in Russian).
8. *Lungarska A., Chakir R.* Climate-induced Land Use Change in France: Impacts of Agricultural Adaptation and Climate Change Mitigation. Ecological Economics, Elsevier, 2018. No 147. P. 134–154. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.12.030.
9. *Shakhbazyan T.Z.* Geoinformation analysis for the purposes of forming the ecological framework and expanding the network of protected areas (on the example of the Stavropol Territory) InterCarto. InterGIS. Geoinformation support for sustainable development of Territories: Proceedings of the International Conference M: Moscow University Press, 2020. V. 26. Ch. 4. P. 104–113. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-104-113 (in Russian).
10. *Voropaeva T.V.* Methodological features of designing the ecological framework of the territory. Scientific notes of the Trans-Baikal State University. Series: Biological Sciences, 2011. No 1. P. 49–55. (in Russian).

УДК: 631.415+911.6 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-120-134**

Н.В. Клебанович [1], **А.Л. Киндеев**[2], **В.С. Кизеева**[3]

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПЛОЩАДНОЙ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЗОН ПОТЕНЦИАЛЬНОГО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

АННОТАЦИЯ

В статье приводится один из возможных вариантов улучшения методики выделения зон потенциального плодородия почвенного покрова. Доказывается необходимость использования площадной интерполяции как единственного метода геостатистического анализа, учитывающего площадь входных объектов. Для проверки данных на нормальное распределение Гаусса необходимо использовать несколько способов проверки, так как при оценке только статистических параметров были обнаружены значительные (в случае с фосфором – аномальные) отклонения, однако при оценке гистограмм и графиков «квартиль-квартиль» необходимость приведения данных к нормальному распределению была актуальна только для гумуса и фосфора. Показываются основные преимущества и недостатки метода площадной интерполяции. При значительном отклонении от нормального распределения, при отсутствии встроенных функций автоматизированного приведения данных к распределению Гаусса, одним из немногих способов может служить логарифмирование данных. После проведения зонирования необходимо выполнить обратный перевод в исходные значения для репрезентативной визуализации результатов.

В результате подбора теоретических вариограмм-деконволюций определены степени пространственной зависимости и оптимальные расстояния для исследуемых свойств. Определно, что лаг у показателей кислотности и содержания калия равняется 1000 м и 1050 м соответственно. У фосфора он составляет 1300 м. У содержания гумуса лаг значительно ниже – 440 м. Максимальное расстояние автокорреляция характерно для калия и гумуса – 2330 и 1528 м; минимальное – для фосфора – 637. Достоверность картограмм агрохимических свойств подтверждается рассчитанными среднеквадратическими ошибками. Отклонения значений pH находится в диапазоне до 0,15 единиц Наивысшая среднеквадратическая ошибка интерполяции наблюдается у слабокислых почв. Ошибка проинтерполированных значений гумуса от исходных данных присуща антропогенно-преобразованным почвам. Среднеквадратическую ошибку значений фосфора можно оценить как незначительную. Наибольшие ошибки у K_2O – в единичных случаях они достигает 120 мг/га в центральной и в восточной частях района. По полученной карте потенциального плодородия почв была определена взаимосвязь с гранулометрическим составом почв. Низкий уровень наблюдается на песчаных и супесчаных почвах, высокий – на суглинках. Также на прозводительную способность влияет рельеф территории – на расчлененных участках продуктивность ниже, чем на равнинных.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГИС, геостатистика, варьирование, площадная интерполяция, производительная способность почвы.

[1] Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики, Ленинградская, 14, 220004, Минск, Беларусь *e-mail:* **N_Klebanovich@inbox.ru**

[2] Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики, Ленинградская, 14, 220004, Минск, Беларусь *e-mail:*, *e-mail:* **akindeev@tut.by**

[3] Белорусский государственный университет, факультет географии и геоинформатики, Ленинградская, 14, 220004, Минск, Беларусь *e-mail:*, *e-mail:* **tatya.novikova.85@mail.ru**

Nikolay V. Klebanovich[1], Arkady L. Kindeev[2], Vitalina S. Kizeeva[3]

APPLICATION OF AREAL INTERPOLATION METHODS WHEN DETERMINING ZONES OF POTENTIAL FERTILITY OF SOILS OF AGRICULTURAL LANDS

ABSTRACT

The article presents one of the possible options for improving the methodology for identifying zones of potential soil fertility. The necessity of using areal interpolation as the only method of geostatistical analysis that takes into account the area of input objects is proved. To check the data for a Gaussian normal distribution, it is necessary to use several verification methods, since when evaluating only statistical parameters, significant (in the case of phosphorus, abnormal) deviations were found, however, when evaluating histograms and quartile-quartile plots, it is necessary to bring the data to a normal distribution was relevant only for humus and phosphorus. The main advantages and disadvantages of the areal interpolation method are shown. With a significant deviation from the normal distribution, in the absence of built-in functions for automated reduction of data to the Gaussian distribution, one of the few ways can be the logarithm of the data. After zoning, it is necessary to perform a reverse translation to the original values for a representative visualization of the results. As a result of the selection of theoretical semivariograms-deconvolutions, the degrees of spatial dependence and optimal distances for the studied properties are determined. It is clear that the lag of acidity and potassium content is 1000 m and 1050 m, respectively. For phosphorus, it is 1300 m. For the humus content, the lag is much lower – 440 m. The maximum autocorrelation distance is typical for potassium and humus – 2330 and 1528 m; the minimum for phosphorus is 637. The reliability of the cartograms of agrochemical properties is confirmed by the calculated root-mean-square errors. The deviations of pH values are in the range of up to 0.15 units. The highest mean square error of interpolation is observed in weakly acidic soils. The error in the interpolated values of humus from the initial data is inherent in anthropogenically transformed soils. The root-mean-square error of phosphorus values can be estimated as insignificant. The largest errors in K_2O – in isolated cases, they reach 120 mg/ha in the central and eastern parts of the region. The resulting map of potential soil fertility was used to determine the relationship with the granulometric composition of soils. A low level is observed on sandy and sandy loam soils, a high level – on loams. Also, the productivity is affected by the relief of the territory – in the dissected areas, productivity is lower than on the plains.

KEYWORDS: GIS, geostatistics, variation, areal interpolation, soil productivity.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных целей устойчивого развития Республики Беларусь до 2030 года является модернизация аграрно-промышленного комплекса (АПК) в сфере сельского хозяйства, сохранения природно-ресурсного потенциала, поддержания экологической безопасности и благоприятной окружающей среды, а также сохранение и устойчивое использование биологического и ландшафтного разнообразия.

[1] Byelorussian State University, Faculty of Geography and Geoinformatics, Leningradskaja, 14, 220004, Minsk, Belarus *e-mail:* **N_Klebanovich@inbox.ru**

[2] Byelorussian State University, Faculty of Geography and Geoinformatics, Leningradskaja, 14, 220004, Minsk, Belarus *e-mail:* **akindeev@tut.by**

[3] Byelorussian State University, Faculty of Geography and Geoinformatics, Leningradskaja, 14, 220004, Minsk, Belarus *e-mail:* **tatya.novikova.85@mail.ru**

Для достижения этих целей необходимо постоянное обеспечение АПК новыми эффективными адаптированными ресурсосберегающими технологиями и методиками, направленными на охрану агроландшафтов от деградаций, и повышение продуктивности агроценозов [*Клебанович,* 2019]. Неотъемлемым этапом организации рационального природопользования является комплексный учёт природно-экологических условий, проявляющихся в продукционной способности и экологической устойчивости структурных единиц почвенного покрова – почвенных комбинаций агроландшафтов – генетически однородных территориальных систем, состоящих из взаимосвязанных агрогенных комплексов [*Черныш,* 2005].

Одним из возможных путей оптимизации аграрного землепользования Республики Беларусь является учёт пространственной неоднородности почвенного покрова и его агрохимических характеристик, которые непосредственно влияют и лимитируют производительную способность почв. Исходя из этого появляется необходимость разработки методики учёта этих показателей при проведении землеустроительных работ и кадастровой оценки земель.

В Республике Беларусь исследования в этом направлении ведутся довольно давно, так, были рассмотрены вопросы по геоинформационному сочетанию накопленных к настоящему времени данных о структурно-агрегатном составе и агрофизических свойствах почв в агроландшафтах республики и информации о фактическом использовании земель сельскохозяйственного назначения с учетом их мелиоративного состояния и геосистемного положения [*Червань и др.,* 2016]. Интересным представляется методика О.А. Куцаевой, базирующаяся на функциональный возможностях геостатистического анализа, разработанная для внутрихозяйственного землеустройства с целью перехода от формирования рабочих участков к формированию менеджмент-зон [*Куцаева,* 2020] на основе агрохимических характеристик.

Целью настоящего исследования, в связи с этим, является совершенствование методики дифференциации сельскохозяйственных земель по совокупности агрохимических свойств при помощи геостатистических методов интерполяции, анализ пространственно-географических закономерностей в их распределении и типизация сельскохозяйственных земель Воложинского района по производительной способности почвенного покрова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы. Исходными материалами для исследования послужили данные земельно-информационной системы (ЗИС) Республики Беларусь об агрохимических свойствах почвы сельскохозяйственных земель Воложинского района, а также данные крупномасштабного почвенного картографирования почв района[1]. Общая структура элементарных участков представлена на рис. 1.

Общая площадь сельскохозяйственных земель составляет 76853 га, что составляет 48 % от общей площади района. Количество элементарных участков – 14428. По данным крупномасштабного почвенного картографирования была составлена карты типов почв и гранулометрического состава (рис. 2) согласно разработанному в Республике Беларусь ТКП 651–2020 (33520)[2].

---

1 Геопортал ЗИС. УП «Проектный институт Белгипрозем. Электронный ресурс: https://gismap.by/next/ (дата обращения 05.04.2021).

2 Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. Национальный фонд технических нормативных правовых актов. Электронный ресурс: https://tnpa.by/#!/DocumentCard /490371/622805 (дата обращения 05.04.2021).

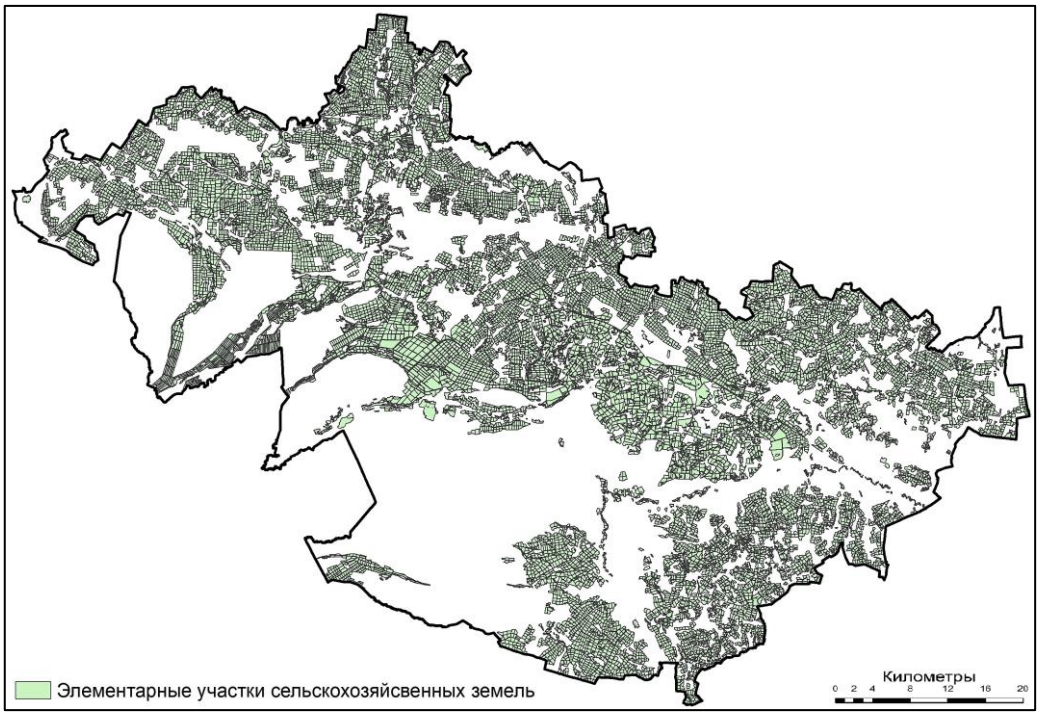


Рис. 1. Структура сельскохозяйственных земель Воложинского района
Fig. 1. Structure of agricultural land in Volozhin district

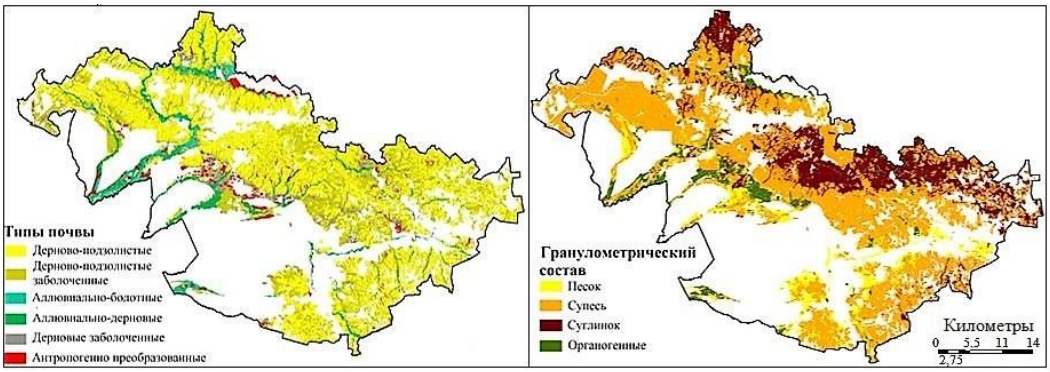


Рис. 2. Карты типов почв и гранулометрического состава сельскохозяйственных земель Воложинского района

Fig. 2. Maps of soil types and granulometric composition of agricultural lands in Volozhin region

Дерново-подзолистые почвы составляют 46% и занимают наибольшую долю от всех типов почв района. Они распределены с северо-западной, северной и восточной частей района, до южной и юго-восточной частей. Дерново-подзолистые заболоченные почвы представлены в северо-западной, центральной и северо-восточной частях Воложинского района и составляют 34% от всех типов почв. Аллювиально-болотные почвы сосредоточены большей своей частью в западной половине и составляют 5% от всех типов почв района. Аллювиально-дерновые почвы располагаются около аллювиально-болотных. Однако в восточной части района они также присутствуют, хоть и в меньшем количестве. Составляют 6 % от всех типов почв района. Дерновые заболоченные почвы находятся в северной, центральной и восточной частях Воложинского района. Также, составляют 6% от всех типов почв района.

Антропогенно-преобразованный тип почв встречается в северной, западной и центральной частях района. Занимают наименьшую часть от всех типов почв Воложинского района и составляют 3%. В данный тип почв, согласно номенклатурному списку, приведенному в ТКП 651–2020 (33520)[1], нами относятся деградированные дренированные, деградированные эрозионные, нарушенные, агрогенные и техногенно-заболоченные почвы.

Пески представлены точечно в северо-западной, центральной, юго-восточной и южной частях Воложинского района. Супеси распределены с северо-западной до юго-восточной части Воложинского района. Занимают наибольшую площадь района. Суглинки занимают всю северную часть района, простираясь до его центральной части. Органогенный почвенный покров находится большей своей частью в западной части района. Видна сильная концентрация в центральной и северной частях. Также, небольшая доля находится и в восточной части Воложинского района.

Методы. В исследованиях подобного рода в нашей стране применялись разного вида методы кригинга для получения результирующих поверхностей и их пространственных характеристик [*Куцаева,* 2020; *Мыслыва,* 2020], но при этом важным упущением является применение подобных инструментов к площадным объектам – элементарным участкам, на которые делятся поля при агрохимическом обследовании (средние размеры такого участка в РБ варьируют от 3 до 15 га), поскольку при интерполяции такими методами полигоны представляются точечными объектами без учета их площади.

Для реализации подобных методик в ArcGIS ArcMap модулем Geostatistical Analyst предусмотрен инструмент «Площадной интерполяции» (англ. Areal interpolation). Данный инструмент предполагает работу с площадными объектами, содержащими значения с распределением Пуассона, биномиальные значения или значения с распределением Гаусса [*Krivoruchko et al,* 2011]. Последний вид данных представляет собой усреднённые значения по полигонам, что соответствует элементарным участкам. Использование площадной интерполяции для усреднённых данных обсуждалась еще в 2007 году [*Gotway, Young,* 2007]. На основе этих исследований площадная интерполяция использовалась при выявлении пространственных закономерностей распространения заболеваний остеоартритом в провинции Альберта, Канада и сопутствующих ему заболеваний [*Liu et al.,* 2020], а также при прогнозировании степени ожирения пятиклассников в школьных округах Лос-Анджелеса [*Steeves et al.,* 2014]. Площадная интерполяция была использована при анализе данных по загрязнению С-137 в населенных пунктах Республики Беларусь, которая показала превосходство выбранного метода по сравнению с обычными видами кригинга [*Krivoruchko et al.,* 2011].

При применении данного инструмента должны быть соблюдены главные требования корректного использования геостатистических методов – исходный набор данных должен содержать минимум 100 точек наблюдений [*Oliver et al.,* 2010; *Lark,* 2000; *Wadoux et al.,* 2019] и иметь нормальное статистическое распределение. В качестве исходных полигонов нами использованы элементарные участки почвенного обследования сельскохозяйственных земель, содержащие данные о кислотности (pH в KCl), содержании гумуса (%), калия (K_2O) и фосфора (P_2O_5). В Воложинском районе количество полигонов составляет 14428, что соответствует первому правилу.

Проверка на нормальное распределение анализируемых данных выполнялась в Excel 2019, в ходе которой были получены показатели описательной статистики (табл. 1).

[1] Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. Национальный фонд технических нормативных правовых актов. Электронный ресурс: https://tnpa.by/#!/DocumentCard/490371/622805 (дата обращения 05.04.2021).

Весь последующий геостатистический анализ – в программном продукте ArcGIS ArcMap с использованием модуля Geostatistic Analyst.

Первым этапом рабочего процесса площадной интерполяции является создание поверхности интерполяции на основе необходимых данных, вторым – прогнозирование значений данных для нового набора полигонов[1].

Вариограммный анализ является ключевым моментом геостатистического оценивания данных. При обычном геостатистическом анализе вариограмма описывает пространственную дисперсию распределения свойств в зависимости от расстояния и определяется следующей формулой:

$$Y(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum [z(x_i) - z(x_i + h)]^2 \quad (1)$$

где z – варьирующая величина;

z(x_i)-z(x_i+h) – результаты измерений в точках x_i и x_i+h;

N(h) – количество пар точек, разделенных расстоянием h (которое обычно называется лагом).

Величина γ(h) является средней мерой сходства значений признака в точках, разделенных расстоянием h. Таким образом, дисперсия для каждого h рассчитывается как половина среднего квадрата разности значений показателя, измеренных на расстоянии h друг от друга. В случае с площадной интерполяцией уравнение будет представлять собой следующую формулу ковариации описывающую вариограмму-деконволюцию, описаную Cressie [*Cressie,* 1993]:

$$cov\left((Z(A_i), Z(A_j)\right) = \frac{1}{|A_i||A_j|} \iint_{A_i A_j} cov\big(Z(s'), Z(s)\big) ds ds' \quad (2)$$

$$cov\left((Z(A_i), Z(s)\right) = \frac{1}{|A_i|} \int_{A_i} cov\big(Z(s'), Z(s)\big) ds' \quad (3)$$

где $cov\left((Z(A_i), Z(A_j)\right)$ – ковариация между выполненными измерениями;

A_i и A_j– площади полигонов;

s’ и s – значения исследуемых переменных в полигонах.

С помощью этих ковариаций можно делать прогнозы как для полигонов, так и для точек. Среднее расстояние между точками рассчитывалось с помощь инструмента «Среднее ближайшее соседство» (англ. Average Nearest Neighbor).

Целью вариографии является подбор математический модели (вариограммы) к эмпирической вариограмме. Для удобства подбора в площадной интерполяции были добавлены доверительные интервалы, автоматически установленные на основании параметров 1-го и 3-го квартилей. В доверительные интервалы должно попасть 90 и более процентов эмпирической вариограммы, однако на практике данное правило имеет ряд отклонений, что подразумевает оценку вариограммы по показателям среднеквадратического отклонения и средней нормированной ошибки. Основные параметры вариограмм представлены в табл. 2.

После подбора наиболее достоверных вариограмм (рис. 3) и создания интерполяционных моделей следует объединение полученных значений с целевыми полигонами (контура почвенного покрова). Кроме итоговых картограмм (рис. 4) данный

[1] Использование площадной интерполяции для выполнения интерполяций по принципу полигон-к-полигону. ArcGIS Pro. Электронный ресурс: https://desktop.arcgis.com/ru/arcmap/latest/extensions/geostatistical-analyst/using-areal-interpolation-to-predict-to-new-polygons.htm. (дата обращения 05.04.2021).

инструмент позволяет получить пространственное распределение среднеквадратических ошибок для проверки точности результатов (рис. 5).

Последним этапом выделения зон потенциального плодородия почвенного покрова является объединение полученных картограмм в один составной слой. Инструментарий ArcGIS ArcMap предоставляет несколько вариантов для достижения поставленной задачи. одним из которых является калькулятор растр, который работает с ячейками растра. Инструмент калькулятор растра строит и выполняет выражение алгебры карт с использованием синтаксиса Python в интерфейсе подобном калькулятору.

Для использования алгебры карты полученные векторные слои были конвертированы в растровые модели с разрешением 1 м и были переклассифицированы в шесть зон обеспеченности для каждого отдельного показателя, после чего были объединены в итоговый слой (рис. 6).

Количество зон определялось исходя из числа градаций, установленных методикой крупномасштабных агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь градаций [*Богдевич и др.,* 2012].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При определении степени отклонения исследуемых данных от нормального Гауссового распределения были получены показатели описательной статистики, представленные в табл. 1.

Табл. 1. Статистическая характеристика почвенных свойств

Table 1. Statistical characteristics of soil properties

Показатели	pH	Гумус	K_2O	P_2O_5
Мин	3,72	0,82	15,0	100
Среднее	5,88	2,41	228	195
Макс	7,76	8,58	1560	1689
Медиана	5,92	2,16	200	172
Квартиль 1	5,56	1,86	149	134
Мода	6,50	3,00	300	150
Квартиль 3	6,29	2,84	300	231
Стандартное отклонение	0,55	0,98	119	95,3
Коэф. вариации, %	9,39	40,5	52,1	48,8
Коэф. асимметрии	-0,51	2,46	1,84	3,45
Эксцесс	0,41	7,25	9,20	25,6
Ошибка асимметрии	0,07	0,08	0,07	0,08
Ошибка эксцесса	0,28	0,30	0,28	0,30

На основании значения коэффициента вариации можно сделать вывод, что вариабельность ряда данных «pH» (9,39 %) по шкале степени однородности можно отнести к однородным, однако стоит отметить, что реальную вариабельность содержания ионов H^+ данный показатель отражает косвенно, т.к. рассчитывается для прологарифмированных значений, которыми являются значения pH. Сопоставление минимального и максимального значений кислотности говорит о наличии всех классификационных групп показателя, отражая реальную неоднородность pH по территории района. Остальные агрохимические свойства находятся примерно в одной градации – коэффициент вариации принимает значения от 40 до 52 %, что соответствует средней степени неоднородности (30–60%).

Распределение для показателей агрохимических свойств почв района не является симметричным, поскольку значения M, Mo и Me не равны между собой. Нарушение этих

соотношений свидетельствует о наличии асимметрии распределения. Сопоставляя значения коэффициента асимметрии и эксцесса с их пороговыми значениями, можно констатировать, что у всех свойств наблюдается отклонения от нормального распределения. Значительное превышение эксцесса у гумуса и калия (7,25 и 9,20 соответственно), аномально большое – у фосфора (25,6). Относительно малое отклонение наблюдается у кислотности. Для объективности оценивая нормальности распределения нами были также проанализированы графики «квартиль-квартиль» и гистограммы распределения, сгенерированные в ArcGIS ArcMap. В ходе анализа было обнаружено, что для значений кислотности преобразование не требуется, а после удаления «артефактов» из ряда данных значений калия, распределение также стало приближенным к нормальному. В свою очередь для гумуса и фосфора потребовалось провести логарифмирование.

Анализ математических структур пространственного распределения агрохимических свойств был произведен в программной среде ArcGIS ArcMap. С помощью инструментов Geostatistical Analyst были получены соответствующие вариограммы, представленные на рис. 3, а также их параметры, представленные в табл. 2.

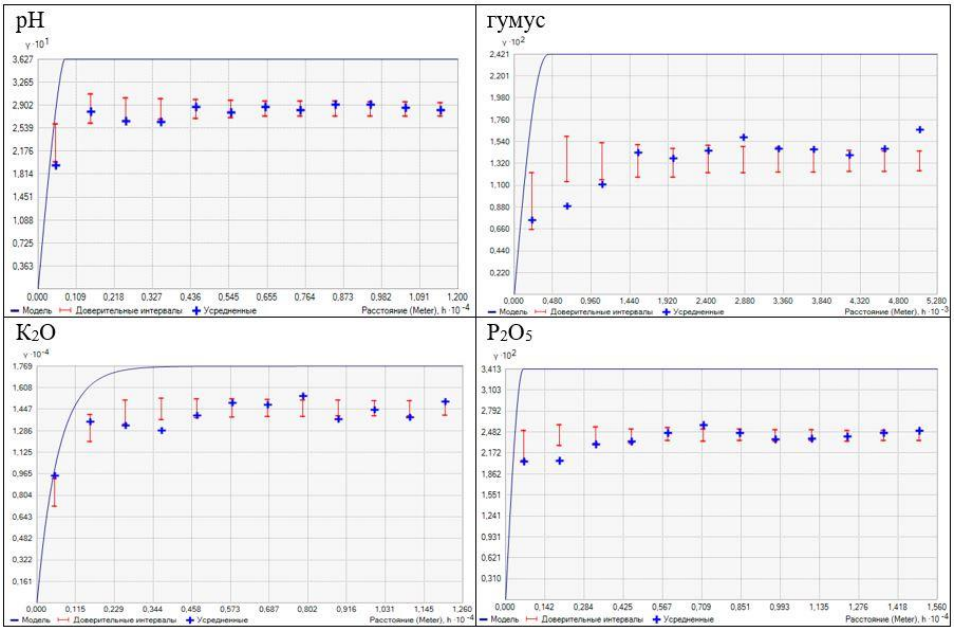


Рис. 3. Вариограммы исследуемых свойств почвенного покрова
Fig. 3. Variograms of the investigated properties of the soil cover

Эффект самородка у всех представленных вариограмм равняется 0, что позволяет говорить об отсутствии остаточной дисперсии в данных. Эмпирическая вариограмма pH практически идеально ложится в доверительные интервалы, однако наибольшая корреляция наблюдается на средних и дальних расстояниях, в свою очередь, до 2000 м значения имеют более сильную пространственную изменчивость.

Пространственная автокорреляция гумуса лучше всего описывается частным случаем сферической вариограммы – тетрасферической. Ранг вариограммы составил 1528 м, что говорит об отсутствии пространственной связи между значениями на расстояниях, превышающих установленное. Как видно из вариограммы, наибольшим подобием обладают значения на средней дистанции – от 1500 до 4500 метров, а также на малых расстояниях до 400 м.

Калию и фосфору соответствуют экспоненциальная и сферическая вариограммы. У K_2O наблюдаются отклонения на дистанциях от 2000 м до 4500 м, которые затухают после

преодолении этой отметки. Значения фосфора также имеют отклонения от доверительных интервалов на дистанциях до 3000 м.

Табл. 2. Показатели вариограмм исследуемых свойств
Table 2. Indicators of variograms of the investigated properties

Показатели	pH	Гумус	K_2O	P_2O_5
Модель	Круговая	Тетрасферическая	Экспоненциальная	Сферическая
Лаг (м)	1000	440	1050	1300
Наггет (C_0)	0	0	0	0
Порог ($C_0 + C$)	0,346	1,116	1,707	0,034
Ранг (м)	982	1528	2330	637
Ост. дисперсия $C_0/(C_0 + C)$, %	0	0	0	0

Лаг у показателей кислотности и содержания калия имеет близкие значения 1000 м и 1050 м соответственно. У фосфора он составляет 1300 м. У содержания гумуса лаг значительно ниже – 440 м. Порог у всех показателей отличается друг от друга, самый высокий у калия – 1,70, самый низкий у фосфора – 0,034. Важным показателем является ранг, отражающий расстояние, на котором точки автокоррелированы между собой. Для кислотности он составляет 982 м, для гумуса – 1528 м, для калия – 2330 м и для фосфора – 637 м.

На основании полученных параметров можно констатировать, что для всех агрохимических свойств наблюдается сильная пространственная зависимость – остаточная дисперсия всех показателей равна 0 %. Это позволяет говорить о правильном подборе моделей вариограмм, которые будут использованы при моделировании для создания картограмм изучаемых свойств.

По результатам работы площадной интерполяции агрохимические свойства были агрегированы в контуры почвенного покрова, значения гумуса и содержания фосфора и их среднеквадратические ошибки интерполяции были возвращены в исходные числа для корректной трактовки результатов. Также были рассчитаны среднее значения для преобладающих типов почв в Воложинском районе (табл. 3).

Среднее значение pH практически одинаково у всех типов почв и колеблется от 5,78 у аллювиально-дерновых почв до 5,91 у антропогенно-преобразованных почв. Все типы почв являются слабокислыми. На региональном уровне это говорит о качественно проведенном известковании почв, так как значение pH находится в оптимальном диапазоне для возделывания основных сельскохозяйственных культур в исследуемом районе.

Табл. 3. Средние агрохимические показатели для типов почв Воложинского района
Table 3. Content of agrochemical elements in soil types of Volozhin region

Тип почвы	Показатели			
	pH	Гумус, %	K_2O, мг/кг почвы	P_2O_5, мг/кг почвы
Дерново-подзолистая	5,88	2,15	226	184
Дерново-подзолистая заболоченная	5,85	2,36	210	195
Аллювиально-дерновая	5,78	2,95	178	170
Дерновая заболоченная	5,87	3,00	199	181
Антропогенно-преобразованная	5,91	3,17	223	172

Значение для гумуса колеблется от 2,15 % у дерново-подзолистых почв до 3,19 %. Содержание гумуса является повышенным у дерново-подзолистых (2,15 %) и дерново-подзолистых заболоченных (2,36 %) почв. Высокое содержание гумуса у аллювиально-дерновых почв (2,95 %). Для всех остальных типов почв характерно очень высокое содержание гумуса (свыше 3 %).

Максимальное значение для P_2O_5 составляет 195 мг/кг почвы у дерново-подзолистых заболоченных почв. Минимальное значение составляет 171 мг/кг почвы у аллювиально-дерновых почв. Для минеральных почв колебание содержания фосфора в границах 171–195 мг/кг является повышенным.

Значение K_2O колеблется от 178 мг/кг почвы у аллювиально-дерновых почв до 226 мг/кг почвы у дерново-подзолистых почв. Формально можно выделить почвы со средним содержанием калия: аллювиально-дерновые (178 мг/кг почвы) и дерново-заболоченные (199 мг/кг почвы); а также почвы с повышенным содержанием: дерново-подзолистые заболоченные (210 мг/кг почвы, антропогенно-преобразованные (224 мг/кг почвы) и дерново-подзолистые (226 мг/кг почвы).

При анализе средних показателей по типам почв вырисовывается картина относительной однородности почвенного покрова, однако, при пространственной визуализации на рис. 4 можно проследить многообразие почвенных контуров, представленных на территории исследуемого района.

Анализируя картограмму кислотности почв, можно заметить, что значение pH от 6,5 и выше наиболее характерно для дерново-подзолистых и дерновых заболоченных почв в центральной и восточной частях района. Такие уровни кислотности единично встречаются и на антропогенно-преобразованных почвы в центральной части Воложинского района. Слабокислые и близкие к нейтральным занимают наибольшую долю от всех типов почв района. Они распространены повсеместно, за исключением юго-восточной части района. Им также соответствуют преимущественно дерново-подзолистые и дерновые заболоченные почвы. Слабокислым почвам соответствуют в особенности аллювиальные почвы, характерные для западной части района. Странным является наличие повышенного количества кислых почв в центральных и юго-восточных частях, тяготеющим к районному центру, тогда как обычно они тяготеют к периферии.

Очень высокое содержание гумуса в почвенном покрове района (более 3 %) приурочено к антропогенно-преобразованным и аллювиально-дерновым типам почв в северной, западной и центральной частях Воложинского района. Повышенное (от 2,01%) содержание гумуса наблюдается в северо-западной, северной, северо-восточной и центральной частях района, чаще соответствует дерново-подзолистым и дерново-подзолистым заболоченным типам почв. Низкие и средние показатели содержания гумуса (до 2%) также приурочены к дерново-подзолистым и дерново-подзолистым заболоченным типам почв. Они сосредоточены в восточной и юго-восточной частях района. Наибольшее содержание гумуса обычно наблюдается у почв с кислотностью близкой к нейтральной и нейтральной.

По содержанию P_2O_5 почвы Воложинского района можно отнести к хорошо обеспеченным. Почвы с содержание менее 100 мг/кг практически отсутствуют, занимая отдельные почвенные ареалы, рассредоточенные по всей территории района. Высокое содержание наблюдается у дерново-подзолистых и антропогенно-преобразованных почв.

Практически вся территория имеет оптимальные значения содержания фосфора – 250–300 мг/кг для супесчаных и 300–350 мг/кг для суглинистых почв [*Богдевич и др.,* 2012].

По содержанию калия Воложинский район четко разделяется на северную и южную части. Высокое и очень высокое содержание K_2O в почвенном покрове ярко выражено в северной и центральной частях района. Высокие значения (от 300 мг/кг почвы) соответствуют дерново-подзолистым и дерново-подзолистым заболоченным почвам. Средние значения K_2O и ниже наблюдаются в центральной и юго-восточной частях территории.

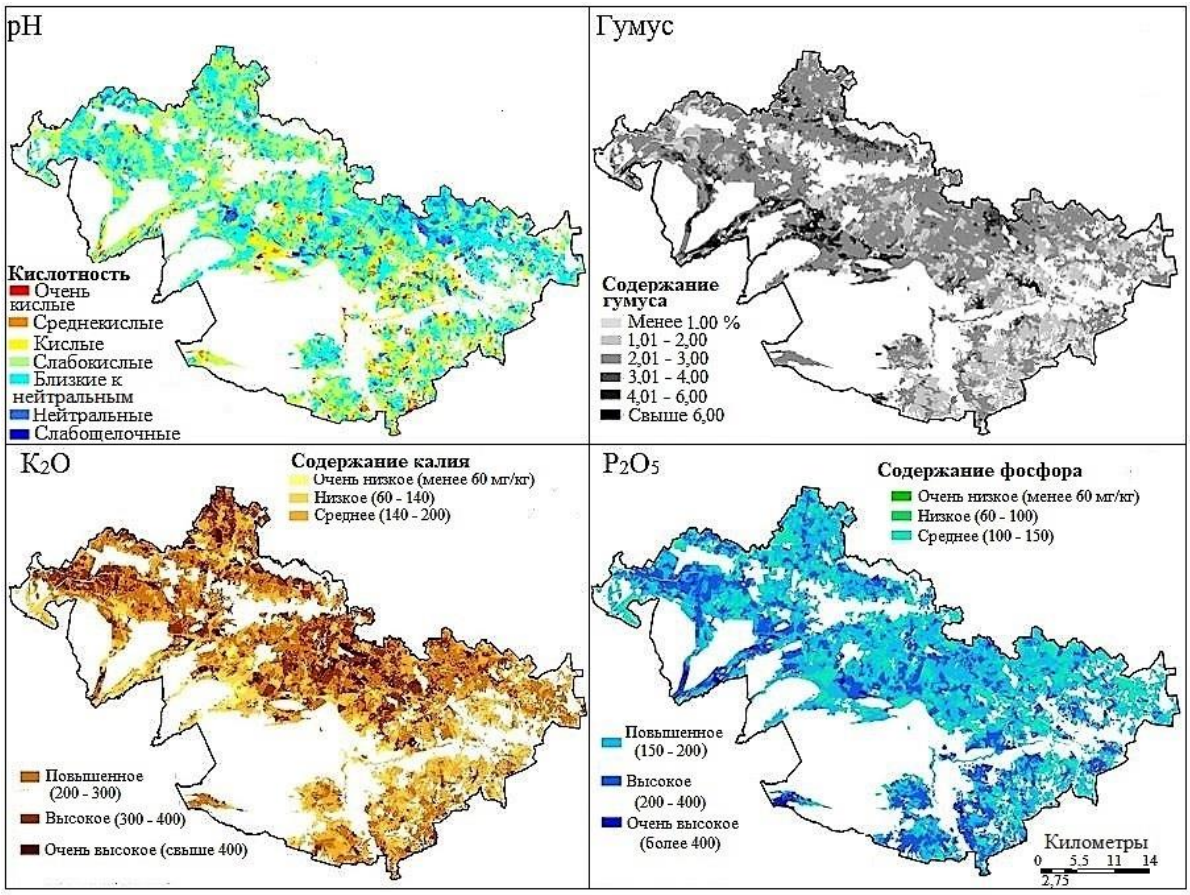


Рис. 4. Картограммы агрохимических свойств почвенного покрова Воложинского района
Fig. 4. Cartograms of the agrochemical properties of the soil cover of the Volozhin region

Наивысшая среднеквадратическая ошибка интерполяции по величине pH привязана к слабокислым почвам и распространяется с севера-западной до юго-восточной части района. В целом, отклонения значений находится в диапазоне до 0,15 единиц, что говорит о высокой достоверности полученной картограммы.

Ошибка проинтерполированных значений гумуса от исходных данных присуща антропогенно-преобразованным почвам с повышенным содержанием гумуса от 2,01% до 3,00%.

Среднеквадратическую ошибку значений фосфора можно оценить как незначительную. Большая часть картограммы имеет отклонение в 5,00 кг/га, а максимальные – не превышают диапазоны установленных градаций данного показателя при агрохимических обследованиях.

Проинтерполированные значения K_2O имеют значительный диапазон среднеквадратической ошибки, в единичных случаях он достигает 120 мг/га в центральной и в восточной частях района. что уже превышает установленные диапазоны градации [*Богдевич и др.,* 2012] и говорит о высокой степени недостоверности результатов в этих частях картограммы.

Однако, для большей части района ошибка незначительна (менее 40 мг/га) и находятся в пределах доверительных интервалов.

В целом, можно говорить о том, что все картограммы в достаточной мере отражают реальную картину распределения агрохимических свойств и могут служить основой для выделения зон разного потенциального плодородия почвенного покрова (рис. 6). Градация выделенных зон представлена в табл. 4

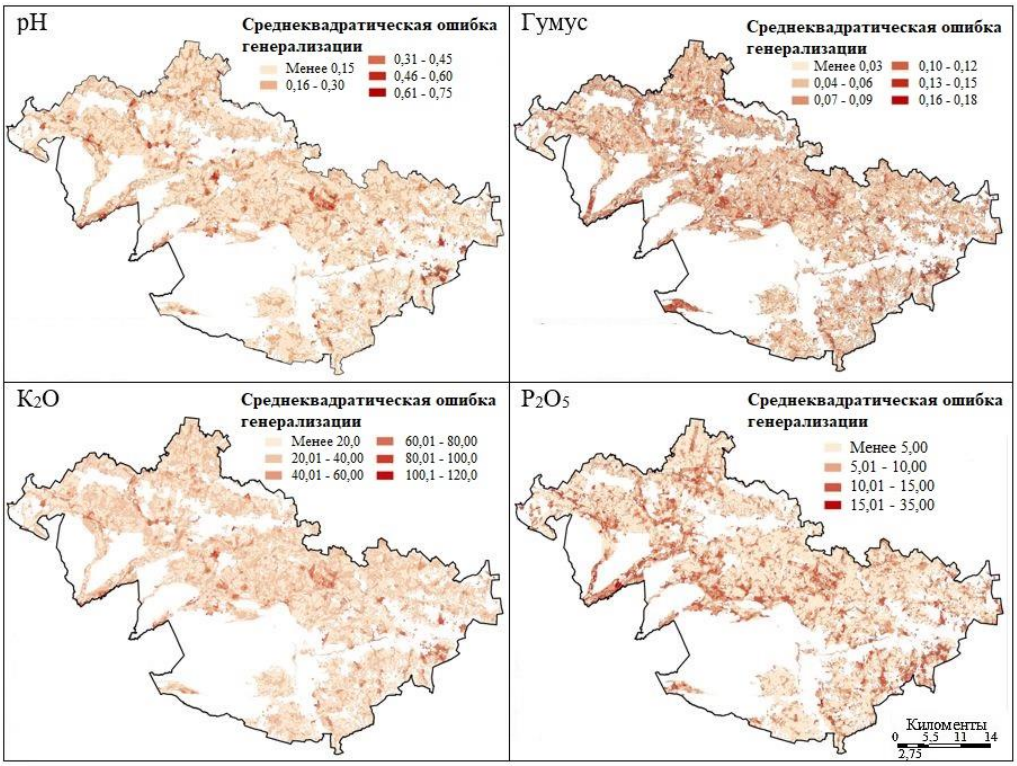


Рис. 5. Картограммы среднеквадратических ошибок интерполяции агрохимических свойств Воложинского района

Fig. 5. Cartograms of mean square errors of interpolation of agrochemical properties of Volozhin region

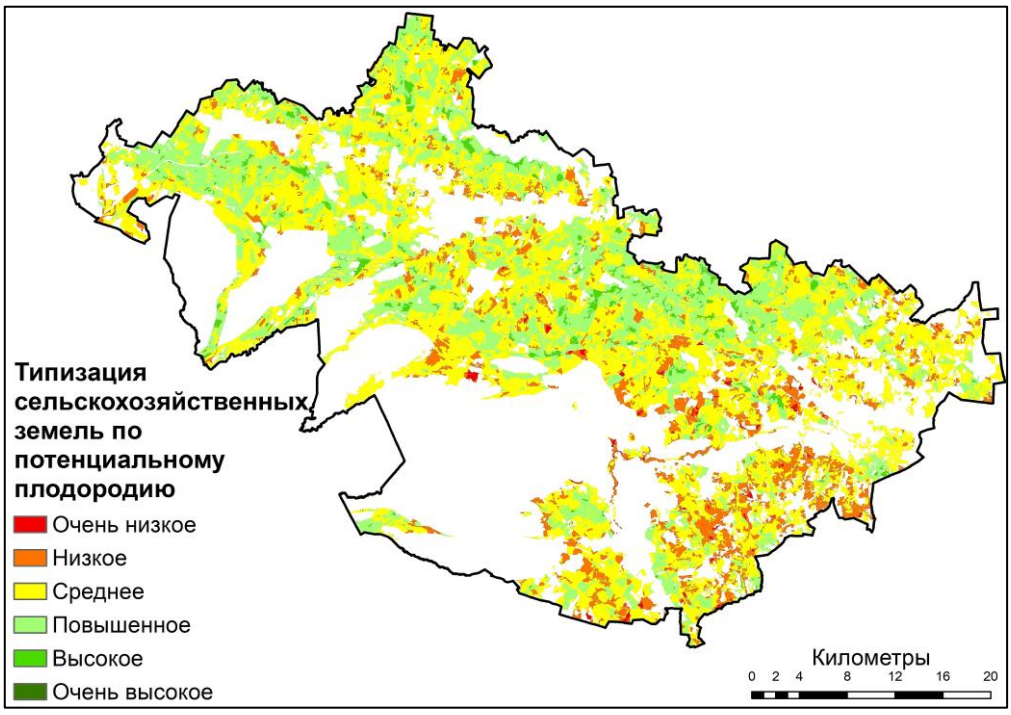


Рис. 6. Потенциальное плодородие почвенного покрова сельскохозяйственных земель Воложинского района

Fig. 6. The productive capacity of the soil cover of agricultural lands of the Volozhin region

Табл. 4. Типизация сельскохозяйственных земель по потенциальному плодородию
Table 4. Typification of agricultural land by potential fertility

Показатель	Гумус, %	pH	Фосфор, мг/кг	Калий, мг/кг
С очень низким потенциальным плодородием	менее 1,00	менее 4,5	менее 60	менее 60
С низким потенциальным плодородием	1,01–2,00	4,5–5,0	60–100	60–140
Со средним потенциальным плодородием	2,01–3,00	5,0–5,5	100–150	140–200
С повышенным потенциальным плодородием	3,01–4,00	5,5–6,0	150–200	200–300
С высоким потенциальным плодородием	4,01–6,00	6,0–6,5	200–400	300–400
С очень высоким потенциальным плодородием	свыше 6,00	свыше 6,5	свыше 400	свыше 400

Потенциальное плодородие, или производительная способность почв во многом определяется гранулометрическим составом почвы, так как от него зависят физические свойства и водный, воздушный, тепловой и пищевой режимы почвы. Лёгкие песчаные и супесчаные почвы являются «тёплыми», они имеют высокую водопроницаемость и хорошую аэрацию, но малую влагоёмкость, низкую поглотительную способность и буферность. Лучшими для большинства растений являются суглинистые почвы. Сопоставляя полученную карту с географическим распределением почв по гранулометрическому составу, можно выделить ряд закономерностей, которые, в свою очередь, дают основание говорить об определённой степени достоверности полученных результатов.

Почвы с низким потенциальным плодородием наблюдаются в юго-восточной части района, они приурочены к пескам и супесям. В восточной части района отрицательно на потенциальном плодородии почв сказались расчленённость рельефа и влияние эрозии. Из-за плоскостного смыва качество земель и производительная способность здесь ниже.

Высокая производительность почв по агрохимическим показателям характерна для равнинных территорий в долинах рек, а также для северо-западной и северной части района. Почвы с высоким уровнем плодородия соответствуют обычно суглинкам с содержанием гумуса до 4% и выше, показателем обменной кислотности от 6,0 и выше, содержание фосфора и калия до 400 и более мг на кг почвы.

В целом с помощью геостатистических методов можно достаточно корректно интерполировать показатели агрохимических свойств на довольно большие территории и выявлять территориальные особенности.

ВЫВОДЫ

Обобщив вышесказанное, можно констатировать, что методика выделения зон потенциального плодородия (менеджмент-зон, зон управления) по агрохимическим свойствам требует использования площадной интерполяции. Именно этот метод дает возможность учитывать не только значения показателя, но и площадь элементарных участков. Вместе с тем, картограммы среднеквадратических ошибок дают исчерпывающую картину качества проведённой интерполяции исходного набора картограмм.

Отличительной чертой вариографии, при данном способе интерполяции, является не сопоставление эмперической модели с математической, а как можно более полное попадание в доверительные интервалы квартилей. Также стоит отметить один из минусов инстументария площадной интерполяции в ArcGIS ArcMap – отсутствие автоматизи-

рованного преобразования данных, что требует от исследователя реализовывать данную процедуру в ручном режиме (в нашем случае – логарифмирование), а затем переводить значения в их исходный вид.

По полученным результатам можно говорить о высокой степени достоверности карты потенциального плодородия. Зоны с высокими значениями тяготеют к равнинным территория и к более тяжелым почвам, в свою очередь, низкая продуктивность характерна для территорий с лёгким гранулометрическим составом и к территориям с расчлёненным рельефом, где качество земель ухудшается из-за плосткостного смыва.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богдевич И.М.* Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь: методические указания. Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. 48 с.
2. *Клебанович Н.В*. Разработать геоинформационную базу пространственных информационно-аналитических данных, отражающих устойчивость различных типов земель агроландшафтов к техногенному воздействию: отчет о НИР (заключ.). Минск. Ин-т почвоведения и агрохимии. 2019.
3. *Куцаева О.А.* Создание менеджмент-зон для дифференцированного внесения минеральных удобрений с использованием инструментов геостатистики. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2020. №2. С. 176–181.
4. *Мыслыва Т.Н.* Использование геостатистических инструментов для оценки пространственного распределения кислоторастворимой меди в почве. Вестник белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2020. № 2. С. 170–176.
5. *Червань А.Н. Цырибко, В.Б., Устинова, А.М.* Данные агрофизических свойств почв в формировании почвозащитных систем земледелия с применением гис-технологий на примере Браславского района Витебской области. Минск, Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2016. С. 25–36.
6. *Черныш А.Ф*. Проектирование противоэрозионных комплексов и использование эрозионноопасных земель в разных ландшафтных зонах Беларуси. Минск, Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, 2005. 52 с.
7. *Cressie N.A.C.* Statistics for Spatial Data. Revised ed. John Wiley & Sons. New York, 1993. 900 p.
8. *Gotway C.A, Young L.J*. A geostatistical approach to linking geographically aggregated data from different sources. Journal of Computational and Graphical Statistics, 2007. V. 16. P. 115–135
9. *Krivoruchko K., Gribov A., Krause, E.* Multivariate Areal Interpolation for Continuous and Count Data. Procedia Environmental Sciences 3, 2011. P. 14–19.
10. *Lark, R.M.* Estimating variograms of soil properties by the method-ofmoments and maximum likelihood. European Journal of Soil Science, 2000. V. 51. P. 717–728.
11. *Liu X., Shahid R., Patel A.B. Terrence McDonald T., Bertazzon S., Waters N, Judy E. Seidel J.E., Marshall D.A*. Geospatial patterns of comorbidity prevalence among people with osteoarthritis in Alberta Canada. BMC Part of Springer Nature. 2020. 16 p. Web resource: https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-020-09599-0 (accessed 05.04.2021)
12. *Oliver, V.A., Kerry, R., Frogbrook, Z.L.* Sampling in Precision Agriculture. Geostatistical Applications for Precision Agriculture, Springer Science+Business Media B.V., 2010. P. 35–64.
13. *Steeves, E.A. Martins, P.A., Gittelsohn, J.* Changing the Food Environment for Obesity Prevention: Key Gaps and Future Directions. Curr Obes Rep., 2014. V. 3(4). P. 451–458.

14. *Wadoux, A. M.J.-C., Marchant, B.P. Lark, R M.* Efficient sampling for geostatistical surveys. The European Journal of Soil Science, 2019. 9 p.

REFERENCES

1. *Bogdevich I.M.* Large-scale agrochemical and radiological examination of soils of agricultural lands of the Republic of Belarus: methodological instructions. Minsk: Institute of Soil Science and Agrochemistry, 2012. 48 p. (in Russian)
2. *Chernysh A.F.* Design of anti-erosion complexes and the use of erosion-hazardous lands in different landscape zones of Belarus. Minsk, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, 2005. 52 p. (in Russian).
3. *Chervan A.N. Tsyribko V.B., Ustinova A.M.* Data of agrophysical properties of soils in the formation of soil-protective systems of agriculture using GIS-technologies on the example of the Braslavsky district of the Vitebsk region. Minsk, Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, 2016. P. 25–36 (in Russian).
4. *Cressie, N.A.C.* Statistics for Spatial Data. Revised ed. John Wiley & Sons. New York, 1993. 900 p.
5. *Gotway C.A, Young L.J.* A geostatistical approach to linking geographically aggregated data from different sources. Journal of Computational and Graphical Statistics, 2007. V. 16. P. 115–135.
6. *Klebanovich N.V*. To develop a geoinformation base of spatial information and analytical data, reflecting the resistance of various types of land in agricultural landscapes to anthropogenic impact: research report (conclusion). Minsk. Institute of Soil Science and Agricultural Chemistry, 2019 (in Russian).
7. *Krivoruchko K., Gribov A., Krause E.* Multivariate Areal Interpolation for Continuous and Count Data. Procedia Environmental Sciences 3, 2011. P. 14–19.
8. *Kutsaeva O.A.* Creation of management zones for the differentiated application of mineral fertilizers using geostatistical tools. Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy, 2020. No 2. P. 176–181 (in Russian).
9. *Lark R.M.* Estimating variograms of soil properties by the method-ofmoments and maximum likelihood. European Journal of Soil Science, 2000. V. 51. P. 717–728.
10. *Liu X., Shahid R., Patel A.B., Terrence McDonald T., Bertazzon S., Waters N, Judy E. Seidel J.E., Marshall D.A*. Geospatial patterns of comorbidity prevalence among people with osteoarthritis in Alberta Canada. BMC Part of Springer Nature. 2020. 16 p. Web resource: https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-020-09599-0 (accessed 05.04.2021)
11. *Oliver V.A., Kerry R., Frogbrook Z.L.* Sampling in Precision Agriculture. Geostatistical Applications for Precision Agriculture, Springer Science + Business Media B.V., 2010. P. 35–64.
12. *Steeves E.A. Martins P.A., Gittelsohn J.* Changing the Food Environment for Obesity Prevention: Key Gaps and Future Directions. Curr Obes Rep., 2014. V. 3 (4). P. 451–458.
13. *Thoughts, T.N.* Using geostatistical tools to assess the spatial distribution of acid-soluble copper in soil. Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy, 2020. No 2. P. 170–176.
14. *Wadoux A.M. J.-C., Marchant B.P. Lark R.M.* Efficient sampling for geostatistical surveys. The European Journal of Soil Science, 2019. 9 p.

УДК 551.4.03:528.067.4 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-135-149**

Л.Н. Трофимец[1], Е.А. Паниди[2], Н.Н. Чаадаева [3], Е.А. Санкова[4], Т.Л. Иванеха[5], А.П. Тяпкина[6], А.М. Сараева[7], А.П. Александрова[8], А.О. Баркалов[9], В.И. Степанова[10], А.А. Лаврусевич[11]

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОЦЕЗИЕВОГО МЕТОДА И МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА К РАСЧЕТУ ИНТЕНСИВНОСТИ СМЫВА ПОЧВЫ НА РАСПАХИВАЕМЫХ СКЛОНАХ В БАССЕЙНЕ РЕКИ СУХАЯ ОРЛИЦА

АННОТАЦИЯ

В статье излагается разработанная на основе авторских данных методика оценки пространственного распределения потерь почвы на распахиваемых склонах экспериментального участка. Участок расположен в бассейне реки Сухая Орлица Орловского района Орловской области. Внедрение в практику землепользования принципов прецизионного земледелия требует точечной оценки потерь почвы, что возможно при использовании морфометрических показателей рельефа. Методы геоморфометрии в сочетании с ГИС и радиоцезиевым методом сделали возможным разработку методики расчета удельной активности цезия-137 (как индикатора смыва почвы) по морфометрическим показателям рельефа. В статье приводятся зависимости, разработанные для ложбин с площадью водосбора $\leq$23000 м^2 и $\leq$50 000 м^2. Разработка метода расчета смыва почвы в элементах ложбинного комплекса на распахиваемом склоне осуществлялась в два этапа. На первом (полевом) этапе в тальвегах ложбин разного размера отбирались пробы почвы в пахотном слое. Точки отбора проб фиксировались в процессе GPS – съемки. Гамма-спектрометрический анализ почвенных проб и нанесение их на

[1] Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, институт естественных наук и биотехнологии, кафедра географии, экологии и биотехнологии ул. Комсомольская, д. 95, 302026, Орёл, Россия, *e-mail*: **trofimetc_l_n@mail.ru**

[2] Санкт-Петербургский государственный университет, институт наук о Земле, кафедра картографии и геоинформатики, 10 линия ВО, д. 33, 199178, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail*: **panidi@ya.ru, e.panidi@spbu.ru**

[3] Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, институт естественных наук и биотехнологии, кафедра географии, экологии и биотехнологии ул. Комсомольская, д. 95, 302026, Орёл, Россия, *e-mail*: n_chaadaeva**@list.ru**

[4] Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, институт естественных наук и биотехнологии, кафедра географии, экологии и биотехнологии, ул. Комсомольская, д. 95, 302026, Орёл, Россия, *e-mail*: **alena7orel@yandex.ru**

[5] Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский», ул. Молодежная, д.7, 302502, Орловский район, поселок Стрелецкий, Россия, *e-mail*: **ivaneha.taras@gmail.com**

[6] Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, институт естественных наук и биотехнологии, кафедра зоологии, ул. Комсомольская, д. 95, 302026, Орёл, Россия, *e-mail*: **angelikpt@mail.ru**

[7] Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Институт иностранных языков, кафедра английской филологии, ул. Комсомольская, д. 95, 302026, Орёл, Россия, *e-mail*: **amsaraeva-osu@yandex.ru**

[8] Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Институт иностранных языков, кафедра английской филологии, ул. Комсомольская, д. 95, 302026, Орёл, Россия, *e-mail*: **angelica.p.alexandrova@yandex.ru**

[9] Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, институт естественных наук и биотехнологии, кафедра географии, экологии и биотехнологии, ул. Комсомольская, д. 95, 302026, Орёл, Россия, *e-mail*: **7oup@mail.ru**

[10] ФГБУН Институт биологического приборостроения с опытным производством РАН, ул. Институтская, д. 7, г. Пущино Московской обл., Россия, e-mail: **agroecology@inbox.ru**

[11] Московский государственный строительный университет, кафедра инженерных изысканий и геоэкологии, Ярославское шоссе, д. 26, 129337, Москва, Россия, *e-mail*: **lavrusevich@yandex.ru**

цифровую модель рельефа (DEM) позволили получить пространственно распределенную модель удельной активности цезия-137 чернобыльского происхождения масштаба 1:10000. Для распознавания ложбин использовались космические снимки сверхвысокого разрешения, опубликованные в Google Earth. На основе DEM, с использованием инструментов SAGA GIS, были построены поля площади сбора (рассчитанной по алгоритму DEMON) и профильной кривизны рельефа. Основу методики составила система зависимостей удельной активности цезия-137 от площади сбора и знака профильной кривизны. Удельную активность цезия-137 для межложбинных пространств рассчитывали по уравнениям, разработанным для ложбин с площадью сбора до 23000 м^2. Для расчета потерь почвы опорное значение цезия-137 предложено устанавливать индивидуально для каждого из трех изучаемых полей, что обусловлено наличием тренда чернобыльских выпадений. В условиях полигонально-блочного микрорельефа палеокриогенного происхождения (который распространен на анализируемой территории) опорное значение удельной активности цезия-137 авторы рекомендуют определять в пределах блочных повышений на водораздельной поверхности распахиваемых склонов. Тренд устанавливался по результатам анализа послойного распределения цезия-137 по глубине в тальвегах ложбин и в балке, «принимающих» наносы с изучаемых полей. По результатам расчетов была построена карта интенсивности смыва почвы за период с 1986 по 2016 год для экспериментального участка.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: полигонально-блочный микрорельеф, удельная активность цезия-137, опорные площадки, площадь сбора, смыв почвы.

Lyubov N. Trofimetz[1], Evgeny Panidi[2], Natalia N. Chaadaeva[3], Elena A. Sankova[4], Taras L. Ivaneha[5], Angela P. Tyapkina[6], Anna M. Saraeva[7], Angelica P. Alexandrova[8], Aleksandr O. Barkalov[9], Vera I. Stepanpva[10], Andrey A. Lavrusevich[11]

APPLICATION OF THE RADIOCESIUM METHOD AND MORPHOMETRIC RELIEF INDICATORS TO THE CALCULATION OF SOIL LOSS INTENSITY ON PLOWED SLOPES IN THE SUKHAYA ORLITSA RIVER BASIN

1 Orel State University, Institute of Natural Sciences and Biotechnology, Department of Geography, Ecology and General Biology, 95 Komsomolskaya st., 302026, Orel, *e-mail*: **trofimetc_l_n@mail.ru**

2 Saint Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, Department of Cartography and Geoinformatics, 10th line VO, 33, 199178, St. Petersburg, Russia, *e-mail*: **panidi@ya.ru, e.panidi@spbu.ru**

3 Orel State University, Institute of Natural Sciences and Biotechnology, Department of Geography, Ecology and General Biology, 95 Komsomolskaya st., 302026, Orel, *e-mail*: **n_chaadaeva@list.ru**

4 Orel State University, Institute of Natural Sciences and Biotechnology, Department of Geography, Ecology and General Biology, 95 Komsomolskaya st., 302026, Orel, *e-mail*: **alena7orel@yandex.ru**

5 Center for chemicalization and agricultural radiology "Orlovsky", 7 Molodezhnaya st., 302502, Orel district, village Streletsky, Russia, *e-mail*: **ivaneha.taras@gmail.com**

6 Orel State University, Institute of Natural Sciences and Biotechnology, Department of Geography, Ecology and General Biology, 95 Komsomolskaya st., 302026, Orel, *e-mail*: **angelikpt@mail.ru**

7 Orel State University, Institute of Natural Sciences and Biotechnology, Department of Geography, Ecology and General Biology, 95 Komsomolskaya st., 302026, Orel, *e-mail*: **amsaraeva-osu@yandex.ru**

8 Orel State University, Institute of Foreign Languages, Department of English Philology, 95 Komsomolskaya st., 302026, Orel, *e-mail*: **angelica.p.alexandrova@yandex.ru**

9 Orel State University, Institute of Natural Sciences and Biotechnology, Department of Geography, Ecology and General Biology, 95 Komsomolskaya st., 302026, Orel, *e-mail*: **7oup@mail.ru**

10 Institute for biological instrumentation of RAS, 7 Institutskaya str., Pushchino, Moscow region, Russia, e-mail: **agroecology@inbox.ru**

11 Moscow State University of Civil Engineering, Yaroslavskoe shosse, 26, 129337, Moscow, Russia, *e-mail*: **lavrusevich@yandex.ru**

ABSTRACT

Based on the authors' data, the paper describes a methodology for assessing the spatial distribution of soil losses on the plowed slopes of the experimental site. The site is located in the basin of the Sukhaya Orlitsa River in the Orel District, Orel Region. The introduction of the principles of precision farming into land use practice requires a point estimate of soil losses, which is possible when using morphometric relief indicators. Geomorphometry methods in combination with GIS and the radiocaesium method made it possible to develop a method for calculating the specific activity of cesium-137 (as an indicator of soil losses) based on the morphometric parameters of the relief. The article presents the dependencies developed for depressions with a catchment area of ≤23000 m^2 and ≤50,000 m^2. The development of a method for calculating soil losses in the elements of a depression complex on a plowed slope was carried out in two stages. At the first (field) stage, soil samples in the arable layer were taken in thalweg of depressions of different sizes. Sampling points were recorded during GPS survey. Gamma-spectrometric analysis of soil samples and their application to a digital elevation model (DEM) allowed to obtain a spatially distributed model of the specific activity of cesium-137 of Chernobyl origin on a scale of 1:10000. To recognize the depressions, ultra-high resolution satellite images published in Google Earth were used. On the basis of the DEM, using the SAGA GIS tools, the authors built the fields of the collection area (calculated by the DEMON algorithm) and the profile curvature of the relief. The method was based on a system of dependences of the specific activity of cesium-137 on the collection area and the sign of the profile curvature. The specific activity of cesium-137 for inter-depression spaces was calculated using the equations developed for depressions with a collection area of up to 23,000 m^2. To calculate soil losses, it was proposed to establish the reference value of cesium-137 individually for each of the three studied fields, which is due to the presence of the trend of Chernobyl fallout. In conditions of a polygonal block microrelief of paleocryogenic origin (which is widespread in the analyzed territory), the authors recommended determining the reference value of the specific activity of cesium-137 within block increases on the watershed surface of the plowed slopes. The trend was established on the results of the analysis of the layer-by-layer distribution of cesium-137 in depth in the thalweg of the depressions and in the balka, "receiving" overburdens from the fields under the study. Taking into account the results of the calculations, a map of the intensity of soil losses was constructed for the experimental site as of from 1986 to 2016.

KEYWORDS: polygonal and block microrelief, specific activity of cesium-137, experimental sites, collection area, soil losses.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях изменяющихся условий увлажнения и меняющихся систем землепользования оценивать потери почвы вследствие эрозии на распахиваемых склонах за конкретный временной интервал часто становится принципиально важным для оценки степени пригодности систем землепользования, существующих на данный момент. В условиях отсутствия наблюдений за формированием потерь почвы радиоцезиевый метод может помочь восполнить этот пробел. Применение ГИС к анализу пространственных особенностей распределения потерь почвы на распахиваемых полях дает возможность по рельефу давать оценку потерям почвы в конкретных точках сельскохозяйственного поля.

Цель исследования – создание методики расчета (с использованием радиоцезиевого метода и количественных характеристик рельефа) интенсивности протекания эрозионных процессов на распахиваемых склонах, осложненных полигонально-блочными формами рельефа на водораздельных поверхностях и ложбинными формами – на склонах, и построение карты потерь почвы за послечернобыльский период.

Основные задачи исследования: 1 – изучить возможности учета полигонально-блочного микрорельефа в схеме расчета потерь почвы радиоцезиевым методом (при оценке опорного значения цезия-137); 2 – установить тренд чернобыльских выпадений с тем, чтобы выработать рекомендации по назначению опорных площадок для изучаемых полей; 3 – разработать систему расчетных зависимостей удельной активности цезия-137 чернобыльского происхождения (как индикатора потерь почвы в древних ложбинах и в современных ручьях природно-антропогенного происхождения) от морфометрических показателей рельефа и апробировать ее для экспериментального участка; 4 – построить карту интенсивности смыва почвы для экспериментального участка.

В статье приводится пошаговое изложение методики расчета интенсивности смыва почвы по морфометрическим показателям рельефа. Методика разработана для экспериментального участка распахиваемого склона в бассейне реки Сухой Орлицы Орловского района Орловской области с применением полевых методов, радиоцезиевого метода, дистанционных методов, морфометрического анализа рельефа, ГИС методов.

Алгоритм методики разрабатывался поэтапно. На первом этапе отбирались интегральные пробы почвы в тальвегах микроложбин, и осуществлялся их гамма-спектрометрический анализ. Тальвеги выбирались по той простой причине, что они хорошо различимы визуально и на местности и на топографической карте и потому удобны для назначения точек пробоотбора почвы. Кроме этого, тальвеги ложбин идентифицируют участки с максимальными значениями площади сбора (потенциальной площади, с которой в данную точку могут собираться талые и дождевые воды, а потому наблюдаются наибольшие потери почвы вследствие смыва). Именно для точек, расположенных в области тальвегов ложбин наиболее целесообразно искать статистические связи с величиной площади сбора. Этот морфометрический показатель наилучшим образом описывает первый механизм аккумуляции [*Шарый,* 2005]. Чем больше площадь сбора, тем больше энергия потока в тальвеге ложбины, тем больше потери почвы, тем меньше удельная активность цезия-137 в смытой в разной степени почве тальвега. На этом этапе была создана цифровая модель рельефа (DEM), построенная на основе топографических данных масштаба 1:10000. Были построены карты площади сбора и карты профильной кривизны рельефа. Площадь сбора рассчитывалась по алгоритму DEMON [*Costa-Cabral, Burges,* 1994]. Профильная кривизна рассчитывалась по формуле Эванса [*Evans,* 1972]. На следующем этапе были построены зависимости удельной активности цезия-137 (измеренного в тальвегах микроложбин) от площади сбора и знака профильной кривизны.

Зависимости носят обратный характер. Уменьшение энергии потока наблюдается в зонах аккумуляции (в вогнутых участках тальвегов), которые описываются отрицательными значениями профильной кривизны (описывающей второй механизм аккумуляции [*Шарый,* 2005]. Эти два морфометрических показателя в работе приняты в качестве основных. Третий параметр – экспозиция. На склоне южной экспозиции интенсивность смыва почвы больше (более интенсивно проходит таяние снега), северная экспозиция отличается медленно протекающими процессами эрозии. Были разработаны три расчетных зависимости: две зависимости – для ложбин с площадью водосбора не более 23 000 м^2. Одна из них разработана для ложбин, расположенных на склоне южной экспозиции. Другая – на северном слоне. Для самой большой ложбины на склоне южной экспозиции с площадью водосбора не менее 50 000 м^2 была разработана своя, третья, зависимость. Каждая из зависимостей представлена двумя уравнениями. Одно уравнение описывает зависимость удельной активности цезия-137 от площади сбора для выпуклых участков ложбин (для положительных значений профильной кривизны), другое – для зон аккумуляции с отрицательными значениями профильной кривизны (табл. 1).

Для того чтобы от удельной активности цезия-137, рассчитываемой по разработанным уравнениям, перейти к смыву почвы, необходимо знать опорное значение цезия-137 для каждого из полей. Поэтому на втором этапе выбиралась опорная площадка. Опорная площадка выбиралась с учетом полигонально-блочного строения водораздельной поверхности водосбора реки, расположенного в перигляциальной области Русской равнины [*Алифанов и др.,* 2010, *Бердников,* 1976, *Величко,* 1996, *Трофимец и др.,* 2020]. Авторы предлагают определять опорное значение цезия-137 в пределах блочных повышений водораздельных поверхностей для каждого из анализируемых полей. Для установления опорного значения в восьми точках на водораздельной поверхности производился отбор проб почвы послойно по глубине через 2 см. Анализ диаграмм распределения активности цезия-137 по глубине позволил отобрать только те точки, которые расположены в пределах блочных повышений (их в поле сложно распознать визуально) с минимальным смывом почвы. Это те точки, в пределах которых отмечается наименьший смыв почвы. Вид диаграммы для этих точек имеет свои особенности [*Шамшурина и др.,* 2016, *Трофимец и др., 2020*]. Максимум радиоцезия, как правило, отмечается в области плужной подошвы. И, что замечено авторами статьи, глубже плужной подошвы (т.е. глубже 20–25 см, что соответствует пахотному слою) в точках, не попавших в свально-развальные борозды, не отмечаются локальные пики активности цезия-137. Эти пики, по мнению авторов статьи, обусловлены тем, что, возможно, шурф пересек ходы землероев, делающих свои захоронения с зерновыми остатками, загрязненными радиоцезием. Визуально в поле было замечено, что норки грызунов встречаются именно вдоль тальвегов свально-развальных борозд. Вероятно, именно в тальвегах свально-развальных борозд, вдоль которых остаются неубранные пожнивные остатки, грызуны на некоторой глубине делают свои «захоронки» [*Трофимец и др.,* 2020].

На следующем этапе необходимо обосновать целесообразность назначения опорной площадки для каждого из полей. Обоснование назначения опорных площадок для каждого из полей делается по результатам анализа тренда чернобыльских выпадений [*Маркелов,* 2004]. Тренд чернобыльских выпадений авторы рекомендуют устанавливать на основании анализа величины максимума чернобыльских выпадений 1986 года и особенностей его пространственного распределения. Величина чернобыльских выпадений 1986 года устанавливалась авторами по результатам послойного отбора проб почвы и гамма-спектрорметрического анализа образцов почвы в ложбинах и балке, принимающих наносы, поступающие с анализируемых полей. В каждой точке выкапывался шурф глубиной до 80 см. С площади 10*10 см отбирались послойно пробы почвы через 2 см по глубине. В результате анализа авторы установили, что тренд выпадений действительно имеет место на изучаемой территории. Обнаружено, что величина удельной активности цезия-137 растет по мере движения от поля, расположенного западнее, к полю, расположенному северо-восточнее. Направление тренда соответствует движению чернобыльского облака. В 1986 году продвижение чернобыльского облака к северу сопровождалось радиоактивными выпадениями, отличающимися количеством радионуклида, поступившего в почву каждого из полей. Этот вывод послужил основанием для назначения опорных площадок для каждого из изучаемых полей.

На третьем этапе была построена карта пространственного распределения интенсивности смыва почвы за период, прошедший с 1986 года по 2016 год. В статье приводится карта смыва почвы для склона южной экспозиции, построенная по изложенной методике.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основу разработанной методики положены авторские полевые данные, полученные за период 2012–2020 гг. на экспериментальном участке сельскохозяйственных полей в бассейне реки Сухая Орлица Орловского района Орловской области (рис. 1). Отбор проб почвы на полях № 2 и 3 проводился вдоль тальвегов ложбин. Ложбины хорошо «читаются» на топографической карте и карте площади сбора (рис. 4). На склоне северной экспозиции отбор проб почвы производился вдоль ложбины № 2.1, на склоне южной экспозиции – вдоль ложбин № 3.1. и 3.2. Площади водосбора ложбин 2.1 и 3.1 равны 23000 м^2. Площадь водосбора ложбины 3.2. равна 50000 м^2. В дальнейшем авторы будут пользоваться терминологией, принятой авторами метода DEMON и называть морфометрический параметр, описывающий величину потенциальной площади, с которой в каждую точку поверхности может собираться вода (или почвенный материал), площадь сбора. Координаты точек отбора проб почвы устанавливались в процессе GPS – съемки.

Все пробы почвы подвергались гамма-спектрометрическому анализу. Гамма-спектрометрический анализ проводился по стандартным методикам в Центре химизации и сельскохозяйственной радиологии «Орловский» [*Методика,* 1996]. Всего в анализах участвовало более 200 проб почвы. Они составили основу радиоцезиевого метода определения потерь почвы вследствие смыва (эрозии). Определение смыва почвы этим методом основывается на допущении, что при перепахивании после чернобыльских выпадений цезий-137 был перемешан в пахотном слое мощностью 20–25 см. За период, прошедший после аварии, часть пахотного слоя смылась. При смыве верхнего слоя почвы радиоактивность оставшегося пахотного слоя снизилась вследствие «разбавления» радиоактивной почвы почвой из «чистого» от радиоцезия подпахотного горизонта. Радиоцезиевый метод позволяет точечно изучать процессы смыва и аккумуляции на склоновых поверхностях. Сегодня он получает все большее распространение [*Walling, He,* 1999; *Маркелов,* 2004; *Шамшурина и др.,* 2016 и др.], несмотря на погрешности, обусловленные несовершенством средств измерения удельной активности почвы. Предел обнаружения ^{137}Cs в почве - 3 Бк/пробу; погрешность определения – 10–20%.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Суть радиоцезиевого метода оценки потерь почвы в точке сводится к сопоставлению измеренного в точке запаса цезия-137 в почве с запасом радиоцезия на опорной площадке. На опорных площадках полей № 1 и № 3 (рис. 2) было выкопано 8 шурфов глубиной до 80 см. На опорной площадке поля №2 образцы отбирались интегральные из пахотного слоя 0–25 см.

Поскольку в поле установить, попала ли точка пробоотбора на блочное повышение или в межблочное понижение сложно, то окончательное заключение по принятию точки к расчету опорного значения на соответствующей площадке, принималось после анализа диаграмм распределения цезия-137 по глубине в каждой из восьми точек [Трофимец и др., 2020]. Анализ проводился для каждого из полей. Отсеивались точки с «коротким» профилем (на диаграмме распределения цезия-137 по глубине). В выборку включались точки с наименее «укороченным» профилем, что подтверждало, что точка попала на блочное повышение (в зону несмытых или слабосмытых почв). Блочные повышения на изучаемых полях имеют размеры 10–20 м [*Трофимец и др.,* 2020]. Следует заметить, что из анализа исключались также точки, попавшие в тальвеги свально-развальных борозд. На рис. 2 видно, что, например, точки №149172, 149173, 149175, 149176 попали в тальвеги свально-развальных борозд. Они были исключены из анализа.

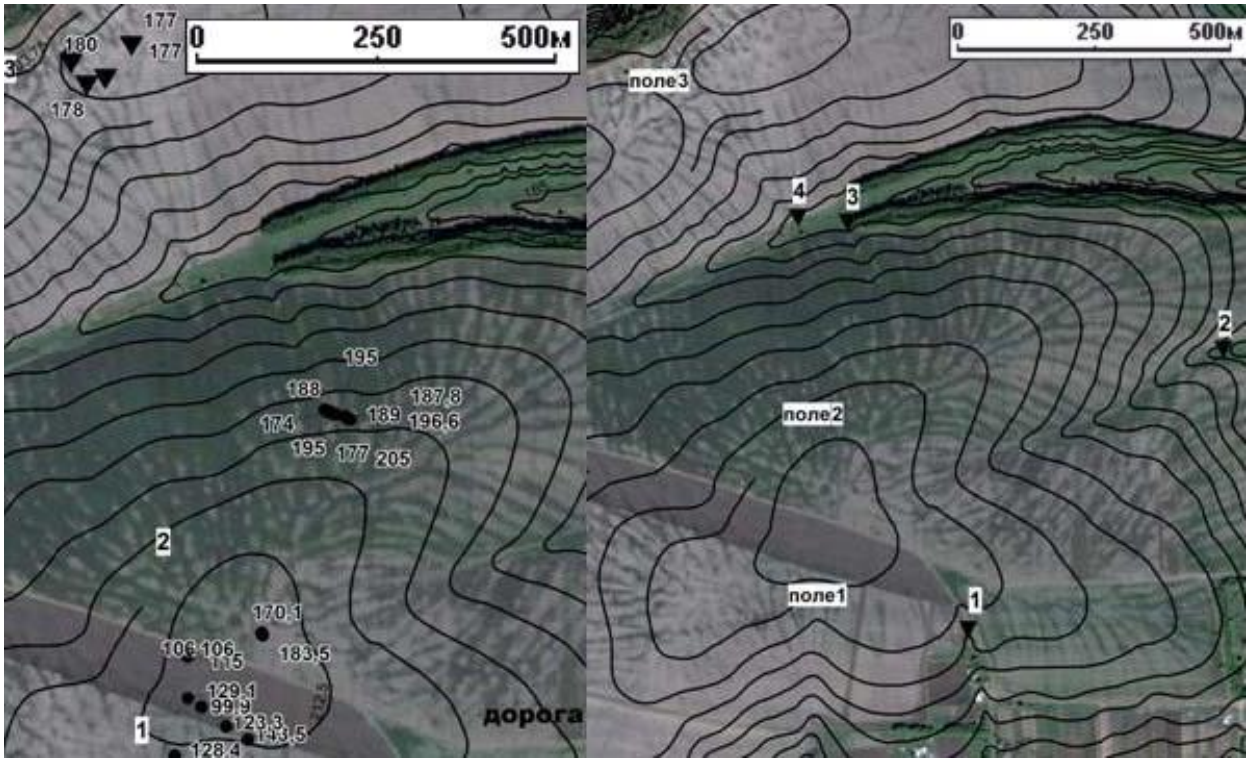


Рис. 1. Слева - фрагмент космического снимка (снимок 16 мая 2003 г.) полей № 1,2,3. Поля №1 и №2 разделяет проселочная дорога. Пунсоны – удельная активность цезия-137 в пределах участков, выбранных для назначения опорных площадок. Справа – на космическом снимке точки у пунсонов-треугольников обозначают местоположение точек послойного пробоотбора по глубине в днищах ложбин и балки. С поля №1 поступают наносы к точке № 1. С поля № 2 – к точкам № 2 и № 3. С поля № 3 – к точке №4. Масштаб 1:10 000

Fig. 1. On the left – a fragment of a satellite image (image on May 16, 2003) of fields no. 1,2,3. Fields 1 and 2 are separated by a country road. Markers are specific activity of cesium-137 within the areas selected for the designation of experimental sites. On the right – on the satellite image, the points at the markers-triangles indicate the location of the points of layer-by-layer sampling in depth in the bottoms of depressions and balka. From field No 1, overburdens come to point No 1. From field No 2 – to points No. 2 and No 3. From field No 3 – to point No 4. Scale 1:10,000

На рисунке 1 видно, что измеренные на опорных площадках значения радиоцезия отличаются вариабельностью (на рисунке приведены значения радиоцезия как принятые к расчету опорного значения, так и не принятые, чтобы показать степень вариабельности этих значений). Из рис. 2 видно, что вариабельность обусловлена попаданием точек в тальвеги свально-развальных борозд, в межблочные понижения или на блоки. Обнаружение элементов полигонально-блочного, ложбинного микрорельефа и свально-развальных борозд осуществлялось с использованием открытых данных дистанционного зондирования Земли (снимки, доступные в Google Earth^{tm}). Дополнительно использовались также снимки WorldView разрешением 0,5 м/пикс., предоставленные DigitalGlobe Foundation. В результате анализа послойного распределения радиоцезия по глубине были выбраны точки для расчета опорного значения.

На рис. 3 приведены некоторые диаграммы как принятые к расчету опорного значения цезия-137 для поля № 3, так и исключенные из числа опорных. Точка 149175 попала в тальвег свально-развальной борозды. Она не была принята к расчету опорного значения, несмотря на то, что профиль на диаграмме не укорочен (то есть почва может быть отнесена к категории несмытой). Но, как видно на рис. 2, эта точка попала в тальвег свально-развальной борозды. В качестве косвенного подтверждения этому можно привести следующие аргументы. Авторы считают, что локальные пики цезия-137 на глубине 26–28 см (24 Бк/кг), 36–38 см (16,2 Бк/кг), 48–50 см (23,7 бк/кг) – это результат попадания в места со следами деятельности животных (или локальные участки «схоронок» пожнивных остатков, вынесенных с поверхности поля и потому загрязненных радиоцезием, или участки ходов, загрязненных пожнивными остатками). Поскольку именно в тальвегах свально-развальных борозд концентрируются пожнивные остатки, то обнаружение подобных локальных пиков ниже плужной подошвы могут служить основанием для отнесения точки к тальвегу свально-развальной борозды. В точке 149174 максимальное значение активности цезия-137 (192,3 Бк/кг; 211,3 Бк/кг) приурочено к плужной подошве (на глубине, соответственно, 20–22 см (22–24 см)). Смыв почвы минимален. Запас радиоцезия выше плужной подошвы – 35484 Бк/м^2. «Недоучтенный» запас (до глубины 30 см) составил всего 4%. Эта точка принята к оценке опорного значения радиоцезия [*Трофимец и др.,* 2020]. Подобный анализ был проведен для всех восьми точек послойного отбора проб почвы по глубине на поле №1. В результате были выбраны три точки (на рис. 2 это точки 154163, 149174, 149177). Опорное значение по этим точкам составило 174,7 Бк/кг.

На поле №2 опорное значение получено как среднее арифметическое из интегрально отобранных образцов почвы (оно принято равным 180 Бк/кг). На поле №3 опорное значение принято равным 130,5 Бк/кг [*Трофимец и др.,* 2020].

Измерения удельной активности цезия-137 чернобыльского происхождения в интегральных образцах почвы, отобранных с глубины 0-25 см в тальвегах ложбин с площадью водосбора 23 000 м^2 и 50000 м^2, позволили авторам разработать серию расчетных уравнений зависимости активности цезия-137 от площади сбора (рассчитанной по методу DEMON) [*Costa-Cabral, Burges,* 1994] и знака профильной кривизны (рассчитана в ArcGIS). Использовалась формула профильной кривизны, предложенная [*Evans,* 1972]. Уравнения приведены в таблице 1. Уравнения №1 и 1.1 «работают» для ложбин на склоне южной экспозиции с площадью сбора не менее 50000 м^2. Уравнения № 2 и 2.1 разработаны для ложбин на склоне южной экспозиции с площадью сбора до 23 000 м^2 (допустимо его применение также для малых ложбин и межложбинных водоразделов на склоне южной экспозиции). Уравнения № 3 и 3.1 могут использоваться для ложбин с площадью сбора до 23000 м^2 на склоне северной экспозиции (допустимо его применение для малых ложбин и межложбинных водоразделов на склоне северной экспозиции).

Уравнения №1 и 1.1 разработаны по результатам отбора интегральных образцов почвы вдоль тальвега ложбины № L1 (рис.1 и 4). Уравнения №2 и 2.1 – по данным проб почвы, отобранных в тальвеге ложбины № L2. Уравнение № 3 и 3.1 – по данным ложбины № L3, расположенной на склоне северной экспозиции. По уравнению № 5 рассчитывалась интенсивность доставки наносов в ложбину и балку (в точки 1–4 на рис. 1 и 4). Для того, чтобы перейти в схеме расчета к определению потерь почвы (по уравнению № 4) в каждой точке пробоотбора (в каждой точке карты пространственного распределения потерь почвы вследствие эрозии) необходимо было дополнительно обосновать, следует ли использовать для каждого из анализируемых полей свою опорную площадку. Эти рекомендации можно было дать только после установления тренда чернобыльских выпадений.

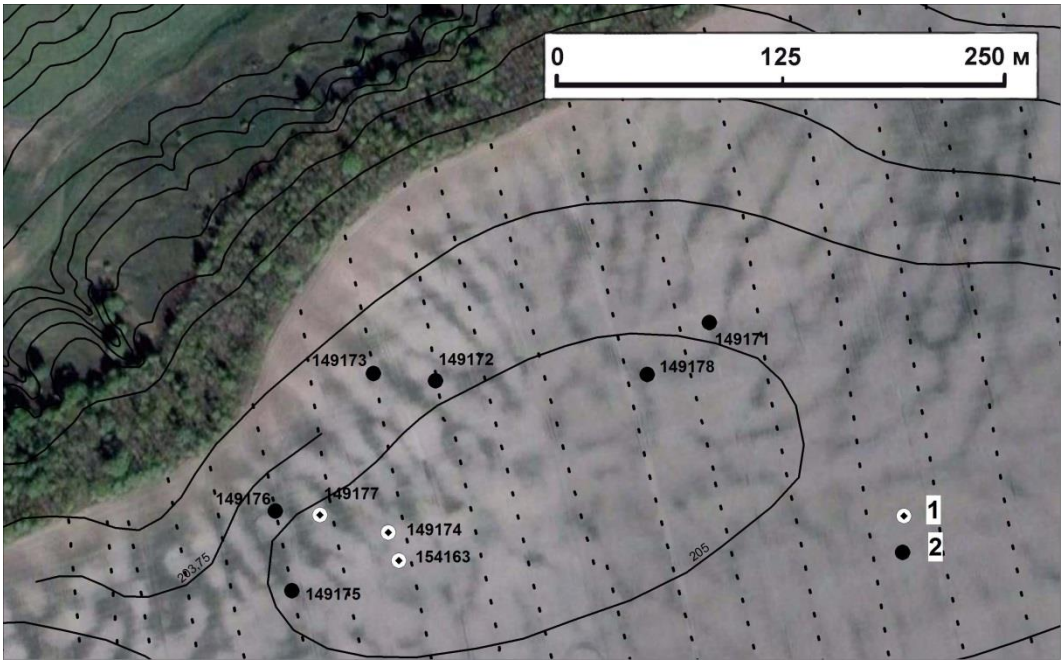


Рис. 2. Опорная площадка на поле №3. 1 – точки, выбранные для установления опорного значения активности цезия-137. 2 – точки послойного отбора проб почвы, не принятые к расчету опорного значения ввиду их «попадания» в тальвеги понижения или в свально-развальные борозды. Пунктирные линии помечают положение свально-развальных борозд. Космический снимок 16.05.2003г. доступен в Google Earth™

Fig. 2. Experimental site on field No. 3. 1 – points selected to establish the reference value of the activity of cesium-137. 2 - points of layer-by-layer sampling of soil, not accepted for the calculation of the reference value due to their "insertion" in the thalweg of the depression or in the crown and back furrows. The dotted lines mark the position of the crown and back furrows. Sat ellite image of 16.05.2003 is available on Google Earth™

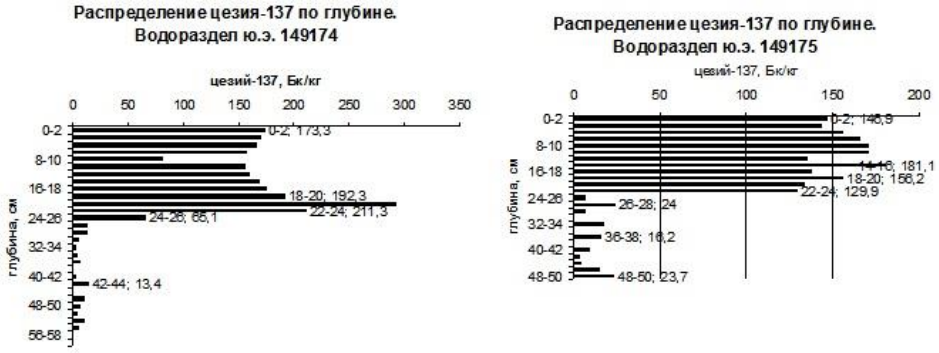


Рис. 3. Точка 149174 принята к расчету опорного значения цезия-137. Точка 149175 «попала» в тальвег свально-развальной борозды. Она не была принята к расчету опорного значения

Fig. 3. Point 149174 is accepted for the calculation of the reference value of cesium-137. Point 149175 "inserted" the thalweg of the crown and back furrow. It was not accepted for the calculation of the reference value

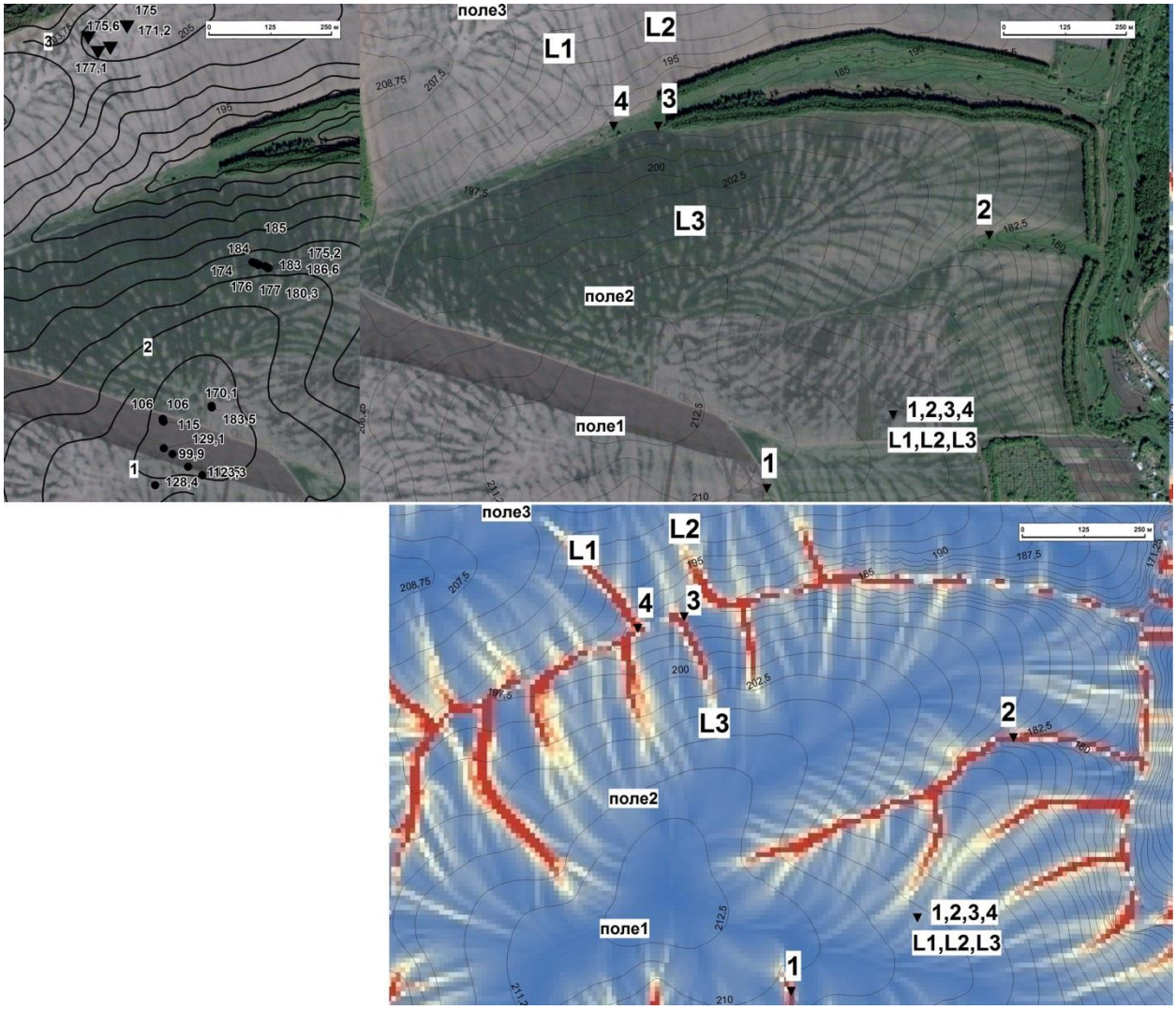


Рис. 4. Вверху — фрагмент космического снимка с полями № 1,2,3. В центре на космическом снимке пунсоны-треугольники (1, 2, 3, 4) обозначают местоположение точек послойного пробоотбора по глубине в днищах ложбин и балки, «принимающих» наносы с полей № 1, 2 и 3.); внизу — фрагмент карты площади сбора. L.1, L2, L.3 – ложбины, вдоль тальвегов которых отбирались интегральные пробы из пахотного горизонта. Масштаб 1:10 000

Fig. 4. Above — a fragment of a satellite image with fields No. 1,2,3. In the center of the satellite image, markers – triangles (1, 2, 3, 4) indicate the location of the points of layer-by-layer sampling in depth in the bottoms of depressions and balka that "receive" overburdens from fields No. 1, 2 and 3); below — a fragment of the collection area map. L.1, L2, L.3 are depressions, along the thalweg of which integral samples were taken from the arable horizon. Scale 1:10,000

Мы говорим чернобыльских потому, что по данным Центра химизации и сельскохозяйственной радиологии, до аварии на ЧАЭС максимальное значение измеренной активности цезия-137 в пахотном слое составляло не более 15 Бк/кг.

Активность цезия-137 в «дочернобыльские» годы в пахотном слое составляла менее 10% от измеренных современных значений удельной активности цезия-137. Иначе говоря, можно утверждать, что сегодня мы «работаем» с радиоцезием преимущественно чернобыльского происхождения.

Для установления тренда чернобыльских выпадений [*Маркелов,* 2004; *Гусаров и др.,* 2018] в 2016–2020 гг. был произведен отбор проб почвы послойно в ложбинах (точки № 1 и 2) и в балке (точки № 3 и 4) (рис. 1 и 4). В каждой точке на соответствующей глубине был обнаружен максимум выпадений 1986 года. На рисунке 5 показаны диаграммы, построенные по результатам послойного отбора проб почвы по глубине во всех четырех точках. Очевидно, что точка №1 фиксировала наносы, поступившие с поля № 1. Точки № 2 и № 3 – с поля № 2. Точка № 4 – с поля № 3. В точке № 1 измерения производились в 2020 году. В точке № 2 – в 2018 году. В точке № 3 и 4 – в 2016 году. Приведение данных к 2020 году позволило скорректировать значение радиоцезия, датированного 1986 годом. На рисунке 6 приводится линия тренда, построенная по приведенным к 1986 году данным. Тренд показывает, что выпадения увеличивались по мере движения радиоактивного облака от поля № 1 к полю № 3. На склоне южной экспозиции (точка 4) выпало в 1986 году наибольшее количество радионуклида (673,8 Бк/кг). Это можно объяснить, вероятно, тем, что склон южной экспозиции был уже сух, поэтому отличался повышенной шероховатостью. При подъеме по склону шероховатость снижала скорость подъема облака, что привело к выпадениям большего количества радиоактивных частиц.

Табл. 1. Уравнения для расчета активности цезия-137

Table 1. Equations for calculating the activity of cesium-137

№ уравнения	Уравнение	Условия применения уравнения			
		Площадь водосбора ложбины	экспозиция	Зона смыва (аккумуляции)	Знак профильной кривизны
1	У =-0,0004Х+ 146	≤50000	южная	смыва	+
1.1	У= -0,0004Х + 192,99	≤50000	южная	аккумуляции	-
2	У= -0,0022Х+ 152,96	≤23000	южная	смыва	+
2.1	У= -0,0021Х + 184,15	≤23000	южная	аккумуляции	-
3	У = -0,0011Х+176,6	≤23000	северная	смыва	+
3.1	У= -0,0007Х+205,77	≤23000	северная	аккумуляции	-

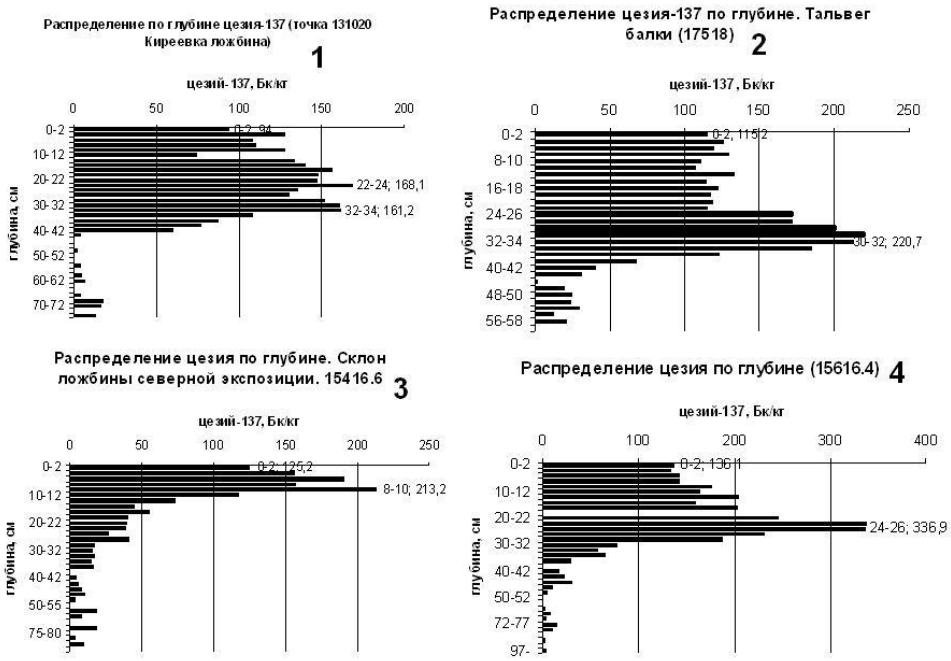
$$R \text{ т/га год} = 10 \times BZp / (t - t_0) \times (A-1) \quad (4)$$

$$Iакк \text{ т/га год} = Iакк, \text{ м/год} * 10000 \text{ м}^2 * 1110 \text{ кг/ м}^3, \quad (5)$$

где: У – удельная активность цезия-137 в точке пробоотбора, Бк/кг; Х – площадь сбора, рассчитанная по методу DEMON, м^2; R – интенсивность смыва почвы, т/га год; В – плотность почвы (для серой лесной среднесуглинистой почвы В = 1110 кг/м^3); Z_p – глубина отбора пробы почвы в пахотном слое (0,25 м); $(t - t_0)$ – число лет от года отбора пробы почвы до 1986 года (30 лет); А – отношение измеренной активности цезия-137 в точке к ее значению на опорной площадке (для склона южной экспозиции опорное значение цезия-137 принято равным 174,7 Бк/кг, для склона северной экспозиции – 180 Бк/кг [5]); Iакк. – интенсивность доставки наносов, т/га год, в ложбину и балку (в точки 1–4); 10000 – 1 га, выраженный в м^2, 1110 – плотность серой лесной среднесуглинистой почвы, кг/м^3.

Анализ тренда позволил сделать следующие заключения. На поле №1 у деревни Киреевка в 1986 году выпало наименьшее количество радионуклида. Максимум цезия-137 на глубине 22–24 см составил 368,7 Бк/кг. Вариабельность значений радионуклида на участке, выбранном под опорную площадку в 2019 году, составила 99,9–148,5 Бк/кг (это самые низкие значения цезия-137 из всех трех полей). Опорная площадка для этого поля должна назначать-

ся своя. На поле № 2 в 1986 году выпало в 1,16–1,25 раза больше цезия-137чем на поле №1. Опорная площадка для поля №2 также должна назначаться своя. На поле № 3 в год Чернобыля выпало в 1,8 раза больше цезия-137 по сравнению с полем №1 (измеренный максимум активности цезия-137 на глубине 24-26см в 2016 году – 336,9 Бк/кг, в 1986 – 673,7 Бк/кг. Опорная площадка для поля №3 также должна назначаться своя.



. Рис. 5. Диаграммы распределения цезия-137 по глубине в принимающих наносы ложбинах и балках. 1, 2, 3, 4 – точки пробоотбора на рисунке 4

Fig. 5. Diagrams of the distribution of cesium-137 in depth in depressions and balkas that receive overburdens. 1, 2, 3, 4 are sampling points in Figure 4

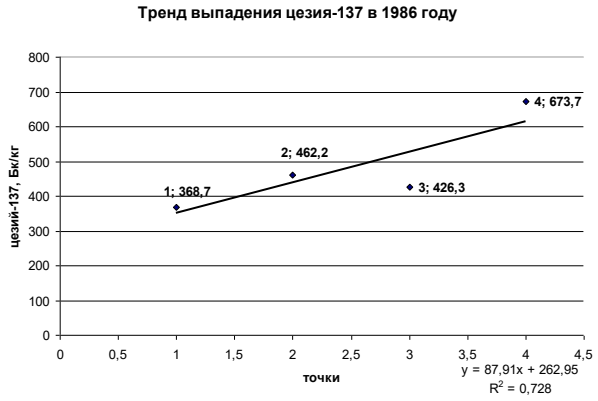


Рис. 6. Тренд чернобыльских выпадений. 368,7; 462,2; 426,3; 673,7 Бк/кг – максимумы активности цезия-137, обнаруженные на глубине в точках пробоотбора, соответственно, № 1, 2, 3, 4. Данные пересчитаны на 1986 год по Имшенник [Имшенник, 2011]

Fig. 6. The trend of the Chernobyl fallout. 368.7; 462.2; 426.3; 673.7 Bq / kg are the activity peaks of cesium-137, found at depth at sampling points, respectively, no. 1, 2, 3, 4. The data were recalculated for 1986 according to Imshennik [Imshennik, 2011]

На следующем этапе по значениям удельной активности цезия-137, рассчитанным для всех точек склоновой поверхности балки, была построена карта смыва почвы. На рисунке 7 приведен фрагмент карты интенсивности смыва почвы (в тонн/га год), рассчитанного по уравнениям 1, 1.1, 2, 2.2 и 4 для смежных ложбин с площадью водосбора до 50000 м^2 и до 23000 м^2 расположенных на склоне южной экспозиции.

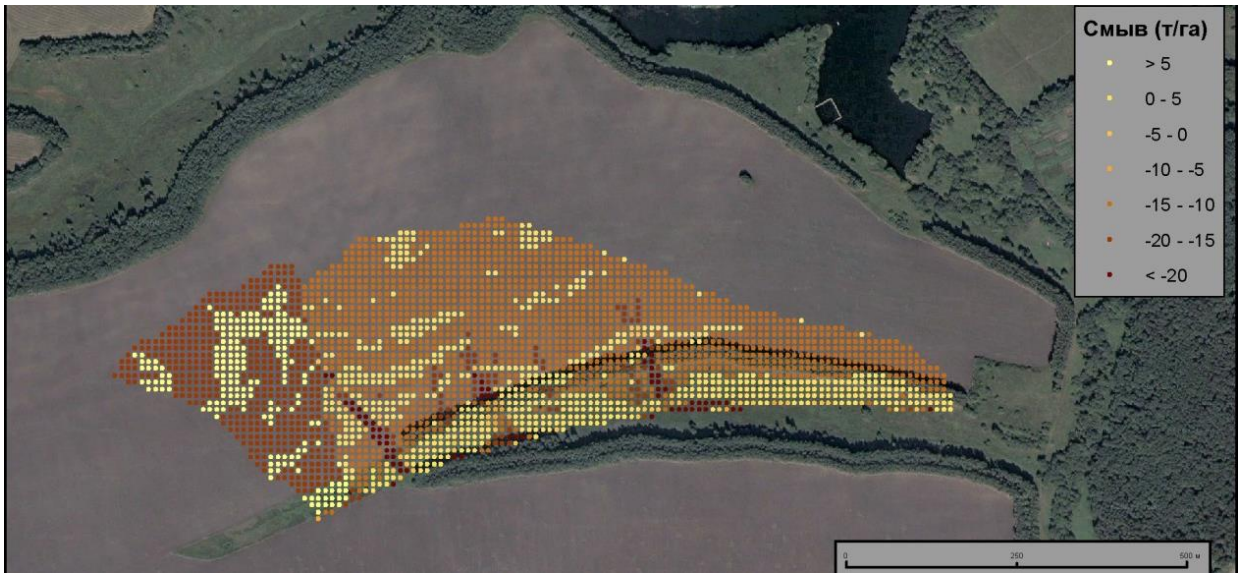


Рис. 7. Фрагмент карты смыва почвы (рассчитанного по уравнениям 1 – 2.1, 4), отрицательные значения — смыв, положительные – аккумуляция

Fig. 7. Soil losses map fragment (computations made according to equations 1 – 2.1, 4), negative values – soil flush, positive – soil accumulation

ВЫВОДЫ

Применение радиоцезиевого метода к картографированию потерь почвы вследствие эрозии в перигляциальных областях Русской равнины требует проведения поэтапного анализа для получения алгоритма расчета. Первый (полевой) этап требует отбора проб почвы в тальвегах ложбин. Второй этап требует обоснования назначения точек для установления опорного значения. В перигляциальных областях точки должны быть приурочены к блочным повышением на водораздельных поверхностях (на участках наименьшего смыва почвы). Третий этап требует обоснования целесообразности установления опорных площадок для конкретных полей. На этом этапе тренд чернобыльских выпадений должен устанавливаться по данным максимальных выпадений 1986 года (определяется по «пикам» радиоцезия, расположенным на разной глубине в ложбинах и балках, «принимающих» наносы с анализируемых полей). Этап разработки расчетных уравнений включает использование морфометрических показателей рельефа (площадь сбора и профильная кривизна). Последний этап – построение карты распределения активности цезия-137, а по ней – карты потерь почвы вследствие эрозии - является завершающим этапом разработки методики оценки пространственного распределения потерь почвы вследствие эрозии на экспериментальном участке.

БЛАГОДАРНОСТИ

Публикация осуществлена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество»

ACKNOWLEDGEMENTS

The publication was funded by the All-Russian public organization “Russian Geographical Society”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алифанов В.М., Гугалинская Л.А., Овчинников А.Ю*. Палеокриогенез и разнообразие почв центра Восточно-Европейской равнины. М.: ГЕОС, 2010. 160 с.
2. *Бердников В.В.* Палеокриогенный микрорельеф центра Русской равнины. М.: Наука, 1976. 126 с.
3. *Величко А.А.* Палеокриогенез, почвенный покров и земледелие: монография А.А. Величко, Т.Д. Морозова, В.Б. Нечаев, О.М. Порожнякова. М.: Наука, 1996. 150 с.
4. *Гусаров А.В., Рысин И.И., Шарифуллин А.Г., Голосов В.Н.* Оценка современного тренда эрозионно-аккумулятивных процессов на малом распаханном водосборе с использованием цезия-137 в качестве хрономаркера (Юг Удмуртской Республики). Геоморфология. М.: Наука, 2018. № 2. С. 37–56.
5. *Маркелов М.В.* Современные эрозионно-аккумулятивные процессы в верхних звеньях гидрографической сети лесной и лесостепной зон: автореф. дис. … канд. геогр. н. М.: Издательство Московского университета, 2004. 22 с.
6. Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах на сцинтилляционном гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения «Прогресс». ГП «ВНИИФТРИ». 1996. 41 с.
7. *Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Чаадаева Н.Н., Санкова Е.А., Иванеха Т.Л., Тяпкина А.П., Петелько А.И., Александрова А.П., Ладнова Г.Г.* Установление опорного значения удельной активности цезия-137 на распахиваемых склонах в перигляциальной области бассейна Верхней Оки: применение спутниковых снимков, ГИС и агрохимических показателей почвы ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 3. С. 170–183. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-3-26-170-183.
8. *Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Чаадаева Н.Н., Тяпкина А.П., Санкова Е.А.* О запасе Цезия-137 в пахотном горизонте на водораздельной поверхности бассейна реки Сухой Орлицы при установлении опорного значения Цезия-137. VIII Щукинские чтения: рельеф и природопользование. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геоморфологии и палеогеографии, Москва, 28 сентября-1 октября 2020 г. [Электронное издание]. М.: Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2020. С.531-536.
9. *Шамшурина Е.Н., Голосов В.Н., Иванов М.М.* Пространственно-временная реконструкция поля выпадения чернобыльского 137Cs на почвенный покров в верховьях бассейна реки Локны. Радиационная биология. Радиоэкология. М.: Наука, 2016. Т. 56. С. 414–425.
10. *Шарый П.А.* Оценка взаимосвязей рельеф-почва-растения с использованием новых методов в геоморфометрии: автореф. дис. … канд. биол. н. Тольятти, 2005. 25 с.
11. *Costa-Cabral M.C., Burges S.J.* Digital Elevation Model Networks (DEMON): A model of flow over hillslopes for computation of contributing and dispersal areas. Water Resources Research. 1994. V. 30, issue 6. P. 1681–1692. DOI: 10.1029/93WR03512.
12. *Evans L.S.* General geomorfometry, derivatives of altitude, and descriptive statistics. In: Chorley R.J. (ed.) Spatial Analysis in Geomorfology, London, Methuen & Co. Ltd., 1972. P. 17–90.

13. *Walling D.E., He Q.* Improved models for estimating soil erosion rates from cesium-137 measurements. J. Environ. Qual., 1999. V. 28. No 2. P. 611–622.

REFERENCES

1. *Alifanov V.M., Gugalinskaya L.A., Ovchinnikov A.Yu.* Paleocryogenesis and soil diversity in the center of the East European Plain. Moscow: GEOS, 2010.160 p. (in Russian).
2. *Berdnikov V.V.* Paleocryogenic microrelief of the center of the Russian Plain. Moscow: Nauka, 1976, 126 p. (in Russian).
3. *Costa-Cabral M.C., Burges S.J.* Digital Elevation Model Networks (DEMON): A model of flow over hillslopes for computation of contributing and dispersal areas. Water Resources Research. 1994. V. 30, issue 6. P. 1681–1692. DOI: 10.1029/93WR03512.
4. *Evans L.S.* General geomorfometry, derivatives of altitude, and descriptive statistics. In: Chorley R.J. (ed.) Spatial Analysis in Geomorfology, London, Methuen & Co. Ltd., 1972. P. 17–90.
5. *Gusarov A.V., Rysin I.I., Sharifullin A.G., Golosov V.N.* Assessment of the current trend of erosion-accumulative processes in a small plowed catchment area using cesium-137 as a chronomarker (south of the Udmurt Republic). Geomorphology. Moscow: Nauka, 2018. No 2. P. 37–56 (in Russian).
6. *Markelov M.V.* Modern erosion-accumulative processes in the upper links of the hydrographic network of the forest and forest-steppe zones. PhD dissertation (author's abstract). M: Moscow University Press, 2004. 22 p. (in Russian).
7. Methods for measuring the activity of radionuclides in counting samples on a scintillation gamma spectrometer using the Progress software. SE "VNIIFTRI". 1996, 41 p.
8. *Shamshurina E.N., Golosov V.N., Ivanov M.M.* Spatial and temporal reconstruction of the field of deposition of the Chernobyl 137Cs on the soil cover in the upper headstreams of the Lokna river basin. Radiation biology. Radioecology. Moscow: Nauka, 2016. V. 56. No 4. P. 414–425 (in Russian).
9. *Shary P.A.* Assessment of the relief-soil-plants interlinkages using new methods of geomorphometry. PhD dissertation (author's abstract). Togliatti, 2005. 25 p. (in Russian).
10. *Trofimetz L.N., Panidi E.A., Chaadaeva N.N., Sankova E.A., Ivanekha T.L., Tyapkina A.P., Petelko A.I., Alexandrova A.P., Ladnova G.G*. Determining the reference value of Cesium-137 specific activity on arable slopes in the periglacial area of the Upper Oka basin: application of satellite images, GIS and soil agrochemical indicators InterGIS. Geoinformation support of sustainable development of territories: Materials of the Intern. conf. M.: Moscow University Press, 2020. V. 26. Part 3. P. 170–183. DOI: 10.35595 / 2414-9179-2020-3-26-170-183.
11. *Trofimetz L.N., Panidi E.A., Chaadaeva N.N., Tyapkina A.P., Sankova E.A.* On the reserve of Cesium-137 in the arable horizon on the watershed surface of the Sukhaya Orlitsa river basin when establishing the reference value of Cesium-137. VIII Shchukin Readings: Relief and Nature Management. Materials of the All-Russian conference with international participation. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Geomorphology and Paleogeography, Moscow, September 28-October 1, 2020 [Electronic edition]. Moscow: Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University named, 2020.P. 531–536 (in Russian).
12. *Velichko A., Morozov T.D., Nechaev V.B., Porozhnyakov O.M.* Paleocryogenesis, soil cover and agriculture: monograph. Moscow: Nauka, 1996.150 p. (in Russian).
13. *Walling D.E., He Q.* Improved models for estimating soil erosion rates from cesium-137 measurements. J. Environ. Qual., 1999. V. 28. No 2. P. 611–622.

УДК 631.9:528.873 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-150-161**

А.П. Белоусова[1], И.В. Брыжко[2]

АНАЛИЗ ЗАРАСТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ПЕРМСКОГО КРАЯ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ LANDSAT

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается проблема зарастания древесно-кустарниковой растительностью неиспользуемых сельскохозяйственных угодий на территории Пермского края. Широкое распространение процессов зарастания в нечерноземной зоне связано с близким соседством сельскохозяйственных угодий и залесенных территорий. Также, весомой причиной повсеместного распространения данного процесса выступает неиспользование угодий аграрными товаропроизводителями региона, в силу финансовых трудностей и отсутствия средств на проведение работ по возвращению в оборот сельскохозяйственных угодий. Продемонстрированы результаты методики, основанной на использовании разновременных снимков со спутников программы Landsat. Анализ проведен за 30-летний период, с момента максимальной вовлеченности сельскохозяйственных угодий в оборот по сегодняшний день. Выводы представлены в разрезе муниципальных районов Пермского края. Общая площадь зарастания сельскохозяйственных угодий на 2020 г. составляет 1386,1 тыс. га (58,8% от общей площади сельскохозяйственных угодий Пермского края по состоянию на 1985 год). Стоит учитывать, что ранние стадии зарастания не фиксируются с помощью данной методики в силу ограничений, связанных с пространственным разрешением исходных данных. В результате исследования авторами выявлено порядка 689,5 тыс. га сельскохозяйственных угодий, покрытых густым лесным покровом, возвращение которых в сельскохозяйственный оборот имеет крайне низкую экономическую целесообразность для аграрных товаропроизводителей края. Молодой, несомкнутой лесной растительностью покрыты 696,6 тыс.га. Оценка точности проводилась авторами на основе опорных участков, на которых было произведено наземное обследование, а также на основе открытых данных сверхвысокого пространственного разрешения (Google Earth and ESRI Imagery).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сельскохозяйственные угодья, зарастание древесно-кустарниковой растительностью, данные космической съемки Landsat, землеустройство, Пермский край.

Anna P. Belousova[3], Ilya V. Bryzhko[4]

ANALYSIS OF OVERGROWING OF AGRICULTURAL LANDS ON THE PERM REGION BASED ON LANDSAT SATELLITE IMAGES

ABSTRACT

The article deals with the problem of overgrowing trees and shrubs of abandoned agricultural land in the Perm Region. The widespread occurrence of overgrowth processes in the

[1] Пермский государственный национальный исследовательский университет, Географический факультет, Букирева, д.15, 614068, Пермь, Россия; *e-mail*: **uran399@mail.ru**

[2] Пермский государственный национальный исследовательский университет, Географический факультет, Букирева, д.15, 614068, Пермь, Россия; *e-mail*: **zemproekt@yandex.ru**

[3] Perm State University, Faculty of Geography, Bukireva, 15, 614068, Perm, Russia; *e-mail:* **uran399@mail.ru**

[4] Perm State University, Faculty of Geography, Bukireva, 15, 614068, Perm, Russia; *e-mail:* **zemproekt@yandex.ru**

non-chernozem zone is associated with the close proximity of agricultural land and forested areas. Also, a significant reason for widespread occurrence of this process is the non-use of land by agricultural producers in the region, due to financial problems and lack of funds to carry out work to return agricultural land to use. The method is based on the use of Landsat satellite imagery data. Analysis has been performed over a 30-year period, from the time of a maximum use of agricultural land to the present day. The processes of overgrowing of agricultural land on the territory of the Perm Region are used quite actively, this is due to the close proximity of agricultural land, as well as, often, with the non-use of the region's land by agricultural producers due to financial difficulties and the lack of work to return agricultural land into circulation. The results are presented for the municipal districts of the Perm Region. The total area of overgrown agricultural land in 2020 is 138610 km² (58.8% of the total area of agricultural land in the Perm Region). Early stages of forest regeneration are not identified on satellite images due to their low spatial resolution. Approximately 68950 km² of agricultural land are covered by closed forest vegetation, its return to agricultural use has extremely low economic efficiency for agricultural manufacturers of the region. Young unclosed forest vegetation covers 69660 km². Accuracy assessment is performed based on reference sites with ground survey and high-resolution satellite images from public services (Google Earth and ESRI Imagery).

KEYWORDS: agricultural lands, overgrowing of trees and shrubs vegetation, Landsat satellite imagery data, land management, Perm Region.

ВВЕДЕНИЕ

Зарастание сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой растительностью является самой массовой причиной выбытия земель из сельскохозяйственного оборота, в особенности для нечерноземных территорий нашей страны. За прошедшие годы на многих заброшенных сельскохозяйственных угодьях вырос полноценный лес, и с каждым годом возвращение таких земель в сельскохозяйственный оборот становится дороже и труднее с технической точки зрения [*Белорусцева,* 2012].

Одной из основополагающих проблем, вызвавших системный кризис в агропромышленном комплексе нашей страны, стала проблема перехода к рыночной экономике. Состояние инфраструктуры в сельских территориях с течением времени становилось все хуже и сегодня его можно оценить как критическое. Современные условия труда и качество жизни в сельской местности не способствуют закреплению населения и привлечению специалистов в аграрное производство. В связи с этим аграрные товаропроизводители края не всегда могут привлечь необходимые кадры, обеспечить транспортную доступность и эффективно использовать имеющиеся земельные ресурсы.

Несмотря на все старания государства сохранять независимость от импорта аграрной продукции и обеспечивать национальную и продовольственную безопасность, уже к 1993 году началось заметное сокращение посевных площадей по всей стране. Кроме того, с каждым годом ухудшалось состояние земель, многие хозяйства перестали использовать земельные участки для сельскохозяйственного производства. Самые высокие темпы увеличения не возделываемых и невостребованных сельскохозяйственных угодий в России наблюдались с 1990 по 2000 г. − более 31% [*Prishchepov et al,* 2016].

С юридической точки зрения все земельные участки, пригодные для ведения сельскохозяйственного производства, должны использоваться рационально и в соответствии с целевым назначением и видом разрешенного использования. Только при соблюдении таких условий можно обеспечить необходимый уровень плодородия и не допустить такие негативные явления как захламление, загрязнение и деградация земель.

Законодательством нашей страны установлено, что собственники, землепользователи, землевладельцы и арендаторы земельных участков обязаны проводить мероприятия по защите земель, пригодных для ведения аграрного производства от зарастания сорными видами растений, кустарниками и деревьями, а также должны обеспечивать защиту культурных растений от болезней и вредителей[1]. В случае нарушения этих требований выдается предписание, в соответствии с которым правообладатель должен выплатить штраф, провести культуртехнические мероприятия по восстановлению уровня плодородия земель и вовлечь земли в сельскохозяйственный оборот[2].

Также, согласно законодательству, зарастание территорий сельскохозяйственных угодий не должно превышать 15% для пашни и 30% для остальных видов угодий. В случае превышения этих норм виновные в этом лица должны нести ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации[3].

Зарастание древесно-кустарниковой и сорной растительностью несет негативное влияние на культурные посевы. Оно влияет на водный режим и количество питательных веществ, а также на фитосанитарное состояние и пожарную опасность посевов. Кроме того, зарастание сельскохозяйственных земель приводит к снижению качественных показателей плодородия в связи с усилением подзолистого процесса в почвах. Попытка вернуть такие земли в сельскохозяйственный оборот может обернуться нарушением верхнего слоя почвы, в связи с необходимостью проведения работ по рубке и корчевке древесно-кустарниковой растительности, для этого необходимо проведение культуртехнической мелиорации на основании предварительно составленного проекта и с учетом экологических и санитарных норм.

Одним из важнейших условий исправления негативной ситуации является поиск и инвентаризация сельскохозяйственных угодий подверженных зарастанию. Эта задача может быть решена на основе использования данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационных технологий.

Спутниковые данные программы Landsat являются открытыми данными и обеспечивают уникальный многолетний ряд космической съемки Земли. Данные доступны за период с 1984 г. по н.в.[4] В рамках программы обеспечивается сохранение геометрии, калибровки, покрытия, спектральных характеристик, качества изображений и доступности данных всей спутниковой аппаратуры спутников Landsat, использование этих данных позволяет наиболее точно оценить последствия продолжительных процессов.

Исследования процессов зарастания на неиспользуемых сельскохозяйственных угодьях с применением данных среднего пространственного разрешения программы Landsat проведены на территории юго-запада Среднерусской равнины [*Терехин,* 2017], южной части Западной Сибири [*Терехин, Постернак,* 2019], стран Восточной Европы [*Prishchepov et al,* 2012], также проводились исследования, основанные на анализе данных разносезонных многозональных космических изображений [*Стыценко,* 2017], что

---

1 Земельный кодекс Российской Федерации: федер. закон РФ № 136-ФЗ от 25.10.2001. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 20.03.2021).

2 Об обороте земель сельскохозяйственного назначения: федер. закон от 24.07.2002 № 101-ФЗ (ред. от 03.08.2018). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 20.03.2021).

3 О признаках неиспользования земельных участков с учетом особенностей ведения сельскохозяйственного производства или осуществления иной связанной с сельскохозяйственным производством деятельности в субъектах Российской Федерации: пост. Правительства РФ от 23.04.2012 №369. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: (дата обращения: 20.03.2021).

4 Официальный сайт геологической службы США. URL: https://www.usgs.gov/ (дата обращения: 20.03.2021).

отражает эффективность применяемых методик исследования и актуальность данной проблемы на территории страны.

Таким образом, целью данной работы выступает выявление сельскохозяйственных угодий, подвергшихся зарастанию, что в дальнейшем позволяет произвести оценку перспектив вовлечения этих земель обратно в сельскохозяйственный оборот.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Пермский край занимает площадь 16023,6 тыс. га, более 26% его территории занимают земли сельскохозяйственного назначения (4302,2 тыс. га). Пермский край традиционно является промышленным регионом и находится в зоне рискованного земледелия, что формирует сложности для ведения сельского хозяйства. Районы, в которых ведется более активное аграрное производство, находятся на юге края, и несмотря на то, что сельское хозяйство является здесь традиционным занятием, есть ряд системных проблем, связанных с инфраструктурой. Так, отсутствие необходимой транспортной инфраструктуры усугубляет возможность использования некоторых территорий в аграрном производстве, в частности возникают проблемы обработки удаленных участков, транспортировки техники, людей и продукции [*Брыжко, Брыжко, 2019*].

Учитывая природно-климатические характеристики анализируемой территории, а также проблемы развития инфраструктуры в сельских территориях края и ряд экономических проблем, связанных с ведением аграрного производства в нашей стране, снижение посевных площадей на территории края можно считать вполне закономерным процессом.

В условиях, когда площади, пригодные для эффективного ведения сельского хозяйства невелики, а лес с каждым годом постепенно занимает все больше неиспользуемых участков, есть риск остаться с ограниченными ресурсами для ведения сельского хозяйства и вопросом о целесообразности вовлечения в оборот участков, заросших полностью.

Лесопокрытые территории оказывают существенное влияние на примыкающие к ним сельскохозяйственные угодья. Такие земельные участки находятся в группе риска по распространению процессов зарастания, при отсутствии проведения сельскохозяйственных работ.

В Пермском крае преобладают дерново-подзолистые почвы, которые не отличаются высоким плодородием и требуют внесения большого количества минеральных удобрений при использовании в сельском хозяйстве [*Коротаев,* 1962]. Геологическое строение, рельеф и прочие природные условия обуславливают большое количество мелких контуров разных типов почв, что также создает неудобство при ведении сельского хозяйства. Также природные условия, связанные с рельефом, обеспечивают достаточно высокий уровень эрозионной опасности. Более 40% площадей пригодных для ведения сельского хозяйства в регионе подвержены данному негативному процессу.

Методика работы включает в себя два основных этапа: создание «маски сельскохозяйственных угодий» и определение территорий, подвергшихся зарастанию (табл. 1).

На первом этапе были получены границы «маски сельскохозяйственных угодий», в пределах которой проводились все дальнейшие работы. Данная маска представляет собой границы когда-либо возделываемых сельскохозяйственных угодий в пределах земель сельскохозяйственного назначения, полученные с использованием спутниковых снимков Landsat за 1986–1988 гг. и дополнительных данных.

Именно в 1980-е года в сельскохозяйственном производстве задействовались максимальные площади угодий. Данные территории на сегодняшний день отнесены к категории земель сельскохозяйственного назначения. Границы других территорий, непри-

годных для использования в сельском хозяйстве, были определены при привлечением дополнительных картографических данных.

Табл. 1. Этапы и исходные данные исследования

Table 1. Research stages and baseline data

Этапы обработки данных	*Исходные данные*
1. Маска сельскохозяйственных угодий на 1980-е гг.	Зимние снимки Landsat TM. Даты съемки: 20.02.1986, 08.01.1987, 10.01.1987, 26.01.1987, 31.01.1987, 14.02.1988, 28.02.1988. Топографическая карта Пермского края 1:100 000. Данных государственного фонда данных Росреестра. Геопространственные данные OpenStreetMap
2. Классификация территорий на три класса, выявляющая зарастание на 2018–2020 гг.	Зимние снимки Landsat OLI. Даты съемки: 06.01.2018, 31.01.2018, 09.02.2018, 16.02.2018, 23.02.2018, 25.02.2018, 23.01.2019, 28.01.2020, 17.01.2020

При выполнении работы были исключены все земли, на которых невозможно ведение аграрного производства. В их число попали населенные пункты, площади, находящиеся под водными объектами, объектами инженерной инфраструктуры, занятые в промышленном производстве, а также земли, занятые лесом и входящие в государственный лесной фонд.

Лесопокрытые территории были выделены на основе снимков Landsat (TM), полученных в зимний период времени на 1986–1988 гг.[1] Снимки зимнего сезона позволяют довольно четко определить территории зарастания. При отсутствии древесной растительности, территории имеют равномерный белый снежный покров, на фоне которого четко выделяются кроны кустарников и деревьев. Определенной проблемой при маскировании лесопокрытой территории по зимним снимкам может быть наличие теней из-за низкого угла освещения Солнцем. Однако в работе [*Peterson et al,* 2004] показано, что их влияние на результат классификации зимних снимков минимально.

Определение двух классов (лесопокрытые и безлесные территории) происходит с помощью управляемой классификации по методу максимального правдоподобия (рис.1). Для классификации использованы композитные снимки, созданные на основе комбинации «Искусственные цвета» (ближний инфракрасный, красный и зеленый спектральные каналы) [*Белоусова,* 2018].

Далее проведена классификация территорий на три класса в границах маски сельскохозяйственных угодий, выявляющая процессы зарастания (рис. 2). Исходными данными выступают данные программы Landsat (OLI) за 2018–2020 гг., полученные в период с устойчивым снежным покровом. Применен метод максимального правдоподобия для композитных снимков, созданных на основе комбинации «Искусственные цвета».

[1] Официальный сайт геологической службы США. URL: https://www.usgs.gov/ (дата обращения: 20.03.2021).

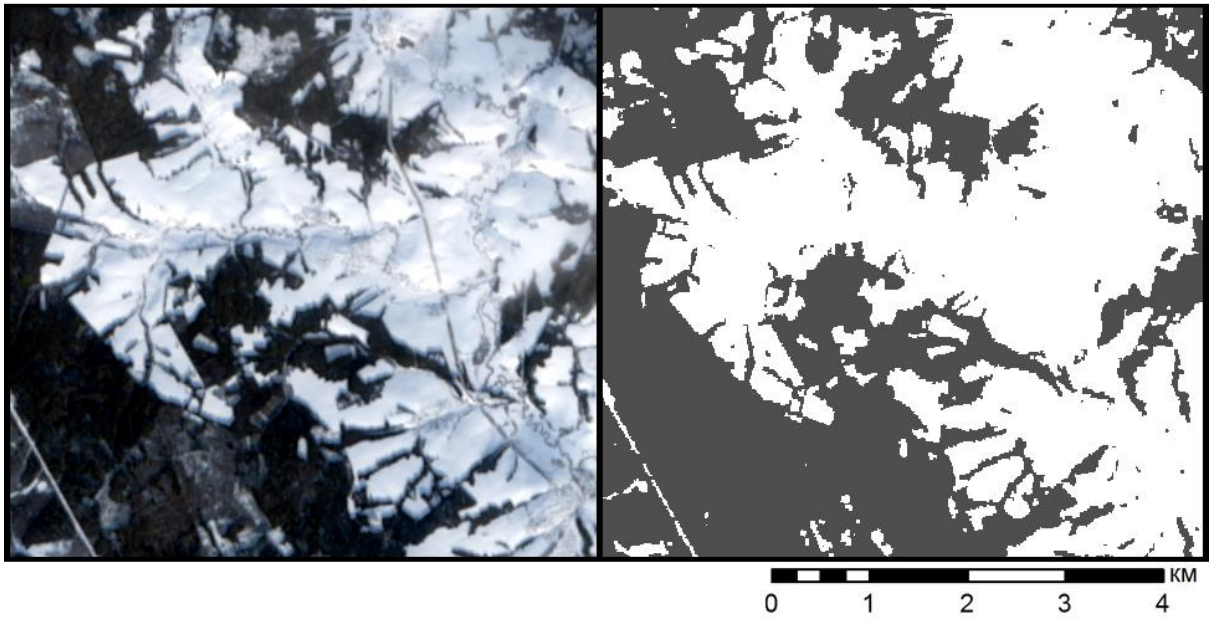


Рис. 1. Пример автоматизированного выделения лесопокрытых территорий по снимку зимнего сезона

Fig. 1. An example of automated selection of forested areas based on a snapshot of the winter season

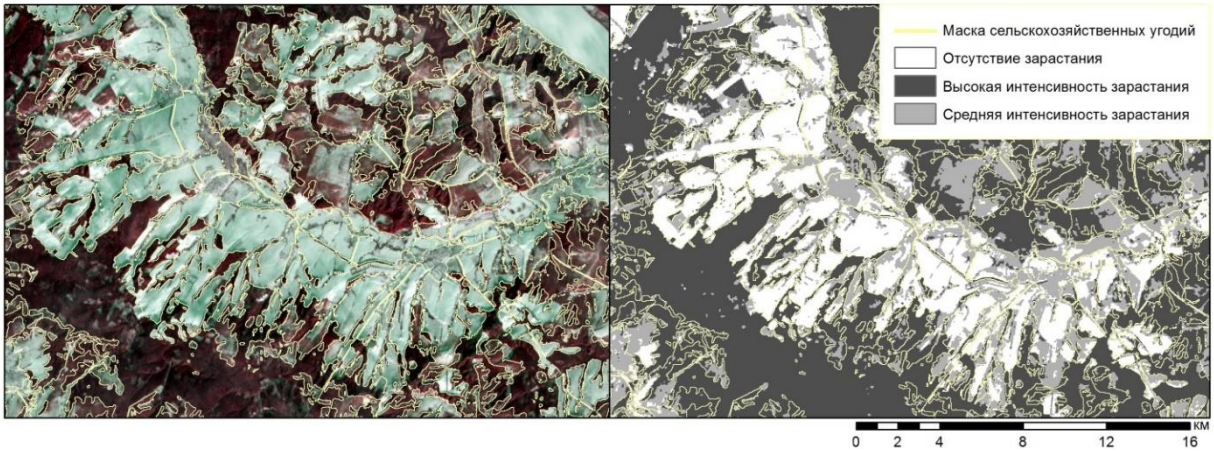


Рис. 2. Пример автоматизированной классификации степени зарастания по снимку зимнего сезона

Fig. 2. An example of an automated classification of the degree of overgrowth based on a snapshot of the winter season

К первому классу отнесены территории, на которых зарастание не зафиксировано. Однако, это не означает, что все эти территории используются в сельскохозяйственном производстве. Это, прежде всего, связано с ограничениями данной методики. Таким образом, к этому классу отнесены территории, используемые в сельском хозяйстве и сельскохозяйственные угодья с начальной стадией зарастания, которые обычно представлены в виде сорной или кустарниковой растительности, либо редко расположенных молодых деревьев. Второй класс представлен в виде зарастания низкорослым молодым лесом, возрастом 15–20 лет с момента прекращения возделывания сельскохозяйственных угодий, достаточно сомкнутым, чтобы его можно выделить на

спутниковых снимках зимнего сезона (рис. 3). Третий класс представлен густым сомкнутым лесным покровом, произрастающим более 25 лет (рис. 4).

Рис. 3. Зарастающие сельскохозяйственные угодья, отнесенные ко второму классу
Fig. 3 Overgrown agricultural land classified as the second class

Рис. 4. Зарастающие сельскохозяйственные угодья, отнесенные к третьему классу
Fig. 4. Overgrown agricultural land classified as third class

Определение участков для обучения классификации было проведено по данным наземного обследования, а также по снимкам сверхвысокого пространственного разрешения с открытых картографических сервисов (Google Earth, ESRI Imagery).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В границы «Маски сельскохозяйственных угодий» включены все территории, когда-либо использовавшиеся в качестве сельскохозяйственных угодий за последние 30 лет в границах Пермского края. По результатам создания такой маски проведено сравнение общей площади сельскохозяйственных угодий с данными, содержащимися в Государственном фонде данных управления Росреестра по Пермскому краю[1]. По данным на-

[1] Региональный доклад о состоянии и использовании земель в Пермском крае в 2019 году // Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. 2019 URL: https://rosreestr.gov.ru/ site/open-service/statistika-i-analitika/zemleustroystvo-i-monitoring-zemel59/ regionalnyy-doklad-o-nalichii-i-sostoyanii-zemel-v-permskom-krae/ (дата обращения: 20.03.2021).

шего исследования общая площадь пригодных к использованию в качестве сельскохозяйственных угодий составила 2368,5 тыс. га, по официальным данным 2416,4 тыс. га. Таким образом, точность определения площади сельскохозяйственных угодий составляет более 98%.

Часть муниципальных образований была исключена из анализа в силу незначительной площади сельскохозяйственных угодий и вида их основной экономической деятельности. К таким муниципальным образованиям относятся Горнозаводский, Гремячинский, Кизеловский, Губахинский районы, а также г. Пермь, ЗАТО Звездный. Данные по зарастанию представлены в разрезе муниципальных районов в форме таблицы (табл. 2) и карты (рис. 5).

Нами был определен процент обеспеченности сельскохозяйственными угодьями по каждому району, который представляет собой долю площади сельскохозяйственных угодий от общей площади района.

Самый высокий процент обеспеченности сельскохозяйственными угодьями у Ординского, Чернушинского, Куединского и Большесосновского районов (53,4–58,5%). Стоит отметить, что процессам зарастания в этих районах подвержено более 38% сельскохозяйственных угодий от их общей площади. Все названные районы специализируются на производстве аграрной продукции больше, чем на других видах экономической деятельности. Поэтому для представленных районов достаточно остро стоит вопрос высокого уровня зарастания сельскохозяйственных угодий, учитывая дефицит продуктивных земель в крае.

Большесосновский район имеет максимальный процент обеспеченности сельскохозяйственных угодий (58,5%), однако площади территорий, подверженных зарастанию составили более 70% от площади всех сельскохозяйственных угодий района (92,6 тыс.га). Несмотря на достаточно благоприятное географическое положение района на юго-западе края, развитую транспортную инфраструктуру, относительно благоприятный климат, очевиден факт нерационального использования сельскохозяйственных земель. Большая часть таких территорий, в конечном итоге, является непригодной для ведения сельскохозяйственного производства в связи с зарастанием и потребует значительных затрат для возвращения в оборот.

Рассматривая абсолютные показатели территорий, подверженных зарастанию, стоит также выделить Кунгурский, Карагайский, Куединский и Кудымкарский районы. Потери по каждому району составляют от 64 до 96 тыс. га.

Сравнительно небольшие потери сельхозугодий в связи с зарастанием в относительных показателях демонстрируют Чернушинский (37,7%) и Березовский (39,9%) районы.

Минимальные потери в абсолютном значении площади зарастания у Александровского, Гайнского, Красновишерского, Краснокамского, Косинского, Чусовского и Лысьвенского районов – по каждому району до 15 тыс. га. Однако процент зарастания этих районов варьируется от 52,8% до 94,1%, что отражает пониженный интерес к сельскохозяйственному производству. Муниципальные образования, расположенные в северной части Пермского края, такие как Александровский, Гайнский, Добрянский, Косинский, Кочевский, Красновишерский, Лысьвенский, Соликамский, Усольский, Чердынский, Чусовской, Юрлинский, Юсьвинский, имеют процент обеспеченности сельскохозяйственных угодий менее 20%, что является показателем по выбору несельскохозяйственной специализации районов.

Однако, Лысьвенский, Чусовской и Юсьвинский районы демонстрируют не высокие потери сельскохозяйственных угодий в связи с зарастанием около 55%, относительно остальных районов из данного перечня (74–94%).

Табл. 2. Площадь зарастания сельскохозяйственных угодий в Пермском крае в разрезе муниципальных районов

Table 2. The area of overgrown agricultural land in the Perm region in the context of municipal districts

Наименование муниципального образования	*Площадь района*	*Площадь с-х угодий*	*Процент обеспеченности сельскохозяйственными угодьями*	*Густой лес на территории с-х угодий*		*Молодой лес на территории с-х угодий*	
	тыс.га	*тыс.га*	*%*	*тыс.га*	*%*	*тыс.га*	*%*
Александровски	552.99	4.93	0.89	1.79	36.3	2.13	43.27
Бардымский	238.23	83.92	35.23	32.45	38.6	23.52	28.03
Березниковский	506.86	26.89	5.30	15.95	59.3	8.06	29.99
Березовский	197.72	74.34	37.60	11.42	15.3	18.24	24.54
Большесосновск	222.34	130.04	58.49	58.98	45.3	33.60	25.84
Верещагинский	161.89	76.20	47.07	21.16	27.7	16.05	21.06
Гайнский	1492.84	4.62	0.31	1.93	41.7	2.42	52.28
Добрянский	519.26	27.29	5.26	8.51	31.1	11.75	43.05
Еловский	144.87	65.52	45.23	29.34	44.7	15.05	22.97
Ильинский	306.94	76.92	25.06	20.00	26.0	38.63	50.22
Карагайский	239.40	101.16	42.25	32.63	32.2	33.96	33.57
Кишертский	140.00	47.72	34.09	14.42	30.2	14.51	30.40
Косинский	344.55	14.26	4.14	6.61	46.3	5.89	41.28
Кочевский	271.81	27.51	10.12	14.67	53.3	8.99	32.69
Красновишерски	1537.55	10.80	0.70	0.67	6.21	9.37	86.77
Краснокамский	95.63	19.13	20.01	3.46	18.0	8.72	45.59
Кудымкарский	476.62	123.81	25.98	59.69	48.2	35.98	29.06
Куединский	261.67	152.69	58.35	28.56	18.7	42.52	27.85
Кунгурский	446.02	141.90	31.82	21.87	15.4	42.17	29.72
Лысьвенский	373.05	23.63	6.34	5.72	24.2	7.22	30.56
Нытвенский	165.51	70.37	42.51	11.59	16.4	20.00	28.42
Октябрьский	344.45	96.64	28.06	20.89	21.6	24.82	25.68
Ординский	141.99	75.77	53.36	16.23	21.4	25.99	34.30
Осинский	205.74	58.84	28.60	26.35	44.7	14.38	24.44
Оханский	151.31	60.16	39.76	22.71	37.7	12.96	21.54
Очерский	133.36	55.28	41.45	20.96	37.9	12.31	22.27
Пермский	375.31	80.81	21.53	13.57	16.8	33.82	41.86
Сивинский	251.64	74.15	29.47	14.48	19.5	18.14	24.47
Соликамский	564.50	46.03	8.15	12.81	27.8	23.90	51.92
Суксунский	167.76	72.66	43.31	15.95	21.9	18.71	25.75
Уинский	155.53	48.78	31.36	11.94	24.4	15.76	32.32
Чайковский	215.53	62.13	28.83	14.34	23.0	13.06	21.03
Частинский	162.96	67.49	41.42	19.20	28.4	12.28	18.19
Чердынский	2087.29	40.77	1.95	14.02	34.4	20.80	51.03
Чернушинский	167.67	97.83	58.35	17.02	17.3	19.83	20.27
Чусовской	349.60	23.76	6.80	3.88	16.3	8.67	36.48
Юрлинский	383.11	45.57	11.90	36.67	80.4	4.67	10.26
Юсьвинский	308.06	58.15	18.88	10.80	18.5	22.27	38.29
Итого	14861.56	2368.47	15.94	693.24	29.2	701.16	29.60

По данным исследования

По карте отчетливо видны следующие тенденции. Доля зарастания сельскохозяйственных угодий в северных районах края превышает 80%. Это объясняется как несельскохозяйственной специализацией данных районов, так и природными факторами, характерными для данных территорий. Однако абсолютные значения площадей, подверженных зарастанию преобладают в южных районах края. Это связано, прежде всего с большой, относительно северных районов, общей площадью сельскохозяйственных угодий.

ВЫВОДЫ

Данное исследование позволяет выявить серьезные изменения в части зарастания сельскохозяйственных угодий Пермского края. Для всех районов края характерна проблема зарастания и выбытия больших территорий из сельскохозяйственного оборота. Использование данных среднего пространственного разрешения Landsat для анализа зарастающих сельскохозяйственных угодий в масштабах региона, позволило определить территории, на которых ведение сельскохозяйственных работ прекратилось более 15 лет назад.

Нами было выявлено, что общая площадь зарастания по Пермскому краю с момента максимальной вовлеченности сельскохозяйственных угодий в оборот составляет 1386,1 тыс. га (58,8% от общей площади сельскохозяйственных угодий). Из них 689,5 тыс. га покрыты густым лесным покровом, 696,6 тыс.га молодым несомкнутым лесом. Чаще всего подвержены зарастанию мелкоконтурные участки, расположенные внутри лесных массивов. Зарастание происходит поступательно, начиная от границы лесного массива, углубляясь к центру поля.

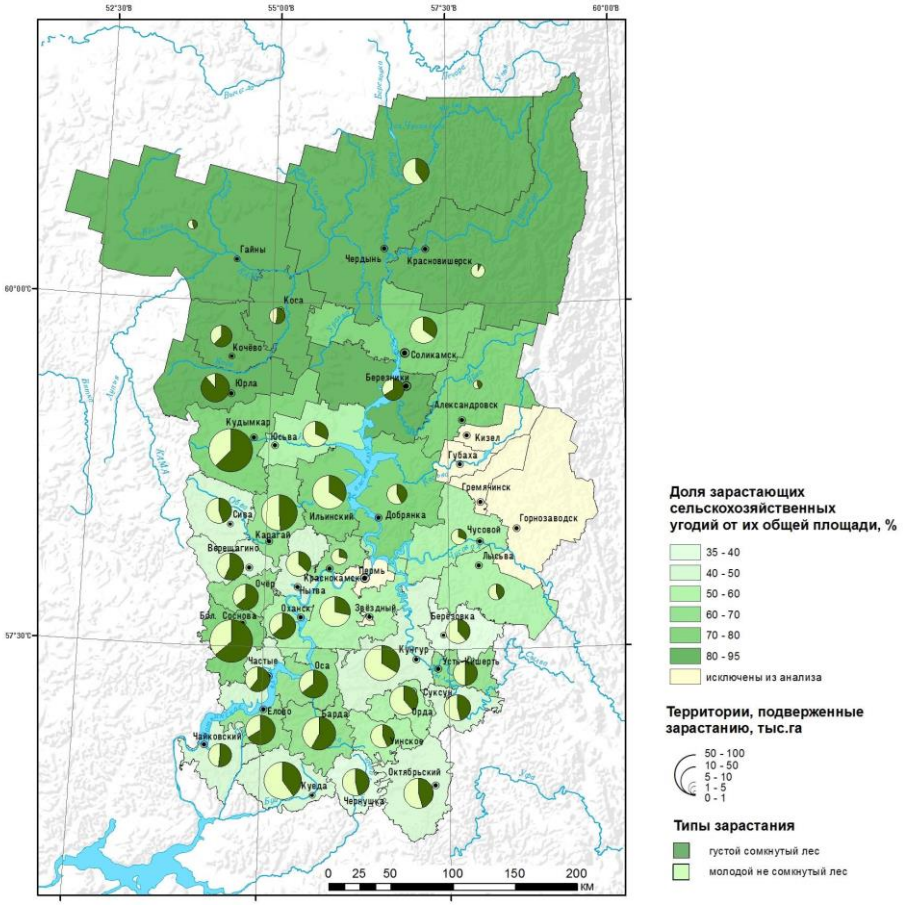


Рис. 5. Карта зарастания сельскохозяйственных угодий

Fig. 5. Agricultural land overgrowth map

Предложенная методика по анализу данных ДЗЗ позволяет получить информацию, необходимую для оценки инвестиционной привлекательности территорий, в целях расширения сельскохозяйственных массивов аграрных предприятий.

Стоит отметить, что на данный момент для возвращения земель в оборот территорий, покрытых густым лесным покровом, потребуются крупные финансовые вложения и проведение значительного объема культур-технических мероприятий. Данные работы не всегда целесообразны, так как превосходят возможности аграрных товаропроизводителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белорусцева Е.В.* Мониторинг состояния сельскохозяйственных угодий нечерноземной зоны российской федерации. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012. Т. 9. № 1. С. 57–64.
2. *Белоусова А.П.* Анализ использования пахотных земель по спутниковым снимкам landsat на примере Кунгурской лесостепи. Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. №4(47). С. 133–143. DOI: 10.17072/2079-7877-2018-4-133-143.
3. *Брыжко В.Г., Брыжко И.В.* Совершенствование социальной инфраструктуры сельских территорий на основе рационального землепользования. Москва: Общество с ограниченной ответственностью «Экспертно-консалтинговый центр «Профессор», 2019. 200 с.
4. *Коротаев Н.Я.* Почвы Пермской области. Пермь, 1962. 278 с.
5. *Прищепов А.В., Мейфруа П., Шиерхорн Ф., Мюллер Д., Кюммерле Т.* Движущие факторы, ограничения и компромиссы, связанные с возвращением в оборот заброшенных пахотных земель в России, Украине и Казахстане. Пространственная экономика, 2016. № 2. С. 55–103.
6. *Стыценко Е.А*. Возможности распознавания сельскохозяйственных угодий с использованием методики совместной автоматизированной обработки разносезонных многозональных космических изображений. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2017. Т. 14. № 5. С. 172–183.
7. *Стыценко Е.А.* Картографирование территории муниципального образования с использованием методики автоматизированного дешифрирования разносезонных зональных космических изображений. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка, 2017. № 3. С. 94–99.
8. *Терехин Э.А.* Сукцессии на залежных землях юго-запада Среднерусской возвышенности и их изучение с применением спутниковых данных. Географический вестник = Geographical bulletin, 2017. №2(41). С. 118–126. DOI: 10.17072/2079-7877-2017-2-118-126.
9. *Терехин Э.А., Постернак Т.С.* Процессы лесовозобновления на залежных землях юга Западной Сибири и их анализ с применением данных дистанционного зондирования. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2019. Т. 16. №4. С. 161–172.
10. *Peterson U., Pussa K., Liira J.* Issues related to delineation of forest bound aries on Landsat Thematic Mapper winter images. International Journal of Remote Sensing, 2004. V. 25. No 24. P. 5617–5628.
11. *Prishchepov A.V., Volker C. Radeloff, Dubinin M., Alcantara C.* The effect of Landsat ETM/ETM+ image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe. Remote Sensing of Environment, 2012. No 126. P. 195–209.
12. *Prishchepov A.V., Müller D., Baumann M., Kuemmerle T., Alcantara C., Volker C.*

Radeloff. Underlying Drivers and Spatial Determinants of post-Soviet Agricultural Land Abandonment in Temperate Eastern Europe. Land-Cover and Land-Use Changes in Eastern Europe after the Collapse of the Soviet Union in 1991, 2017. P. 91–117. DOI: 10.1007/978-3-319-42638-9_5.

REFERENCES

1. *Belorusceva E.V.* Monitoring of the state of agricultural land in the non-chernozem zone of the Russian Federation. Modern problems of remote sensing of the Earth from space, 2012. V. 9. No 1. P. 57–64 (in Russian).
2. *Belousova A.P.* Analysis of the use of arable land from satellite images of lands at the example of the Kungur forest-steppe. Geographical bulletin = Geographical bulletin. 2018. No 4 (47). P. 133-143. DOI 10.17072 / 2079-7877-2018-4-133-143 (in Russian).
3. *Bryzhko V.G., Bryzhko I.V.* Improving the social infrastructure of rural areas based on rational land use. Moscow: Limited Liability Company "Expert and Consulting Center" Professor ", 2019. 200 p. (in Russian).
4. *Korotaev N.Ya.* Soils of the Perm region. Perm, 1962. 278 p.
5. *Peterson U., Pussa K., Liira J.* Issues related to delineation of forest bound aries on Landsat Thematic Mapper winter images. International Journal of Remote Sensing, 2004. V. 25. No 24. P. 5617–5628.
6. *Prischepov A.V., Meifroy P., Schierhorn F., Müller D., Kümmerle T.* Driving factors, restrictions and compromises associated with the return of abandoned arable land to circulation in Russia, Ukraine and Kazakhstan. Spatial Economics, 2016. No 2. P. 55–103 (in Russian).
7. *Prishchepov A.V., Müller D., Baumann M., Kuemmerle T., Alcantara C., Volker C. Radeloff.* Underlying Drivers and Spatial Determinants of post-Soviet Agricultural Land Abandonment in Temperate Eastern Europe. Land-Cover and Land-Use Changes in Eastern Europe after the Collapse of the Soviet Union in 1991, 2017. P. 91–117. DOI: 10.1007/978-3-319-42638-9_5.
8. *Prishchepov A.V., Volker C. Radeloff, Dubinin M., Alcantara C.* The effect of Landsat ETM/ETM+ image acquisition dates on the detection of agricultural land abandonment in Eastern Europe. Remote Sensing of Environment, 2012. No 126. P. 195–209.
9. *Stytsenko E.A.* Mapping the territory of the municipality using the method of automated decoding of multi-season zonal space images. Proceedings of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography, 2017. No 3. P. 94–99 (in Russian).
10. *Stytsenko E.A*. Possibilities of recognition of agricultural land using the method of joint automated processing of multi-season multi-zone satellite images. Modern problems of remote sensing of the Earth from space, 2017. V. 14. No 5. P. 172–183 (in Russian).
11. *Terekhin E.A.* Successions on fallow lands in the south-west of the Central Russian Upland and their study using satellite data. Geographical bulletin = Geographical bulletin, 2017. No 2 (41). P. 118–126. DOI: 10.17072 / 2079-7877-2017-2-118-126 (in Russian).
12. *Terekhin E.A., Posternak T.S.* Reforestation processes on fallow lands in the south of Western Siberia and their analysis using remote sensing data. Modern problems of remote sensing of the Earth from space, 2019. V. 16. No 4. P. 161–172 (in Russian).

УДК: 631.44:528.8 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-162-174**

А.Н. Чащин[1], **И.А. Самофалова**[2], **Н.М. Мудрых**[3]

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕЛЬЕФА ДЛЯ ПОЧВЕННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПАШНИ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ПЕРМСКОГО КРАЯ

АННОТАЦИЯ

Матрица цифровой модели рельефа (ЦМР) позволяет выявить взаимосвязь почвенного покрова с морфометрическими показателями. Поэтому при отсутствии возможности полевого крупномасштабного обследования почв, для территорий имеющий высокую степень эрозионной опасности, данные о рельефе позволяют выполнить прогнозные крупномасштабные почвенные карты. Цель работы – создать картографическую модель почвенного покрова сельскохозяйственных угодий на основе экстраполяции результатов обработки ЦМР и провести сравнение с имеющейся крупномасштабной почвенной картой в подобных природных условиях.

Объектом исследований является территория ООО «Сельское» расположенная в Соликамском городском округе Пермского края. Сельскохозяйственное землепользование относится к самым северным землям сельскохозяйственного назначения в крае. Общая площадь исследований составила 429 га пашни. Участок включает в себя 8 полей. Для почвенного картографирования использована цифровая модель рельефа ALOS 30 и крупномасштабная почвенная карта ключевого участка, характеризующая часть землепользования подсобного хозяйства «Восход». Используя результаты классификации рельефа по алгоритму ГИС SAGA TPI based landform classification в качестве контурной основы и имеющуюся почвенную карту ключевого участка, методом экстраполяции выполнена почвенная карта ООО «Сельское». В качестве вспомогательных данных использованы крутизна склонов и топографический индекс влажности. В условиях сложного рельефа установлена четкая зависимость расположения почв по элементам рельефа.

Путем экстраполяции данных крупномасштабной почвенной съемки выделено 10 почвенных картографических единицы. По элементам рельефа выделили подзолистые, дерново-подзолистые, болотно-подзолистые и аллювиальные почвы. По гранулометрическому составу преобладают легкие почвы, небольшую площадь занимают среднесуглинистые.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Пермский край, почвенная карта, цифровые модели рельефа, базовая классификация рельефа.

[1] Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, ул. Петропавловская, д. 23, 614990, Пермь, Россия,
e-mail: **chascshin@mail.ru**

[2] Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, ул. Петропавловская, д. 23, 614990, Пермь, Россия,
e-mail: **samofalovairaida@mail.ru**

[3] Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова, ул. Петропавловская, д. 23, 614990, Пермь, Россия,
e-mail: **nata020880@hotmail.com**

Aleksey N. Chashchin [1], **Iraida A. Samofalova**[2], **Natalya M. Mudrykh**[3]

THE USE OF MORPHOMETRIC INDICATORS OF THE RELIEF FOR SOIL MAPPING OF AROUND PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE TAIGA IN THE NORTHERN PART OF THE PERM REGION

ABSTRACT

The digital elevation model (DEM) matrix allows to reveal the relationship of the soil cover with morphometric parameters. Therefore, in the absence of the possibility of a large-scale field survey of soils, for territories with a high degree of erosion hazard, the data on the relief make it possible to carry out predictive large-scale soil maps. The aim of the work is to create a cartographic model of the soil cover of agricultural land based on the extrapolation of the results of DEM processing and to compare it with the existing large-scale soil map in similar natural conditions. The object of research is the territory of LLC "Selskoe" located in the Solikamsk urban district of the Perm region. Agricultural land use belongs to the northernmost agricultural lands in the region. The total area of research was 429 hectares of arable land. The plot includes 8 fields. For soil mapping, a digital elevation model ALOS 30 and a large-scale soil map of the key site were used, which characterizes part of the land use of the subsidiary farm "Voskhod". Using the results of the classification of the relief according to the GIS SAGA TPI based landform classification algorithm as a contour base and the existing soil map of the key site, a soil map of LLC "Selskoe" was made by the extrapolation method. The steepness of the slopes and the topographic moisture index were used as auxiliary data. In conditions of complex relief, a clear dependence of the location of soils on relief elements has been established. By extrapolating data from a large-scale soil survey, 10 soil cartographic units were identified. According to the relief elements, podzolic, sod-podzolic, bog-podzolic and alluvial soils were identified. In terms of granulometric composition, light soils prevail, a small area is occupied by medium loamy soils.

KEYWORDS: Perm region, soil map, digital elevation models, based landform classification.

ВВЕДЕНИЕ

Решение прикладных задач почвоведения в сельском хозяйстве, связанных как с оценкой почвенных и земельных ресурсов, так и с моделированием и оценкой рисков в экологии и природопользовании, требует пространственной информации о почвах. Почвенные карты имеют теоретическое и прикладное значение. Вопросам разработки оптимальных методов картографирования почв всегда уделялось повышенное внимание со времен становления почвоведения как науки. Традиционное составление почвенных карт с развитием новых методов в науке со временем постепенно эволюционировали, особенно с появлением данных дистанционного зондирования и с внедрением методов математического и геостатистического моделирования.

[1] Perm State Agro-Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov, Petropavlovskaya st. 23, 614990, Perm, Russia,
e-mail: **chascshin@mail.ru**

[2] Perm State Agro-Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov, Petropavlovskaya st. 23, 614990, Perm, Russia,
e-mail: **samofalovairaida@mail.ru**

[3] Perm State Agro-Technological University named after academician D.N. Pryanishnikov, Petropavlovskaya st. 23, 614990, Perm, Russia,
e-mail: **nata020880@hotmail.com**

При создании почвенных карт в современных условиях применяются разнообразные методы обработки пространственных данных. Первичными источниками пространственных данных являются мультиспектральные спутниковые снимки и глобальные цифровые модели рельефа (ЦМР). Космические снимки отражают неоднородность открытой поверхности почвы и состояние растительного покрова, по которому косвенно можно судить о разнообразии почв. Матрица цифровой модели рельефа позволяет выявить взаимосвязь почвенного покрова с рельефом территории, которая наиболее сильно проявляется в сложных геоморфологических условиях. В связи с этим, при отсутствии возможности полевого крупномасштабного обследования почв, для территорий, имеющих высокую степень эрозионной опасности, данные о рельефе, позволяют выполнить прогнозные крупномасштабные почвенные карты или провести корректировку существующих, почвенных карт [*Калиев,* 2020].

Цифровое моделирование рельефа, реализуемое геоинформационными программными продуктами, лежит в основе расчета большого числа топографических индексов и морфометрических показателей [*Шихов,* 2017], которые применяются при нанесении почвенных контуров в крупномасштабном почвенном картографировании территорий со сложным и расчлененным рельефом, к которым относится Пермский край. Пермский край характеризуется большим разнообразием геоморфологических, литолого-геологических условий, что определяет формирование на его территории сложного почвенного покрова и его многокомпонентность. Ведущими непосредственными факторами пространственной неоднородности почвенного покрова, является рельеф, литологические условия, грунтовые воды. В условиях сложного рельефа Пермского края существует четкая зависимость почв от элементов рельефа.

Цель исследования – создать картографическую модель почвенного покрова сельскохозяйственных угодий на основе экстраполяции результатов обработки ЦМР и провести сравнение с имеющейся крупномасштабной почвенной картой в подобных природных условиях.

Задачи исследований:

1. Выделить формы рельефа и вычислить морфометрические показатели рельефа исследуемой территории по ЦМР;
2. Установить взаимосвязь условий морфометрических показателей рельефа с почвенным покровом ключевого участка по существующей крупномасштабной почвенной карте;
3. Выполнить экстраполяцию почвенного покрова на исследуемый участок на основе выявленной связи морфометрических показателей рельефа с почвенным покровом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводили в северной части Пермского края (рис. 1) в Соликамском районе (ООО «Сельское»), который по природно-сельскохозяйственному районированию входит в южно-таежную зону Среднерусской провинции, почвенный район – центрально-восточный южно-таежный лесной [*Самофалова,* 2013]. Согласно агроклиматическому районированию, территория хозяйства входит в четвертый агроклиматический район [*Коротаев,* 1962; Агроклиматический…, 1979, *Назаров,* 1999, Почвенный…, 2001]. Продолжительность безморозного периода 80-90 дней. За год выпадает 300-650 мм осадков. Биологический коэффициент продуктивности составляет 1,8, климатический индекс биологической продуктивности при естественном увлажнении – 86–90 баллов, что характеризует территорию района как удовлетворительную по условиям выращивания сельскохозяйственных культур [*Ермакова,* 2010].

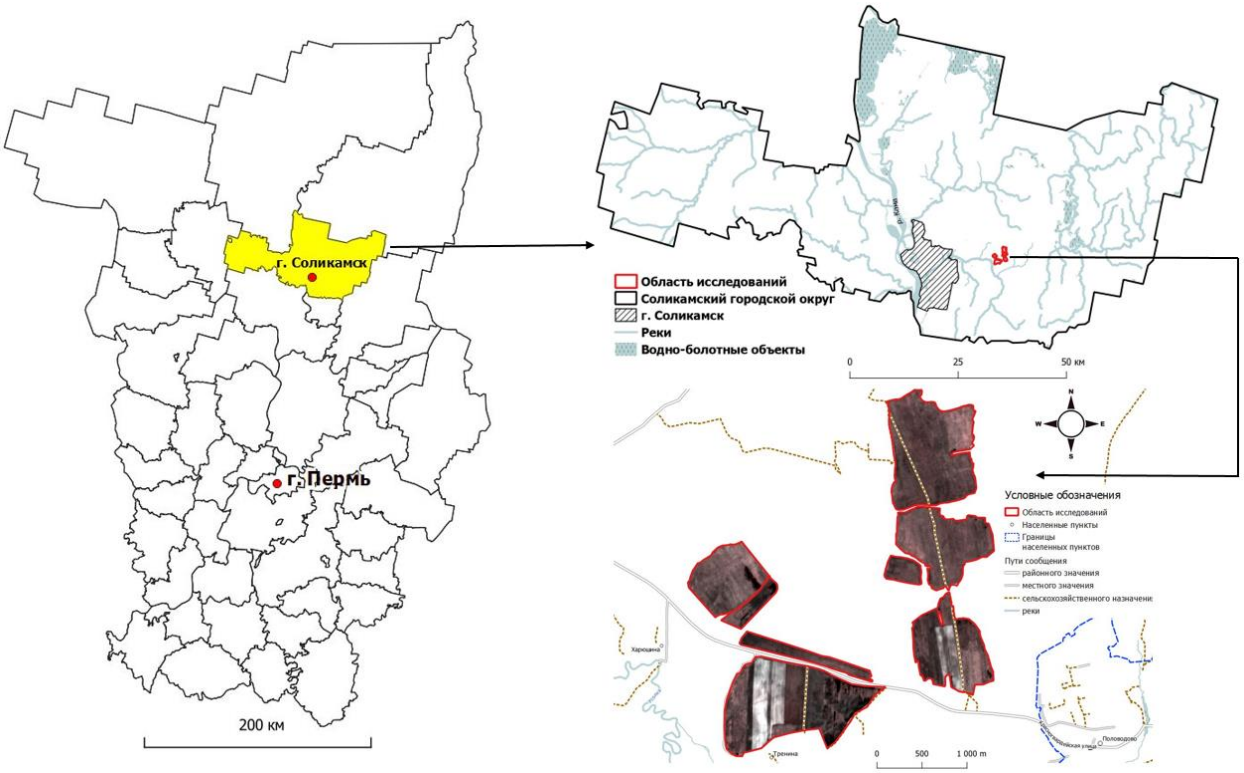


Рис. 1. Расположение ООО «Сельское» на территории Пермского края
Fig. 1. Location of LLC "Selskoe" in the Perm Territory

По геоморфологическому районированию территория хозяйства входит в сектор А Восточно-Европейская равнина и геоморфологическую область (А-III) – денудационная равнина Среднего Предуралья, которая расположена в пределах восточной окраины Русской платформы и Уфимско-Соликамской впадины Предуральского прогиба, сложенных почти горизонтально залегающими породами пермского возраста, перекрытыми маломощным чехлом антропогеновых отложений [*Шимановский,* 1970]. Среднекамская (Соликамская) низменная долина – сложная морфоструктура, приуроченная к Соликамской впадине Предуральского прогиба, Пермскому своду и Верхнекамской впадине Русской платформы. В новейший тектонический этап здесь сформировалась узкая вытянутая депрессия – Соликамская низменная равнина с отметками высот рельефа 63–200 м, углы наклона, в основном, до 2˚, вертикальное расчленение 36–80 м. Почвообразующие породы представлены покровными глинами и суглинками, двучленными отложениями, водно-ледниковыми отложениями, аллювиальными отложениями, элювием известняков и мергелей.

По почвенно-экологическому районированию территория хозяйства входит в подзону подзолистых почв средней тайги, Камско-Верхне-Вычегодскую провинцию подзолистых почв, Верхнекамский округ подзолов иллювиально-железистых и подзолов торфяно-глеевых песчаных на флювиогляциальных и древнеаллювиальных отложениях [Карта…, 1997].

Территория включает 8 полей, расположенных в Соликамском городском округе Пермского края (рис. 1). Землепользование хозяйства состоит из сельскохозяйственных угодий – 429 га. Тип угодья – пашня. Почвенный покров представлен в основном агродерново-неглубокоподзолистыми, агроподзолистыми, дерново-карбонатными, дерновыми и аллювиальными почвами. Условия формирования территории и разнообразие

почвообразующих пород обусловливают пестроту почвенного покрова на разных таксономических уровнях в пределах поля.

Крупномасштабные почвенные обследования на представленную территорию не проводились. Однако в 2200 м на запад расположено землепользование подсобного хозяйства Соликамского лесозаготовительного комбината «Восток», для которого в 1988 году проведено крупномасштабное почвенное картографирование Пермским филиалом УРАЛГИПРОЗЕМ [Почвы…, 1988]. Фрагмент крупномасштабной почвенной карты относительно местоположения земель ООО «Сельское» представлен на рисунке 2.

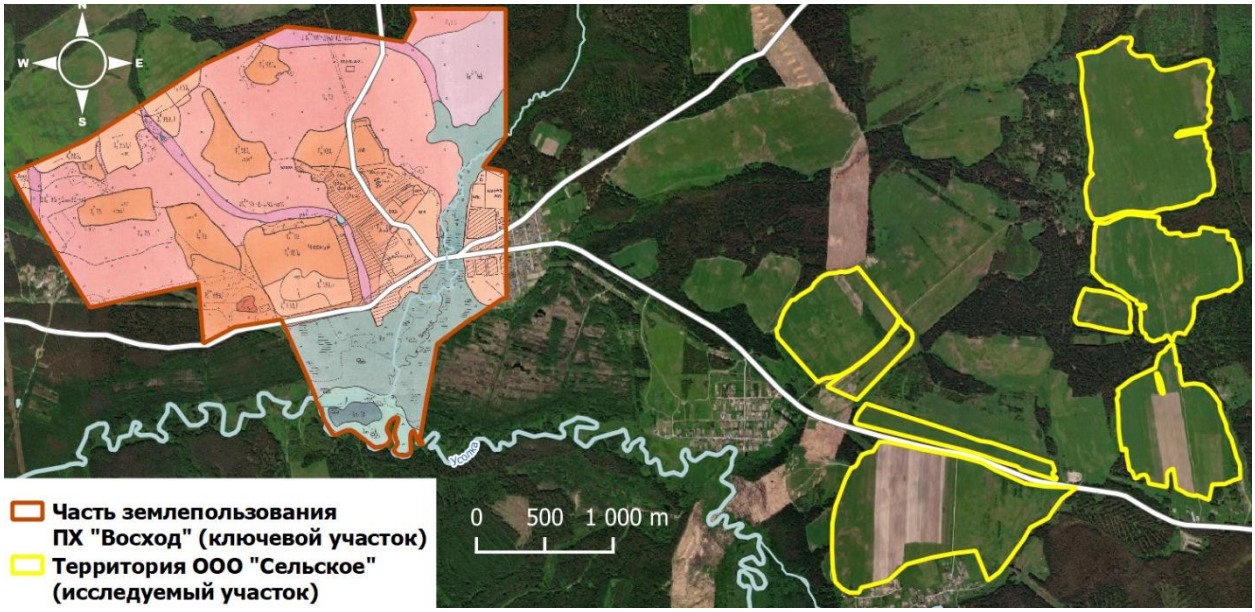


Рис. 2. Ключевой (ПХ «Восход») и исследуемый участки (ООО «Сельское»)
Fig. 2. Key (Subsidiary Farm "Voskhod") and study plots (LLC "Selskoe")

Анализ геоморфологических условий территории проведен на основе открытой цифровой модели рельефа японского аэрокосмического агентства JAXA (пространственное разрешение 30 м). Использование этой матрицы рельефа основано на соответствии масштабу (1:10000) имеющегося фрагмента крупномасштабной почвенной карты [Почвы…, 1988]. Следует отметить, что для почвенного картографирования [*McBratne,* 2003] в масштабе от 1: 5000 до 1: 20000 размер пикселя исходного растра должен быть от 10 до 40 м. Такой подход обусловлен тем, что для растровых почвенных карт корректной характеристикой является не масштаб, а пространственное разрешение [*Савин,* 2019].

Рассчитанные по ЦМР ALOS30 морфометрические показатели свидетельствуют о значительном разнообразии условий рельефа, развитой сетью водотоков, выраженной эрозионной опасности и наличием участков избыточного увлажнения (рис 3). Преобладающей экспозицией склонов является восточная. Данные показатели были использованы при подборе характерных типов почв.

Контурная основа почвенной карты ООО «Сельское» представляет результат переклассификации рельефа по алгоритму SAGA TPI Based Landform Classification [*Watkins,* 2021]. Полученные формы рельефа преобразовывались в векторный слой и агрегированы в почвенные контуры размером от 0,25 га [Общесоюзная…, 1973, *Евдокимова,* 1987] с учетом крутизны, расположением относительно речной сети (выделялись аллювиальные почвы) и топографического индекса влажности, характеризующего замкнутые понижения и водотоки.

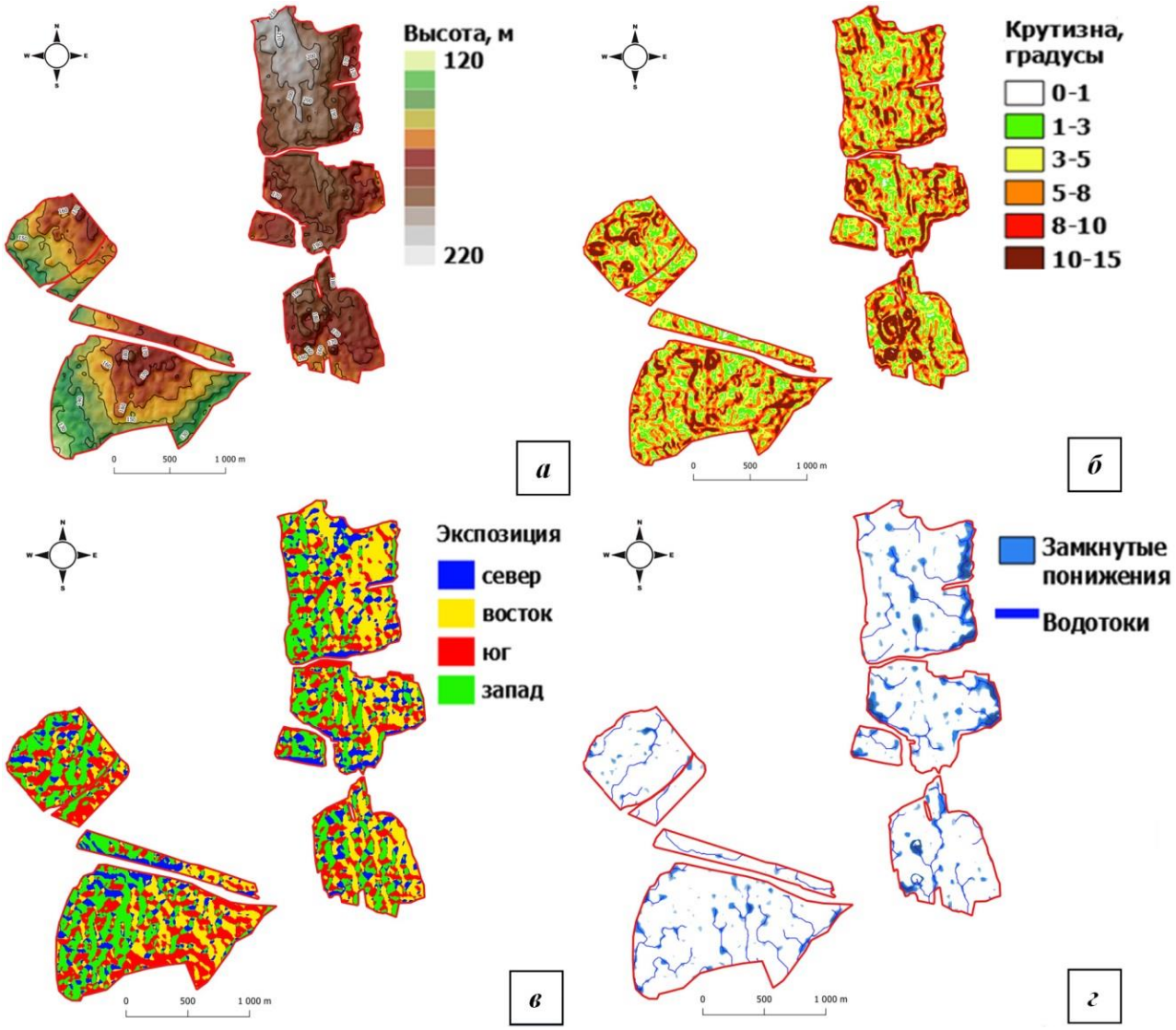


Рис. 3. Морфометрические показатели рельефа территории исследования
***а** – рельеф территории; **б** – уклоны; **в** – экспозиция; **г** – водотоки и замкнутые понижения*
Fig. 3. Morphometric indicators of the relief of the study area
***a** – relief of the territory; **b** – slopes; **c** – exposure; **d** – watercourses and closed depressions*

Обработка цифровой модели рельефа выполнялась средствами программы SAGA, интегрированной в геоинформационную систему QGIS.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате обработки цифровой модели рельефа ALOS 30 по алгоритму SAGA TPI Based Landform Classification получен дискретный растр элементов рельефа (рис 4). В соответствии с документацией ГИС SAGA выделяется 10 элементов, которые нумеруются от 0 до 9. Нами использована цветовая градация характерных элементов рельефа по [*Watkins, R.L.,* 2021].

Карта форм рельефа (слой Land Forms) получена для двух участков: первый на котором уже имеется почвенная карта (ключевой участок) и второй для землепользования ООО «Сельское» (рис. 4).

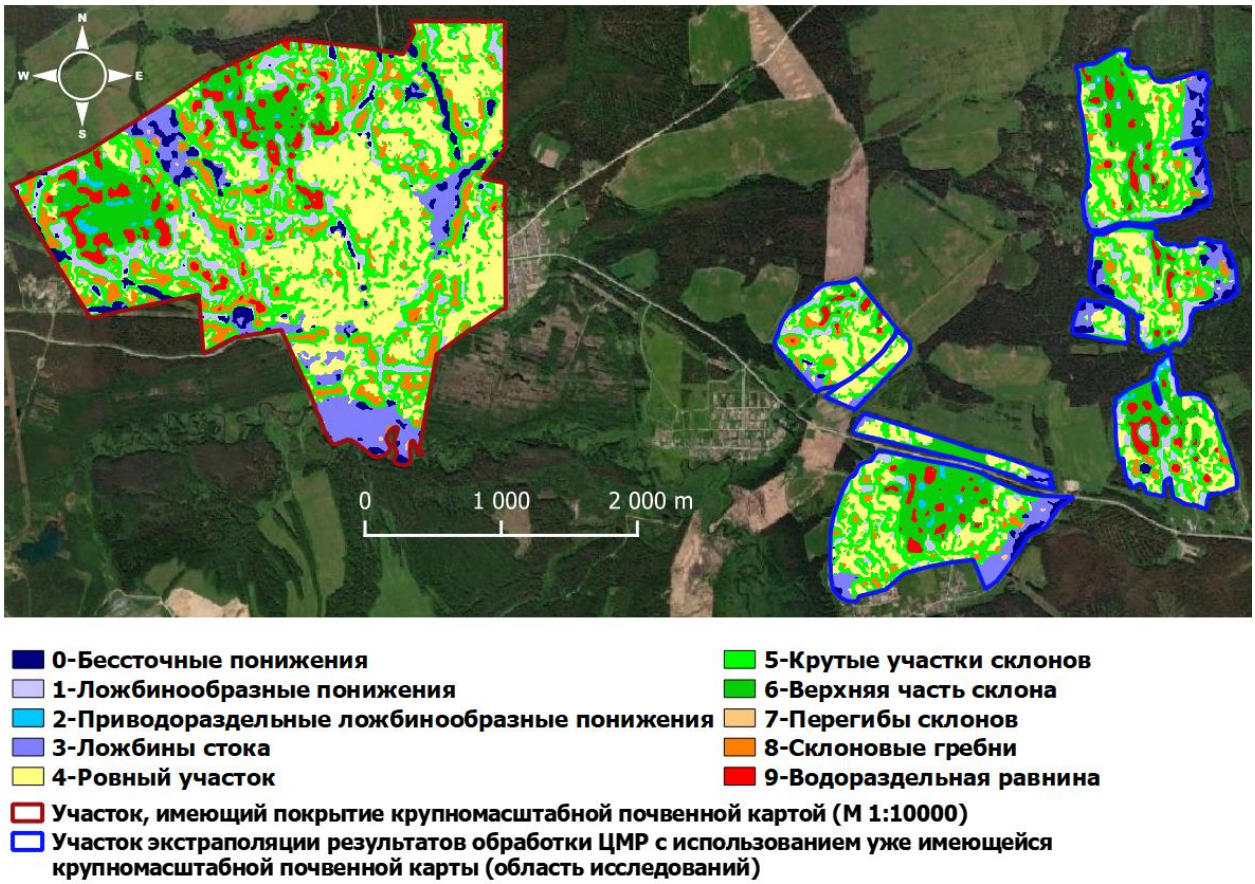


Рис. 4. Результат классификации рельефа области исследований по методу SAGA TPI Based Landform Classification на участок, имеющий покрытие крупномасштабной почвенной картой и участок исследований

Fig. 4. The result of the classification of the relief of the research area according to the SAGA TPI Based Landform Classification method into a plot covered by a large-scale soil map and a research plot

На оба участка получено одинаковое число форм рельефа. При этом различия в площадях по большинству выявленных форм не является существенным, кроме верхних частей склонов и склоновых гребней, площади которых не значительны, что видно из таблицы 1.

Таким образом, по полученным данным рельеф ключевого участка (ПХ «Восход») является представительным для экстраполяции почвенного покрова на территорию ООО «Сельское». Преобладающими формами рельефа являются крутые участки склонов и ровные участки. Наименьшие площади занимают перегибы склонов и приводораздельные ложбинообразные понижения, поэтому почвы данных участков объединены с преобладающими.

Для оценки площадного распределения почв по выявленным формам рельефа контуры почв части территории ПХ «Восход» были векторизованы. Результат наложения векторного слоя почв ключевого участка на карту форм рельефа представлен на рисунке 5. По полученным данным наибольшую площадь (треть территории) занимают мелкоподзолистые песчаные почвы ($П_2ПВ$), которые в основном приурочены к ровным участкам и верхним частям склонов.

Таблица 1. Характеристика выделенных элементов рельефа

Table 1. Characteristics of the selected relief elements

№ п/п	Значение растра	Цвет [*Watkins*, 2021]	Название [*Watkins,* 2021]	Интерпретация названия	Доля площади, %	
					Ключевой участок	ООО «Сельское»
1	0		Streams	Бессточные понижения	4,2	4,0
2	1		Midslope Drainage	Ложбинообразные понижения	9,0	7,4
3	2		Upland Drainage	Приводораздельные ложбинообразные понижения	0,5	1,0
4	3		Valleys	Ложбины стока	6,7	7,4
5	4		Plains	Ровный участок	29,4	25,5
6	5		Open Slopes	Крутые участки склонов	29,0	27,9
7	6		Upper Slopes	Верхняя часть склона	7,5	17,9
8	7		Local Ridges	Перегибы склонов	0,1	0,1
9	8		Midslope Ridges	Склоновые гребни	9,1	4,1
10	9		High Ridges	Водораздельная равнина	4,5	4,8

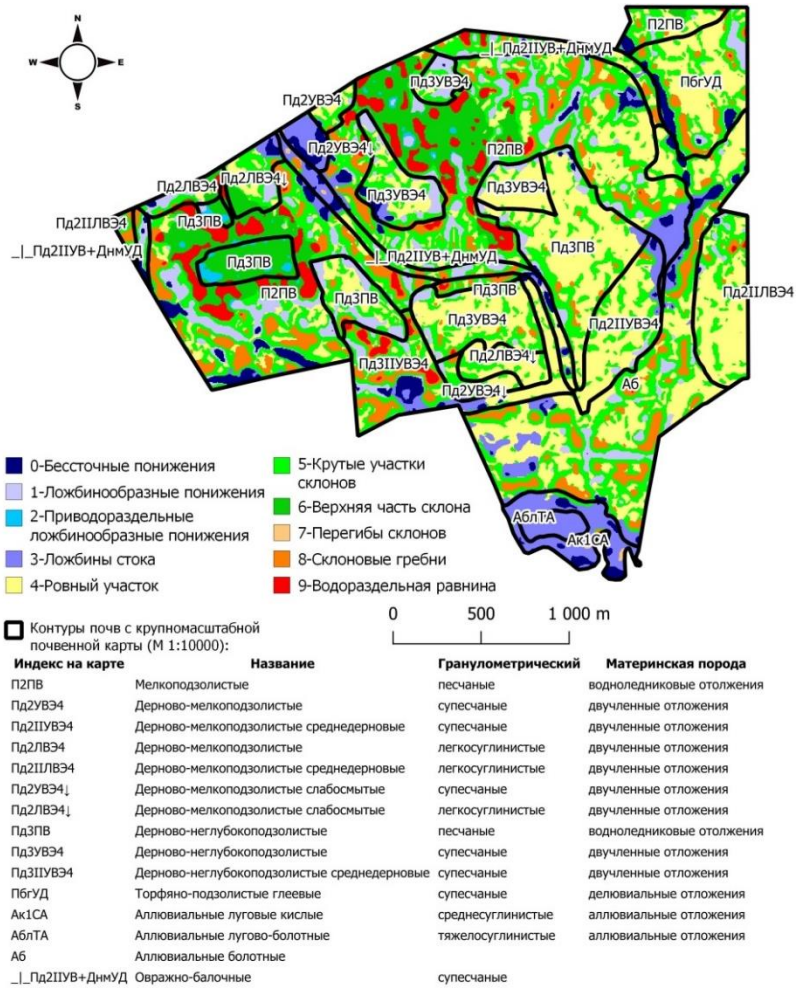


Рис. 5. Результат наложения векторизованной починной карты на карту форм рельефа

Fig. 5. The result of overlaying a vectorized soil map onto a bump map

Контуры аллювиальных почв (Ак$_1$СА) четко соответствуют бессточным понижениям и приводораздельным ложбинообразным понижениям в пойме. Овражно-балочные почвы занимают вытянутые по форме ложбинообразные понижения и бессточные понижения. Из дерново-подзолистых почв песчаные разновидности встречаются в основном на верхних частях склонов и выровненных участках. Супесчаные и легкосуглинистые разновидности дерново-подзолистых почв приурочены к крутым участкам склонов и являются эродированными.

Взаимосвязь почв ключевого участка с формами рельефа представлена в таблице 2.

Табл. 2. Расположение почв ключевого участка по формам рельефа

Table 2. The location of the soils of the key plot by landforms

Почва	Преобладающие формы рельефа по ЦМР	Площадь почв	
		га	%
П$_2$ПВ	Ровные участки, Верхняя часть склона	248,2	35,3
Пд$_2^{II}$УВЭ$_4$	Ровные участки	28,79	4,1
Пд$_2$ЛВЭ$_4$	Ровные участки, Верхняя часть склона	34,77	4,9
Пд$_2$УВЭ$_4$↓	Крутые участки склонов	11,12	1,6
Пд$_2$ЛВЭ$_4$↓	Крутые участки склонов	19,89	2,8
Пд$_3$ПВ	Ровные участки, верхняя часть склона	76,07	10,8
Пд$_3$УВЭ$_4$	Ровные участки	55,71	7,9
Пд$_3^{II}$УВЭ$_4$	Ровные участки	34,52	4,9
ПбгУД	Бессточные понижения, ровные участки, ложбинообразные понижения	35,23	5,0
Ак$_1$СА	Бессточные понижения и приводораздельные ложбинообразные понижения в пойме	16,85	2,4
АблТА	Бессточные понижения и приводораздельные ложбинообразные понижения в пойме	4,83	0,7
Аб	Ложбинообразные понижения (вблизи поймы)	104,64	14,9
_|_Пд$_2^{II}$УВ+Днм УД	Ложбинообразные понижения и бессточные понижения	32,66	4,6

Наиболее устойчивые закономерности топографического расположения почв установлены для подзолистых, торфяно-подзолистых глеевых, дерново-мелко и неглубоко подзолистых почв. Топографические признаки наличия аллювиальных почв подтверждаются только вблизи русла реки Усолка.

При выполнении почвенной карты на контурной основе были скорректированы площади почвенных контуров. Согласно требованиям, к содержанию крупномасштабных почвенно-ландшафтных карт в масштабе 1:10000, площадь минимального контура составляет 0,25 га [*Евдокимова,* 1987]. Поэтому контуры элементов рельефа площадью меньше 0,25 га объединялись с прилегающими. Таким образом, в результате генерализации из 535 предварительных контуров на карте выделено 75 почвенных контуров. Экстраполяция данных крупномасштабной почвенной съемки с уже имеющейся почвенной карты по формам рельефа позволила выделить в структуре почвенного покрова ООО «Сельское» 10 почвенных картографических единиц. Преобладающей почвой является мелкоподзолистая, что было выявлено и на ключевом участке (рис. 6).

Рис. 6. Почвенная карта
Fig. 6. Soil map

Табл. 3. Экспликация почвенной карты
Table 3. Correlation coefficients for fertile soil layer thickness and NDVI

Индекс	Цвет	Название почвы	Гранулометрический состав	Почвообразующая порода	Условия залегания по рельефу	Площадь	
						га	%
$П_2ПВ$		Мелкоподзолистая	Песчаная	Водноледниковые отложения	Верхняя часть склона, уклон до 3°	116,0	27,1
$П_2ПВ↓$		Мелкоподзолистая слабосмытая	Песчаная	Водноледниковые отложения	Верхняя часть склона, уклон 3-5°	36,5	8,5
$П_2ПВ↓↓$		Мелкоподзолистая среднесмытая	Песчаная	Водноледниковые отложения	Верхняя часть склона, уклон 5-8°	55,9	13,0
$П_2ПВ↓↓↓$		Мелкоподзолистая сильносмытая	Песчаная	Водноледниковые отложения	Верхняя часть склона, уклон 8-10°	2,2	0,5
$Пд_2ЛВЭ_4↓$		Дерново-мелкоподзолистая слабосмытая	Легкосуглинистая	Двучленные отложения	Крутые участки слонов в 3-5°	0,8	0,2
$Пд_2ЛВЭ_4↓↓$		Дерново-мелкоподзолистая среднесмытая	Легкосуглинистая	Двучленные отложения	Крутые участки слонов в 5-8°	108,2	25,2
$Пд_2ЛВЭ_4↓↓↓$		Дерново-мелкоподзолистая среднесмытая	Легкосуглинистая	Двучленные отложения	Крутые участки слонов в 8-10°	33,3	7,8
$Пд_3УВЭ_4↓$		Дерново-неглубокоподзолистая слабосмытая	Супесчаная	Двучленные отложения	Склоны в 3-5°	18,3	4,3
ПбгУД		Торфяно-подзолистая глеевая	Супесчаная	Делювиальные отложения	Бессточные понижения	42,9	10,0
$Ак_1СА$		Аллювиальная луговая кислая	Среднесуглинистая	Аллювиальные отложения	Ложбины стока (в пойме)	14,9	3,5
						429	100

ВЫВОДЫ

Таким образом, используя результаты классификации рельефа, данные крутизны склонов и топографического индекса влажности, методом интерполяции выполнена почвенная карта. В условиях сложного рельефа объекта исследований путем экстраполяции данных крупномасштабной почвенной съемки выделили подзолистые, дерново-подзолистые, болотно-подзолистые и аллювиальные почвы. Применение в крупномасштабном почвенном картографировании современных методов обработки цифровой модели рельефа позволяет эффективно в камеральных условиях выполнить прогнозную почвенную карту. При существующих нормативах данный подход позволяет выделить значительно большее число почвенных контуров, чем в традиционном крупномасштабном почвенном картографировании по топографической основе. В условиях сложного рельефа Пермского края существует четкая зависимость почв от элементов рельефа. Наиболее заметная связь наблюдается на ровных участках и участках бессточных понижений, где сформировались соответственно подзолистые и торфяно-подзолистые почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматический справочник по Пермской области. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 179 с.
2. *Евдокимова Т.И.* Почвенная съемка: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1987. 271 с.
3. *Ермакова Л.Н., Толмачева Н.И., Безматерных Е.А.* Оценка агроклиматических ресурсов территории Пермского края. Географический вестник, 2010. № 2(13). С. 52–58.
4. *Калиев М.И., Федотова А.В.* Формирование картографического материала на основе переработанных почвенных картосхем с наземной корректировкой границ территорий землепользования. АгроЭкоИнфо. 2020, №4. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_418.pdf (дата обращения 01.10.2017).
5. Карта почвенно-экологического районирования Восточно-Европейской части России. Под ред. Г.В. Добровольского. 1997.
6. *Коротаев Н.Я.* Почвы Пермской области. Пермь: Кн. изд-во, 1962. 275 с.
7. *Назаров Н.Н., Шарыгин М.Д.* География Пермской области. Пермь: Книжный мир, 1999. 248 с.
8. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. М.: Колос, 1973. 95 с.
9. Почвенный покров и земельные ресурсы Российской Федерации. Коллектив авторов под редакцией Л.Л. Шишова, Н.В. Комова, А.З. Родина и др. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2001. 400 с.
10. Почвы подсобного хозяйства «Восход» Соликамского лесозаготовительного комбината Соликамского района, Пермской области и рекомендации по их использованию. Пермь: Пермский филиал УРАЛГИПРОЗЕМ, 1988. 76 с.
11. *Савин И.Ю.* Проблема масштаба в современной почвенной картографии. Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева, 2019. Вып. 97. С. 5–20
12. *Самофалова И.А., Мудрых Н.М., Каменских Н.Ю., Лобанова Ю.А.* Агроэкологическая типизация земель как основа совершенствования внутрихозяйственного землеустройства, системы севооборотов и удобрений. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2013. № 5(103). С. 45–50.
13. *Шимановский Л.А.* Основные факторы формирования рельефа Пермской области. Ученые записки ПГУ, 1970. № 20. С. 141–159.

14. *Шихов А.Н., Черепанова Е.С., Пьянков С.В.* Геоинформационные системы: методы пространственного анализа: учеб. пособие. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2017. 88 с.
15. *McBratney A.B., Mendonça Santos M.L., Minasny B.* On digital soil mapping. Geoderma, 2003. Vol. 117. No. 1–2. P. 3–52.
16. *Watkins R.L.* Terrain Metrics and Landscape Characterization from Bathymetric Data: SAGA GIS Methods and Command Sequences. Report Prepared for the Ecospatial Information Team, Coral Reef Ecosystem Division, Pacific Islands Fisheries Science Scenter: Honolulu, HI, under NOAA Contract Number WE-133F-15-SE-0518. Available online: Ftp://ftp.soest.hawaii.edu/pibhmc/website/webdocs/documentation/ linkages project methods final.pdf (accessed on 20.02.2021).

REFERENCES

1. Agroclimatic reference book to the Perm region. L.: Hydrometeoizdat, 1979. 179 p. (in Russian).
2. All-Union Instruction on Soil Investigations and Compilation of Large-Scale Soil Land Use Maps. M.: Kolos, 1973. 95 p. (in Russian).
3. *Ermakova L.N., Tolmacheva N.I., Bezmaternyh E.A.* The evaluation of agro-climatic resources within the territory of Perm region. Geographical Bulletin, 2010. № 2(13). P. 52–58 (in Russian).
4. *Evdokimova T.I.* Soil survey: textbook allowance. 2nd ed., Rev. and add. M.: Publishing house of Moscow State University, 1987. 271 p. (in Russian).
5. *Kaliev M.I., Fedotova A.V.* The formation of cartographical document based on reworked soil maps with ground-based adjustment to the boundaries of areas of land use. AgroEcoInfo. 2020. №4. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_418.pdf. (in Russian).
6. *Korotaev N.Ya.* Soils of the Perm region. Perm: Book publishing house, 1962. 275 p. (in Russian).
7. Map of soil-ecological zoning of the East European part of Russia. Ed. G.V. Dobrovolsky. 1997 (in Russian).
8. *McBratney A.B., Mendonça Santos M.L., Minasny B.* On digital soil mapping. Geoderma, 2003. V. 117. No 1–2. P. 3–52.
9. *Nazarov N.N., Sharygin M.D.* Geography of the Perm region. Perm: Book world, 1999. 248 p. (in Russian).
10. *Samofalova I.A., Mudrykh N.M., Kamenskikh N.Yu., Lobanova Yu.A.* Agro-ecological type assignment of lands as foundation for improving crop rotation and fertilization systems. Bulletin of Altai State Agricultural University, 2013. № 5(103). P. 45–50 (in Russian).
11. *Savin I.Yu.* The scale problem in modern soil mapping. Dokuchaev Soil Bulletin, 2019. V. 97. P. 5–20 (in Russian).
12. *Shikhov A.N., Cherepanova E.S., Pyankov S.V.* Geographic information systems: methods of spatial analysis: textbook allowance. Perm: PSNIU, 2017. 88 p. (in Russian).
13. *Shimanovsky L.A.* The main factors of the formation of the relief of the Perm region. Scientific notes of PSU, 1970. No 20. P. 141–159 (in Russian).
14. Soil cover and land resources of the Russian Federation. A team of authors edited by L.L. Shishova, N.V. Komova, A.Z. Rodina and et al. M.: V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 2001. 400 p. (in Russian).

15. Soils of the subsidiary farm "Voskhod" of the Solikamsk logging plant of the Solikamsk region, the Perm region and recommendations for their use. Perm: Perm branch of URALGIPROZEM, 1988. 76 p. (in Russian).
16. *Watkins R.L.* Terrain Metrics and Landscape Characterization from Bathymetric Data: SAGA GIS Methods and Command Sequences. Report Prepared for the Ecospatial Information Team, Coral Reef Ecosystem Division, Pacific Islands Fisheries Science Scenter: Honolulu, HI, under NOAA Contract Number WE-133F-15-SE-0518. Available online: Ftp://ftp.soest.hawaii.edu/pibhmc/website/webdocs/documentation/ linkages project methods final.pdf (accessed on 20.02.2021).

КАРТЫ И ГИС В ИССЛЕДОВАНИЯХ НАСЕЛЕНИЯ И ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ

MAPS AND GIS IN POPULATION AND PUBLIC HEALTH RESEARCH

УДК: 912.4 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-175-183**

В.С. Тикунов[1,2], Т.В. Ватлина[3]

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ (НА ПРИМЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ)

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены подходы к оценке состояния здоровья детей на примере модельного региона исследования – Смоленской области. Использован массив данных за 18-летний период наблюдения с целью выявления территориальных различий в показателях заболеваемости экологически обусловленными болезнями. Выполняя оценку здоровья населения на региональном уровне, в первую очередь следует выбрать группу населения, формализовать и стандартизировать базу параметров, характеризующих здоровье, а также применить такие методы обработки данных, которые позволят однозначно интерпретировать результаты. Учесть все эти требования можно применяя математико-картографическое моделирование. Картографическая составляющая является продолжением и развитием математической модели, обеспечивающей переработку исходных данных соответственно целям и задачам медико-географического исследования. Последующая картографическая интерпретация математических расчетов приводит к созданию пространственной визуализации, что также служит инструментом многостороннего анализа результатов. Для анализа были взяты показатели общей заболеваемости детей, следуя Международной классификации болезней, по следующим классам: болезни органов дыхания; болезни органов пищеварения; болезни кожи и подкожной клетчатки; болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани. В результате было получено ранжирование исследуемых территориальных единиц (25 муниципальных районов и 15 городов) по четырем показателям заболеваемости. На основе этих данных была создана серия карт, отражающая пространственное распределение характеристик здоровья за 18-летний период наблюдения. Полученные с использованием абсолютных показателей результаты выявили разрыв в значениях интегральных индексов. Применение методики может способствовать формулированию целей и задач стратегий социально-экономического развития регионов и муниципальных образований, мер по улучшению состояния здоровья детей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: оценка состояния здоровья детей, ранжирование, заболеваемость, экологически обусловленные болезни, Смоленская область.

[1] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail:* **vstikunov@yandex.ru**

[2] Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, 33, Севастополь, 299053, Россия, *e-mail:* **vstikunov@yandex.ru**

[3] Смоленский государственный университет, естественно-географический факультет, ул. Пржевальского, д. 4, 214000, Смоленск, Россия, *e-mail:* **vatlina_geo@mail.ru**

Vladimir S. Tikunov[1,2], Tamara V. Vatlina[3]

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE TERRITORIES ON THE EXAMPLE OF MUNICIPALITIES OF THE SMOLENSK REGION

ABSTRACT

The article discusses approaches to assessing the health status of children on the example of a model research region – the Smolensk region. A description of the data set for an 18-year observation period is given in order to identify territorial differences in the incidence rates of ecologically caused diseases. When assessing the health of the population at the regional level, first of all, it is necessary to select a population group, formalize and standardize the base of parameters characterizing health, and also apply such data processing methods that will allow unambiguous interpretation of the results. All these requirements can be taken into account by applying mathematical and cartographic modeling. The cartographic component is a continuation and development of a mathematical model that ensures the processing of initial data in accordance with the goals and objectives of medical and geographical research. The subsequent cartographic interpretation of mathematical calculations leads to the creation of spatial visualization, which also serves as a tool for multilateral analysis of the results. For the analysis were taken indicators of the general morbidity of children, following the International Classification of Diseases, in the following classes: respiratory diseases; diseases of the digestive system; diseases of the skin and subcutaneous tissue; diseases of the musculoskeletal system and connective tissue. As a result, the ranking of the studied territorial units (25 municipal districts and 15 cities) was obtained according to four morbidity indicators. Based on these data, a series of maps was created, reflecting the spatial distribution of health characteristics over an 18-year observation period. The results obtained using absolute indicators revealed a gap in the values of the integral indices. The application of the methodology can contribute to the formulation of goals and objectives of strategies for the socio-economic development of regions and municipalities, measures to improve the health of children.

KEYWORDS: assessment of the health status of children, ranking, morbidity, ecologically caused diseases, Smolensk region.

ВВЕДЕНИЕ

Проводя оценку здоровья населения на региональном уровне, в первую очередь необходимо выбрать группу населения, формализовать и стандартизировать базу параметров, характеризующих здоровье, а также использовать такие методы обработки данных, которые позволят однозначно интерпретировать результаты. Учесть все эти требования возможно благодаря применению математико-картографического моделирования. Картографическая составляющая является продолжением и развитием математической модели, обеспечивающей переработку исходных данных соответственно целям и задачам медико-географического исследования. Последующая картографическая интерпретация математических расчетов приводит к созданию пространственной визуализации, что также служит инструментом многостороннего анализа результатов.

[1] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, e-mail: **vstikunov@yandex.ru**

[2] Sevastopol State University, ul. Universitetskaya 33, Sevastopol, 299053, Russia

[3] Smolensk State University, Natural-geographical faculty, Przhevalsky str., 4, 214000, Smolensk, Russia, e-mail: **vatlina_geo@mail.ru**

Согласно классификации элементарных математико-картографических моделей [*Тикунов,* 1997] в медицинской географии находят применение как модели пространственных характеристик явлений, так и модели содержательных характеристик. Примерами первых являются создание моделей эпидемического потенциала очага заболевания, корреляции пространственного варьирования характеристик двух явлений (модели взаимосвязей); модели пространственного распространения эпидемий или диффузии загрязнения [*Сердюцкая, Яцишин,* 2009]. Подобные модели невозможно осуществить без учета в процессе математической формализации пространственного аспекта, без привлечения пространственных координат, фиксирующих положение явления [*Курепина,* 2011; *Ватлина,* 2012; *Шартова и др.,* 2020]. Модели содержательных характеристик решают задачу анализа структуры, взаимосвязи или динамики явлений любой территориальной единицы по сравнению с другими, вне зависимости от того, где они расположены. Отображение результатов, полученных содержательных характеристик математического моделирования явлений наносятся на карту, что придает им пространственную определенность [*Малхазова и др.,* 2011; *Малхазова, Шартова,* 2011; 2012].

В международной практике официальное признание получил термин «заболевание, связанное с окружающей средой» (environmental disease), который обозначает любое заболевание, возникающее непосредственно или опосредованно, полностью или частично в результате воздействия факторов окружающей среды на человека[1].

В зависимости от степени выраженности влияния негативных факторов окружающей среды на возможные изменения состояния здоровья населения различают заболевания, вызванные воздействием факторов среды обитания («экологические заболевания») и заболевания, обусловленные воздействием факторов среды («экологически обусловленные заболевания»)[2].

Большинством исследователей признается, что параметры здоровья детского населения дают возможность наиболее точно проследить реакцию на негативные воздействия факторов среды [*Рахманин, Михайлова,* 2014 и др.]. Целесообразность учета детской заболеваемости определяется тем, что дети в меньшей степени, чем взрослые, подвержены внутригородской миграции; они теснее связаны, с территорией, на которой живут; не испытывают влияния профессиональных условий труда; в меньшей степени подвержены вредным привычкам (курение и т.д.). В силу анатомо-физиологических особенностей дети более чувствительны к качеству среды обитания, а сроки проявления у них неблагоприятных эффектов короче. Это повышает достоверность статистических исследований, позволяя делать более объективные выводы относительно формирования экологически обусловленной заболеваемости.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено на основе данных по 25 районам и 15 городам Смоленской области за 1999–2016 гг., полученных в территориальном органе Федеральной службы государственной статистики по Смоленской области (Смоленскстате)[3], а также на

---

1 Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204585/9789241565196_eng.pdf (дата обращения 05.04.2021).

2 Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска https://static-3.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches (дата обращения 15.04.2021).

3 Смоленскстат. Электронный ресурс https://sml.gks.ru/ (дата обращения 05.04.2021).

основе государственных докладов, подготовленных Департаментом Смоленской области по здравоохранению[1].

В рамках настоящего исследования проведен анализ региональных особенностей состояния здоровья детского населения Смоленской области, как в городском, так и в региональном аспекте, включающий:

– анализ современного состояния здоровья детского населения по экологически обусловленным показателям заболеваемости;
– анализ существующих территориальных различий;
– ранжирование исследуемых территориальных единиц по показателям заболеваемости.

Для анализа были взяты показатели общей заболеваемости детей (на 100 000 населения) по следующим классам болезней согласно Международной классификации болезней XX (МКБ-10):

– болезни органов дыхания;
– болезни органов пищеварения;
– болезни кожи и подкожной клетчатки;
– болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани.

Для анализа использовался разработанный одним из авторов оценочный алгоритм [*Тикунов,* 1997]. Он позволяет получать синтетические характеристики оценочного положения территориальных единиц по единой шкале и ранжировать данные территориальные единицы на основе этих оценок.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С 1999 г. по 2016 г. общая заболеваемость детского населения в Смоленской области увеличилась в 1,2 раза, достигнув 239043,76 на 100000 населения. За 18-летний период среднее значение заболеваемости оказалось равным 219123,5 на 100000 населения. В Центральном Федеральном округе (ЦФО) за этот же временной период отмечалось снижение детской заболеваемости, при этом среднее значение заболеваемости за весь период наблюдения составляло 218223,5 на 100000 населения. В структуре общей заболеваемости детей Смоленской области в 2016 г. основная доля приходилась на болезни системы органов дыхания (52,0%), костно-мышечной системы и соединительной ткани (6,0%), кожи и подкожной клетчатки (6,0%), болезни пищеварительной системы (5,0%). Болезни глаза и его придаточного аппарата, травмы и психические расстройства и болезни эндокринной системы в структуре общей заболеваемости составляют по 4,0%, на болезни эндокринной системы и уха и сосцевидного отростка приходится доля по 3,0%. На остальные болезни приходится менее 3 % в общей структуре заболеваемости.

За 1999–2016 гг. в Смоленской области произошел рост числа болезней органов дыхания на 1,4 раза, на фоне роста заболеваемости в ЦФО в 1,1 раза. В структуре общей заболеваемости детей данная группа болезней занимает первое место, составляя в 2016 г. 125540,0 на 100000 человек населения. За период наблюдения в Смоленской области, как и в ЦФО, отмечался рост заболеваемости детей болезнями кожи и подкожной клетчатки в 1,35 раза. Вклад патологий костно-мышечной системы и соединительной ткани в структуру общей заболеваемости детей в 2016 г. составил 6% при значении равном 12149,4 на 100000 населения. Самая высокая заболеваемость болезнями костно-мышечной

[1] Доклады о состоянии здоровья населения Смоленской области. Электронный ресурс https://somiac.admin-smolensk.ru/ (дата обращения 06.03.2021)

системы и соединительной ткани регистрировалась в городах – Сафоново, Рудне, Дорогобуже, Гагарине, Смоленске (заболеваемость была выше среднего значения по области в 1,5 раза, а в ЦФО – в 1,65 раза). Заболеваемость болезнями системы пищеварения у детей в структуре общей заболеваемости занимает четвертое место. За 1999–2016 гг. заболеваемость болезнями органов пищеварения в регионе исследования выросла на 24,5%. В 2016 г. значения достигли 13280,9 на 100000 населения (в ЦФО – 12325,3 на 100000 населения). С целью выявления пространственных особенностей показателей заболеваемости детей за 17-летний была применена методика анализа данных по всем территориальным единицам, представленная в предыдущем разделе.

В результате проведенного анализа была получена ранжированная последовательность, включающая список из 40 единиц (15 городов и 25 районов Смоленской области) для каждого класса болезней (табл. 1). На основе этих данных была создана серия карт, отражающая пространственное распределение характеристик здоровья за 18-летний период наблюдения (рис. 1). Полученные значения оценки состояния здоровья детей можно представить в виде списка территорий, где первые позиции занимают территориальные единицы с наилучшей ситуацией, а последние позиции – с наихудшей (табл. 1).

Табл. 1. Ранги городов и районов Смоленской области по показателям заболеваемости детей (1999–2016)

Table 1. Ranks of cities and districts of the Smolensk region in terms of child morbidity (1999–2016)

Ранг	Болезни органов дыхания	Болезни органов пищеварения	Болезни кожи и подкожной клетчатки	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани
1	Ельнинский	Хиславичский	Сафоново	Ельнинский
2	Холм-Жирковский	Новодугинский	Руднянский	Сафоновский
3	Духовщинский	Монастырщинский	Рудня	Велижский
4	Духовщина	Сафоново	Велиж	Новодугинский
5	Смоленский	Десногорск	Смоленский	Руднянский
6	Вяземский	Сафоновский	Велижский	Рославльский
7	Рославльский	Холм-Жирковский	Дорогобуж	Темкинский
8	Вязьма	Кардымовский	Ярцевский	Холм-Жирковский
9	Угранский	Темкинский	Дорогобужский	Хиславичский
10	Ельня	Глинковский	Ершичский	Монастырщинский
11	Дорогобуж	Демидовский	Угранский	Гагаринский
12	Ярцевский	Демидов	Ярцево	Починковский
13	Дорогобужский	Ершичский	Починковский	Дорогобужский
14	Починковский	Ельнинский	Смоленск	Вяземский
15	Велижский	Рославль	Кардымовский	Демидовский
16	Гагаринский	Ельня	Рославльский	Сычевский
17	Ярцево	Рославльский	Духовщинский	Духовщинский
18	Починок	Угранский	Духовщина	Глинковский
19	Сафоновский	Краснинский	Сафоновский	Угранский
20	Сычёвка	Сычевский	Починок	Ершичский

21	Рославль	Смоленский	Краснинский	Смоленский
22	Ершичский	Ярцево	Вяземский	Шумячский
23	Гагарин	Велижский	Сычевский	Краснинский
24	Велиж	Починок	Глинковский	Ярцевский
25	Сычевский	Смоленск	Рославль	Кардымовский
26	Руднянский	Дорогобуж	Вязьма	Десногорск
27	Смоленск	Велиж	Сычёвка	Демидов
28	Краснинский	Шумячский	Гагарин	Велиж
29	Рудня	Вяземский	Гагаринский	Сычёвка
30	Новодугинский	Гагаринский	Демидовский	Вязьма
31	Кардымовский	Сычёвка	Темкинский	Духовщина
32	Сафоново	Гагарин	Десногорск	Ельня
33	Темкинский	Вязьма	Ельнинский	Рославль
34	Демидов	Дорогобужский	Хиславичский	Ярцево
35	Монастырщинский	Починковский	Демидов	Починок
36	Демидовский	Ярцевский	Шумячский	Смоленск
37	Шумячский	Духовщина	Ельня	Гагарин
38	Глинковский	Духовщинский	Новодугинский	Дорогобуж
39	Десногорск	Рудня	Холм-Жирковский	Рудня
40	Хиславичский	Руднянский	Монастырщинский	Сафоново

По значениям интегрального показателя, отражающего комплекс рассматриваемых характеристик здоровья, можно выделить четыре группы территориальных единиц, различающихся по уровню состояния здоровья детского населения. Следует отметить, что значения интегрального показателя состояния здоровья населения лежат в диапазоне величин от 0,0 до 0,85. Для показателей заболеваемости болезнями пищеварительной и костно-мышечной системы отмечаются более резкие различия между наилучшими и наихудшими значениями интегрального показателя.

По всем классам болезней характерна значительная дифференциация интегрального показателя, что обусловлено различными факторами формирования патологий.

Первое место в структуре заболеваемости детей занимают болезни органов дыхания, составляя более половины всех случаев. Для болезней органов дыхания более благополучная ситуация складывается в районах с менее развитой сетью автомобильных дорог и меньшей долей выбросов загрязняющих веществ, приходящихся на территориальную единицу. Города (за исключением г. Вязьма) имеют средние и высокие ранговые места.

Группа территориальных единиц с низкими показателями заболеваемости занимает преимущественно периферийное положение, это районы, с минимальной антропогенной нагрузкой (Монастырщинский, Новодугинский, Темкинский, Хиславичский, Холм-Жирковский районы). Во всех городах (за исключением Десногорска и Сафоново) отмечаются наихудшие значения интегрального показателя.

Сопоставимые значения интегральных показателей характерны для двух классов болезней – костно-мышечной системы и соединительной ткани, кожи и подкожной клетчатки, что обусловлено схожими факторами их развития[1].

[1] Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска https://static-3.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches (дата обращения 15.04.2021).

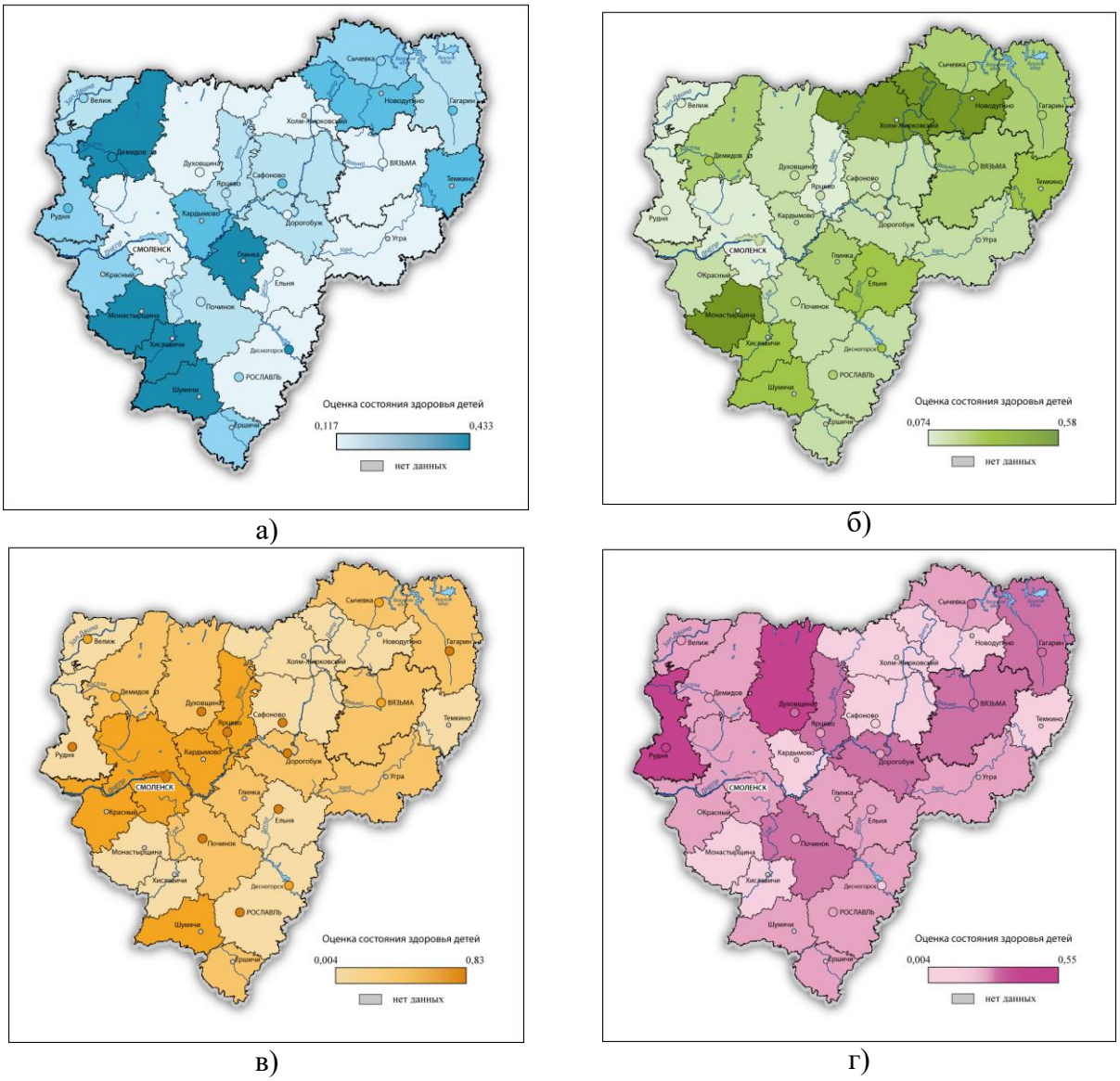


Рис. 1. Оценка состояния здоровья детей по а) болезням органов дыхания; б) кожи и подкожной клетчатки; в) костно-мышечной системы; г) пищеварительной

Fig. 1. Assessment of the state of health of children for a) respiratory diseases; b) skin and subcutaneous tissue; c) musculoskeletal system; d) digestive

Низкие значения интегральных показателей характерны для периферийных Велижского, Ельнинского, Новодугинского, Рославльского, Руднянского, Темкинского, Хиславичского, Холм-Жирковского районов, исключение составляет Сафоновский район, занимающий центральное положение.Как правило, административно-территориальные единицы, отнесенные к этой градации, характеризуются и наиболее благоприятными условиями окружающей среды. Более высокие ранговые места с неблагоприятными параметрами состояния здоровья детского населения занимают города Велиж, Гагарин, Демидов, Десногорск, Дорогобуж, Духовщина, Ельня, Починок, Рославль, Смоленск, Сычёвка, Ярцево.

ВЫВОДЫ

Региональная дифференциация состояния здоровья детского населения Смоленской области экологически обусловленными болезнями в значительной мере соответствует особенностям распределения фонового загрязнения территории, хотя и не всегда, что, как отмечено выше, обусловлено сложностью и непрямым характером связи в системе «здоровье человека – окружающая среда». Преимущества предложенной методики связаны с возможностью анализа больших массивов статистических данных, сопоставимостью полученных результатов. Количественные критерии для принятия управленческих решений позволят осуществлять последовательное снижение рисков развития неблагоприятных эффектов у населения, в том числе экологически обусловленных заболеваний.

БЛАГОДАРНОСТИ

Статья подготовлена при поддержке Российского научного фонда (проект № 20-47-01001).

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was financially supported by the Russian Science Foundation (project № 20-47-01001).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ватлина Т.В.* Пространственно-временной анализ распространения туляремии в Смоленской области на основе применения ГИС-технологий. ИнтерКарто. ИнтерГИС 18: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Материалы международной конференции. Смоленск, 26–28 июня, 2012 г. Смоленск, 2012. С. 480–486.
2. *Курепина Н.Ю.* Картографирование природноочаговых болезней на территории Алтайского края Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС 17: Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт». Барнаул, 2011. С. 379–383.
3. *Малхазова С.М., Крайнов В.Н., Шартова Н.В.* Прогноз влияния потепления на распространение малярии. Эколого-географические последствия глобального потепления климата XXI века на Восточно-Европейской равнине и в Западной Сибири. Под ред. Н.С. Касимова, А.В. Кислова. М.: МАКС Пресс, 2011. С. 389–409.
4. *Малхазова С.М., Шартова Н.В*. Малярия на Европейской территории России в XXI веке: опыт прогнозирования. Теоретическая и прикладная экология. 2012. № 3. С. 19–23.
5. *Малхазова С.М., Шартова Н.В.* Региональные особенности здоровья населения: медико-экологическая оценка и картографирование. Проблемы региональной экологии. 2011. № 1. С. 106–111.
6. *Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И.* Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины. Гигиена и санитария. 2014. Т. 93. № 5. С. 5–10.
7. *Сердюцкая Л.Ф., Яцишин А.В.* Техногенная экология: математико-картографическое моделирование. М.: Либроком, 2009. 232 с.
8. *Шартова Н.В., Крайнов В.Н., Малхазова С.М., Тикунов В.С.* Пространственный анализ смертности городского населения. Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2020. №5. С. 45–51.

9. *Тикунов В.С.* Классификации в географии: ренессанс или увядание? (опыт формальных классификаций). Москва; Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. 367 с.

REFERENCES

1. *Vatlina T.V.* Spatial-temporal analysis of the spread of tularemia in the Smolensk region based on the use of GIS technologies. InterCarto. InterGIS 18: Sustainable development of territories: GIS theory and practical experience. Materials of the international Conference. Smolensk, June 26–28, 2012. Smolensk, 2012. P. 480–486.
2. *Kurepina N.Yu.* Mapping of natural focal diseases in the Altai Territory Materials of the International Conference "InterCarto-InterGIS 17: Sustainable Development of Territories: GIS Theory and Practical Experience". Barnaul, 2011. P. 379–383.
3. *Malkhazova S.M., Krainov V.N., Shartova N.V.* Forecast of the impact of warming on the spread of malaria. Ecological and geographical consequences of global warming of the 21st century in the East European Plain and in Western Siberia. MAKS Press, 2011. P. 389–409.
4. *Malkhazova S.M., Shartova N.V.* Malaria in the European territory of Russia in the XXI century: the experience of forecasting. Theoretical and Applied Ecology. 2012. No 3. P. 19–23.
5. *Malkhazova S.M., Shartova N.V.* Regional features of population health: medical and environmental assessment and mapping. Problems of regional ecology. 2011. No 1. P. 106–111.
6. *Rakhmanin Yu.A., Mikhailova R.I.* Environment and Health: Priorities of Preventive Medicine. Hygiene and Sanitation. 2014. V. 93. No 5. P. 5–10.
7. *Serdyutskaya L.F., Yatsishin A.V*. Technogenic ecology: mathematical and cartographic modeling. Moscow: Librokom, 2009. 232 p.
8. *Shartova N.V., Krainov V.N., Malkhazova S.M., Tikunov V.S*. Spatial analysis of urban mortality. Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 5, Geografiya. 2020; (5):45–51.
9. *Tikunov V.S.* Classifications in geography: Renaissance or fading? (The experience of formal classifications). Moscow-Smolensk: Publishing House of the SSU, 1997. 367 p.

УДК 911.3:33 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-184-201**

С.В. Бадина[1], **Р.А. Бабкин**[2]

ОЦЕНКА УЯЗВИМОСТИ НАЛИЧНОГО НАСЕЛЕНИЯ МОСКВЫ К ПРИРОДНЫМ И ТЕХНОГЕННЫМ ОПАСНОСТЯМ

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведена оценка уязвимости населения Москвы к природным и техногенным опасностям с учетом реальной наличной численности населения и его движения в рамках различных временных циклов (суточном и недельно-сезонном). Задействование альтернативных источников сведений, позволяющих получать более подробную информацию о состоянии общественно-географических систем, соотносится с современными международными подходами и соответствует общемировым трендам модификации методических подходов для решения широкого круга задач. В настоящей работе помимо официальных статистических источников были использованы данные операторов сотовой связи, позволяющие с максимальной степенью достоверности охарактеризовать локализацию абонентов в определенный момент времени. Это позволило существенным образом скорректировать и уточнить существующие в настоящий момент представления о распределении населения по территории города Москвы. Была создана серия карт, демонстрирующих плотность населения как ключевой индикатор уязвимости в разрезе муниципальных образований Москвы по данным Росстата и сведениям операторов сотовой связи (на начало 2020 г.). В целях выявления несоответствия данных о статистически учитываемом и реальном наличном населении проведена оценка наличного населения в ареалах потенциального техногенного воздействия ряда опасных предприятий столицы. В результате проведенного исследования было показано, что по уровню природной опасности дифференциация городского пространство менее выражена, нежели по уровню техногенной опасности. Последние ставят под угрозу жизнь и безопасность не только традиционно неблагоприятных в экологическом отношении частей столицы, но и ряда благополучных и престижных районов города. Было установлено, что численность граждан, находящихся в зоне потенциального воздействия наиболее опасных с точки зрения вероятности возникновения чрезвычайных ситуаций предприятий столицы на протяжении года изменяется в широких пределах: от 0,6 до 1,3 млн человек, что на порядок выше данных официальных документов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: уязвимость населения, природные и техногенные риски, Москва, разновременные пульсации населения, данные сотовых операторов.

[1] ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», лаб. региональной политики и региональных инвестиционных процессов, Стремянный пер., 36, 117997, Москва, Россия; Российский университет дружбы народов (РУДН), Аграрно-технологический институт, Миклухо-Маклая, 6, 117198, Москва, Россия; Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, лаб. анализа и прогнозирования природных и техногенных рисков экономики, Нахимовский проспект, 47, 117418, Москва, Россия; *e-mail:* **bad412@yandex.ru**

[2] ФГБОУ ВО «РЭУ им. Г.В. Плеханова», лаб. региональной политики и региональных инвестиционных процессов, Стремянный пер., 36, 117997, Москва, Россия, *e-mail:* **babkin_ra@mail.ru**

Svetlana V. Badina[1], **Roman A. Babkin**[2]

ASSESSMENT OF MOSCOW POPULATION VULNERABILITY TO NATURAL AND TECHNOGENIC HAZARDS

ABSTRACT

This article introduced an assessment of the Moscow population vulnerability to natural and man-made hazards, taking into account the actual population size and its movement within different time cycles (daily and weekly-seasonal). The use of alternative information sources, allowing to obtain more detailed information about the state of socio-geographical systems, correlates with modern international approaches and corresponds to global trends in the methodological approaches modification to solve a wide range of issues. In this work, in addition to official statistical sources, we used data from mobile operators, which make it possible to characterize the localization of subscribers at a certain point in time with the maximum degree of reliability. This made it possible to significantly correct and clarify the currently existing ideas about the distribution of the population over the Moscow city territory. A series of maps has been created that demonstrate population density as a key vulnerability indicator in the context of Moscow municipalities according to Rosstat data and mobile operators information (at the beginning of 2020). In order to identify the discrepancy between the data on the statistically recorded and real existing population, an existing population assessment in the areas of potential technogenic impact of Moscow potentially dangerous enterprises was carried out. As a result of the study, it was shown that in terms of the natural hazard level, urban space differentiation is less pronounced than in terms of the technogenic hazard level. Technogenic hazards endanger the life and safety of not only the traditionally environmentally unfavorable city parts but also a number of prosperous and prestigious districts. It was found that the number of citizens in the zones of the most dangerous enterprises potential impact varies widely throughout the year – from 0.6 to 1.3 million people (on average it is 1 / 10 from all capital residents). These calculated results are much higher than official documents shows.

KEYWORDS: population vulnerability, natural and man-made risks, Moscow, pulsations of population, mobile phone data.

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение частоты возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также масштабов их последствий (числа погибших и пострадавших, ущербов, долгосрочных негативных эффектов, влияющих на социально-экономическое развитие), требуют новых научных подходов и методик к оценке рисков и уязвимости граждан. Крупные города и городские агломерации являются территориями повышенной опасности вследствие высокой концентрации населения. При этом использование устоявшихся классических способов получения статистической информации не позволяет получить абсолютно достоверную картину распределения населения по территории города в разные временные периоды, что имеет определяющее

[1] Plekhanov Russian University of Economics, Laboratory of Regional Policy and Regional Investment Processes, Stremyanny lane, 36, 117997, Moscow, Russia; The Peoples' Friendship University of Russia (RUDN), Agrarian and Technological Institute, Miklukho-Maklaya, 6, 117198, Moscow, Russia; Institute of Economic Forecasting Russian Academy of Sciences, laboratory of analysis and forecasting of economy natural and technological risks, Nakhimovsky prospect, 47, 117418, Moscow, Russia; *e-mail:* **bad412@yandex.ru**

[2] Plekhanov Russian University of Economics, Laboratory of Regional Policy and Regional Investment Processes, Stremyanny lane, 36, 117997, Moscow, Russia; *e-mail:* **babkin_ra@mail.ru**

значение для оценки уязвимости и разработки соответствующих количеству наличного населения мер по обеспечению безопасности.

Исследования природных и техногенных рисков социально-экономического развития, в настоящее время широко распространены, что обусловлено высокой степенью их актуальности с учетом повышения частоты проявления природных и техногенных опасностей с одной стороны и величины человеческих жертв и ущербов с другой, что характерно для всех стран и регионов мира [IPCC, 2014; UNDRR, 2019]. В современном междисциплинарном понимании риск – вероятность ущерба и его размер вследствие реализации опасного события. Проблема риска – нахождение способа избежать ошибок при решениях, которые могут повлечь за собой этот ущерб [*Порфирьев,* 2011]. Исследования природного риска находятся на стыке физической и социально-экономической географии, поскольку риск проявляется только тогда, когда существуют потенциальные прямые и косвенные ущербы для общества и экономики, и большинство катастроф в современном мире принимают природно-техногенный характер. В целом большинство современных исследований в области изучения социально-экономических аспектов географии природного риска сводится к оценке уязвимости населения и экономики к природным опасностям, прогнозированию ущербов [*Макарова и др.,* 2014; *Осипов,* 2015; *Badina,* 2020; *Narita et al.,* 2009; *Streletskiy et al.,* 2019]; оценке влияния последствий природных катастроф на территории и отрасли экономики, экономический рост в целом [*Токарева,* 2015; *Cavallo et al.,* 2010; *Hanewinkel et al.,* 2011]; выявлению экономических механизмов и оценке эффективности инвестиций в снижение потерь и ущерба от неблагоприятных опасных явлений, изучение страхования как инструмента снижения негативных последствий на различных территориях [*Порфирьев,* 2015, Страхование…, 2016; *Kunreuther,* 2001], анализу восприятия общественностью различных стран и регионов стихийных бедствий и снижения рисков [*Bird,* 2009; *Haynes et al.,* 2008; *Lujala et al.,* 2015], изучению региональных особенностей управления рисками, стратегического планирования в области их снижения [*Brründl et al.,* 2009; *Zhou et al.,* 2010] и адаптации к риску [*Осипов и др.,* 2019; *Botzen et al.,* 2019] и др. Отдельно следует выделить исследования, связанные с изучением техногенных и природно-техногенных рисков [*Акимов,* 2018; *Гражданкин,* 2011; *Cruz et al.,* 2008].

Особое место занимают исследования, связанные с анализом и прогнозированием природного риска для крупнейших мировых городов и городских агломераций. В центре внимания исследований по данной тематике находятся такие вопросы как: рост городов как фактор усиления риска [*Choi,* 2016; *Garschagen et al.,* 2015] и уязвимость горожан к природным опасностям [*Осипов и др.,* 2007; *Orttung et al.,* 2020; *Roncancio et al.,* 2016]. В отличие от более мелкомасштабных исследований на уровне стран и регионов, в исследованиях на уровне городов отдается первостепенное внимание именно социальным рискам, рискам для населения, а не экономическим аспектам.

Методы оценки природного риска в настоящее время не унифицированы, они зависят от конкретных исследовательских задач, специфической особенности изучаемой территории и набора рассматриваемых опасностей [*Osipov et al.,* 2017]. В данном исследовании предлагается подход к оценке уязвимости населения крупного города, основанный на определении вероятности нахождения определенного количества людей в определённый интервал времени в определённом месте в достаточно крупном (ячейки 500 на 500 м) масштабе. Источником информации при этом являются данные операторов сотовой связи, позволяющие проследить движение населения и получить в наибольшей степени соответствующее действительности распределение населения по территории города. За последние 5–10 лет было написано значительное число работ по изучению пульсационных процессов в системе расселения Московского региона, в том числе с

использованием данных операторов сотовой связи [*Богоров и др.,* 2013; *Махрова и др.,* 2015, 2016, 2020; *Попов и др.,* 2015]. Также стоит отметить, что с использованием данных сотовых операторов изучались структурно-функциональные сдвиги в расселении под воздействием различных инфраструктурных проектов [*Махрова и др.,* 2020]. В зарубежной практике данные сотовых операторов при анализе расселения нашли применение еще с середины 2000-х гг. К настоящему времени накоплен значительный исследовательский опыт в таких странах как США, Франция, Великобритания, Бельгия, Эстония и многие др. [Ahas etc., 2010; Calabrese, etc., 2013; ESSnet…, 2020]. Предпринимаются попытки интеграции данных сотовых операторов в регулярную статистику. В 2012 г. по заказу Евростата было проведено исследование по оценке возможности использования мобильных данных для получения разнообразной статистической информации [A Study …, 2014]. Сравнение сведений сотовых операторов с переписью и регистром населения показало их высокую корреляцию, при этом было отмечено, что мобильные данные гораздо более релевантны при анализе динамичных социально-экономических процессов. Среди крупнейших международных проектов с использованием такого рода данных в изучении последствий стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций стоит выделить анализ последствий землетрясения в Республике Гаити в 2011 г., а также работу международного коллектива ученых, изучавших распространение малярии в Кении [*Bengtsson et al.,* 2012; *Tizzoni et al.,* 2014].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данного исследования является разработка подходов к оценке уязвимости наличного населения Москвы к природным и техногенным опасностям при помощи данных операторов сотовой связи.

Для выполнения поставленной цели были выполнены несколько важных задач. Во-первых, проведен обзор имеющихся в международной и отечественной практике работ по изучению и оценке уязвимости населения при чрезвычайных ситуациях, а также трудов, касающихся использования данных мобильной телефонии для анализа «шоковых» пульсаций населения. Во-вторых, в целях проверки предположения о несоответствии данных о статистически учитываемом и реальном наличном населении проведена оценка наличного населения в ареалах потенциального техногенного воздействия ряда предприятий столицы. В-третьих, обоснована необходимость и намечены подходы к дальнейшей разработке темы, предложены варианты включения данных сотовых операторов в анализ уязвимости населения столицы к природным и техногенным опасностям.

В основу методологического подхода, принятого в данном исследовании, заложено понятие «риска», который является функцией от вероятности возникновения чрезвычайной ситуации и от величины потенциальных последствий для населения, городской экономики и инфраструктуры (материальных ущербов и количества пострадавших людей). Иными словами, представляет собой комбинацию опасности и уязвимости. Поэтому в определяющей степени Московский регион отличается повышенным уровнем рисков, вследствие чрезвычайно высокой плотности и концентрации населения. В основу большинства моделей риска закладывается численность населения, находящаяся в зоне потенциальной опасности (чем выше концентрация населения, тем выше риски при прочих равных условиях). Именно численность населения является ключевым параметром, в дополнение к которому могут быть также использованы такие производные от него переменные как половозрастной состав населения, доля лиц моложе и старше трудоспособного возраста, численность инвалидов и других маломобильных граждан и др. Именно численность населения

территории как ключевая характеристика уязвимости общества к чрезвычайным ситуациям природного и техногенного характера используется в методиках МЧС, связанных с нормативными оценками потребностей населения в средствах первой необходимости в случае чрезвычайных ситуаций, а также при расчете необходимых объемов резервов финансовых и материальных ресурсов. Поэтому так важно понимание именно реально существующего распределения населения по территории Москвы, а не опора на несовершенную и статичную официальную статистическую информацию.

На сегодняшний день официальные статистические данные о распределении населения по территории Москвы весьма приблизительны. Более того, в рамках суточных, недельных и сезонных циклов человеческой жизнедеятельности показатель численности наличного населения претерпевает существенные трансформации, которые практически не учитываются официальной статистикой. Развитие транспортной инфраструктуры, значительное расширение зоны ежедневных маятниковых миграций в Московском регионе, развитие явлений удлиненных циклов трудовой маятниковой миграции – полуотходничества и отходничества[1] существенным образом усложняют динамику населения внутри сложившейся территориальной структуры. Соответственно в ареале вероятной чрезвычайной ситуации природного (техногенного) характера в определенный момент времени может оказаться значительно большее количество людей, чем ожидалось, что способно существенно усложнить проведение спасательных и ликвидационных мероприятий, вызвать нехватку материальных ресурсов и сил, увеличить риски гибели большого числа граждан. В связи с этим важной задачей видится изучение системы расселения и особенностей ее пространственно-временного функционирования.

В качестве ключевого параметра уязвимости будет выступать плотность наличного населения. В предыдущих работах авторов [*Baburin et al.,* 2018; *Бабурин и др.,* 2015, 2019; 2020; *Badina,* 2018, 2019, 2020] было обоснована рациональность применения плотностных характеристик параметров уязвимости, эмпирически подтверждена зависимость: чем выше концентрация населения и хозяйственной деятельности на территории, тем выше величина ущербов в случае возникновения природных и (или) техногенных опасностей при прочих равных условиях (согласно теореме об умножении вероятностей). Особенно хорошо данная закономерность проявляется для опасностей, имеющих площадной характер воздействия и охватывающих большую территорию. Оценка уязвимости населения Москвы произведена с учетом реальной наличной численности и движения населения в различные периоды времени. Для этого помимо официальных статистических источников задействованы данные операторов сотовой связи, характеризующие локализацию абонентов в определенный момент времени, что позволит существенным образом скорректировать и уточнить существующие в настоящий момент представления о распределении населения по территории города Москвы, а также лучше понять природу пиковых нагрузок на ключевые элементы городской инфраструктуры и вероятные риски «шоковых» пульсаций численности населения в связи с потенциальными чрезвычайным ситуациям.

Информационной базой в настоящем исследовании выступают обезличенные данные операторов сотовой связи («Билайн», «МТС», «Мегафон», «Теле 2») о местах локализации абонентов за 2019 г., предоставленные Департаментом информационных технологий города Москвы. Данные сотовых операторов представляют собой информацию о местонахождении абонентов в течение суток (с временной дробностью 15 минут, а пространственной – ячеек 500 на 500 м), полученные в результате измерения расположения мобильного телефона относительно трех станций сотовой связи. При этом

[1] Форма миграционного поведения, при которой люди, работающие в течение нескольких суток, недель или месяцев в Москве, периодически возвращаются домой в другой регион.

специалистами Департамента произведено обезличивание и очищение выборки звонков от сигналов модемов, планшетов, телефонов с двумя и более сим-картами. Использование данных сотовых операторов предполагает анализ изменений реальной численности населения на территории Москвы в разрезе сетки 500 на 500 метров и в нескольких ключевых временных срезах, характеризующие суточные и сезонные пульсации численности населения под влиянием маятниковой трудовой, дачно-рекреационной и иных типов мобильности населения.

Ареалы максимального риска определяются по соотношению параметров уязвимости наличного населения и максимальной опасности. По данным ежегодных государственных докладов МЧС России [О состоянии…, 2020] Московский регион отличается повышенной вероятностью возникновения широкого спектра чрезвычайных ситуаций как природного, так и техногенного характера. Кроме того, для столицы высоки риски террористических актов. Информационной базой исследования характеристик природных и техногенных опасностей Москвы послужили данные открытых литературных источников, нормативно-правовых документов, органов государственной власти, государственных докладов «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», Генерального плана города Москвы. К ключевым природным опасностям на территории города можно отнести опасные гидрометеорологические явления [*Акимов и др.,* 2009], опасные инженерно-геологические процессы и явления (в том числе – подтопления (рис. 1)) [*Осипов и др.,* 2010], задымление обширных районов города вследствие массовых лесных и торфяных пожаров в Московской области и др.

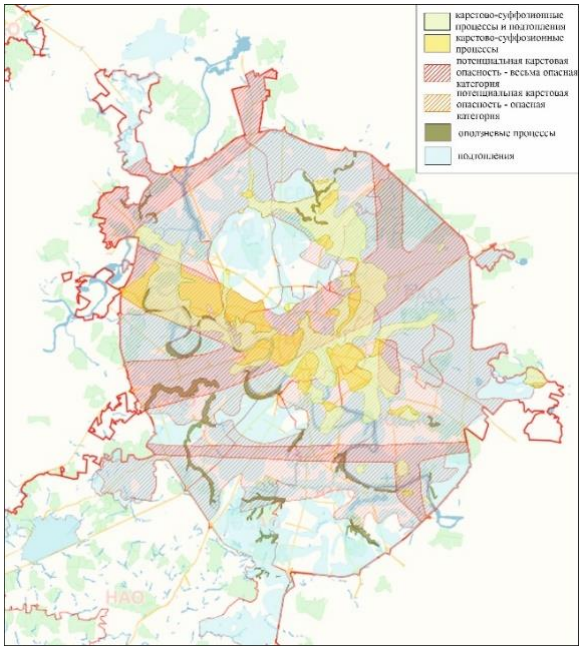


Рис. 1. Зоны распространения опасных геологических процессов
Fig. 1. Zones of dangerous geological processes distribution

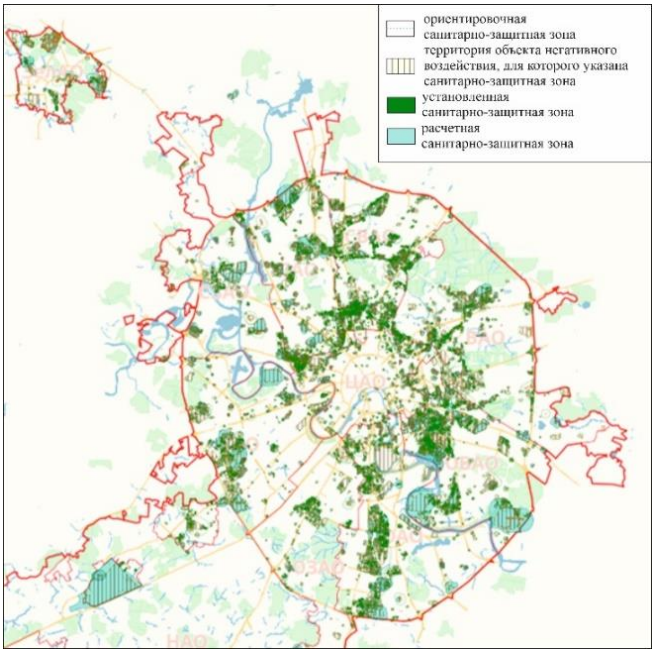


Рис. 2. Санитарно-защитные зоны
Fig. 2. Sanitary protection zones

Источник: составлено по данным Интегрированной автоматизированной информационной системы обеспечения градостроительной деятельности города Москвы Source: compiled according to the data of the Integrated Automated Information System for Moscow Urban Planning Activities Supporting

Среди ключевых техногенных опасностей следует выделить техногенные пожары, аварии на объектах электроэнергетики, аварии на железнодорожном и автомобильном транспорте с выбросом опасных веществ и возникновением обширных площадей возгорания, обрушения элементов конструкций зданий и сооружений транспортных коммуникаций и пр.), возникновения зон затопления вследствие разрушения водоограничительных устройств на каналах. Особо следует отметить опасности, связанные с потенциально опасными промышленными объектами (взрыво-, химически-, радиационно- и пожароопасными)[1], учреждениями, работающими с возбудителями высокой патогенности). На территории Москвы расположены 117 потенциально опасных объектов, в том числе 17 радиационно-опасных, 40 химически-опасных, 6 биологически (эпидемиологически) опасных, 54 взрывопожароопасных[2]. Химически опасные объекты Москвы (вероятность аварийных выбросов хлора, аммиака, кислот) в первую очередь представлены предприятиями пищевой промышленности, использующие аммиак в качестве хладагента в холодильных установках и водопроводными станциями, использующими хлор при обеззараживании воды. Несмотря на то, что в настоящее время Мосводоканалом произошел практически полный переход от использования жидкого хлора к гипохлориту натрия, на некоторых предприятиях по-прежнему сохранились аварийные запасы хлора. Аналогичная ситуация и с использованием аммиака: постепенно осуществляется переход на фреон. Однако фреоновое холодильное оборудование требует в 2,5 раза больше электроэнергии, что является существенным барьером, и фреон также нельзя считать абсолютно безопасным. К группе химически опасных объектов также относятся предприятия ключевых и наиболее динамично развивающихся подотраслей химической промышленности Москвы – фармацевтической, парфюмерно-косметической, производства бытовой химии, в производственном цикле которых используется широкий спектр потенциально опасных химических веществ. Радиационная ситуация в г. Москве является стабильной, однако существует вероятность аварий на научно-исследовательских реакторах и установках, использующих радиоактивные вещества с образованием зон радиационного загрязнения [*Шапошников,* 2009]. К дополнительным факторам повышения уязвимости можно отнести также сокращение вследствие застройки санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов (на рис. 2 отчетливо видно, что установленные санитарно-защитные зоны меньше расчетных по площади и не покрывают полностью или частично ареалы воздействия многих потенциально опасных объектов), физическое старение основных средств производства в промышленности и сфере жизнеобеспечения, падение производственной дисциплины и увеличение в связи с этим числа отклонений от установленных технологических режимов, появление большого количества мелких производителей вне надзорного поля, не всегда достаточная оснащенность промышленных предприятий, объектов городского хозяйства современными системами защиты. Так, по данным Генерального плана Москвы площадь жилых территорий, расположенных в пределах санитарно-защитных зон составляет порядка 1,8 тыс. га, с общим количеством жителей 93,2 тыс. человек. Значительные финансовые средства, которые направлены на предотвращение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Москве, могут заметно снизить риски, но не свести их к нулю.

---

1 Опасные производственные объекты в соответствии с Федеральным законом от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 08.12.2020) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

2 Согласно постановлению Правительство Москвы от 23 сентября 2011 г. N 443-ПП об утверждении государственной программы города Москвы «Безопасный город» (в ред. постановлений Правительства Москвы 2012–2019 гг.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Существующие оценки распределения населения по территории Москвы характеризуются статичностью и не отражают реальную динамику населения города, наблюдаемую в рамках трудовой, учебной, потребительской, культурно-досуговой и рекреационной мобильности. Данные сотовых операторов показывают, что плотность как принятая в данной работе характеристика уязвимости населения городских районов в будний зимний день (время максимального нахождения горожан на своих рабочих местах) претерпевает существенные трансформации в сравнении с будней ночью зимы, когда большая часть жителей города находится дома. Если ночное распределение населения, в целом, соотносится с данными официальной статистики, то днем, в результате масштабных маятниковых миграций в направлении центра столицы искажения становятся весьма существенны. Так, плотность населения районов ЦАО в дневные часы возрастает в три раза, а большинства прилегающих к ЦАО районов, а также высокоаттрактивных районов юго-запада и северо-запада Москвы в 1,5–2 раза. (рис. 3).

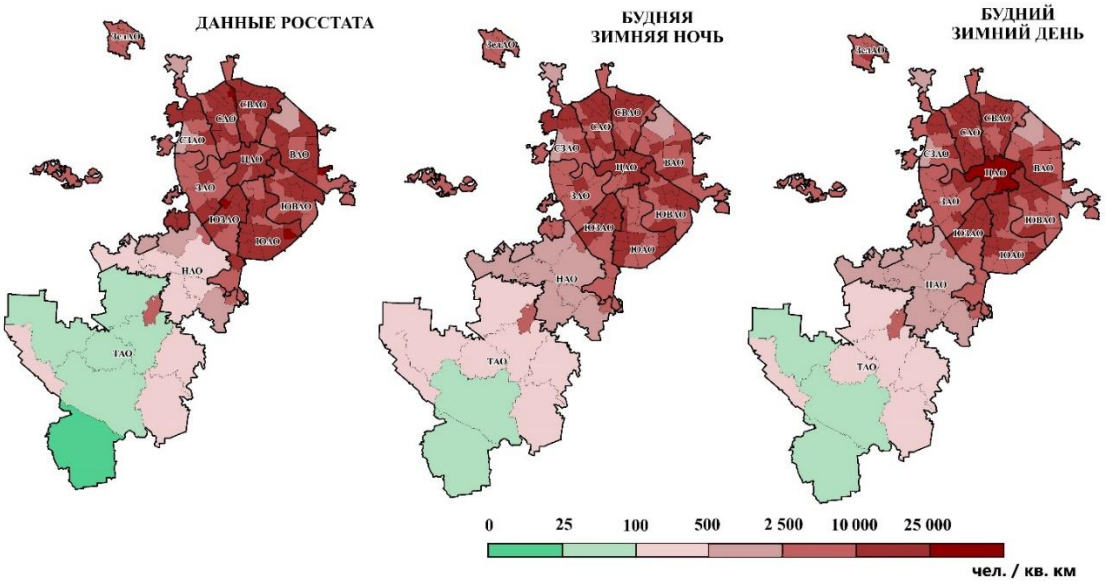


Рис. 3. Плотность населения по муниципальным образованиям Москвы по данным Росстата и сведениям операторов сотовой связи (на начало 2020 г.)

Fig. 3. Population density by Moscow municipalities according to Rosstat data and mobile phone data (as of the beginning of 2020)

Источник: составлено по данным сотовых операторов
Source: compiled according to the mobile phone data

Не менее серьезные изменения претерпевает система расселения столицы в рамках недельно-сезонных циклов. В выходные дни город, как правило, покидает 0,7–1,0 млн жителей. Еще более значителен «исход» москвичей летом, когда город теряет до трети своего населения (3,0–3,5 млн чел.).

Таким образом, в первом приближении мы можем говорить, что потенциальные последствия чрезвычайных ситуаций наиболее велики в будние дни холодного времени года, когда в зоне поражения находится максимальное число москвичей и значительное количество маятниковых мигрантов из сопредельных регионов (прежде всего, Московской области).

В этом контексте интересно рассмотреть размещение опасных промышленных предприятий в структуре расселения столицы, изменяющейся под влиянием обозначенных центростремительных потоков. Как показано на рис. 4, наиболее опасные промышленные предприятия локализованы на территории столицы, привлекающих население в дневные часы. Соответственно риски в это время здесь наибольшие. Исходя из специфики рассматриваемых потенциально опасных объектов, в данном исследовании был выбран средний радиус опасности равный 1000 м. Радиусы поражения принято рассчитывать с использованием среднестатистических параметров[1]. Так, для аварии на аммиачной холодильной установке зона дискомфорта (малых концентраций) составляет порядка 350 м при модельной аварии и выбросе аммиака [*Шемякин и др.,* 2016], средние модельные радиусы воздействия взрыво- и пожароопасных объектов достигают 1000 м [*Ефремов и др.,* 2011], противопожарные расстояния оцениваются первыми сотнями метров.[2] Санитарный разрыв (рис. 4) определяется минимальным расстоянием от источника вредного воздействия до границы жилой застройки.

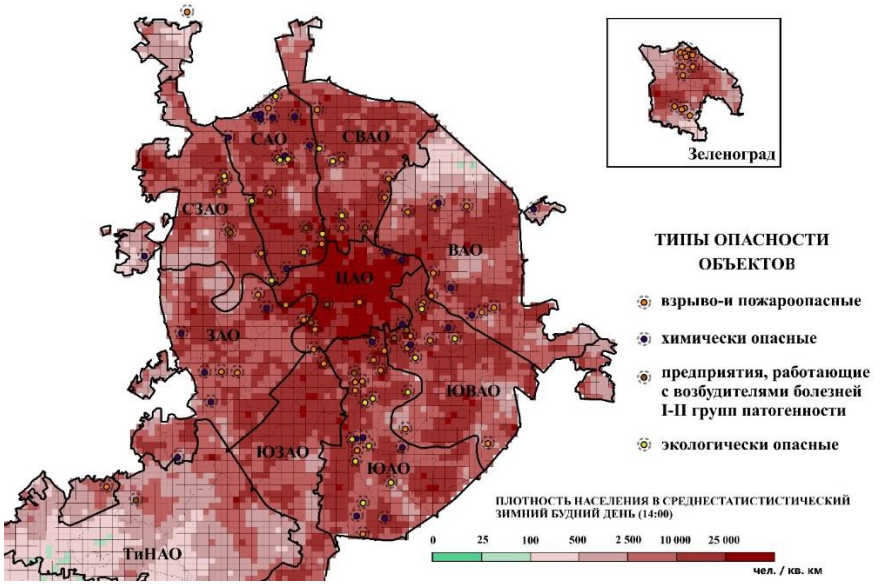


Рис. 4. Локализация особо опасных промышленных объектов на территории Москвы (на начало 2021 г.)

Fig. 4. Localization of particularly dangerous industrial facilities in Moscow (as of the beginning of 2021)

Источник: составлено по данным сотовых операторов
Source: compiled according to the mobile phone data

Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в окружающую среду загрязняющих веществ создаваемого шума, вибрации и других

1 Свод правил СП 165.1325800.2014 «Инженерно-технические мероприятия по гражданской обороне. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51–90». Утвержден приказом Министерства строительства и ЖКХ РФ от 12.11.2014 г. №705/ПР; Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности химически опасных производственных объектов».

2 Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие размеры санитарно-защитных зон: предприятия первого класса – 1000 м, предприятия второго класса – 500 м, предприятия третьего класса – 300 м, предприятия четвертого класса – 100 м[1].

По данным сотовых операторов в непосредственной близости к опасным объектам (в радиусе 1000 м) в ночные часы в холодный сезон года находится 850 тыс. москвичей (в летние месяцы меньше – 600–650 тыс. чел.). Днем это число увеличивается в полтора раза до 1,3 млн чел. (летом около 1,0 млн чел.). Таким образом, около 9–12% населения города регулярно находится в зоне повышенного риска в случае возникновения чрезвычайной ситуации. В наибольшей опасности находятся жители Южного, Юго-Восточного и Северного административных округов столицы. На их территории в значительном количестве находятся опасные объекты всех представленных групп, что приводит к необходимости разработки комплексных превентивных мер по предотвращению потенциальных рисков. Меньше всего опасных объектов располагается в Юго-Западном АО, а также в Новой Москве. Остальные округа характеризуются средним числом подобных предприятий. При это стоит отметить, что на районном уровне картина более пестрая (табл. 1).

Табл. 1. Районы с наибольшей концентрацией опасных предприятий
Table 1. Areas with the highest concentration of hazardous enterprises

Число потенциально опасных предприятий	Районы
5 и более	Даниловский, Матушкино
4	Печатники, Нижегородский, Нагатино-Садовники, Головинский, Зап. Дегунино, Крюково, Москворечье-Сабурово
3	Лефортово, Очаково-Матвеевское, Хамовники, Новогиреево, Отрадное, Зап. Бирюлево
2	Филевский парк, Дорогомилово, Беговой, Хорошево-Мневники, Щукино, Покровское-Стрешнево, Южное Тушино, Войковский, Савеловский, Перово, Алексеевский, Вост. Дегунино, Вост. Бирюлево
1	Донской, Южнопортовый, Нагатинский Затон, Раменки, Можайский, Басманный, Красносельский, Марьина Роща, Замоскворечье, Пресненский, Арбат, Хорошевский, Кунцево, Левобережный, Ростокино, Бутырский, Восточный, Гольяново, Метрогородок, Соколиная Гора, Рязанский, Текстильщики, Дмитровский, Лианозово, Силино, Капотня, Солнцево, Внуково, Внуковское, Сев. Чертаново, Нагорный, Академический, Царицыно, Юж. Бутово

Источник: составлено по данным открытых информационных источников, официальных сайтов компаний, https://www.kommersant.ru/doc/517463 Source: compiled from open information sources, official websites of companies, https://www.kommersant.ru/doc/517463.

Из табл. 1 видно, что опасные объекты представляют угрозу как для жителей считающихся неблагополучными районов (Печатники, Зап. и Вост. Бирюлево, Гольяново и т.д.), так и для горожан, проживающих в традиционно весьма экологически безопасных, и даже, престижных частях столицы (Щукино, Дорогомилово, Филевский парк, Раменки и т.д.). Второй особенностью служит тот факт, что половина опасных предприятий

[1] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

располагается в зоне вдоль МЦК. Исторически промышленные предприятия создавались в соответствии с транспортно-географическим фактором и тяготеют к железнодорожной (реже автомобильной) инфраструктуре. Эти обстоятельства повышают ценность анализа рисков чрезвычайных ситуаций, поскольку данные территории на сегодняшний день одни из наиболее быстроразвивающихся в Москве: здесь активно ведется жилое и офисно-деловое строительство, кроме того, значительное число людей находится здесь транзитом (в виду наличия крупных транспортно-пересадочных узлов).

В связи с этим авторами видится потребность в корректировке некоторых методик МЧС на основании полученных результатов. Например, согласно методическим рекомендациям МЧС для регионов делается прогноз возможного состояния населения при возникновении чрезвычайной ситуации (численность населения и пострадавшего населения), а также рассчитывается потребность в первоочередных средствах жизнеобеспечения населения и т.д. Существуют строгие нормативы обеспечения населения всем необходимым в случае чрезвычайной ситуации (организация защиты населения от поражающего воздействия при техногенной аварии, обеспечение жителей средствами индивидуальной защиты, предметами первой необходимости, нормы медицинского обеспечения, медикаментами и пр.). Все эти запасы создаются нормативно, в зависимости от потребности каждой территории. Однако, при расчетах учитывается не наличное, а статистически зарегистрированное население, которое необходимо корректировать в соответствии с реальным распределением населения (взяв за основу максимально возможную людность, которая для ряда центральных и субцентральных районов города будет в 2–4 раза больше статистической).

ВЫВОДЫ

Сложность пространственно-временного функционирования Москвы как крупнейшего центра, участвующего во множестве видов взаимодействия с внешним миром предопределяет постоянные изменения важнейшего социально-экономического показателя – численности населения. Соответственно изменяется и уровень уязвимости общества: потенциальный ущерб в один срез времени может быть в разы меньше, чем в другой. Численность граждан, находящихся в зоне потенциального воздействия наиболее опасных промышленных предприятий столицы на протяжении года изменяется в широких пределах – от 0,6 до 1,3 млн человек и в среднем составляет 1/10 от всех жителей столицы. При этом эти цифры в несколько раз превышают значения, которые встречаются в официальных документах (порядка 100 тыс. чел.).

Разработанный подход к оценке уязвимости, основанный на характеристике реального распределения населения в различные временные срезы показал, что пространственное распределение уровня риска по территории Москвы носит дуалистический характер, сочетая в себе концентрацию и деконцентрацию. Наряду с достаточно равномерным пространственным распределением вероятности природных опасностей по территории города, уровень техногенных рисков более дискретен и зависит от четко локализированных в пространстве объектов. С одной стороны, основная часть потенциально опасных предприятий сосредоточена на Юге и Востоке города и тяготеет к МЦК и некоторым другим транспортным артериям (железным и автомобильным дорогам). С другой – представители специфических форм техногенных угроз, носителями которых служат потомки многих ведущих советских НИИ (вирусо-бактериологическая, химическая и т.д.) зачастую располагаются в весьма населенных и привлекательных для жизни и работы частях города.

Проведенная в работе оценка источников потенциальных техногенных угроз показывает, что в зоне максимального риска находятся жители разных частей Москвы: от старопромышленного Востока до общественно-делового Центра и экологически благопо-

лучного Запада столицы. При этом имеющиеся тенденции пространственного развития города (активная застройка «ржавого» пояса столицы при сохранении большинства потенциально опасных предприятий и открытии новых, в первую очередь – пищевой и фармацевтической, парфюмерно-косметической, химической (бытовая химия) промышленности) свидетельствуют о повышении уровня опасности и необходимости развития систем мониторинга и предотвращения чрезвычайных ситуаций на основе максимально детализированных данных. В связи с этим в качестве информационно-ресурсного источника в числе прочих могут использоваться данные операторов сотовой связи, позволяющие в режиме реального времени отслеживать параметры распределения и мобильности населения. Показанные изменения в расселении характеризуют изменения уровня уязвимости наличного населения Москвы к природным и техногенным опасностям.

В будущем обозначенные подходы могут быть использованы в целях оптимизации территориальной структуры расселения Московского региона с точки зрения снижения уровня риска, а также в целях повышения качества управления рисками (организации превентивных мер, мероприятий по борьбе с чрезвычайными ситуациями и их ликвидацией и пр.). Достоверная картина реального распределения населения по территории города в разные временные периоды позволит сформировать перечень необходимых мероприятий, направленных на предотвращение чрезмерной концентрацию населения. Перспективы развития данного направления исследований видятся авторами также в возможности корректировки некоторых методик МЧС на основании полученных результатов (пересчет запасов на случай возникновения чрезвычайных ситуаций, оценка мощности объектов инфраструктуры защиты населения и т.д.).

Таким образом, результаты данной пионерной работы должны стать фундаментом дальнейших, более глубоких исследований, посвященных анализу параметров уязвимости населения к различным чрезвычайным ситуациям и созданию предиктивных моделей «шоковых» пульсаций населения в случае чрезвычайных ситуаций с выработкой соответствующих рекомендаций по их предотвращению и минимизации ущерба для специализированных служб.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Москвы в рамках научного проекта № 21-35-70004.

ACKNOWLEDGEMENTS

The research was funded by RFBR and Moscow city Government according to the project 21-35-70004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акимов В.А.* Оценка состояния науки в Российской Федерации по вопросам исследования техногенных угроз. Технологии гражданской безопасности. 2018. Т. 15. № 1 (55). С. 4–9.
2. *Акимов В.А., Дурнев Р.А., Соколов Ю.И.* Опасные гидрометеорологические явления на территории России. М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. 316 с.
3. *Бабурин В.Л., Бадина С.В.* Прогнозирование ущербов от природных опасностей для туристического кластера «Курорты Северного Кавказа». Устойчивое развитие горных территорий, 2020. Т. 12. № 3 (45). С. 349–356.
4. *Бабурин В.Л., Бадина С.В.* Оценка социально-экономического потенциала территории, подверженной неблагоприятным и опасным природным явлениям. Вестник Московского университета. Серия 5: География, 2015. № 5. С. 9–16.

5. *Бабурин В.Л., Бадина С.В., Деркачева А.А., Сократов С.А., Хисматуллин Т.И., Шныпарков А.Л.* Оценка селевого риска в экономических показателях на примере Сибирского федерального округа. Вестник Московского университета. Серия 5: География, 2019. № 4. С. 3–14.
6. *Бадина С.В.* Оценка вероятных экономических и социальных ущербов от опасных природных процессов на Северо-Западном и Центральном Кавказе. ИнтерКарто. Интер ГИС, 2019. Т. 25. С. 219–228.
7. *Богоров В.Г., Новиков А.В., Серова Е.И.* Самопознание города. Археология периферии (материалы Московского урбанистического форума). М.: Меганом, Институт Strelka, 2013. С. 380–405.
8. *Гражданкин А.И.* Современные опасности крупных промышленных аварий. ВНИИ ГОЧС: вчера, сегодня, завтра. Книга 3 – Научные статьи. Под. общ. ред. В.А. Акимова. М.: ВНИИГОЧС, 2011. С. 293–298.
9. *Ефремов К.В., Лисанов, М.В., Софьин, А.С.* Расчет зон разрушения зданий и сооружений при взрывах топливно-воздушных смесей на опасных производственных объектах. Безопасность труда в промышленности, 2011. Т. 20. № 11. С. 70–77.
10. *Макарова Е.А., Порфирьев Б.Н.* Экономическая оценка ущерба от природных бедствий и катастроф. Вестник Российской академии наук, 2014. Т. 84. № 12. С. 1059–1072.
11. *Махрова А.Г., Нефедова Т.Г., Трейвиш А.И.* Поляризация пространства Центрально-Российского мегалополиса и мобильность населения. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2016. №. 5. С.77–85.
12. *Махрова А.Г., Бабкин Р.А., Казаков Э.Э.* Динамика дневного и ночного населения как индикатор структурно-функциональных изменений территории города в зоне влияния Московского центрального кольца с использованием данных операторов сотовой связи. Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право, 2020. Т. 13, № 1. С. 159–179.
13. *Махрова А.Г., Кириллов П.Л.* Сезонная пульсация расселения в Московской агломерации под влиянием дачной и трудовой маятниковой миграции: подходы к изучению и оценка. Региональные исследования, 2015. № 1 (47). С. 117–125.
14. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 г.: государственный доклад. М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. 259 с.
15. *Осипов В.И.* Урбанизация и природные опасности. Задачи, которые необходимо решать. Геоэкология, 2007. № 1. С. 3–9.
16. *Осипов В.И., Бурова В.Н., Заиканов В.Г., Молодых И.И., Пырченко В.А., Сависько И.С.* Карта крупномасштабного (детального) инженерно-геологического районирования территории г. Москвы. Геоэкология, 2011. № 4. С. 306–318.
17. *Осипов В.И., Аксютин О.Е., Ишков А.Г., Грачёв В.А., Сергеев Д.О.* Адаптация – важнейшая технология освоения субарктических территорий России. Вестник Российской академии наук, 2019. Т. 89. № 1. С. 56–63.
18. *Осипов В.И., Бурова В.Н., Заиканов В.Г., Минакова Т.Б.* Основы оценки уязвимости территорий для опасных природных процессов, определяющих чрезвычайные ситуации (принципы и методические подходы). Геоэкология, 2015. № 3. С. 195–203.
19. *Попов А.А., Куричева Е.К.* Развитие жилищного строительства в 2010-е гг. как фактор трансформации московской агломерации. Региональные исследования, 2015. № 1 (47). С. 104–116.

20. *Порфирьев Б.Н.* Природа и экономика: риски взаимодействия. (Эколого-экономические очерки). Под редакцией академика РАН В.В. Ивантера. М.: Анкил, 2011. 352 с.
21. *Порфирьев Б.Н.* Экономические последствия катастрофического наводнения на Дальнем Востоке в 2013 г. Вестник РАН, 2015. Том 85. №22. С. 128–137.
22. Страхование от чрезвычайных ситуаций. Под общ. ред. С.И. Воронова. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. 292 с.
23. *Токарева Е.А.* Организация финансирования последствий природных катастроф в зарубежных странах. Под ред. Л. И. Цветковой. М.: Анкил, 2015. 76 с.
24. *Шапошников А.С.* Анализ эффективности систем мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера на примере Москвы. Технологии гражданской безопасности, 2009. Т. 6. №3–4. С. 210–215.
25. *Шемякин А.С., Яковлев С.Ю.* Расчёт зоны поражения для химически опасных объектов. Труды Кольского научного центра РАН, 2016. №6–7 (40). С. 120–131.
26. *Ahas R., Silm S., Järv O., Saluveer E., Tiru M.* Using mobile positioning data to model locations meaningful to users of mobile phones. Journal of Urban Technology, 2010. V. 1 (17). P. 3–27.
27. A Study on Urban Mobility and Dynamic Populationи Estimation by Using Aggregate Mobile Phone Sources. CSIS Discussion Paper, 2014. No 115. Электронный ресурс: www.csis. utokyo.ac.jp/dp/115.pdf (дата обращения 11.02.2021).
28. *Baburin L.V., Tikunov S.V., Badina S.V., Chereshnia O.Yu.* The assessment of socio-economic potential density of arctic territories in Russia. Regional Science Inquiry. 2018. V. 10. No 2. P. 37–44.
29. *Badina S.* Socio-economic potential of municipalities in the context of natural risk (case study – Southern Siberian regions). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018. V. 190. P. 1–7.
30. *Badina S.V.* Prediction of socioeconomic risks in the cryolithic zone of the Russian Arctic in the context of upcoming climate changes. Studies on Russian Economic Development, 2020. V. 31, No 4. P. 396–403.
31. *Bengtsson L., Lu X., Holme P.* Predictability of population displacement after the 2010 Haiti earthquake. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012. V. 29 (109). P. 11576–11581.
32. *Bird D.K.* The use of questionnaires for acquiring information on public perception of natural hazards and risk mitigation–a review of current knowledge and practice. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2009. T. 9. No 4. P. 1307–1325.
33. *Botzen W. J. W., Bouwer L.M., Scussolini P., Kuik O., Haasnoot M., Lawrence J., Aerts J. C.J.H.* Integrated disaster risk management and adaptation. Loss and damage from climate change. Springer, Cham, 2019. P. 287–315.
34. *Bründl M., Romang H.E., Bischof N., Rheinberger C.M.* The risk concept and its application in natural hazard risk management in Switzerland. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2009. T. 9. No 3. P. 801–813.
35. *Calabrese F., Diao M., Lorenzo D., Ferreira J.* Understanding individual mobility patterns from urban sensing data: A mobile phone trace example. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2013. V. 26. P. 301–313.
36. *Cavallo E., Noy I.* The Economics of Natural Disasters. A Survey. Washington: Inter-American Development Bank, 2010. P. 50.
37. *Choi C.* Does economic growth really reduce disaster damages? Index decomposition analysis for the relationship between disaster damages, urbanization and economic gro-

wth and its implications. International Journal of Urban Sciences, 2016. T. 20. No 2. P. 188–205.
38. *Cruz A.M., Okada N.* Consideration of natural hazards in the design and risk management of industrial facilities. Natural hazards, 2008. T. 44. No 2. P. 213–227.
39. ESSnet Big Data. 2020. European Commission. Web resource: www.ec.europa.eu/eurostat/cros/content/essnet-big-data_en (accessed 28.02.2021).
40. *Garschagen M., Romero-Lankao P.* Exploring the relationships between urbanization trends and climate change vulnerability. Climatic Change, 2015. T. 133. No 1. P. 37–52.
41. *Hanewinkel M., Hummel S., Albrecht A.* Assessing natural hazards in forestry for risk management: a review. European Journal of Forest Research, 2011. T. 130. No 3. P. 329–351.
42. *Haynes K., Barclay J., Pidgeon N.* Whose reality counts? Factors affecting the perception of volcanic risk, J. Volcanol. Geoth. Res., 2008. 172. P. 259–272.
43. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, et al.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 1420 p.
44. *Kunreuther H.* Mitigation and financial risk management for natural hazards. The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice, 2001. T. 26. No 2. P. 277–296.
45. *Lujala P., Lein H., Rød J. K.* Climate change, natural hazards, and risk perception: The role of proximity and personal experience. Local Environment, 2015. T. 20. No 4. P. 489–509.
46. *Narita D., Tol R. S. J., Anthoff D.* Damage Costs of Climate Change through Intensifi cation of Tropical Cyclone Activities: An Application of FUND. Climate Research, 2009. 39 (2). P. 87–97.
47. *Orttung R.W., Anisimov O., Badina S., Burns C., Cho L., DiNapoli B., Jull M., Shaiman M., Shapovalova K., Silinsky L., Zhang E., Zhiltcova Y.* Measuring the sustainability of Russia's arctic cities. Ambio, 2020. P. 1–15.
48. *Osipov V.I., Larionov V.N., Burova N.I., Frolova N.I., Sushchev S.P.* Methodology of natural risk assessment in Russia. Nat Hazards, 2017. No 88. P. 17–41.
49. *Roncancio D.J., Nardocci A.C.* Social vulnerability to natural hazards in São Paulo, Brazil. Natural Hazards, 2016. T. 84. No 2. P. 1367–1383.
50. *Streletskiy D., Shiklomanov N., Suter L.* Assessment of the cost of climate change impacts on critical infrastructure in the circumpolar Arctic. Polar Geography, 2019. No 42. P. 267–286.
51. *Tizzoni M., Bajardi P., Decuyper A., Kon Kam King G., Schneider C.M., Blondel V., Smoreda Z., González M.C., Colizza V.* On the use of human mobility proxies for modeling epidemics. PLoS Comput Biol., 2014. V. 7 (10). P. 1–35.
52. UNDRR (2019): Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). 425 p.
53. *Zhou H., Wang J., Wan J., Jia H.* Resilience to natural hazards: a geographic perspective. Natural hazards, 2010. T. 53. No 1. P. 21–41.

REFERENCES

1. A Study on Urban Mobility and Dynamic Populationи Estimation by Using Aggregate Mobile Phone Sources. CSIS Discussion Paper, 2014. No 115. Электронный ресурс: www.csis.utokyo.ac.jp/dp/115.pdf (дата обращения 11.02.2021).
2. *Ahas R., Silm S., Järv O., Saluveer E., Tiru M.* Using mobile positioning data to model locations meaningful to users of mobile phones. Journal of Urban Technology, 2010. V. 1 (17). P. 3–27.

3. *Akimov V.A.* Assessment of the state of science in the Russian Federation on the study of technogenic threats. Civil security technologies. 2018. V. 15. No 1 (55). P. 4–9 (in Russian).
4. *Akimov V.A., Durnev R.A., Sokolov Yu.I.* Dangerous hydrometeorological phenomena on the territory of Russia. Moscow: FGU VNII GOChS (FC), 2009. 316 p. (in Russian).
5. *Baburin L.V., Tikunov S.V., Badina S.V., Chereshnia O.Yu.* The assessment of socio-economic potential density of arctic territories in Russia. Regional Science Inquiry. 2018. V. 10. No 2. P. 37–44.
6. *Baburin V.L., Badina S.V.* Evaluation of the social-economic potential of natural hazard-subjected territories. Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya 5: Geografiya, 2015. No 5. P. 9–16 (in Russian).
7. *Baburin V.L., Badina S.V.* Forecasting of damages from natural hazards for the "Northern Caucasus Resorts" tourist cluster. Sustainable Development of Mountain Territories, 2020. V. 12. No 3 (45). S. 349–356 (in Russian).
8. *Baburin V.L., Badina S.V., Derkacheva A.A., Sokratov S.A., Khismatullin T.I., Shnyparkov A.L.* Economic assessment of debris flow risk (Case study of the Siberian federal district). Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya 5: Geografiya, 2019. No 4. P. 3–14 (in Russian).
9. *Badina S.* Socio-economic potential of municipalities in the context of natural risk (case study – Southern Siberian regions). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018. V. 190. P. 1–7.
10. *Badina S.V.* Assessment of probable economic and social damage from hazardous natural processes in the North-West and Central Caucasus. INTERCARTO. INTERGIS, 2019. V. 25. P. 219–228 (in Russian).
11. *Badina S.V.* Prediction of socioeconomic risks in the cryolithic zone of the Russian Arctic in the context of upcoming climate changes. Studies on Russian Economic Development, 2020. V. 31. No 4. P. 396–403.
12. *Bengtsson L., Lu X., Holme P.* Predictability of population displacement after the 2010 Haiti earthquake. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012. V. 29 (109). P. 11576–11581.
13. *Bird D.K.* The use of questionnaires for acquiring information on public perception of natural hazards and risk mitigation – a review of current knowledge and practice. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2009. T. 9. No 4. P. 1307–1325.
14. *Bogorov V.G., Novikov A.V., Serova E.I.* Self-knowledge of the city. Archeology of the periphery (materials of the Moscow Urban Forum). M.: Meganom, Strelka Institute, 2013. P. 380–405 (in Russian).
15. *Botzen W. J. W., Bouwer L.M., Scussolini P., Kuik O., Haasnoot M., Lawrence J., Aerts J. C.J.H.* Integrated disaster risk management and adaptation. Loss and damage from climate change. Springer, Cham, 2019. P. 287–315.
16. *Bründl M., Romang H.E., Bischof N., Rheinberger C.M.* The risk concept and its application in natural hazard risk management in Switzerland. Natural Hazards and Earth System Sciences, 2009. T. 9. No 3. P. 801–813.
17. *Calabrese F., Diao M., Lorenzo D., Ferreira J.* Understanding individual mobility patterns from urban sensing data: A mobile phone trace example. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2013. V. 26. P. 301–313.
18. *Cavallo E., Noy I.* The Economics of Natural Disasters. A Survey. Washington: Inter-American Development Bank, 2010. P. 50.
19. *Choi C.* Does economic growth really reduce disaster damages? Index decomposition analysis for the relationship between disaster damages, urbanization and economic

growth and its implications. International Journal of Urban Sciences, 2016. T. 20. No 2. P. 188–205.
20. *Cruz A.M., Okada N.* Consideration of natural hazards in the design and risk management of industrial facilities. Natural hazards, 2008. T. 44. No 2. P. 213–227.
21. *Efremov K.V., Lisanov, M.V., Sof'in, A.S.* Calculation of zones of destruction of buildings and structures during explosions of fuel-air mixtures at hazardous production facilities. Labor safety in industry, 2011. T. 20. No 11. P. 70–77 (in Russian).
22. ESSnet Big Data. 2020. European Commission. Web resource: www.ec.europa.eu/eurostat/cros/content/essnet-big-data_en (accessed 28.02.2021).
23. *Garschagen M., Romero-Lankao P.* Exploring the relationships between urbanization trends and climate change vulnerability. Climatic Change, 2015. T. 133. No 1. P. 37–52.
24. *Grazhdankin A.I.* Modern hazards of major industrial accidents. VNII GOCHS: yesterday, today, tomorrow. Book 3 – Scientific articles. Ed. V.A. Akimov. M.: VNIIGOCHS, 2011. P. 293–298 (in Russian).
25. *Hanewinkel M., Hummel S., Albrecht A.* Assessing natural hazards in forestry for risk management: a review. European Journal of Forest Research, 2011. T. 130. No 3. P. 329–351.
26. *Haynes K., Barclay J., Pidgeon N.* Whose reality counts? Factors affecting the perception of volcanic risk, J. Volcanol. Geoth. Res., 2008. 172. P. 259–272.
27. Insurance against emergencies. Under total. ed. S.I. Voronova. Moscow: FGBU VNII GOChS (FC), 2016. 292 p. (in Russian).
28. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona et al.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 1420 p.
29. *Kunreuther H.* Mitigation and financial risk management for natural hazards. The Geneva Papers on Risk and Insurance-Issues and Practice, 2001. T. 26. No 2. P. 277–296.
30. *Lujala P., Lein H., Rød J. K.* Climate change, natural hazards, and risk perception: The role of proximity and personal experience. Local Environment, 2015. T. 20. No 4. P. 489–509.
31. *Makarova E.A., Porfiriev B.N.* Economic assessment of damage from natural disasters and catastrophes. Bulletin of the Russian Academy of Sciences, 2014. T. 84. No 12. P. 1059–1072 (in Russian).
32. *Makhrova A.G., Babkin R.A., Kazakov E.E.* Dynamics of the daytime and nighttime population as an indicator of structural and functional changes in the territory of the city in the zone of influence of the Moscow Central Ring using data from mobile operators. The contours of global transformations: politics, economics, law, 2020. V. 13. No 1. P. 159–179 (in Russian).
33. *Makhrova A.G., Kirillov P.L.* Seasonal pulsation of settlement in the Moscow agglomeration under the influence of dacha and labor pendulum migration: approaches to the study and assessment. Regional Studies, 2015. No 1 (47). P. 117–125 (in Russian).
34. *Makhrova A.G., Nefedova T.G., Treivish A.I.* Polarization of the space of the Central Russian megalopolis and population mobility. Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya 5: Geografiya, 2016. No 5. P. 77–85 (in Russian).
35. *Narita D., Tol R. S. J., Anthoff D.* Damage Costs of Climate Change through Intensifi cation of Tropical Cyclone Activities: An Application of FUND. Climate Research, 2009. 39 (2). P. 87–97.
36. On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2019: state report. M.: EMERCOM of Russia; FGBU VNII GOChS (FC), 2020. 259 p. (in Russian).

37. *Orttung R.W., Anisimov O., Badina S., Burns C., Cho L., DiNapoli B., Jull M., Shaiman M., Shapovalova K., Silinsky L., Zhang E., Zhiltcova Y.* Measuring the sustainability of Russia's arctic cities. Ambio, 2020. P. 1–15.
38. *Osipov V.I.* Urbanization and natural hazards. Tasks to be solved. Geoecology, 2007. No 1. P. 3–9 (in Russian).
39. *Osipov V.I., Aksyutin O.E., Ishkov A.G., Grachev V.A., Sergeev D.O.* Adaptation is the most important technology for the development of the Russian subarctic territories. Bulletin of the Russian Academy of Sciences, 2019. T. 89. No 1. P. 56–63 (in Russian).
40. *Osipov V.I., Burova V.N., Zaikanov V.G., Minakova T.B.* Basics for assessing the vulnerability of territories to hazardous natural processes that determine emergency situations (principles and methodological approaches). Geoecology, 2015. No 3. P. 195–203 (in Russian).
41. *Osipov V.I., Burova V.N., Zaikanov V.G., Molodykh I.I., Pyrchenko V.A., Savisko I.S.* Map of large-scale (detailed) engineering-geological zoning of the territory of Moscow. Geoecology, 2011. No 4. P. 306–318 (in Russian).
42. *Osipov V.I., Larionov V.N., Burova N.I., Frolova N.I., Sushchev S.P.* Methodology of natural risk assessment in Russia. Nat Hazards, 2017. No 88. P. 17–41.
43. *Popov A.A., Kuricheva E.K.* Development of housing construction in the 2010s as a factor in the transformation of the Moscow agglomeration. Regional Studies, 2015. No 1 (47). P. 104–116 (in Russian).
44. *Porfiriev B.N.* Economic consequences of the catastrophic flood in the Far East in 2013. Bulletin of the Russian Academy of Sciences, 2015. V. 85. No 22. P. 128–137 (in Russian).
45. *Porfiriev B.N.* Nature and economics: risks of interaction. (Ecological and economic essays). Edited by Academician V.V. Ivanter. Moscow: Ankil, 2011. 352 p. (in Russian).
46. *Roncancio D.J., Nardocci A.C.* Social vulnerability to natural hazards in São Paulo, Brazil. Natural Hazards, 2016. T. 84. No 2. P. 1367–1383.
47. *Shaposhnikov A.S.* Analysis of the effectiveness of monitoring and forecasting systems for natural and man-made emergencies using the example of Moscow. Civil Security Technologies, 2009. V. 6. No 3–4. P. 210–215 (in Russian).
48. *Shemyakin A.S., Yakovlev S.Yu.* Calculation of the affected area for chemically hazardous objects. Proceedings of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2016. No 6–7 (40). P. 120–131 (in Russian).
49. *Streletskiy D., Shiklomanov N., Suter L.* Assessment of the cost of climate change impacts on critical infrastructure in the circumpolar Arctic. Polar Geography, 2019. No 42. P. 267–286.
50. *Tizzoni M., Bajardi P., Decuyper A., Kon Kam King G., Schneider C.M., Blondel V., Smoreda Z., González M.C., Colizza V.* On the use of human mobility proxies for modeling epidemics. PLoS Comput Biol., 2014. V. 7 (10). P. 1–35.
51. *Tokareva E.A.* Organization of financing of the consequences of natural disasters in foreign countries. Ed. L.I. Tsvetkova. Moscow: Ankil, 2015. 76 p. (in Russian).
52. UNDRR (2019): Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, Geneva, Switzerland, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). 425 p.
53. *Zhou H., Wang J., Wan J., Jia H.* Resilience to natural hazards: a geographic perspective. Natural hazards, 2010. T. 53. No 1. P. 21–41.

УДК: 801.311: 913 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-202-217**

Ф.Н. Лисецкий[1], С.В. Ильяшенко[2], Ж.А. Буряк[3]

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ФОРМИРОВАНИЯ СЕТИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

АННОТАЦИЯ

Применение геоинформационных систем позволяет эффективно решить задачу картографирования процесса распределения и перераспределения населения в регионе первичного освоения, а также исследования динамики расселения по ключевым временным срезам. Для эффективного пространственного анализа результатов процесса распределения и перераспределения населения функционал информационно-поисковой системы целесообразно адаптировать с помощью картографического сервера, а также веб-приложения, которое обеспечивает обработку данных и взаимодействие с базой данных, включающей геоданные и атрибутивную информацию.

В статье представлен опыт разработки информационно-поисковой системы в виде картографического веб-приложения и ее применение для установления территориальных закономерностей региональной системы расселения по пяти историко-географическим периодам (с середины XVIII века до настоящего времени). Информационно-поисковая система предоставляет возможность графического отбора и отображения населенных пунктов на карте с учетом формирования системы расселения по историко-географическим этапам, а также реализован поиск как по современным, так и по историческим названиям населенных пунктов. Эффективность работы информационно-поисковой системы продемонстрирована на примере одного из регионов Северного Причерноморья, где с середины XVIII века сталкивались интересы Польши, Турции и России, а пространственно-временная динамика системы расселения отражала изменение государственных границ.

Серия электронных карт по пяти историко-географическим этапам формирования сети поселений была получена благодаря ее импорту в базу геоданных информационно-поисковой системы и автоматическому распределению поселений по хронологическим интервалам (до 1794, 1795–1860, 1861–1905, 1906–1918, 1919–2020). Завершающий этап стабилизации роста числа населенных пунктов, который определил формирование плотности сети поселений 3,7 единиц на 100 км^2, приходится на период 1906–1941 годы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: информационно-поисковая система, ГИС, сеть поселений, временные срезы, топоним.

[1] Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, д. 85, 308015, Белгород, *e-mail:* **liset@bsu.edu.ru**

[2] Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, д. 85, 308015, Белгород, *e-mail:* **sv256@yandex.ru**

[3] Белгородский государственный национальный исследовательский университет, ул. Победы, д. 85, 308015, Белгород, *e-mail:* **buryak@bsu.edu.ru**

Fedor N. Lisetskii[1], Stanislav V. Ilyashenko[2], Zhanna A. Buryak[3]

DEVELOPMENT OF THE INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM TO ANALYZE THE DYNAMICS OF THE FORMATION OF SETTLEMENTS NETWORK

ABSTRACT

The use of geographic information systems provides an effective solution to the goal of mapping the results of the population distribution and redistribution of the population in the region of primary development, as well as to study the dynamics of settlement by key time slices. For effective spatial analysis of the results of the distribution and redistribution of the population, it is advisable to adapt the functionality of the information retrieval system using a map server, as well as a web application that provides data processing and interaction with a database that includes geodata and attributive information. The article presents the experience of developing an information retrieval system in the form of a cartographic web application and its application to establish the territorial logic of the regional settlement system for five historical and geographical periods (from the middle of the 18th century to date). The information retrieval system provides an option of graphic selection and display of settlements on the map, taking into account the formation of the settlement system according to the historical and geographical stages, as well as an option of searching by both modern and historical names of settlements. The performance efficiency of the information retrieval system was demonstrated using the case study of one of the Northern Black Sea regions, where the interests of Poland, Turkey and Russia clashed from the middle of the 18th century; and the spatial and temporal dynamics of the settlement system reflected the change in state borders. A series of electronic maps on five historical and geographical stages of the formation of a network of settlements was obtained thanks to its import into the geodatabase of an information retrieval system and the automatic distribution of settlements by chronological intervals (up to 1794, 1795–1860, 1861–1905, 1906–1918, 1919–2020). The final stage of stabilizing the growth of the number of settlements, which determined the settlement network density of 3.7 units per 100 km^2, falls during the period of 1906–1941.

KEYWORDS: information retrieval system, GIS, settlements network, time slices, toponym.

ВВЕДЕНИЕ

Географические названия (топонимы) представляют собой существенную составляющую географической информации с четкими отличительными и адресными функциями [*Судаков,* 1999]. Средства и методы географической науки вообще и современной картографии в частности позволяют устанавливать существующие и выявлять латентные взаимосвязи между компонентами топонимических территориальных систем и их окружением [*Афанасьев,* 2009]. Топонимическая система территорий, которая формировалась на протяжении длительного времени в условиях изменения государственных границ и разнообразных миграционных потоков, представляет собой многослойное образование, состоящее из разноязычных элементов [*Инжеватов,* 1979]. Поэтому использование диахронического анализа на основе воссозданной эволюционной

[1] Belgorod State National Research University, Pobedy, 85, 308015, Belgorod, Russia, *e-mail*: **liset@bsu.edu.ru**

[2] Belgorod State National Research University, Pobedy, 85, 308015, Belgorod, Russia, *e-mail*: **sv256@yandex.ru**

[3] Belgorod State National Research University, Pobedy, 85, 308015, Belgorod, Russia, *e-mail*: **buryak@bsu.edu.ru**

цепочки трансформации топонимов позволяет понять происхождение современного названия, сохраняя утраченные свидетельства «языка земли» [*Надеждин,* 1837].

В работах отечественных и зарубежных ученых [*Zhang et al.,* 2014; *Тикунов и др.,* 2015; *Ukrainskiy,* 2016; *Добрякова,* 2018; *Черкасов,* 2018; *Cutini et al.,* 2019] убедительно показано, что геоинформационные системы можно рассматривать как эффективный инструмент пространственно-временного анализа расселения и миграции населения, а также этнодемографических процессов. В последнее время разрабатывается методология автоматизированного картографирования сети населенных пунктов с использованием архивов исторических спутниковых данных [*Esch, Roth,* 2004; *Miyazaki et al.,* 2016; *Esch et al.,* 2017; *Wei et al.,* 2017; *Palacios-Lopez et al.,* 2019]. Самостоятельное направление в картографировании расселения населения – это историко-географический подход, включая разработку электронных топонимических карт [*Бугаевский, Подольская,* 2005; *Уставич и др.,* 2012; *Тугуз,* 2015; *Калашникова, Козлова,* 2016; *Валетов, Радиш,* 2018; и др.], который может завершаться созданием ретроспективных ГИС-моделей или исторических ГИС [*Чибисов и др.,* 2017]. Помимо картографирования сложившейся сети поселений на фиксированный момент времени в зависимости от их людности, приуроченности к типам ландшафтов и других факторов ГИС-технологии позволяют обеспечить анализ динамики расселения по историко-географическим срезам. Связи историко-географических срезов и нахождение общих тенденций развития изучаемых процессов определяют цель диахронического анализа [*Vampilova, Manakov,* 2013]. С анализом сети поселений по временным срезам соприкасается подход по картографированию исчезающих (вымерших и вымирающих) сельских населенных пунктов, дифференцированные по результатам обработки данных космической съемки [*Голеусов и др.,* 2020].

Цель работы состоит в представлении опыта разработки информационно-поисковой системы в виде веб-приложения, предназначенного для выявления территориальных закономерностей расселения населения на уровне региона по ключевым историко-географическим срезам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

«Информационно-поисковая система расселения населения по Днепро-Бугской части Новороссии» разработана с использованием современной технологии *ASP.NETCore MVC*. Она является кроссплатформенной, высокопроизводительной средой с открытым исходным кодом для создания современных веб-приложений. *ASP.NET Core* предоставляет следующие преимущества:

– Единое решение для создания пользовательского веб-интерфейса и веб-API.
– Поддержка асинхронных операций для увеличения производительности.
– Предоставляет удобные средства для unit-тестирования.
– Возможность разработки и запуска в ОС *Windows, macO*S и *Linux*.
– Интеграция современных клиентских платформ и рабочих процессов.
– Встроенное введение зависимостей.
– Упрощенный высокопроизводительный модульный конвейер *HTTP*-запросов.
– Возможность размещения в *IIS, Nginx, Apache, Docker* или в собственном процессе.
– Инструментарий, упрощающий процесс современной веб-разработки.
– Средства кеширования данных.

Для увеличения производительности и с целью снижения нагрузки на используемую СУБД реализовано кеширование следующих данных: названия временного среза, названия населенных пунктов для «живого поиска» и выборки получения пространственных данных для отображения на карте. Хранение пространственных данных и атрибутивной информации выполняется СУБД *Microsoft SQL Server Express*

Edition, которая поддерживает работу с пространственными данными. Эта СУБД обеспечивает хорошую производительность и предоставляет удобные инструменты администрирования. При достижении ограничений версии *Express Edition*, базу данных можно без затруднений перенести на более производительные версии *Standard / Enterprise Edition*, способные работать в составе кластера. Для отражения картографической информации и обеспечения интерактивного взаимодействия с ней в браузере пользователя задействована библиотека с открытым исходным кодом, написанная на *javascript*, – *OpenLayers*. Она предоставляет API для создания интерактивных карт в *html*-страницах. Библиотека может отображать файлы, векторные данные и маркеры, загружаемые с любого ресурса. Начиная с третьей версии, библиотека была переписана с нуля, используя современные архитектурные решения. Пространственные данные могут быть представлены в любой проекции. *OpenLayers* также добавляет некоторую функциональность, например, возможности вращения и анимации карт.

Опираясь на опыт разработки геоинформационной аналитической системы «Археологические памятники Крыма» [*Буряк и др.,* 2018], архитектуру информационно-поисковой системы определяют две основные подсистемы: картографический сервер и веб-приложение, для серверной части которого использована платформа *ASP.NET Core MVC*, обеспечивающая обработку данных и взаимодействие с базой данных, в которой хранятся как геоданные, так и атрибутивная информация.

Историко-географическое изучение расселения населения выполнено для территории Нижнего Побужья (приморская часть Причерноморской низменности от Тилигульского лимана на западе до р. Ингулец с ее правым притоком – р. Висунь на востоке), которая со второй половины XVIII века входила в состав Новороссии. Изменение системы расселения населения учитывали в границах территории Николаевской области Украины (24,6 тыс. кв. км). Базовой основой исходных данных для разработанной информационно-поисковой системы стал подготовленный при поддержке Русского географического общества историко-географический справочник расселения населения по территории Днепро-Бугской части Новороссии. Каждая статья справочника по ойконимам содержит данные о местоположении, дате основания, истории заселения, землевладельцах, хронологии изменения наименования, дате переименований и присоединений (при наличии) населенных пунктов, близлежащих исчезнувших поселениях и наличии захоронений, объектах природного и историко-культурного наследия. Составленный реестр топонимов, основанный, прежде всего, на разновременном картографическом материале и списках населенных мест XIX – начала XX вв. с привлечением справочников административно-территориального деления, насчитывает более 7000 вариантов топонимов (ойконимов, а также контекстно связанных с ними гидронимов, оронимов и гидрооронимов). Результатом многолетней работы стал систематизированный перечень в пределах региона всех топонимов, который включает 1011 ойконимов (основных наименований с 2400 вариантами). Для целей топонимики часто становится результативным сопоставление первых названий поселений и начальных, картографически закрепленных, наименований объектов гидрографической сети и ее верхних звеньев – суходольной сети (балок и оврагов), которые в дальнейшем нередко теряли свои названия. При начальном этапе землеустройства и расселения основными ориентирами выступали гидронимы и оронимы, что показывает анализ первых по времени создания трехверстовых карт. Ранее [*Лисецкий,* 2012] для более широкого интервала времени (от античности до настоящего времени), используя анализ свыше 100 основных карт и атласов, был составлен реестр из 193 водных объектов, для которых суммарно зафиксировано 697 вариантов наименований. В уместных случаях, статьи справочника дополняют географические названия и топонимы – традиционные категории

для географии, информацией, позволяющей формировать представление о месте, обладающим устойчивым образом, в рамках нового в географической ономастике понятия – геоконцепт [*Калуцков,* 2016]. Это отражается в фактах переименований населенных пунктов из-за переоценки знаковых исторических событий и роли тех или иных личностей, включая – уроженцев этих мест, в том числе за короткий (7 лет) предшествующий современному состоянию период времени.

Использованный исследовательский подход предполагал совместное использование разновременных картографических материалов с систематизированными списками населенных пунктов, что позволило отразить динамику формирования поселений при слиянии отдельных его частей или слиянии поселений, переноса на новое место, преодолеть трудности в локализации соседних и одинаковых по названию поселений, и других ситуаций, отражение которых невозможно, используя только списки населенных пунктов. Таким образом, созданная справочная база включает не только описание населенных пунктов, формирующих сеть поселений, как зафиксированный на данный момент времени результат процесса расселения населения, но и характеризует особенности распределения и перераспределения населения по территории. Этот аспект отражается в фактах исходного местожительства первичных и вторичных иммигрантов, связи материнских поселений с дочерними, объединении поселений, в отдельных случаях переносе поселений на новое место, фиксации исчезнувших населенных пунктов.

В традиционных источниках топонимической информации (словари по топонимике, разновременные справочники по населенным пунктам, лоции, материалы по земле- и лесоустройству) особое место имеет сравнение исторических планов и карт с современными топографическими картами [*Соколова,* 2007]. Коллекция наиболее ранних карт Северного Причерноморья, которую одному из авторов (*ЛФН*) удалось обработать в кабинете геодезии Одесского национального университета им. И.И. Мечникова, была подготовлена к изданию российским и украинским историком, картографом В.А. Кордтом (1860–1934). Издание включает набор (фактически – атлас) из 41 крупноформатной карты: от «Карты Киевского воеводства; составитель – Сансон д'Аббевиль [*Sanson d'Abbeville*] на основе карты Боплана». М. 1:9 000 000 (1665 г.) до «Карты Екатеринославского наместничества и Земли Черноморских Казаков» М. 1:1 000 000 (1792 г.). Карты последней четверти XVIII в., включая карту Новороссийской губернии Ивана Исленьева (1779 г.) и Екатеринославского наместничества (1792 г.), содержат уже значительное количество населенных пунктов, тогда как более ранние карты дают большой материал по гидрографии и о возникновении самых старых поселений. В нашем исследовании историко-географический анализ локализации и трансформации поселений проводили, используя преимущественно метод сравнения планов генерального межевания 1828 г. (для северных уездов Херсонской губернии) и трехверстовых карт 1869 и 1915 гг. (для всей территории) с топографическими картами масштаба 1:100 000 1984–1985 гг.

Даты возникновения (или, в отдельных случаях, первого упоминания в документах) населенных пунктов устанавливали по большому корпусу справочных и картографических материалов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первоначальная обработка пространственных данных была проведена в программе *ArcGIS* 10.5. Исходными пространственными данными для составления карты послужила локализация населенных пунктов Николаевской области в формате шейп-файла, по состоянию на период 1995–1998 гг. На втором этапе проведена актуализация географии населенных пунктов – выявлены и удалены из базы уже исчезнувшие поселения, а также отмечены случаи вхождения соседних сел в состав поселков и городов. Поскольку среди

названий населенных пунктов насчитывается 363 одноименных ойконимов (в том числе в пределах одного административного района), то для их однозначной идентификации была установлена принадлежность к административному району (территориальное деление на 19 районов, до укрупнения в 2020 г.) и сельскому поселению (территориальной общине). Даты основания каждого из 922 населенных пунктов были сгруппированы по шести историко-географическим этапам: до 1794 г.; 1795–1860 гг.; 1861–1905 гг.; 1906–1918 гг.; 1919–1941 гг.; 1943–2020 гг. Так как на последнем этапе зафиксировано формирование только 16 поселений (1,8 % от их общего количества), они вошли в состав пятого исторического этапа (1919–2020 гг.). Этапы возникновения ойконимов отражены в структуре таблицы атрибутов шейп-файла путем создания пяти полей с кодами временных интервалов: *int1, int2, int3, int4, int5*. На период возникновение населенного пункта указывает символ * в соответствующем столбце. При импорте в базу геоданных информационно-поисковой системы населенные пункты автоматически распределялись по пяти историко-географическим этапам.

Страница с интерактивной картой создана по принципу одностраничного приложения (*singlepageapplication*). Все взаимодействия с веб-сервером происходят через асинхронные *http*-запросы в формате данных JSON с помощью клиентской библиотеки *jQuery*, без перезагрузки всей страницы. Когда пользователь вводит в адресной строке браузера адрес страницы с картой, браузер выполняет *http*-запрос на удаленный веб-сервер *IIS*, выступающий в качестве обратного прокси-сервера, и передает запрос на веб-сервер *Kestrel*, который и содержит всю логику веб-приложения и является конечной точкой обработки запроса. После прохождения всех компонентов конвейера (*middleware*), запрос поступает в метод контроллера, который содержит всю необходимую логику обработки запроса.

При первом запросе контроллер генерирует *html*-страницу, которая отображается в качестве рабочего интерфейса веб-приложения. После загрузки страницы с помощью клиентской библиотеки *OpenLayers*, создается необходимый компонент для просмотра карт и интерактивной работы с пространственными данными населенных пунктов. Далее браузер, используя библиотеку *OpenLayers*, в зависимости от настроек отображаемых слоев выполняет запросы к различным картографическим сервисам для загрузки тайлов карт-подложек. Обращение может происходить к следующим ресурсам:

– сервису *OpenStreetMap* – для загрузки тайлов, созданных по векторным картам;
– сервису *Bing* – для загрузки тайлов космического снимка.

Для получения информации о пространственных данных выполняется асинхронный запрос к веб-серверу (и обрабатываемый соответствующим методом контроллера). Для доступа к данным, хранящимся в СУБД, контроллер использует компонент *DataAccess*, который в свою очередь, с помощью библиотеки *Dapper* взаимодействует с данными, хранящимися в СУБД *Microsoft SQL Server Express Edition*. Получив необходимую информацию, контроллер возвращает эти данные в формате *JSON* браузеру, а последний, с помощью *OpenLayers*, визуализирует пространственные данные населенных пунктов в виде точечных объектов (рис. 1).

Таким образом, информационно-поисковая система «Историко-географические этапы заселения Днепро-Бугской части Новороссии» (https://settlemap.bsu.edu.ru) представляет собой веб-приложение для поиска и пространственного анализа изменений населенных пунктов во времени по нескольким хронологическим интервалам. Система предоставляет возможность графического отбора и отображения поселений на карте с учетом выбранных временных срезов, а также реализован поиск как по современным, так и по историческим названиям населенных пунктов.

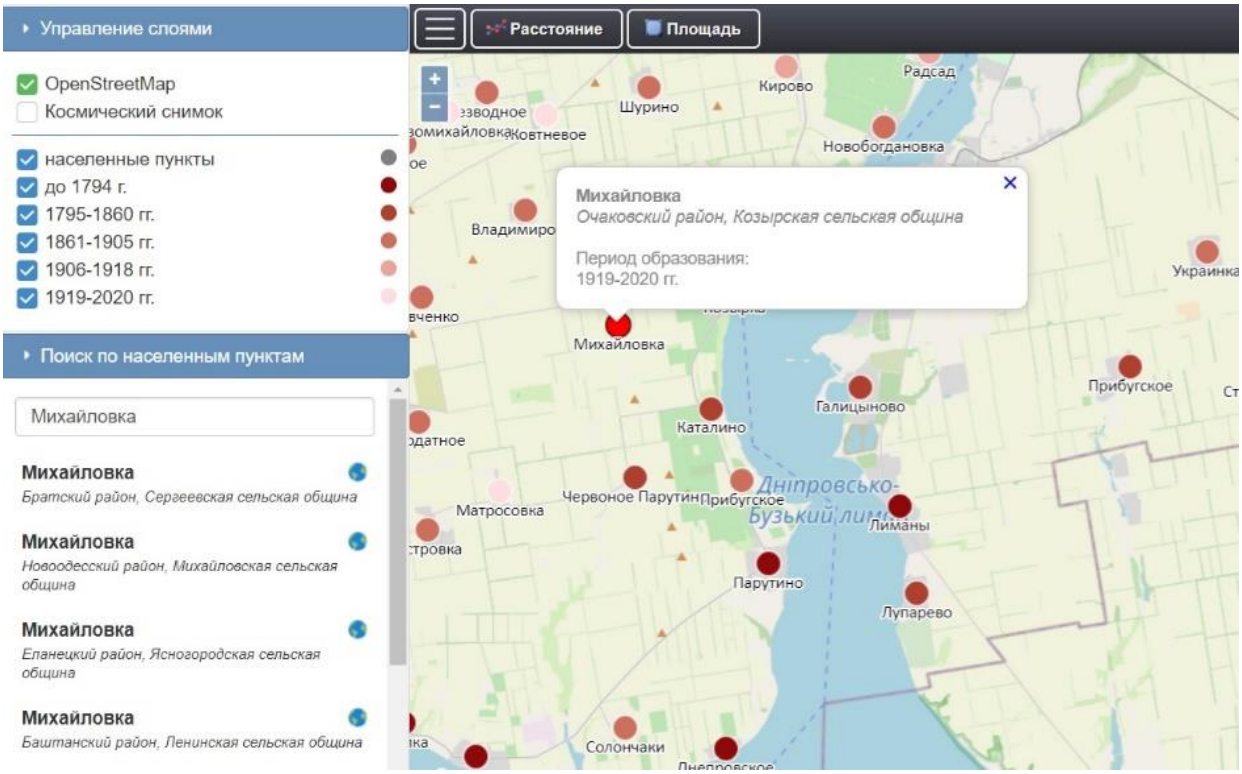


Рис. 1. Окно веб-приложения для поиска и пространственного анализа сети населенных пунктов

Fig. 1. Window of a web application for searching and spatial analysis of a network of settlements

При вводе названия населенного пункта реализован так называемый механизм «живого поиска» с помощью асинхронных запросов по технологии *ajax*, позволяющий пользователю не вводить полное название населенного пункта, а выбрать подходящее из предложенного списка. В случае наличия среди результатов поиска исторического названия рядом отображена информация о современном названии населенного пункта. Каждый из найденных населенных пунктов можно отобразить на карте, при этом происходит центрирование на выбранном объекте и отображение дополнительной информации о нем. Для облегчения навигации по карте реализована группировка объектов в кластеры с целью разгрузки карты от большого объема геоданных при мелком масштабировании. Для выполнения различных операций пространственного анализа в системе существует возможность измерения расстояний и площадей.

Территория между Южным Бугом и Днепром вошла в состав России по Кючук-Кайнарджийском миру, когда в 1774 г. создается Новороссийский край, а территория к западу от Южного Буга – после заключения Ясского мира в 1791 г. За 75 лет после присоединения к России население Новороссии возросло почти в 100 раз, впервые сформировалась система расселения населения. Это регион первичного освоения, как в отношении системы землепользования, так и расселения населения по территории, что показывает анализ старых картографических источников. В частности, на мелкомасштабных картах показано в современных границах только четыре значительных поселений как в 1650 г. (карта Г. Боплана, составленная по результатам работ в 1630–1648 гг., в переложении Д. Бантыш-Каменского (1829)), так и в 1745 г. (карта из Атласа Петербургской академии наук), а спустя столетие после первых карт – 7 поселений (Карта Украины и восточной части Польши Г. Фациуса, 1769 г.; М 1:2 000 000).

Однако история заселения территории Северного Причерноморья уходит корнями в ранний железный век, так как системе расселения нового времени предшествовала скифская и античная эпохи. В южной части Днестровско-Днепровского междуречья проживали каллипиды, которых Геродот называл эллино-скифами, о чем свидетельствуют в основном погребальные памятники скифской культуры IV–III вв. до н.э. в Нижнем Побужье, вдоль рек Ингул и Ингулец. Причем на этапе предыстории (до средневековья) появились не только города с известными наименованиями, как Борисфенида (VII в. до н.э.), Скопела, Одесс, Алектор и Ольвия [Крыжицкий и др., 1990, с. 5, карта IV], но также обширная сеть сельских поселений. Сельская округа Ольвия, охватившая в VI в. до н.э. – IV в. н.э. южные степи (до широты г. Николаева) от Тилигульского до Днепровского-Бугского лиманов, включала более 300 поселений [*Крыжицкий и др.,* 1990, с. 8]. В эллинистический период развития Ольвийского государства поселенческая структура сельской округи достигает максимальной плотности, а на ближней хоре (правобережная часть Нижнего Побужья) зона аграрного освоения (пашня, постоянные выгоны), которая была реконструирована по данным ДЗЗ [*Lisetskii, Rodionova,* 2012], составляла 25-30% современной площади агроугодий в этом регионе [*Lisetskii, Rodionova,* 2015].

Продолжительность установленных пяти историко-географических этапов возникновения населенных пунктов различается, что определялось необходимостью учета через хронологические границы изменений государственных границ и рубежных социально-политических процессов. Количество населенных пунктов распределилось по пяти этапам их возникновения следующим образом: до 1794 г. (174); 1795–1860 гг. (260); 1861–1905 гг. (251); 1906–1918 гг. (52); 1919–2020 гг. (185). Распределение количества населенных пунктов по датам их возникновения в разрезе первых трех исторических этапов и объединенного (четвертого и пятого) этапа демонстрирует рис. 2.

Особенности первого историко-географического этапа определялись, прежде всего, изменениями государственных границ после русско-турецкой войны 1768–1774 гг. с заключением Кючук-Кайнарджийского мира и войны 1787–1791 гг. с заключением Ясского мира, когда к левобережной части Нижнего Побужья через 17 лет была присоединена к России и правобережная часть региона. Примечательно довольно равномерное по территории распределение поселений, которые сформировались уже к 1794 году в северо-западной части области (рис. 2, А). Южной границей этого микрорегиона является долина р. Кодыма. Это объясняется тем, что эта территория после объединения Правобережной Украины с Россией входила в состав Брацлавское наместничества (1793–1796 гг.), созданного взамен одноименного воеводства, ликвидированного в 1793 г. Помимо этого, из-за неопределенности границы России с Портой к западу от Днепра по Белградскому миру 1739 г. на землях, принадлежавших Польше, создавались крепости и сербские колонии. Они формировали в 1752–1764 гг. Новую Сербию – административно-территориальную единицу на землях между реками Днепр и Синюха. В середине XVIII века территорию от устья р. Синюха к востоку, захватывая средние части долины рек Ингула и Ингульца, занимала Бугогардовская паланка (административная единица Запорожья в период Новой Сечи). В 1775 г на пограничных землях вдоль левого берега Южного Буга были поселены арнауты-волонтеры из сербов, валахов, болгар, молдаван, албанцев, которые в том или ином качестве во время войны 1768–1774 гг. находились на военной службе у русского правительства. Арнаутами, входившими в состав созданных Турцией в 1769 г. двух полков, перешедших на сторону России, и ставших с 1774 г. казаками Бугского войска, было основано 27 станиц и хуторов между Бугом и Ингулом.

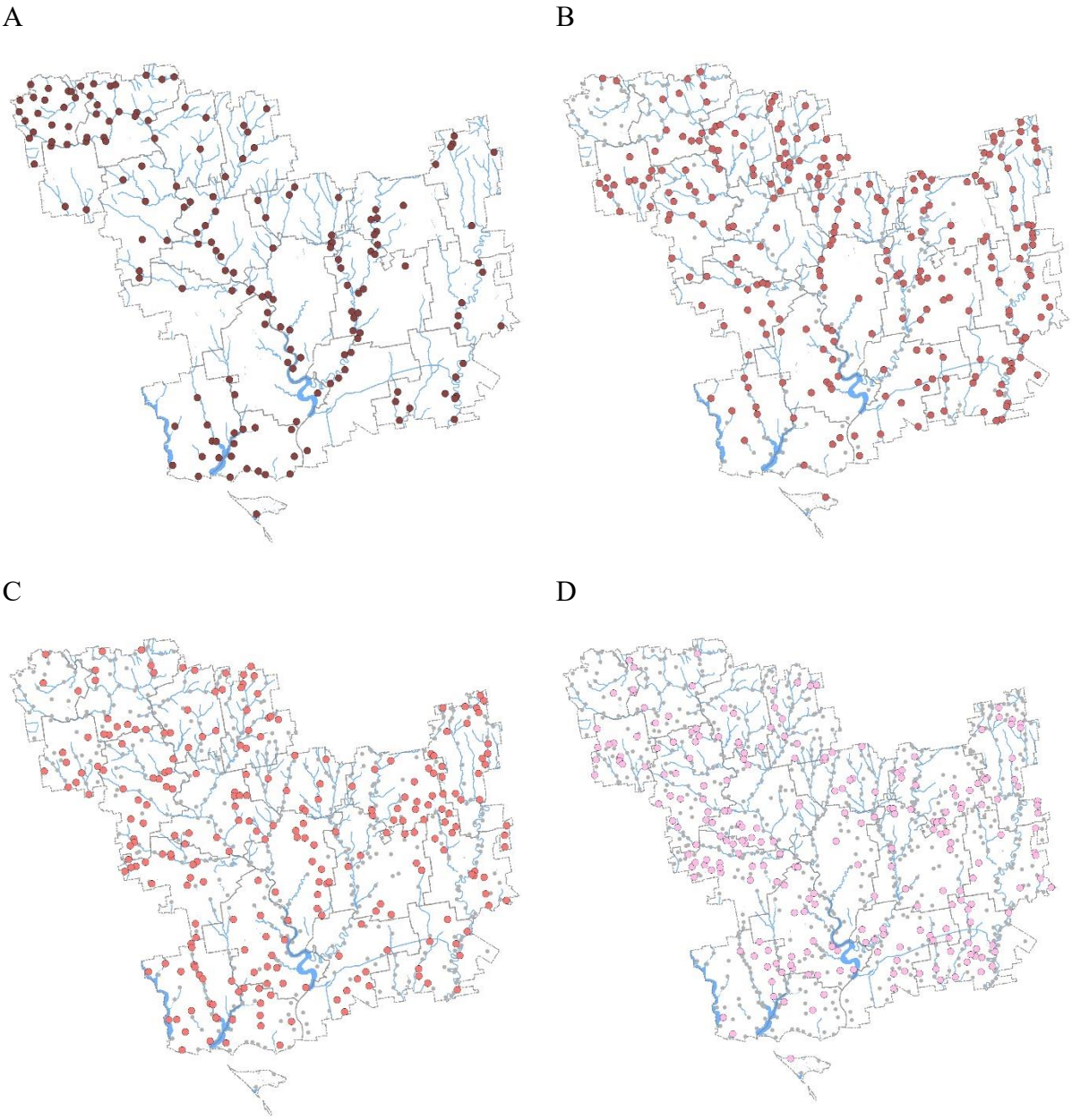


Рис. 2. Формирование сети населенных пунктов на территории Николаевской области по историко-географическим срезам: до 1794 г. (A); 1795–1860 гг. (B); 1861–1905 гг. (C); 1906–2020 гг. (D). Черные точки фиксируют местоположение поселений в предыдущие этапы.

Fig. 2. Formation of a network of settlements on the territory of the Nikolaev region in terms of historical and geographical slices: before 1794 (A); 1795–1860 (IN); 1861–1905 (C); 1906–2020 (D). Black dots mark the location of the settlements in the previous stages.

На фоне практически незаселенной правобережной части Нижнего Побужья обращает на себя внимание наличие группы поселений в непосредственной близости к Очакову. С 1779 по 1791 г. Очаковская область (западнее р. Южный Буг и южнее р. Кодыма) находилась во владении турецкого султана, но Турция обещала России не создавать здесь новых поселений, кроме уже имеющихся деревень и селений. Но

известно, что когда по Ясскому договору с Турцией эта территория с 1792 г. отошла России, то здесь было много «ханских слобод», заселенных русскими выходцами и молдаванами. Давно жили на турецких землях некрасовцы (наряду с другими старообрядцами), запорожцы-арендаторы и беглые крепостные крестьяне. Приведем и такой малоизвестный факт: после того как в декабре 1788 г. пала крепость Очаков уже с 1789 г. на землях, официально не закрепленных за Россией, стали возникать поселения к западу от Буга. Еще до официального присоединения Буго-Днестровского междуречья к Екатеринославской губернии (26.1.1792 г.) инициатором заселения земель Очаковской области был генерал-майор Иосиф де-Рибас. Черноморскому казачьему войску, основанному в 1787 г., Г.А. Потемкин пожаловал в 1790 г. земли между Днестром и Кинбурнской косой, где казаками основано три паланки, в том числе и Березанскую. Однако такие поселения оставались казацкими лишь до 1792 г., когда на земли Кубанского края, пожалованные Грамотой Екатерины II от 30 июня 1792 г. Черноморскому казачьему войску, было переселено более 18 тысяч казаков, уже осевших в Буго-Днестровском междуречье.

Второй период расселения населения (с 1795 по 1860 г.) отличатся от предыдущего достаточно равномерным рассосредоточением населенных пунктов на степных междуречьях как левобережья, так и правобережья Нижнего Побужья (рис. 2, B). Основным драйвером процессов распределения и перераспределения населения по территории была необходимость закрепления земельных участков за землепользователями (первоначально в лице собственников: военных, дворян и иностранцев) для создания условий эффективного сельскохозяйственного производства. С конца XVIII века, когда впервые были утверждены землеотводы в Новороссии (по Манифесту 1793 г.), происходит экспоненциальный рост площади пашни, а доля кормовых угодий (пастбищ), игравших значительную роль в связи с развитым овцеводством, по завершении второго периода расселения сократилась до 36 % [*Lisetskiy,* 1991]. Со второй половины XVIII века активная колонизация края шла по двум направлениям миграционных потоков – государственному (из уроженцев внутренних губерний) и иностранному. В числе колонистов были молдаване, греки, армяне, а также болгары, сербы, валахи, албанцы, поляки, шведы, немцы. Указ Александра I от 25 октября 1801 г. закреплял права беженцев, притесняемых Оттоманской Портой, что гарантировало народам, проживавшим на Балканах, приют в Новороссийском крае. С начала XIX в. десять материнских колоний немецких переселенцев формировали по правому берегу Буга (на водосборе р. Березань) «Березанский округ немецких колоний», который впоследствии (1927–1938 гг.) даже трансформировался в немецкий национальный район (Ландауский (Карл-Либкнехтовский)), а в границах 1926 г. в области проживало около 31 тыс. немцев. В трех южных губерниях, включая Херсонскую, с 1860 г. по 1887 г. площадь пахотных земель удвоилась, сборы зерна с 1883 г. по 1902 г. увеличились в два раза, экспорт зерновых культур из порта Николаева к 1899 г. возрос в 11 раз по сравнению с 1865 г., а численность населения удвоилась за счет миграционного потока крестьян с центральной полосы России [*Lisetskii et al.,* 2010].

Наибольшие скорости образования новых населенных пунктов (57 поселений за десятилетие) установлены для третьего периода (рис. 2, C), начало которого было связано с крестьянской реформой 1861 г., когда в связи с земельным переделом в Херсонской губернии, куда входила большая часть Николаевщины, были полностью перенесены 94 и частично – 592 села [История…, 1981, с. 21]. Четвертый этап включает внутреннюю колонизацию малонаселенных территорий, что обусловлено усилением переселенческой политики в рамках Столыпинской аграрной реформы (1907–1911 гг.) (рис. 2, D). Основная особенность пятого этапа заключалась в формировании новой системы расселения вокруг

хозяйственных центров создаваемых совхозов и колхозов при проводившейся в 1928–1937 гг. политике объединения единоличных крестьянских хозяйств в коллективные. На первую половину XX века (объединенный период 1906–1941 годы) приходится стабилизация роста числа населенных пунктов, что определило формирование плотности сети поселений 3,7 единиц на 100 км^2.

ВЫВОДЫ

Стандартный функционал информационно-поисковой системы позволяет проводить поиск и отбор требуемых данных в специальной базе на основе информационно-поискового языка и соответствующих правил поиска данных релевантных информационным потребностям пользователя. Однако для решения задачи пространственного анализа результатов процесса распределения и перераспределения населения по ключевым временным срезам целесообразно функционал информационно-поисковой системы адаптировать с помощью двух подсистем: картографического сервера, а также веб-приложения на платформе *ASP.NET Core MVC*, обеспечивающего обработку данных и взаимодействие с базой данных, включающей геоданные и атрибутивную информацию. При учете большого объема пространственно распределенной информации, как в данном исследовании динамики системы расселения (около 1000 поселений), незаменимым инструментом анализа становятся геоинформационные системы и, в частности такой их тип, как исторические (историко-топонимические) ГИС.

Выполненный пространственно-временной анализ этапов расселения в одном из регионов Северного Причерноморья показал, что наибольшие скорости образования новых населенных пунктов (57 поселений за десятилетие) установлены для периода, начало которого было связано с крестьянской реформой 1861 г., а также для кратковременного этапа в 1906–1918 гг., включавшего проведение Столыпинской аграрной реформы. О стабилизации системы расселения населения по территории Николаевской области к настоящему времени свидетельствует наименьшая скорость возникновения новых населенных пунктов (18 поселений за десятилетие) на этапе, включающем последнее столетие. Стабилизация процесса возникновения новых населенных пунктов приходится на период 1906–1941 годы, что определило формирование плотности сети поселений 3,7 единиц на 100 км^2.

Перспективы дальнейшего совершенствами информационно-поисковой системы могут быть связаны с полной регистрацией исчезнувших населенных пунктов и связанных с ними захоронений; созданием исчерпывающей базы всех вариантов ойконимов для существующих и исчезнувших населенных пунктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев О.Е.* Картография и топонимика: методология регионального похода к изучению. Псковский регионологический журнал. 2007. № 4. С. 99–110.
2. *Бугаевский Л.М., Подольская Е.С.* Методика картографической генерализации населенных пунктов, гидрографии и дорожной сети на обзорно-топографических картах. Гео-Сибирь. 2005. Т. 1. № 1. С. 249–253.
3. *Буряк Ж.А., Лисецкий Ф.Н., Ильяшенко С.В.* Геоинформационная аналитическая система «Археологические памятники Крыма». Геодезия и картография. 2018. Т. 79. № 12. С. 29–40. DOI: 10.22389/0016-7126-2018-942-12-29-40.
4. *Валетов Т.Я., Радиш Э.* Программа автоматической привязки к карте населенных пунктов и ее использование для визуализации процесса урбанизации России в

1897–1959 гг. Информ. бюл. ассоциации История и компьютер. 2018. № 47. С. 114–116.

5. *Голеусов П.В., Чугунова Н.В., Марциневская Л.В., Польшина М.А., Симон А.И.* Пространственное распределение и ренатурационная динамика постселитебных геосистем Центрально-Черноземного района. Региональные геосистемы. 2020. Т. 44. № 4. С. 462–473. DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-462-473.
6. *Добрякова В.А.* Картографическое обеспечение раздела "население" экологического атласа Ямало-Ненецкого округа. ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2018. Т. 24. № 1. С. 123–130.
7. *Инжеватов И.К.* Топонимический словарь Мордовской АССР. Саранск: Мордовское книжное издательство, 1979. 262 с.
8. История городов и сел Украинской ССР. Николаевская область. Киев: Гл. ред. УСЭ, 1981. 710 с.
9. *Калашникова Л.Г., Козлова О.О.* Создание электронных топонимических карт территории Мордовии. Огарёв-Online. 2016. № 16 (81). С. 3.
10. *Калуцков В.Н.* "Имя" в географии: от топонима – к геоконцепту. Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2016. № 2. С. 100–107.
11. *Кордт В*. Матеріяли до історії картографії України. Ч. 1. Киев: 1931. 34 с. и 41 карта.
12. *Крыжицкий С.Д., Буйских С.Б., Отрешко В.М.* Античные поселения Нижнего Побужья: (Археологическая карта). Киев: Наукова думка, 1990. 136 с.
13. *Лисецкий Ф.Н.* Историко-географический анализ трансформации гидронимов в Северном Причерноморье. Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6951 (дата обращения: 18.04.2021).
14. *Надеждин Н.И.* Опыт исторической географии русского мира. СПб., 1837.
15. *Соколова А.А.* Ландшафт в системе традиционных представлений: географическая интерпретация диалектных образов: монография. СПб., 2007. 392 с.
16. *Судаков А.С.* Наименования географических объектов. Геодезия и картография. 1999. № 3. С. 34–39.
17. *Тикунов В.С., Белозеров В.С., Щитова Н.А., Панин А.Н., Черкасов А.А.* Геоинформационный мониторинг: инструмент пространственно-временного анализа миграции населения. Вестник Моск. ун-та. Серия 5: География. 2015. № 2. С. 33–39.
18. *Тугуз Ф.В.* Источники сведений, возможности и методы их использования в историко-географическом изучении расселения на территории современной Адыгеи. Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. 2015. № 1 (154). С. 78–88.
19. *Уставич Г.А., Каретина И.П., Кутубаева А.А.* Комбинированный способ создания виртуальных карт и планов инфраструктуры населенных пунктов. Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2012. № 2–1. С. 80–84.
20. *Черкасов А.А*. ГИС-мониторинг трансформации этнической структуры населения городской и сельской местности в России. ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2018. Т. 24. № 1. С. 99–108.
21. *Чибисов М.Е., Владимиров В.Н., Крупочкин Е.П.* Создание исторической ГИС для изучения духовенства и приходов Алтайского (горного) округа в конце XVIII – начале XX в. Историческая информатика. 2017. № 1. С. 85–95. DOI: 10.7256/2306-0891.2017.1.22339.

22. *Cutini V., Di Pinto V., Rinaldi A.M., Rossini F*. Informal settlements spatial analysis using space syntax and geographic information systems. (2019) Lecture notes in computer science (including subseries lecture notes in artificial intelligence and lecture notes in bioinformatics). 2019. 11621 LNCS. P. 343–356. DOI: 10.1007/978-3-030-24302-9_25.
23. *Esch T., Heldens W., Hirner A., Keil M., Marconcini M., Roth A., … & Strano E.* Breaking new ground in mapping human settlements from space–The Global Urban Footprint. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2017. V. 134. P. 30–42.
24. *Esch T., Roth A.* Semi-automated classification of urban areas by means of high resolution radar data. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives. 2004. V. 35. P. 478–482.
25. *Lisetskii F.N., Chernyavskikh V.I., Degtyar' O.V.* Pastures in the zone of temperate climate: trends for development, dynamics, ecological fundamentals of rational use. In: Pastures: Dynamics, Economics and Management. Procházka N.T. (Ed). Nova Science Publishers, Inc., New York, USA. 2010. P. 51–84.
26. *Lisetskii F.N., Rodionova M.E.* Soil and landscape changes in ancient agricultural areas (exemplified by antique Olbia). Geography and Natural Resources. 2012. V. 33. No 4. P. 327–335.
27. *Lisetskii F.N., Rodionova M.E.* Transformation of dry-steppe soils under long-term agrogenic impacts in the area of ancient Olbia. Eurasian Soil Science. 2015. V. 48. No 4. P. 347–358. DOI: 10.1134/S1064229315040055
28. *Lisetskiy F.N.* A regional analysis of manifestation of erosion and soil formation processes (exemplified by near the Black Sea region of the Ukraine). Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya Geografiya, 1991. No 4. P. 54–58.
29. *Miyazaki H., Nagai M., Shibasaki R*. Development of time-series human settlement mapping system using historical Landsat archive. The international archives of photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences. 2016. V. 41. P. 1385–1388. DOI:10.5194/isprsarchives-XLI-B8-1385-2016.
30. *Palacios-Lopez D., Bachofer F., Esch T., Heldens W., Hirner A., Marconcini M., … & Reinartz P*. New perspectives for mapping global population distribution using world settlement footprint products. Sustainability. 2019. V. 11. № 21. Art. 6056.
31. *Ukrainskiy P.A.* Modern geography of slavic toponyms in the carpathian-dniester region: A geoinformation approach. Rusin. 2016. V. 46. № 4. P. 9–25. DOI: 10.17223/18572685/46/2.
32. *Vampilova L.B., Manakov A.G.* Experience in historical-geographical zoning of Russia. Regional Research of Russia. 2013. V. 3. No 4. P. 458–464. DOI: 10.1134/ S2079970514010092.
33. *Wei X., Xiao Z., Hou H., & Chen Z.A.* Analysis of spatial structure changes of rural residential area in counties of Liaoning Province based on complex network. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 2017. V. 33. No 8. P. 236–244.
34. *Zhang Z., Xiao R., Shortridge A., Wu J*. Spatial point pattern analysis of human settlements and geographical associations in eastern coastal China – A case study. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2014. V. 11. No 3. P. 2818–2833. DOI: 10.3390/ijerph110302818.

REFERENCES

1. *Afanasyev O.E.* Cartography and toponymy: methodology of a regional study approach. Pskov regionalological journal. 2007. No 4. P. 99–110 (in Russian).
2. *Bugaevsky L.M., Podolskaya E.S.* Methodology for cartographic generalization of settlements, hydrography and road network on survey-topographic maps. Geo-Siberia. 2005. V. 1. No 1. P. 249–253 (in Russian).
3. *Buryak Zh.A., Lisetskii F.N., Ilyashenko S.V.* Geoinformation analytical system "Archaeological sites of Crimea. Geodesy and Cartography = Geodezija i kartografija. 2018. V. 79. No 12. P. 29–40 (in Russian). DOI: 10.22389/0016-7126-2018-942-12-29-40.
4. *Cherkasov A.A.* GIS monitoring of the transformation of the ethnic structure of the population of urban and rural areas in Russia. InterCarto. InterGIS. 2018. V. 24. No 1. P. 99–108 (in Russian).
5. *Chibisov M.E., Vladimirov V.N., Krupochkin E.P.* Creation of a historical GIS for studying the clergy and parishes of the Altai (mountain) district in the late 18th - early 20th centuries. Historical informatics. 2017. No 1. P. 85–95 (in Russian). DOI: 10.7256 / 2306-0891.2017.1.22339.
6. *Cutini V., Di Pinto V., Rinaldi A.M., Rossini F.* Informal settlements spatial analysis using space syntax and geographic information systems. (2019) Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2019. 11621 LNCS. P. 343–356. DOI: 10.1007/978-3-030-24302-9_25.
7. *Dobryakova V.A.* Cartographic support of the "population" section of the ecological atlas of the Yamal-Nenets Okrug. InterCarto. InterGIS. 2018. V. 24. No 1. P. 123–130 (in Russian).
8. *Esch T., Heldens W., Hirner A., Keil M., Marconcini M., Roth A., ... & Strano E.* Breaking new ground in mapping human settlements from space–The Global Urban Footprint. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 2017. V. 134. P. 30–42.
9. *Esch T., Roth A.* Semi-automated classification of urban areas by means of high resolution radar data. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences – ISPRS Archives. 2004. V. 35. P. 478–482.
10. *Goleusov P.V., Chugunova N.V., Martsinevskaya L.V., Polshina M.A., Simon A.I.* Spatial distribution and renaturation dynamics of post-settlement geosystems of the Central Black Earth Region. Regional geosystems. 2020. V. 44. No 4. P. 462–473 (in Russian). DOI: 10.18413/2712-7443-2020-44-4-462-473.
11. History of towns and villages of the Ukrainian SSR. Nikolaevkskaya area. Kiev: Ch. ed. USE, 1981.710 p. (in Russian).
12. *Inzhevatov I.K.* Toponymic dictionary of the Mordovian ASSR. Saransk: Mordovskoe book publishing house, 1979. 262 p. (in Russian).
13. *Kalashnikova L.G., Kozlova O.O.* Creation of electronic toponymic maps of the territory of Mordovia. Ogarev-Online. 2016. No 16 (81). P. 3 (in Russian).
14. *Kalutskov V.N.* "Name" in geography: From toponym to geoconcept. Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya. 2016. No 2. P. 100–107 (in Russian).
15. *Kordt V.* Materials before the history of cartography of Ukraine. Ch. 1. Kiev, 1931. 34 p. and 41 maps. (in Ukrainian).
16. *Kryzhitskiy S.D., Buiskikh S.B., Otreshko V.M.* Ancient settlements of the Lower Bug region: (Archaeological map). Kiev: Naukova Dumka, 1990. 136 p. (in Russian).

17. *Lisetskii F.N., Chernyavskikh V.I., Degtyar' O.V.* Pastures in the zone of temperate climate: trends for development, dynamics, ecological fundamentals of rational use. In: Pastures: Dynamics, Economics and Management. Procházka N.T. (Ed). Nova Science Publishers, Inc., New York, USA. 2010. P. 51–84.
18. *Lisetskii F.N., Rodionova M.E.* Soil and landscape changes in ancient agricultural areas (exemplified by antique Olbia). Geography and Natural Resources. 2012. V. 33. No 4. P. 327–335.
19. *Lisetskii F.N., Rodionova M.E.* Transformation of dry-steppe soils under long-term agrogenic impacts in the area of ancient Olbia. Eurasian Soil Science. 2015. V. 48. No 4. P. 347–358. DOI: 10.1134/S1064229315040055.
20. *Lisetskiy F.N.* A regional analysis of manifestation of erosion and soil formation processes (exemplified by near the Black Sea region of the Ukraine). Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya Geografiya, 1991. No 4. P. 54–58.
21. *Lisetskiy F.N*. Historical and geographical analysis of the transformation of hydronyms in the Northern Black Sea region. Modern problems of science and education. 2012. No 5. (in Russian). Web resource: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6951 (accessed 18/04/2021).
22. *Miyazaki H., Nagai M., Shibasaki R*. Development of time-series human settlement mapping system using historical Landsat archive. The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2016. V. 41. P. 1385–1388. DOI:10.5194/isprsarchives-XLI-B8-1385-2016.
23. *Nadezhdin N.I.* Experience in the historical geography of the Russian world. SPb, 1837. (in Russian).
24. *Palacios-Lopez D., Bachofer F., Esch T., Heldens W., Hirner A., Marconcini M., … & Reinartz P*. New perspectives for mapping global population distribution using world settlement footprint products. Sustainability. 2019. V. 11. No 21. Art. 6056.
25. *Sokolova A.A.* Landscape in the system of traditional representations: geographical interpretation of dialectal images: monograph. SPb: Leningrad State University. 2007. 392 p. (in Russian).
26. *Sudakov A.S.* Names of geographic objects. Geodesy and Cartography = Geodezija i kartografija. 1999. No 3. P. 34–39 (in Russian).
27. *Tikunov V.S., Belozerov, V.S., Shitova N.A. Panin A.N., Cherkasov A.A.* Geoinformational monitoring: a tool for spatial-temporal analysis of migration of population. Bulletin of Moscow University, Series 5, Geography, 2015. No 2. P. 33–39 (in Russian).
28. *Tuguz F.V.* Sources of information, possibilities and methods of their use in the historical and geographical study of settlement in the territory of modern Adygea. Bulletin of the Adyghe State University. Series 4: Natural-mathematical and technical sciences. 2015. No 1 (154). P. 78–88 (in Russian).
29. *Ukrainskiy P.A.* Modern geography of Slavic toponyms in the Carpathian-Dniester region: A geoinformation approach. Rusin. 2016. V. 46. No 4. P. 9–25. DOI: 10.17223/18572685/46/2
30. *Ustavich G.A., Karetina I.P., Kutubaeva A.A.* Combined method of creating virtual maps and plans for the infrastructure of settlements. Proceedings of higher educational institutions. Geodesy and Cartography = Geodezija i kartografija. 2012. No 2(1). P. 80–84 (in Russian).
31. *Valetov T.Ya., Radish E.* A program for automatic binding to a map of settlements and its use for visualizing the process of urbanization in Russia in 1897–1959. Association Newsletter History and Computer. 2018. No 47. P. 114–116 (in Russian).

32. *Vampilova L.B., Manakov A.G.* Experience in historical-geographical zoning of Russia. Regional Research of Russia. 2013. V. 3. No 4. P. 458–464. DOI: 10.1134/S2079970514010092.
33. *Wei X., Xiao Z., Hou H., & Chen Z.A.* Analysis of spatial structure changes of rural residential area in counties of Liaoning Province based on complex network. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 2017. V. 33. No 8. P. 236–244.
34. *Zhang Z., Xiao R., Shortridge A., Wu J.* Spatial point pattern analysis of human settlements and geographical associations in eastern coastal China – A case study. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2014. V. 11. No 3. P. 2818–2833. DOI: 10.3390/ijerph110302818.

Sergey Z. Savin[1], Nicolay E. Kosykh[2] **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-218-231**

MEDICO-GEOINFORMATON SYSTEM FOR SUICIDE PREVENTION AMONG ADOLESCENTS

ABSTRACT

The development of adequate measures to combat the spread of socially significant diseases requires the use of modern tools available to demographers and epidemiologists for entering, analyzing and visualizing data on the spread of population movement processes in space. A medical and demographic geoinformation system has been created to study the dynamics of suicidal behavior in the Amur region of the Russian Far East. The main factors involved in the psychopathogenesis of suicidal behavior are considered. The research was conducted using various ecological and mathematical methods to assess the quality of life of the human population in extreme the conditions of the Far Amur region of the East of Russia, taking into account various factors of interaction between the individual, society and the environment. The features of the spread of suicidal attempts in the Amur region are revealed. The set of the main causes and factors of low intensity characterizing the current suicidal situation in the Amur region of the Russian Far East is studied on the example of the Khabarovsk city. The medical-demographic and socio-psychological problems of suicidal behavior caused by depressive disorders are analyzed from the standpoint of the geoinformation modeling method. Original methodological approaches to the use of information models for medical-demographic and socio-economic studies of depressive spectrum disorders and the prevention of adolescents suicidal behavior are proposed.

KEYWORDS: medico-ecological geoinformaton system (MEGIS), cartography, suicidal behavior, depressive disorders (DD), adolescents, the Far East, Russia.

INTRODUCTION

The growing social significance of the damage caused by depressive disorders in recent decades, as well as real hopes for success in the fight against suicidal behavior, were the main reasons that retain scientific interest in DD [*Bostic et al.,* 2005; *Carrellas et al.,* 2017; *Krasnov,* 2011; *Kripke,* 1998; *Malone et al.,* 2013]. Today, suicides occupy one of the leading places in the structure of premature mortality of the population, and their maximum frequency falls on the young and socially active age of the population[3]. The relevance of the problem of DD, which are increasingly manifested already in adolescence, is determined by their wide prevalence, the difficulty of recognizing this pathology in the early stages of the disease[4], and the high risk of suicide [*Clayton et al.,* 2013; *Gladstone et al.,* 2009; *Jinnin et al.,* 2016; *Kretinin,* 2015].

1 Pacific National University, Tihookeanskaya str., 136, 680035, Khabarovsk, Russia, *e-mail:* **savin.sergei@mail.ru**

2 Pacific National University, Tihookeanskaya str., 136, 680035, Khabarovsk, Russia, *e-mail:* **kosyh.n@bk.ru**

3 The Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR). 2020. № 69. P.1049–1057.

4 World Health Organization. Preventing suicide: A recourse for media professionals. Department of Mental Health Social Change and Mental Health. Geneva. 2014. 88 p.

In most economically developed countries, depression ranks first or second among the causes of mental illness, and about a million people die from suicide every year in the world[3]. Suicide is a major public health concern. Over 48000 people died by suicide in the United States in 2018: it is the 10th leading cause of death overall. Suicide is complicated and tragic, but it is often preventable. Knowing the warning signs for suicide and how to get help can help save live [*Carrellas et al.,* 2017; *Gladstone et al.,* 2009; *Krasnov,* 2015; *Stewart et al.,* 2010; *Wasserman et al.,* 2017].

From 2015 geographic information system will be launched in Australia, which will collect data on male suicides for 6 years. GIS was developed by specialists from the Turning Point Drug and Alcohol Center at Monash University as part of a project launched by the Movember Foundation charity[1]. It will be the only geographic information system in the world that will try to collect statistics on the types of suicides and their geographical distribution. According to the authors of the project, a detailed analysis will help to identify problem regions and previously unknown trends. The GIS developed at the Turning Point center will focus on cases of male suicides, since men are less likely to seek psychological help than women, and at the same time they are 3 times more likely to die as a result of suicide. For example, in Victoria, the most populous state in Australia, out of 50 thousand calls to the ambulance, about 10% are incidents related to mental health. Of the victims, 40% are men, and two-thirds of the cases are suicides. GIS will collect accurate data on cases of male suicide, including geographical coordinates, type of incident, information about the victim (without specifying the name). According to experts of the Movember Foundation, the system will help to accurately identify the regions where the greatest number of suicides occurs, and the groups of people at greatest risk.

Russia continues to occupy one of the leading places in terms of the rate of teenage suicides [*Kretinin et al.,* 2015; *Oorzak,* 2012], which in the future may lead to a significant increase in the number of mentally ill people in a number of territories. According to WHO, the Russian Federation ranks 1st in Europe in the number of suicides among adolescents[2]. The greatest frequency of suicides is observed in adolescents in the age range of 15–19 years and young people of 19–29 years [*Churkin et al.,* 2009; *Demcheva,* 2021; *Kretinin et al.,* 2015; *Loginov et al.,* 2019]. In this category of suicides, there are up to 200 unrealized suicide attempts per 1 death [*Shipitsyna et al.,* 2000]. Repeated suicidal acts are committed by about a third of suicides [*Kretinin et al.,* 2015]. It was found that only 10% of adolescents in the case of suicide have a true desire to commit suicide, the remaining 90% of suicidal actions are demonstrative[3].

The prevalence of depressive disorders that provoke suicide in prepubescent children is 1–2%, and in children aged 8–13 years, the risk of relapse is 40% within 2 years and 72% within 5 years [*Krasnov,* 2011; *Kretinin et al.,* 2015; *Loginov et al.,* 2019; *Syrokvashina,* 2017]. With age, the prevalence of suicidal depression in adolescents increases and is 3–8%, and by the end of puberty reaches about 20% [*Oorzak,* 2012; *Syrokvashina,* 2017]. Thus, the epidemiological situation with the spread of anxiety-phobic disorders and suicidal depression in recent decades reflects the general trends of tension in the world as a whole and in the Russian Far East, in particular, but significantly exceeds them in terms of the growth rate of mental illness and the number of registered patients, especially among the younger generation and students.

---

1 Addicted Australia, Turning Point. Available at URL: https://www.turningpoint.org.au/ (accessed 23.2.2021).

2 WHO Mortality Database. World Health Organisation Mortality Database. World Health Organization. Available at URL: https://www.who.int_healthinfo_mortality (accessed 13.2.2021).

3 WHO. Depression: let's talk. 2017. Available at URL: https://www.who.int/news-room/detail/30-03-2017 (accessed 13.2.2021).

The aim of the work is to identify the possibilities of geoinformation systems in the study of the causes and risk factors of suicidal behavior of adolescents of the Amur region suffering from disorders of the depressive spectrum.

MATERIALS AND METHODS

To solve these problems, the following research methods were used: medical-geoinformation, medical-psychological, clinical-social, clinical-psychological, mathematical-statistical. The program of interdisciplinary medical-psychological, clinical-social, clinical-psychological research included the stages of collecting medical-psychological material (2013–2017); the stage of data processing (2017–2019); the stage of analyzing the results of the study (2018-2020). At the first stage of the study, primary scientific material was collected according to the inclusion criteria based on medical-psychological, socio-demographic (gender-age) and clinical features. At this stage, a complete clinical-psychopathological, clinical-socio-psychological examination of all patients hospitalized for non-psychotic DD in the hospital was conducted. After the initial examination, each patient underwent clinical follow-up until discharge or completion of therapy. At the second stage, statistical processing of the received materials was carried out. At the third stage, a clinical analysis, interpretation of the results obtained, and their comparison with the available literature data were carried out. The results were also summarized and the conclusions of the study were formulated, including specific recommendations for the differentiated prevention of pre-suicide DD and the prevention of repeated episodes of this psychopathology. The clinical-anamnestic method was used in the study of sociodemographic and socio-cultural characteristics of the subjects. These characteristics were determined based on a survey of patients and their immediate microsocial environment, as well as medical records. The use of the clinical and epidemiological method made it possible to identify and rank the frequency of occurrence of the identified risk factors. The epidemiological study was conducted by two methods: by clinical analysis of past life events and establishing their significance in the occurrence and development of pre-suicide DD (a retrospective method) and by direct clinical examination of patients aimed at identifying factors of etiological and pathogenetic significance. The results of the study were obtained during a clinical and psychopathological examination of 62 adolescents with non-psychotic DD living in Khabarovsk, who were admitted to the Khabarovsk Regional psychiatric Hospital after an incomplete suicide attempt. The final clinical and psychopathological examination was completed by 50 adolescents with non-psychotic depression who were undergoing inpatient treatment in psychiatric hospitals in Khabarovsk. The diagnosis of non-psychotic DD was based on criteria based on the ICD-10 classification [*Loginov et al.,* 2019]. The Basic Map of Ethno-cultural Studies developed at the "SSC of Social and Forensic Psychiatry", including sociodemographic, ethno-cultural and clinical topics, was used as a research tool for V.P. Serbsky [*Churkin et al.,* 2009; *Loginov et al.,* 2019]. The card was filled in for each subject during a personal clinical interview, supplemented with medical records (outpatient records, medical history) and information from the patients' next of kin. groups of patients meeting the following inclusion criteria: the presence of established clinical manifestations and maintenance of pre-suicide DD with clearly identifiable stress (traumatic) factor acute or prolonged nature; mental level DD; compliance with the clinical picture of the disorder one of the following diagnostic partitions (ICD–10): intentional self-harm (X60–X84); depressive episode of mild and moderate severity (F32.0, F32.1); dysthymia (F34.1); mixed anxiety and depressive disorder (F41.2); adjustment disorder (F43.20–22); the absence of signs of mental illnesses of other etiologies and exacerbations of chronic somatic diseases; the presence of informed consent of the patient or his legal representative to participate in the study. Additional sources of information were conversations with relatives and friends of patients, during which it was possible to obtain infor-

mation about their behavior, statements, psychotraumatic situations, and circumstances. A study of available medical records (previous medical records and outpatient records of general medical institutions and specialized psychiatric institutions) was conducted, from which information on subclinical and clinical manifestations of pre-suicide DD could be extracted. The analysis and generalization of the data obtained from these sources, in most cases, allowed us to obtain fairly reliable information about the features of the clinical manifestations of each individual patient with suicidal tendencies. All patients underwent both a clinical and a special examination in accordance with the assigned tasks. The dynamics of depression was studied depending on the degree of decline in the corresponding subscales. These methods were chosen taking into account the availability of their implementation, as well as the possibility of a comprehensive assessment of verbal and non-verbal signals of personal access, which is especially important when working with depressed patients. It should be noted that the clinical diagnosis of pre-suicide DD had its own characteristics. So, in a conversation with many patients, it was important to take into account such features as a tendency to disguise, conceal their experiences, which made it difficult to make initial contact and required skills to quickly establish contact with the patient, the ability to inspire confidence in him. An important role was played by the observation of the patient during the interrogation: facial expressions, movements, speech, and the manner of self-control demonstrated his objective mental state. It is also important to talk to relatives, from whom you can get objective information about the patient's condition and the development of subclinical and clinical manifestations. To solve medical and geographical problems, various approaches were used to build information and computing systems of complex living objects based on multi-layer spatial models, primarily geoinformation systems, where the problems of combining and manipulating graphical and attribute data within a single integrated model were solved to a certain extent [*Kosykh et al.,* 2008]. For the tasks of psychiatry and, in particular, suicidology, appropriate tools for visualization and descriptive analysis have been adapted and created. The Far East, with its unique population (aborigines and immigrants), a wide range of climatic and biogeochemical conditions, and a unique demographic situation, is a unique testing ground for conducting socio-psychological, epidemiological, and medico-demographic studies using modern geoinformation technologies. Developed and adapted MEGIS databases for monitoring the mental health of the population of the Amur region, computer atlases for different spatial layers that determine the suicidal situation in the region. Built-in geoinformation technologies and other mathematical tools for processing medical demography data were used: correlation and regression analysis, multivariate analysis of low-intensity factors (LIF) analysis, etc.

RESULTS AND DISCUSSION

As a result of using the main tool for a comprehensive study – a formalized "Statistical survey map", designed for the study of suicidal depressive disorders in adolescents, reliable data were obtained for the formation of a database of an information-recognition system on a cartographic basis – medical-ecological GIS (MEGIS). The map included 64 questions, arranged in the following sections: anamnestic information, sociodemographic, clinical, social, ethnocultural; forms and methods of interventional and post-interventional influences. Each point on the map reflected a specific the patient and contained several answer options that it was necessary to indicate when filling out. Additional sources of information were conversations with relatives of teenagers, during which it was possible to obtain objective data on behavioral disorders, statements, traumatic situations and circumstances. In addition, the available medical documentation was studied and entered, from which it was possible to obtain information about subclinical documents. and clinical manifestations of depressive disorder. Analysis and synthesis

information obtained from the listed sources, in most cases provided objective information about the clinical manifestations of pre-suicide DD specifically for each teenager.

The dynamics of depression have been studied according to the degree of reduction of the indicators of the respective subscales. These methods were selected taking into account the availability of their conduct, as well as the possibility of a comprehensive assessment of verbal and nonverbal signals of personal access, which is especially important when working with depressed patients. It should be noted that the clinical diagnosis of pre-suicide DD had its own characteristics. So, in conversation with many patients, it was important to take into account such features as the tendency to dissimulate, hide their experiences, which made it difficult to primary contact and required skills in quickly establishing contact with the patient, the ability to inspire confidence in him. An important role was played by the observation of the patient during questioning: facial expressions, movement, speech, manner of self-control demonstrated his objective mental state. It is also important to talk with relatives, from whom it was possible to obtain objective information about the patient's condition and the development of subclinical and clinical manifestations. At the first stage of research, primary scientific material was collected based on inclusion criteria based on medico-psychological, socio-demographic (gender and age) and clinical features. At this stage, a complete clinical, psychopathological, clinical, social and psychological examination of all patients hospitalized for non-psychotic DD in hospital was carried out. After the initial examination, each patient was followed up with clinical follow-up until discharge or completion of therapy. At the second stage, statistical processing of the received materials was carried out. At the third stage, clinical analysis, interpretation of the results, their comparison with the existing literature data were carried out. Also, the results were summarized and the conclusions of the study were formulated, including specific recommendations for the differentiated prevention of pre-suicide DD and prevention of repeated episodes of this psychopathology. Clinical and anamnesis method was used in the study sociodemographic and socio-cultural characteristics of the subjects. These characteristics were determined on the basis of a survey of patients and their immediate microsocial environment, as well as medical records. The use of clinical and epidemiological method allowed to identify and rank the frequency of occurrence of the identified risk factors. The epidemiological study was carried out by two methods: by clinical analysis of past life events and establishing their significance in the emergence and development of pre-suicide DD (retrospective method) and by direct clinical examination of patients aimed at identifying factors of etiological and pathogenetic significance.

The study of the psychopathological structure of hereditary burden among the respondents ' relatives showed that most often the relatives of adolescents suffered from mental disorders associated with the use of psychoactive substances (alcoholism) – 32%. DD with suicidal burden had 4%, personality and behavior disorders 2%. Almost every fourth teenager came from the so-called "alcoholic" family, which is consistent with the data [*Loginov,* 2019] that children from "alcoholic" families risk of depression is 7 times higher than children from "normal" families. Less often in close relatives there were other mental disorders: depressive disorders (suicidal burden) – 4%, personal – 2%. In most cases (32%) the burden was associated with the use of psychoactive substances. The revealed distribution shows that not only mental disorders of the endogenous level (they were about 5%), but also disorders of the exogenous level contribute to the genetic formation of pre-suicide DD, which once again emphasizes the importance of psychosocial factors in the Genesis of non-psychotic depressive disorders. From the standpoint of hereditary burden, the greatest risk of developing DD are persons whose relatives suffered from disorders associated with alcohol consumption, and the presence of psychopathological and suicidal burden of heredity in General can be considered as a significant factor in the development of depression. Continuous clinical-epidemiological and clinical-

psychopathological study of persons suffering from pre-suicide DD and hospitalized for this reason in the Department of the Regional psychiatric hospital of Khabarovsk allowed to identify the most common clinical forms of non-psychotic depression among adolescents living in cross-border areas. In adolescents of the second age group (15-18 years) the clinical and psychopathological structure of DD was significantly more often directed towards the growth of short-term (42%) and prolonged (24%) depressive reactions. Among adolescents reliable data on the prevalence of a particular syndrome was not revealed. Such experiences provoked the appearance of a chronic experience of anxiety (if the situation was associated in the consciousness of the patient with a bad, in his opinion, the attitude of others) or anguish (if there were persistent ideas of their own uselessness, most often to their loved ones). For a better understanding of the influence of clinical factors, we have studied some features of the attitude to alcohol in adolescents suffering from pre-suicide DD. We took into account the subjective assessment of the patients themselves, so the results may have errors due to fear of disclosure of information to parents. The use of alcoholic beverages within the cultural norm was recorded in more than half of the adolescents, due to the ethnic characteristics of the country and the attitude to alcohol in the family.

The study of the features of the territorial distribution of various diseases, including pre-suicidal depression (DD), is difficult to carry out without the involvement of means of medical and geographical zoning. In the most general sense, medico-geographical zoning is an artificial division of the territory into a number of areas, areas (zones) that differ in certain parameters that can have a certain impact on the risk of the disease under study. At the same time, the options for dividing the same territory into zones may be different and depend on the form of the psychotic disease studied using the method of medico-geographical zoning [*Kosykh,* 2008]. The territorial position of the selected zone itself, in addition to the factors taken into account in this division of the territory, provides various additional information about the factors that are present in this zone due to its geographical location. Such additional information may include natural, demographic, social, and other factors. These factors must be taken into account when explaining the features of the spread of the studied disease in the selected areas. A similar method of zoning was used to study the spread of pre-suicide DD in children in a large-scale and climatically-geographically heterogeneous region of the Russian Far East. The assessment of the territorial distribution of pre-suicide DD is impossible without determining the minimum unit of observation-the taxon. Such taxons can be neither regions, nor territories, nor administrative districts for a number of reasons. The territories of the territories and regions of the Far East are extremely large, and many of them are located in several climatic zones. Some areas that are part of the territories and regions are populated unevenly and are characterized by varying degrees of economic development. Administrative districts, although more homogeneous in terms of economic development, are usually characterized by a low population density. This makes it somewhat difficult to determine a reliable picture of the spread of such a rare phenomenon, such as, for example, suicide after DD in children of the region. Thus, the optimal taxon is not a large-scale region or a district with a small population, but a group of nearby administrative districts.

The question arises: the similarity of which parameters should be the basis for combining the districts? As it was shown in [*Loginov et al.,* 2020], the risk of suicide after DD occurrence is influenced to some extent by some natural-climatic, socio-economic and environmental factors. In these conditions, the definition of the principle of zoning of the Far Eastern region is at the first stage the task of ranking the above factors according to the degree of their influence on each other. Discriminant analysis shows the correctness of this division when studying the features of the territorial distribution of a number of pre-suicide DD [*Kosykh et al.,* 2008; *Loginov et al.,* 2020]. Thus, the problems of medico-geographical zoning can be solved by methods of multidimensional statistics using cluster-discriminant analysis. When conducting zoning, it is

necessary to adhere to the following principles: the minimum unit of observation should be a group of administrative districts that are similar in terms of parameters that presumably affect the characteristics of the spread of pre-suicide DD; the qualitative parameters should be translated into quantitative ones; the coordinates of administrative districts should be included in the general matrix as independent variables. The most promising method in mapping problems is the information game-theoretic modeling method [*Polumienko et al.,* 2007], which, unlike the well-known methods of zoning territories, uses a combination of the mathematical apparatus of game theory and the theory of pattern recognition. So MEGIS differs from the information retrieval system described above in the introduction[5], which is an information recognition system based on the concept of information modeling, according to which all available information about the object of research is collected and accumulated, and then the recognition problem is solved. In turn, information-recognition systems solve the problem of pattern recognition as a problem of calculating properties [*Polumienko et al.,* 2007].

To study the influence of socio-economic human ecology and mental factors and on the peculiarities of the territorial distribution of suicides, including advanced forms of DD, a population-epidemiological study was conducted in the Khabarovsk city. It was believed that the study of relationships between socio-economic and demographic and mental health characteristics of the individual administrative districts, on the one hand, and population frequency of a particular disease, on the other hand, can be an evidence of the social aspects of diseases. The methodological basis of the study was the analysis of multiple linear regression with an assessment of the contributions of the studied factors to the formation of the output parameter [*Polumienko et al.,* 2007; *Kosykh et al.,* 2008].

The problems of combining and manipulating graphical and attribute data within a single integrated model that arise in medical and environmental studies are solved by means of tool packages of geographical information systems (MEGIS). MEGIS is based on a spatial model consisting of several thematic layers. Each graphic object in the layer has its own attribute description, which is stored in an embedded or external database. In this case, the layers of the spatial model can be any subsystems of a complex ecological object (system of objects).

A methodology for creating geographic information systems in Khabarovsk has been developed, including data on the radon hazard of areas designated for residential development, the radon hazard of individual buildings, territorial characteristics of soil contamination with heavy metals, the location of power lines and highways with heavy traffic, and other harmful environmental factors. The geographic information system of the city includes a map of the territorial distribution of cases of suicides, the most important socio-economic and medical-geographical characteristics of administrative districts.

Methodological approaches to assessing the risk of suicides and DD, depending on the place of residence, have been developed. An appropriate software and hardware complex is being developed to solve the problems of medical ecology through GIS technologies and environmental monitoring. The possibility of applying a single methodological approach for geoinformation modeling of the spread of various forms of DD is justified.

According to its epidemiological characteristics, anthropogenic pollution of the environment, primarily the atmosphere, can be attributed to low-intensity factors (LIF). GIS is a way to study the environmental situation in the territories. Therefore, in the problems of psychoepidemiology, MEGIS can be a method of studying LIF, cluster and discriminant analyses can be used in complex mathematical support of geoinformation systems.

A feature of MEGIS is the principles of organizing an information system, allowing to take into account the presence of a person on a sufficiently large territory and analyze the likelihood of its presence in different parts of a given territory. The territory that is visited with the

greatest frequency by a person during a certain the period of time is defined by us as the "vital activity zone" (VAZ). The principle of the formation of healthy life activity is shown in Fig. 1.

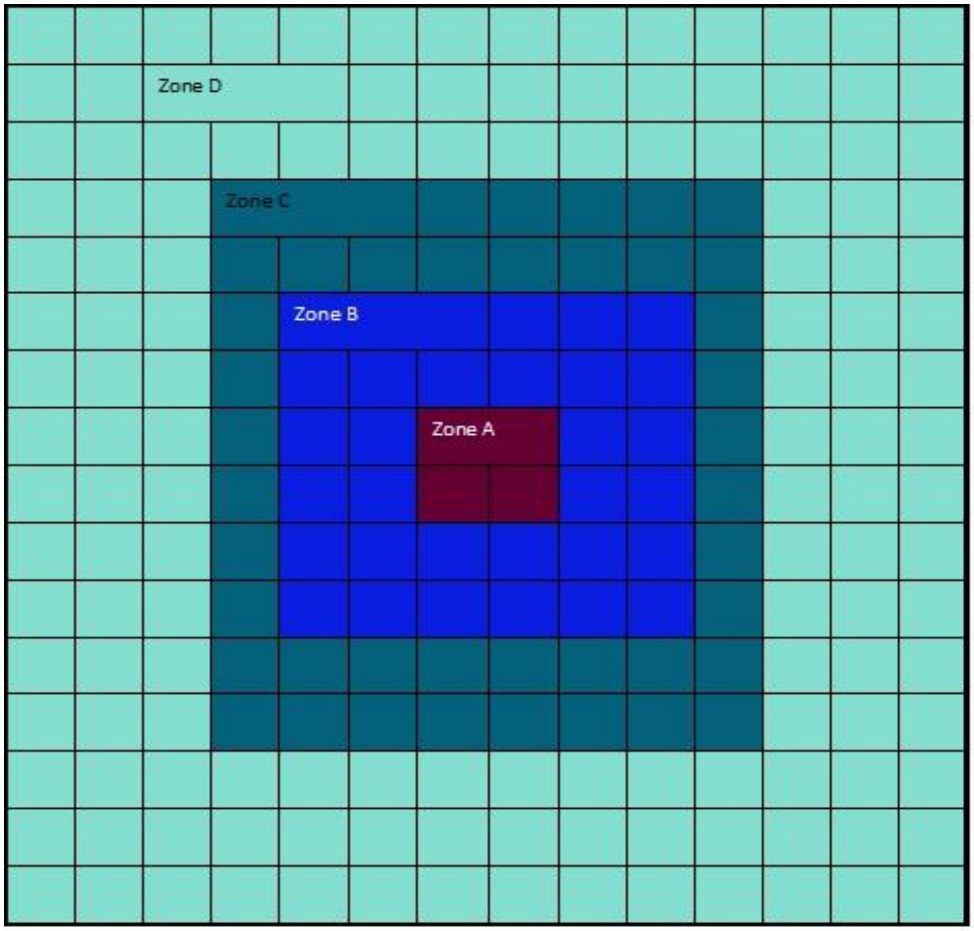


Fig. 1. Conditional scheme of human vital activity zones

In Fig. 1, the territory visited by a person during the conditional time is represented by a square consisting of zones A, B, C and D. We consider that in zone A he spends up to 50% of the conventional time, in zone B – 30%, in zone B – 15%, and in zone D – 5%. The entire territory of the conditional square will be VAZ.

When constructing MEGIS, this territory can be taken into account by us in full, or only its individual parts are taken into account. So knowing that in zones A, B and C a person spends most of the conditional time (95%), these territories will be considered by us as VAZ.

The possibility of applying the VAZ principle in MEGIS can be realized using the methods of enlarging squares or extrapolating information to the center of a square. The squares enlargement method is implemented by dividing the city territory into squares 1 km x 1 km, 2 km x 2 km and larger. In these large squares, not only mortality rates are determined, but also the average values of indicators of anthropo-technogenic pollution of the environment. And cartograms, divided into large squares, a spreadsheet is formed according to the principles that were considered earlier in the impact of certain environmental factors on a person is studied in a fairly limited area (usually within the city).

So, a person is not a static unit of observation. During a certain period of time individual makes movements within a certain territory (zones), which has different social and ecological environmental characteristics in different parts of it. At the same time, the intensity of the impact of environmental factors on a person in different parts of the territory will be different (Fig. 2). This feature of the object of observation is implemented in MEGIS by methods of cell enlargement or extrapolation of information to the center of the square [*Kosykh et al.,* 2008].

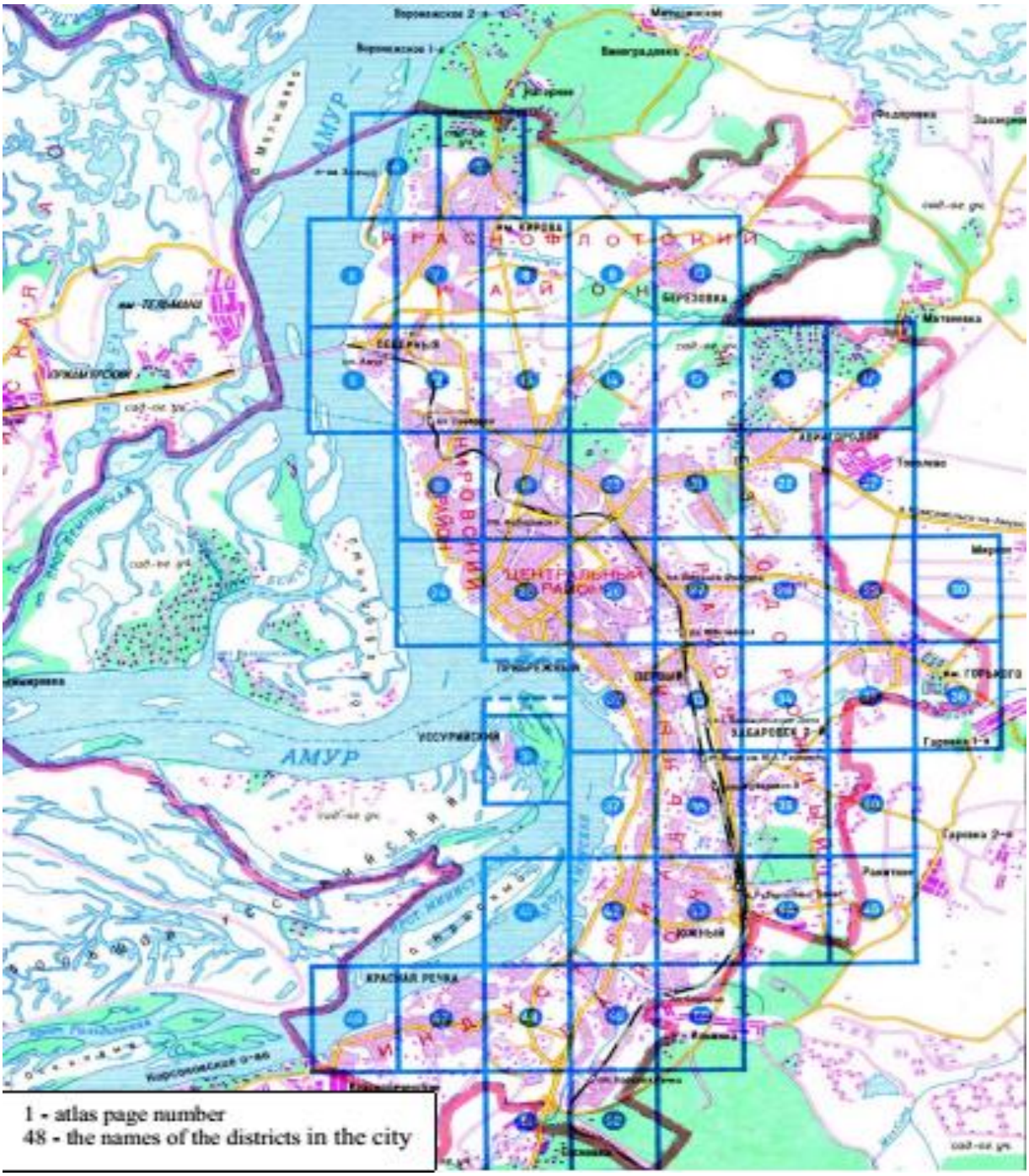


Fig. 2. An example of partitioning the territory of Khabarovsk using the Geoplex program

On the basis of these principles, a special type of GIS – MEGIS was theoretically justified and created. This geographic information system was built on the basis of a series of cartograms of the city of Khabarovsk, reflecting the spread of deaths from suicides and some environmental parameters of the city's air basin (Fig. 3).

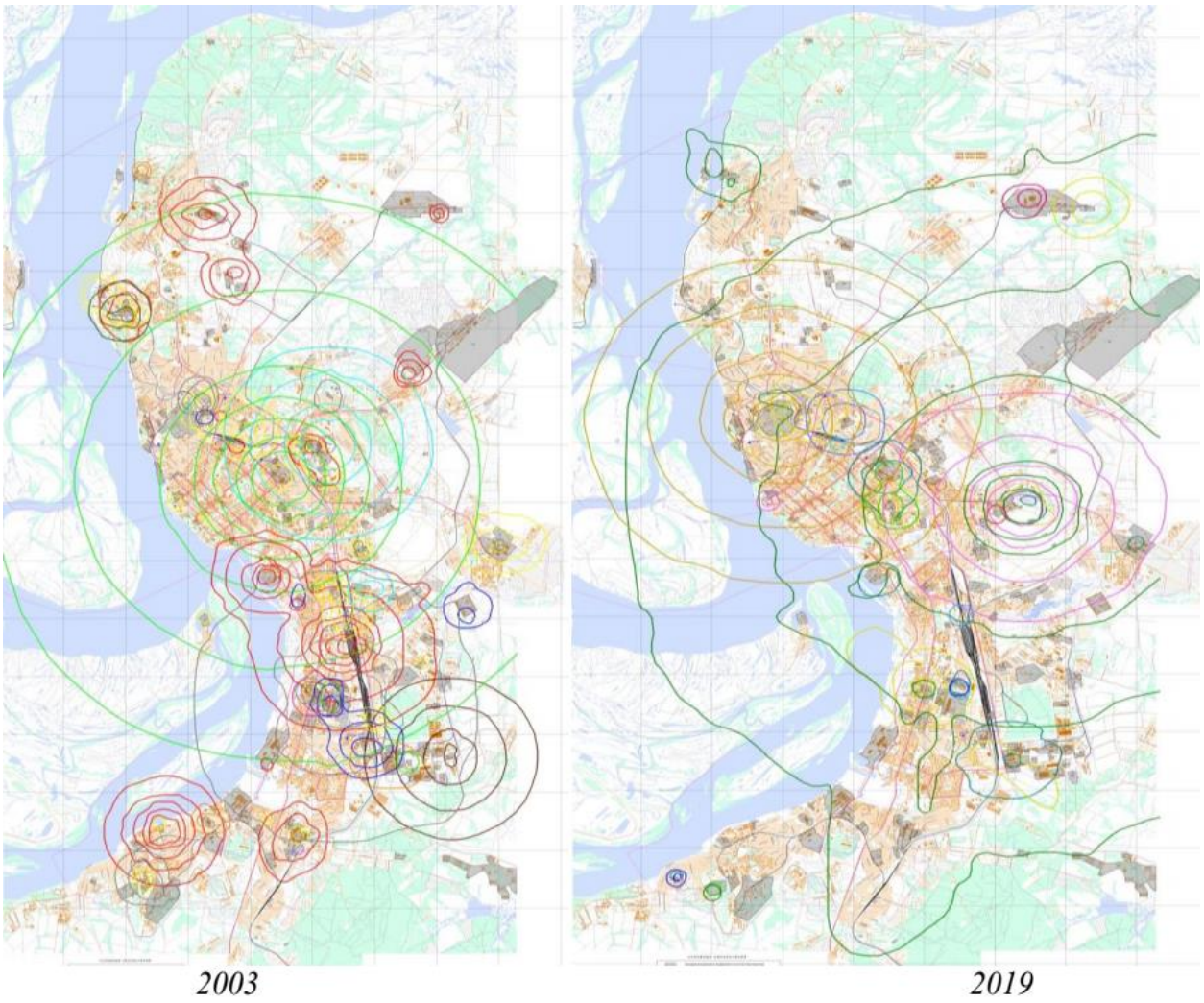


Fig. 3. Maps of atmospheric air pollution by emissions from industrial enterprises current situation in 2003 and 2019 years

Figures 3 show that over 16 years, the level of air pollution in Khabarovsk has significantly decreased, while the number of suicide attempts has increased by 2.8 times. Moreover, the areas with the highest level of suicide (№12, №19, №34, №48) do not coincide with the zones of air, water, soil pollution, the presence of power lines, the proximity of roads and other environmental factors.

The medico-geographical studies are aimed not only at studying the patterns of the spread of suicides, but also to establish the causes of such patterns. This task, which belongs to the section of analytical epidemiology, often needs to be solved by special methods within the framework of population studies. In some cases, the analytical nature of such studies is associated with the study of the role of LIF in the formation of patterns of population distribution of suicides. These data demonstrate the fundamental possibility of predicting local changes in the health status of the population with various environmental changes. From the above facts, it

follows that natural and anthropogenic factors do not affect the spread of suicides. MEGIS allows you to take into account and study the macrosocial, microsocial and social-psychological causes of DD and suicides. In order to clarify the role of microsocial factors in the emergence and during the course of depressive disorder that provokes suicide, we began by examining the composition of the family in which the adolescents lived. According to the data obtained, more than half (60.0%) of adolescents lived in an incomplete family (a family without a father, with a father and step mother). Most of these teenagers regarded a similar situation as unsatisfactory, and frequent intra-family conflicts due to lack of secure attachment to the mother or stepfather.

In the course of further research, we found out that as the main factor in the onset of depressive disorder was parental pressure. The feeling of anxiety was especially pronounced in adolescents living with their own mother and stepfather (32.0%) adolescents, in a family without a father (24.0%) and in children house (6.0%). Adolescents raised in an orphanage complained of pronounced feeling dissatisfaction and insecurity in connection with the lack of an environment of loved ones.

Only 24.0% of adolescents had a complete family, that is, they lived with both natural parents, and, as shown further research, were generally satisfied with the conditions of upbringing in family in a foster family or with relatives 8.0 % of adolescents lived, but even in this case, they suffered from loneliness, since they were inherent some alienation, in their opinion, they did not feel emotional support from loved ones. adolescents who were raised by type of hypoprotection, most often were in a state of conflict in relations with their relatives 36.0%. The reason they saw this conflict in material and everyday problems.

The conflict was perceived by them as hopeless, which contributed to the development chronic psychotraumatic situation and the emergence of a suicidal behavior. It is known that an important role in the formation of depressive disorders macrosocial factors also play a role. It should be noted that almost all adolescents of the first age period had a combined effect several macrosocial factors. In the second age period we identified significantly significant factors influencing the development of depressive disorders significantly more often in 36.0% of adolescents there were problems at school - “conflicts with the teacher” [*Loginov et al.,* 2019].

It should be noted that among the cases of suicidal attempts, "paired" localizations (including at the place of residence, work, study) were not observed. According to our research, to macrosocial factors, formative depressive disorders in adolescents were conflicts with teachers, dissatisfaction with the organization and conditions of study, dissatisfaction with the degree of freedom and independence in society, fear of the uncertainty of your future; microsocial factors included difficulties in adapting in their interpersonal relationships with peers, more than half of the adolescents were in conflict relationships with members your family. This led to the onset of pre-suicide depressive disorders, provoked acute affective reactions and led to aggravation adaptation processes.

A similar circumstance requires the organization of general education psychological support institutions to provide assistance schoolchildren in a crisis situation. Time schedule for this services should be taken out of the educational process and can be implemented in individual and group trainings and consultations. Formation of personality traits, attitude, as to others, and to oneself, occurs during the learning process at school and further with mastering professional skills. Breakdown of mental and physical health reserves at each stage of the learning process can form adjustment disorder with acute and prolonged depressive reactions.

Thus, knowledge of the factors contributing to the formation depressive disorder turning into suicide creates an objective basis for developing a model preventive diagnostics based on the method of mathematical modeling. MEGIS allow you to take into account any qualitative and quantitative factors with a cartographic reference to the real area where suicide cases have been recorded (Fig. 4).

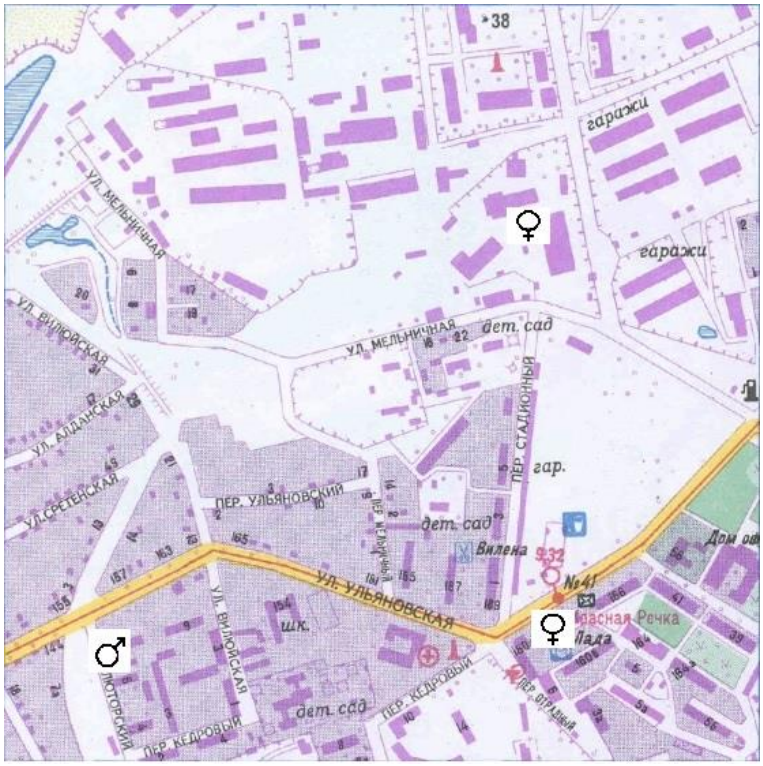


Fig. 4. localization by gender of suicide attempts in 48th square of Khabarovsk

The problems of combining and manipulating graphical and attribute data (gender, age, number of suicide attempts, composition of the family and other attributes) within a single integrated model that arise in medical and environmental studies are solved by means of tool packages of geographical information systems. MEGIS is based on a spatial model consisting of several thematic layers. Each graphic object in the layer has its own attribute description, which is stored in an embedded or external database. In this case, the layers of the spatial model can be any subsystems of a complex ecological object (system of objects). A methodology for creating geographic information systems in Khabarovsk has been developed, including data visualization on the suicide hazard of areas and location other harmful factors (Fig. 4.). The geographic information system of the city includes a map of the territorial distribution of cases of suicides, the most important socio-economic and medical-geographical characteristics of administrative districts. Methodological approaches to assessing the risk of suicides and DD, depending on the place of residence, have been developed. An appropriate software and hardware complex is being developed to solve the problems of medical ecology through MEGIS technologies and environmental monitoring. The possibility of applying a single methodological approach for geoinformation modeling of the spread of various forms of pre-suicide DD is justified.

CONCLUSION

MEGIS is an information recognition system based on the concept of information modeling, according to which all available information about the object of research is collected and accumulated, and then the recognition problem is solved. A feature of is the principles of organizing this information system allow to take into account the presence of a person on a sufficiently large territory and analyze the likelihood of its presence in different parts of a given territory. With the encouragement of MEGIS explored the influence of socio-psychological, socio-ecological and medical factors on the peculiarities of the territorial distribution of suicides, in-

cluding advanced forms of pre-suicide DD, a population-epidemiological study was conducted in the Khabarovsk city. It was believed that the study of relationships between socio-economic and demographic and mental health characteristics of the individual administrative districts, on the one hand, and population frequency of a particular disease, on the other hand, can be an evidence of the social aspects of diseases.

The methodological basis of the study was the analysis of multiple linear regression with an assessment of the contributions of the studied factors to the formation of the output parameter. This original methodological approaches to the system analysis of non-psychotic depressive disorders in teenagers are considered. Are spent medico-psychological, socially-psychological, medico-epidemiological, ethnocultural researches of features of distribution of suicides and depressive disorders in Amur region of Khabarovsk territory. Despite certain successes in business of preventive diagnostics and treatment of depressive disorders and suicides, the problem of distribution of suicides remains to one of the major for medicine, psychology, sociology ecology and economy of Far East federal district. It is reliably established that mental disorders containing in their clinical manifestations a depressive symptom complex are the most suicidal, which was confirmed in our study.

It was revealed that the socio-economic and medico-demographic crises in Amur region are accompanied by an increase in the number of mental disorders, which contain in their clinical manifestations a depressive symptom complex, which is the most suicidal. The experience gained in Russia and abroad can be useful for a correct understanding of the social processes occurring in indigenous populations at the present stage of society development, and will help to develop a strategy for the prevention of suicide among indigenous peoples living in the Far East of the Khabarovsk Territory. It should be noted that the severity of depression and suicides in Russian Far East adolescents who made suicide attempts in our study often reached mild and moderate levels, and suicide was due to an inadequate type of personal response provoked by the use of alcohol or other surfactants. Significantly more often our teenagers committed suicide with adaptation disorder, short-term depressive and prolonged reaction. Mental problems in one family member cause a sense of shame and guilt among others.

Thus, for a long time, teenagers remain out of the psychiatrist's field of vision and do not receive specialized care, which leads to deterioration of the condition, up to a depressive episode of severe without psychotic symptoms. It is necessary to organize psychological support services at general educational institutions in the Amur Region to provide assistance to schoolchildren in a crisis situation. Knowledge of the causes and risk factors for suicidal behavior is necessary to develop preventive measures to prevent adolescents suicide. The time schedule for the work of this service should be outside the framework of the educational process and can be implemented through individual and group trainings and consultations. The result of preventive measures will be the preservation of the growing population of the Amur region of the Russian Far East.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Foundation of Basic Research. No 19-013-00018.

REFERENCES

1. *Bostic J.Q., Rubin D.H., Prince J.* Treatment of depression in children and adolescents. Journal of Psychiatric Practice. 2005. No 11(3). P. 141–154.
2. *Carrellas N.W., Biederman J., Uchida M.* How prevalent and morbid are subthreshold manifestations of major depression in adolescents? A literature review. J Affect Disord. 2017. V. 1. No 210. P. 166–173.

3. *Churkin A.A., Polozhiy B.S., Revenko V.I., Rakitsky G.F*. Ethnocultural features of prevalence and clinical manifestations of mental disorders. Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery. 2009. No 2. P. 39–46 (in Russian).
4. *Clayton K.M., Stewart S.M., Wiebe D.J., McConnel C.E., Hughes C.W., White P.C.* Maternal depressive symptoms predict adolescent healthcare utilization and charges in youth with type 1 diabetesm. Health Psychology. 2013. No 32(9). P. 1013–1022.
5. *Demcheva N.K., Yazdovskaya A.V.* Overall incidence of mental disorders in the Russian Federation and federal districts in 2017–2019. Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery. 2021. No 1. P. 64–59 (in Russian).
6. *Gladstone T.R.G., Beardslee W.R.* The prevention of depression in children and adolescents: a review. Can. J Psychiatry. 2009. No 54(4). P. 212–21. DOI: 10.1177/070674370905400402.
7. *Jinnin R., Okamoto Y., Takagaki K. et al.* Detailed course of depressive symptoms and risk for developing depression in late adolescents with subthreshold depression: a cohort study. Neuropsychiatric Disease and Treatment. 2016. V. 13. P. 25–33.
8. *Kosykh N.E., Lopatin A.S., Novikova O.Yu., Savin S.Z.* Geoinformation systems in problems of medical ecology. Vladivostok: Dalnauka, 2008. 152 p. (in Russian).
9. *Krasnov V.N.* Depression as a social and clinical problem of modern medicine. Russian psychiatric journal. 2011. No 6. P. 8–10 (in Russian).
10. *Kretinin D.F., Samokhin D.V., Goncharova E.M.* Suicidal behavior in the structure of depressive disorders in young people. Siberian Bulletin of psychiatry and narcology. 2015, № 1(86). P. 9–15 (in Russian).
11. *Kripke D.F., Lesse S.* The multivariant masks of depression. Am. J. Psychiatry. 1998. V. 124(1). P. 35–40.
12. *Loginov I.P., Savin S.Z.* Geoinformation systems in the population analysis of the distribution of depressive disorders in Khabarovsk. InterCarto. Intergis. 2020. T. 26. No 3. P. 39–52 (in Russian).
13. *Loginov I.P., Savin S.Z., Solodkaya E.V.* Comparative analysis of the spread of depressive disorders in adolescents in Russia and China. Mental Health of Children and Adolescent**.** 2019. No 3. P. 4–12 (in Russian).
14. *Malone K.M., Kelleher C., Kuch G., et al.* Suicidal ideation is associated with elevated inflammation in patients with major depressive disorder. Depress. Anxiety. 2013. V. 30(4). P. 307–14.
15. *Oorzak L.N.* Problem of youth suicide in the republic of Tuva. Bulletin of Tuva State University. Pedagogical sciences. 2012. No 4. P. 31–36 (in Russian).
16. *Polumienko S.K., Savin S.Z., Turkov S.L.* Information models and decision-making methods in regional ecological and economic systems. Vladivostok: Dalnauka, 2007. 376 p. (in Russian).
17. *Shipitsyna L.M., Ivanov E.S., Stetsenko E.M.* Motives of suicidal behavior in adolescents. Russian psychiatric journal. 2000, V. 5. P. 40–45 (in Russian).
18. *Stewart S.M., Kennard B.D., Lee P.W.H., Mayes T., Hughes C.W., Emslie G.* Hopelessness and suicidal ideation among adolescents in two cultures. Journal of Child Psychology, Psychiatry and Allied Disciplines. 2010. V. 46. P. 364–372.
19. *Syrokvashina K.V.* Modern psychological models of suicidal behavior in adolescence. Counseling psychology and psychotherapy. 2017. No 25(3). P. 60–75.
20. *Wasserman D., Zalsman G., Hawton K.* Suicide prevention strategies revisited: 10-year systematic review. Lancet Psychiatry. 2016. No 3(7). P. 646–59.

УДК 332.122 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-232-243**

В.И. Тихий[1], О.В. Корева[2]

ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО РАССЕЛЕНИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В РЕГИОНЕ

АННОТАЦИЯ

Современная социально-экономическая ситуация в сельской местности характеризуется целым рядом проблем, препятствующих устойчивому развитию. Низкое качество жизни, существующий уровень и качество жизни села, отсутствие социальной инфраструктуры, экологическая ситуация, ограниченные возможности для работы в селе, низкие доходы населения по сравнению с городом оказали существенное влияние на процесс миграции и ухудшения качества рабочей силы, депопуляцию сельского населения. В этом контексте решение проблемы развития сельских поселений является весьма актуальным.

Региональное руководство выбирает направление развития сельских территорий, не учитывая сложившуюся социально-экономическую ситуацию на муниципальном уровне и особенности развития сельских поселений, что снижает эффективность территориального управления.

Уровень развития сельской местности оценивался на примере Орловской области. Современная социально-экономическая ситуация на селе характеризуется множеством проблем, препятствующими его переходу к устойчивому развитию. Выявлена проблема депопуляции населения в сельской местности. При этом наблюдается разрушение социальной и инженерной инфраструктуры, сокращаются площади обрабатываемых земель, нарастают различия в уровне социально-экономического развития периферии, полупериферии и пригородных зон. Проведенный анализ различий социально-экономического развития муниципальных образований Орловской области свидетельствует об усилении внутрирегиональной дифференциации за рассматриваемый период и отсутствии действенной внутрирегиональной политики, направленной на снижение существующей социально-экономической асимметрии внутри субъекта Федерации. Разработаны предложения, которые должны реализовываться в контексте постоянного мониторинга состояния и развития сельских территорий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: устойчивое развитие, сельские территории, депопуляция, государственная политика, методы хозяйствования.

1 Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Институт естественных наук и биотехнологии, Комсомольская улица, д.95, 302026, Орел, Россия,
e-mail: **tikhiivi@yandex.ru**

2 Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, Институт экономики и управления, Комсомольская улица, д. 95, 302026, Орел, Россия,
e-mail: **olga_koreva@mail.ru.**

Vladimir I. Tikhii[1] , Olga V. Koreva[2]

TRANSFORMATION OF RURAL SETTLEMENT AND SUSTAINABILITY OF RURAL DEVELOPMENT IN THE REGION

ABSTRACT

The current socio-economic situation in rural areas is characterized by a number of problems that hinder sustainable development. The low quality of life, the existing level and quality of life in the village, the lack of social infrastructure, the environmental situation, limited opportunities for work in the village, low incomes of the population compared to the city had a significant impact on the process of migration and deterioration of the quality of the labor force, depopulation of the rural population. In this context, the solution to the problem of rural settlement development is very relevant.

The regional leadership chooses the direction of rural development without taking into account the current socio-economic situation at the municipal level and the peculiarities of rural settlement development, which reduces the effectiveness of territorial administration.

The level of rural development was assessed on the example of the Orel region. The current socio-economic situation in rural areas is characterized by many problems that hinder its transition to sustainable development. The problem of depopulation of the population in rural areas is revealed. At the same time, the destruction of social and engineering infrastructure is observed, the area of cultivated land is reduced, and differences in the level of socio-economic development of the periphery, semi-periphery and suburban areas are increasing. The analysis of the differences in the socio-economic development of the municipalities of the Orel region indicates an increase in intraregional differentiation during the period under review and the absence of an effective intraregional policy aimed at reducing the existing socio-economic asymmetry within the subject of the Federation. Proposals for its solution have been developed, which should be implemented in the context of continuous monitoring of the state and development.

KEYWORDS: sustainable development, rural areas, state policy, management methods.

ВВЕДЕНИЕ

Устойчивость развития сельских территорий определяется стабильностью их социально-экологического и экологического развития [*Тихий, Сидорова,* 2016, с. 71]. Стабильность социально-экономической системы (территорий) означает не только ее безопасность и надежность функционирования, но и способность развиваться [*Иконникова,* 2012, с. 350]. Решение проблем устойчивого и стабильного экономического роста и развития территорий, повышение благосостояния населения очень актуальны для России. По мнению мирового сообщества устойчивым, является развитие территорий, которое обеспечивает его населению высокое качество жизни, при сохранении природной среды и балансе экономической и общественной жизни [*Черданцев, Шаклеина,* 2016, с. 1].

В общепринятом понятии «устойчивое развитие» – это стабильное социально-экономическое развитие, не разрушающее своей естественной основы и обеспечивающее непрерывный прогресс общества. Переход к устойчивому развитию означает постепенную целенаправленную самоорганизацию общества в экономической, социаль-

[1] Orel State University the name of I. S. Turgenev, Institute of Natural Sciences and Biotechnology, Komsomolskaya St., 95, 302026, Orel, Russia, *e-mail:* **tikhiivi@yandex.ru**

[2] Orel State University the name of I.S. Turgenev, Institute of Economics and Management, Komsomolskaya St., 95, 302026, Orel, Russia, *e-mail:* **olga_koreva@mail.ru**

ной и экологической сферах. Имея это в виду, устойчивое развитие характеризуется экологической безопасностью, экономической эффективностью и социальной справедливостью[1].

В Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года дается следующее определение устойчивости. «Устойчивое развитие сельских территорий – стабильное социально-экономическое развитие сельских территорий, увеличение объема производства сельскохозяйственной продукции, повышение эффективности сельского хозяйства, достижение полной занятости сельского населения и повышение уровня его жизни, рациональное использование земель»[2].

Современная социально-экономическая ситуация на селе характеризуется множеством проблем, препятствующими его переходу к устойчивому развитию. Депопуляционные процессы на селе сильно увязаны с экономической, социальной и экологической составляющими устойчивости, они значительно меняют рисунок системы расселения. Происходит «скатывание» населения в районные центры, периферия теряет жителей, формируется система централизованного и дисперсного расселения. Понятно, что происходящее приводит к снижению устойчивости в развитии сельских территорий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Существует множество подходов к оценке устойчивого развития сельских территорий [*Фролов, Агафонова,* 2011; *Шевченко,* 2012], мы воспользуемся авторской методикой представленной в [*Заводских, Тихий,* 2017], основанной на классификации административных районов с учетом ключевых показателей их социально-экономического развития.

В представленном исследовании будет дан анализ Орловской области в разрезе 24 административных районов с упором на исследование изменений в численности сельского населения и параметров его плотности.

Орловское село в последние десятилетия демонстрирует устойчивую тенденцию к сокращению численности своих жителей. Подобные демографические процессы характерны и для региона в целом (включая областной центр). Так, с 2011 по 2020 годы, численность населения Орловской области уменьшилась почти на 52,1 тыс. человек (на 7,1%; с 785,5 до 733,5 тыс. чел.). За этот период численность сельского населения Орловской области сокращалось в два раза быстрее, чем городского. Так, с 2011 по 2020 годы численность горожан в регионе уменьшилась на 4,8%, а селян – на 10%. Все это приводит к активной трансформации сельского расселения.

Продолжительная депопуляция безусловно изменила сельское расселение. Меняется структура сельских населенных пунктов по численности и по распределению жителей по селам и деревням разной людности. В самом общем виде это проявляется в поляризации, а именно, растет доля сельских населенных пунктов с минимальным количеством жителей (в том числе и безлюдных), отмечается уменьшение количества малых и средних (по людности) поселений, отмечен также незначительный рост наиболее крупных из них. Анализируя результаты четырех последних переписей населения, можно заметить тенденцию смещения черты устойчивости сельских населенных пунктов к верхним значениям людности. Логично предположить, что в перспективе и самые

---

1 Об утверждении Концепции устойчивого развития сельских территорий Рос. Федерации на период до 2020 года Распоряжение Правительства РФ от 30.11.2010 г. № 2136-р. Электронный ресурс: http://www.mcx.ru/documents/document/show/14914.77.htm. (дата обращения: 28.03.2021).

2 Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года. Распоряжение Правительства РФ от 02.22.2015 г. № 151-р. Электронный ресурс: http://government.ru/docs/16757/(дата обращения: 28.03.2021).

крупные из них обречены на потерю своих жителей, а значит, произойдет увеличение доли мелких и супермелких поселений, а также сел и деревень без жителей. Отметим также, что крупные сельские населенные пункты еще с советских времен были центрами по предоставлению первейших социальных услуг. В последние десятилетия в условиях снижения людности, происходит оптимизация сети объектов социальной инфраструктуры в них.

Динамика численности сельского населения Орловской области представлена на рис. 1.

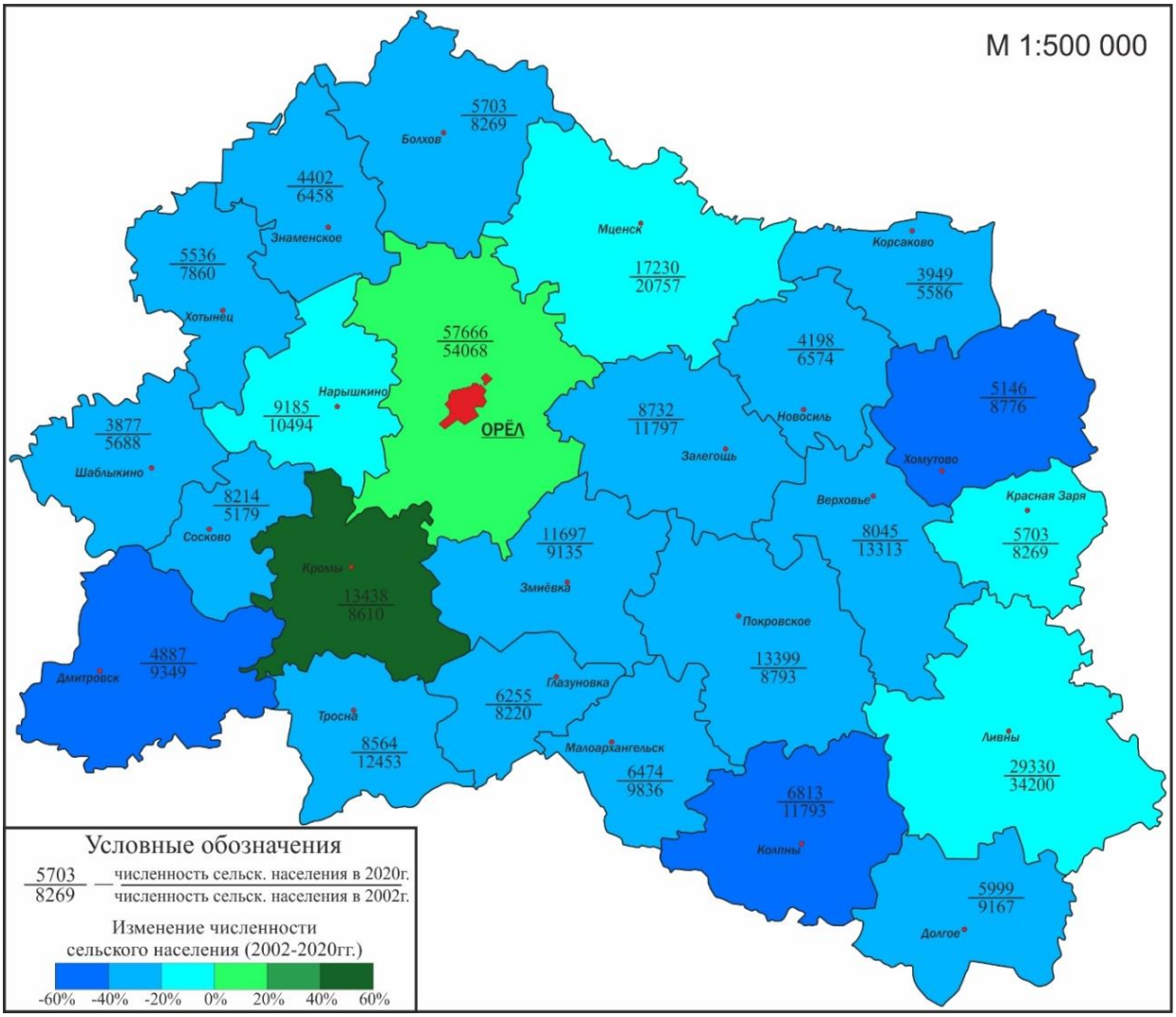


*Рис. 1. Динамика численности сельского населения Орловской области**
Fig. 1. Dynamics of the rural population of the Orel region

** Источник: авторская разработка*

Рассматривая динамику численности сельского населения в районном разрезе, можно сделать вывод о том, что практически все административные районы области теряют своих жителей. Так, за период с 2002 по 2020 годы положительную динамику численности селян имел Кромской (4828 человек или 56%) и Орловский (3598 человек или 6,6%) районы. При средней доле снижения людности, составляющей 26,7% по региону в целом за исследуемый период, минимальное снижение численности жителей

села имели Краснозоренский (7,3%), Урицкий (12%), Ливенский (14%), Мценский (17%), Свердловский (22%), Глазуновский (24%) и Залегощенский (26%) районы. Все остальные административные районы имели «сползание» по численности выше среднеобластного показателя. Своеобразными рекордсменами в этой номинации стали Дмитровский (48%), Колпнянский (42%), Новодеревеньковский (41%), Верховский (39%), Сосковский (37%) и Новосильский (36%) районы (см. рис. 1). Эти демографические процессы объясняются естественной и миграционной убылью населения [*Заводских, Тихий,* 2017, с. 778].

Важной тенденцией в трансформации сельского расселения Орловской области последних десятилетий стало общее разуплотнение. Так, по результатам переписей 2002 и 2010 годов, а также по расчетным данным за 2020 год можно обнаружить вектор снижения средней плотности сельского населения региона. В 2002 году средняя плотность сельского населения была 12,7 человек на квадратный километр, в 2010 году – 10,4, а в 2020 – 9,2. Максимальная плотность (на 2020 год) зафиксирована в Орловском – 34 чел./кв. км, Кромском – 20,1 чел./кв. км, Ливенском – 16 чел./кв. км и Урицком – 10,9 чел./кв. км районах. Важно отметить, что последовательный рост показателя среди лидеров был только в Орловском районе (в 2002 г. – 31,8 чел./кв. км, в 2010 г. – 32,5 чел./кв. км, 2020 – 34 чел./кв. км). В других районах показатели плотности колебались, как, например, в Кромском районе (13,0; 22,5; 20,1 соответственно по контрольным годам). Примерно тоже наблюдаем и в Урицком районе (12,5; 10,8; 10,9). В Ливенском районе наметилась устойчивая тенденция к снижению этого показателя – 19; 18; 16 чел./кв. км. Значения выше среднеобластного показателя (9,2 чел./кв. км) имеют Глазуновский (10,8), Троснянский (10,7) и Мценский (10,3) районы. Минимальные уровни плотности сельского населения отмечены в Дмитровском (3,9), Корсаковском (4,1), Шаблыкинском (4,6), Болховском (4,8), Новодеревеньковском (5,0), Знаменском (5,4) и Новосильском (5,5) районах (рис.2).

Анализируя динамику численности сельского населения и его плотности, можно сформулировать некоторые выводы.

Выявлено, что на значения этих показателей и их динамику существенное влияние оказывает экономико-географическое положение, реализуясь через территориальную близость того или иного района к областному центру, а также через выгодное транспортно-географическое положение района. В результате, чем ближе административный район и его центр расположен к областной столице, тем меньше «потери» сельского населения и выше его плотность. Добавляет позитива в общий итог и удачное транспортно-географическое положение района. Поэтому и отмечен рост численности сельского населения и зафиксирована максимальная его плотность за период с 2002 по 2020 годы у Орловского и Кромского районов. К тому же, Кромской район имеет уверенное транспортное сообщение с областным центром (трасса М-2; расстояние «Орел – Кромы» составляет всего 40 километров). Довольно успешные результаты (и по динамике численности, и по плотности) и у территориально-приближенного к областному центру Урицкого района, через который транзитом проходит трасса Орел – Брянск (дистанция «Орел – Нарышкино» 25 километров). Немногим хуже подобная статистика у Мценского района, но все те же конкурентные преимущества – соседство с Орловским районом и близость к центру области (расстояние «Орел – Мценск» 51 километр), а также транзитное прохождение через весь район автодороги М-2.

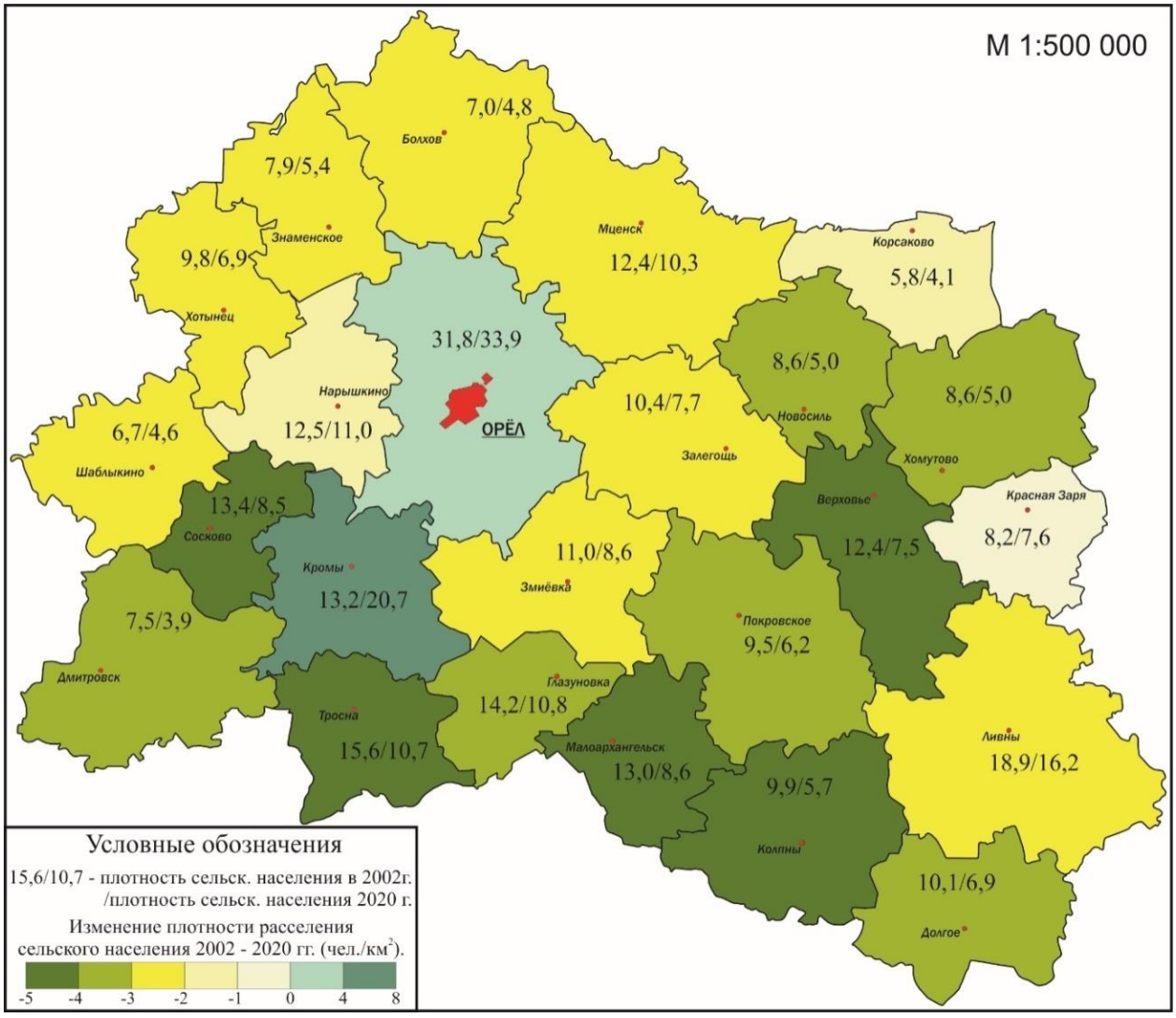


*Рис. 2. Динамика плотности сельского населения Орловской области**
Fig. 2. Dynamics of rural population density in the Orel region

** Источник: авторская разработка*

На юго-восточной периферии Орловской области расположен Ливенский район. Он является одним из самых продвинутых в производстве сельскохозяйственной продукции (а Ливны – важный промышленный центр Орловщины). [*Богачев,* 2016]. Традиционно (еще с советских времен) Ливенский район второй по значению (после Орловско-Мценского) полюс экономического развития в регионе. Но, видимо, его периферийность все-таки снижает его конкурентные преимущества и поэтому он имеет более скромные результаты в динамике численности сельского населения (за период исследования численность снизилась на 3,5 тыс. человек), а по плотности селян он на третьем месте в регионе. К нему тяготеет и соседний Краснозоренский район, который тоже имеет относительно небольшой спад в численности сельских жителей (7% за период с 2002 по 2020 год).

Динамика ключевых показателей развития муниципальных районов и городских округов региона представлена в табл. 1.

Табл. 1. Динамика ключевых показателей социально-экономического развития городских округов и муниципальных районов Орловской области в 2020 году к 2010 году, % (Составлено авторами)

Table 1. Dynamics of key indicators of socio-economic development of urban districts and municipal districts of the Orel region in 2020 to 2010, %

№	Муниципальное образование	Объем отгруженных товаров собственного производства	Объем производства сельскохозяйст-венной продукции	Объем инвестиций в основной капитал
1	2	3	4	5
1.	Г.Орел	-25,1	-33,8	57,0
2.	г. Ливны	14,5	-	45,3
3.	г. Мценск	16,9	-	59,5
4.	Болховский	223,2	5,2	64,0
5.	Верховский	-18,7	8,5	31,6
6.	Глазуновский	115,7	5,7	97,1
7.	Дмитровский	-54,6	55,5	120,9
8.	Должанский	127,0	-13,5	13,0
9.	Залегощенский	136,2	-15,9	32,6
10.	Знаменский	58,6	19,5	84,0
11.	Колпнянский	94,6	18,4	24,4
12.	Корсаковский	101,7	46,9	57,7
13.	Краснозоренский	54,1	6,6	61,7
14.	Кромской	355,5	17,5	90,9
15.	Ливенский	56,5	11,3	38,9
16.	Малоархангельский	57,0	-3,2	166,8
17.	Мценский	224,1	25,5	85,6
18.	Новодеревеньковский	116,9	27,8	68,3
19.	Новосильский	78,8	13,0	100,8
20.	Орловский	226,2	-26,8	17,3
21.	Покровский	57,2	129,6	35,7
22.	Свердловский	27,9	28,5	95,6
23.	Сосковский	79,2	242,5	147,3
24.	Троснянский	48,8	91,3	80,2
25.	Урицкий	35,2	1,9	30,5
26.	Хотынецкий	154,9	8,0	43,8
27.	Шаблыкинский	195,0	382,9	148,2
	Всего по области	1,9	23,1	160,5

Источник: рассчитано авторами по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Орловской области.
** рассчитано в сопоставимых ценах*

Согласно данным показателей, представленных в таблице 1, развитие муниципальных образований региона имеет разнонаправленные тенденции. Так, в большей части районов наблюдается рост отгруженных товаров собственного производства, производ-

ства сельскохозяйственной продукции и рост объема инвестиций в основной капитал, однако в 53 % из них падение составило более чем в 2 раза.

Наиболее высокий уровень дифференциации между муниципальными районами Орловской области наблюдается по объему отгруженных товаров собственного производства в расчете на душу населения. Дифференциация муниципальных образований по показателю объема производства сельскохозяйственной продукции на душу населения по сравнению с уровнем 2008 года возросла более чем в 3 раза. Также сохраняются устойчивые значительные различия между муниципалитетами региона по объему инвестиций в основной капитал на душу населения (24 раза) и объему розничной торговли на 1 жителя (4,5–5 раз). Усилились различия по обеспеченности населения врачами с 5,4 раз в 2010 году до 6,3 раза в 2020 году. Наименьшая территориальная дифференциация в регионе наблюдается по размеру начисленной среднемесячной заработной платы. Коэффициент вариации по данному показателю социально-экономического развития территорий составляет всего 10 %.

Таким образом, проведенный анализ различий социально-экономического развития муниципальных образований Орловской области свидетельствует об усилении внутрирегиональной дифференциации за рассматриваемый период и отсутствии действенной внутрирегиональной политики, направленной на снижение существующей социально-экономической асимметрии внутри субъекта Федерации [*Афанасьева и др.,* 2019]. Демографический потенциал сельских поселений Орловской области оценивается как относительно слабый, поскольку 40,1% сельских поселений имеют низкий и критический уровни развития демографической и среды [*Родимцев, Резвяков,* 2014, с. 38].

Более глубокий анализ позволяет обнаружить следы интенсификационного сжатия регионального социально-экономического пространства [*Артоболевский,* 2010, с. 127]. Основные проявления эффекта сжатия – депопуляция, уровень развития сельского хозяйства и транспортная связность. В нашем исследовании акцент сделан на проблеме долговременной депопуляции сельских территорий Орловской области. Это особенно актуально для ее периферийных районов. Там происходит разрежение сети сельских населенных пунктов, поскольку деградирует их значительное число. При этом наблюдается разрушение социальной и инженерной инфраструктуры, сокращаются площади обрабатываемых земель, нарастают различия в уровне социально-экономического развития периферии, полупериферии и пригородных зон. Фрагментация сельских территорий осуществляются по направлению «пригород – полупериферия – периферия». Имеющиеся тенденции затрудняют и часто делают невозможным переход периферийных сельских территорий к устойчивому развитию.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проблема нестабильных территорий заключается в финансовой необеспеченности местного бюджета, большой доле убыточности организаций, осуществляющих деятельность на территории районов, а также в низкой инвестиционной активности. В социальной сфере тоже не все просто: помимо основной проблемы, которая затрагивает все районы Орловской области – естественного сокращения населения, проблемы – нехватка квалифицированной рабочей силы и обеспеченности учреждений здравоохранения и образования. Ситуация в сельской местности, вызванная не только обесцениванием сельскохозяйственного труда и ослаблением мотивационных механизмов его развития, но и отсутствием достойных условий жизни на селе, является барьером на пути формирования социально-экономических условий устойчивого развития сельских территорий [*Колоскова, Бордаченко,* 2018]. В экологическом секторе проблемы также значительны: небольшие финансовые вложения в охрану окружающей среды, достаточно

большое количество потенциальных объектов загрязнения и выбросов [*Тихий, Корева,* 2017, с. 65].

Инвестиционный спрос может быть увеличен не только за счет налоговых льгот, но и за счет гарантий со стороны муниципалитетов на осуществление деятельности в районах. Другой важной формой является государственно-частное сотрудничество, которое заключается в том, что муниципальное руководство является таким же равноправным партнером, как и частный сектор, оно несет обязательства и будущие выгоды. Помощь региональных или федеральных бюджетов должна быть направлена на стимулирование развития малого бизнеса. Для этого была создана платформа «Мой бизнес». На сегодняшний день государство предлагает широкий спектр мер поддержки как для начинающих предпринимателей, так и для уже работающих бизнесов: субсидии от центра занятости, грантовая поддержка, федеральные программы поддержки бизнеса, региональные программы поддержки, субсидии на возмещение процентов по кредиту [*Чернявская,* 2018].

Рост инвестиционного спроса повлияет на поток инвестиций в районы. Важно не упустить эту возможность и полностью направить в реальный сектор экономики района. Дивиденды в виде налогов и собственного капитала (если осуществляется государственно-частное сотрудничество) должны распределяться по инфраструктуре, улучшению здравоохранения, образования. Кроме того, с ростом экономического роста острота проблемы безработицы решается.

Кроме того, одним из мероприятий повышения устойчивого развития сельской экономики должна стать диверсификация сельскохозяйственного производства. Диверсификация неизбежно активизирует все направления предпринимательства на селе [*Черданцев, Шаклеина,* 2013].

Осуществление названных позиций требует принципиального изменения государственной политики в направлении выравнивания социально-экономических условий развития сельских территорий с городом в части совершенствования законодательства, применения программно-целевого подхода к бюджетному планированию, усиления финансовой поддержки развития сельских территорий, мобилизации и развития внутренних ресурсов и др. [*Голубева, Дорохова,* 2015, с. 145].

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенный анализ различий социально-экономического развития муниципальных образований Орловской области свидетельствует об усилении внутрирегиональной дифференциации за рассматриваемый период и отсутствии действенной внутрирегиональной политики, направленной на снижение существующей социально-экономической асимметрии внутри субъекта Федерации. В данной статье подчеркивается необходимость решения проблем устойчивого развития сельских территорий, поскольку нарастание социально-экономических диспропорций в сельской местности и появление депрессивных сельских территорий, где многие экономические, социальные и экологические проблемы все более усугубляются, приводят к общей неустойчивости и дезинтеграции экономики и являются весьма актуальными для России. Выявленные проблемы в механизме обеспечения выравнивания социально-экономического развития территорий на региональном уровне позволяют сделать вывод о том, что без четкого определения целей и задач, достоверной системы мониторинга и эффективного механизма регулирования диспропорций территориального развития решить проблемы нестабильного социально-экономического развития сельских территорий невозможно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьева Е.Е., Корева О.В., Тихий В.И.* Политика внутрирегионального выравнивания как составная часть региональной политики и инструмент снижения социально-экономической асимметрии внутри субъектов Федерации. Вестник Евразийской науки, 2019, № 5, том 11. Электронный ресурс: https://esj.today/ PDF/07ECVN519.pdf (дата обращения: 22.03.2021).
2. *Богачев А.И.* Зонирование сельских территорий Орловской области на основе диагностики уровня устойчивости их развития. Вестник ОрелГАУ. 2016. № 4. Электронный ресурс: https://cyberleninka.ru/article/n/zonirovanie-selskih-territoriy-orlovskoy-oblasti-na-osnove-diagnostiki-urovnya-ustoychivosti-ih-razvitiya (дата обращения: 27.03.2021).
3. *Голубева А.И., Дорохова В.И., Дугин А.Н., Суховская А.М.* Методические подходы к зонированию сельских территорий на основе комплекса индикаторов оценки уровня устойчивости их развития. Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С. 142–149.
4. *Заводских А. А., Тихий В. И., Шуметов В. Г.* Моделирование процессов движения населения в регионах Центрального федерального округа. Региональная экономика: теория и практика. 2017. Т. 15. Вып. 4. С. 772–783.
5. *Иконникова О.В.* Основные подходы к определению понятия «устойчивое развитие сельских территорий». Проблемы современной экономики. 2012. № 1. С. 349–352.
6. *Колоскова Ю.И., Бордаченко Н.С.* Человеческий капитал как фактор устойчивого развития сельских территорий. Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. 2018. № 1 (7). Электронный ресурс: https://cyberleninka.ru/ article/n/chelovecheskiy-kapital-kak-faktor-ustoychivogo-razvitiya-selskih-territoriy (дата обращения: 30.03.2021).
7. *Родимцев С.А., Резвяков А.В., Студенникова Н.С.* Типологическая оценка развития сельских территорий Орловской области. Региональная экономика: теория и практика. 2014. № 39. Электронный ресурс: https://cyberleninka.ru/ article/n/tipologicheskaya-otsenka-razvitiya-selskih-territoriy-orlovskoy-oblasti (дата обращения: 31.03.2021).
8. Сжатие социально-экономического пространства: новое в теории регионального развития и практике его государственного регулированияю. Под ред. *С.С. Артоболевского, Л.М. Синцерова*. М.: Эслан, 2010. 428 с.
9. *Тихий В.И., Корева О.В.* Проблемы устойчивости развития сельских территорий региона: эколого-социо-экономический анализ. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Международной конференции. 2017. № 23. С. 50–70. DOI: 10.24057/ 2414-9179-2017-1-23-50-70 (дата обращения: 25.03. 2021).
10. *Тихий В.И., Сидорова И.Н.* Оценка и особенности развития сельских территорий региона на примере Орловской области. Региональная экономика: теория и практика. 2016. № 4. Т. 15. С. 69–88.
11. *Фролов В.И., Агафонова Е.О.* Методические подходы к разработке показателей устойчивого развития сельских территорий. Экономическое возрождение России. 2011. № 4. С. 76□89.
12. *Черданцев В.П., Шаклеина С.А.* Методика экспресс-анализа устойчивого развития сельских территорий. АВУ. 2016. №3 (145). Электронный ресурс: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-ekspress-analiza-ustoychivogo-razvitiya-selskih-territoriy (дата обращения: 29.03.2021).
13. *Чернявская Е.А.* Региональным властям планируется предоставить субсидии на оказание услуг и поддержки субъектам МСП в центрах «Мой бизнес»//

Официальный портал Гарант.Ру. 2018. Электронный ресурс: https://www.garant.ru/news/1229678/ (дата обращения: 27.03.2021).
14. *Шевченко О.Ю.* Формирование системы индикаторов устойчивого развития муниципальных территорий. ИВД. 2012. № 4–1. Электронный ресурс: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-sistemy-indikatorov-ustoychivogo-razvitiya-munitsipalnyh-territoriy (дата обращения: 28.03.2021).

REFERENCES

1. *Afanasyeva E.E., Koreva O.V., Tikhii V.I.* The policy of intraregional equalization as an integral part of regional policy and a tool for reducing socio-economic asymmetry within the constituent entities of the Federation. Bulletin of Eurasian Science, 2019. No 5. V. 11 (in Russian).
2. *Bogachev A.I.* Zoning of rural areas of the Oryol region on the basis of diagnosing the level of sustainability of their development. Bulletin of OrelGAU. 2016. No 4. Web resource: https://cyberleninka.ru/article/n/zonirovanie-selskih-territoriy-orlovskoy-oblasti-na-osnove-diagnostiki-urovnya-ustoychivosti-ih-razvitiya (accessed 27.03.2021) (in Russian).
3. *Cherdantsev V.P., Shakleina S.A.* Methods of express analysis of sustainable development of rural areas. AVU. 2016. No 3 (145). Web resource: https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-ekspress-analiza-ustoychivogo-razvitiya-selskih-territoriy (accessed 29.03.2021) (in Russian).
4. *Chernyavskaya E.A.* It is planned to provide regional authorities with subsidies for the provision of services and support to SMEs in the centers "My Business". Official portal Garant.Ru. 2018. Web resource: https://www.garant.ru/news/1229678/ (accessed 27.03.2021) (in Russian).
5. *Frolov V.I., Agafonova E.O.* Methodological approaches to the development of indicators for sustainable rural development. Economic revival of Russia. 2011 No 4. P. 76 (in Russian).
6. *Golubeva A.I., Dorokhova V.I., Dugin A.N., Sukhovskaya A.M.* Methodological approaches to the zoning of rural areas based on a set of indicators for assessing the level of sustainability of their development. Bulletin of Michurinsky State Agrarian University. 2015. No 3. P. 142–149 (in Russian).
7. *Ikonnikova O.V.* Basic approaches to the definition of the concept of "sustainable development of rural areas". Problems of modern economics. 2012. No 1. P. 349–352.
8. *Koloskova Yu.I., Bordachenko N.S.* Human capital as a factor of sustainable development of rural areas. Socio-economic and humanitarian journal of Krasnoyarsk State Agrarian University. 2018. No 1 (7). Web resource: https://cyberleninka.ru/article/n/ chelovecheskiy-kapital-kak-faktor-ustoychivogo-razvitiya-selskih-territoriy (accessed 30.03. 2021) (in Russian).
9. *Rodimtsev S.A., Rezvyakov A.V., Studennikova N.S.* Typological assessment of the development of rural areas of the Oryol region. Regional economy: theory and practice. 2014. No 39. Web resource: https://cyberleninka.ru/article/n/tipologicheskaya-otsenka-razvitiya-selskih-territoriy-orlovskoy-oblasti (accessed 30.03.2021) (in Russian).
10. *Shevchenko O.Yu.* Formation of a system of indicators of sustainable development of municipal territories. IVD. 2012. No 4 (1). Web resource: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-sistemy-indikatorov-ustoychivogo-razvitiya-munitsipalnyh-territoriy (accessed 28.03.2021) (in Russian).
11. Shrinking the socio-economic space: new in the theory of regional development and the practice of its state regulation. M.: Eslan, 2010. 428 p. (in Russian).

12. *Tikhii V.I., Koreva O.V.* Problems of sustainable development of rural areas of the region: ecological-socio-economic analysis. “InterCarto.InterGIS": materials of the international conference, 2017. No 23. P. 50–70. DOI: 10.24057/2414-9179-2017-1-23-50-70 (accessed 27.03.2021) (in Russian).
13. *Tikhii V.I., Sidorova I.N.* Assessment and features of the development of rural areas in the region on the example of the Oryol region. Regional economy: theory and practice. 2016. No 4. V. 15. P. 69–88. (in Russian).
14. *Zavodskikh A.A., Tikhii V.I., Shumetov V.G.* Modeling the processes of population movement in the regions of the Central Federal District. Regional economy: theory and practice. 2017. T. 15. No 4. P. 772–783 (in Russian).

УДК: 711.5 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-244-259**

В.А. Федорова[1], Г.Р. Сафина[2], С.Н. Зарипова[3]

ТОЧЕЧНАЯ ЗАСТРОЙКА ОБЪЕКТОВ ЖИЛОГО НАЗНАЧЕНИЯ КАК СПОСОБ РЕШЕНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА КАЗАНЬ)

АННОТАЦИЯ

Увеличение численности жителей в городах, процессы урбанизации и перегруженность инфраструктуры приводят к дефициту территорий в городских системах. Одним из распространенных способов поиска внутренних городских резервов является реализация точечной (уплотнительной) застройки. Цель работы – изучение особенностей точечной застройки объектов жилого назначения как способа решения территориальных проблем (на примере города Казань).

В статье под точечной застройкой понимается отклонение от общего градостроительного плана, когда строительство объектов происходит на участках, прилегающих к существующей застройке. Авторами создан реестр жилых домов г. Казань, построенных за период 1860–2019 гг., проведено дешифрирование и сравнение спутниковых снимков 2004 и 2020 годов, определено функциональное использование земельных участков, предшествующее современной застройке.

Точечная застройка встречается на территории всего города Казань. Однако процесс уплотнения городской ткани происходит неравномерно – наиболее интенсивен он в привлекательной, с точки зрения инвесторов, центральной, исторической части города, в которой сконцентрировано значительное количество различных культурных, образовательных, научных учреждений и других социально-значимых объектов.

Наибольшее количество эпизодов уплотнительной застройки зафиксировано в Вахитовском районе. В период 2001–2019 гг. было построено 33,9% от общего количества жилых домов Вахитовского района, причем, значительная их часть «включается» в существующую планировочную структуру и относится к уплотнительной застройке. В периферийных районах города (Авиастроительном, Кировском, Советском, Приволжском) потребности в уплотнительной застройке значительно ниже. При условии сохранения природного каркаса точечная застройка является одним из способов реализации концепции «компактного» города.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: город, территориальный резерв, точечная застройка, уплотнительная застройка.

[1] Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, ул. Кремлевская 18, *e-mail:* **fva_14@mail.ru**

[2] Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, ул. Кремлевская 18, *e-mail:* **safina27@mail.ru**

[3] Ак Барс Банк, г. Казань, ул. Декабристов д.1, *e-mail:* **sabina_zaripova_23@mail.ru**

Victoriya A. Fedorova[1], Guzel R. Safina[2], Sabina N. Zaripova[3]

SPOT DEVELOPMENT OF RESIDENTIAL PURPOSE OBJECTS AS A METHOD FOR SOLVING TERRITORIAL PROBLEMS (ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF KAZAN)

ABSTRACT

An increase in the number of inhabitants in cities, urbanization processes and congestion in infrastructure lead to a shortage of territories in urban systems. One of the most common ways to search for internal urban reserves is the implementation of infill (compaction) development. The purpose of this work is to analyze the infill development of residential facilities as a way to solve territorial problems (using the example of the city of Kazan). In the article, infill development is understood as a deviation from the general urban planning plan, when the construction of objects occurs on sites adjacent to the existing development. The authors created a register of residential buildings in Kazan, built over the period 1860 - 2019, deciphered and compared satellite images of 2004 and 2020, determined the functional use of land plots that preceded modern development. Spot buildings are found throughout the entire city of Kazan. However, the process of compaction of the urban fabric is uneven - it is most intense in the central, historical part of the city, which is valuable from the point of view of investors, in which a significant number of various cultural, educational, scientific institutions and other socially significant objects are concentrated. The largest number of episodes of sealing development was recorded in the Vakhitovsky district. In the period 2001–2019. 33.9% of the total number of residential buildings in the Vakhitovsky district were built, and a significant part of them is "included" in the existing planning structure and refers to the sealing building. Closer to the periphery and borders of the city, the need for sealing construction decreases - less intensive processes of housing construction are typical for the outskirts of Kazan - Aviastroitelny, Kirovsky, Sovetsky and Privolzhsky.

KEYWORDS: city, territorial reserve, infill development, sealing development

ВВЕДЕНИЕ

Развитие жилой застройки в крупных городах непосредственно затрагивает интересы всего населения и имеет приоритетное значение при решении территориальных проблем. Увеличение численности жителей в городах, процессы урбанизации и перегруженность инфраструктуры приводят к дефициту территорий в городских системах, поэтому в настоящее время возникает необходимость пересмотра и введения некоторых корректировок в принципы градостроительного проектирования с целью повышения эффективности и экологически безопасного использования земельных ресурсов. Наиболее простым решением проблемы дефицита городских территорий является увеличение площади города за счет расширения его границ. Однако реализация данного подхода не может происходить постоянно и на определенном этапе приводит к появлению цепочки экологических, социальных и экономических проблем (увеличение трафика, автомобильных пробок, сокращение площадей зеленых насаждений, необходимость создания инфраструктуры и т.п.). Наличие некоторых «предельно-допустимых» размеров городской территории является причиной поиска внутри-городского потенциала для изменения ситуации при дефиците территории. Основная идея

[1] Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, st. Kremlin 18, *e-mail:* **fva_14@mail.ru**
[2] Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, st. Kremlin 18, *e-mail:* **safina27@mail.ru**
[3] Ak Bars Bank, Kazan, st. Dekabristov, 1, *e-mail:* **sabina_zaripova_23@mail.ru**

«компактного города», которая реализуется в последние годы во многих городах, заключается в максимально возможном и эффективном использовании городской территории [*Jenks, Burton,* 2005; *Breheny,* 1992; *Newton,* 2001].

В градостроительном и земельном законодательстве РФ отсутствуют перечень и классификация мероприятий для решения территориальных проблем (поиска внутренних городских резервов), что приводит к недостаточно эффективному использованию внутренних потенциалов городов и возникновению ряда негативных факторов (экологических, экономических и др.) как для жителей, так и для развития территории. Таким образом, в настоящее время анализ пространственной структуры города в рамках законодательного урегулирования подходов, позволяющих решить проблему дефицита территорий, является особенно значимым. Актуальность данного исследования подтверждается нормами Земельного и Градостроительного кодексов РФ, а также федеральными законами.

Одним из распространенных способов поиска внутренних городских резервов является реализация точечной (уплотнительной) застройки. Однако в действующем Градостроительном кодексе РФ не регламентировано понятие и порядок проведения «точечной застройки», а также отсутствует нормативно-правовая база, регулирующая размещение новых объектов на сформировавшейся застроенной территории [*Мерщиев, Лобанов,* 2017; *Федорова, Сафина,* 2018; *Medvedeva et al.,* 2017]. Отсутствие регламентированного понятия «точечной застройки» на законодательном уровне создает трудности и разногласия в размещении и размерах тех или иных объектов. Следствием этого могут быть негативные последствия в пределах территорий с уже существующими объектами жилой и социальной инфраструктуры города [*Миншинин,* 2018].

Цель работы – изучение особенностей точечной застройки объектов жилого назначения как способа решения территориальных проблем (на примере города Казань).

Авторы под точечной застройкой понимают отклонение от общего градостроительного плана, когда строительство объектов происходит на участках, прилегающих к существующей застройке, т.е. происходит повышение показателя плотности застройки. Зачастую возводимые здания характеризуются повышенной этажностью. Довольно часто в научной литературе понятия «точечная застройка» и «уплотнение» трактуются как синонимы [*Safina et al.,* 2016; *Fedorova et al.,* 2020].

Следует отметить существование противоречивых мнений относительно применения точечной застройки при реализации проектных решений, связанных с территориальным развитием города. Так, Е.И. Загороднов считает, что интенсивная уплотнительная застройка принимает характер необратимой катастрофы в условиях современного города, что обусловлено увеличивающейся нагрузкой на инженерные сети и городские коммуникации, приводя к ряду отрицательных последствий во время строительства и последующей эксплуатации (перебои в электросетях, прорывы труб и т.д.) [*Загороднов,* 2013]. Строительство новостроек на территории существующей застройки доставляет дискомфорт местным жителям в результате работы шумной техники и концентрации транспорта возле возводимого объекта, следствием чего являются пробки на дорогах [*Крогиус,* 1979]. Проблема точечной застройки также заключается в том, что застройщики редко задумываются об инфраструктуре новостроек, тем самым появляются проблемы с отсутствием детских, дворовых и спортивных площадок [*Лот,* 2019].

В.В. Залесский поддерживает идею отрицательного эффекта от уплотнительной застройки, утверждая, что она приводит лишь к кратковременному положительному эффекту, а именно удовлетворению нужд застройщиков в получении дополнительной прибыли и сокращении затрат на прокладку новых коммуникаций (водоснабжение, теплоснабжение, газоснабжение), дорог для проезда на строительную площадку

[*Залесский,* 2008]. Проблема точечной застройки состоит еще и в том, что строительство происходит в исторически сложившемся микрорайоне, зачастую на месте зеленых насаждений [*Османов,* 2019]. Сокращение открытых пространств и рекреационных территорий за счет «захвата» зеленых зон строительными компаниями приводит к уничтожению и угнетению флоры и фауны [*Теличенко, Сумеркин,* 2015].

Катцшнер Лутц утверждает, что развитие точечной застройки приводит к росту загрязнения воздуха и уменьшению вентиляции городских территорий. При проектировании городских пространств необходимо учитывать температурные параметры территории, а также оценивать показатели теплового комфорта и вентиляции [*Katzschner,* 2008]. В результате реализации мероприятий по уплотнению застройки зачастую создаются условия, при которых нарушаются нормативные показатели инсоляции.

Однако существует и противоположная позиция относительно точечной (уплотнительной) застройки. Так, по мнению Д.С. Бибарцевой, главной задачей идеи компактного города является сокращение затрат на дорогу, пешеходная доступность, а именно уменьшение времени перемещения в пределах города. Таким образом, уплотнительная застройка может сэкономить средства на транспортные расходы и траты на освещение, что положительно сказывается на общей экологической ситуации города. По мнению автора, рациональный проект точечной застройки не является простой задачей для архитекторов и проектировщиков и, несомненно, требует творческого и разумного подхода [*Bibartseva, Sorokoumova,* 2018].

Еще одним сторонником точечной застройки является профессор архитектуры Л.И. Павлова, которая считает, что приемлемой концепцией для развития местности является компактный город с уплотненной урбанизированной территорией. Автор утверждает, что идея компактного города с точечной застройкой позволит превратить город в целостную оптимально функционирующую систему [*Павлова,* 2011].

Во многих зарубежных экономически развитых странах (США, Канада, Европа), точечная застройка воспринимается как составляющий элемент умного роста города, позволяющий заполнить и эффективно освоить незастроенную территорию [*Пешина, Рыженков,* 2013; *Пешина,* 2013]. Под умным ростом понимается рациональное соотношение положительных и отрицательных издержек с акцентом на природоохранные мероприятия. Инструментами точечной застройки являются стимуляция развития точечной застройки, учет сохранения открытого пространства, поддержка жильем разных слоев населения [*O'Neill,* 2000]. Анализ зарубежного опыта показал, что точечная застройка при её рациональном осуществлении способна сократить расходы на строительство и прокладку инфраструктуры, уменьшить транспортные расходы и увеличить возможность социального взаимодействия между горожанами.

Приведенный нами анализ имеющихся представлений относительно точечной (уплотнительной) застройки позволяет сказать, что в научной литературе выделяют как положительные, так и отрицательные эффекты от реализации данного подхода. В узком смысле точечную застройку связывают с проблемами экологического и социального рода, а в широком смысле как инструмент перспективного развития урбанизированных территорий.

Таким образом, в динамично развивающихся городах невозможно навсегда отказаться от уплотнительной застройки, но в целях уменьшения отрицательного эффекта от данного подхода необходимо применять различные мероприятия, которые способны минимизировать негативные последствия для существующей застройки, качества городской среды и экологической ситуации. Явление точечной застройки при должном регулировании помогает бороться с ветхим жилым фондом и способствует максимальному использованию потенциала территории.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве исходного материала была использована информация онлайн-сервиса Дом.МинЖКХ (dom.mingkh.ru) и портала федерального проекта «РеформаЖКХ» (reformagkh.ru), в которых содержатся данные о жилом фонде городов РФ. Авторами был создан реестр жилых домов г. Казань, построенных за период 1860–2019 гг. В указанном реестре содержится информация о 5317 многоквартирных жилых домах, расположенных в пределах г. Казани. В реестре по каждому дому представлены данные о дате постройки, количестве этажей, материалах несущих стен и др., что позволяет провести анализ жилой застройки г. Казани, в том числе и с позиций уплотнительной застройки.

Картографические материалы для работы представлены спутниковыми снимками из программы «Google Earth», а также космическими снимками и картами с сервисов «Яндекс.Карты» и «2GIS».

Для визуализации информации, представленной в реестре, была создана цифровая модель местности с помощью картографической платформы Яндекс.Карты и программного обеспечения MapInfo Professional. Методика создания цифровой модели жилой застройки состоит в оцифровке контуров жилых домов и последующем импорте полученной информации в программу MapInfo. На основе введенной атрибутивной информации создана тематическая карта, отражающая распределение жилой застройки г. Казани в зависимости от даты строительства домов. Указанная карта позволила провести анализ пространственной структуры жилой застройки на предмет уплотнения и выявить территории, характеризующиеся интенсивными процессами современной точечной застройки. На карте в пределах жилой застройки различных временных периодов были установлены новые жилые объекты, построенные в последние годы, расположение которых характеризуется «включением» («вкраплением») в уже существующую планировочную структуру и городскую ткань. В результате это позволило создать карту уплотнения жилой застройки г. Казани, отражающую локализацию эпизодов точечной застройки.

Дифференциацию жилого фонда г. Казани в зависимости от года постройки можно выполнить различными способами, применив широкий или узкий подходы. Широкий подход подразумевает разделение жилой застройки согласно хронологии государственной политики градостроительной деятельности («сталинки», «хрущевки», «брежневки» и прочие) [*Розова,* 2011]. Узкий подход предполагает ориентироваться лишь на глобальные исторические эпохи страны: царская Россия, СССР, Новая Россия [Меженов, Шалак, Коврова, 2018]. Применение широкого подхода позволяет максимально точно отразить особенности формирования жилой застройки в пределах г. Казань, а также выявить зоны уплотнения. Таким образом, все объекты жилого фонда в зависимости от года постройки были разделены на следующие периоды: до 1930 г., 1931–1955 гг., 1956–1970 гг., 1971–1985 гг., 1986–2000 гг., 2001–2019 гг.

В ходе работы авторы провели дешифрирование и сравнение спутниковых снимков 2004 и 2020 годов, определили функциональное использование земельных участков, предшествующее современной застройке (зеленые зоны, дворовые пространства, парковки, пустыри и др.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Казань является городом с многовековой сложившейся историей, который продолжает активно и динамично развиваться. Город разделяется на 7 административных районов, жилой фонд города имеет свою историю становления, которая связана с глобальными эпохами страны – от царской России, СССР до настоящего времени. Сегодня жилой фонд г. Казань составляет 5 317 многоквартирных домов, который включает как индивидуальные, так и типовые серии домов («сталинки», «хрущевки», «брежневки» и др.).

В настоящий момент меньше всего в г. Казань насчитывается жилых домов, построенных до 1930 г., на которые приходится 3% от общего жилого фонда (183 дома) (рис. 1). Значительная часть домов дореволюционного периода расположена в старейших районах города – Вахитовском (146 домов) и Кировском (25 домов), т.к. они являются историческими центрами развития города. Незначительное количество домов дореволюционного периода обусловлено обновлением жилого фонда, кроме того, в 1990-х годах была реализована «Программа ликвидации ветхого жилья в Республике Татарстан», в ходе которой многие устаревшие жилые здания были снесены, а часть сохранившихся сменила свое функциональное назначение, превратившись из жилых в объекты общественно-делового и культурного назначения. Благодаря проведенной программе было ликвидировано 203 тыс. м^2 устаревшего и аварийного жилья [*Валеев,* 2012].

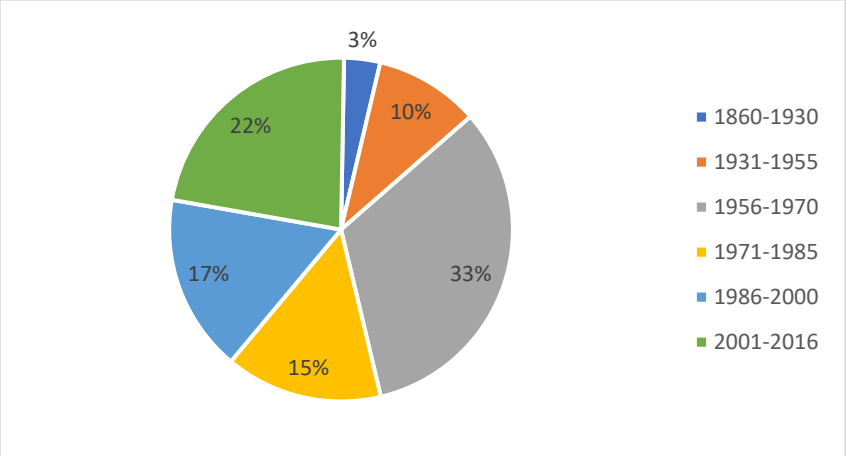


Рис. 1. Распределение жилой застройки г. Казань в зависимости от года строительства
Fig. 1. Distribution of residential buildings in Kazan depending on the year of construction

Жилой фонд построек сталинского периода (1931–1955 гг.) в г. Казань также незначителен – он составляет 10 % от общего количества жилых зданий (526 домов). Планировочная структура Московского, Авиастроительного, Кировского, Приволжского районов и пос. Дербышки в большей мере сформирована в указанные годы. Значительное количество построек сталинского периода расположено в Московском (120 домов), Авиастроительном (117 домов), Вахитовском (97 дом) и Советском (93 дома) районах.

Наибольшее количество жилых домов в г. Казани было построено в период 1956-1970 гг. Дома этого периода составляют 33 % от общего жилого фонда города (1737 жилых построек). Жилая застройка данного периода характеризуется развитием панельного домостроения («хрущевок») и обусловлена жилищной политикой, в основе которой лежали принципы обеспечения жилой площадью каждой семьи. После Второй мировой войны остро стояла проблема жилищного кризиса и быстровозводимые 5-ти этажные «хрущевки» являлись решением для сложившейся ситуации [*Варга-Харрис,* 2011]. Преимуществом панельных и кирпичных «хрущевок» являлась максимальная стандартизация планировочной структуры домов, удешевление строительных материалов и быстровозводимая конструкция. Массовое строительство «хрущевок» началось в новых районах города – Советском (467 домов), Московском (454 дома) и Приволжском (228 домов), что объясняется расположением на этих территориях крупных промышленных предприятий, вблизи которых формировалась жилая застройка для рабочих семей.

В течение периодов 1971–1985 и 1986–2000 гг. отмечаются низкие показатели возведения жилья (15 % и 17 % соответственно), что объясняется наступлением кризиса

командно-административной системы («эпоха застоя»), а также с распадом СССР и переходом к рыночной экономике.

В период 2001–2019 гг. темпы строительства жилых зданий в городе растут, возведено 1195 домов, что составляет 22 % от общего жилого фонда города. Интенсификация жилищного строительства обусловлена реализацией программы по ликвидации ветхого жилья, а также подготовкой города к празднованию своего 1000-летия. Значительное количество новостроек данного периода расположено в Советском (331 дом), Вахитовском (243 дома), Приволжском (225 дом) и Ново-Савиновском (177 дом) районах.

Однако несмотря на увеличение площади города в связи с присоединением новых территорий (в частности, под программу ликвидации ветхого жилья) и создания искусственных земельных участков отмечается дефицит свободных территорий, поэтому в этот период становится актуальна точечная (уплотнительная застройка).

Следует отметить, что точечная застройка встречается на территории всего города (рис. 2, табл. 1).

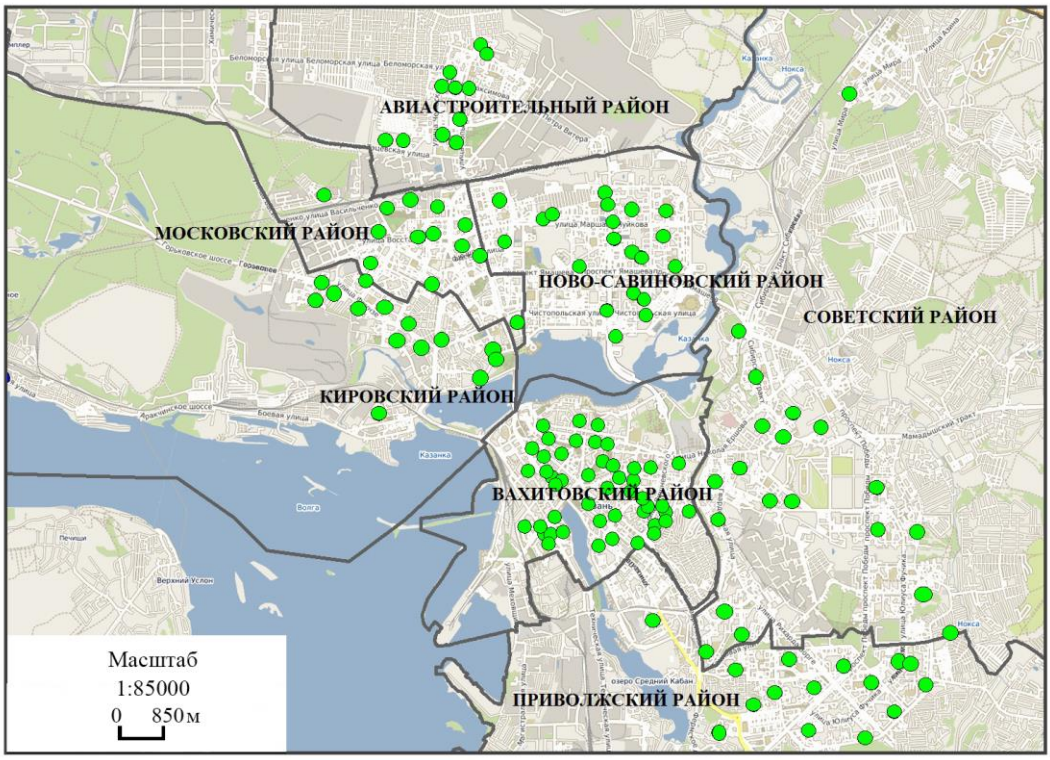


Рис. 2. Схема распределения жилой точечной (уплотнительной) застройки в г. Казань
Fig. 2. Diagram of distribution of residential point (sealing) development in Kazan

Однако наибольшее количество ее эпизодов сосредоточено в Вахитовском районе, который представляет собой одну из исторических частей, в которой был изначально заложен город, в настоящее время именно здесь сосредоточены основные достопримечательности. Район характеризуется развитой инфраструктурой, транспортной доступностью, высоким качеством городской среды, отсутствием крупных промышленных предприятий, являясь наиболее комфортным и благоприятным для проживания. Свободные незастроенные территории здесь отсутствуют, что объясняется активным и длительным его освоением. Строительство жилых зданий в данном районе является предпочтительным и привлекательным для застройщиков (стоимость квартир здесь в среднем в 1,5 раза больше, чем аналогичные показатели в других районах).

За период 2011–2020 гг. в пределах данного района зафиксировано 47 эпизодов точечной застройки, что составляет 1,82 эпиз./км^2. Это самый высокий показатель среди районов города (табл. 1).

Некоторые примеры точечной застройки представлены на рисунках 3, 4.

Рассмотрим особенности формирования жилой застройки Вахитовского района в различные исторические этапы (рис. 5, 6). Довольно значительные темпы строительства жилых зданий отмечаются в 1951–1970 гг., в этот период было возведено 31,9 % от общего количества жилых домов.

а б

Рис. 3. Земельный участок по ул. Восход до (а, 2004 г.) и после (б, 2020 г.) уплотнительной застройки на месте зеленой зоны

Fig. 3. Land plot on the street. Rise before (a, 2004) and after (b, 2020) seal building in the place of the green zone

а б

Рис. 4. Земельный участок на пересечении ул. Бутлерова и Айвазовского до (а, 2004 г.) и после (б, 2020 г.) уплотнительной застройки за счет придомовой территории

Fig. 4. Plot of land at the intersection of st. Butlerov and Aivazovsky before (a, 2004) and after (b, 2020) sealing construction due to the adjacent territory

Активное строительство в указанный период велось в районе пересечения улиц Татарстан и Карима Тинчурина, Татарстан и Портовой, а также вдоль улицы Достоевского от Товарищеской до границы района. Строительство в данный период велось на

свободных территориях или на месте сооружений, признанных ветхими и подлежащими сносу. Строительство жилых зданий реализовывалось на принципах регулярной застройки, без элементов уплотнения. В период 2001–2019 гг. было построено 33,9 % от общего количества жилых домов Вахитовского района, причем, значительная их часть «включается» в существующую планировочную структуру и относится к уплотнительной застройке (территории севернее улицы Большой Красной и в границах улиц Карла Маркса, Вишневского, Тихомирнова и Пушкина).

Табл. 1. Точечная застройка административных районов г. Казань за период 2011–2020 гг.

Table 1. Spot development of administrative districts of Kazan for the period 2011–2020

Район	Количество эпизодов точечной застройки	Площадь района, км^2	Плотность точечной застройки, эпиз./км^2	Примеры точечной застройки (современные жилые комплексы)
Советский	20	167,00	0,12	Скайлайн, Green City, Нобелевский, Art City, Жардин, Казань 21 век, Комсомолец
Приволжский	16	115,17	0,14	Привилегия, Манхэттен, Романтика, Возрождение, IQ Dom
Вахитовский	47	25,82	1,82	Z House, Легато, Odette, Kalinina House, Казанское Подворье, Архитектор, Соло, Ренессанс, Эгоист, Терра Милано
Ново-Савиновский	18	20,66	0,87	Savin House, Столичный, Миллениум Сити, Акварель
Московский	11	38,81	0,28	Манго, Дом на Енисейской, Веснушки, Меркурий, Яшьлек
Авиастроительный	11	71,79	0,15	Яркий, Красное Яблоко, Ленинградский, Взлетный
Кировский	14	108,79	0,13	Атлантис Делюкс, Пять Звезд, Казан Су, Евразия, Первомайский
г. Казань	137	548,04	0,25	

Анализ разновременных космических снимков 2004 и 2020 г. позволил установить, что 38 % домов, построенных в указанный период, представляют собой случаи уплотнительной застройки, реализуемой на территориях зеленых зон, дворовых пространств, пустырей и бывших промышленных объектов. Значительное количество жилых объектов (61 %) возведено на участках с ликвидированной малоэтажной исторической застройкой, т.е. отмечается обновление морально и физически устаревшего жилого фонда, а также увеличение этажности.

В качестве примера редевелопмента, т.е. строительства жилого объекта на месте бывшего промышленного (1 % жилых зданий) можно привести 26-этажный дом ЖК «Clover House» (ул. Щербаковский переулок), возведенный на месте кондитерской фабрики «Заря». Ситуация усложнилась несоблюдением градостроительного плана, созданного ранее и учитывающего потенциал прилегающей территории, а также игнорированием высотных ограничений, влияющих на градостроительный ансамбль (формирование городского пейзажа), выбивающийся из общего контекста центральной части г. Казань.

В Вахитовском районе, где отмечается дефицит земельных участков для нового строительства жилых зданий, редевелопмент является оптимальным решением. Подобная трансформация территорий промышленных предприятий способствует рациональному и более эффективному использованию городских земель, что благоприятно отражается на экологической ситуации, а также приводит к повышению качества городской среды.

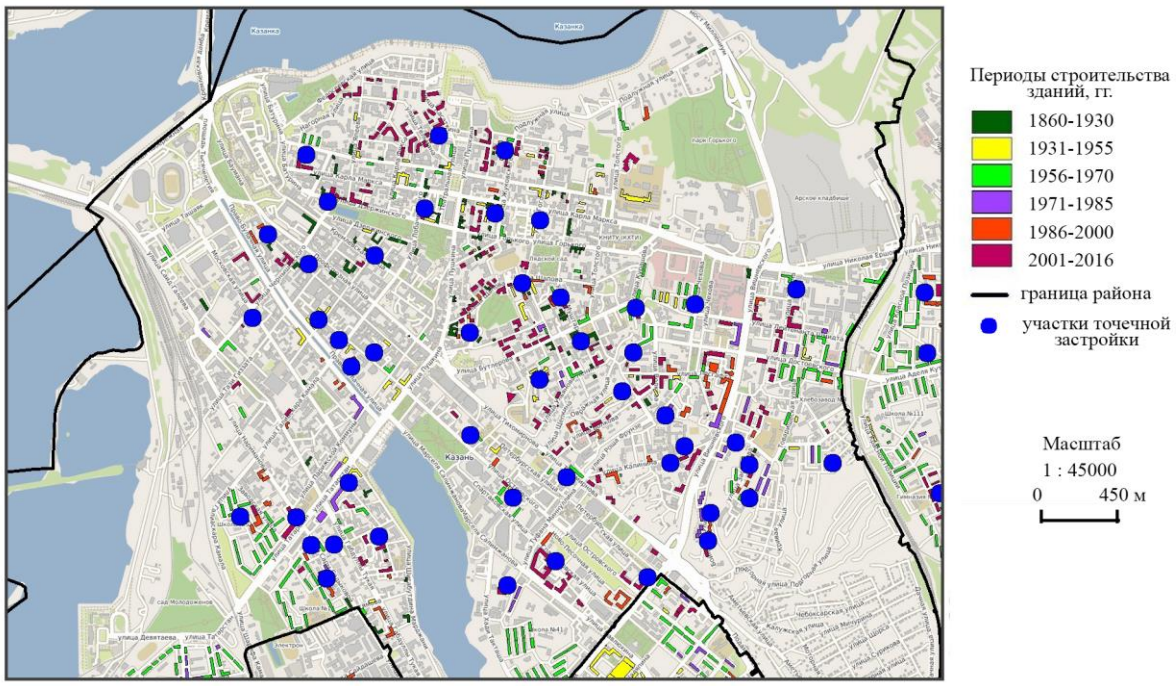


Рис. 5. Схема жилой точечной (уплотнительной) застройки Вахитовского района г. Казань

Fig. 5. Diagram of residential point (sealing) development of the Vakhitovsky district of Kazan

Таким образом, современные жилые дома в Вахитовском районе возведены на месте ранее существующей малоэтажной застройки и, кроме того, посредством реализации уплотнительных процессов.

Менее интенсивные процессы уплотнения жилой застройки характерны для периферийных районов г. Казани – Авиастроительного, Кировского и Советского и Приволжского (0,12–0,15 эпиз./км^2 – самые низкие показатели по городу) (табл. 1), что связано с меньшей рентабельностью строительства, незначительным спросом среди горожан, а также наличием свободных территорий. Относительно низкая заинтересовать в проживании в указанных районах связана со сложной транспортной доступностью, более низким уровнем развития инфраструктуры и удаленностью от общественно-деловых объектов в центральной части города.

Рис. 6. Распределение жилых домов Вахитовского района по годам их строительства

Fig. 6. Distribution of residential buildings in the Vakhitovsky district by the years of their construction

Рассмотрим особенности жилой застройки периферийной части города на примере Советского района (рис. 7, 8). Следует отметить интенсивное освоение и довольно значительные темпы строительства жилых зданий на указанной территории в 1951–1970 гг., в этот период было возведено 40,1 % от общего количества жилых домов. Высокие темпы жилищного строительства, преимущественно представленного 5-этажными жилыми зданиями, обусловлено массовым строительством «хрущевок» по всей стране.

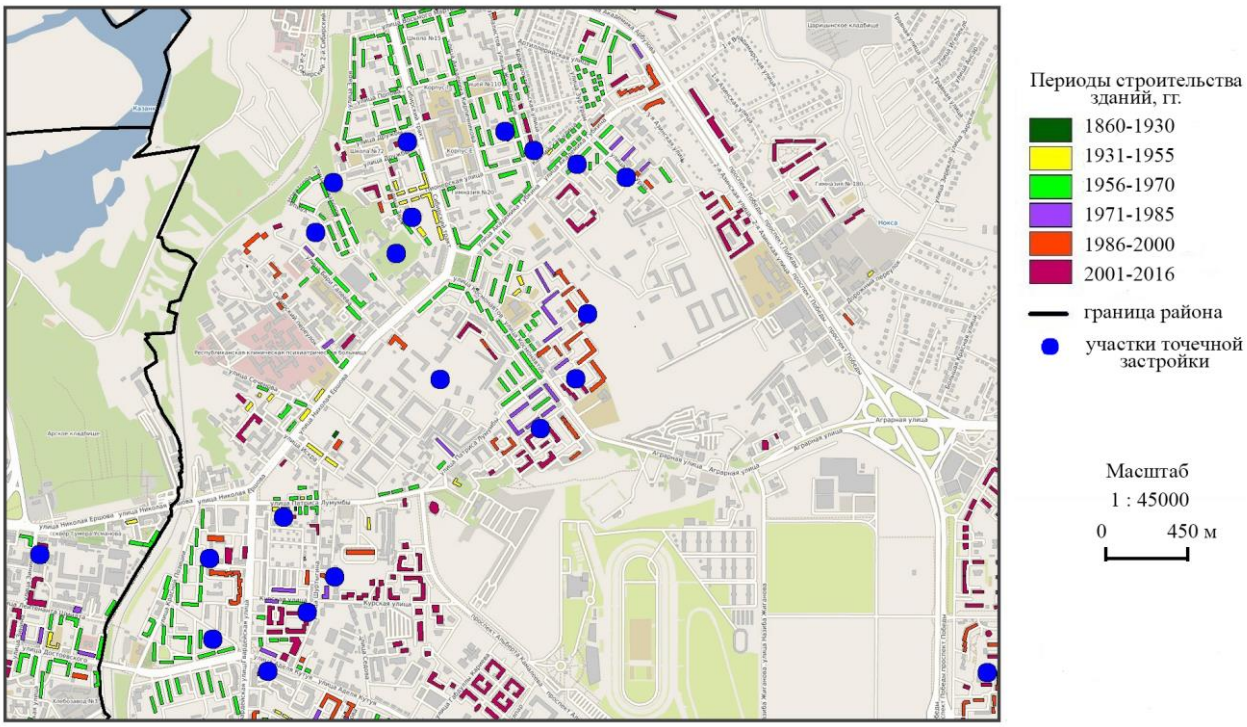


Рис. 7. Схема точечной (уплотнительной) жилой застройки Советского района г. Казань

Fig. 7. Diagram of point (sealing) residential development of the Soviet district of Kazan

Доля жилых домов, построенных в период 2001–2019 гг. в Советском районе, составила 27,2 %. Современное строительство в основном ведётся в микрорайонах Азино-1 и Азино-2, где реализуется комплексное освоение территории путём микрорайонной застройки. Это новые территории, включенные в городскую черту в результате перевода земель сельскохозяйственного назначения в категорию земель населенных пунктов (площадь района увеличилась с 7687 до 17000 га). Восточная часть Советского района активно застраивается индивидуальной и многоэтажной жилой застройкой (жилые комплексы Рябиновый, Весна, Весна-2, Green, а также коттеджные поселки Султан Ай, Радужный и Живописный). Таким образом, в пределах Советского района можно наблюдать процессы противоположные уплотнительной застройке, заключающиеся в экспансии новых земель, прежде относящихся к землям сельскохозяйственного назначения.

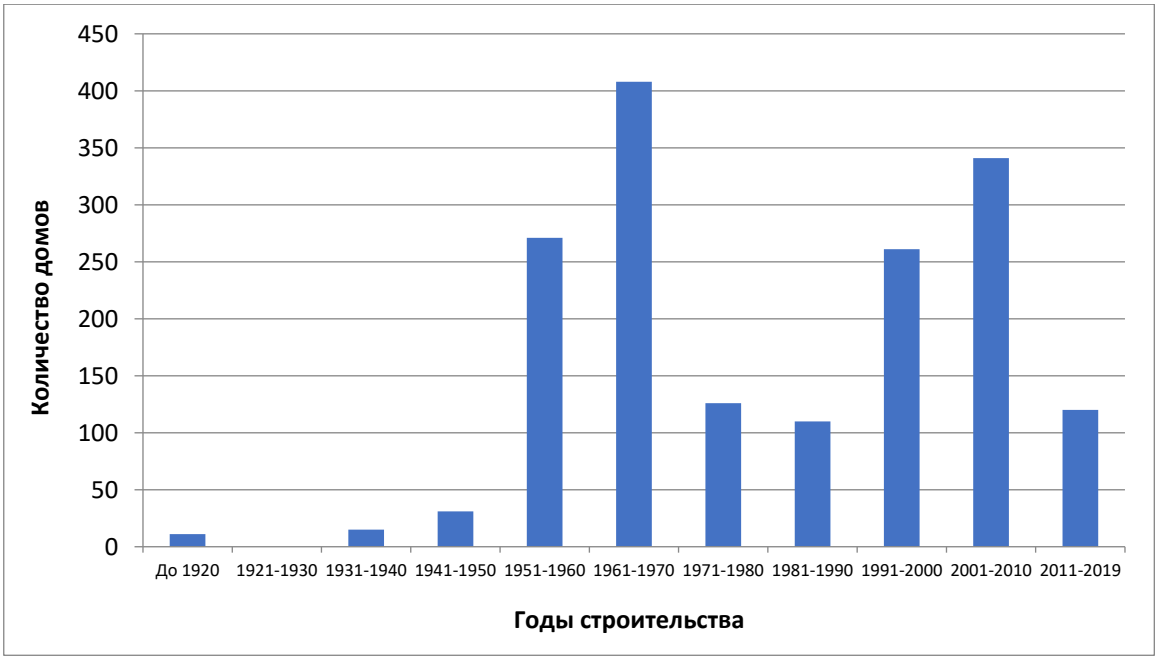


Рис. 8. Жилые дома Советского района по годам их строительства
Fig. 8. Residential buildings of the Sovetsky district by the years of their construction

Сравнение спутниковых снимков 2004 и 2020 гг. показало, что за этот период 25% жилых домов были построены в пределах дворовых территорий и зелёных зон, т.е. относятся к уплотнительной застройке. Реализация принципов уплотнения в пределах данной территории отмечается на границе с Вахитовским районом, т.е. тяготеет к историческому, культурному и административному центру города. Кроме того, точечная застройка прослеживается в непосредственной близости от транспортных магистралей, а также в пределах зеленых зон, в долине р. Казанка. Значительная часть возведенных многоэтажных жилых домов Советского района (68%) не связана с уплотнительными процессами – жилые объекты построены на территориях бывших пустырей, относившихся к ранее пригородным сельскохозяйственным территориям, а также на месте ветхой малоэтажной застройки.

Следует отметить случаи редевелопмента – доля жилых объектов, построенных на бывших землях промышленных зон составляет 7% от общего количества жилых зданий.

Табл. 2. Показатели плотности жилой застройки Вахитовского и Советского районов

Table 2. Indicators of the density of residential buildings in the Vakhitovsky and Sovetsky districts

Район	Площадь района, га	Площадь жилой застройки, м^2	Плотность жилой застройки, м^2 /га
Вахитовский (без водных объектов)*	1867	675789,54	361,97
Вахитовский (с водными объектами)	2580	675789,54	261,93
Советский	17000	1628089,42	95,77

* Значительная часть территории Вахитовского района представлена акваторией Куйбышевского водохранилища, поэтому при расчете плотности застройки считаем целесообразным не учитывать площадь водной глади.

Примерами указанного процесса являются ЖК «Казань XXI век», возведенный на месте старого аэропорта, ЖК «Новые Горки», построенный на месте бывшего мясокомбината и др. Наличие или отсутствие территориальных резервов для жилищного строительства, а, следовательно, интенсивность процессов уплотнения иллюстрируют показатели плотности жилой застройки Вахитовского и Советского районов, отражающие количество квадратных метров, занимаемых жилыми домами, на гектар площади района (табл.2). Данные таблицы 2 свидетельствуют, что плотность жилой застройки в Вахитовском районе в 3,77 раза больше, чем в Советском районе в его административных границах, что связано с наличием в Советском районе значительных площадей незастроенных территорий, т.е. можно говорить о потенциале дальнейшего развития этого района с точки зрения строительства жилых объектов. Таким образом, процесс уплотнения городской ткани жилой застройкой происходит неравномерно – наиболее интенсивен он в ценной, с точки зрения инвесторов, центральной, исторической части города, в которой сконцентрировано значительное количество различных культурных, образовательных, научных учреждений и других социально-значимых объектов. К периферии и границам города потребности в уплотнительной застройке снижаются.

ВЫВОДЫ

Развитие жилой застройки в условиях дефицита городской территории является актуальной проблемой. Решение вопроса нехватки свободных территорий в пределах городов возможно посредством применения различных методов, позволяющих максимально использовать городские резервы, одним из которых является точечная застройка, проводимая при условии сохранения природного каркаса.

Пространственный анализ точечной застройки объектов жилого назначения в пределах г. Казань показал, что в наибольшей степени она характерна для центральной и срединной частей города, к периферии и границам города потребности в уплотнении снижаются. Данное обстоятельство объясняется тем, что Вахитовский район, являющийся центром города, имеет развитую инфраструктуру, транспортную доступность, высокое качество городской среды; свободные территории здесь отсутствуют вследствие длительного и активного освоения района. Единственный возможный вариант строительства жилых объектов в пределах центральной части г. Казань – это реализация принципов уплотнительной застройки. Значительно менее интенсивные процессы уплотнения жилой застройки характерны для периферийных районов г. Казани (Авиа-

строительного, Кировского и Советского и Приволжского), что связано с меньшей рентабельностью строительства, незначительным спросом среди горожан, а также наличием свободных территорий.

Наибольшая интенсивность точечной застройки фиксируется в период 2001–2019 гг. Так, в этот временной интервал было построено 33,9% от общего количества жилых домов Вахитовского района, причем, значительная их часть «включается» в существующую планировочную структуру и относится к уплотнительной застройке. Значительное количество объектов точечной застройки реализовано на территориях зеленых зон, дворовых пространств и пустырей.

Последствия воздействия уплотнительной застройки на качество городской среды в г. Казань неоднозначные – можно обозначить как положительные, так и отрицательные эффекты от реализации данного подхода. С одной стороны, в городе отмечаются увеличение нагрузок на инженерные сети и городские коммуникации, дискомфорт для жителей в процессе работы шумной техники в период строительства, «захват» территории зеленых насаждений, рост загрязнения воздуха, уменьшение инсоляции и вентиляции территории. С другой стороны, точечная застройка в пределах г. Казань в ряде случаев сокращает затраты на строительство и прокладку инфраструктуры, уменьшает транспортные расходы, увеличивает возможности социального взаимодействия между горожанами. Уплотнительные процессы препятствуют беспредельному росту территории города Казань, способствуя реализации идеи компактного города.

В таком динамично развивающемся городе как Казань невозможно отказаться от уплотнительной застройки. Эффективность данного подхода определяется реализацией ряда мероприятий, способных минимизировать негативные последствия для качества городской среды и экологической ситуации в городе. Точечная застройка способствует максимальному использованию потенциала территории исследуемого города.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Валеев А.Р.* Жилищное строительство в Татарстане в 1990–2000-е гг. (историко-правовой аспект): автореф. дис. ... канд. истор. наук. Ин-т истории им. Ш. Марджани АН Респ. Татарстан, Казань. 2012.
2. *Варга-Харрис К.* Хрущевка, коммуналка: социализм и повседневность во время «оттепели». Новейшая история России, 2011. № 1. С. 160–166.
3. *Загороднов Е.И.* Реконструкция застроенных городских территорий. Ползуновский вестник, 2013. № 4(1). С. 88–91.
4. *Залесский В.В.* Нужна ли точечная застройка? Журнал российского права, 2008. №7. С. 49–56.
5. *Крогиус В.Г.* Город и рельеф. М.: Стройиздат. 1979. 128 с.
6. *Лот Д.К.* Проблема точечной застройки в г. Белгороде. Мировая наука, 2019. №3 (24). С. 176–179.
7. *Меженов В.Е., Шалак В.А., Коврова Д.Ф.* Типы жилых домов в России. Интеграция науки, общества, производства и промышленности, 2018. С. 38–40.
8. *Мерщиев А.А., Лобанов Д.В.* Технические и правовые аспекты возведения зданий в условиях плотной городской застройки. Научный журнал ВГТУ, 2017. №4(3). С. 55–60.
9. *Миншинин Я.В.* Основные тенденции уплотнительной застройки в городах Российской Федерации как формы реализации градостроительной политики. Вестник Воронежского института экономики и социального управления, 2018. № 2. С. 40–42.

10. *Османов М.А.* Проблемы точечной застройки территорий. Вестник науки, 2019. №7 (15). С. 33–36.
11. *Павлова Л.И.* Пространство развития и сохранения городов, проблемы роста агломераций. Недвижимость: экономика и управление, 2011. № 1. С. 31–34.
12. *Пешина Э.В., Рыженков А.В.* Точечная застройка городов: российский и зарубежный опыт. Известия УрГЭУ, 2013. №5 (49). С. 92–97.
13. *Пешина Э.В.* Разумный рост городов: greenfield (гринфилд), brownfield (браунфилд), greyfield (грейфилд). Управленец, 2013. №5.
14. *Розова С.В.* Анализ современного состояния жилищной сферы в Тверской области. Вестник Инжэкона. Серия: экономика, 2011. №1. С. 362–366.
15. *Теличенко В.И., Сумеркин Ю.А.* Градостроительные проблемы и перспективы точечной (уплотнительной) застройки. Градостроительство, 2015. №2. С. 55–62.
16. *Федорова В.А., Сафина Г.Р.* Уплотнение городской застройки: особенности, экологические проблемы и перспективы. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2018. № 6 (161). С. 67–71.
17. *Bibartseva D.S., Sorokoumova T.V.* Compact city. Illusion or realit. International innovation research, 2018. P. 216–219.
18. *Breheny M.* The contradictions of the compact city, a review. In: Sustainable Development and Urban Form. London: Pion Limited, 1992. P. 138–159.
19. *David O'Neill* Smart Growth Tool Kit: Community Profiles and Case Studies to Advance Smart Growth Practices. Urban LandInstitute, 2000. 145 p.
20. *Fedorova V.A., Safina G.R., Benedict E.-Q.* Environmental aspects of densification of residential development in urbanized territories (Case study: Kazan city). Caspian Journal of Environmental Sciences, 2020, 18(5). P. 519–524.
21. *Jenks M, Burton E.* The Compact City: A Sustainable Urban Form. Francis e-Library, 2005. 301 p.
22. *Katzschner L.* Urban climatology and applications. Vestnik VGU, seriya: geografiya, geoekologiya, 2008. P. 95–100.
23. *Medvedeva R.A., Safina G.R., Fedorova V.A.* Urban densification: Features, environmental problems, and prospects. International Journal of Green Pharmacy, 2017. 11 (4) P. S868–S871.
24. *Newton P.* Urban form and environmental performance. E&FNSpon. London, 2000. P. 46–52.
25. *Safina G.R, Fedorova V.A, Sirotkin V.V, Gasanov I.M.* Territorial reserves of major cities: Challenges,experience,solutions. International Journal of Pharmacy and Technology, 2016. V. 8. Is.3. P. 14864–14871.

REFERENCES

1. *Bibartseva D.S., Sorokoumova T.V.* Compact city. Illusion or realit. International innovation research, 2018. P. 216–219.
2. *Breheny M.* The contradictions of the compact city, a review. In: Sustainable Development and Urban Form. London: Pion Limited, 1992. P. 138–159.
3. *David O'Neill* Smart Growth Tool Kit: Community Profiles and Case Studies to Advance Smart Growth Practices. Urban LandInstitute, 2000. 145 p.
4. *Fedorova V.A., Safina G.R.* Consolidation of urban development: features, environmental problems and prospects. Land management, cadastre and land monitoring. 2018. No 6 (161). P. 67–71.

5. *Fedorova V.A., Safina G.R., Benedict E.-Q.* Environmental aspects of densification of residential development in urbanized territories (Case study: Kazan city). Caspian Journal of Environmental Sciences, 2020. No 18(5). P. 519–524.
6. *Jenks M, Burton E.* The Compact City: A Sustainable Urban Form. Francis e-Library, 2005. 301 p.
7. *Katzschner L.* Urban climatology and applications. Vestnik VGU, seriya: geografiya, geoekologiya, 2008. P. 95–100.
8. Krogius V.G. City and relief. M.: Stroyizdat. 1979. 128 p.
9. Lot D.K. The problem of infill development in the city of Belgorod. World Science, 2019. No 3 (24). P. 176–179.
10. *Medvedeva R.A., Safina G.R., Fedorova V.A.* Urban densification: Features, environmental problems, and prospects. International Journal of Green Pharmacy, 2017. 11 (4) P. S868–S871.
11. *Mershchiev A.A., Lobanov D.V.* Technical and legal aspects of the construction of buildings in a dense urban development. Scientific journal of VSTU, 2017. No 4 (3). P. 55–60.
12. *Mezhenov V.E., Shalak V.A., Kovrova D.F.* Types of residential buildings in Russia. Integration of science, society, production and industry, 2018. P. 38–40.
13. *Minshinin Ya.V.* The main tendencies of sealing development in the cities of the Russian Federation as a form of urban planning policy implementation. Bulletin of the Voronezh Institute of Economics and Social Management, 2018. No 2. P. 40–42.
14. *Newton P.* Urban form and environmental performance. E&FNSpon. London, 2000. P. 46–52.
15. *Osmanov M.A.* Problems of infill development of territories. Bulletin of Science, 2019. No. 7 (15). P. 33–36.
16. *Pavlova L.I.* The space for the development and preservation of cities, the problems of the growth of agglomerations. Real Estate: Economics and Management, 2011. No 1. P. 31–34.
17. *Peshina E.V.* Smart city growth: greenfield, brownfield, grayfield. Manager, 2013. No 5.
18. *Peshina E.V., Ryzhenkov A.V.* Point development of cities: Russian and foreign experience. Proceedings of USUE, 2013. No 5 (49). P. 92–97.
19. *Rozova S.V.* Analysis of the current state of the housing sector in the Tver region. Inzhecon's Bulletin. Series: Economics, 2011. No 1. P. 362–366.
20. *Safina G.R, Fedorova V.A, Sirotkin V.V., Gasanov I.M.* Territorial reserves of major cities: Challenges,experience,solutions. International Journal of Pharmacy and Technology, 2016. V. 8. Is. 3. P. 14864–14871.
21. *Telichenko V.I., Sumerkin Yu.A.* Urban planning problems and prospects of point (sealing) development. Urban planning, 2015. No 2. P. 55–62.
22. *Valeev A.R.* Housing construction in Tatarstan in the 1990s-2000s (historical and legal aspect): author. dis. ... cand. history. sciences. Institute of History. Sh. Mardzhani AN Rep. Tatarstan, Kazan. 2012.
23. *Varga-Harris K.* Khrushchevka, communal apartment: socialism and everyday life during the "thaw". Contemporary history of Russia, 2011. No 1. P. 160–166.
24. *Zagorodnov E.I.* Reconstruction of built-up urban areas. Polzunovsky Bulletin, 2013. No 4(1). P. 88–91.
25. *Zalessky V.V.* Do you need infill development? Journal of Russian Law, 2008. No. 7. P. 49–56.

УДК 528.946:616-006 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-260-272**

Т.В. Котова[1], **С. М. Малхазова**[2]

АТЛАСНОЕ ОНКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РОССИИ

АННОТАЦИЯ

Проблема онкологических заболеваний остается приоритетной для современного общества. Одним из методов научного анализа причин появления и распространения рака стало картографирование с широким использованием методов геопространственной статистики. За сравнительно короткое время традиционное онкологическое картографирование развилось до геоинформационного с уникальными возможностями реализации разных моделей эпидемиологического анализа на основе интегративного (комплексного) подхода. На практике это дало возможность своевременно анализировать, доводить до пользователей и отслеживать эпидемиологические ситуации на разных пространственных уровнях (мира, стран, регионов).

Наибольший интерес в плане раскрытия роли картографирования в онкологических исследованиях представляют специализированные атласные произведения, стремящиеся не только к наиболее полному охвату эпидемиологии заболеваемости, но и к созданию рекомендаций по ее сокращению.

В статье проведен обзор отечественных и зарубежных мировых атласов по онкологии. Явные успехи в отечественном онкологическом картографировании, разработка крупных атласных произведений в XX в., к сожалению, пока не получили должного продолжения в XXI в. Одна из приоритетных задач картографического исследования проблем онкологии состоит в разработке эпидемиологических моделей риска для основных социально значимых форм злокачественных новообразований, создание которых возможно на основе стандартизованных эпидемиологических исследований и накопленных материалов канцер-регистров. Для ее реализации Географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова при поддержке РГО приступил к подготовке Медико-географического атласа «Факторы риска онкологических заболеваний».

Создание Атласа должно послужить стартом к обеспечению общественности надежной и наглядной базой знаний для успешного решения проблем злокачественных новообразований в стране и мире.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: факторы риска, онкогеографическое картографирование, атласы по онкологии.

[1] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail:* **tatianav.kotova@yandex.ru**

[2] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail:* **sveta_geo@mail.ru**

Tatiana V. Kotova[1], **Svetlana M. Malkhazova**[2]

ATLAS OF ONCOLOGICAL MAPPING OF RUSSIA

ABSTRACT

The problem of cancer remains a priority for modern society. One of the methods of scientific analysis of the causes of the appearance and spread of cancer has become mapping with extensive use of geospatial statistics. In a relatively short time, traditional cancer mapping has evolved to geoinformation mapping with unique opportunities for implementing different models of epidemiological analysis based on an integrative (integrated) approach. In practice, this made it possible to timely analyze, inform users and monitor epidemiological situations at different spatial levels (world, countries, regions). The greatest interest in terms of revealing the role of mapping in cancer research is represented by specialized atlas works that seek not only to cover the most complete epidemiology of morbidity, but also to create recommendations for its reduction. The article provides a review of domestic and foreign world atlases on oncology. The obvious successes in the domestic oncological mapping, the development of large atlas works in the XX century, unfortunately, have not yet been properly continued in the XXI century. One of the priority tasks of mapping the problems of oncology is to develop epidemiological risk models for the main socially significant forms of malignant neoplasms, the creation of which is possible on the basis of standardized epidemiological studies and accumulated materials of cancer registers. For its implementation, the Geographical Faculty of the Lomonosov Moscow State University, with the support of the Russian Geographical Society, has begun to prepare a Medico-geographical Atlas «Cancer Risk Factors». The creation of the Atlas should serve as a start to provide the public with a reliable and visual knowledge base for successfully solving the problems of malignant neoplasms in the country and in the world.

KEYWORDS: risk factors, oncogeographic mapping, atlases on oncology.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема онкологических заболеваний остается приоритетной для современного общества. По оценкам медиков, онкологические заболевания – основной класс болезней, ведущий к смерти населения; вторая по частоте причина смертности в России [*Голивец, Коваленко,* 2015]. В 2013 г. ВОЗ опубликован Глобальный план действий по борьбе против неинфекционных заболеваний на 2013–2020 гг., который направлен, в том числе, на уменьшение на 25 % случаев преждевременной смерти от рака [3]. В России Национальная программа «Борьба с онкологическими заболеваниями» [4] включена в национальный проект «Здравоохранение» (2018–2024). Основной целевой показатель программы – снижение смертности от новообразований, в том числе злокачественных, до 185 случаев на 100 000 населения против 203 в 2020 г.

Для решения проблемы важны ее разносторонние исследования дескриптивного (заболеваемость и смертность населения, анализ пространственно-временного распределения частоты заболеваемости и смертности) и аналитического (знание факторов и причин

[1] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail:* **tatianav.kotova@yandex.ru**

[2] Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail:* **sveta_geo@mail.ru**

[3] Глобальный план действий по борьбе против неинфекционных заболеваний на 2013–2020 гг. [Электронный ресурс]. URL: https://apps.who.int/iris/bitstream (дата обращения 20.03.2021).

[4] Национальная стратегия по борьбе с онкологическими заболевниями. [Электронный ресурс]. URL: https://nop2030.ru/dokumenty/natsionalnaya-strategiya-po-borbe-s-onkozabolevaniyami-na-dolgosrochnyj-period-do-2030-goda/(дата 20.03.2021).

риска возникновения) плана. Одним из методов научного анализа причин появления и распространения рака стало картографирование с широким использованием методов геопространственной статистики. За сравнительно короткое время традиционное онкологическое картографирование развилось до геоинформационного с уникальными возможностями реализации разных моделей эпидемиологического анализа на основе интегративного (комплексного) подхода. На практике это дало возможность своевременно анализировать, доводить до пользователей и отслеживать эпидемиологические ситуации на разных пространственных уровнях (мира, стран, регионов).

.Накопленный многолетний опыт картографического изучения эпидемиологии рака реализуется в картах и атласах разного территориального охвата, разных по назначению, временному охвату и частоте (периодичности) обновления. Они доступны широкому кругу пользователей в традиционном бумажном или электронном виде (просмотровые, интерактивные, аналитические атласы) и используются профессиональным сообществом в качестве важного эпидемиологического исследовательского ресурса.

Наибольший интерес и значимость в плане раскрытия роли картографирования в онкологических исследованиях представляют специализированные атласные произведения, стремящиеся не только к наиболее полному охвату эпидемиологии заболеваемости, но и к созданию рекомендаций по ее сокращению.

Задача статьи – представить атласное онкологическое картографирование России и возможности его развития с учетом мирового опыта.

МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленной задачи проведены:

– обзор атласов по онкологии, представляющих результаты изучения проблем онкологии страны на национальном и региональном уровнях;
– ознакомление с зарубежными мировыми атласами по онкологии для анализа и оценки онкологической ситуации в РФ на мировом уровне.

Материалами для статьи послужили атласные произведения, доступные в фондах Российской государственной библиотеки. Основным источником информации стали ресурсы сети Интернет. Они дали возможность ознакомиться с зарубежными атласными произведениями, подготовленными в последние годы, и публикациями, представляющими наибольший интерес по теме исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Российские атласы по онкологии. Для понимания состояния онкологической ситуации в стране, в первую очередь, важно было ее восприятие и оценка на общегосударственном уровне. Основные атласные произведения представлены на рисунке.

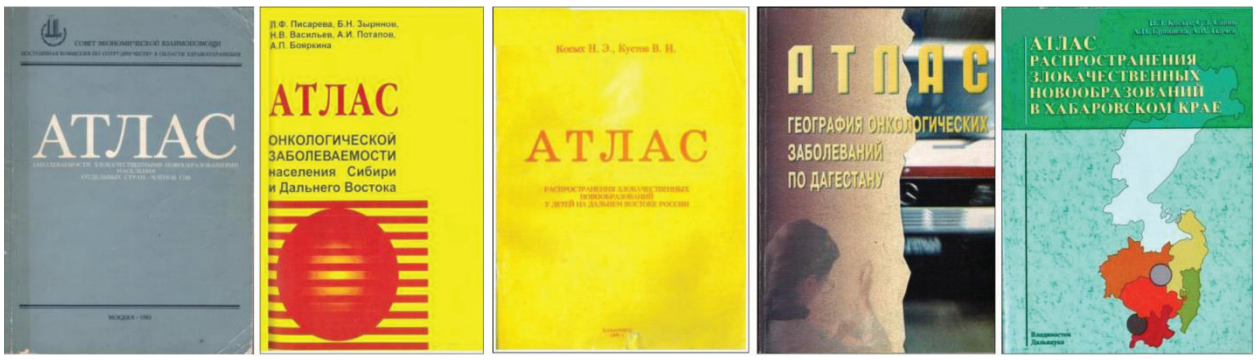


Рис. Онкологические атласы России
Fig. Oncological atlases of Russia

В отечественной онкологии и, соответственно онкологическом картографировании, изначально проявилось понимание проблематичности оценки масштабов распространения злокачественных новообразований только по данным о смертности. В изданном в 1983 г. *Атласе заболеваемости злокачественными новообразованиями населения отдельных стран – членов СЭВ* [*Атлас* …,1983] в качестве такого аргумента отмечался прогресс в диагностике и лечении рака, который привел к снижению смертности. По этой причине картина о распространении злокачественных новообразований была не полной. Статистические данные о новых случаях заболеваний отражают ее гораздо полнее. В атласе впервые использованы материалы о заболеваемости населения некоторыми формами рака.

Атлас подготовлен совместно специалистами отдельных стран – членов СЭВ (НРБ, ГДР, ПНР, СССР и ЧССР) и издан в черно-белом варианте. В роли ведущей организации выступил Всесоюзный онкологический научный центр АМН СССР. Подготовке атласа способствовало глубокое осмысление зарубежного и, в значительной мере, отечественного опыта медико-географического картографирования, формировавшегося в поле методологии географической картографии, интенсивно развиваемой начиная со второй половины XX в. К тому же СССР был в числе первых стран, которые начали централизовано собирать и сопоставлять данные о заболеваемости отдельными формами рака. Контент воспроизведен в равной мере текстами и картами.

Атлас состоит из введения, теоретической статьи и двух разделов – «Географическое распределение заболеваемости злокачественными опухолями населения отдельных стран – членов СЭВ» и «Опыт исследования заболеваемости злокачественными опухолями на некоторых территориях стран – членов СЭВ». В тексте «Картографирование в эпидемиологии опухолей» показано значение методов картографирования для изучения этиологии злокачественных новообразований; определены основные научно-методические принципы картографирования, приближающие к достоверному прояснению каузальных связей заболеваемости раком и факторов окружающей среды, их развитие и направления совершенствования. Первый раздел открывается текстовым пояснением, содержащим описание методики создания атласа и краткую экономико-географическую характеристику стран – членов СЭВ. Раздел содержит 51 картографическую иллюстрацию (включая 4 карты административно-территориального деления). Из них 4 картодиаграммы М 1:30 000 000 (СССР) и 43 картограммы М 1:100 000 000 для зарубежных стран. Помимо интенсивных (средние за пять лет) вычислялись стандартизированные по возрасту (средние за пять лет) показатели заболеваемости по отдельных формам для мужчин (четыре формы – пищевод, желудок, трахея, бронхи и легкое, кожа) и женщин (шесть форм – пищевод, желудок, трахея, бронхи и легкое, молочная железа, шейки матки, кожа). Картограммы отдельных стран – членов СЭВ в соответствии с имеющейся информацией содержат сведения о наиболее распространенных формах рака – трех (для мужчин) и четырех (для женщин). Они характеризуют различия в структуре злокачественных опухолей в этих странах.

В легендах карт отражены стандартизированные показатели заболеваемости на 100 000 человек. При этом использован мировой стандарт состава населения, предусматривающий возрастные группы до 29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70 лет и старше. Дополнительно значками передается уровень значимости различия между показателями всей страны и отдельного региона (показатель региона ниже и показатель региона выше). Картограммы дополняются гистограммами (группировка территориальных единиц по уровню заболеваемости).

Второй раздел содержит 24 черно-белые карты, отражающие опыт проведения онкогеографических исследований заболеваемости злокачественными опухолями на отдельных территориях. На них представлены особенности распространения некоторых

форм рака для УССР (кожи и губы), Северного Кавказа (легкого для городского и сельского населения), ЧССР, имеющих наибольшее распространение (желудок, прямая кишка, молочная железа, легкое). На примере карт УССР сделана попытка, используя метод сопряженного анализа, раскрыть возможности установления частоты раковых заболеваний в зависимости от целого ряда природных климатических факторов (солнечная радиация, температура воздуха, сильный ветер и т.д.). На примере Северного Кавказа отмечены различия в распространении заболеваний раком легкого мужского и женского населения городов и сельских районов.

Появление атласа обозначило важный этап в онкогеографических исследованиях территории страны. В атласе обобщен многолетний опыт разработки отдельных онкогеографических карт, сделана попыта связать заболеваемость с отдельными природными и антропогенными региональными особенностями среды обитания; намечены задачи, которые следует решать на пути к дальнейшему продвижению картографирования как эффективного инструмента исследования:

– совершенствование методики на базе высоких технологий,
– обеспечение сопоставимости используемых данных,
– расширение возможностей покомпонентного и сопряженного анализа и др.

Многолетние исследования онкологов азиатской части России легли в основу *Атласа заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Сибири и Дальнего Востока,* изданного в 1990 г. Атлас был обновлен и тематически расширен при подготовке *Атласа онкологической заболеваемости населения Сибири и Дальнего Востока* [*Писарева и др.,* 1995].

Атлас отражает эпидемиологическую ситуацию за период 1986–1990 гг. и содержит два тома: Т. 1 – Географическое распространение онкологической заболеваемости населения Сибири и Дальнего Востока (ДВ) и Т. 2 (в двух книгах) – Картограммы распространения основных форм злокачественных опухолей среди населения.

Во введении к атласу подчеркивается значение средовых воздействий на возникновение онкологических заболеваний и необходимость выявления корреляционных и причинно-следственных связей для профилактики злокачественных новообразований. Отмечаются большие возможности в этом плане при изучении Сибири и Дальнего Востока с широким спектром природных условий территории, необычной и уникальной демографической обстановкой. Том 1 включает два крупных раздела: раздел I. Географическое распространение онкологической заболеваемости населения Сибири и Дальнего Востока и раздел II. Факторы онкологического риска.

В разделе I освещается методика создания атласа, природа и хозяйство территории. Одноцветные картограммы (по административно-территориальным единицам) отражают распределение злокачественных опухолей по наиболее распространенным локациям (шифр МКБ IX пересмотра) – губы, полости рта и глотки, пищевода, желудка и т. д. (всего 12 видов), и в отдельности у городского и сельского населения, у мужчин и женщин. Расчет картограмм по полу и возрасту проводился по методу прямой стандартизации с использованием европейского стандарта. Дополнительно представлено сравнение этих показателей с показателями, рассчитанными за 10 лет для страны в целом. Картограммы дополнены гистограммами.

Географические особенности территории отражены на картах «Соотношение рельефа с элементами глубинного строения Сибири и ДВ», «Природные зоны» и «Места расположения объектов, связанных с атомной энергетикой на территории Сибири и ДВ». Последняя привлекает внимание разносторонним информационным наполнением с учетом роли, которая отводится факторам радиации в появлении онкологических заболеваний. Приведенные цифровые данные дают возможность сопоставить онкологи-

ческую заболеваемость с физико-географическими, метеорологическими факторами и с миграционными процессами населения.

В разделе II. Факторы онкологического риска раскрываются: медико-демографические особенности Сибири и ДВ; миграция населения и ее взаимосвязь с некоторыми неинфекционными заболеваниями; использование аэрокосмической информации в сочетании с наземными исследованиями для выявления территорий техногенного загрязнения и зон повышенного онкологического риска; распространение вируса Эпштейна-Барр среди населения Сибири и ДВ. Текстовая часть сопровождается серией черно-белых иллюстраций, на которых прослеживаются ореолы загрязнения снежного покрова вокруг некоторых промышленных центров по данным съемки со спутника «Метеор». На примере города Барнаула сделана попытка проследить смертность населения города (все формы и отдельно рак легкого) с загрязнением атмосферы (соответственно приведены картограммы загрязнения воздуха по космическим данным и по наземным наблюдениям, карта дислокации промышленных предприятий).

Том 2 содержит более 260 картограмм онкозаболеваемости по административным районам в пределах крупных административно-территориальных единиц (субъектов РФ). Для картограмм использовались показатели на 100 000 человек, стандартизированные косвенным методом, где за стандарт приняты повозрастные показатели заболеваемости соответствующих форм опухолей в целом по стране. Результаты сопоставления отражены значками. Картограммы дополнены гистограммами количественного распределения территорий по изучаемому региону в зависимости от уровня заболеваемости. Для каждого из регионов приводится краткая физико-географическая характеристика территории и описание онкологической заболеваемости населения.

Особое место в онкокартографических исследованиях занимает *Атлас распространения злокачественных новообразований у детей на Дальнем Востоке России* [*Косых, Кустов*, 1995]. Атлас (в черно-белом издании) – первое картографическое произведение в РФ, посвященное эпидемиологии злокачественных новообразований у детей. Как отмечают создатели атласа, при его подготовке использовалась не только официальная статистика, которая дает информацию не более чем о 30% онкологически больных детях. Статистические данные были дополнены материалами из разных источников, уточняющими распространение этих заболеваний среди детей. При этом отмечается, что злокачественные новообразования у детей остаются слабоизученным отделом онкоэпидемиологии, и детские канцер-регистры на территории России находятся в стадии формирования. Авторами изучено влияние ряда климатических и социально-экономических факторов на особенности распространения новообразований у детей, разработан оригинальный подход к онкогеографическому районированию. Выявлены различия в онкогеографической заболеваемости на отдельных территориях, свидетельствующие о значительной роли факторов внешней среды в онкогенезе в детской популяции.

Атлас включает шесть глав. В них последовательно описываются: информационная база атласа, онкологическая заболеваемость детей, влияние некоторых климатических и местных социально-экономических характеристик на особенности распространения злокачественных новообразований у детей, принципы онкогеографического районирования Дальневосточного региона, природно-климатические районы, особенности территориального распространения злокачественных новообразований (10 форм – лейкозы, лимфомы, ретинобластомы и др.) у детей – мальчиков и девочек. Текстовые описания включают ряд черно-белых карт: дендроиндукционного районирования; пять карт, отображающих соотношение городского и сельского населения, преобладающие типы промышленного производства и сельскохозяйственного освоения местности, природно-климатические районы.

Инновацией являются карты относительного риска возникновения заболеваемости теми или иными формами рака для популяций мальчиков и девочек м. 1:18 000 000. Распространение опухолей рассматривается с позиции значений как среднегодового стандартного показателя заболеваемости («обратный метод»), так и показателя относительного риска возникновения опухолей (от 0 до 3,0) в сравнении с уровнями среднерегиональной заболеваемости. В населенных пунктах рассчитаны показатели онкологического риска возникновения основных форм злокачественных новообразований для мальчиков и для девочек в сравнении со среднерегиональным уровнем. При этом территории, где изменения значений относительного риска являлись достоверными, отмечены специальным значком (звездочкой).

Атлас является примером фундаментального онкогеографического исследования на основе использования картографических методов изучения актуальной проблемы детской онкологии.

Региональные картографические исследования получили продолжение и реализацию в *Атласе распространения злокачественных новообразований в Хабаровском крае* [*Косых и др.,* 2004]. В атласе представлены результаты исследования распространения различных форм злокачественных новообразований в медико-экологических зонах и половозрастной динамики заболеваний взрослого населения, проведенного на основе метода информационного моделирования, авторских оригинальных гипотез, методических разработок и статистических материалов. Атлас включает текст (разделы – методологические подходы к эпидемиологии злокачественных новообразований в популяции, особенности распространения злокачественных новообразований в Хабаровском крае, изменения онкоэпидемиологической ситуации в Хабаровском крае), графики возрастной структуры заболеваемости злокачественными новообразованиями и 112 карт. Карты показывают распространение и относительный риск заболеваемости злокачественными новообразованиями в целом и по отдельным 30 нозологиям (рак губы, рак языка, меланобластома и др.). Показатель относительного риска их возникновения использован для оценки заболеваемости злокачественными новообразованиями в выборочных популяциях в сравнении со всей популяцией Хабаровского края.

Картографические исследования по онкологии получили реализацию и для ряда других регионов России. В 2002 г. издан *Атлас. География онкологических заболеваний по Дагестану* (Книга 1) [*Абдурахманов* и др., 2002]. В атлас включены карты-схемы Республики и ее 40 районов со среднемноголетними показатели онкозаболеваемости по населенным пунктам за 1991–2000 гг. (число случаев на 100 000 человек). Книга 1 содержит также текст о природе злокачественных опухолей и факторах их появления, дополненный статистикой по злокачественным новообразованиям и смертности в 45 странах мира, России, Северного Кавказа, Поволжья и Дагестана.

Отдельные карты факторов риска, онкологической заболеваемости и смертности включаются в комплексные общие и специализированные национальные и региональные медико-демографические, медико-географические и экологические атласы; чаще всего в разделы, предмет рассмотрения которых – здоровье населения. Они дают представление о месте и значении онкологической проблематики в оценке здоровья населения. Естественно, что они не ориентированы на аналитику проблем онкологии, поэтому в настоящей статье не рассматриваются.

Мировые атласы по онкологии. Важный аспект в изучении онкологической обстановки в России – сравнение ее с другими странами мира. В настоящее время за рубежом создано большое количество атласов по онкологии, в том числе мировых. Они позволяют:

– сравнить и оценить онкологическую ситуацию в России на фоне других стран мира;
– привлечь внимание к показателям (проблемам), свидетельствующим о неблагополучии онкологической ситуации и необходимости «расшифровки» на национальном уровне;
– получить представление об онкологической ситуации в разных регионах и странах мира, что востребовано в связи с усилением миграций между странами;
– ознакомиться и обменяться опытом онкологического картографирования при формировании перспектив развития отечественного онкологического картографирования.

Из атласных произведений представляет интерес в содержательном и и методическом плане для освещения проблем онкологии в России *The Cancer Atlas* [*Джемал и др.,* 2006, 2008, 2014, 2019] [1] – успешная попытка обобщить и наглядно представить современную научную информацию о злокачественных новообразованиях на глобальном уровне. По сути, это научно-справочное издание является надежной основой для разработки полного спектра мер, направленных на установление глобального контроля над раком. Атлас – совместный проект Американского онкологического общества (ACS), Международного агентства по изучению рака (IARC) и Международного противоракового союза (UICC). Появление атласа было высоко оценено специалистами и общественностью, интересующейся этой проблемой.

Со времени первого издания (2006) атлас регулярно информационно и методологически обновляется и дополняется. Он содержит обширный справочный материал о распространенности заболевания, смертности от злокачественных новообразований, рисках возникновения рака и возможности его профилактики в различных регионах мира. Рассматриваются также вопросы финансовых расходов, связанных со злокачественными новообразованиями, поскольку они могут повлиять на формирование политики в отношении онкологии на уровне министерств, департаментов здравоохранения и коммерческих структур. Особое внимание уделяется конкретным шагам, позволяющим взять под контроль распространение онкологических заболеваний, начиная от научных исследований и скрининговых программ до ранней диагностики и адекватного лечения, включая паллиативную помощь. Атлас переведен на ряд языков (французский, испанский, хинди и др.).

В 2015 г. 2-е издание атласа [*Джемал и др.,* 2014] было переведено на русский язык[2]. В нем, наряду с другими странами, приводятся результаты статистической оценки по заболеваемости, смертности и 5-летней выживаемости за 2012 г. для Российской Федерации.

Атлас состоит из четырех частей. Часть первая «Факторы риска» является ценной сводкой по основным причинам возникновения раковых заболеваний (табачные изделия, инфекции, избыточный вес, образ жизни, ультрафиолетовое излучение и др.) и географической изменчивости их распространения. Так, распространенность курения среди взрослых в соответствии с полом для РФ составляет не менее 50,1 % для мужчин и не более 10% для женщин (в диапазоне не более 10 – не менее 50,1 %). Распространенность избы-

---

1 The Cancer Atlas [Электронный ресурс]. URL: www.cancer.org/canceratlas (дата обращения 20.02. 2020).

2 Джемал А., Винеис П., Брей Ф., Торре Л., Форман Д. (редакция). Атлас по онкологии. Издание второе. Атланта, штат Джорджия: Американское онкологическое общество; 2014 г. [Электронный ресурс]. URL: www.cancer.org/canceratlas, https://endoexpert.ru/stati/cancer-atlas-russian-compressed/ (дата обращения 2.02.2020).

точного веса и ожирения (ИМТ›25) среди взрослых для РФ характеризуется величинами 40,1–60 % для мужчин и для женщин (в диапазоне не более 20 – не менее 60,1 %).

Часть вторая «Социальное значение» отражает региональные и государственные различия в заболеваемости, смертности и выживаемости от рака. Среди наиболее часто диагностируемых злокачественных новообразований по странам мира для РФ – легкие для мужчин и женщин, и молочная железа для женщин.

Часть третья «Меры борьбы с раком» (разделы – борьба против табака, вакцины, экономическое бремя рака, всеобщий охват услугами здравоохранения и др.) показывает неравенство в доступе к самим средствам диагностики и лечения, с помощью которых можно либо предотвращать, либо эффективно лечить болезнь.

Последнее (3-е обновленное и дополненное) издание атласа увидело свет в 2019 г. Атлас включает более 50 картограмм, большое число диаграмм и графиков. В предисловии к атласу отмечается, что сквозная идея, под знаком которой создавался этот труд, характеризуется словами – «доступ создает прогресс», т.е. важно не только привлечение внимания к актуальной проблеме, но и доступ к всеобъемлющей современной информации об онкозаболеваниях и широком спектре услуг по их предотвращению.

Атлас сохраняет структуру предыдущих изданий и включает 40 глав, заключенных в три раздела: факторы риска, бремя, меры борьбы с раком. Исследование позволило сделать вывод, что курение табака остается преобладающей причиной рака в большинстве стран с высоким уровнем дохода. В то время как во многих странах с низким уровнем дохода (азиатские страны и африканские к югу от Сахары) все еще важную роль играют инфекции. Избыточная масса тела как основной фактор риска развития рака продолжает нарастать в большинстве частей света, включая многие экономически развитые страны и страны с переходной экономикой. Включенная в издание карта «Доля (%) смертей от рака вследствие употребления алкоголя среди мужчин от 15 лет и старше. 2016 г.» показывает РФ в числе лидирующих стран мира (также Казахстан, Украина, Австрия и др.) с показателем 9,1 % и более (в диапазоне менее 3 % – 9,1 % и более).

Атлас, помимо основной функции – планетарный контроль онкологических заболеваний – может сыграть важную роль в решении проблемы, адресованной широким слоям общественности, по разработке полного спектра мер, направленных на установление контроля над раком. В атласе отражены некоторые возможные решения, охватывающие первичную профилактику, обследование и раннее обнаружение, лечение и паллиативную помощь. Такой комплексный подход позволяет увидеть, чего можно было бы достичь, если бы научные исследования были внедрены в практику.

Среди мировых атласов привлекают внимание некоторые атласы, направленные на рассмотрение отдельных аспектов онкологического изучения. Доклад *Глобальное бремя рака женщин. Текущее состояние, тенденции и меры вмешательства* [Global burden of cancer women, 2012][1] можно рассматривать как атлас-монографию. Он состоит из пяти глав, введения, заключения и списка литературы. Текстовая часть дополняется мелкомасштабными картограммами мира (единицы картографирования – государства) и таблицами.

В докладе используется комплексный многосторонний подход к рассмотрению и оценке проблемы рака женщин также через понятие «бремя». Оно объемлет заболеваемость, смертность и выживаемость женщин, факторы риска (по каждому из пяти локаций рака – грудь, шейка матки, печень, легкое, рак прямой кишки), экономические затраты – прямые на лечение и косвенные (такие как издержки для семьи или общества),

[1] Global burden of cancer in women. Current status, trends, and interventions. 2012. 129 p. [Электронный ресурс]. URL: https://www.cancer.org/content/dam/cancer-org/research/cancer-facts-and-statistics/global-cancer-facts-and-figures/global-burden-of-cancer-in-women.pdf (lfnf j,hfotybz 4.04.2020).

связанные с потерей дохода или производительности труда из-за болезни или преждевременной утраты трудоспособности, а также ряд других расходов по лечению и профилактике рака, поддающихся количественной оценке. Курение, как фактор риска, оценивается для женщин РФ в возрасте 13–15 лет в 10–19,9 %. А ожирение для женщин 18 лет и старше составляет 50–59 %. Наиболее часто диагностируемой формой рака и лидирующей причиной смертности для женщин РФ являются молочные железы.

Внимание привлекает еще одно направление специализации атласного онкологического картографирования, объект изучения которого – паллиативная помощь (комплекс мероприятий, направленных на облегчение страданий пациентов с хроническими неизлечимыми болезнями и ограниченной продолжительностью жизни). Паллиативная помощь все больше признается как неотъемлемая часть любой системы здравоохранения. Картографическое освещение этого вопроса в случае онкологической патологии крайне важно. В медико-демографических атласах можно найти отдельные карты или разделы такой тематики. Примером комплексного основательного подхода к этому вопросу может быть *Global Atlas of Palliative Care at the End of Life* [Global Atlas…, 2014] [1] – подробное исследование, задача которого дать количественную оценку потребности в паллиативной помощи в конце жизни и имеющихся ресурсов в этой сфере. Оригинальное издание атласа подготовлено ВОЗ и Всемирным альянсом паллиативной помощи.

В 2017 г. атлас в электронном виде впервые опубликован в России Фондом помощи хосписам «Вера» [Атлас мира…, 2017][2]. Естественно, что большая часть исследований по паллиативной помощи касается онкологических заболеваний. Скорее, это атлас-монография, дополненная иллюстрациями (40 картограмм мира и диаграмм).

В атласе приведена оценка уровня развития паллиативной помощи во всем мире и описаны различные модели развития системы паллиативной помощи, которые зависят от особенностей разных стран (в том числе от уровня развития здравоохранения, благосостояния, географических особенностей и т.д.). В целом отмечается огромный разрыв, который существует между потребностью в паллиативной помощи и ресурсами, способными ее удовлетворить.

Атлас содержит семь глав (введение, количество людей нуждающихся в конце жизни в паллиативной помощи, основные факторы развития паллиативной помощи, меры, необходимые для удовлетворения потребности в паллиативной помощи и преодоления препятствий в ее развитии, модели организации паллиативной помощи при различных уровнях ресурсов, ресурсы доступные на мировом и региональном уровнях для поддержания программ и исследований в области паллиативной помощи в странах со средненизким уровнем дохода, перспективы развития паллиативной помощи).

Согласно материалам атласа, РФ входи в число регионов ВОЗ (вместе со странами Европы) с числом взрослых, страдающих онкозаболеваниями и нуждающихся в паллиативной помощи, с показателем 157,03–218, 00 для мужчин и женщин на 100 000 человек (в мировом диапазоне 66,40–218,00). Согласно этому исследованию, Россия находится в группе стран, где пока существуют только отдельные центры оказания паллиативной помощи, и нет полноценного системного подхода (уровень 3а).

---

[1] Global Atlas of Palliative Care at the End of Life. 104 p. 2014 [Электронный ресурс]. URL:https://www.researchgate.net/publication/288344767_The_Global_Atlas_of_Palliative_Care_at_the_End_of_Life (дата обращения 10.09.2020).

[2] Атлас мира по паллиативной помощи в конце жизни. 2014. 101 с. [Электронный ресурс]. URL: https://www.hospicefund.ru/wp-content/uploads/2017/09/Global-Atlas-Russian-version_small.pdf (дата обращения 10.09.2020).

Мировые онкологические атласы обеспечивают оценку онкологической ситуации в России по целому ряду показателей на фоне глобальной и проявляют проблемы, решение которых может повлиять на ее изменение в лучшую сторону. При этом привлекает внимание комплексное многостороннее отображение проблем онкологической заболеваемости – от факторов риска до обеспечения разносторонней помощи.

Явные успехи в отечественном онкологическом картографировании, обозначенные разработкой крупных атласных произведений в XX в., к сожалению, пока не получили должного продолжения в XXI в. Анализ онкологической ситуации в РФ реализуется в виде регулярно публикуемых текстовых отчетов, статистических данных и статьях [*Петрова и др.,* 2015; Состояние…., 2017; *Заридзе и др.*, 2018 Злокачественные…, 2019 и др.]. Одна из приоритетных задач картографического исследования проблем онкологии состоит в разработке эпидемиологических моделей риска для основных социально значимых форм злокачественных новообразований, создание которых возможно на основе стандартизованных эпидемиологических исследований и накопленных материалов канцер-регистров.

Для ее реализации Географический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова при поддержке РГО приступил к подготовке Медико-географического атласа «Факторы риска онкологических заболеваний». Атлас входит в серию ранее созданных Медико-географических атласов «Природноочаговые болезни» (2015, 2017) и «Целебные источники и растения» (2019).

Медико-географический атлас России «Факторы риска онкологических заболеваний» создается как картографическое научно-популярное издание, ориентированное на актуальные запросы общества по сокращению онкологической заболеваемости. На основе обобщения знаний и накопленной информации в мировой и отечественной онкологии о влиянии факторов риска в Атласе сделана попытка представить основные факторы риска с учетом географического разнообразия страны.

Основные задачи Атласа:

– наглядно представить современную онкологическую ситуацию РФ по данным о заболеваемости и смертности населения (детей и взрослых);
– дать оценку онкологической ситуации в сравнении с другими странами;
– отразить географию и влияние основных внешних и внутренних факторов риска (курение, алкоголь, питание и ожирение, загрязнение окружающей среды, репродукционное поведение и т. д.);
– попытаться показать связь факторов риска и онкологической заболеваемости на отдельных видах рака;
– рекомендовать профилактические меры, опробованные в мировой практике и способные снизить заболеваемость раком;
– содействовать формированию грамотности и самосохранительного поведения населения по отношению к факторам риска в целях первостепенной профилактики, направленной на изменение онкологической ситуации к лучшему;
– придать импульс дальнейшему развитию атласного онкологического картографирования на национальном и региональном уровнях.

ВЫВОДЫ

Отечественная наука подготовлена и имеет все предпосылки научного (многолетний опыт, подготовленные коллективы, накопленные базы данных) и организационного плана для проведения картографических исследований и разработки национального и региональных атласов по онкологии на уровне современных методологических и

технологических достижений. Такая задача в качестве обязательной должна быть обозначена в планах подготовки и реализации общенациональной программы по борьбе с онкологическими заболеваниями. Создание Медико-географического атласа России «Факторы риска онкологических заболеваний» должно послужит стартом к обеспечению общественности надежной и наглядной базой знаний для успешного решения проблем злокачественных новообразований в стране и мире.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РГО, грант № 08/2020-И «Медико-географический атлас России «Факторы риска онкологических заболеваний».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Geographical Society, grant No 08/2020-И «Medi-co-geographical Atlas of Russia «Risk factors for cancer».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас. География онкологических заболеваний по Дагестану. Под ред. Абдурахманова Г.М., Гасангаджиевой А.Г., Гамзалова Б.М., Данияловой П.М., Койчакаевой М.Ю., Набиева Х.А., Насибовой Э.Г. Махачкала: Изд-во «Юпитер», 2002. 146 с.
2. *Атлас* заболеваемости злокачественными новообразованиями населения отдельных стран – членов СЭВ. М.: Медицина, 1983. 250 с.
3. *Голивец Т.П., Коваленко Б.С.* Анализ мировых и российских тенденций онкологической заболеваемости в XXI веке. Сетевой журнал «Научный результат». Серия «Медицина и фармация». Т. 1. № 4 (6). 2015. С. 79–86. DOI: 10.18413/2313-8955-2015-1-4-79-86.
4. *Заридзе Д.Г., Каприн А.Д., Стилиди И.С.* Динамика заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в России. Вопросы онкологии, 2018, Том 64. № 5. С. 578–591.
5. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность). Под редакцией А.Д. Каприна и др. МНИОИ им. П. А. Герцена – фил. ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России. 2019. 250 с.
6. *Косых Н.Э., Кустов В.И.* Атлас распространения злокачественных новообразований у детей на Дальнем Востоке России. Хабаровск, 1995. 78 с.
7. *Петрова Г.В., Каприн А.Д., Грецова О.П., Старинский В.В.* Злокачественные новообразования в России. Обзор статистической информации за 1993–2013 гг. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал «ФГБУ» Минздрава России, 2015. 511 с.
8. *Писарева Л.Ф., Зырянов Б.Н., Васильев Н.В., Потапов А.И., Бояркина А.П.* Атлас онкологической заболеваемости населения Сибири и Дальнего Востока: в 2 т. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1995. Т. 1. 174 с. Т. 2 в 2 кн. (1 – 299 с., 2 – 274 с.)
9. *Состояние* онкологической помощи населению России в 2017 году. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой Г.М.: МНИОИ им. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, 2018. 236 с.

REFERENCES

1. Atlas. Geography of oncological diseases in Dagestan. Ed. Abdurakhmanov G.M., Gasangadzhieva A.G., Hanzalova B.M., Danilovoy P.M., Koichakaeva M.Yu., Nabieva Kh.A., Nasibova E.G. Makhachkala: «Jupiter», 2002. 146 p. (in Russian).

2. *Atlas* of cancer incidence in the population of individual countries – members of CMEA. M.: The medicine, 1983. 250 p. (in Russian).
3. *Golivets T.P., Kovalenko B.S.* Analysis of world and Russian trends in cancer incidence in the XXI century. Network journal «Scientific result». Series «Medicine and Pharmacy». V. 1, № 4 (6). 2015. P. 79–86. DOI: 10.18413/2313-8955-2015-1-4-79-86 (in Russian).
4. *Kosykh N.E., Kustov V.I.* Atlas of the spread of malignant neoplasms in children in the Far East of Russia. Khabarovsk, 1995. 78 p. (in Russian).
5. *Malignant neoplasms* in Russia in 2018 (morbidity and mortality). Ed. by A.D. Kaprin and others. Herzen Moscow Oncological Research Institute – branch of the Federal State Budgetary Institution National Medical Research Radiological Center (FSBI NMRCC) of the Ministry of Health of the Russian Federation. 2019. 250 p. (in Russian).
6. *Petrova G.V., Kaprin A.D., Gretsova O.P., Starinsky V.V.* Malignant neoplasms in Russia. Review of statistical information for 1993–2013. Ed. by A.D. Kaprin, V.V. Starinsky. M.: P.A. Herzen Moscow State Medical Research Institute – branch of the Federal State Budgetary Institution of the Ministry of Health of Russia, 2015. 511 p. (in Russian).
7. *Pisareva L.F., Zyryanov B.N., Vasiliev N.V., Potapov A.I., Boyarkina A.P.* Atlas of oncological morbidity of the population of Siberia and the Far East: in 2 vols. Tomsk: Publishing Tomsk State University, 1995. V. 1. 174 p. V. 2 in 2 books (1 – 299 p., 2 – 274 p.) (in Russian).
8. The state of cancer care in Russia in 2017. Ed. by A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, G.V. Petrova: Herzen Moscow State Medical Research Institute – branch of the Federal State Budgetary Institution National Medical Research Radiological Center (FSBI NMRCC) of the Ministry of Health of the Russian Federation, 2018. 236 p. (in Russian).
9. *Zaridze D.G., Kaprin A.D., Stilidi I.S.* Dynamics of morbidity and mortality from malignant neoplasms in Russia. Questions of Oncology, 2018. V. 64. No 5. P. 578–591 (in Russian).

УДК: 911.37(084.3):314(292.471) **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-273-291**

И.Н. Воронин[1], К.Ю. Сикач[2], Г.В. Сазонова[3], А.Б. Швец[4]

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТРАНСФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭТНОДЕМОГРАФИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ КРЫМА

АННОТАЦИЯ

В статье представлены и обобщены результаты картографирования трансформационных процессов в демографическом и этноконфессиональном пространстве Крыма. Картографические сюжеты отражают варианты визуализации данных о демографических, этнических и конфессиональных процессах в Республике Крым и г. Севастополе на протяжении последних десятилетий. Картосхемы иллюстрируют динамику численности и плотности населения, его естественного движения, сальдо миграций, брачность и разводимость, территориальные особенности расселения крупных и малых этносов Крыма, размещения на его территории культовых сооружений и религиозных общин. Созданы и проанализированы карты сельского расселения и появления в нём сёл с вымирающим населением. Определены типы динамики демографической, этнической и конфессиональной ситуаций в Крыму. Проведен анализ особенностей динамики этнодемографического пространства Крыма в период смены его политической субъектности. Выявлены основные пространственные закономерности процессов, формирующих современный портрет народонаселения Крымского полуострова. Сделан вывод о возможности картографического исследования демографической и этноконфессиональной специфики территории после предварительной дифференциации социокультурных процессов в её пределах на масштабные и локальные. Это позволяет уточнить не только пространственные, но и сущностные маркеры их возникновения. В современном Крыму к масштабным трансформационным социокультурным процессам следует отнести все репродуктивные и миграционные изменения, которые являются следствием демографических сломов, начавшихся еще в 1990-х годах. Локальными в Крыму следует считать процессы изменения его этнического и конфессионального пространств. Их картирование выявило сужающийся характер такого явления, как полиэтничность территории Крымского полуострова. Картографическое изучение социокультурных процессов в Крыму подтвердило авторскую гипотезу о том, что крымское региональное сообщество не завершило процесс постсоветской трансформации и продолжает поддерживать тренды развития, заложенные в конце XX века.

[1] Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Факультет географии, геоэкологии и туризма, просп. Академика Вернадского, д. 4, 295007, Симферополь, Республика Крым, Россия; *e-mail:* **voronin.igor45@gmail.com**

[2] Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Факультет географии, геоэкологии и туризма, просп. Академика Вернадского, д. 4, 295007, Симферополь, Республика Крым, Россия; *e-mail:* **sikach89@gmail.com**

[3] Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Факультет географии, геоэкологии и туризма, просп. Академика Вернадского, д. 4, 295007, Симферополь, Республика Крым, Россия; *e-mail:* **galisaz@mail.ru**

[4] Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Факультет географии, геоэкологии и туризма, просп. Академика Вернадского, д. 4, 295007, Симферополь, Республика Крым, Россия; *e-mail:* **fusion10@mail.ru**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: карты населения, этническая картография, этнодемографическое пространство, Республика Крым, г. Севастополь.

Igor N. Voronin[5], Kseniya Yu. Sikach[6], Galina V. Sazonova[7], Alexandra B. Shvets[8]

MAPPING OF TRANSFORMATION PROCESSES IN THE ETHNODEMOGRAPHIC SPACE OF THE CRIMEA

ABSTRACT

The article presents and summarizes the results of mapping transformational processes in the demographic and ethno-confessional space of the Crimea. Map plots reflect the options for visualizing data on demographic, ethnic and religious processes in the Republic of Crimea and the city of Sevastopol over the past decades.

The maps illustrate the dynamics of the population size and density, its natural movement, the balance of migration, marriage and divorce, territorial features of the settlement of large and small ethnic groups of the Crimea, the placement of religious buildings and religious communities on its territory. Maps of rural settlement and the appearance of villages with endangered populations were created and analyzed. The types of dynamics of demographic, ethnic and confessional situations in the Crimea are determined. The analysis of the peculiarities of the dynamics of the ethnodemographic space of the Crimea during the change of its political subjectivity is carried out. The main spatial patterns of the processes that form the modern portrait of the population of the Crimean Peninsula are revealed.

The conclusion is made about the possibility of cartographic study of the demographic and ethno-confessional specifics of the territory after preliminary differentiation of socio-cultural processes within its boundaries into large-scale and local ones. This allows us to clarify not only the spatial, but also the essential markers of their occurrence. In modern Crimea, large-scale transformational socio-cultural processes should include all the reproductive and migration changes that are the result of demographic breakdowns that began in the 1990s. The processes of changing its ethnic and confessional spaces should be considered local in Crimea. Their mapping revealed the narrowing nature of such a phenomenon as the polyethnicity of the territory of the Crimean Peninsula.

Cartographic study of socio-cultural processes in the Crimea confirmed the author's hypothesis that the Crimean regional community has not completed the process of post-Soviet transformation and continues to support the development trends established at the end of the twentieth century.

KEYWORDS: population maps, ethnic cartography, ethnodemographic space, Republic of Crimea, Sevastopol.

[5] V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida Academy, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Akademik Vernadsky ave., 4, 295007, Simferopol, Republic of Crimea, Russia; *e-mail:* **voronin.igor45@gmail.com**

[6] V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida Academy, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Akademik Vernadsky ave., 4, 295007, Simferopol, Republic of Crimea, Russia; *e-mail:* **sikach89@gmail.com**

[7] V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida Academy, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Akademik Vernadsky ave., 4, 295007, Simferopol, Republic of Crimea, Russia; *e-mail:* **galisaz@mail.ru**

[8] V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida Academy, Faculty of Geography, Geoecology and Tourism, Akademik Vernadsky ave., 4, 295007, Simferopol, Republic of Crimea, Russia; *e-mail:* **fusion10@mail.ru**

ВВЕДЕНИЕ

Современные особенности этнодемографического пространства Крыма обусловлены многофакторными трансформационными процессами, затронувшими полуостров. Исследование демографических и этноконфессиональных процессов – неотъемлемый элемент решения комплекса задач социально-экономического развития Республики Крым и города федерального значения Севастополь. Количественные и качественные характеристики населения – это основа стратегического планирования и демографической политики. Географическая специфика проживания населения в приморских или глубинных (степных) регионах Крыма, оказывает влияние на скорость и направление многих этнодемографических процессов.

Территориальная неоднородность обозначенных процессов, обуславливает необходимость применения системы методов их исследования. Одним из основных методов выявления уникальности территориальных процессов является картографический. Богатый инструментарий данного метода позволяет визуализировать особенности этнодемографического пространства как элемента социокультурного региона.

Социокультурный регион – это полиструктурная часть геокультурного пространства, сформированная на определённой ландшафтной основе в длительный период времени, имеющая ситуативный характер изменения этнических, конфессиональных, демографических, хозяйственных характеристик влияющих на возникновение у проживающих в её пределах общностей людей уникального культурно-ценностного комплекса региональной идентичности [*Швец,* 2020].

Цель работы – установление пространственно-временных особенностей трансформационных процессов в этнодемографическом пространстве Крыма посредством их комплексного атласного картографирования для выявления особенностей развития Крыма как социокультурного региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Этнодемографические процессы и их визуализация являются обширным многоаспектным вопросом в картографии и неотъемлемым элементом комплексного атласного картографирования. Учитывая полиструктурность этнодемографической проблематики, сложность объективной интерпретации её результатов, авторы использовали возможность широкого применения методического аппарата системно-структурного подхода. С этой целью все процессы в этнодемографическом пространстве Крыма были классифицированы на массовые и локальные, имеющие проявленность в отдельных регионах Крымского полуострова и появляющиеся на его территории ситуативно. К массовым были отнесены все репродуктивные и расселенческие процессы, а признаки локальности чаще всего проявлены в этноконфессиональной среде.

Актуальные аспекты картографической интерпретации демографических процессов в России рассматриваются в многочисленных работах отечественных географов-обществоведов. Данные процессы на Юге России активно исследуются в Северо-Кавказском федеральном [*Черкасов и др.,* 2020], и Крымском федеральном университетах [*Швец и др.,* 2020].

Основы отечественной этнической картографии нашли отражение в работах А.И. Преображенского (1953), А.В. Постникова (1996), Л.С. Берга (1928), С.А. Токарева (1966) и др. [*Псянчин,* 2004] Среди современных исследований привлекает внимание атласное картографирование этнических процессов Оренбургской [*Герасименко,* 2015] и Ленинградской областей [*Фишман и др.,* 2017]. Картографирование этнических процессов в Крыму находит отражение в работах Петроградской А.С., 2007.

Карты демографических и этнических характеристик населения отображают его структуру, динамику в результате естественного движения, миграций и других процессов, что дает возможность оценить характер, интенсивность и направленность этнодемографических процессов [*Казяк,* 2015].

Визуализация трансформационных процессов в этнодемографическом пространстве Крыма была проведена авторами в Атласе социокультурных процессов в Крыму [Атлас., 2020]. Основными сюжетами карт для упомянутого картографического труда стали:

1. *Изменение численности и размещения населения* (динамика численности населения (2001–2017 гг.), численность и плотность населения, городское расселение и типы городов, сельское расселение, транспортная доступность исчезающих сёл).
2. *Естественное движение населения* (рождаемость, смертность, младенческая смертность, естественный прирост населения, брачность, разводимость).
3. *Механическое движение населения* (сальдо миграций, внешние миграции).
4. *Структуры населения* (половозрастная структура населения и её динамика, население в трудоспособном возрасте).
5. *Состав семьи и домохозяйств* (средний размер семьи, домохозяйства).
6. *Этноконфессиональные процессы* (этническая, конфессиональная структура населения, народы Крыма, структура религиозных организаций, представленность конфессий на полуострове, динамика этноконфессиональных противоречий в Крыму (1990–2015 гг.), народные промыслы) [*Яковенко, Вольхин,* 2020].

Составлены синтетические карты трансформационных процессов в этнодемографическом пространстве: «Динамика демографической ситуации 2005–2016 гг.», «Типы динамики этнической структуры населения», «Типы динамики конфессиональной структуры населения».

Разработанные сюжеты карт сгруппированы в двух разделах Атласа: «Геодемографические процессы» (19 карт) и «Этноконфессиональные процессы» (14 карт).

При составлении карт преимущественно использовались способы картограмм и картодиаграмм, как традиционные и общепринятые в социально-экономическом картографировании. Кроме традиционных использовались и более редкие профильные, структурные и звездчатые картодиаграммы, многие из которых имели нестандартный авторский подход в построении. Так, например, карта «Средний размер семьи» создавалась с учетом количества и особенностей семейных ячеек (состав, количество детей, доли молодых семей) отображаемых звездчатыми и структурными картодиаграммами. К числу не часто применяемых в социально-экономическом картографировании можно отнести точечный способ построения карт расселения населения, транспортной доступности исчезающих сёл или способ «разменной монеты» при картографической интерпретации расселения народов, а также способ «100%-х квадратов» при выяснении этнической структуры населения. Все перечисленные выше способы применены на картах Атласа социокультурных процессов в Крыму.

Статистическая информация, послужившая содержательной основой интерпретации картографических сюжетов, представлена преимущественно материалами переписей населения (1979, 1989, 2001 и 2014 гг.), а также данными Федеральной службы государственной статистики (Росстат) и её региональных представительств – Управления Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю (Крымстат).

При создании карт Атласа социокультурных процессов в Крыму использовались программные продукты семейства ArcGIS, открытых ГИС-программ (QGIS и др.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Все репродуктивные, расселенческие и этноконфессиональные процессы в этнодемографическом пространстве Крыма отличает пространственно-временная неоднородность и различная степень проявленности. Наиболее часто упоминают в этой связи показатели динамики численности населения Крымского полуострова.

В процессе пространственных наблюдений за численностью населения Республики Крым и города Севастополя (2001–2017 гг.) выявлены незначительные колебания этого параметра (менее 5% в год) с преобладанием разных векторов – то уменьшения то, наоборот, увеличения. Для Севастополя, начиная с 2010 г., наблюдается постепенный рост численности населения (на 5–10% ежегодно), что отчасти объяснятся возрождением его функции базы Черноморского флота Российской Федерации (рис. 1).

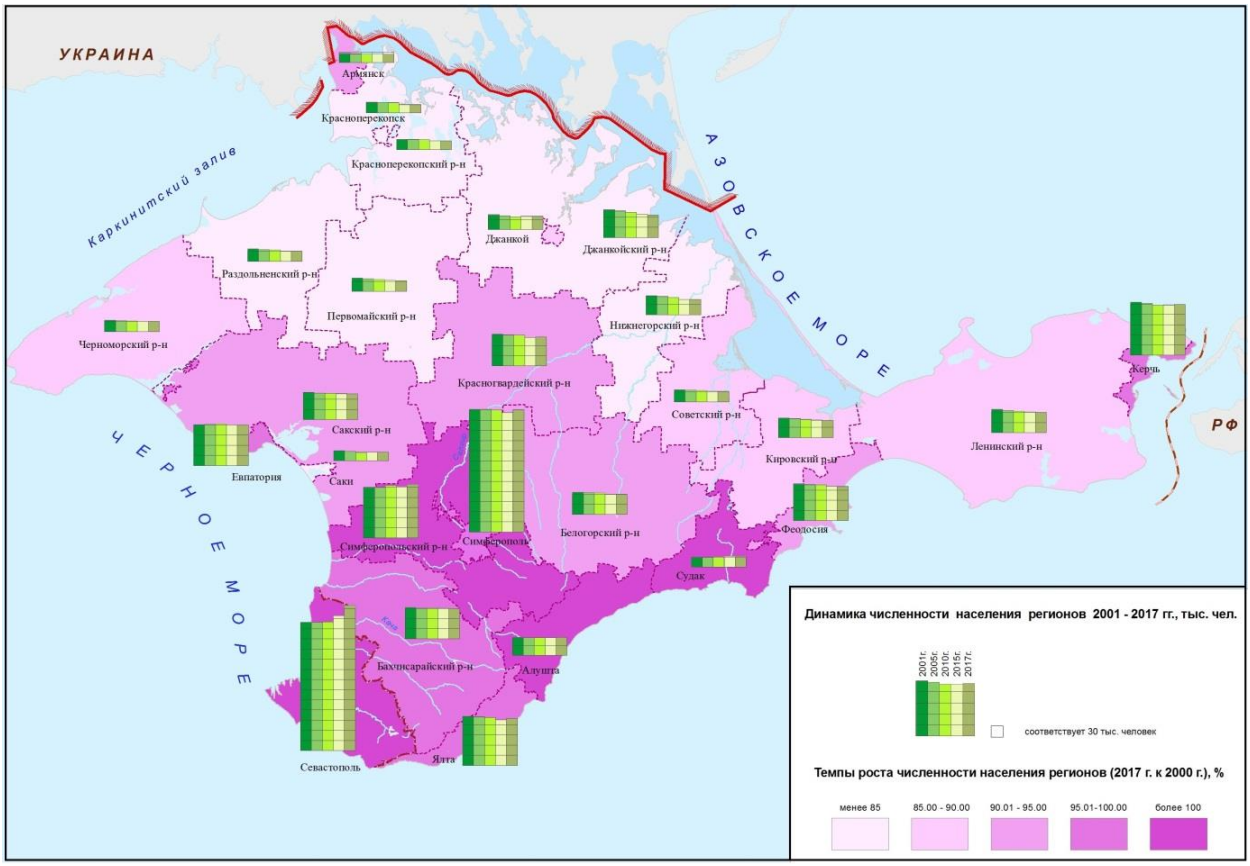


Рис. 1. Динамика численности населения Республики Крым и г. Севастополя, (2001–2017 гг. [Атлас…, 2021]

Fig. 1. Population dynamics of the Republic of Crimea and Sevastopol (2001–2017). [Atlas…, 2021]

К 2021 г., несмотря на некоторое снижение общей численности населения, Республика Крым стала по этому показателю 25 субъектом Российской Федерации (на момент вхождения республика занимала 27 позицию). Темпы снижения численности населения наиболее высоки в северных степных районах Крыма, в связи с преобладанием там сельского населения, которое сохранило советскую устремлённость к смене руральных форм проживания к урбанистическим. Это давний тренд социокультурного развития крымского региона, негативный характер которого отмечался ещё в 1992 году, с момента появления устойчивой естественной убыли населения в Крыму.

Размещение населения по территории Крымского полуострова также сохраняет реликтовый характер неравномерности. Его плотность увеличивается с севера на юг, причем, в городских округах она выше, чем в муниципальных районах. Средняя плотность населения Крыма – 86,6 чел./км^2. Максимальные показатели зафиксированы в Симферопольском и Евпаторийском городских округах (3 367 чел./км^2 и 1 829 чел./км^2 соответственно), а минимальные – в Красноперекопском, Ленинском, и Черноморском муниципальных районах (20 чел./км^2). Пространственная локализация неравномерности в населённости Крыма не изменилась даже после возвращения на полуостров ранее депортированных крымских татар, которые в начале 2000-х годов начали активную внутрирегиональную миграцию из районов их официального размещения в пределах степных территорий полуострова, перемещаясь в предгорье и прибрежные регионы крымского южнобережья.

После смены политической субъектности Крыма в 2014 году ещё сильнее проявилась тенденция роста диспропорции плотности населения в северных и южных районах Крыма. Стал заметен рост плотности населения вокруг крупногородских поселений – столицы Республики Крым г. Симферополь и города федерального значения Севастополь. В настоящее время – это главные фокусы притяжения трудовых ресурсов из прилегающих сельских территорий. Вре́менная притягательность для проживания и трудоустройства населения сформирована в г. Керчь. Главной причиной концентрации населения в этом городе стало строительство моста через Керченский пролив и осуществление крупного инфраструктурного проекта – строительства трассы «Таврида» от Керчи до Севастополя. Эксплуатация моста и трассы может постепенно вернуть транзитный характер социально-экономического развития Керчи как промежуточного пункта на дороге из материковой части России в Крым.

Оригинальны для понимания современного этнодемографического пространства Крыма сюжеты картографирования особенностей сельского расселения и проявленности в нём исчезающих сёл. Одиннадцать населённых пунктов с вымершим населением были обнаружены в ходе переписи населения Крымского федерального округа в 2014 году (рис. 2). На фоне 688 сельских населённых пунктов Крыма численность исчезающих сёл кажется несущественной (1,6%). Вместе с тем, появление категории «исчезающие сёла» в Крыму, регионе, имеющем имидж благодатного края, может служить маркером расширения процесса, характерного для всего постсоветского пространства: сокращение сельскохозяйственных функций и снижение людности сельских поселений. Сельские населённые пункты Крыма находятся на разных стадиях упомянутого процесса, имеют разные скорости его развития, но общая тенденция изменений в сельском расселении полуострова характеризуется доминированием селитебной функции сёл, редко дополняемой рекреационной на фоне тотального сокращения сельскохозяйственной функции.

Депопуляция малых и средних сёл Крыма между переписями 1989 и 2014 г. связана с социально-экономическими преобразованиями и их последствиями в аграрной сфере постсоветского периода. Исчезли крупные коллективные хозяйства, сельские жители лишились устойчивого источника занятости и дохода, началась длительная трансформация психологии сельского населения, которое стремилось преобразовать свой уклад жизни под городские стандарты с неизбежной в таких случаях переменой места жительства поближе к крупногородским поселениям. В сельских населенных пунктах полуострова продолжила укрепляться тенденция сокращения численности населения за счет его естественной убыли и внутренней миграции [*Яковенко,* 2020].

Демографическую ситуацию в Республике Крым и городе Севастополе, сложившуюся в последние годы, можно охарактеризовать как напряжённую: на протяжении

последних лет показатель смертности превышает здесь показатель рождаемости, что обусловило устойчивую депопуляцию населения (рис. 3).

В Республике Крым пик рождаемости пришёлся на 2014 г. (12,9‰), а в г. Севастополе – 2015 г. (13,5‰), после чего начался спад, в результате показатель рождаемости ежегодно снижался на 5-8% в год. В 2017 г. коэффициент рождаемости в Республике Крым составил 10,9‰, а в г. Севастополь – 11,2‰, что ниже средних показателей рождаемости, как по России, так и по Южному федеральному округу в целом (11,6‰ и 11,1‰ соответственно).

Более высокие коэффициенты рождаемости в региональном разрезе были характерны для Бахчисарайского (13,7‰), Советского (13,5‰) и Белогорского (13,2‰) муниципальных районов, имеющих высокую долю сельского населения, сохранившего традицию многодетности, а также для Джанкойского (12,3‰), Сакского (12,1‰) и Симферопольского (12‰) городских округов. Минимальные показатели коэффициента рождаемости были зафиксированы в Ленинском (9,7‰) и Сакском (9,6‰) муниципальных районах, а также в городском округе Керчь (8,9‰), что косвенно подтверждает наше предположение о вре́менном характере увеличения численности населения в этом городе.

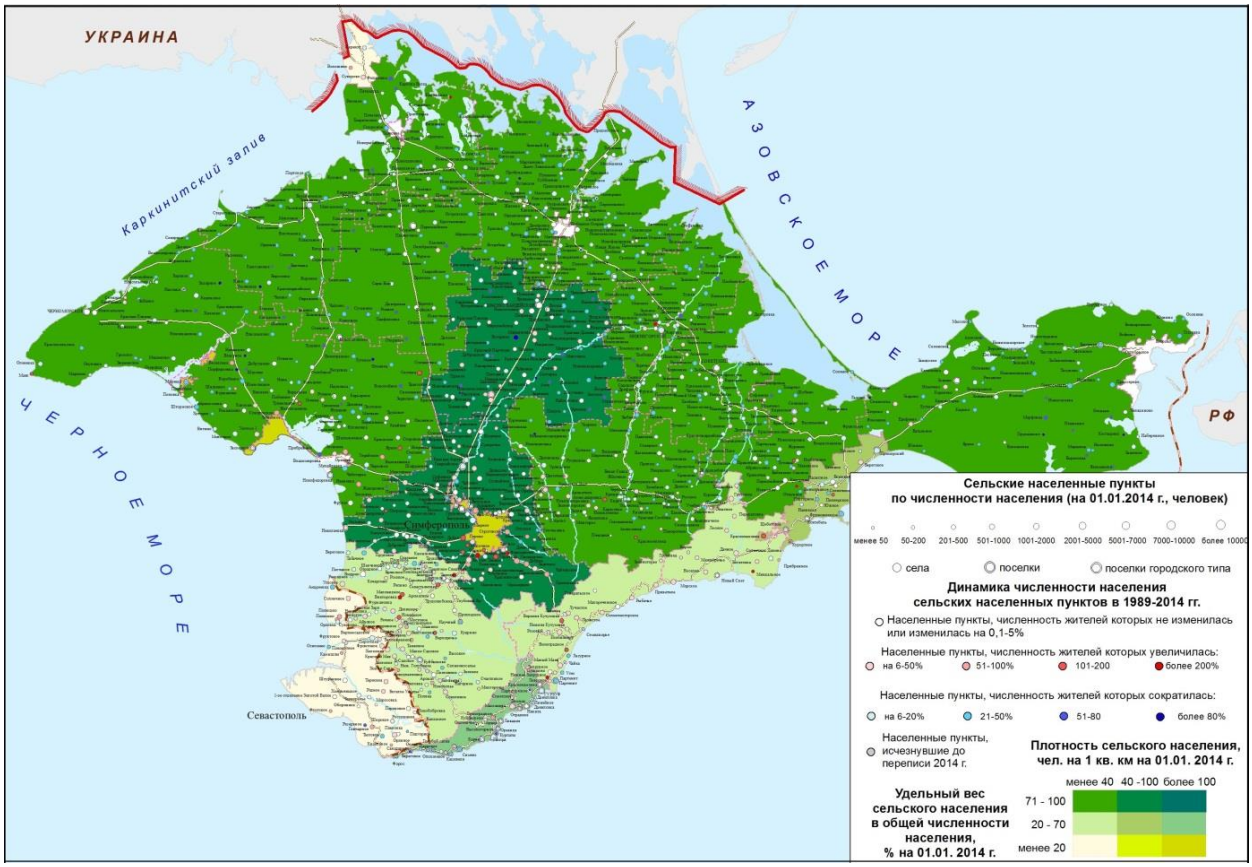


Рис. 2. Сельское расселение Республики Крым и г. Севастополя [Атлас…, 2021]
Fig. 2. Rural settlement of the Republic of Crimea and Sevastopol [Atlas…, 2021]

С начала 1990-х годов на Крымском полуострове количество умерших стабильно превышает количество родившихся, но с 2012 г. – сокращение численности населения региона начало компенсироваться его механическим приростом или миграций (исключением стал только 2018 г.). При среднем значении коэффициента смертности в целом для Крыма 13,75‰ в 2017 г., для Республики Крым этот показатель был выше, а

для г. Севастополь – ниже среднекрымского (14,4‰ и 13,1‰ соответственно). Увеличение коэффициента смертности происходит на территории Крымского полуострова с юга на север, создавая тренд распределения обратный показателям плотности населения Крыма. В целом смертность выше в сельских муниципальных районах, по сравнению с городскими округами. Самые высокие показатели смертности в 2017 г. были зафиксированы в Сакском (18,5‰) и Джанкойском (19,7‰) городских округах, а также в Раздольненском (16‰), Красноперекопском (16,4‰) и Нижнегорском (16,8‰) муниципальных районах [*Гусаков, 2019*].

Основные причины смертности в Республике Крым и г. Севастополь – болезни системы кровообращения (62% и 59% соответственно), новообразования (15% и 19%), болезни пищеварительной системы (по 5%).

В целом для Крыма характерен отрицательный естественный прирост населения и в 2017 г. его величина составляла -3,4‰. Единственным исключением был и остаётся Симферопольский муниципальный район, для которого в последние годы был характерен стабильный положительный прирост населения (0,6‰ в 2017 г.).

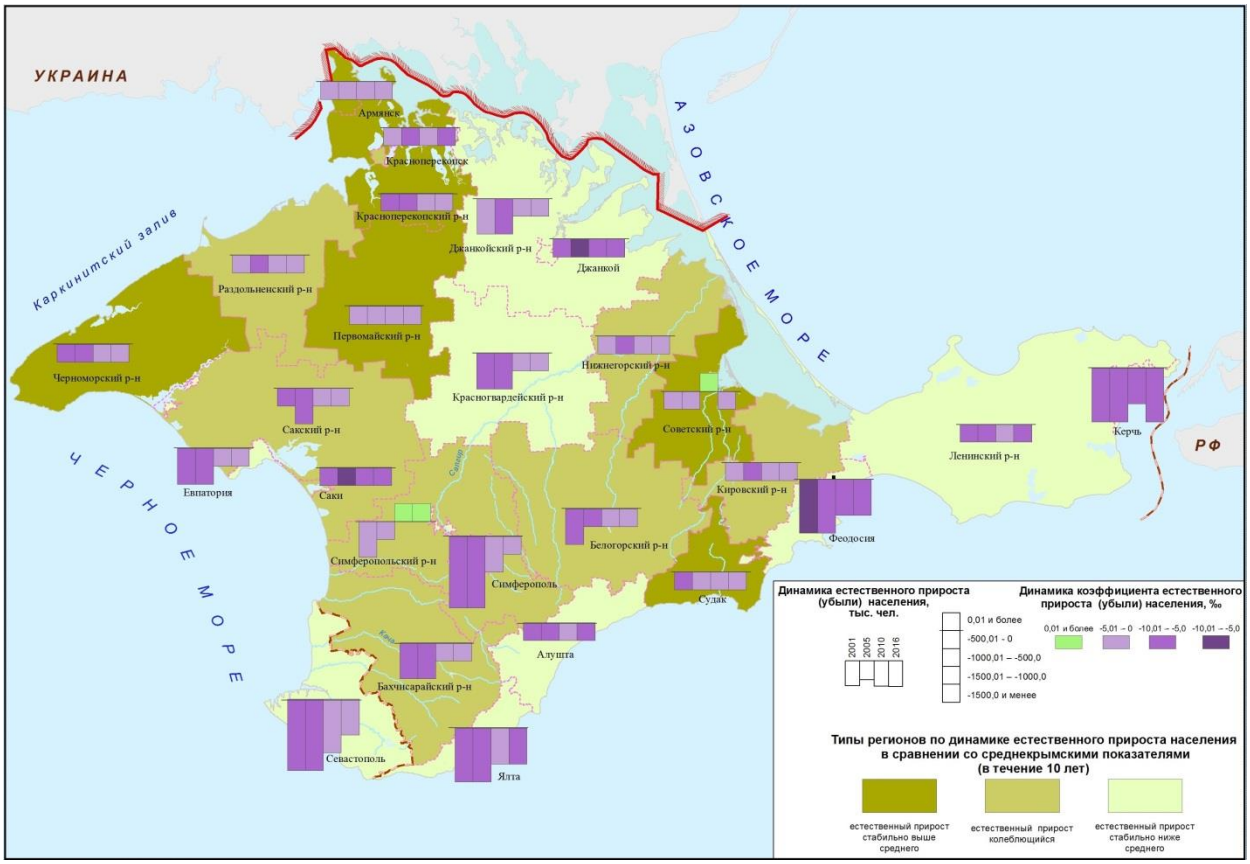


Рис. 3. Естественный прирост населения Республики Крым и г. Севастополя, 2001–2016 гг. [Атлас…, 2021]

Fig. 3. Natural population growth in the Republic of Crimea and Sevastopol, 2001–2016 [Atlas…, 2021]

Частичная компенсация убыли населения Крыма за счёт внешних мигрантов не носит стабильный характер и отличается рядом пространственно-временных особенностей [*Ожегова и др.,* 2020]. Одной из таких особенностей является пространственная асимметрия социально-экономического развития Крыма, на которую накладывается активность внешних миграций на полуостров.

Уровень социально-экономического развития крымского региона пространственно совпадает с его заселённостью и в целом изменяется с севера на юго-запад. Рисунок локализации территорий высокого миграционного прироста следует той же географической привязке (рис. 4). Симферополь и Симферопольский муниципальный район, Ялтинский городской округ, город федерального значения Севастополь – это территории максимальной активности внешних миграций в Крым. Они подтверждают свой статус благоприятных для проживания. Северные районы Крыма – Первомайский, Джанкойский, Нижнегорский, Советский – это территории, которые имели до 2014 г. фактор оттока населения и получили дополнительный риск усиления миграционного оттока после перекрытия Украиной Северо-Крымского канала, по которому Крым получал до 80% пресной воды из Днепра. Отсутствие воды в канале обострило проблему водообеспеченности территории всего Крымского полуострова, но в северных регионах она активизировала процессы перепрофилирования сельского образа жизни. Сохраняя функцию главной зерновой житницы Крымского полуострова, основного звена его продовольственной безопасности, степные районы Крыма демонстрируют устойчивую тенденцию сокращения интереса к проживанию в них не только местного, но и приезжего населения.

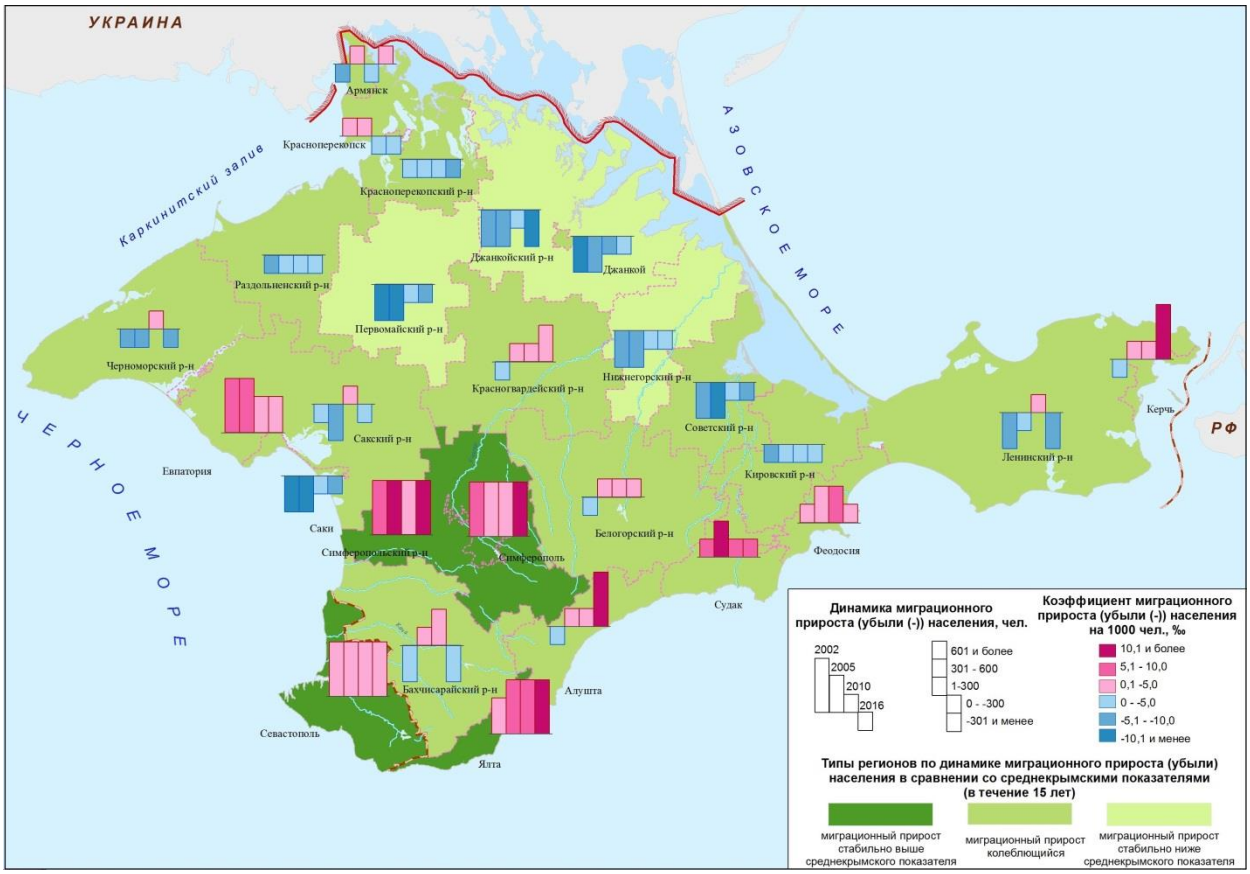


Рис. 4. Сальдо миграций населения Республики Крым и г. Севастополя, 2002–2016 гг. [Атлас…, 2021]

Fig. 4. Balance of migration of the population of the Republic of Crimea and Sevastopol, 2002–2016 [Atlas…, 2021]

Важной особенностью демографических процессов в Крыму стало постоянное сокращение численности трудоспособного населения. С 2001 по 2016 г. численность лиц в

трудоспособном возрасте сократилась на 167 тыс. чел. (или 7%), а количество населения пенсионного возраста увеличилось на 111 тыс. чел. (17%). В результате этого дисбаланса произошло увеличение демографической нагрузки на людей трудоспособного возраста. Среднереспубликанский показатель демографической нагрузки составляет в Республике Крым 853 чел. нетрудоспособного возраста на 1 000 чел. трудоспособного. Это примерно на 200 чел. больше, чем в среднем по Российской Федерации. Традиционно наибольшая доля детей проживала в сельских муниципальных районах Крыма. Города в этом отношении отличались меньшим количеством детского населения. Малая численность детского населения – составляет дополнительную характеристику процесса его «старения». Активнее всего процессы старения протекают в приморских городских округах Крыма – особенно в Сакском, Керченском и Феодосийском – от 30% до 32%. В меньшей степени они характерны для сельских муниципальных районов (от 25% до 29%).

Согласно данным переписи населения Крымского федерального округа 2014 г., (в 2016 г. вошел в состав Южного федерального округа) в его половой структуре населения по-прежнему преобладали женщины (54% от общей численности населения). В региональном разрезе доля женского населения выше в городских округах, по сравнению с сельскими районами. Больше всего женщин проживает на территории Евпаторийского, Сакского и Ялтинского городских округов (56% от общей численности населения). По сравнению с 1989 г., доля мужчин увеличилась лишь в Судакском городском округе (48%), а также Сакском (47%) и Советском (48%) муниципальных районах.

Брачность и разводимость – одни из важных показателей устойчивости геодемографических процессов в регионе. С 2016 г. в Крыму наблюдается стабильное сокращение числа заключённых браков и увеличение возраста вступающих в брачные отношения, что совпадает с общероссийской тенденцией. Активность брачности возрастает с северо-востока на юго-запад Крымского полуострова, что соотносится с общими показателями социально-экономического развития регионов Крыма и половозрастной структурой населения его муниципальных образований. Минимальный показатель брачности – в Джанкойском муниципальном районе (в 2016 г. – 5,9‰), а максимальный – в г. Севастополе (9,5‰). Высокие показатели разводов фиксируются практически во всех муниципальных образованиях Крыма, что негативно влияет как на отдельные семьи, так и на общество в целом. Абсолютное количество разводов коррелирует с количеством заключенных браков и максимально в крупных городах. Коэффициент разводимости в Крыму, подобно аналогичному показателю брачности, выше в городских округах и ниже в сельских районах. Минимальный показатель разводимости отмечен в Кировском муниципальном районе (2,2‰), а наивысший – в г. Севастополе (4,5‰).

Для Атласа социокультурных процессов в Крыму созданы обобщающие карты типов динамики демографической ситуации (рис. 5).

Проведенная типизация базировалась на традиционно применяемых в демографии критериях: коэффициенте рождаемости, смертности, величине естественного прироста, миграционного прироста, брачности и разводимости, исходя из значений которых демографическая ситуация может приобретать как негативную, так и положительную окраску. Перечисленные критериальные характеристики рассматривались за период 2006–2017 гг.

Выделены районы, где демографическая ситуация имеет тенденцию к улучшению или ухудшению, а также с относительно стабильными или колеблющимися характеристиками. Улучшение демографической ситуации наблюдается в крупных и южнобережных городах Крымского полуострова, а также в Симферопольском и Черноморском муниципальных районах, что связано с уровнем экономического развития

данных территорий или наличием в них крупных производственных объектов, как это имеет место с Черноморским районом, ставшим базой морской добычи газового конденсата в крымском секторе Черноморского шельфа. Неблагоприятная демографическая ситуация сложилась в городе Красноперекопске и Красноперекопском, Советском и Ленинском муниципальных районах. Здесь ежегодно численность населения снижается за счет отрицательного естественного и механического прироста и минимальных показателей уровня брачности. Для территорий Раздольненского, Джанкойского, Сакского, Красногвардейского, Бахчисарайского муниципальных районов и городского округа Судак характерно колебание демографических характеристик от негативных до позитивных.

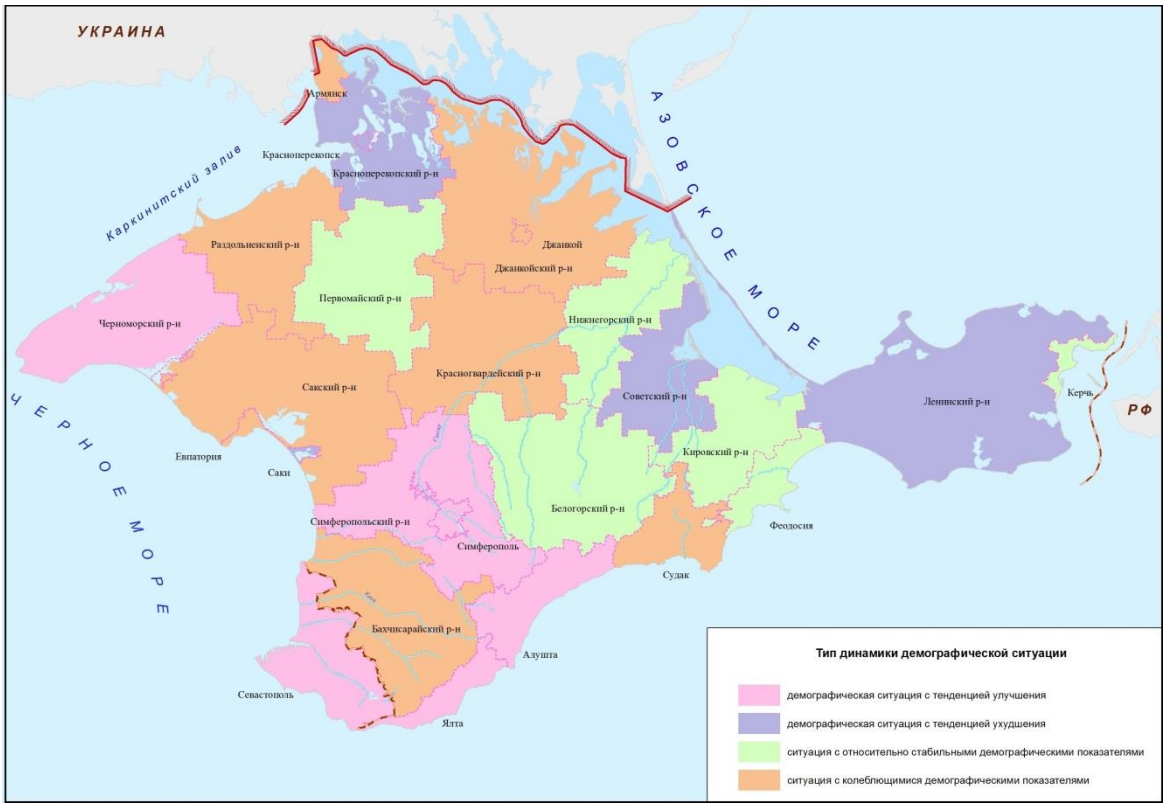


Рис. 5. Динамика демографической ситуации в Республики Крым и г. Севастополе, 2006–2017 гг. [Атлас…, 2021]

Fig. 5. Dynamics of the demographic situation in the Republic of Crimea and Sevastopol, 2006–2017 [Atlas…, 2021]

Сложность и неоднородность демографических процессов на Крымском полуострове поддерживается особенностями динамики его этноконфессионального пространства. Этноконфессиональное пространство Крыма в исследуемый период испытало несколько трансформационных сломов, нашедших отражение в сюжетах картосхем. В 1990-х годах на полуостров вернулись депортированные народы, среди которых самой многочисленной группой стали крымские татары. Вхождение Крыма в состав Российской Федерации изменило славяно-тюркский баланс не только в Крыму, но и в южных российских регионах. В этой части России количество славян увеличилось на 1,9 млн. человек, причем, 1,5 млн. человек составили русские [*Киселев, Петроградская,* 2008]. Это приращение произошло на фоне практически повсеместного для южнорусских территорий Астраханской области, Дагестана, Ингушетии, Калмыкии, Кабардино-

Балкарии, Чечни этнокультурного замещения русского населения. Крым сохраняет доминирование русских в этнической структуре своего населения. Общая численность тюркоязычных народов, вошедших в сферу российской государственности, составила в Крыму 292 тыс. человек или 2,3% суммарной численности тюрков России [*Зорина и др.,* 2017].

После 2014 года изменилось соотношения русских и украинцев в структуре славянского этноса Крыма. Маркером изменения соотношения доминирующих славянских этносов стало позитивное увеличение численности русских практически во всех муниципальных территориях Крымского полуострова. Сокращение численности украинцев в Крыму мы связываем со сменой их идентичности, характерной для близкородственных народов, и незначительным возвращением украинцев на территорию Украины [*Швец, Сикач,* 2020].

Современными доминирующими крымскими этносами по признаку устойчивого численного преобладания на фоне иных этнических групп являются русские, украинцы, крымские татары и татары. Последняя из названных группа сформирована этническими и крымскими татарами, назвавшими себя во время переписи населения в Крымском федеральном округе в 2014 г. «татарами». Доминирующие этносы составляют 96,2% общей численности населения Крыма, указавшего свою национальную принадлежность. Иные этносы составляют в Крыму 3,8%. Среди этой группы наиболее многочисленны белорусы (1%) и армяне (0,5%) [*Баранов*, 2018]. Иные народы Крыма, по своей малочисленности включённые в группу «малые народы» (греки, турки, узбеки, цыгане, марийцы, таджики, удмурты, чуваши, мордва и др.), находятся в состоянии активной ассимиляции и расселены преимущественно в сельской местности. В крымских городах проживают азербайджанцы, армяне, болгары, грузины, караимы, крымчаки, осетины. Состав и соотношение доминирующих и малых этнических групп имеет в Крыму историческую динамику, которая прослеживается на полуострове повсеместно (рис. 6).

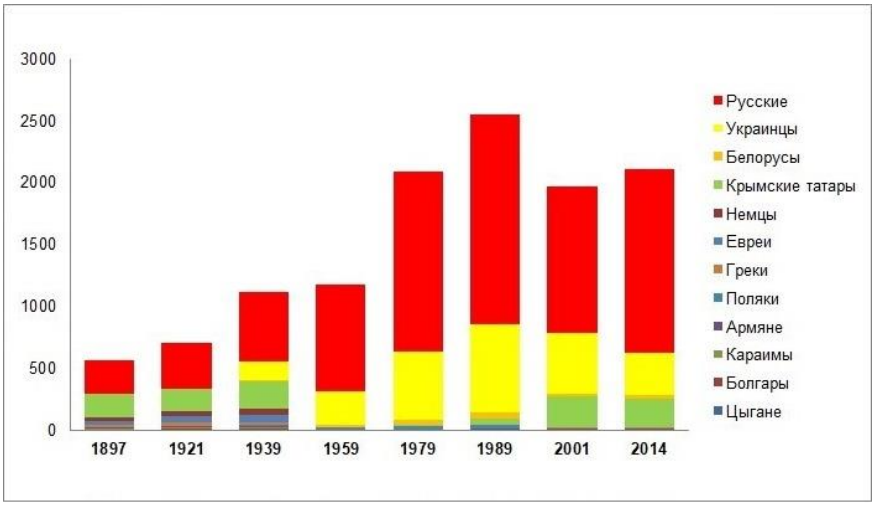


Рис. 6. Типы динамики этнической структуры населения Крыма, 1897–2014 гг. [7, 13]
Fig. 6. Types of dynamics of the ethnic structure of the Crimean population, 1897–2014 [7, 13]

На территории Республики Крым и города Севастополь наблюдается постепенное сужение этнической мозаичности населения, что обусловлено сокращением репатриационного потока народов и затуханием внутрирегиональной миграции крымских татар. Возвращение крымских татар затормозило процесс сокращения этнической мозаичности в Крыму, что зафиксировала Всеукраинская перепись населения 2001 г.

Вхождение Крыма в Российскую Федерацию вновь изменило вектор этнической мозаичности на полуострове в сторону увеличения его полиэтничности. Наименьшие показатели этнической мозаичности зафиксированы в пределах трех городских округов: Керченского, Феодосийского и Севастопольского. Эти три территории сохраняют в Крыму, по сути, моноэтничность с преобладанием русского населения. Показатель этнической мозаичности в перечисленных городских регионах более чем в полтора раза меньше среднекрымского [*Швец, Сикач* 2020].

На основании индекса этнической мозаичности, его изменения и соотношения доли основных этнических групп в муниципальных районах и городских территориях Крыма определены типы динамики этнической структуры населения и составлены оригинальные картографические изображения (рис. 7).

К 1-му типу территорий относится город Керчь, который можно характеризовать, как моноэтничный, где украинцы и крымские татары составляют незначительную долю населения, а малые народы Крыма (греки, армяне, узбеки, корейцы, цыгане и др.) существенно ассимилированы. Районы 2-го типа являются преимущественно прибрежными (исключение составляет город Симферополь) и характеризуются средней этнической смешанностью населения, стабильной этнической структурой и пиком проявленности полиэтничности в 2001 г. за счет репатриации крымских татар. Среди этносов этих территорий отмечается доминирование славянских групп населения, а доля тюрков не превышает 10%. Остальная территория полуострова представлена районами 3-го типа с этнически смешанным населением, ростом полиэтничности до 2001 г. и последующей её стабилизацией, а также слабо выраженным снижением этнической мозаичности.

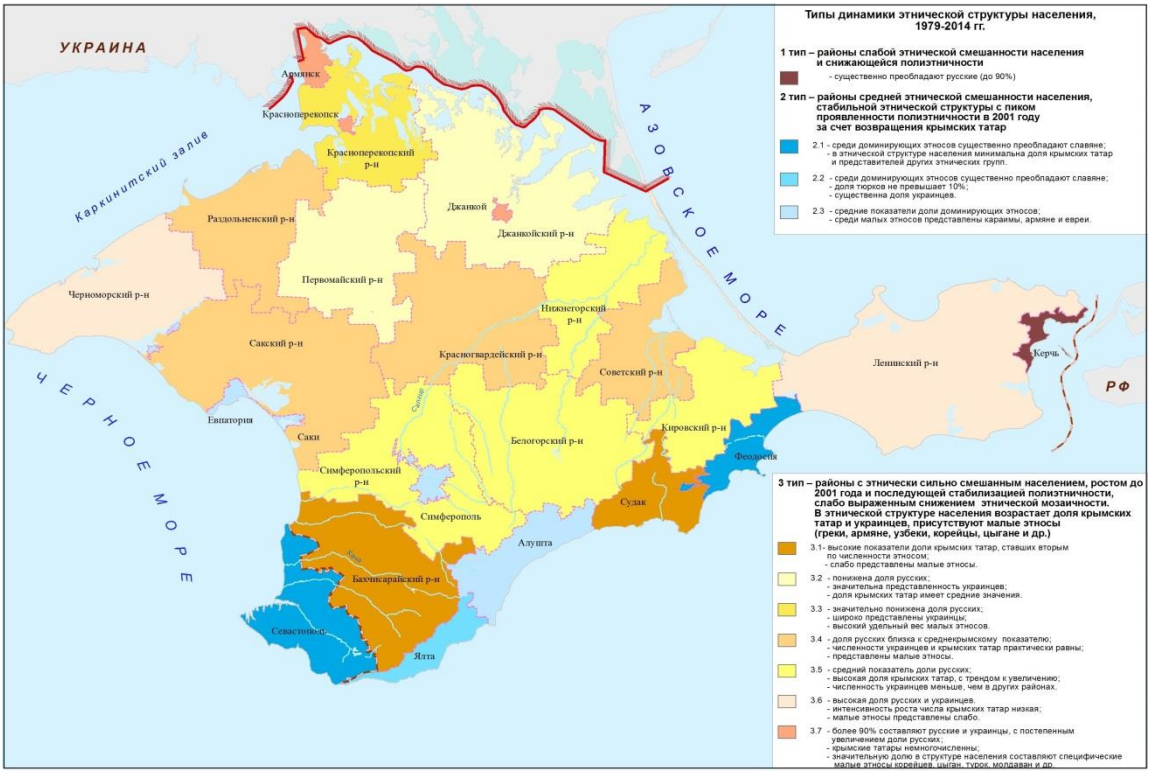


Рис. 7. Типы динамики этнической структуры населения Республики Крым и г. Севастополя, 1979–2014 гг. [Атлас…, 2021]

Fig. 7. Types of dynamics of the ethnic structure of the population of the Republic of Crimea and Sevastopol, 1979–2014. [Atlas…, 2021]

В этнической структуре населения этих территорий возрастает доля крымских татар и украинцев, присутствуют малые этносы. По мере приближения к границе с Украиной в районах данного типа увеличивается доля украинцев, сокращается численность крымских татар и сохраняется без особых изменений удельный вес русских. Характерной особенностью описанных территорий является присутствие в их этнической структуре населения как традиционных, так и «новых» для Крыма малых этносов: узбеков, корейцев, цыган, азербайджанцев и др.

Параллельно с этническим происходят трансформационные процессы и в конфессиональном пространстве Крыма. Особенностью современного крымского регионального сообщества верующих стала его полиструктурность и насыщение конфессиями связанными с историческими традициями народов Крыма. Наиболее активно в крымском регионе разрасталась сеть православных и мусульманских общин. В настоящее время в конфессиональной структуре Крымского полуострова повсеместно доминируют православные общины, а также наблюдается постоянный рост количества исламских общин, численность которых в некоторых районах Крыма сопоставима с православными. Появление в конфессиональном пространстве Крыма различных направлений протестантизма создало на полуострове упомянутую выше полиструктурность. В Крыму сохраняется небольшая доля общин малых народов Крыма (караимов, крымчаков, армян), многие из которых возрождены и стали важными объектами культурного наследия полуострова. В 2019 г. наблюдалось некоторое сокращение количества религиозных общин всех конфессий, вызванное процессом их перерегистрации по законам Российской Федерации (рис. 8).

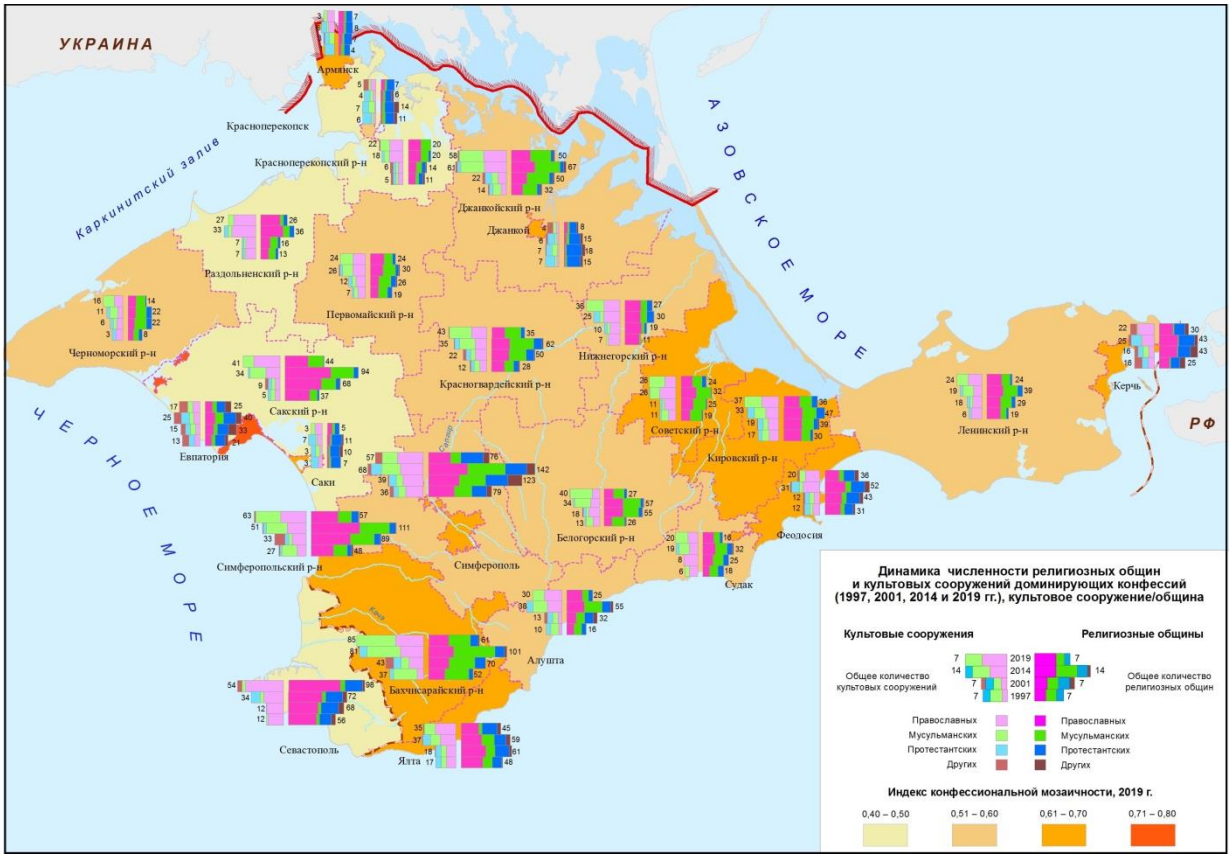


Рис. 8. Религиозные общины и культовые сооружения в Республике Крым и г. Севастополе, 1997–2019 гг. [Атлас…, 2021]

Fig. 8. Religious communities and places of cult in the Republic of Crimea and Sevastopol, 1997–2019 [Atlas…, 2021]

Попытка районирования территории Крыма согласно особенностям развития конфессионального пространства с 1997 по 2019 гг. была предпринята на основании расчетов индекса конфессиональной мозаичности (рис. 9).

Крым имеет достаточно однородную динамику конфессиональной мозаичности и конфессиональной структуры, что было учетно при выделении типов районов. Большинство районов Крыма отнесены авторами к территориям с преобладанием стабильно высокой конфессиональной мозаичности и доминированием православных и мусульманских общин в широком спектре христианских религий, иудаизма, караимизма. Районы данного типа наиболее распространены в Крыму. Именно для них отмечается соответствие между традиционной этничностью и конфессиональной структурой населения.

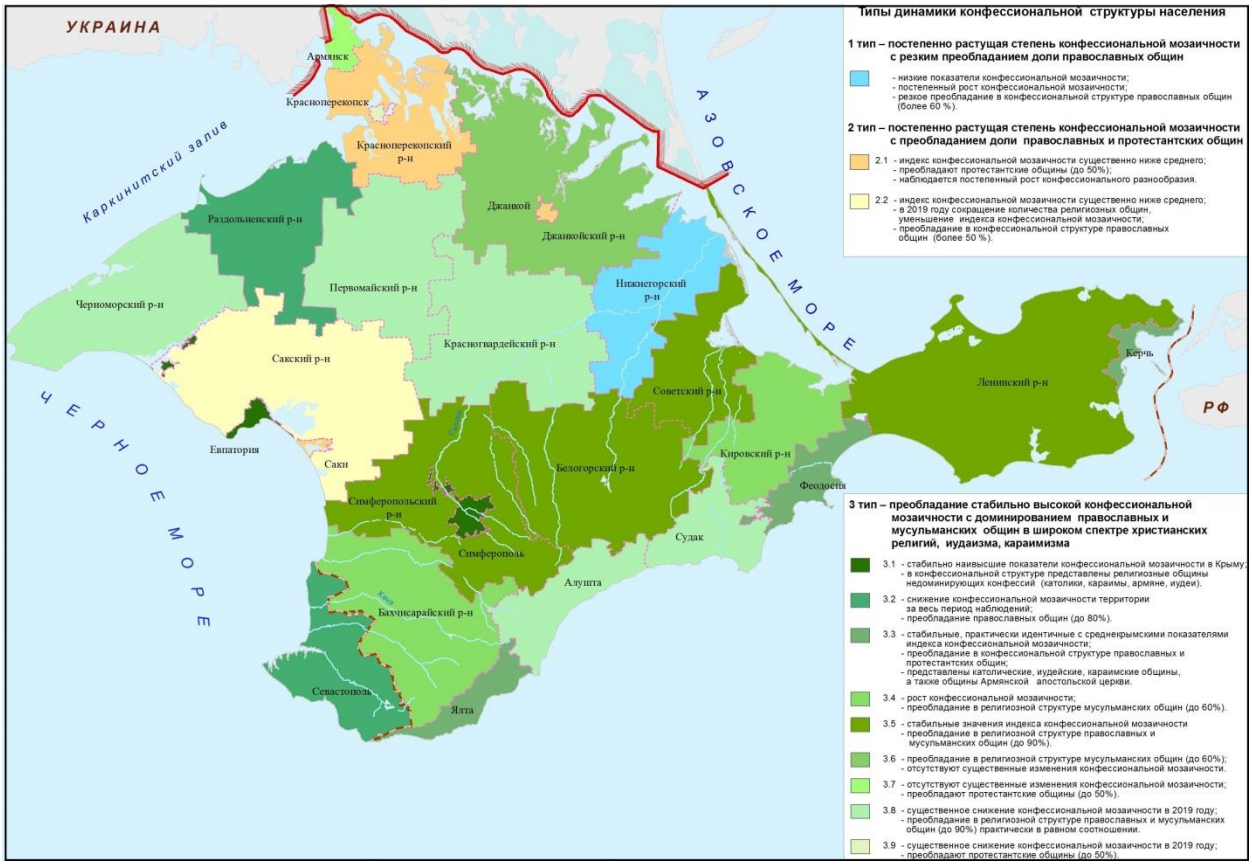


Рис. 9. Типы динамики конфессиональной структуры населения Республики Крым и г. Севастополя, 1979–2014 гг. [Атлас…, 2021]

Fig. 9. Types of dynamics of the confessional structure of the population of the Republic of Crimea and Sevastopol, 1979–2014 [Atlas…, 2021]

В пределах этих территорий численность православных и мусульманских общин коррелирует с показателем количества русских, украинцев и крымских татар. Среди конфессиональных типов регионов полуострова выделяется Нижнегорский муниципальный район, где на фоне растущей конфессиональной мозаичности сохраняется резкое преобладание доли православия над всеми другими конфессиями, незначительно количество мусульманских общин и практически отсутствуют протестантские. Это территория, по сути моноконфессиональная, что является достаточно редким явлением для религиозной карты Крыма. Сакский и Красноперекопский муниципальные районы,

города Джанкой и Красноперекопск выделяются среди остальных широкой представленностью протестантских общин и постепенно растущей степенью конфессиональной мозаичности.

ВЫВОДЫ

- Комплексное атласное картографирование является неотъемлемой частью исследования трансформационных процессов в социокультурном пространстве регионов, имеющих сложную этнодемографическую ситуацию. Многообразие характеристик такой ситуации нередко создаёт методические затруднения её визуализации. Для выбора картографических сюжетов, иллюстрирующих трансформацию этнодемографической ситуации следует разграничить все социокультурные процессы в регионе на масштабные, характерные для всей его территории, и локальные, не создающие устойчивых трендов.
- В современном Крыму к масштабным трансформационным социокультурным процессам следует отнести все репродуктивные и миграционные изменения, которые являются следствием демографических сломов, начавшихся еще в 1990-х годах. Постсоветские тренды в репродуктивных и миграционных преобразованиях в населении и его расселении носят в Крыму повсеместный характер и достаточный запас прочности. Их картирование следует проводить в сочетании аналитических и синтетических сюжетов, позволяющих проводить не только пространственное маркирование возникновения неблагоприятных тенденций в демографической ситуации, но и выявлять факторы их перспективных преобразований.
- Картирование динамических показателей демографического развития Крыма подтвердило необходимость их постоянного мониторинга и корректировки причин естественной убыли населения, снижения рождаемости, замедления внешнего миграционного прироста населения. Эти процессы в Крыму территориально неоднородны, имеют разный характер протекания в степных и приморских регионах Крыма, в его городах и сельских поселениях.
- Локальными в Крыму следует считать процессы изменения его этнического и конфессионального пространств. Их картирование выявило сужающийся характер такого явления, как полиэтничность территории. Для изучения полиэтничности картографическим способом следует сочетать сюжеты этнической и конфессиональной динамики численности доминирующих и малых этносов и конфессий с типологизацией процесса появления в регионе такого явления, как этноконфессиональная мозаичность. В результате на картах могут появиться территории с локально сформированными особенностями полиэтничности.
- Карты типологизации демографических и этноконфессиональных процессов в современном Крыму, созданные на период 1979–2014 годов, подтвердили авторскую гипотезу о том, что крымское региональное сообщество не завершило процесс постсоветской трансформации и продолжает поддерживать тренды развития, заложенные в конце XX века в естественном и миграционном развитии, расселении сельских жителей, доминировании традиционных конфессий и многочисленных этносов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-05-00725 А.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Foundation of Basic Research, grant No 20-05-00725 A.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас социокультурных процессов в Крыму [Карты]. Под ред. И.Н. Воронина, И.М. Яковенко, А.Б. Швец, Д.А. Вольхина. Симферополь: КФУ им. В.И. Вернадского, 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://atlas-crimea.ru (дата обращения 15.03.2021).
2. Автономная Республика Крым: атлас. Симферополь: 2003. 76 с
3. *Баранов А. В.* Изменения этнической структуры населения Крыма в постсоветский период: дрейф идентичностей и миграционные процессы. Геополитика и экогеодинамика регионов. 2018. Т. 4 (14). Вып. 3. С. 351–360.
4. *Герасименко Т.И.* Этнографический атлас Оренбургской области. 2-е изд., доп. и перераб. Казань: ИДЕАЛ-ПРЕСС, 2017. 80 с.
5. *Гусаков Т.Ю.* Использование метода картографического моделирования при изучении демографических процессов (на примере Республики Крым). Геополитика и экогеодинамика регионов. 2019. Т. 5 (15). Вып. 3. С. 148–152.
6. *Зорина В.Ю., Старченко Р.А., Степанова В.В.* Этническая и этнополитическая карта Крыма. Организация мониторинга и раннего предупреждения этнических и религиозных конфликтов. М.: ИЭА РАН, 2017. 216 с.
7. Итоги переписи населения в Крымском федеральном округе / Федеральная служба государственной статистики. М.: Статистика России, 2015. 279 с.
8. *Казяк Е.В., Лукашик А.А., Русанов Д.Л.* Картографирование демографических процессов и процессов расселения в «Атласе населения Словакии». Демографические риски XXI века: (к Международному дню народонаселения): материалы II Межвузовского студенческого семинара. 2015. С. 192–197.
9. *Киселев С.Н., Петроградская А.С.* Динамика численности и расселения украинцев в Крыму, по данным всеобщих переписей населения XIX–XXI вв. Геополитика и экогеодинамика регионов. 2008. Т. 4. Вып. 1–2. С. 85–94.
10. *Ожегова Л.А., Сазонова Г.В., Сикач К.Ю., Зуева И.Б.* Динамика и территориальные особенности социально-демографических процессов в российском Крыму. Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология, 2020. Т. 6. №3. С. 135-151.
11. *Псянчин А.В.* История этнической картографии в России: До 30-х гг. XX в.: автореф. дис. … на соиск. учён. степ. док. геогр. наук (07.00.10). Ин-т истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН. Москва, 2004. 41 с.
12. *Фишман О.М., Докучаева М.А., Засецкая М.Л., Исаченко Г.А., Королькова Л.В., Красникова О.А., Терюков А.И. и др.* Этноконфессиональный иллюстрированный Атлас Ленинградской области. СПб.: Издательский Дом «Инкери», 2017. 656 с.
13. *Черкасов А.А., Белозёров В.С., Щитова Н.А., Сопнев Н.В.* Геоинформационный мониторинг демографических процессов в регионах юга Европейской России ИнтерКарто.ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 1. С. 127-140. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-127-140.
14. *Швец А. Б.* Феномен социокультурного региона в современных общественно-географических исследований. Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология, 2020. Т. 6. №2. С. 129–139.

15. *Швец А. Б., Сикач К. Ю.* Новая реальность этнического пространства в российском Крыму. Геополитика и экогеодинамика регионов, 2020. Т. 6 (16). Вып. 3. С. 301–313.
16. Этническая история Крыма в таблицах, картосхемах и диаграммах (по данным переписей населения): информационно-справочное пособие. Автор-сост. А.С. Петроградская. Симферополь: АнтиквА, 2007. 20 с., 5 карт.
17. *Яковенко И.М.* Анализ и картографирование многолетней динамики сельского расселения в Крыму. Геополитика и экогеодинамика регионов, 2020. Т. 6 (16). Вып. 3. С. 58–70.
18. *Яковенко И.М., Вольхин Д.А.* Опыт создания геоинформационной системы с функцией обновления обширной базы данных о социокультурных процессах в Крыму. Геополитика и экогеодинамика регионов, 2020. Т. 6 (16). Вып. 2. С. 36-49.

REFERENCES

1. Atlas of socio-cultural processes in the Crimea [Maps] / ed. Voronina I.N., Yakovenko I.M., Shvets A.B., Volkhina D.A. Simferopol: V.I. Vernadsky KFU, 2020 [Electronic resource]. Access mode: https://atlas-crimea.ru (accessed 15.03.2021). (in Russian).
2. Autonomous Republic of Crimea: Atlas. Simferopol: 2003. 76 p. (in Russian).
3. *Baranov A.V.* Changes in the ethnic structure of the Crimean population in the post-Soviet period: identity drift and migration processes. 2018. V. 4 (14). No 3. P. 351. Issue 360 (in Russian).
4. *Cherkasov A.A., Belozerov V.S., Shchitova N.A., Sopnev N.V.* Geoinformation monitoring of demographic processes in the regions of Southern European Russia InterCarto. InterGIS. Geoinformation support for sustainable development of territories: Proceedings of the International Conference M.: Moscow University Press, 2020. V. 26. Ch. 1. P. 127–140. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-127-140 (in Russian).
5. Ethnic history of the Crimea in tables, maps and diagrams (according to census data): information and reference manual. Author-comp. A.S. Petrogradskaya. Simferopol: AntikvA, 2007. 20 p., 5 maps (in Russian).
6. *Fishman O.M., Dokuchaeva M.A., Zasetskaya M.L., Isachenko G.A., Korolkova L.V., Krasnikova O.A., Teryukov A.I., etc.* Ethnoconfessional Illustrated Atlas of the Leningrad Region. St. Petersburg: Inkeri Publishing House, 2017. 656 p. (in Russian).
7. *Gerasimenko T.I.* Ethnographic atlas of the Orenburg region. 2nd ed., add. and reprint. Kazan: IDEAL-PRESS, 2017. 80 p. (in Russian).
8. *Gusakov T.Yu.* The use of the method of cartographic modeling in the study of demographic processes (on the example of the Republic of Crimea). Geopolitics and ecogeodynamics of regions. 2019. V. 5 (15). Issue 3. P. 148–152 (in Russian).
9. *Kazyak E.V., Lukashik A.A., Rusanov D.L.* Mapping of demographic processes and settlement processes in the "Atlas of the Population of Slovakia". Demographic risks of the XXI century: (for the International Population Day): materials of the II Interuniversity student seminar. 2015. P. 192–197 (in Russian).
10. *Kiselev S.N., Petrogradskaya A.S.* Dynamics of the number and settlement of Ukrainians in the Crimea, according to the data of the general population censuses of the XIX–XXI centuries. 2008. V. 4. No 1–2. P. 85–94 (in Russian).
11. *Ozhegova L.A., Sazonova G.V., Sikach K.Yu., Zueva I.B.* Dynamics and territorial features of socio-demographic processes in the Russian Crimea. Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Geography. Geology, 2020. V. 6. No 3. P. 135–151 (in Russian).

12. *Psyanchin A.V.* History of ethnic cartography in Russia: Until the 30s of the XX century.: autoref. dis. on the screen. learned. step. doc. Geogr. nauk (07.00.10). Vavilov Institute of the History of Natural Science and Technology of the Russian Academy of Sciences. Moscow, 2004. 41 p. (in Russian).
13. Results of the population census in the Crimean Federal District. Federal State Statistics Service. Moscow: IIC "Statistics of Russia", 2015. 279 p. (in Russian).
14. *Shvets A.B.* The phenomenon of the socio-cultural region in modern socio-geographical research. Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky. Geography. Geology, 2020. V. 6. No 2. P. 129–139 (in Russian).
15. *Shvets A.B., Sikach K.Yu.* New reality of ethnic space in the Russian Crimea.Geopolitics and ecogeodynamics of regions, 2020. V. 6 (16). Issue 3. P. 301–313 (in Russian).
16. *Yakovenko I.M.* Analysis and mapping of long-term dynamics of rural settlement in the Crimea. Geopolitics and ecogeodynamics of regions, 2020. V. 6 (16). No 3. P. 58–70. (in Russian).
17. *Yakovenko I.M., Volkhin D.A.* The experience of creating a geoinformation system with the function of updating an extensive database of socio-cultural processes in the Crimea. Geopolitics and ecogeodynamics of regions, 2020. V. 6 (16). No 2. P. 36–49 (in Russian).
18. *Zorina V.Yu., Starchenko R.A., Stepanova V.V.* Ethnic and ethnopolitical map of the Crimea. Organization of monitoring and early warning of ethnic and religious conflicts. Moscow: IEA RAS, 2017. 216 p. (in Russian).

УДК 504.75.05 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-292-306**

А.А. Мартынова[1], С. В. Пряничников[2]

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

АННОТАЦИЯ

Цель работы – изучение территориальных особенностей детской заболеваемости и выявление неблагоприятных факторов антропогенной нагрузки, оказывающих негативное влияние на здоровье детского населения Мурманской области. Полученные геоинформационные данные предоставят возможность определить районы области с наиболее напряжённой экологической обстановкой с выявлением лидирующих заболеваний на этих территориях.

Наряду с неблагоприятными климатическими условиями Кольского Севера на детский организм оказывают влияние и высокая антропогенная нагрузка в виду высокой урбанизации региона. Крупные центры горнодобывающей, горнообрабатывающей и металлургической промышленности вносят вклад в негативное воздействие на окружающую среду. К основным источникам стационарного загрязнения относятся предприятия, задействованные в металлургическом производстве, добыче полезных ископаемых и обеспечение объектов электроэнергией, газом и паром.

Основу поиска внешних негативных стрессоров составил контент-анализ открытых источников официальной информации с последующей систематизацией, структурной и сравнительной оценкой полученных данных. Ранжирование результатов произведено по показателям заболеваемости и территориальному зонированию неблагоприятных антропогенных факторов внешней среды. Данные представлены территориальным органом медстатистики по Мурманской области, Роспотребнадзором, министерством здравоохранения Российской Федерации, правительством Мурманской области и министерством природных ресурсов, экологии и рыбного хозяйства Мурманской области.

Оценка заболеваемости детского населения в Мурманской области показала, что в регионе определяется несколько районов с напряжённой экологической обстановкой. В структуре общей заболеваемости лидируют заболевания органов дыхания, пищеварения, болезни кожи и подкожной клетчатки. Вместе с этим показатели общей заболеваемость детского населения значительно превышают общероссийские.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: детская заболеваемость, техногенная нагрузка, территориальное зонирование.

[1] Научный отдел медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике ФГБУН «Кольский научный центр Российской академии наук», 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 16а, *e-mail*: **martynovaalla@medknc.ru**

[2] Научный отдел медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике, «Кольский научный центр Российской академии наук»,. 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, д. 16а, *e-mail*: **pryanichnikov@medknc.ru**

Alla A. Martynova[1], Sergey V. Pryanichnikov[2]

TERRITORIAL ASPECTS OF INCIDENCE OF CHILD POPULATION OF THE MURMANSK REGION

ABSTRACT

The aim of the work is to study the territorial features of the childhood morbidity and identify unfavorable factors of anthropogenic load that have a negative impact on the health of the child population of the Murmansk region. The obtained geoinformation data will provide an opportunity to determine the areas of the region with the most stressful ecological situation together with the identification of leading diseases in these territories.

Along with the unfavorable climatic conditions of the Kola North, the child's body is also influenced by the high anthropogenic load due to the high urbanization of the region. Large mining, processing and metallurgical centers contribute to the negative environmental impacts. The main sources of stationary pollution include enterprises involved in metallurgical production, mining activities, and the provision of facilities with electricity, gas and steam.

The search for the external negative stressors was based on content analysis of the official information open sources, followed by systematization, structural and comparative assessment of the data obtained. The ranking of the results was made according to the morbidity indicators and territorial zoning of unfavorable anthropogenic environmental factors. The data have been presented by the territorial body of medical statistics for the Murmansk region, Rospotrebnadzor, the Ministry of Health of the Russian Federation, the Government of the Murmansk region and the Ministry of Natural Resources, Ecology and Fisheries of the Murmansk Region.

An assessment of the morbidity among the child population in the Murmansk region has shown that several areas with a tense ecological situation are identified in the region. Diseases of the respiratory and digestive systems, skin and subcutaneous tissue diseases are in the lead in the structure of the overall morbidity. At the same time, the indicators of the overall morbidity among the child population significantly exceed the national ones.

KEYWORDS: childhood morbidity, technogenic load, territorial zoning.

ВВЕДЕНИЕ

28 мая 1938 г. Президиум Верховного Совета СССР издал Указ об образовании Мурманской области. В состав области входили Кировский, Кольский, Ловозерский, Полярный, Саамский, Териберский, Терский районы и город Мурманск, выделенные из Ленинградской области, а также Кандалакшский район, выделенный из Карельской АССР. Мурманская область расположена на северо-западе Российской Федерации в составе Северо-Западного федерального округа. Площадь Мурманской области составляет 144,9 тыс. кв. км. Наибольшая протяжённость с запада на восток – около 550 км, с севера на юг – 400 км. Почти вся территория лежит севернее Полярного круга и располагается на Кольском полуострове. Только западный и юго-западный участки области выходят на

[1] Barents Centre of the Humanities – Branch of the Federal Research Centre “Kola Science of the Russian Academy of Sciences”, 184209, Murmansk region., Apatity, Fersmana str, 16a,
e-mail: **martynovaalla@medknc.ru**

[2] Barents Centre of the Humanities – Branch of the Federal Research Centre “Kola Science of the Russian Academy of Sciences”, 184209, Murmansk region., Apatity, Fersmana str. 16a,
e-mail: **pryanichnikov@medknc.ru.**

материк. Также к территории области относятся и множество островов Баренцева и Белого морей[1].

«Жители Заполярья подвержены комплексному воздействию высокоширотных геофизических агентов и техногенных токсических загрязнителей, кооперативные эффекты которых отражаются в структуре заболеваемости населения» [Белишева, Мегорский, 2017]. «С одной стороны, деятельность предприятий черной и цветной металлургии приводит к выбросу в окружающую среду высокотоксичных соединений, концентрации которых в природных средах превышают предельно допустимые концентрации (ПДК), с другой — воздействие геофизических агентов, экстремально проявляющихся в высоких широтах, приводит к преждевременному истощению адаптационного резерва» [*Авцын, Жаворонков,* 1986; *Авцын, Кениг,* 1970; *Арефьев,* 2009; *Белишева, Конрадов,* 2005; *Белишева и др.,* 2010; *Белишева, Петров,* 2013].

Одним из важных показателей воздействия техногенно-антропогенной нагрузки на здоровье населения являются показатели детской заболеваемости в возрастной группе от 0 до 14 лет, Поскольку анатомо-физиологические особенности детского организма в этом возрастном периоде наиболее чувствительны к изменениям окружающей среды, то и проявления неблагоприятного влияния на организм детей значительно сокращены.

Кольский Север Российской Федерации занимает важное геополитическое положение и является одним из наиболее индустриально развитых регионов страны, с которой он связан различными видами транспортной коммуникации. Однако, высокое антропогенное загрязнение среды проживания формирует напряжённую экологическую обстановку в регионе, которая в свою очередь негативно сказывается на здоровье детского населения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Показатели детской заболеваемости и техногенной нагрузки изучались на основе анализа информации из открытых источников данных, такие как доклады о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения, данные министерства природных ресурсов и экологии Мурманской области, официальные статистические сборники и др. Массивы данных представлены в виде общероссийской и региональной детской заболеваемости, ранжированных по системам с региональной привязкой.

Информационные материалы получены в Мурманскстате (Территориальном органе Федеральной государственной статистике по Мурманской области), Министерстве здравоохранения Российской Федерации Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Минздрава России и министерство природных ресурсов и экологии Мурманской области.

В работе использованы данные о состоянии окружающей среды, демографической обстановки и данные медицинской статистики по районам.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

«Одним из важнейших факторов окружающей среды, оказывающих существенное влияние на развитие заболеваемости населения, является экологический фактор. По данным Научного центра охраны здоровья детей РАМН данный фактор имеет приоритетное значение в развитии заболеваний у детей (до 30 %), а на загрязнение окружающей среды, природно-климатические условия приходится 20 % и 10 %

[1] Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2019 году Мурманск. Электронный ресурс https://gov-murman.ru/region/environmentstate/(дата обращения 01.04.2021).

соответственно» [Актуальные…, 2012]. «Сочетание региональных и антропогенных нагрузок на человеческий организм в техногенно-измененной среде приводит к возникновению так называемой «экологически зависимой заболеваемости» [*Ясенева,* 2020].

Мурманская область относится к наиболее урбанизированным регионам России, 92,18 % населения (683,4 тыс. человек) проживает в городской местности, 7,82 % - в сельской (58 тыс. человек). Плотность населения – 5,8 чел. на 1 кв. км (территория с низкой плотностью населения). Население Мурманской области проживает в 28 городских (16 городах и 12 поселках городского типа) и 112 сельских населенных пунктах. Административно-территориальное устройство Мурманской области состоит из следующих территориальных единиц: 5 городов с подведомственными территориями (Апатиты, Кировск, Мончегорск, Оленегорск, Полярные Зори); 6 районов (Кандалакшский, Ковдорский, Кольский, Ловозерский, Печенгский, Терский); 5 закрытых административно-территориальных образований (поселок Видяево, город Заозёрск, город Островной, город Североморск, Александровск). На территории области 40 муниципальных образований, из них: городские округа – 12,муниципальные районы – 5, городские поселения – 13, сельских поселений – 10»[1].

Рис. 1. Административно-территориальное устройство Мурманской области

Fig. 1. Administrative-territorial structure of the Murmansk region

[1] Медико-демографические показатели и санитарно-эпидемиологическая обстановка в Мурманской области в 2017 году Мурманск 2018 г. Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Мурманской области. Электронный ресурс: http://51.rospotrebnadzor.ru/(дата обращения 16.03.2021).

Положение дел в демографии региона отличается устойчивым снижением численности населения[1]. По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстата) численность населения области на начало 2020 года составила 741,4 тыс. человек (2015 г. – 762,2 тыс. чел., 2016 г. – 757,6 тыс. чел., 2017 г. – 753,6 тыс. чел., 2018 г. – 748,1 тыс. чел., 2019 г. –741,4 тыс. чел.) (рис. 2).

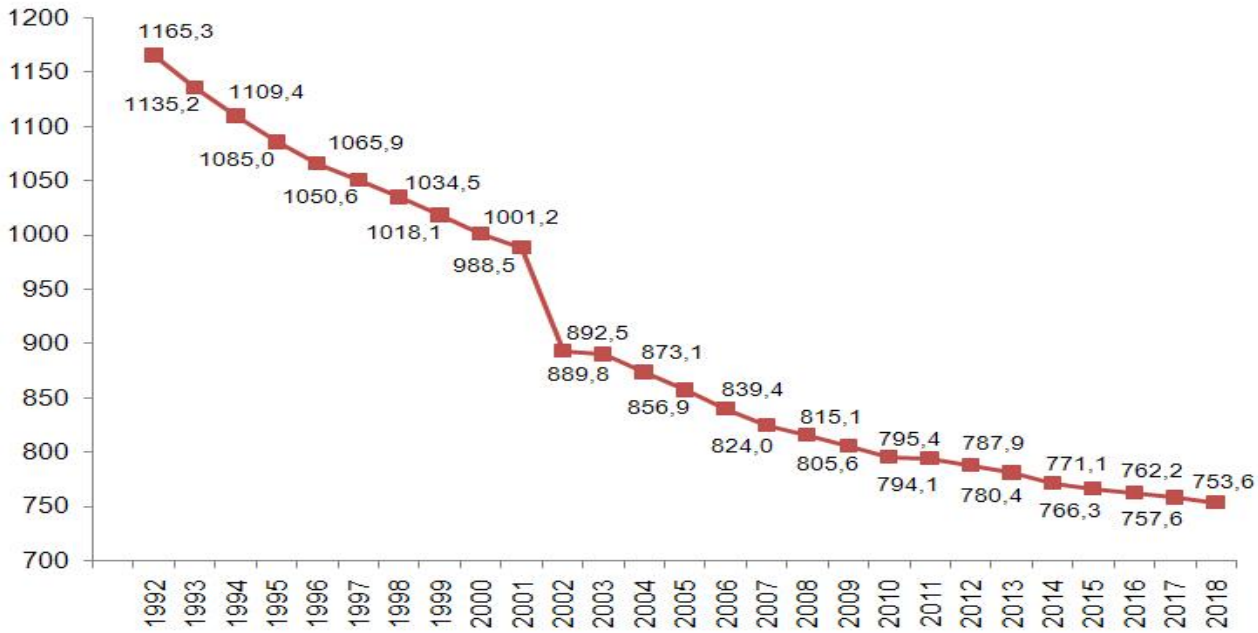


Рис. 2. Динамика численности населения Мурманской области, тыс чел.
Fig. 2. Dynamics of the population of the Murmansk region, thou. persons

Мурманская область, по численности населения, занимает 7 место среди регионов Северо-Западного федерального округа. В процентном соотношении сокращение численности населения за год составило 1,2 % (9,4 тыс. чел.), за последние 3 года – 3 % (23,1 тыс. чел.) (рис. 3)[2].

Ведущей причиной оттока населения в регионе является увеличение с каждым годом миграционной убыли (табл. 1).

Значительная доля населения области приходится на средний трудоспособный возраст от 30 до 44 лет. Причем в возрастной структуре этого возраста преобладают лица мужского пола. Отрицательные показатели миграции, демографии и смертности привели к увеличению естественной убыли населения Мурманской области.

---

1 Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения в Мурманской области по итогам деятельности за 2017 год, Электронный ресурс: https://gov-murman.ru/region/environm-entstate/(дата обращения 18.03.2021).

2 Медико-демографические показатели и санитарно-эпидемиологическая обстановка в Мурманской области в 2017 году Мурманск 2018 г. Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Мурманской области. Электронный ресурс: http://51.rospotrebnadzor.ru/(дата обращения 27.03.2021).

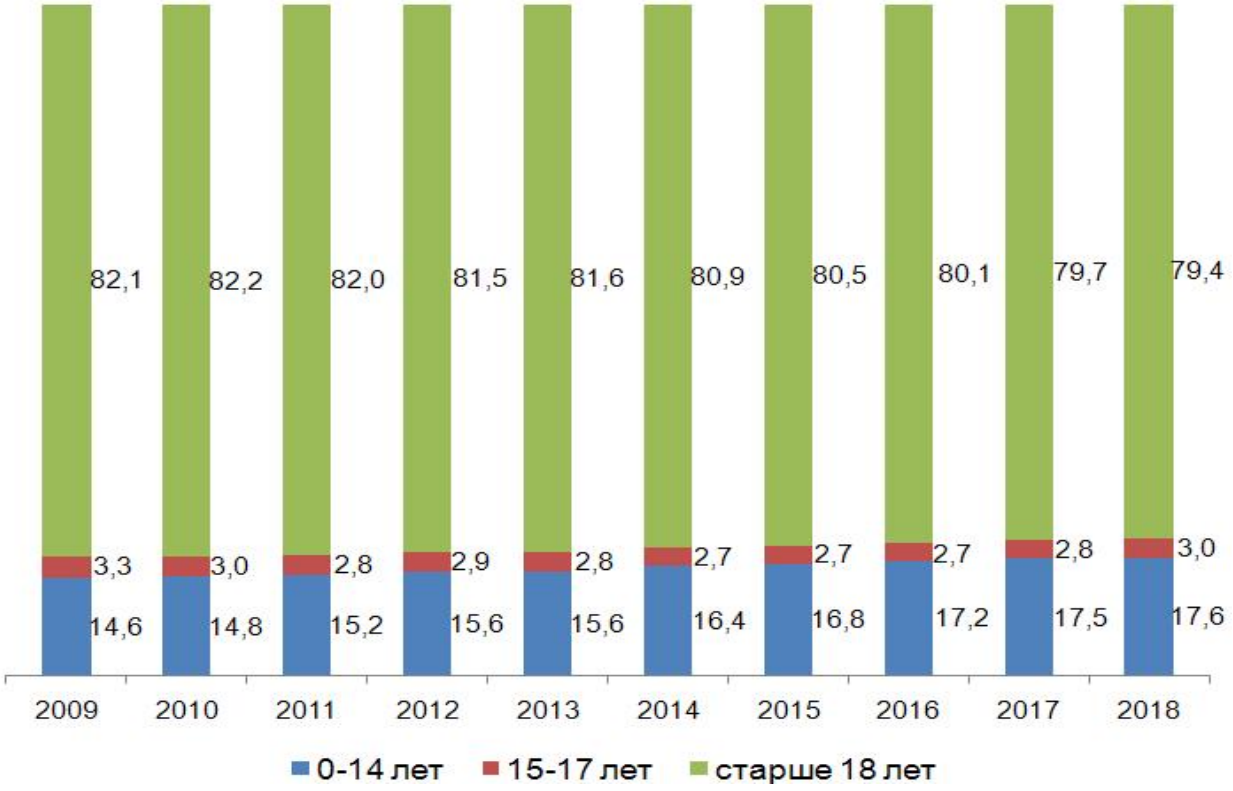


Рис. 3. Динамика численности населения по возрастам, %
Fig. 3. Population dynamics by age, %

Табл. 1. Численность населения на 1 января 2020 года
Table 1. Population size as of January 1, 2020

Год	Всё население, тыс. человек	в том числе		В общей численности населения, %	
		городское	сельское	городское	сельское
1989	1164,6	1071	93,6	92	8
2002	892,5	823,2	69,3	92,2	7,8
2010	795,4	738,4	57	92,8	7,2
2016	762,2	705	57,2	92,5	7,5
2017	757,6	700,4	57,2	92,4	7,6
2018	753,6	695,8	57,8	92,3	7,7

Неблагоприятное влияние на окружающую среду в Мурманской области производят многочисленные предприятия горнорудной, горнодобывающей и металлургической промышленности. Информация предоставленная федеральной службой по надзору в сфере природопользования за 2019 год показывает, что компании, использующие стационарные источники загрязнений, выбросили в атмосферу 231,166 тыс. тонн загрязняющих веществ, что на 7,4 % больше по сравнению с 2018 годом (215,322 тыс. т).

Основной вклад в выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух Мурманской области от стационарных источников вносят предприятия промышленного производства: металлургическое предприятия, предприятия по добыче полезных ископаемых, объекты по обеспечению электричеством, газом и паром и кондиционированием воздуха[1] (рис. 4).

Рис. 4. Выбросы основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух Мурманской области за 2019 год, %

Fig. 4. Emissions of the main pollutants into the air of the Murmansk region in 2019, %

Перечень предприятий – основных источников загрязнения в 2019 году выглядит следующим образом: АО «Кольская ГМК» (Мончегорский район), АО «Мурманэнергосбыт» (г. Мурманск), АО «Мурманская ТЭЦ» (г. Мурманск), Апатитская ТЭЦ филиал «Кольский» ПАО «ТГК-1» (Апатитский район), филиал АО «РУСАЛ Урал» «РУСАЛ Кандалакша» (Кандалакшский район), АО «Мончегорскводоканал» (г. Мончегорск).

«Одним из показателей качества окружающей среды является, заболеваемость детского населения, которая позволяет косвенным образом, предположить возможную причинность возникновения определенных нозологических форм и выделить территориальные различия по преобладающим экзогенным воздействиям на организм человека» [*Белишева,* 2019]. На протяжении выбранного периода 2015–2017 гг. общий уровень заболеваемости по Мурманской области среди детского населения 0–14 лет был выше среднероссийских значений на 27,3 %, 32,2 % и 25,9 % соответственно (рис. 5)[2][3].

---

1 Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2019 году Мурманск, Электронный ресурс: https://gov-murman.ru/region/environmentstate/(дата обращения 05.04.2021).

2 Статистический сборник 2016 «Общая заболеваемость детского населения России (0–14 лет) в 2016 году» Электронный ресурс: https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2016-god (дата обращения 05.04.2021).

3 Статистический сборник 2017 «Общая заболеваемость детского населения России (0–14 лет) в 2017 году» Электронный ресурс: https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god (дата обращения 05.04.2021).

Несмотря на это, в 2017 году, отмечается снижение общей заболеваемости по области на 5,3 % по сравнению с предыдущим годом. На первом месте по заболеваемости в Мурманской области стоят болезни органов дыхания, они превышают среднероссийские значения в среднем на 24 % (рис. 5). Так же, как и с общей заболеваемостью в 2017 г. отмечается снижение заболеваний органов дыхания на 10,7 % по сравнению с 2016 годом.

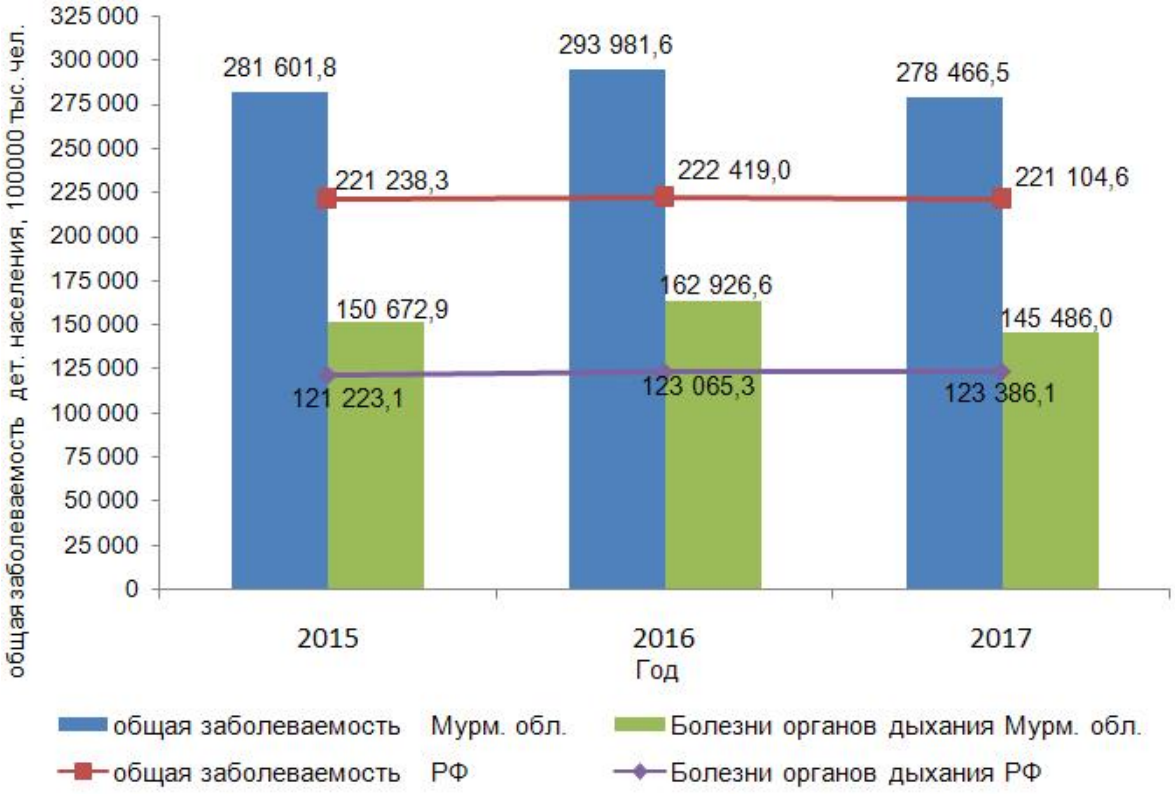


Рис. 5. Общая заболеваемость и болезни органов дыхания по Мурманской области в сравнении со среднероссийскими показателями, за 2015–2017 гг.

Fig. 5. The general incidence and diseases of the respiratory system in the Murmansk region in comparison with the national average for 2015–2017

Заболеваемость астмой (болезни органов дыхания) детского населения отнесена ВОЗ к индикаторам качества среды. Показатель общей заболеваемости астмой и астматическим статусом среди детей в возрасте от 0 до 14 лет по области составил от 1888,9 (2015 г.) до 1557,1 (2017 г.) зарегистрированных больных на 100 тыс. детского населения, что в 1,4–1,8 раз выше по сравнению с Российской Федерацией (РФ). Загрязнение атмосферного воздуха формирует дополнительные случаи заболеваемости хроническим бронхитом неуточненной этиологии, эмфиземой среди детского населения. В 2016–2017 гг. по Мурманской области отмечалось увеличение случаев класса заболеваний – «Другая хроническая обструктивная легочная болезнь» ее показатели превысили среднероссийские значения в 3,2 раза (2016 г. 149,4 ед. по области и 45,6 ед. по РФ и 138,0 ед. и 42,2 ед. соответственно в 2017 г).

На втором месте среди других экологически зависимых заболеваний по Мурманской области стоят болезни органов пищеварения 13365,9 ед. зарегистрировано больных на 100 тыс. детского населения в 2017 году, что больше по сравнению с РФ

(рис. 6)[1,2]. Из них, превышают среднероссийские значения в 1,1–1,2 раза болезни желчного пузыря, желчевыводящих путей и болезни поджелудочной железы. Затем идут болезни кожи и подкожной клетчатки превышающие значении по РФ в 1,2–1,4 раза, из них «Атопический дерматит» превышает средние значения в 2,2 раза (2017 г. Мурманская область – 3581,6; РФ – 1606,9 больных на 100 тыс. детского населения). Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани по данным за 2017 г. на 100 тыс. детского населения 11764,4 ед. по Мурманская область и 7659,4 ед. по РФ. Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ 7351,8 ед. по Мурманская область и 4143,5 ед. по РФ. Из них на первом месте стоят ожирение и сахарный диабет (Мурманская область – 1382,9 ед. и РФ – 1258,9 ед. на 100 тыс. детского населения и Мурманская область – 124,4 ед. и РФ – 118,3 ед. соответственно) (рис. 6).

В последние годы наблюдается тенденция к снижению заболеваний мочеполовой системы, с 2015 г. по 2017 г. численность больных снизилась на 33 % . Прежде всего, это связано с уменьшением доли проб питьевой воды с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям в области. Несмотря на это, число больных детей 0–14 лет на 100 тыс. детского населения превышает среднероссийский значения в среднем за 3 года в 1,4 раза.

На последнем месте по числу заболевших среди экологически значимых заболеваний, но не по значимости, стоят болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм в 1,8 раз, новообразования в 1,2 раза и отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде в 1,9 раз выше чем средние показатели по России.

Для выявления механизмов воздействия техногенных факторов среды и сопутствующих агентов, был проведен сравнительный анализ детской заболеваемости в 2016–2017 гг. по районам и городам областного значения внутри Мурманской области (рис. 7).

По уровню заболеваемости бронхиальной астмой выделяются города Кировск и Мурманск и районы – Ловозерский и Печенгский. Основной вклад в заболеваемость вносит загрязнение атмосферного воздуха. По материалам Министерства природных ресурсов, экологии и рыбного хозяйства Мурманской области в 2017 г. наибольший объём загрязняющих выбросов в воздушный бассейн приходился в Печенгском районе 33,1 % (АО «Кольская ГМК») и г. Мурманск – 14,9 %, что находит отражение в заболеваемости детского населения в данных населённых пунктах[3]. Атмосферный воздух областного центра (г. Мурманск) наиболее загрязнён в зимний период выбросами предприятий, генерирующими электрическую, тепловую энергию и выхлопными газами автотранспорта.

Несмотря на то, что процент загрязнения атмосферного воздуха от стационарных источников по Ловозерскому району самый низкий по области (0,7 %), уровень заболеваемости болезнями органов дыхания один из наиболее высоких. Возможно, это связано, с переносом загрязняющих веществ в результате активной циклонической деятельности, и сбросом вредных веществ в водоемы. В водных объектах, в зоне расположения ООО "Ловозерский ГОК", и в зоне его влияния отмечалось экстремально высокое загрязнение (3 ПДК) воды молибденом. Содержание железа общего превышало допустимый уровень во всех отобранных пробах, в реке Вирма, впадающей в оз. Ловозеро.

---

1 Статистический сборник 2016 «Общая заболеваемость детского населения России (0–14 лет) в 2016 году» Электронный ресурс: https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2016-god (дата обращения 05.04.2021).

2 Статистический сборник 2017 «Общая заболеваемость детского населения России (0–14 лет) в 2017 году» Электронный ресурс: https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/statisticheskie-i-informatsionnye-materialy/statisticheskiy-sbornik-2017-god (дата обращения 05.04.2021).

3 Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2016 году. Мурманск. 2017. 180 с. Электронный ресурс:http://mpr.gov-murman.ru. (дата обращения 11.04.2021).

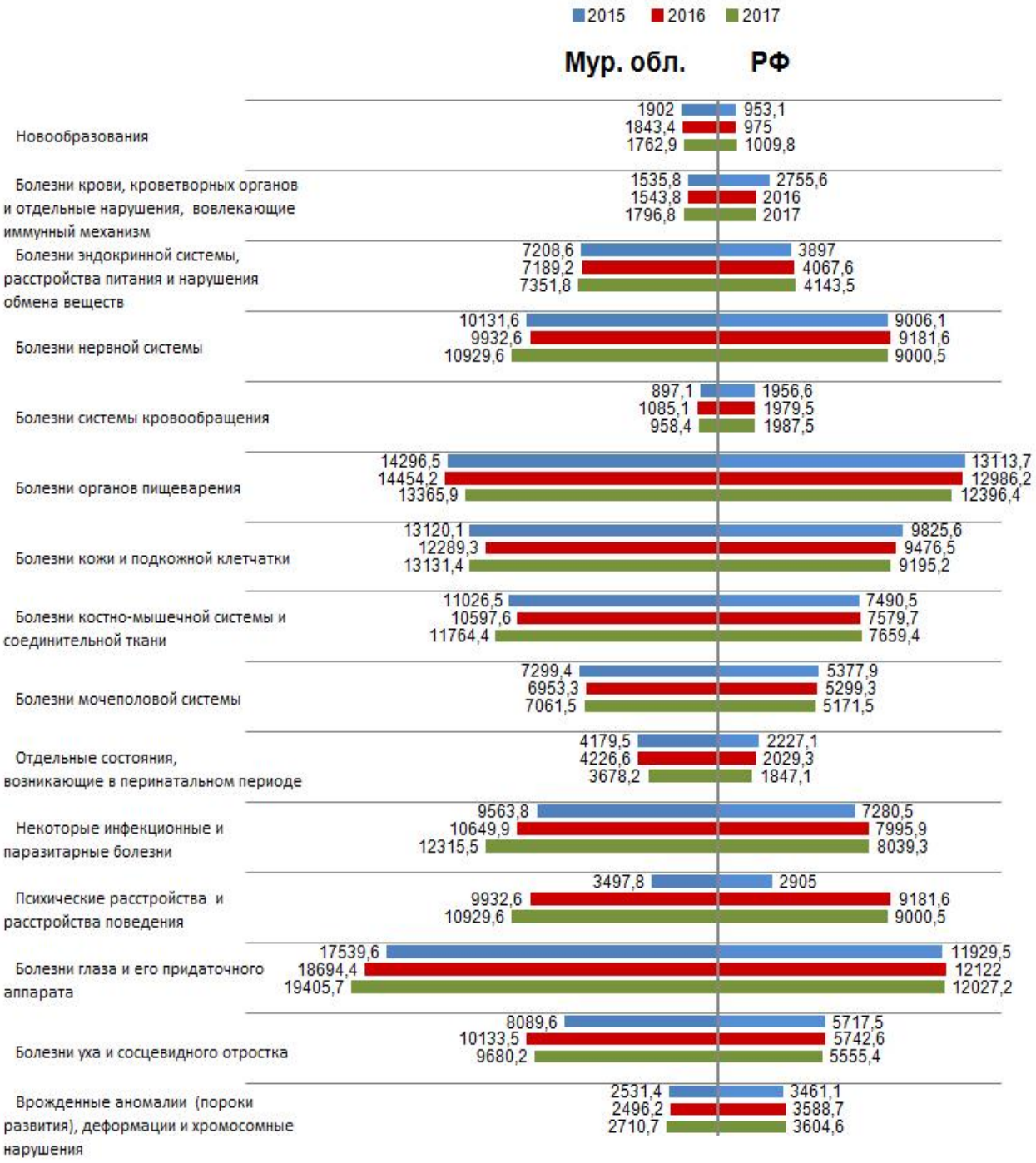


Рис. 6. Заболеваемость по основным классам болезней среди детского населения 0–14 лет по Мурманской области в сравнении со среднероссийскими показателями, за 2015–2017 гг.

Fig. 6. Morbidity by the main classes of diseases among the child population 0–14 years old in the Murmansk region in comparison with the national average, for 2015–2017

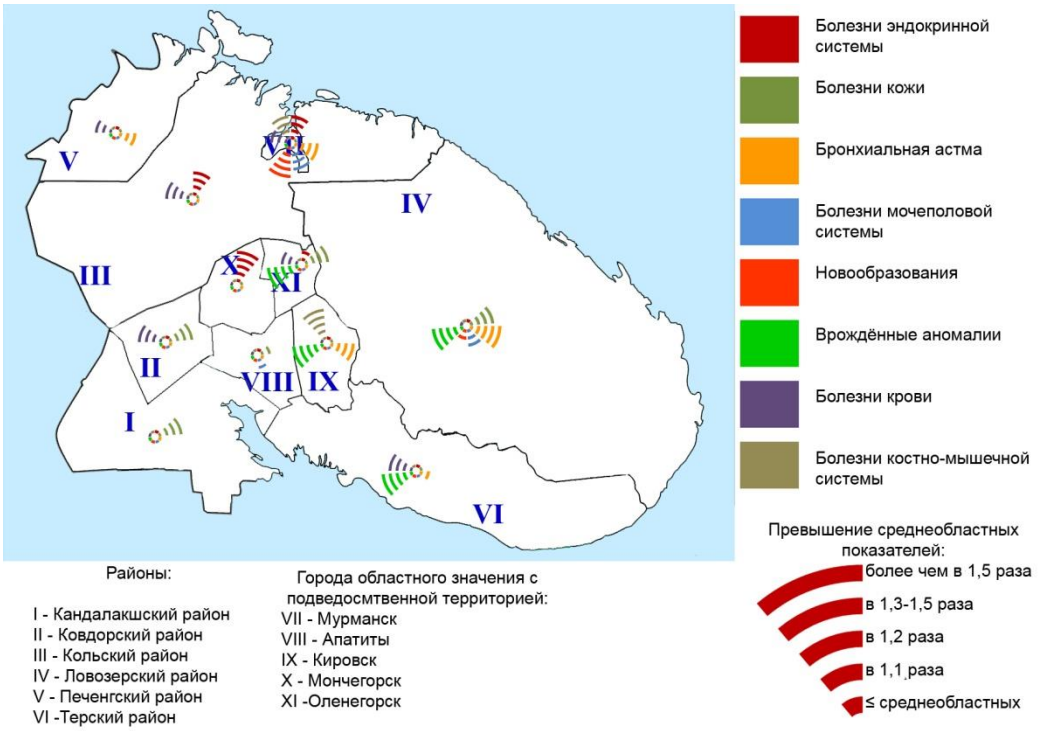


Рис. 7. Территориальное распределение заболеваемости детей в возрасте 0–14 лет основными системными болезнями по районам Мурманской область в 2016 г.

Fig. 7. Territorial distribution of the incidence of the main systemic diseases in children aged 0–14 years by the districts of the Murmansk region in 2016

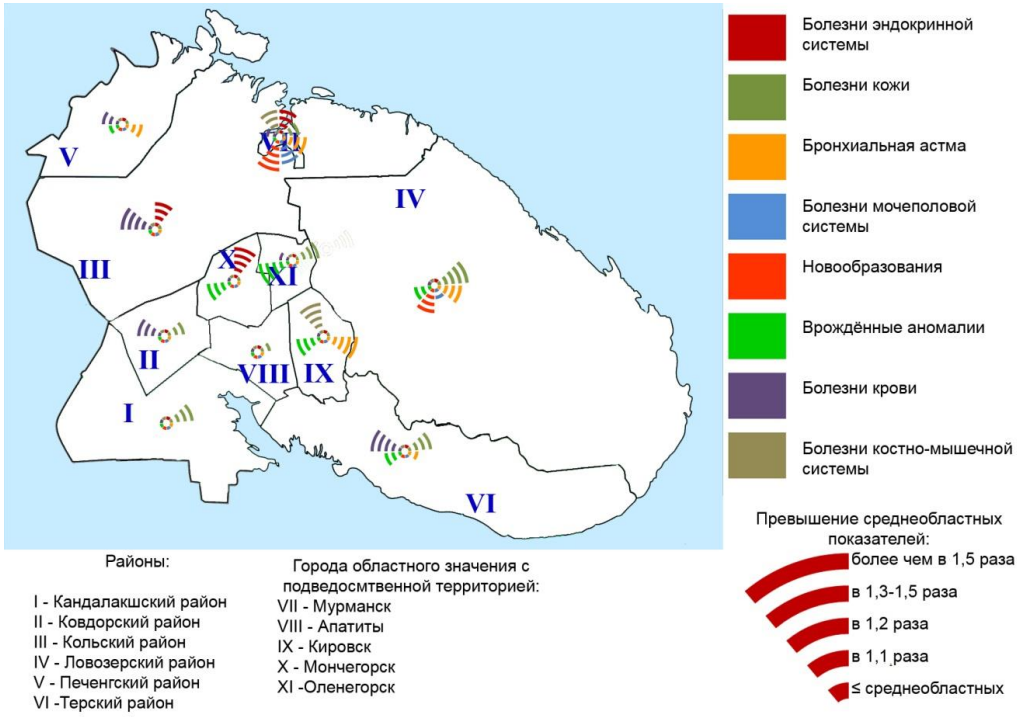


Рис. 8. Территориальное распределение заболеваемости детей в возрасте 0–14 лет основными системными болезнями по районам Мурманской область в 2017 г.

Fig. 8. Territorial distribution of the incidence of the main systemic diseases in children aged 0–14 years by the districts of the Murmansk region in 2017

Основными загрязняющими веществами являются металлы и органические вещества (рис. 8).

Высокий уровень заболеваемости врожденными аномалиями отмечается в городах Кировск, Оленегорск, Ловозерском и Терском районах. В 2017 г. отмечается резкий рост врожденных аномалий у детей в г. Мончегорске. Появление врождённых аномалий у детей может быть вызвано различными причинами, среди которых есть токсическое воздействие химических веществ, аккумулированных в воде, почве и атмосферном воздухе и действующих на организм беременной через продукты питания и питьевую воду [*Антонов,* 2006]. Выбросы предприятий металлургического комплекса наиболее «богаты» наличием таких специфических токсических веществ как фтористый водород, диоксид серы, сернистый ангидрид, диоксид азота, диоксид углерода (АО «Кольская ГМК» – г. Мончегорск, ООО «Ловозерский ГОК», ООО «Оленегорский ГОК» и АО «Апатит»). Воздействие различных факторов окружающей среды, отличающихся территориальными особенностями, в контаминации с потенциально опасными агентами, могут приводить, в своём комплексном взаимодействии, к возникновению врождённых пороков развития и стать возможной причиной дисэмбриогенеза [*Сейдинов и др.,* 2015].

Аккумулированию загрязнений в воздухе способствуют так же метеорологические условия, такие как, застои воздуха, приземные инверсии и т.д., благодаря которым уменьшается рассевание примесей в воздушном бассейне.

Согласно данным Росстата смертность населения от злокачественных новообразований устойчиво ассоциирована с загрязнением атмосферного воздуха бенз(а)пиреном, формальдегидом, тяжелыми металлами[1]. По количеству установленных случаев среди детей 0–14 лет по новообразованиям лидируют г. Мурманск и Ловозерский район. Помимо химических веществ на развитие врожденных аномалий и новообразований оказывают генотоксические агенты. Возрастание детской онкологии служит крайне тревожным индикатором качества окружающей среды, практически, однозначно свидетельствующим о присутствии в среде проживания генотоксических агентов. Ловозерский ГОК является практически единственным в России предприятием по добыче руд содержащих редкоземельные минералы – лопаритовую руду, которая имеет слабую радиоактивность. Вредное воздействие может оказываться не только на работников предприятия, но и даже на тех, кто проживает далеко, за счет распространения частиц пыли с хвостохранилищ. «Результаты гистологических и клинических обследований пациентов, проживающих в регионе, показали высокое содержание токсичных металлов в печени и почках»[2].

ВЫВОДЫ

В виду высокой урбанизации Мурманской области, концентрации производств и маломобильности детского населения, заболеваемость детей можно рассматривать как своеобразный индикатор экологического благополучия региона.

Продолжающаяся, не первое десятилетие, миграционная убыль трудоспособного населения, а вместе с ним детей, происходит на фоне превышения показателей заболеваемости по различным нозологиям в сравнении с среднероссийскими данными. Лидируют в этом списке заболевания органов дыхания. Затем следуют заболевания

[1] Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году» Электронный ресурс: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=12053(дата обращения 10.04.2021).

[2] «У жителей Мурманской области накопились тяжелые металлы» Электронный ресурс: https://www.kommersant.ru/doc/3713793 (дата обращения 10.04.2021).

органов пищеварения, болезни кожи и подкожной клетчатки, костно-мышечной и эндокринной системы и болезни крови и кроветворных органов.

Проанализировав показатели заболеваемости среди детского населения 0–14 лет по основным классам эколого зависимых болезней по регионам Мурманской области, было выделено три территории с наиболее высоким уровнем заболеваемости – это г. Мурманск, Ловозерский район и г. Кировск. Заболеваемость органов дыхания наиболее выражена в г. Кировск, г. Мурманск, Ловозерском и Печенгском районах. Причем в Ловозерском районе, несмотря на отсутствие стационарных источников загрязнения окружающего воздуха заболеваемость одна из наиболее высоких. Заболеваемость врождёнными аномалиями имеет высокие показатели в г. Кировск, г. Оленегорск, Ловозерском и Терском районах. Показатели заболеваемости новообразованиями превышены в г. Мурманск и Ловозерском районе. По заболеваемости болезнями крови среди детского населения 0–14 лет лидируют Ковдорский, Кольский и Терский районы Мурманской области. Затем идут г. Мурманск и Печенгский район. По заболеваниям кожи – Ловозерский, Терский и Кандалакшский районы. Заболевания костно-мышечной системы лидируют в г. Кировск, г. Мурманск и г. Оленегорск.

Вместе с тем хотелось бы отметить, что есть определённые положительные моменты. На протяжении нескольких лет происходит снижение, при региональном сравнении, заболеваемости болезнями мочеполовой системы практически на треть, и, возможно, в первую очередь это связано с улучшением качества питьевой воды по санитарно-химическим показателям. Наряду с улучшением качества питьевой воды происходит снижение выбросов основных загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников в атмосферный воздух.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Авцын А.П., Жаворонков А.А.* Микроэлементозы Севера Вопросы медицинской географии Севера. Мурманск: Кн. изд-во, 1986. С. 9–17.
2. *Авцын А.П., Кениг Э.Э.* Некоторые вопросы географической патологии Крайнего Севера Труд и здоровье человека на Крайнем Севере. Мурманск, 1970. Вып. 14. С. 58–80.
3. *Арефьев А.А.* Этиопатогетические особенности мочекаменной болезни в условиях Заполярья: дис. к. м. н. СПб., 2009. 155 с.
4. *Антонов О.В.* Оценка риска для здоровья как путь к снижению врожденной и наследственной патологии у детей. Гигиена и санитария, 2006. № 3. С. 4–6.
5. Актуальные проблемы гигиены: материалы научно-практ. конференции, посвященной 30-летию кафедры гигиены детей и подростков БГМУ. под. ред. доц. Т.С. Борисовой. Минск: БГМУ, 2012. С. 56–58.
6. *Белишева Н.К., Конрадов С.А.* Значение вариаций геомагнитного поля для функционального состояния организма человека в высоких широтах Геофизические процессы и биосфера, 2005. Т. 4. № 1/2. С. 44–52.
7. *Белишева Н.К. и др.* Медико-биологические исследования на Шпицбергене как действенный подход для изучения биоэффективности космической погоды Вестник Кольского научного центра РАН. Апатиты: КНЦ РАН, 2010. № 1. С. 26–33.
8. *Белишева Н.К., Петров В.Н.* Проблема здоровья населения в свете реализации стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации Труды Кольского научного центра РАН. Апатиты: КНЦ РАН, 2013. Вып. 4. С. 1.
9. *Белишева Н.К., Мегорский В.В.* Заболеваемость населения в заполярье, обусловленная особенностями минерального обмена, при высокой неоднородности

природной и техногенной среды. Вестник Кольского научного центра РАН. Апатиты: КНЦ РАН, 2017. № 4. С. 5–21.
10. *Белишева Н.К., Мартынова А.А.* Комплексный подход для выявления причин заболеваемости детского населения Кольского Севера Проблемы адаптации и дезадаптации человека в экстремальных условиях Арктики. Вестник Уральской медицинской академической науки, 2019. Т. 16. № 2. С. 78–85 DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-78-85.
11. Медико-демографические показатели и санитарно-эпидемиологическая обстановка в Мурманской области в 2016 году: атлас Управление федер. службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Мурманской области. Мурманск, 2017. Электронный ресурс: http://51.rospotrebnadzor.ru/content/856/ 44035/ (дата обращения 26.04.2021).
12. *Сейдинов Ш.М., Ашурметов Р.И., Тогайбеков А.А., Раманова С.Т., Турманбаева А.А.* Влияние экологической ситуации в туркестанском районе как фактора риска врожденных пороков развития. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015. № 12–9. С. 1621–1624.
13. *Ясенева И.А., Ясенева Е.В.* Заболеваемость детей как показатель экологической обстановки в Севастополе. ИнтерКарто. ИнтерГИС, 2020. Т. 26. № 3. С. 62–77. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-3-26-62-77.
14. *Belisheva N.K.* Chapter Comparative Analysis of Morbidity and Elemental Composition of Hair Among Children Living on Different Territories of the Kola North. O.V. Frank-Kamenetskaya et al (eds.), Processes and Phenomena on the Boundary Between Biogenic and Abiogenic Nature, Lecture Notes in Earth System Sciences. Springer Nature Switzerland AG, 2020. P. 803-827. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21614-6_43.

REFERENCES

1. *Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A.* Microelementosis of the North Questions of medical geography of the North. Murmansk: Book. publishing house, 1986. P. 9–17 (in Russian).
2. *Avtsyn A.P., Koenig E.E.* Some questions of geographical pathology of the Far North Labor and human health in the Far North. Murmansk, 1970. No 14. P. 58–80 (in Russian).
3. *Arefiev A.A.* Etiopathogenic features of urolithiasis in the Arctic: dis. c. m. n. SPb., 2009. 155 p. (in Russian).
4. *Antonov O.V.* Health risk assessment as a way to reduce congenital and hereditary pathology in children. Hygiene and sanitation, 2006. No 3. P. 4–6 (in Russian).
5. Actual problems of hygiene: scientific and practical materials. conference dedicated to the 30th anniversary of the Department of Hygiene of Children and Adolescents, BSMU. under. ed. Assoc. T.S. Borisova. Minsk: BSMU, 2012. P. 56–58 (in Russian).
6. *Belisheva N.K., Konradov S.A.* The value of variations in the geomagnetic field for the functional state of the human body in high latitudes Geophysical processes and biosphere, 2005. V. 4. No 1/2. P. 44–52 (in Russian).
7. *Belisheva N.K. et al.* Biomedical research on Spitsbergen as an effective approach to study the bioeffectiveness of space weather Bulletin of the Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences. Apatity: KSC RAS, 2010. No 1. P. 26–33 (in Russian).
8. *Belisheva N.K., Petrov V.N.* The problem of public health in the light of the implementation of the development strategy of the Arctic zone of the Russian Federation Proceedings of the Kola scientific center of the Russian Academy of Sciences. Apatity: KSC RAS, 2013. 4. P. 1 (in Russian).

9. *Belisheva N.K., Megorskiy V.V.* The incidence of the population in the Arctic, due to the peculiarities of mineral metabolism, with a high heterogeneity of the natural and man-made environment. Bulletin of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Apatity: KSC RAS, 2017. No 4. P. 5–21 (in Russian).
10. *Belisheva N.K., Martynova A.A.* An integrated approach to identify the causes of morbidity in the child population of the Kola North Problems of adaptation and maladjustment of humans in extreme conditions of the Arctic. Bulletin of the Ural Medical Academic Science, 2019. Volume 16. No 2. P.78–85 DOI: 10.22138 / 2500-0918-2019-16-2-78-85 (in Russian).
11. *Belisheva N. K.* Chapter Comparative Analysis of Morbidity and Elemental Composition of Hair Among Children Living on Different Territories of the Kola North. O.V. Frank-Kamenetskaya et al (eds.), Processes and Phenomena on the Boundary Between Biogenic and Abiogenic Nature, Lecture Notes in Earth System Sciences. Springer Nature Switzerland AG, 2020. P. 803–827. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21614-6_43.
12. *Yaseneva I.A., Yaseneva E.V.* Children's morbidity as an indicator of the ecological situation in Sevastopol. InterCarto. InterGIS, 2020. V. 26. No 3. P. 62–77. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-3-26-62-77 (in Russian).
13. Medical and demographic indicators and sanitary and epidemiological situation in the Murmansk region in 2016: atlas of the Office of the Feder. services for supervision in the field of consumer rights protection and human well-being in the Murmansk region. Murmansk, 2017 Web resource: http://51.rospotrebnadzor.ru/content/856/44035/ (accessed 26.04.2021). (in Russian).
14. *Seydinov Sh.M., Ashurmetov R.I., Togaybekov A.A., Ramanova S.T., Turmanbaeva A.A.* The influence of the ecological situation in the Turkestan region as a risk factor for congenital malformations. International Journal of Applied and Basic Research, 2015. No 12 (9). P. 1621–1624 (in Russian).

DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-307-319

Alla A. Martynova[1], Roman E. Mikhaylov[2], Sergei V. Pryanichnikov[3]

DETERMINATION OF THE LEVEL OF REGIONAL MORBIDITY OF THE POPULATION BASED ON DATA ON ANTHROPOGENIC LOAD

ABSTRACT

The aim of the work is to determine the external, anthropogenic environmental factors that negatively affect the morbidity of the population and associated nosologies. The knowledge gained in this area will allow us to identify the adverse impacts of man-made nature and identify tools for environmental quality management to promote public health. Geoinformation data will help to identify the areas with the most intense environmental situation in the Murmansk region. It will also identify the dominant diseases in these areas.

Mining and metallurgical enterprises mainly contribute to the pollution of the territory of the region: Kola MMC, Severonikel, Phosagro, Kovdor mining and processing plant, North-Western Phosphorus Company, Olkon and Rusal, as well as the nuclear fleet and fish processing enterprises, power supply facilities. The air basin is dominated by fluoride compounds, which are the emissions of ethylene into the atmosphere.

Data on the demographic situation and medical statistics, including data on general morbidity and mortality, were obtained from the Territorial Body of the Federal State Statistics for Murmansk Region, Ministry of Health of the Russian Federation, Department of Monitoring, Analysis and Strategic Development of Health Care, Federal State Budgetary Institution "Central Research Institute for the Organization and Informatization of Health Care" of Ministry of Health of the Russian Federation and Ministry of Natural Resources and Ecology of Murmansk Region.

The medical and environmental analysis of adverse factors in the regions of Murmansk region was carried out taking into account the environmentally dependent diseases of the adult population. The assessment of the morbidity of the population in the Murmansk region showed that several areas with a tense environmental situation are identified in the region. Diseases of the respiratory system, digestive system, genitourinary system, and musculoskeletal system are leading in the structure of overall morbidity.

KEYWORDS: public health, environmental diseases, morbidity, anthropogenic load.

INTRODUCTION

Murmansk region is considered to be one of the most industrially developed regions of the Arctic zone. The largest industries include energy, fishing and mining complexes. In the energy system of Murmansk region the first place is occupied by Kola Nuclear Power Plant (NPP), which accounts for 48.3% of all electricity generation. The second place with 43.8% is occupied by hydroelectric power plants (HPPs). The fishing industry is represented by mining and transport

[1] Research Centre for Human Adaptation in the Arctic – Branch of the Federal Research Centre “Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (RCHAA KSC RAS), Apatity, Murmansk region, 41a Fersman street, 184209 *e-mail:* **martynova alla@medknc.ru**

[2] Research Centre for Human Adaptation in the Arctic – Branch of the Federal Research Centre “Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (RCHAA KSC RAS), Apatity, Murmansk region, 41a Fersman street, 184209 *e-mail:* **mikhaylov@medknc.ru**

[3] Research Centre for Human Adaptation in the Arctic – Branch of the Federal Research Centre “Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences (RCHAA KSC RAS), Apatity, Murmansk region, 41a Fersman street, 184209 *e-mail:* **pryanichnikov@medknc.ru**

vessels of various types and classes, processing coastal enterprises, and port facilities[1].The mining complex of Murmansk Region includes the extraction and processing of ferrous and non-ferrous metal ores, industrial production of copper, nickel, cobalt, semi-finished precious metals, primary aluminium, and apatite concentrate. Murmansk region is the largest producer of nickel, providing up to 10% of all-Russian production of iron ore concentrate and 7% of refined copper, as well as the only Russian producer of apatite, nepheline and baddeleyite concentrates. Altogether, this has a huge technogenic impact on the health and morbidity of the population of the region. According to WHO, the quality of the environment accounts for about 15–25 % of the global burden of disease. The peculiarity of the region also lies in the fact that in addition to the technogenic impact, climatic and geographical factors have a significant impact on human health. Murmansk Region is almost entirely located beyond the Arctic Circle. As a result, the influence of natural factors can significantly increase the adverse effects of man-made impacts and vice versa. Over the past decade a large number of research results with different levels of evidence have been accumulated, indicating the negative impact of certain technogenic environmental factors on the health of the population [*Leonov,* 2014; *Movchan,* 2018; *Shevchuk,* 2017].

Finding out the cause-and-effect relationship between the technogenic impact and the structure of the morbidity of the population in a certain area is an extremely important task. The high level of industrialization of the Murmansk region creates sources of regional and local pollution of the environment, which contributes to the morbidity of the population in the region for certain classes of diseases. Thus, the average Russian level is significantly exceeded by classes of diseases: neoplasms, diseases of the endocrine system, eating disorders and metabolic disorders (including obesity, insulin-dependent diabetes mellitus), diseases of the musculoskeletal system, in the class of respiratory diseases-asthma, asthmatic status, in the class of diseases of the digestive system-stomach ulcer and duodenum.

MATERIALS AND METHODS

The analysis of the morbidity of the population was carried out by systematization and subsequent logical, structural and comparative analysis of official statistical data and documents: Russian Statistical Yearbook for 2010–2019[2,3,4], Murmansk region in figures for 2014–2019[5,6], State Report on the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation 2018–2019[7], Report on the state and Environmental Protection of the Murmansk Region 2015–2018[8,9,10] and so on.

---

1 Murmansk Region Chamber of Commerce and Industryhttps://murmansk.tpprf.ru/ru/region/.

2 Russian statistical yearbook.2016: Statistical collection / Rosstat. M., 2016. 725 p. https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994.

3 Russian statistical yearbook.2018: Statistical collection / Rosstat. M., 2018. 694 p. https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994.

4 Russian statistical yearbook.2020: Statistical collection / Rosstat. M., 2020. 700 p. https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994.

5 Murmansk Region in figures. Federal State Statistics Service, Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Murmansk Region. Murmansk. 2019. 138 p. https://murmanskstat.gks.ru//

6 Murmansk Region in figures. Federal State Statistics Service, Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Murmansk Region. Murmansk. 2020. 135 p. https://murmanskstat.gks.ru/

7 On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2018: State report. M.: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-being. 2019. 254 p.

8 Report on the state and environmental protection of the Murmansk region. Murmansk, 2015–185 p. https://mpr.gov-murman.ru/

9 Report on the state and environmental protection of the Murmansk region. Murmansk, 2017. https:// mpr.gov-murman.ru/

10 Report on the state and environmental protection of the Murmansk region. Murmansk, 2018. 204 p. https:// mpr.gov-murman.ru/

For the analysis we used the main demographic indicators, population size, indicators of natural population movement, migration, and mortality. The information array contains information about the primary and general morbidity of the population by the main classes of diseases in the districts and localities of the Murmansk region. The research materials were obtained in the Territorial bodies of Federal State Statistics Service for Cities and Districts, regional health organizations (Department of Health of Murmansk Region). Information on the state of the environment (sanitary and hygienic assessment of the state of the atmosphere, surface water, soil, and vegetation), socio-economic conditions, demographic situation, as well as medical statistics (morbidity and mortality according to ICD) were evaluated.

RESULTS AND DISCUSSION

The main factors affecting the health status of the population of Murmansk region are:

1) complex natural and climatic conditions: sharp temperature changes and atmospheric pressure changes during the day; the presence of a long daylight during the Polar day and the absence of a light interval during the Polar night; pronounced cosmic and geomagnetic disturbances, instability of the geophysical situation - pronounced variability of the geomagnetic field; a peculiar micro-and macronutrient composition of water and soil, characterized by a lack of biologically active substances or a violation of their balance; insufficient oxygen saturation of the air;
2) demographic factor: the ratio of the young population and the older population is steadily changing in the direction of increasing the share of the latter;
3) sanitary and epidemiological factors: water supply of the population in some localities with drinking water from an open water source without proper water treatment, unsatisfactory technical condition of water supply networks, unfavorable microclimatic conditions at workplaces, in the premises of institutions (including educational) and enterprises, especially during the period of disconnected heating, insufficient and inadequate nutrition of students in schools, unfavorable working conditions at enterprises due to noise and vibration factors, the intensity of the labor process, the presence of carcinogenic factors in technological processes at work, unsatisfactory sanitary and hygienic condition of some residential buildings and premises;
4) social factors: a decrease in the income of the population, insufficient funding for measures to bring the environment in line with sanitary-epidemiological and environmental norms and rules, insufficient demand among the population for the principles of a healthy lifestyle. As a result of the above reasons, there is a deterioration in the quality of health.

According to the results of the population census, since 2010, there has been a tendency to decrease the number of permanent residents in Murmansk region from 795.4 thousand people in 2010, up to 741.4 thousand people in 2019 (Table 1). The main decline is due to the working-age population. Thus, since 2015, the share of the working-age population aged 20–24 years has significantly decreased from 6.1% (as a result) in 2015 to 5.2 % in 2019 and from 8.7% to 6.0% in 25–29 years, respectively [1,2,3,4].

---

1 Murmansk Region in figures. Federal State Statistics Service, Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Murmansk Region. Murmansk. 2020. 135 p. https://murmanskstat.gks.ru/

2 Russian statistical yearbook. 2016: Statistical collection. Rosstat. M., 2016. 725 p. https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994.

3 Russian statistical yearbook. 2018: Statistical collection. Rosstat. M., 2018. 694 p. https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994.

4 Russian statistical yearbook. 2020: Statistical collection / Rosstat. M., 2020. 700 p. https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/12994.

The determining factor in the decline in the population in the region is the migration decline, which amounted to 4.9 thousand people in 2019, and the migration growth rate per 10,000 people of the population is 6.5 permille. The dynamics of the migration of the population is shown in Figure 2. The second factor in the population decline is the increase in the natural population decline from -0.3 in 2016 to – 2.4 per mille in 2019.

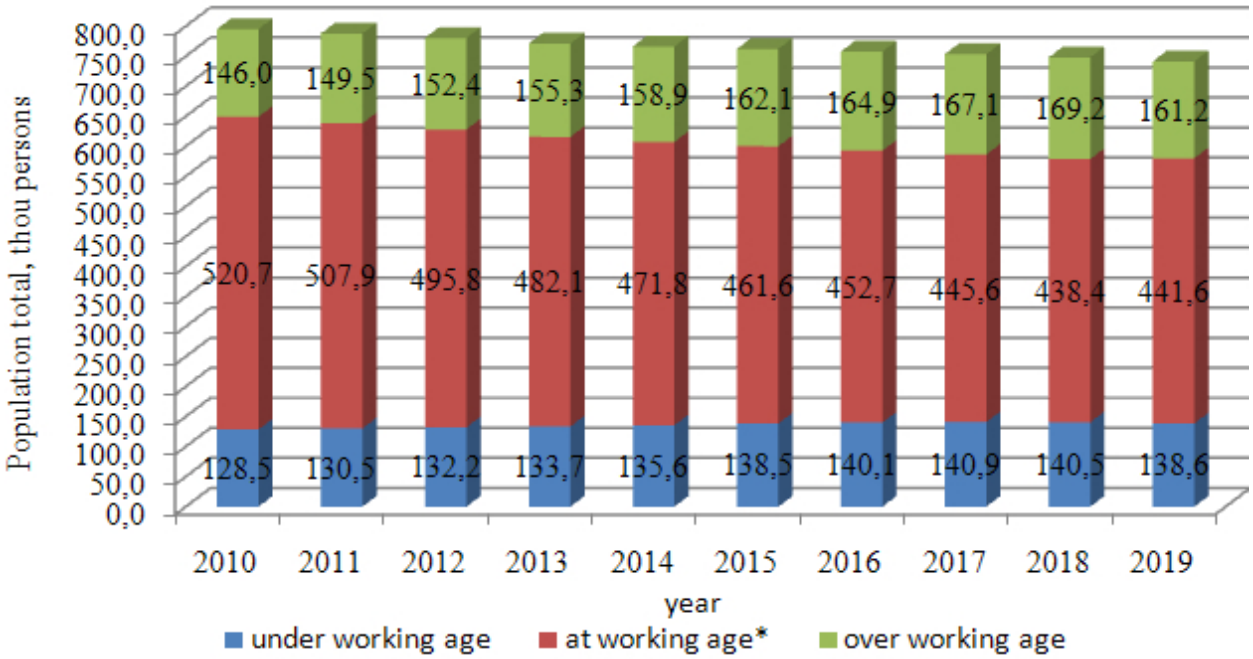


Fig. 1. Main demographic indicators estimate at the end of the relevant year
** - Malesaged 16 – 60 years, femalesaged 16 – 55 years*

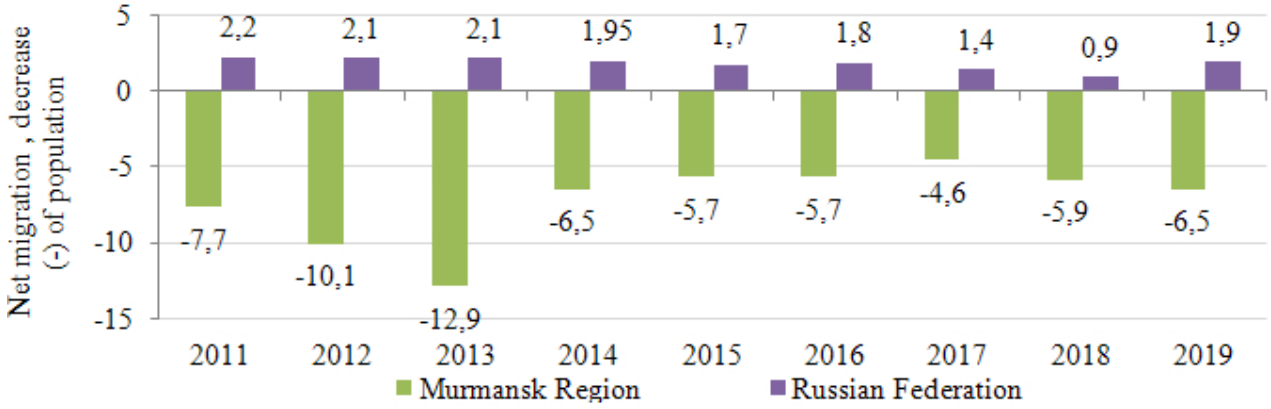


Fig. 2. Dynamics of the migration movement of the population. Migration growth per 1000 population

One of the main indicators of population health is life expectancy at birth. Life expectancy at birth for 2019 (average life expectancy) in Murmansk Region in comparison with regional (Murmanskstat) and federal indicators are presented in Table 1.

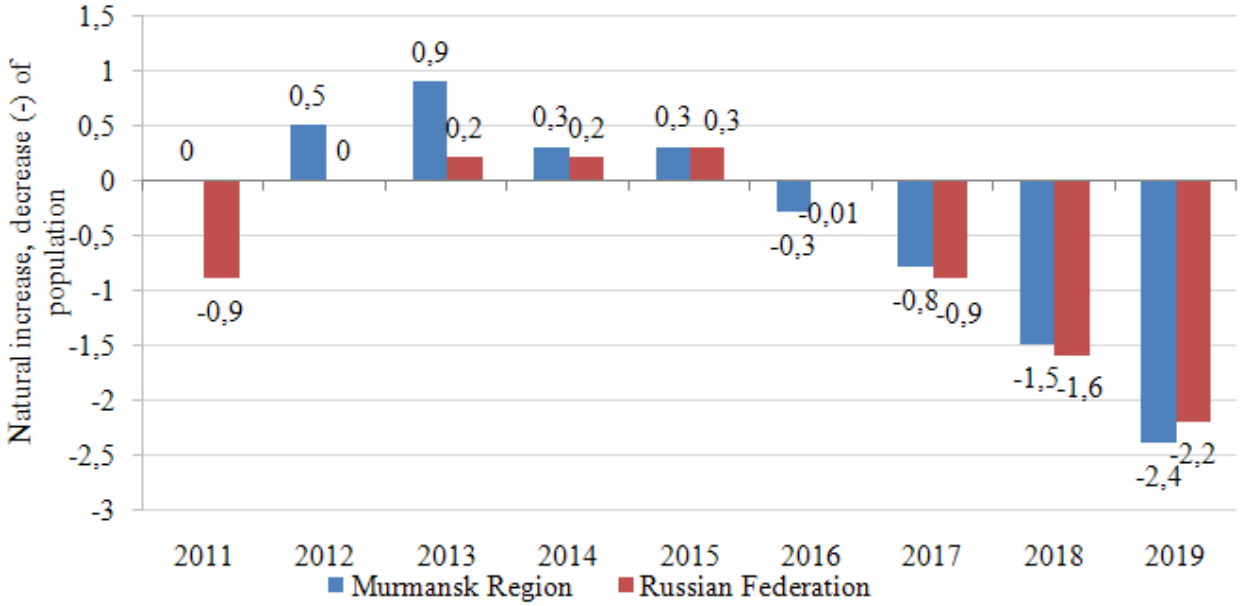


Fig. 3. Dynamics natural increase, decrease (-) of population.

Table 1. Life expectancy at birth, years

Year	Region	Total population	Males	Females
2015	Murmansk Region	70,2	64,5	75,7
	Russian Federation*	71,4	65,9	76,2
2016	Murmansk Region	70,9	64,6	74,7
	Russian Federation*	71,9	66,5	77,1
2017	Murmansk Region	71,7	66,4	76,6
	Russian Federation*	72,7	67,5	77,6
2018	Murmansk Region	70,9	67,5	75,6
	Russian Federation*	72,9	67,7	77,8
2019	Murmansk Region	71,8	66,5	76,6
	Russian Federation*	73,1	68,2	78,2

**- low forecast*

The priority risk factors that make the main contribution to the additional morbidity and mortality associated with environmental factors include permanent and multicomponent pollution of atmospheric air, drinking water, and soil of residential areas[1]. The main sources of environmental pollution in the Murmansk Region are mining and construction enterprises, nuclear fleet and fish processing enterprises, and power supply facilities.

[1] State report "On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2017. "https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/documents.php.

The main enterprises of the mining and metallurgical complex of JSC "Kola MMC" (PJSC MMC "Norilsk Nickel") – the leading production complex of the Murmansk region, creased one of the oldest enterprises-the Severonikel and Pechenganikel combines, is a single mining and metallurgical product extraction of sulfide copper-nickel ores and the production of non-ferrous metals. The Kirovsk branch of JSC "Apatit" (PJSC "PhosAgro") produces and processes apatite-nepheline ores from the Khibiny deposits, which are among the largest and richest deposits in the world and are the base of phosphorus-containing raw materials in Russia[1]. It is also engaged in the production of apatite and nepheline concentrates and other mineral concentrates. JSC "Kovdor mining and processing plant" (JSC "MHC "EuroChem") develops the Kovdorskoye field and produces iron ore, apatite and baddeleyite concentrates. JSC "North-West Phosphorus Company" (PJSC "Acron") is developing the field of apatite-nepheline ores "OleniyRuchey" as part of the project to create a new phosphate raw material base in the Murmansk region. JSC "Olkon" (PJSC "Severstal") produces ferrous quartzite, produces and sells high-quality iron ore concentrate. The branch of JSC "RUSAL Ural" in Kandalaksha "OKRUSAL KAZ" (OK "RUSAL") produces aluminium from imported alumnium.

The main enterprise in the construction sector: LLC NOVATEK-Murmansk (a subsidiary of PJSC NOVATEK) is implementing the investment project "Center for the Construction of Large-capacity Marine Structures (CCLMS) in the village of Belokamenka, Murmansk region" on the western shore of the Kola Bay. TSKMS is designed for the manufacture of offshore complexes for the production, storage and shipment of liquefied natural gas and stable gas condensate on gravity-type bases, offshore production complexes, as well as repair and maintenance of marine equipment and equipment used for the development of offshore oil and gas condensate fields.

Murmansk Sea Fishing Port (hereinafter – MSFP) is the largest fishing port in the North of the Russian Federation. The fish terminal consists of three cargo areas, covers an area of more than 160 hectares. The total length of the mooring front exceeds 4 km, the length of railway tracks-30 km, crane tracks-3 km. FSUE "Atomflot".

Energy: Kola NPP accounts for 48.3% of all electricity generation, 43.8% for hydroelectric power plants, 7.8% for thermal power plants and 0.03% for thermal power plants.

To identify the impact of the environment on the health of the population, the most reliable diseases are those that depend on the state of the environment: Neoplasms (C00-D49), Diseases of the blood and hematopoietic organs and certain disorders associated with the immune mechanism (D50-D89); Endocrine, nutritional and metabolic diseases (E00-E89); Diseases of the nervous system (G00-G99); Diseases of the circulatory system (I00-I99); Diseases of the respiratory system (J00-J99); Diseases of the digestive system (K00-K95); Diseases of the skin and subcutaneous tissue (L00-L99); Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue (M00-M99); Diseases of the genitourinary system (N00-N99); Congenital malformations, deformities and chromosomal abnormalities (Q00-Q99) (Table 2).

During the selected observation period, the overall morbidity rate in Murmansk Region exceeded the national average by an average of 1.1 times. One of the main markers of environmental problems in the external environment is respiratory diseases, which also exceed the national average values. The results of numerous Russian and foreign epidemiological studies objectively reflect the steady increase in the prevalence of allergic pathology in industrial cities, especially bronchial asthma [*Chernyak,* 2017; *Li,* 2003, *Guarnieri,* 2014]. The incidence of bronchial asthma in the Murmansk region exceeds the national average by 1.3 times.

[1] Passport of the Murmansk region on the website of the Ministry of Foreign Affairs, https://www.mid.ru/ru/maps/ru/ru-mur/-/asset_publisher/Qy2xQVB5Pyts/content/id/2836740).

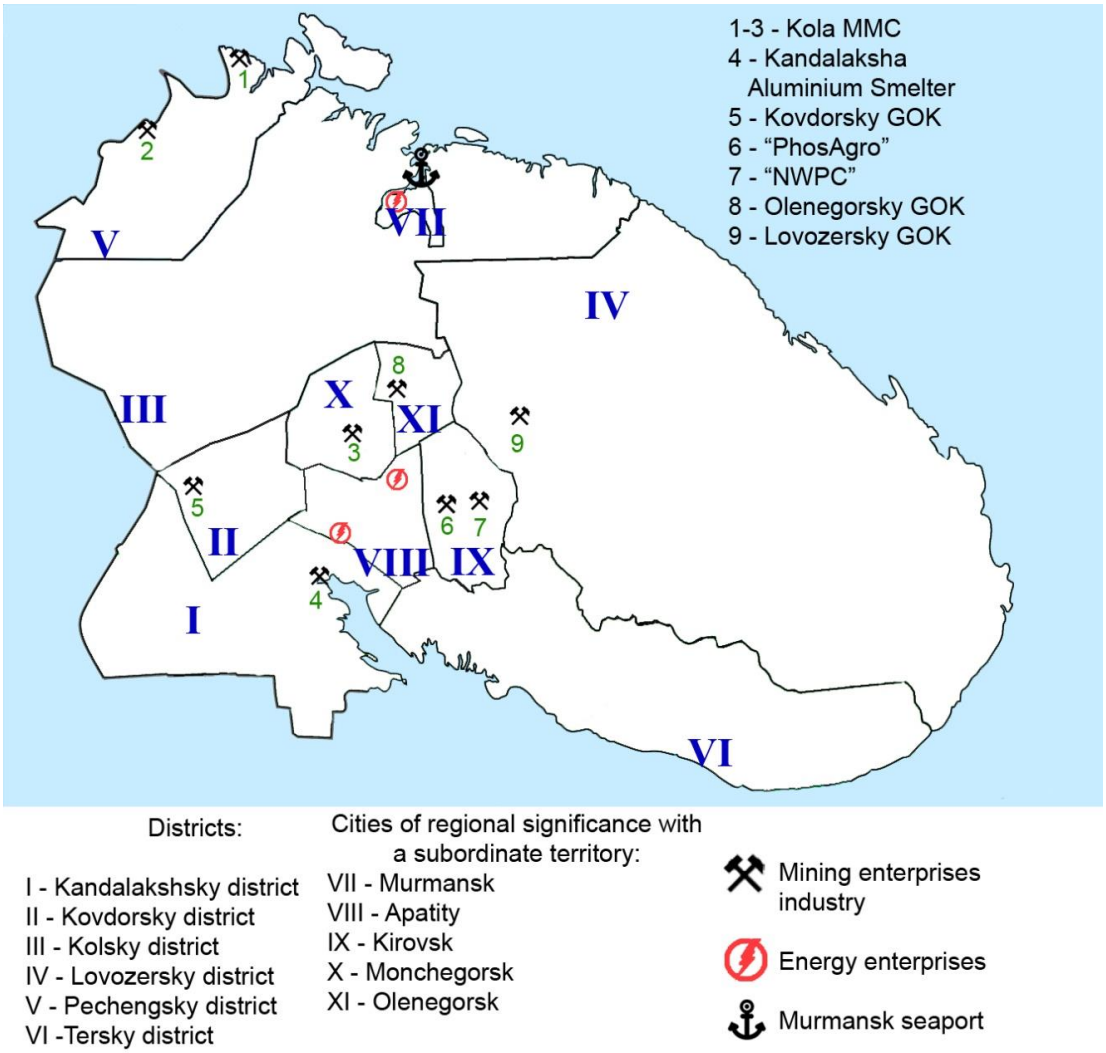


Fig. 4. Map of the main stationary sources of environmental pollution

Table 2. Morbidity by main classes newly diagnosed patients, per 1000 population

	2014		2015		2016		2017		2018		2019	
	Murmansk Region	Russian Federation	Murmansk Region	Russian Federation	Murmansk Region	Russian Federation	Murmansk Region	Russian Federation	Murmansk Region	RussianFederation	Murmansk Region	Russian Federation
All diseases	850,3	787,1	835,5	778,2	875,8	785,3	825,3	778,9	831,9	782,1	823,1	780,2
of them:												
C00-D49	17,2	11,6	17,3	11,4	15,3	11,4	14,3	11,4	19,1	11,6	13,1	11,9
D50-D89	2,9	4,7	3,3	4,7	3,0	4,7	3,2	4,5	2,8	4,3	3,1	4,2
E00-E89	14,7	11,2	18,6	13,3	17,8	13,9	16,8	14,0	15,6	13,1	16,7	14,4
G00-G99	12,7	16,2	12,6	15,4	12,9	15,2	13,6	15,0	13,9	14,8	15,2	14,8
I00-I99	22,6	28,8	22,7	31,2	22,5	31,7	20,4	32,1	18,0	32,6	21,1	35,0
J00-J99	376,2	333,4	376,5	337,9	423,2	351,6	381,7	353,5	405,5	369,8	393,4	356,2
K00-K95	35,8	36,6	34,0	35,3	32,8	35,6	27,3	34,0	25,7	33,1	28,2	32
L00-L99	55,5	46,3	51,2	44,0	48,5	42,6	43,7	41,0	44,2	40,3	49,7	40,7
M00-M99	36,7	31,8	35,6	30,1	33,3	29,5	33,6	29,5	29,8	29,8	28,4	30,3
N00-N99	54,7	49	60,1	46,4	53	45,6	62,4	44,8	63,4	44,8	62,5	44,5
Q00-Q99	0,7	2,1	0,6	2,0	0,7	2,1	1,0	2,0	0,9	2,0	0,8	2,0

According to the analysis of the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2018, 58.0% of the operated water pipes in the Murmansk Region did not meet the requirements of sanitary legislation[1]. The share of drinking water samples in the same year from the distribution network of centralized drinking water supply with an excess of hygienic standards for sanitary and chemical indicators exceeded the national average by 1.1–1.4 times. This is reflected in the incidence of the genitourinary, musculoskeletal and endocrine systems. So, in 2018, diseases of the genitourinary system were 1.4 times higher than the national average, diseases of the endocrine system were 1.3 times higher, and diseases of the skin and subcutaneous tissue were 1.1 times higher. Contamination of drinking water with chlorine and organochlorine compounds, ammonia and ammonium ion, iron, manganese, arsenic, nickel, and copper compounds, as well as microbiological contamination of water. Contribute to the formation of additional cases of morbidity associated with unsatisfactory water quality of the centralized drinking water supply system.

Among other nosologies, the excess was found for the entire period of observations for neoplasms by an average of 1.4 times compared to the average values for the Russian Federation (RF).

The average Russian level of soil contamination with chemicals in Murmansk region was more than 3 times higher (23.4 % of soil samples that do not meet the hygienic standards for sanitary and chemical indicators). Microbiological contamination is a priority factor affecting the quality of the soils of the Russian Federation in general and residential areas in particular. More than 2 times the average Russian level of soil contamination with chemicals was exceeded by 22.2 % of samples that do not meet the hygienic standards in the residential area in terms of sanitary and chemical indicators.

According to various sources, the cooperative effects of natural and anthropogenic factors can directly affect the nature of the territorial morbidity of the population [*Belisheva,* 2014, 2019, 2017, 2011, 2020].

Based on the assessment of diseases associated with environmental factors, maps for 2016–2017 were formed for the districts of Murmansk region and cities of regional significance (Fig. 5). The analysis of the results obtained allowed us to group all districts and localities into three cohorts, depending on the level of morbidity in comparison with the average regional indicators. The group of districts with a high level of morbidity included the town of Apatity, Kandalaksha and Kola districts. The group with an average level of morbidity includes Murmansk, Kirovsk, Monchegorsk, Kovdor and Olenegorsk districts. And in the third group with a low level of morbidity – the town of Olenegorsk, Pechenga and Tersk districts.

The main sources of technogenic pollution in group 1 (high incidence) are enterprises for the extraction and processing of apatite-nepheline ores, aluminium smelting enterprises, and thermal power plants. A particular health hazard is the release of fluoride compounds into the environment, the source of which is these enterprises [*Donskikh,* 2013; *Kasikov,* 2017]. The main source of fluoride compounds is an aluminium plant, whose emissions contain a significant amount of pollutants: hydrogen fluoride, fluorides, resinous substances, polycyclic aromatic hydrocarbons, inorganic dust. Fluoride compounds are highly hazardous substances (hazard class 2) and pose a greater danger to the body than aluminium compounds (hazard class 4). Fluorine compounds are a group of specific substances whose presence in the atmospheric air can have a significant impact on human health. The main impact occurs through the integumentary tissues of the skin and mucous membranes. The toxic effect of fluoride on the human body, which is mainly inhaled as a result of man-made environmental pollution, is manifested in the incidence of respiratory tract

[1] On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2018: State report. M.: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Well-being. 2019. 254 p

diseases [*Sjåheim,* 2007]. Regardless of the route of entry and/or the conditions of exposure, fluoride, entering the human body, has a toxic effect on a whole complex of organs and systems, including diseases of the skin, endocrine and musculoskeletal systems [*Donskikh,* 2013].

Along with chemical air pollution, dust particles from tailing dumps containing a wide range of heavy and rare-earth metals, as well as impurities of natural radionuclides, represent a special class of danger. Reflection of the influence, which is visible on the morbidity of the population of Apatity, falls into the zone of dusting from apatitonephelin tailings.

The main sources of technogenic pollution affecting the health of the population in group II (average morbidity) are also enterprises for the extraction and processing of apatite-nepheline ores, for the extraction of copper-nickel sulfide ores and the production of non-ferrous metals, iron ore and baddeleyite concentrates, the Kola NPP, as well as the nuclear navy. Another source that affects morbidity is natural ionizing radiation and the effects of nuclear tests, which is reflected in the incidence of neoplasms. In particular, data from studies conducted in 1990–1994. It was shown that the density of contamination of the soil cover (Bq / m3) with radionuclides in Murmansk Region was the highest in comparison with the pollution in the Komi Republic, in Nenets Autonomous District and Chukotka Autonomous District. It was shown that in the village of Krasnoshchelye (Lovozero district), the concentration of radon Rn in the air of residential premises and the atmospheric air was 38.0 (15.0–88.5) and 5.9 (3.0–10.0) Bq / m3, respectively, which ended in an effective dose resulting from inhalation of radon decay products of 3.1 mSv / year [*Miretsky,* 1999].

In the third group (low incidence), the main sources of pollution are mining and metallurgical products for the extraction of copper-nickel sulfide ores and the production of non-ferrous metals, the extraction of ferrous quartzite and the production of iron ore concentrate. According to Rosstat and Rosprirodnadzor, the air pollution in the Murmansk region is mainly caused by emissions from stationary sources of industrial enterprises. The main source of pollution in the Pechenga district is Kola MMC, which produces copper-nickel sulfide ores and non-ferrous metals (p. Nickel and the town of Zapolyarny). According to observations for the period from 2013–2017, the average annual concentration of sulfur dioxide is higher than the sanitary norm. In recent years, the average annual concentrations of sulfur dioxide in the atmospheric air of the settlements of Nickel and Zapolyarny have decreased. It is reflected in the decrease in the incidence of the population. Increased and high single-time concentrations were recorded mainly at NMU: north-easterly winds, calm, air stagnation caused by temperature inversions in the surface and elevated layers.

Although there are no industrial enterprises in the Tersk district, most of the territory of the Tersk district is characterized by a dose rate of gamma radiation of less than 6 microns/hour. Soil contamination with caesium-137 corresponds to the level of the global background. The radiation situation in the area is mainly caused by natural factors – the content of natural radioactive substances (U, Th, and K) contained in the soil. This is reflected in the morbidity of the population with diseases of the blood and hematopoietic organs. In the Tersk district, there are four sites with unfavourable natural factors of the radiation situation.

Three of them are located outside the area of active economic activity, the fourth covers the vicinity of the village of Umba. On the territory of the district, a significant number of springs with increased content of radioactive radon gas was also identified. The main source of pollution on the island of Umbozero is the runoff of mining enterprises and the quarry waters of the mine, which contain fluorides. These substances enter the water basin through the system of rivers and lakes. Based on the results of research conducted in 1999 pollution of the Loparitovy stream with fluorides in various periods of the year was recorded from 28 MPC in October to 108 MPC in August.

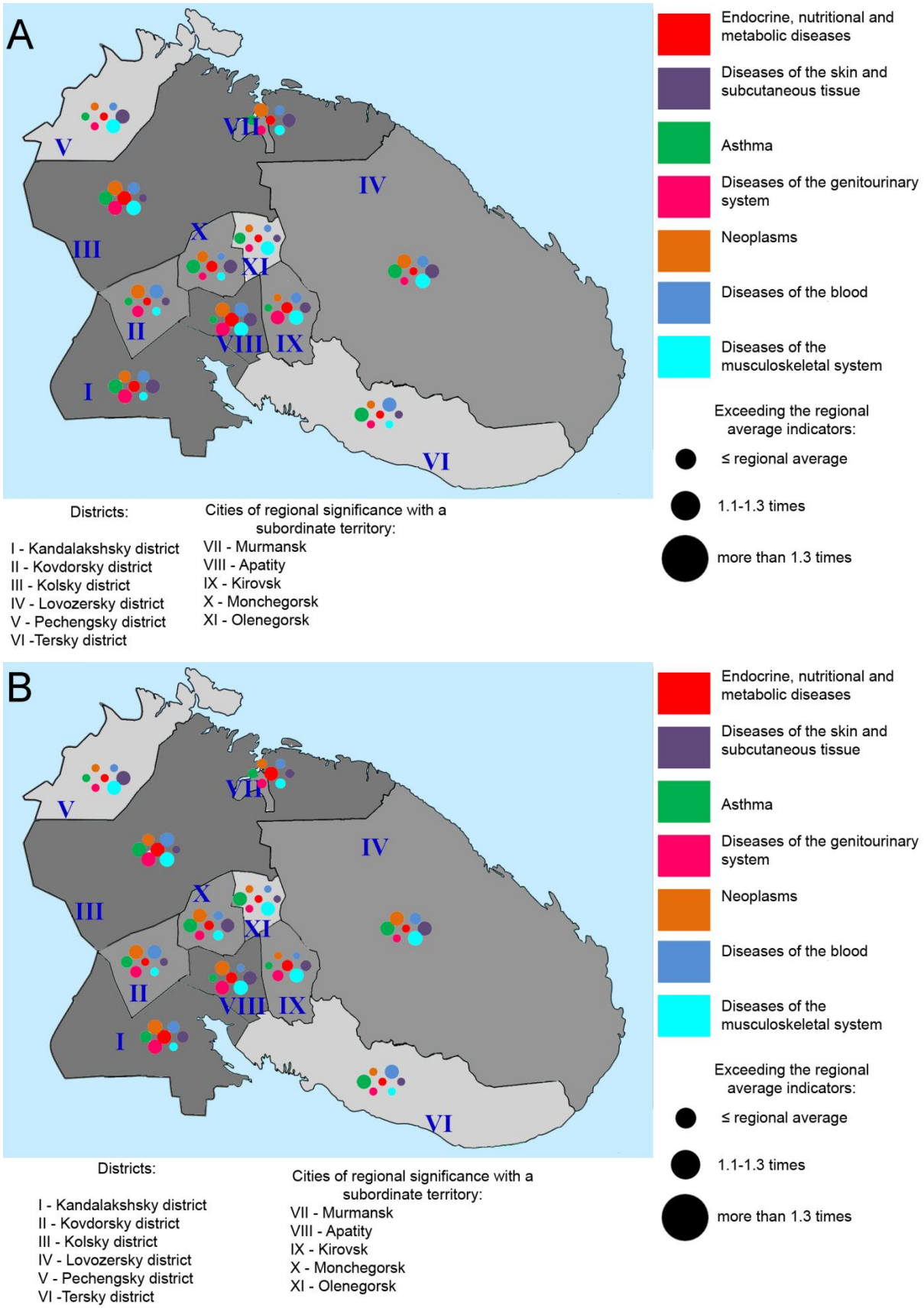


Fig. 5. The incidence of children (0−14 years) by the main classes of environmentally dependent diseases (A – 2016, B – 2017 years)

In the Umba River, the concentration of copper was 1–8 MPC, phenols-3–4 MPC; there was an excess of the maximum permissible concentration for the content of total iron, nickel, mercury and manganese[1].According to statistics for 2016–17, among the territories under consideration, the Tersky district ranks first in terms of low-quality drinking water. All this is reflected in the morbidity of the population.

An additional factor affecting the nature of pollution in the Murmansk Region may be interterritorial transfers of pollution caused by cyclonic activity. The direction of such transfers from sources of pollution can be traced based on a daily assessment of the content of various substances in the surface atmosphere[2].

In recent years, there has been a gradual decrease in the air pollution of settlements, improvement in the quality of drinking water and soil, as a result of which the total number of deaths and diseases of the population associated with environmental factors is decreasing (Table 3).

Table 3. Mortality by major causesof death (Per 100 000 population)

		Year	Russian Federation	North-Western Federal District	Murmansk region
Total deaths from all causes		2019	1228,1	1242,9	1133,1
		2018	1245,4	1261,4	1122,8
		2019 in to 2018 (%)	98,6	98,5	100,9
including from:	neoplasms	2019	201,5	236,7	199,8
		2018	200,1	230,9	200,1
		2019 in to 2018 (%)	100,7	102,5	99,9
	Including from malignantdiseases	2019	198,6	234,2	198,2
		2018	196,6	228,2	196,5
		2019 in to 2018 (%)	101,0	102,6	100,9
	diseases of the circulatory system	2019	573,7	650,1	596,3
		2018	579,6	670,8	601,8
		2019 in to 2018 (%)	99,0	96,9	99,1
	respiratory diseases	2019	39,5	36,8	20,3
		2018	41,0	38,8	21,0
		2019 in to 2018 (%)	96,3	94,8	96,7
	diseases of the digestive system	2019	66,4	71,0	77,1
		2018	64,2	65,5	64,1
		2019 in to 2018 (%)	103,4	108,4	120,3

1 Report of the State Committee for Environmental Protection of the Murmansk region "The state of the environment of the Murmansk region" 1999. http://www.murman.ru/ecology/comitet/report99/index.html.

2 A global map of wind, weather, and ocean conditions https://earth.nullschool.net.

CONCLUSION

Morbidity is an integral indicator of the quality of the environment. It also indirectly indicates the possible causality of certain nosological forms, which allows us to distinguish inter-territorial differences in the prevailing exogenous effects on the body of residents of the comparison territories. The economic development of the region, the increase in mining and processing of minerals contributes to the increased tension of the environmental situation.

The long-term migration declines of the population, mainly of working age, occurs against the background of exceeding the level of the general morbidity of the population of Murmansk region in comparison with the Russian average for a number of nosologies: diseases of the respiratory system, endocrine, genitourinary, musculoskeletal system, digestive organs and neoplasms.

The assessment of the environmental situation in Murmansk region showed that the most acute situation with environmentally dependent diseases is observed in the town of Apatity, Kandalaksha and Kola districts (the polluting factor is enterprises for the extraction and processing of apatite-nepheline ores, an aluminium smelting enterprise, and a thermal power plant). The average level of morbidity is observed in Murmansk, Kirovsk, Monchegorsk in Kovdor and Olenegorsk districts. (the polluting factor is the enterprises for the extraction and processing of apatite-nepheline ores, the extraction of copper-nickel sulfide ores and the production of non-ferrous metals, iron ore and baddeleyite concentrates, the Kola NPP, as well as the nuclear navy). A more favourable environmental situation and, in this regard, lower morbidity rates are observed in the town of Olenegorsk, Pechenga and Tersk districts (the polluting factor is mining and metallurgical products for the extraction of sulfide copper-nickel ores and the production of non-ferrous metals, for the extraction of ferrous quartzite and the production of iron ore concentrate).

At the same time, I would like to note that there are certainly positive aspects. For example, along with a decrease in mortality rates from various diseases associated with environmental exposure, life expectancy at birth in the region has a positive trend.

REFERENCES

1. *Belisheva N.K.* Contribution of high latitude heliogeophysical agents in the morbidity of the population in the evro-arctic region. Journal of Ural Medical Academic Science. Yekaterinburg. 2014. No 2 (48). P. 5–11 (in Russian)
2. *Belisheva N.K., Martynova A A.* Integrated approach for detecting the causes of morbidity of children's population in the Kola North. Journal of Ural Medical Academic Science. 2019. V. 16. No 2. P. 78–85. DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-78-85 (in Russian).
3. *Belisheva N.K., Megorsky V.V.* Morbidity of the population in the Arctic region, due to the peculiarities of mineral metabolism, with high heterogeneity of the natural and man-made environment. Bulletin of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences 4/2017(10). P. 5–21 (in Russian).
4. *Belisheva N.K., Talykova L.V., Melnik N.A.* Medico-biological monitoring-as a means of assessing the quality of the environment for the health of the population in the North. Materials of the VII Northern Socio-ecological Congress, Arkhangelsk, June 27–28, 2011. M: LLC "First Operational Printing House", 2012. P. 93–111 (in Russian).
5. *Belisheva N.K.* Chapter 43. Comparative analysis of morbidity and elemental composition of hair amongchildren living on different territories of the Kola North. Processes and Phenomena on the Boundary Between Biogenic and Abiogenic Nature, Lecture Notes in Earth System Sciences. Springer Nature Switzerland AG 2020. P. 803-827. DOI: 10.1007/978-3-030-21614-6_43.
6. *Chernyak B.A., Ivanov A. F.* Risk factors for exacerbations of bronchial asthma. Asthma and allergy. 2017. No 4. P. 3–6 (in Russian)

7. *Donskikh I.V.* The influence of fluorine and its compounds on people's health (literature review). ActaBiomedicaScientifica. 2013. No 3(2). P. 179–185. (in Russian)
8. *Guarnieri, M.* Outdoor air pollution and asthma. Lancet. 2014. V. 383 (9928). P. 1581–1592. DOI: 10.1016/S0140–6736(14)60617–6.
9. *Kasikov A.G.* Dust emissions of copper-nickel production and their effects on the human body in the FarNorth Bulletin of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2017. No 10. P. 58–63 (in Russian).
10. *Leonov S.A., Son I.M., Vaisman D.Sh.* Main morbidity trends of population of the Russian Federation in 2012–2013. Management in health care. 2014. No 9. P. 6–19.
11. *Miretsky G. I., Ramzaev P. V., Zakharchenko M. P., Luchkevich V. S.* Radiation factor in the Far North of Russia. Saint-Petersburg: GNIKI SKU "Sistema". 1999. 132 p. (in Russian).
12. *Movchan V.N., Zubkova P.S., Kalinina I.K., Kuznetsova M.A., Sheinerman N.A.* Assessment and forecast of the ecological situation in St. Petersburg in terms of air pollution and public health indicators. Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences, 2018. V. 63, issue 2. P. 178–193 (in Russian).
13. *Li N, Hao M, Phalen R.F, Hinds W.C, Nel A.E*. Particulate air pollutants and asthma. A paradigm for the role of oxidative stress in PM-induced adverse health effects. Clin Immunol. 2003 Dec; 109(3) P. 250–65. DOI: 10.1016/j.clim.2003.08.006.
14. *Shevchuk L.M. Dzerzhinskaya N.A.* Features of the formation of dynamic processes of the state of health of the population in the conditions of multicomponent pollution of atmospheric air. Preventive and clinical medicine. 2017. No 1 (62). P. 25–28 (in Russian).
15. *Sjåheim T.* Characterisation of pot room asthma. Environmental, health and safety aspects related to the production of aluminium. 3rd Int. Conference. Loen. 2007. P. 43.

УДК: 911.9 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-320-332**

В.О. Есикова[1]

ГИС-АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОСПРОИЗВОДСТВА НАСЕЛЕНИЯ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

АННОТАЦИЯ

С 1990-х гг. с увеличением роли миграции в формировании населения на постсоветском пространстве в Калужской области, как и в других регионах России, несколько изменились тенденции воспроизводства населения, его региональные особенности. Для анализа демографических процессов существует множество способов. Преимущество картографического метода − в наглядном отображении характеристик объектов территории в пространственно-временном отношении. С применением геоинформационных технологий, геоинформационных систем (ГИС) в частности, стоит говорить об усовершенствовании картографического метода и становлении геоинформационного метода в географии, появились новые или были актуализированы предыдущие методы и способы картографии, исследование демографических процессов для пользователя геоинформационных систем протекает более качественно и быстро.

В работе использовались методы исследования: описательно-аналитический, сравнительный, картографический, геоинформационный, центрографический. ГИС-анализ использовался как один из способов анализа региональных особенностей воспроизводства населения и проводился на базе свободной кроссплатформенной геоинформационной системы QGIS (Quantum GIS). Единая методика ГИС-анализа демографический процессов региона разрабатывается на базе методов и способов геоинформационного моделирования и картографирования. Для визуализации и последующего создания карт используется ряд методов и способов, в том числе: типологический, метод картографических анаморфированных изображений, способ качественного и количественного фона, способы ареалов, картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок и т.д. Для геомоделирования воспроизводства населения Калужской области нами были выбраны 1989−2020 гг. как охватывающие основные тенденции воспроизводства населения постсоветского периода.

В результате нами были рассмотрены демографические процессы Калужской области, а именно, региональные особенности процесса воспроизводства населения области в постсоветский период и роль миграции, как фактора формирования населения на данном этапе, изменение системы расселения внутри региона. Была создана база пространственных данных «Демографические показатели воспроизводства населения Калужской области», сформированная на основе пользовательских наборов слоев пространственных и семантических данных районов Калужской области, построены картографические модели.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГИС-анализ, геоинформационные системы, демографические процессы, воспроизводство населения, картографическая модель, база пространственных данных.

[1] Северо-Кавказский федеральный университет, Институт наук о Земле, проспект Кулакова, 16/1, 355035, Ставрополь, Россия, *e-mail:* **esikova.v@mail.ru**

Viktoriya O. Esikova[1]

GIS ANALYSIS OF REGIONAL FEATURES OF REPRODUCTION OF THE POPULATION IN KALUGA REGION

ABSTRACT

Since the 1990s with the increase in the role of migration in the formation of the population in the post-Soviet space in the Kaluga region, as in other regions of Russia, the tendencies of population reproduction and its regional features have changed somewhat. There are many ways to analyze demographic processes. The advantage of the cartographic method is in the visual display of the characteristics of the objects of the territory in terms of space and time. With the use of geoinformation technologies, geographic information systems (GIS), in particular, it is worth talking about the improvement of the cartographic method and the formation of the geoinformation method in geography, new or previous methods and methods of cartography have appeared or have been updated, the study of demographic processes for the user of geoinformation systems proceeds more efficiently and quickly.

In research were used descriptive-analytical, comparative, cartographic, geoinformation, centrographic methods. GIS analysis was carried out on the basis of the free cross-platform geographic information system QGIS (Quantum GIS). A unified technique for GIS analysis of the region's demographic processes is being developed on the basis of methods and techniques of geoinformation modeling and mapping. For visualization and subsequent creation of maps, a number of methods and methods are used, including: typological, method of cartographic anamorphic images, method of qualitative and quantitative background, methods of areas, cartodiagrams, ranges of values, method of movement of arrows, etc. For geomodeling of the population reproduction in the Kaluga region, we have chosen 1989−2020. as covering the main trends of population reproduction in the post-Soviet period.

As a result, we examined the demographic processes of the Kaluga region, namely, the regional features of the process of population reproduction in the region in the post-Soviet period and the role of migration as a factor in the formation of the population at this stage, the change in the settlement system within the region. The geodatabase "Demographic indicators of population reproduction in the Kaluga region" created for the analysis of regional features of the transformation of population reproduction, formed on the basis of custom sets of layers of spatial and semantic data of the districts of the Kaluga region, and built cartographic models.

KEYWORDS: GIS analysis, geoinformation systems, demographic processes, population reproduction, cartographic model, spatial database.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия XX−XXI вв. в России изменился характер формирования населения в целом в стране и в ее регионах в частности. На протяжении постсоветского периода страна претерпевает глубокий демографический кризис, активное развитие получили депопуляционные процессы. Так как роль процесса трансформации рождаемости, который интенсивно начался в XX веке, будет продолжаться, и будущий рост населения будет определять рождаемость в будущем, а миграции в формировании демографической структуры растет [*Fratczak,* 2013, p. 81−82], в данной работе нами

[1] North Caucasus Federal University, Institute of Earth Sciences, Kulakova Avenue, 16/1, 355035, Stavropol, Russia, e-mail: esikova.v@mail.ru

понимается воспроизводство населения в широкой его трактовке - как постоянное возобновление населения на основе естественного движения и миграции.

С 1990-х гг. увеличилось влияние механического движения населения как фактора его воспроизводства в регионе. Регионы России претерпевают смену форм миграции, масштабов миграционного потока. Отмечаются изменения миграционных потоков в системе город-село, а также в сельских поселениях различной людности и функциональных типов [*Белозеров и др.,* 2009, с. 96]. В условиях такой демографической и миграционной ситуации на протяжении последних 30-ти лет существенно трансформировалось воспроизводство населения регионов России.

Несмотря на то, что трансформация демографических тенденций происходит в различных географических регионах и характеризуется высоким культурным разнообразием и социально-экономическим развитием, ее темп и траектория можно охарактеризовать с высокой степенью вероятности [*Fratczak,* 2013, p. 82]. Существует множество способов анализа демографических процессов. Картографический метод давно используется в социально-экономической географии как способ исследования закономерностей пространственного размещения явлений, их взаимосвязи и развития во времени. Появление геоинформационных технологий позволило оптимизировать картографический метод, исследование демографических процессов для пользователя геоинформационных систем протекает более качественно и быстро. В настоящий момент формируются и сопровождаются базы и банки данных, ГИС участвует в прогнозировании социально-демографической ситуации, анализе социально-демографических и экономических показателей и их влиянии друг на друга.

В связи с эти актуальным является использование ГИС-технологий как инструмента и базы для анализа демографический процессов региона, а также геомоделирования воспроизводства населения на муниципальном уровне и выявления особенности формирования населения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование базируется на основе трудов по геоинформатике и картографии А.М. Берлянта, Л.М. Бугаевского, А.В. Кошкарева, И.К. Лурье, Ф. Ормелинга, В.С. Тикунова, Р. Томлинсона, В.Я. Цветкова, О. Коп, М. Краак, М. ДеМерса и др. Исследования по интеграции геоинформационных методов и приемов в работах социально-экономических географов нередко можно встретить в СГУ (СКФУ) – работы Белозерова В.С., Раужина И.Г., Черкасова А.А., Панина А.Н., Энговатовой И.В., Супрунчука И.П. В работе использовались методы исследования: описательно-аналитический, сравнительный, картографический, геоинформационный, центрографический.

Подробнее остановимся на картографическом и геоинформационных методах. Картографический метод подразумевает применение географических карт для научного анализа, познания и прогноза явлений. Картирование, как вид моделирования, основанного на принципе подобия, может выступать как частный метод познания в геонауках, так и общенаучный метод, используемый в различных сферах научной и технической деятельности даже вне пространственно-территориального контекста. Поэтому его объектом может стать любая абстрактная или реальная сущность, явление в их статическом или динамическом отображении [*Скалабан,* 2012].

Геоинформационный метод – относится к новым методам географических исследований, в сфере социально-экономических процессов ГИС решают задачу инвентаризации и мониторинга, оценки и прогноза, управления и планирования. Для ГИС не представляет проблемы решить такие задачи как предоставление справочной информации о социально-экономических процессах; зонирование территории; инвента-

ризация объектов социальной инфраструктуры; обработка и анализ данных мониторинга с целью оценки социально-экономического потенциала и разработки рекомендаций для дальнейшего устойчивого развития территории. В настоящий момент создаются и сопровождаются базы данных мониторинга, формируются базы и банки данных, ГИС участвует в прогнозировании социально-экономической ситуации, анализе социально-экономических показателей и их влияние друг на друга.

С ГИС неразрывно связан термин «база пространственных данных», который имеет несколько аспектов, каждый из них рассматривает определенную его сторону: 1) аспект связи с обычными базами данных; 2) структурный аспект; 3) аспект физического хранилища информации; 4) аспект пространственного моделирования; 5) системный аспект; 6) логистический аспект; 7) интеграционный аспект [*Матчин,* 2017]. Совокупность этих подходов к понятию раскрывает основную роль базы пространственных данных или базы геоданных (БГД) в географическом исследовании – сбор и хранение информации для ее дальнейшей обработки и интерпретации в изучении явлений или процессов с целью выявления новых закономерностей и получение нового знания об объекте исследования.

Единая методика ГИС-анализа демографический процессов региона находится в стадии разработки, но можно выделить ряд наиболее частых случаев применения ГИС для анализа демографический процессов, а именно анализ пространственного положения объектов, анализ распределения числовых показателей, построение карт плотности, поиск объектов внутри области, анализ окружения, картирование изменений. Вне зависимости от применяемой методики, ГИС-анализ объекта, процесса или явления начинается с постановки цели анализа, выбора методов и способов анализа. Следующий этап предполагает сбор, организацию и подготовку данных для анализа. Далее, в зависимости от типа исходных данных или объектов, атрибутов, применяется определенный метод анализа, или выбирается метод геоинформационного анализа, который нужно обеспечить требуемым набором исходных данных, создаются модели изучаемого объекта или явления. В ходе анализа модель строится на основании целей исследования. Затем результаты анализа находят свою реализацию при поддержке программного ГИС-обеспечения в виде карт, схем, графиков, диаграмм, таблиц. Информация анализируется, результаты наносятся на карту, сравниваются, интерпретируются, изменяются, обновляются и т.д. [*Есикова,* 2021, с. 4−8]. Единая методика ГИС-анализа разрабатывается на базе методов и способов геоинформационного моделирования и картографирования. Геоинформационное моделирование, или геомоделирование, основывается на создании многослойных карт (т.е. геоинформационных моделей). Существующие модели исследованы недостаточно и представляется актуальным развитие и модификация известных моделей с учетом различных факторов, влияющих на миграцию, и разработка на основе них собственных методик и приложений, позволяющих моделировать миграцию населения регионов [*Курбат, Полторабатько,* 2015].

Отметим, что неотъемлемой частью ГИС-анализа является создание базы геоданных (БГД). Совокупность этих подходов к понятию раскрывает основную роль базы геоданных (БГД) в географическом исследовании – сбор и хранение информации для ее дальнейшей обработки и интерпретации в изучении явлений или процессов с целью выявления новых закономерностей и получение нового знания об объекте исследования.

При геомоделировании сущности изучаемого объекта становится необходимой всесторонняя обработка и оперативное представление результатов моделирования анализа данных. В картографии, несмотря на использование цифровых технологий, методики создания картографического изображения продолжают развиваться на базе представлений традиционной картографии [*Макаренко и др.,* 2020]. Для визуализации и последующего

создания карт используется ряд методов и способов, в том числе: типологический, метод картографических анаморфированных изображений, способ качественного и количественного фона, способы ареалов, картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок и т.д. [*Белозеров и др.,* 2014]

В работе используется центрографический метод, суть его состоит в нахождении координат центра рассматриваемого явления в определённый год и сравнении его с центром другого года, что позволяет определить на основании полученных координат двух точек направление генерального смещения [*Преображенский,* 2017]. Данный метод активно применялся еще советскими географами, центр тяжести рассчитывался по определенным формулам, подобнее расчеты более легко и быстро можно провести в геоинформационной системе QGIS − алгоритм Mean coordinate(s), Этот алгоритм вычисляет точечный слой с центром масс во входном слое. Можно указать атрибут, содержащий веса, которые будут применяться к каждому объекту при вычислении центра масс. Если в параметре выбран атрибут, объекты будут сгруппированы в соответствии со значениями в этом поле. Вместо одной точки с центром масс всего слоя выходной слой будет содержать центр масс для объектов в каждой категории. [1]

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Во всестороннем обзоре исследований региональных различий различают два набора факторов, которые могут иметь значение: различия в структуре или составе населения (например, уровень образования, этническая принадлежность) и различия в окружающей среде или «контекстуальные» факторы места проживания (например, специфические культурные отношения, наличие инфраструктуры, ситуация на рынке жилья) [*Evans, Gray,* 2017, p. 124]. Начавшаяся в начале 1990-х гг. на постсоветском пространстве трансформация миграционных процессов проявляется в изменении территориальной и социально-демографической структуры миграционных потоков [*Тикунов и др.,* 2015].

Изучение воспроизводства населения региона требует организации и обработки пространственно-координированных данных. Данные – это наиболее важный компонент геоинформационного мониторинга [*Белозеров и др.,* 2014]. Анализ посредством геоинформационных систем, используемых как инструмент решения множества научных, прикладных, образовательных и множества иных задач, позволяет увеличить скорость обработки данных и результатов расчета, провести сравнительные оценки параметров территорий и объектов, их изменений под влиянием различных факторов, увеличить точность получаемых результатов [*Есикова,* 2019, с. 222]. ГИС-анализ проводился на базе свободной кроссплатформенной геоинформационной системы QGIS (Quantum GIS). Выбор данной геоинформационной системы для анализа определялся тем фактом, что QGIS − лицензированное бесплатное ПО, обладающее оптимальным набором функций и модулей для ГИС-анализа пользователем демографический процессов региона.

Как правило, функции сбора и хранения данных в ГИС переданы базе данных. Иногда этап сбора данных сводится к технологии их ввода в базу данных ГИС. База данных (далее – БД) – совокупность данных организованных по определенным правилам, устанавливающим общие принципы описания, хранения и манипулирования данными, независимая от прикладных программ [*Зайцев В.В.,* 2015]. При создании базы геоданных (БГД) как основы для ГИС-анализа территории требуется, чтобы она отвечала определенным требованиям. Это актуальность исходных данных, данные БГД должны соответствовать определенному времени, достоверной, категории данных и их

[1] Vector analysis. QGIS User Guide. Электронный ресурс: https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoranalysis.html (дата обращения 29.03.2021)

подразделения должны включать все необходимые сведения для осуществления анализа или математико-картографического моделирования исследуемого объекта (явления), информация в БД должна легко обновляться и быть доступной для любых пользователей [*Есикова,* 2019, с. 31].

База геоданных «Демографические показатели воспроизводства населения Калужской области» формировалась для геоинформационного мониторинга региональных особенностей трансформации воспроизводства населения Калужской области и строилась на основе пользовательских наборов слоев пространственных и семантических данных региона России на геоинформационной платформе QGIS. Для геомоделирования воспроизводства населения Калужской области нами был выбран период 1989−2020 гг. как охватывающий основные тенденции воспроизводства населения постсоветского периода.

Информационная составляющая базы данных представлена демографическими показателями официальных источников статистической информации (ЕМИСС, Росстат, МВД[1], переписи населения[2], статистические бюллетени). Пространственную часть базы геоданных составили векторные слои в формате shape, которые включают информацию об административных границах субъекта, о границах Российской Федерации, о размещении населенных пунктов и др. Источник – данные OpenStreetMap в формате shape-файлов[3]. При создании БГД были сформированы связанные атрибутивные таблицы, содержащие информацию о порядковом номере объекта, его геометрии, названии, различных демографических показателях, характеризующих воспроизводство населения. На основе построенной базы геоданных появилась возможность не только анализировать большой объем пространственных данных, но и облегчить его восприятие, находить пространственные закономерности путем построения картографического и иных графических материалов.

При геомоделировании сущности изучаемого объекта становится необходимой всесторонняя обработка и оперативное представление результатов моделирования анализа данных. Для визуализации и последующего создания карт используется ряд методов и способов, в том числе:

1. Карты-анаморфозы – это картографические схемы, на которых территории объектов конструируются сообразно заданной переменной (рис. 1).
2. Способ качественного и количественного фона для визуализации различных социально-демографических процессов является одним из основных и традиционных, позволяет проанализировать отношения субъектов этих процессов, их взаимосвязь и взаимозависимость, влияние действующих процессов на деятельность субъектов (рис. 1).
3. Способ ареалов состоит в выделении на карте области распространения какого-либо сплошного или рассредоточенного явления.
4. Картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок изображают значения абсолютных статистических показателей по единицам административно-территориального деления с помощью диаграммных знаков (рис. 2, 3, 4).

Используемый в работе центрографический метод [*Преображенский,* 2017] опирается на алгоритм Mean coordinate(s) QGIS[4]. Нами были определены центры тяжести

---

1 Документы. Министерство внутренних дел Российской Федерации. Электронный ресурс: https://xn--b1aew.xn--p1ai/mvd/documents (дата обращения 06.02.2021)

2 Приложения. Электронная версия бюллетеня Население и общество (Демоскоп Weekly). Электронный ресурс: http://www.demoscope.ru/weekly/pril.php (дата обращения 10.02.2021)

3 Data +. Электронный ресурс: https://www.dataplus.ru/ (дата обращения: 13.04.2021)

4 Vector analysis. QGIS User Guide. Электронный ресурс: https://docs.qgis.org/3.16/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoranalysis.html (дата обращения 29.03.2021)

населения Калужской области, расчет производился как для населения в целом, так и для городского и сельского населения в частности.

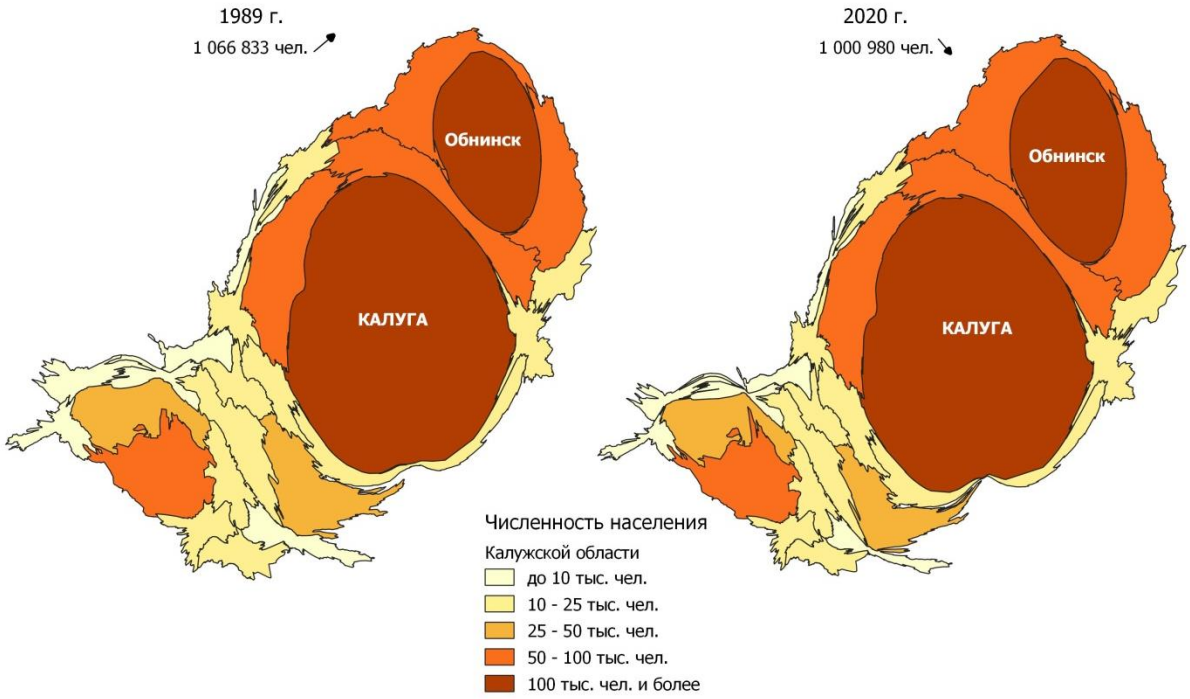


Рис. 1. Изменение численности населения Калужской области, 1989 и 2020 гг.
Fig. 1. Change in the population of the Kaluga region, 1989 & 2020

Рис. 2. Темп прироста населения Калужской области (% к 1989 г.), 1989–2021 гг.
Fig. 2. Change in the population of the Kaluga region, 1989 & 2020

Так, в начале периода, до 1995 г. с максимальным значением в 1996 г. – 1 087 882 чел., за счет превышения миграционного прироста над естественной убылью в области наблюдается рост общего прироста населения в целом (рис. 2). Впрочем, далее до 2021 г. в регионе наблюдается отрицательный общий прирост с превышения естественной убыли

над миграционным приростом. Отдельные годы, 2003 и 2019 гг., характеризуются помимо отрицательного общего прироста и естественной убылью, но и еще миграционным оттоком населения, тогда как 2014 и 2016 г. – возвращением тенденции начала периода, когда миграционный прирост компенсировал естественную убыль населения. Однако подобные демографически положительные тенденции за последние 20 лет не позволили «сравнять» численность населения Калужской области на момент Переписи 1989 г. (рис. 2) с ее численностью в 2000-е годы. Беря во внимание показатели Росстата по предположительной численности населения, миграционному и естественному приросту[1], даже по высокому варианту прогноза численность населения не сможет достигнуть отметки 1989 г. Что не удивительно, многие исследователи уже называют текущий период «второй волной депопуляции».

Плотность населения Калужской области – 33,60 чел/км² (2021 г.), среди областей Центрального ФО Калужская область по этому показателю находится на 12-м месте. Если говорить о региональных особенностях размещения населения, то в пределах области оно распределяется крайне неравномерно. Наиболее плотно заселены территория городского округа Калуги и Обнинска, Боровский (83,2 чел/км^2), Дзержинский (44,7 чел/км^2), Жуковский и Малоярославецкий (43,4 и 32,4 чел/км^2) районы на севере области, Людиновский (42,7 чел/км^2) и Кировский (29,8 чел/км^2) районы на юго-западе области. Следует заметить, что подобное неравное соотношение плотности населения сохраняется на всем наблюдаемом периоде с 1989 по 2020 г. (рис.1). Различия проявляются в тенденции к «стягиваю» населения из северо-западных и юго-восточных районов в районы основной зоны расселения с преобладанием миграционного направление село-город.

Доля городского населения Калужской области в 2020 г. составила 75,86 %, сельского – 24,14 %, Подобное соотношение городского и сельского населения в области сложилось еще с 2010 г. (2005 г. – 75,08 % к 24,91 %), что несколько отличается от подобного показателя в 1990 г. – 69,92 % к 30,01%. Районы области делятся на 3 категории – с преобладающим сельским (Барятинский, Износковский, Куйбышевский, Перемышльский, Ульяновский, Ферзиковский, Хвастовичский районы – доля сельского населения 100%) или городским (помимо городских округов, данная категория представлена Людиновским, Кировским, Боровским, Сухиничским, Козельским районами – доля городского населения 70% и более) населением, или с равным соотношением того или иного типа населения. Наиболее негативно на районы с преобладающим сельским влияет миграция из сельской местности и соответственное уменьшение численности населения, что на фоне естественной убыли населения приводит к «истощению» людского потенциала территории.

[1] Демографический прогноз до 2035 года. Демография. Население. Официальная статистика. Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс: https://rosstat.gov.ru/folder/12781 (дата обращения 05.08.2021).

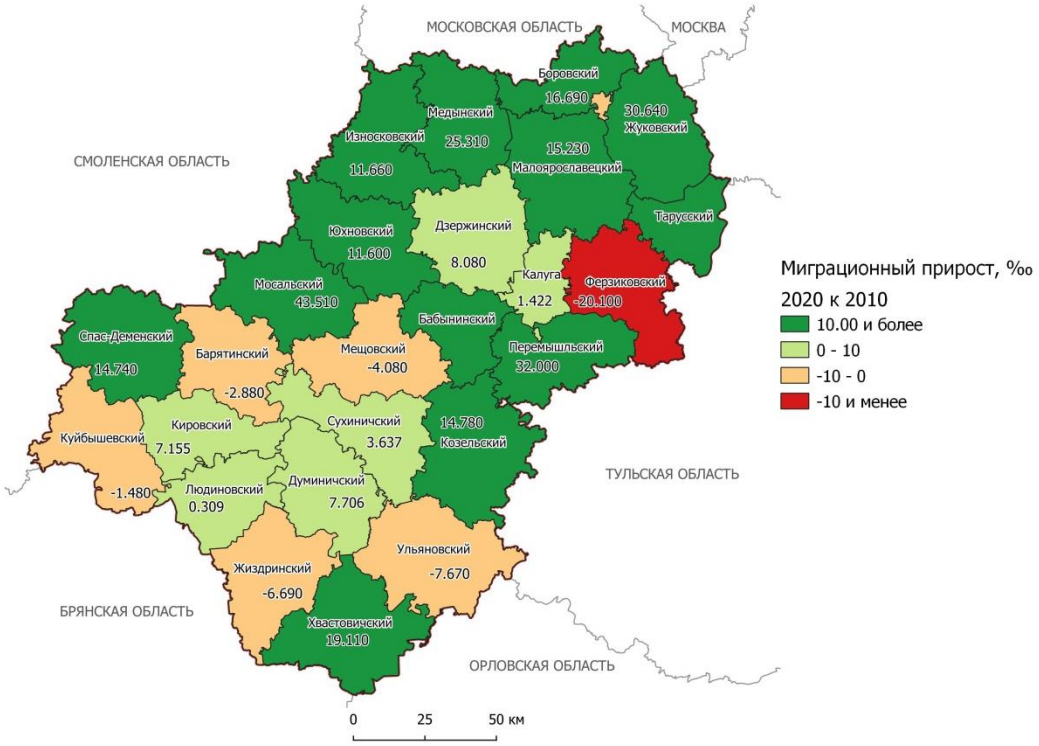


Рис. 3. Изменение миграционного прироста населения Калужской области ( ), 2010−2020 гг.[1]

Fig. 3. Change in the migration growth of the population of the Kaluga region (‰), 2010−2020

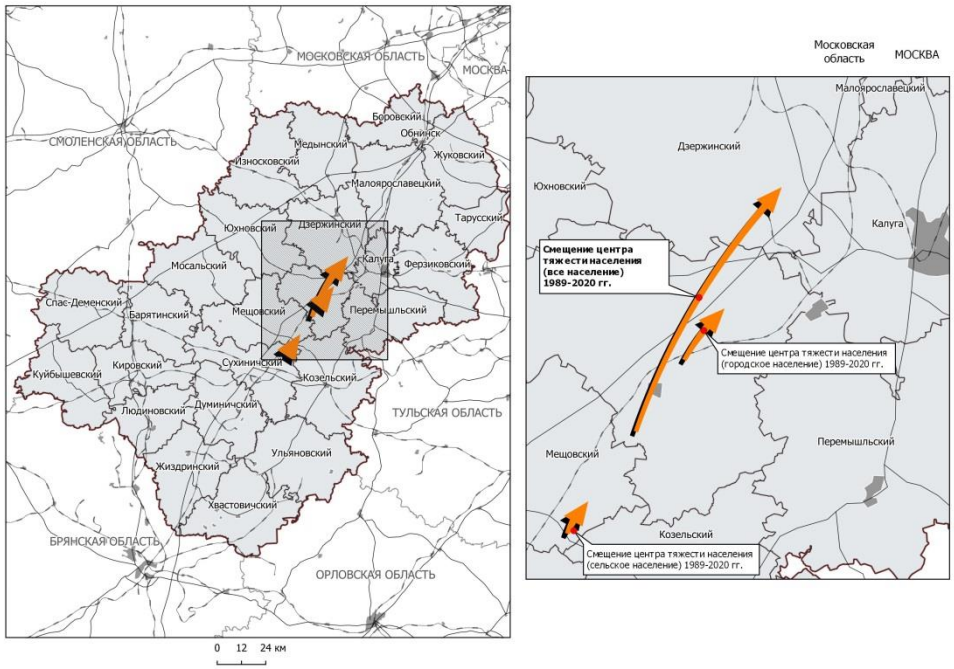


Рис. 4. Смещение центра тяжести населения Калужской области, 1989–2020 гг.

Fig. 4. Displacement of the center of gravity of the population of the Kaluga region, 1989–2020

[1] Законом Калужской области от 1 ноября 2012 года № 327-ОЗ, городское поселение «Посёлок Куровской» Дзержинского района объединено с городским округом «Город Калуга».

Стабилизация городского населения обусловлена миграционным притоком из сельской местности области, а также извне региона (рис. 3). В миграционной сфере область вынуждена конкурировать за население с другими областями ЦФО, прежде всего с Москвой и Московской областью. В настоящее время наиболее привлекательной для населения (рис. 1, 3) является основная зона расселения области, а также развитый в транспортном отношении Жуковский район и Боровский район. Зона расселения Калужской области привязана к основным транспортным магистралям: железнодорожная линия Москва – Брянск – Киев, автодороги Москва – Киев и Москва – Малоярославец – Рославль, а также Московская кольцевая[1]. Таким образом, главная зона расселения Калужской области продолжается вдоль транспортного коридора Москва – Брянск, от границы с Московской областью до п. Бабынино, повышенную плотность населения имеют Бабынинский, Козельский и Сухиничский районы.

На рис. 4, наглядно представлено как смещаются центры тяжести населения Калужской области, как городского, так и сельского, идет постепенный отток населения из сельских территорий области (Мосальский, Спас-Деменский, Куйбышевский, Ульяновский и др. районы) в городские округа (Обнинск и Калуга) и Жуковский и Боровский районы. Такая тенденция приводит к депопуляции сельской местности с одновременным ростом населения городов и городских округов и районов, находящихся в непосредственной близости от Москвы и Московской области как наиболее привлекательных регионов для проживания.

ВЫВОДЫ

Создание пространственно-временных моделей на базе ГИС позволило использовать широкий набор методов и способов геоинформационного моделирования, дало возможность подготовки графических и электронных материалов. Заявленный темой работы ГИС-анализ воспроизводства населения был проведен по следующей методике:

1) постановка цели, выбор методов и способов моделирования;
2) сбор, организация и подготовку данных;
3) применение методов геомоделирования, построение картографических моделей в виде карт, схем, графиков, диаграмм, таблиц;
4) собственно, анализ региональных особенностей воспроизводства населения региона.

Информация анализируется, результаты наносятся на карту, сравниваются, интерпретируются, изменяются, обновляются. Для визуализации и последующего создания карт нами используется ряд методов и способов, в том числе: типологический, метод картографических анаморфированных изображений, способ качественного и количественного фона, способы ареалов, картодиаграммы, диапазоны значений, способ движения стрелок [*Белозеров и др.,* 2014], и центрографический метод.

В рамках этапа по сбору, организации и подготовки данных для анализа нами была создана база геоданных «Демографические показатели воспроизводства населения Калужской области» и проанализированы региональные особенности воспроизводства населения Калужской области с 1989 по 2020 г.

[1] Схема территориального планирования Калужской области. ФГИС ТП Федеральная государственная информационная система территориального планирования. Электронный ресурс: https://fgistp.economy.gov.ru/doc.php.t?show_document=true&uin=29000000020102202009222 (дата обращения 30.04.2021).

Используемый в работе центрографический метод [*Преображенский,* 2017] опирается на алгоритм Mean coordinate(s) QGIS[1]. Так, нами были определены центры тяжести населения Калужской области, расчет производился как для населения в целом, так и для городского и сельского населения в частности. Отметим, что применение существующих методик к ГИС-анализу предполагает построение геоинформационных моделей и проведение пространственного анализа, но порядок реализации этапов анализа не определен и зависит от программного обеспечения, его возможностей, сущности изучаемого процесса, применяемых методов, исходных данных и т.д.

Проведенный анализ вызволил высказать ряд нижеизложенных положений. Плотность населения Калужской области – 33,60 чел/км² (2021 г.). Различия в территориально дифференциации размещения населения проявляются в тенденции к «стягиваю» населения из северо-западных и юго-восточных районов в районы основной зоны расселения с преобладанием миграционного направление село-город. Подобное неравное соотношение плотности населения сохраняется на всем наблюдаемом периоде с 1989 по 2020 г. Наиболее негативно на районы с преобладающим сельским влияет миграция и соответственное уменьшение численности населения (Барятинский, Ульяновский, Ферзиковский и другие районы), что на фоне естественной убыли населения приводит к «истощению» людского потенциала территории.

Стабилизация городского населения обусловлена миграционным притоком из сельской местности области, а также извне региона. Среди таких территорий − городские округа Обнинск и Калуга, Жуковский и Боровский районы. Основной демографический тренд Калужской области – регрессия ранее развитой сети населенных пунктов сельских районов с увеличением доли городского населения, особенно территорий, примыкающих к г. Москве и Московской области.

Применение ГИС-технологий для анализа воспроизводства региона и создания пространственно-временных моделей воспроизводства населения позволяет представить данные в наглядной форме, показать взаимное размещение, взаимосвязь и взаимозависимость элементов системы. Также, это снижает время обработки данных и результатов расчета, дает основу для дальнейшего сравнительного анализа параметров территорий и объектов, их изменение под влиянием различных факторов, увеличивает точность получаемых результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белозеров В.С., Панин А.Н., Черкасов А.А.* ГИС «Этнические процессы в России» − инструмент управления полиэтничными территориями. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС», 2014. №20. С. 439−443.
2. *Белозеров В.С., Панин А.Н., Турун П.П., Эшроков В.М.* Геоинформационный мониторинг этнодемографических, миграционных процессов и сети поселений на Юге России. Вестник Южного научного центра РАН, 2009. Т. 5. №3. С. 96−104.
3. *Есикова В.О.* Аспекты ГИС-анализа социально-экономических процессов. Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, социальный, правовой, экономический и экологический аспекты: материалы международной научно-практической конференции, Воронеж, 2019. Т. 2. С. 29−31.
4. *Есикова В. О.* ГИС-анализ социально-экономических процессов региона. Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг: Вып. 4. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2019. С. 218−222.

[1] Vector analysis. QGIS User Guide. Электронный ресурс: https://docs.qgis.org/ 3.16/en/docs/user_manual/processing_algs/qgis/vectoranalysis.html (дата обращения 29.03.2021)

5. *Есикова В.О.* ГИС-анализ воспроизводства населения региона на примере Калужской области. Демографические процессы, устойчивое развитие туризма и проблемы географического образования: Сборник материалов IX-й научно-практической конференции. Ставрополь: Издательство Надыршин, 2021. С. 15−19.
6. *Зайцев В.В.* Разработка и исследование методики проектирования базы метаданных хранилища геоданных: дис. ... канд. тех. наук (25.00.35). М., 2015. 131 с.
7. *Курбат В.В., Полторабатько А.В.* Моделирование миграционных процессов в Республике Беларусь. Молодой ученый. 2015. №1 (81). С. 6-9. Электронный ресурс: https://moluch.ru/archive/81/14730/ (дата обращения: 05.05.2021).
8. *Макаренко А.А., Загребин Г.И., Степанченко А.Л.* Вопросы теории атласного картографирования. Вестник СГУГиТ, 2020. № 1. С. 136144.
9. *Матчин В. Т.* Базы геоданных. Образовательные ресурсы и технологии. 2017. №3 (20). Электронный ресурс: https://cyberleninka.ru/article/n/bazy-geodannyh (дата обращения 30.03.2021).
10. *Преображенский Ю.В.* Пространственно-временная динамика систем расселения долин Волги и Камы. Географический вестник. 2017. №2 (41). Электронный ресурс: https://cyberleninka.ru/article/n/prostranstvenno-vremennaya-dinamika-sistem-rasseleniya-dolin-volgi-i-kamy (дата обращения: 01.04.2021).
11. *Скалабан И.А.* Социальное картирование как метод анализа социально-территориального пространства. Журнал исследований социальной политики. М., 2012 Т. 10. № 1. С. 61–78.
12. *Тикунов В.С., Белозеров В.С., Щитова Н.А., Панин А.Н, Черкасов А.А.* Геоинформационный мониторинг: инструмент пространственно-временного анализа миграции населения. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 2015. № 2. С. 33−39.
13. *Evans A., Gray E.* Modelling Variation in Fertility Rates Using Geographically Weighted Regression. Spat Demogr, 2018. No 6. P. 121–140.
14. *Fratczak E.* Demographic processes: past, present and future − selected issues. Papers on Global Change IGBP, 2013. No 20(1). P. 64-84. DOI: 10.2478/igbp-2013-0003.
15. *Frejka T., Zakharov S.* Comprehensive Analyses of Fertility Trends in the Russian Federation during the Past Half Century. MPIDR Working Paper, 2012. 27 p.

REFERENCES

1. *Belozerov V.S., Panin A.N., Cherkasov A.A.* GIS "Ethnic Processes in Russia" is a tool for managing polyethnic territories. Materials of the International Conference "InterCarto. InterGIS", 2014. No 20. P. 439−443 (in Russian).
2. *Belozerov V.S., Panin A.N., Turun P.P., Eshrokov V.M.* Geographic information monitoring of ethno-demographic, migration processes and a network of settlements in the South of Russia. SSC RAS, 2009. V. 5. No 3. P. 96−104 (in Russian).
3. *Esikova V.O.* Aspects of GIS analysis of socio-economic processes. Theoretical and applied problems of geographical science: demographic, social, legal, economic and environmental aspects: materials of the international scientific and practical conference, Voronezh, 2019. V. 2. P. 29−31 (in Russian).
4. *Esikova V.O.* GIS-analysis of socio-economic processes in the region. Ecology. Economy. Computer science. Series: Geoinformation technologies and space monitoring: Issue 4. Rostov n / a: Publishing house of the SSC RAS, 2019. P. 218−222 (in Russian).
5. *Esikova VO* GIS-analysis of population reproduction in the region on the example of the Kaluga region. Demographic Processes, Sustainable Development of Tourism and Problems of Geographical Education: Collection of Materials of the IXth Scientific and

Practical Conference. Stavropol: Nadyrshin Publishing House, 2021, P. 15−19 (in Russian).
6. *Evans, A., Gray, E.* Modelling Variation in Fertility Rates Using Geographically Weighted Regression. Spat Demogr, 2018. No 6. P. 121–140.
7. *Fratczak E.* Demographic processes: past, present and future − selected issues. Papers on Global Change IGBP, 2013. No 20(1). P. 64-84. DOI: 10.2478/igbp-2013-0003.
8. *Frejka T., Zakharov S.* Comprehensive Analyses of Fertility Trends in the Russian Federation during the Past Half Century. MPIDR Working Paper, 2012. 27 p.
9. *Kurbat V.V., Poltorabatko A.V.* Modeling of migration processes in the Republic of Belarus. Young scientist. 2015. No 1 (81). P. 6−9. Web resource: https://moluch.ru/archive/81/14730/ (accessed: 05/05/2021) (in Russian).
10. *Makarenko A.A., Zagrebin G.I., Stepanchenko A.L.* Questions of the theory of atlas mapping. Bulletin of SGUGiT, 2020. No 1. P. 136−144 (in Russian).
11. *Matchin V.T.* Geodata bases. Educational resources and technologies. 2017. No 3 (20). Web resource: https://cyberleninka.ru/article/n/bazy-geodannyh (accessed 03/30/2021). (in Russian).
12. *Preobrazhensky Y.V.* Spatial-temporal dynamics of settlement systems in the Volga and Kama valleys. Geographical Bulletin. 2017. No 2 (41). Web resource: https://cyberleninka.ru/article/n/prostranstvenno-vremennaya-dinamika-sistem-rasseleniya-doli-n-volgi-i-kamy (accessed 01.04.2021). (in Russian).
13. *Skalaban I.A.* Social mapping as a method for analyzing the socio-territorial space. Journal of Social Policy Research. Moscow, 2012. V. 10. No 1. P. 61–78 (in Russian).
14. *Tikunov V.S., Belozerov V.S., Shchitova N.A., Panin A.N., Cherkasov A.A.* Geoinformation monitoring: a tool for spatial and temporal analysis of population migration. Moscow University Bulletin. Series 5. Geography, 2015. No 2. P. 33−39 (in Russian).
15. *Zaitsev V.V.* Development and research of a methodology for designing a geodatabase metadata base. Dis. ... Cand. those. Sciences (25.00.35). Moscow, 2015.131 p. (in Russian).

УДК: 576 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-333-346**

В.В. Пожарская [1]

НЕСТАБИЛЬНОСТЬ ГЕНОМА КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ

АННОТАЦИЯ

Данные различных исследователей свидетельствуют о том, что совместные эффекты природных и антропогенных факторов непосредственно влияют на характер территориальной заболеваемости жителей Крайнего Севера. При биомониторинге окружающей среды для оценки степени генотоксичности территорий сравнения широко применяется микроядерный тест на клетках человека. Цель исследований – изучение локальной ситуации с накоплением повреждений в лимфоцитах детей, проживающих в Мурманской области, с помощью микроядерного теста и выявление различий встречаемости двуядерных клеток и клеток с микроядрами, свидетельствующих о дестабилизации генетического материала, в результате действия внешнесредовых факторов и условий проживания.

В результате оценки цитогенетического статуса детского населения, проживающего на территориях сравнения (с. Краснощелье, с. Ловозеро, п.г.т. Умба, г. Апатиты) выявлены специфические территориальные особенности цитогенетического статуса детей, которые вероятно, ассоциированны с преобладающей заболеваемостью на территориях сравнения, и обусловлены особенностями территориальных генотоксических и токсических агентов.

Отмечены достоверные отличия по частоте встречаемости двуядерных лимфоцитов с микроядром у школьников при учете всех клеток (одноядерных, двуядерных, трехядерных, четырехядерных клеток, а также клеток, содержащих более 4 ядер) между с. Краснощелье Ловозерского района, с. Ловозеро ($U = 45,0$, $p = 0,0009$), п.г.т. Умба Терского района ($U = 91,0$, $p = 0,0125$) и г. Апатиты ($U = 113,0$, $p = 0,0125$). Также были отмечены достоверные отличия между частотой встречаемости клеток с микроядрами, среди клеток, не ответивших на митогенный сигнал (одноядерные) и содержащих более 2 ядер в лимфоцитах между подростками с. Краснощелья и населенных пунктов г. Апатиты ($U = 109,0$, $p = 0,0093$) и п.г.т Умба ($U = 73,5$, $p = 0,0025$).

При сравнении частоты встречаемости всех типов клеток, содержащих микроядра в лимфоцитах подростков, выявлены достоверные различия между частотой встречаемости таких клеток у подростков г. Апатиты и пгт. Умба ($U = 97,0$, $p = 0,0036$).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лимфоциты, Мурманская область, микроядерный тест, генотоксичность, биомониторинг, дети, школьники, жители Крайнего Севера.

[1] ФГБУН ФИЦ Кольский научный центр РАН, Апатиты, Россия,
e-mail: **vika_pozharskaja@mail.ru**

[2] Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences», Apatity, Russia,
e-mail: **vika_pozharskaja@mail.ru**

Viktoria V. Pozharskaya[2]

GENOME INSTABILITY AS AN INDICATOR OF ENVIRONMENTAL STATE IN THE MURMANSK REGION

ABSTRACT

The data of various researchers indicate that the combined effects of natural and anthropogenic factors directly affect the nature of the territorial morbidity of the inhabitants of the Far North. In biomonitoring of the environment, a micronucleus test on human cells is widely used to assess the degree of genotoxicity of the comparison areas. The aim of the research is to study the local situation with the accumulation of lesions in the lymphocytes of children living in the Murmansk region using a micronucleus test. As a result of assessing the cytogenetic status of the child population living in the comparison territories (Krasnoshchelye, Lovozero, Umba, Apatity), specific territorial features of the cytogenetic status of children were revealed, which are probably associated with the prevailing morbidity in the territories comparisons. This is probably due to territorial genotoxic and toxic agents. Significant differences in the frequency of occurrence of binucleated lymphocytes with micronuclei in schoolchildren were noted when all cells (mononuclear, binuclear, trinuclear, quadrenuclear cells, as well as cells containing more than 4 nuclei) were taken into account between Krasnoshchelye, Lovozero ($U = 45.0$, $p = 0{,}0009$), Umba ($U = 91.0$, $p = 0.0125$) and Apatity ($U = 113.0$, $p = 0.0125$). Also, significant differences were noted between the frequency of occurrence of cells with micronuclei among cells that did not respond to the mitogenic signal (mononuclear) and contain more than 2 nuclei in lymphocytes between adolescents from Krasnoshchelye and Apatity ($U = 109.0$, $p = 0.0093$) and Umba ($U = 73.5$, $p = 0.0025$). When comparing the frequency of occurrence of all types of cells containing micronuclei in the lymphocytes of adolescents, significant differences were revealed between the frequency of occurrence of such cells in adolescents from Apatity and Umba ($U = 97.0$, $p = 0.0036$).

KEYWORDS: lymphocytes, Murmansk region, micronucleus test, genotoxicity, biomonitoring, children, schoolchildren, residents of the Far North.

ВВЕДЕНИЕ

Население Мурманской области, как и других промышленно-развитых арктических регионов, подвергается воздействию сложного комплекса экстремальных факторов, в котором техногенное загрязнение может существенно усиливать неблагоприятные эффекты природных условий. Данные различных исследователей свидетельствуют о том, что совместные эффекты природных и антропогенных факторов непосредственно влияют на характер территориальной заболеваемости жителей Крайнего Севера [*Белишева и др.,* 2012; *Белишева, Петров,* 2013; *Белишева,* 2014; *Белишева, Талыкова,* 2014; *Завадская и др.,* 2018; *Белишева, Мартынова,* 2019]. Из всей совокупности неблагоприятных факторов наиболее значимым для здоровья жителей Северо-Западной части Арктики принято считать территориально-специфическое техногенное загрязнение, которое обусловлено не только деятельностью локальных источников промышленных отходов, но и межтерриториальным переносом их токсических компонентов, а природные факторы только усиливают действие антропогенных, поэтому вопрос о характере взаимоотношений между ними в процессе формирования повреждающих или адаптивных ответных реакций в каждом конкретном случае до сих пор остается открытым.

При биомониторинге окружающей среды для оценки степени генотоксичности территорий сравнения широко применяется микроядерный тест на клетках человека [*Bonassi et al.,* 2005; *Ингель и др.,* 1997; *Ингель, Ревазова,* 1999]. Этот тест на клетках человека характеризуется надежностью получаемых результатов, универсальностью объектов исследования, простотой по сравнению с другими методами определения повреждения ДНК, например, метафазным анализом, и в то же время не уступает им по чувствительности [*Горовая, Климкина,* 2002; *Ингель,* 2005; *Ингель,* 2006]. Выявление территорий наиболее благоприятных с точки зрения генотоксического благополучия позволит наиболее эффективно заниматься профилактикой заболеваний у населения и внедрением методик здоровьесбережения. Цель исследований – изучение локальной ситуации с накоплением повреждений в лимфоцитах детей, проживающих в Мурманской области, с помощью микроядерного теста, и выявление различий встречаемости двуядерных клеток и клеток с микроядрами, свидетельствующих о дестабилизации генетического материала, в результате действия внешнесредовых факторов и условий проживания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В Мурманской области контаминация токсическими и канцерогенными веществами не имеет четкой локализации, и носит градиентный характер, с наибольшими концентрациями вблизи источников загрязнения [*Мирецкий и др.,* 1999; Прозоровский, *Скопичев,* 2004].

Исследование было проведено в 2018–2020 гг. на территории Мурманской области в четырёх населённых пунктах: г. Апатиты (67°34' N, 33°24'E) Апатито-Кировского района, п.г.т. Умба (66°41' N, 34°20'E) Терского района, в Ловозерском районе – с. Ловозеро (68°02' N, 35°00'E) и с. Краснощелье (67°20'N, 37°02'E). Всего было обследовано более 500 детей в возрасте 3–18 лет.

Исследование проводилось с привлечением здоровых, на момент включения в группы сравнения, детей. Исследование было одобрено советом по Биоэтике ФГБУН НИЦ МБП ФИЦ КНЦ РАН (от 22.01.2018 г.). Согласно принципам медицинской этики, одобренной Генеральной Ассамблеей ООН (1992 г.) и конвенции Совета Европы по биоэтике (1997 г.) родители/опекуны обследуемых детей были ознакомлены с целью и условиями исследования и дали свое письменное согласие на участие своего ребенка в данном исследовании.

Оценку цитогенетического статуса детей проводили на биоматериале (венозная кровь), после интервьюирования обследуемого пациента. Взятие венозной крови проводилось в вакуумные пробирки с гепарином для получения культуры лимфоцитов.

Микроядерный тест проводили на ФГА-стимулированных лимфоцитах цельной периферической крови человека в соответствии с методикой [*Fenech et al.,* 2003; *Yager, Sorsa, Selvin,* 1988]. Анализ препаратов проводили с помощью микроскопа AXIOSTAR PLUS (Karl Zeiss, Германия) (об. 15 х ок. 40, 100). Долю двуядерных клеток с микроядрами оценивали относительно 1000 двуядерных клеток, цитокинез которых был остановлен цитохалазином В (ЦХВ), т.е. в клетках, проходивших первый митоз между 48 и 72 ч после стимуляции ФГА [*Пелевина и др.,* 2011]. Оценка частоты встречаемости клеток с генетическими и цитологическими нарушениями [*Tolbert et al.,* 1992] проводили на основе анализа не менее 1000 клеток на каждом препарате. На препаратах идентифицировали: одноядерные клетки, все полиядерные клетки без нарушений (одноядерные, двуядерные, трехъядерные, четырехъядерные клетки), все полиядерные клетки с микроядром или несколькими микроядрами, а также ядра с насечкой, вакуолизацию ядра, нарушения типа ядерных почек и протрузий.

При оценке цитогенетического статуса жителей территорий сравнения с использованием лимфоцитов периферической крови, применялось два метода учета цитогенетических нарушений в культуре лимфоцитов. Первый вариант является классическим протоколом микроядерного теста, при котором учитываются только двуядерные лимфоциты и идентифицируются имеющиеся в них микроядра [*Fenech et al.,* 2003; *Kirsch-Volders et al.,* 2002]. Второй вариант является расширенным, при котором учитываются все клетки лимфоцитов, вне зависимости от плоидности, и идентифицируются микроядра. Решение об использовании расширенного метода подсчета микроядер было принято, поскольку в ряде научных работ показана необходимость учета микроядер в полиядерных клетках при изучении генотоксических эффектов окружающей среды и нестабильности генома человека [*Ляпунова, Комарова,* 2014; *Ингель,* 2006].

В соответствии с классическим протоколом микроядерного теста на лимфоцитах крови у испытуемых оценивалось число двуядерных лимфоцитов без микроядра и число двуядерных лимфоцитов с микроядром на 1000 клеток [*Fenech,* 2007; *Fenech, Morley,* 1985; *Fenech et al.,* 2003].

Статистический анализ проводили с использованием программного пакета программ STATISTICA 10. В работе оценивали средние арифметические значения исследуемых показателей (M), а также приводили значения стандартной ошибки этих показателей (m). Для сравнения независимых выборок использовали непараметрический критерий Mann-Whitney U, где U – медиана возможных разностей между элементами одной и второй выборки, p – уровень значимости различий, который в данной работе принимали при $p < 0,05$. При значении U меньше табличного или равно ему, признается статистическая значимость различий между уровнями признака в рассматриваемых выборках. Достоверность различий тем выше, чем меньше значение U.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительная оценка цитогенетических нарушений в лимфоцитах периферической крови детского населения территорий сравнения (с. Краснощелье, с. Ловозеро, п.г.т. Умба, г. Апатиты) выявила специфические территориальные особенности цитогенетического статуса детей.

Сравнение значимости различий между цитогенетическими нарушениями в лимфоцитах периферической крови у подростков г. Апатиты и с. Краснощелье показал, что у подростков с. Краснощелье содержание двуядерных лимфоцитов с микроядром в 2 раза выше, чем у их сверстников в г. Апатиты (табл. 1).

Табл. 1. Сравнение значимости различий между цитогенетическими нарушениями (‰) в лимфоцитах периферической крови у подростков г. Апатиты и с. Краснощелье с применением непараметрического критерия значимости различий Колмогорова-Смирнова

Table 1. Comparison of the significance of differences between cytogenetic disorders (‰) in peripheral blood lymphocytes in adolescents from Apatity and Krasnoshchelye. Used the nonparametric criterion of the significance of the Kolmogorov-Smirnov differences

n = 14	p-уров.	Среднее Апатиты	Среднее Красно щелье	Ст. откл. Красно щелье	Ст. откл Апатиты	Крат-ность Красноще лье/Апати ты
двуядерный лимфоцит	**p < ,001**	**980,70**	**954,96**	**7,24**	**8,23**	**0,97**

двуядерный лимфоцит с микроядром	**p < ,001**	**10,98**	**21,88**	**3,63**	**4,75**	**2,0**
одноядерный лимфоцит с микроядром	**p < ,001**	**4,57**	**11,98**	**3,50**	**4,82**	**2,6**
трехъядерный лимфоцит с микроядром	p < ,10	0,15	1,35	0,37	1,67	9,31
двуядерный лимфоцит с протрузией	p > ,10	1,76	2,47	1,64	1,99	1,40
двуядерный лимфоцит с почкой	**p < ,005**	**0,88**	**2,70**	**0,69**	**2,17**	**3,1**
двуядерный лимфоцит с насечкой	**p < ,001**	**0,96**	**4,18**	**1,92**	**2,15**	**4,4**

Также у подростков с. Краснощелья по сравнению с подростками из г. Апатиты отмечается повышенное содержание одноядерных лимфоцитов с микроядром, двуядерных лимфоцитов с почкой, двуядерных лимфоцитов с насечкой – в 2,6, 3,1, 4,4 раза, соответственно. Такие нарушения в лимфоцитах и их преобладание у детей с. Краснощелье по сравнению с лимфоцитами детей из г. Апатиты могут свидетельствовать об индуцированной геномной нестабильности, которая является основой повышенной заболеваемости у детей, подвергающихся низкоинтенсивному воздействию радиации в малых дозах [*Сусков и др.,* 2006].

Микроядерный тест на лимфоцитах периферической крови школьников по классическому протоколу показал, что частота встречаемости двуядерных лимфоцитов с микроядром в культуре лимфоцитов подростков с. Ловозеро (Ловозерского района) составляет 16,8±1,5‰, в п.г.т. Умба (Терского района) – 15,9±1,5‰, в г. Апатиты – 13,4±1,71‰ (таблица 2, рис. 1), что ниже, чем в с. Краснощелье в 1,3, в 1,4, в 1,6 раза, соответственно.

Табл. 2. Средние значения встречаемости двуядерных лимфоцитов с микроядром в обследуемых группах (классический протокол)

Table 2. Average values of the occurrence of binucleated lymphocytes with micronuclei in the study groups (classic protocol)

Населенный пункт	Частота двуядерных лимфоцитов без микроядра, ‰	Частота двуядерных лимфоцитов с микроядром, ‰
Ловозерский район		
с. Ловозеро (n=13)	$983,2\pm1,5^{2,4}$	$16,8\pm1,5^{2,4}$
с. Краснощелье (n=10)	$978,7\pm2,4^{1,3,4}$	$21,3\pm2,4^{1,3,4}$
Терский район		
п.г.т. Умба (n=16)	$984,1\pm1,5^{2}$	$15,9\pm1,5^{2}$
Апатитско-Кировский район		
г. Апатиты (n=19)	$986,6\pm1,7^{1,2}$	$13,4\pm1,7^{1,2}$

Примечание: верхним регистром указаны номера населенных пунктов, в которых показатели достоверно отличаются от приведенных значений согласно U-критерий Манна-Уитни (p ≤ 0,05): 1 – с. Ловозеро; 2 – с. Краснощелье; 3 – п.г.т. Умба; 4 – г. Апатиты.

Note: the upper case indicates the numbers of settlements in which the indicators significantly differ from the given values according to the Mann-Whitney U-test (p ≤ 0,05): 1 – Lovozero; 2 – Krasnoschelye; 3 – Umba; 4 – Apatity.

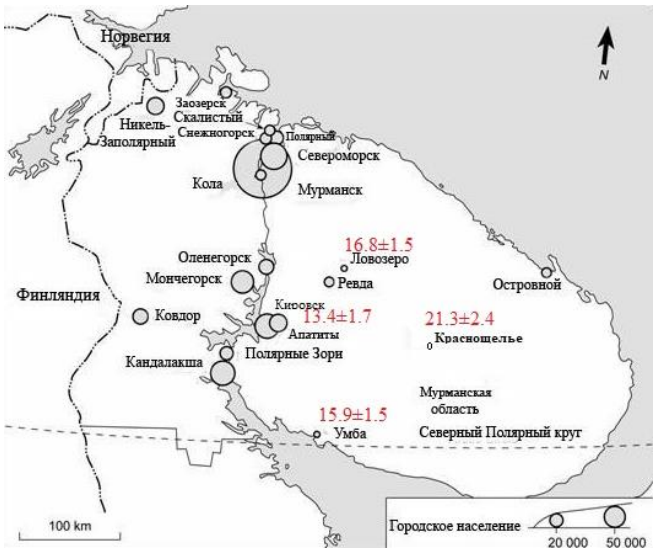


Рис. 1. Территориальная представленность лимфоцитов с микроядрами в крови детей Мурманской области

Fig. 1. Territorial representation of lymphocytes with micronuclei in the blood of children of the Murmansk region

Данные, приведенные в табл. 2 показывают, что частота встречаемости двуядерных лимфоцитов с микроядром у школьников с. Краснощелье Ловозерского района достоверно отличается от соответствующих показателей у школьников с. Ловозеро (U = 72,5, p = 0,017), п.г.т. Умба (U = 70,0, p = 0,0018) и г. Апатиты (U = 61,0, p = 0,0001). При этом, самые низкие показатели частоты встречаемости двуядерных лимфоцитов с микроядром отмечены у школьников в г. Апатиты и п.г.т. Умба Терского района.

Анализ препаратов согласно расширенному протоколу микроядерного теста показал, что значительная часть клеток с микроядрами содержит 1 или больше двух ядер (табл. 3).

Табл. 3. Средние значения встречаемости лимфоцитов с микроядром в обследуемых группах (расширенный протокол, учтены все клетки), ‰

Table 3. Average values of the occurrence of lymphocytes with micronuclei in the examined groups (extended protocol, 1-, 2-, 3-, 4- and more nuclear cells are taken into account), ‰

	Частота двуядерных лимфоцитов с микроядром	Число клеток содержащих микроядра, без учета двуядерных лимфоцитов	Частота всех клеток с микроядрами
Ловозерский район			
с. Ловозеро (n=13)	9,9±0,8[2]	8,9±0,8[3]	18,8±1,3

с. Краснощелье (n=10)	14,5±0,8[1,3,4]	8,3±0,6[3,4]	22,7±1,2[4]
Терский район			
п.г.т. Умба (n=16)	11,1±1,0[2]	21,4±2,9[2]	32,5±3,2[4]
Апатитско-Кировский район			
г. Апатиты (n=19)	10,9±1,2[2]	6,0±1,0[1,3,4]	17,0±2,0[2,3]

Примечание: верхним регистром указаны номера населенных пунктов, в которых показатели достоверно отличаются от приведенных значений согласно U-критерий Манна — Уитни (p ≤ 0,05): 1 – с. Ловозеро; 2 – с. Краснощелье; 3 – п.г.т. Умба; 4 – г. Апатиты.

Note: the upper case indicates the numbers of settlements in which the indicators significantly differ from the given values according to the Mann-Whitney U-test (p ≤ 0,05): 1 – Lovozero; 2 – Krasnoschelye; 3 – Umba; 4 – the city of Apatity.

Отмечаются достоверные отличия по частоте встречаемости двуядерных лимфоцитов с микроядром у школьников при учете всех клеток, вне зависимости от их плоидности, между с. Краснощелье Ловозерского района, с. Ловозеро (U = 45,0, p = 0,0009), п.г.т. Умба Терского района (U = 91,0, p =0,0125) и г. Апатиты (U = 113,0, p = 0,0125) (табл. 3). Также были отмечены достоверные отличия между частотой встречаемости клеток с микроядрами, среди клеток, не ответивших на митогенный сигнал (одноядерные) и содержащих более 2 ядер в лимфоцитах между подростками с. Краснощелье и населенных пунктов, расположенных в других районах Мурманской области – г. Апатиты (U = 109,0, p = 0,0093) и п.г.т. Умба. (U = 73,5, p = 0,0025).

При сравнении частоты встречаемости всех типов клеток, содержащих микроядра в лимфоцитах подростков, выявлены достоверные различия между частотой встречаемости таких клеток у подростков г. Апатиты и п.г.т. Умба (U = 97,0, p = 0,0036).

При этом, в г. Апатиты и в Ловозерском районе большинство клеток с микроядром содержало 1 или 2 ядра, причем доля одноядерных лимфоцитов у некоторых обследованных доходила до 52% от всех лимфоцитов, на фоне незначительного числа клеток, содержащих более 2 ядер. Это свидетельствует о том, что значительная часть лимфоцитов либо оказалась нечувствительна к воздействию цитокинетического блока, либо не ответила на митогенный сигнал и не прошла стадию митоза до фиксации (в течение 28 часов после добавления к культивируемым клеткам ЦХБ). Поэтому можно предположить, что эти особенности могли бы быть обусловлены специфическими эндогенными и экзогенными факторами, ассоциированными с территорией проживания. Причем, разные техногенные и природные агенты могли бы приводить к одному и тому же результату [*Корсаков и др.,* 2012]: высокотоксичные агенты на территории г. Апатиты и радиационный фактор среды в Ловозерском районе.

В соответствии с Международным протоколом микроядерного теста [*Fenech et al.,* 2011], частота одноядерных клеток с микроядрами является одним из показателей нестабильности генома, что служит дополнительным подтверждением для геномной нестабильности и гипермутабильности клеток организма жителей с. Краснощелье, с. Ловозеро, а также высокой токсичности среды проживания в г. Апатитах. Доля полиядерных лимфоцитов без учета двуядерных была не значительной (не более 1,5%), на препаратах были идентифицированы только единичные клетки, содержащие более 2 ядер. Это также свидетельствует о низкой пролиферативной активности клеток доноров в культуре.

В Терском районе доля одноядерных клеток была не значительной и составляла 4–16% от общего числа клеток. Доля клеток, содержащих более 2 ядер, составляла от 2 до

6% (из них до 4,5% клеток было представлено четырехъядерными лимфоцитами, т.е. клетками, прошедшими митоз 2 раза за 28 часов). Это свидетельствует о более высокой скорости пролиферации у подростков, проживающих в Терском районе относительно других территорий сравнения. Увеличение скорости пролиферации лимфоцитов у детского населения в Терском районе может быть обусловлено преобладающей заболеваемостью на этой территории, связанной с аллергическими и аутоиммунными расстройствами [*Fenech et al.,* 2011; *Бяхова.,* 2007].

Известно, что развитие воспалительных процессов и усиление иммунных реакций организма также приводит к увеличению частоты микроядер, что связано с апоптотической гибелью клеток (по большей части лимфоцитов и макрофагов), отвечающих за реализацию иммунного ответа [*Balansky et al.,* 1992; *Chang et al.,* 2006; *Calveley et al.,* 2005] и, вероятно, с компенсаторными процессами, проявляющимися в ускоренной пролиферации лимфоцитов. В частности, усиление продукции цитокинов лимфоцитами, макрофагами, гранулоцитами и другими клетками иммунной системы в ответ на нарушение иммунного гомеостаза и повышение уровня апоптоза тесно коррелирует с увеличением в них общей частоты микроядер, что позволяет использовать их уровень в качестве маркера заболеваний воспалительного характера [*Балева, Сипягина,* 2019; *Калаев и др.,* 2006; *Chinnasamy et al.*, 1997]. Формирование микроядер наблюдается также при заболеваниях аллергического типа [*El-Zein et al.,* 2006].

Выявленные различия свидетельствуют о глубоких цитогенетических нарушениях в лимфоцитах у детей, что отражает геномную нестабильность [*Балева и др.,* 2016; *Hancock et al.,* 2020; *Балева, Сипягина,* 2019; *Ryabokon et al.,* 2005; *Сусков и др.,* 2006; *Aghajanyan et al.,* 2011]. Микроядра характеризуют двухцепочечные разрывы ДНК, свидетельствующие о более высоком уровне анеуплоидных клеток, а анеуплоидия, также, как и разрывы хромосом, могут привести к повышенной мутабильности, что, как предполагается, является предшественником рака [*Fenech,* 2002]. Высокий уровень анеуплоидных клеток у детей и повышенное содержание двуядерных лимфоцитов с протрузией, как и двуядерных лимфоцитов с почкой, могут свидетельствовать о начале канцерогенеза. Эти изменения так же являются свидетельством повышенной мутабильности [*Хансон, Комар,* 1985; *Мейер и др.,* 2014], которое может привести к изменению дозы онкогенов и, следовательно, к повышенному риску развития рака. Возможно, высокий уровень первичной заболеваемости детей 15–17 лет новообразованиями в Ловозерском районе Мурманской области отражает состояние повышенной мутабильности соматических клеток, возникшее под влиянием генотоксических агентов ионизирующей природы.

ВЫВОДЫ

Таким образом, оценка цитогенетического статуса населения, проживающего на территориях сравнения, с применением микроядерного теста на лимфоцитах периферической крови, выявила значимые различия в характере цитогенетических нарушений, вероятно, ассоциированных с преобладающей заболеваемостью на территориях сравнения, и обусловленных особенностями территориальных генотоксических и токсических агентов. Для наиболее полного понимания влияния на цитогенетический статус человека различных параметров среды проживания, механизмов возникновения генетических повреждений, а также создания методологии прогноза развития этих эффектов необходим новый комплексный подход, позволяющий рассматривать организм в совокупности его разнообразных реакций. Поэтому необходимо проводить исследования, направленные на оценку нестабильности генома человека, обусловленные как биохимическими и физиологическими реакциями, так и психологическими фено-

менами организма, в значительной мере определяемыми условиями среды проживания. Для понимания механизма возникновения генетических повреждений и связанной с этим нестабильностью генома человека в ответ на воздействия, являющиеся атрибутами реальной жизни (социальные, психологические, физические, химические факторы среды и т.д.), необходимо проводить исследования на группах лиц в динамике. Ведь только исследования, проведенные в динамике, позволят понять механизм изменения скорости пролиферации клеток и выявить факторы, влияющие на этот процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Балева Л.С., Номура Т., Сипягина А.Е., Карахан Н.М., Якушева Е.Н., Егорова Н.И.* Цитогенетические эффекты и возможности их трансгенерационной передачи в поколениях лиц, проживающих в регионах радионуклидного загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС. Российский Вестник перинаталогии и педиатрии, 2016. № 3. С. 87–94. DOI: 10.21508/1027-4065-2016-61-3-87-94.
2. *Балева Л.С., Сипягина А.Е.* Предикторы риска формирования радиационно-индуцированных стохастических заболеваний в поколениях детей из семей облученных родителей – актуальная проблема современности. Российский Вестник перинаталогии и педиатрии, 2019. № 64(1). С. 7–14. DOI: 10.21508/1027-4065-2019-64-1-7-14.
3. *Белишева Н.К.* Вклад высокоширотных гелиогеофизических агентов в заболеваемость населения Евро-Арктического региона. Вестник Уральской медицинской академической науки, 2014. №2(48). С. 5–11.
4. *Белишева Н.К., Мартынова А.А.* Комплексный подход для выявления причин заболеваемости детского населения Кольского Севера Проблемы адаптации и дезадаптации человека в экстремальных условиях Арктики. Вестник Уральской медицинской академической науки, 2019. Т. 16. № 2. С. 78–85. DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-78-85.
5. *Белишева Н.К., Петров В.Н.* Проблема здоровья населения в свете реализации стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации. Труды Кольского научного центра РАН, 2013. В.4. С.151–173.
6. *Белишева Н.К., Талыкова Л.В., Мельник Н.А.* Медико-биологический мониторинг – как средство оценки качества окружающей среды для здоровья населения на Севере. Материалы VII Северного социально-экологического конгресса, 2012. С. 93–111.
7. *Белишева Н.К., Талыкова Л.В.* Связь некоторых патологических исходов беременности с источниками ионизирующей радиации в окружающей среде. Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Материалы V Всероссийской научной конференции с международным участием, 2014. Ч. 3. С. 151–155.
8. *Бяхова М.М.* Анализ кариологических показателей у детей с бронхиальной астмой и в группе сравнения в г. Туле. Материалы II Всерос. научно-практ. конф. молодых ученых и специалистов «Окружающая среда и здоровье», 2007. С. 13–14.
9. *Горовая А.И., Климкина И.И.* Использование цитогенетического тестирования для оценки экологической ситуации и эффективности оздоровления детей и взрослых природными адаптогенами. Цитология и генетика, 2002. Т. 36. №5. С. 21–25.
10. *Ингель Ф.И.* Качество жизни и индивидуальная чувствительность генома человека. Есть ли выход из порочного круга? Экологическая генетика, 2005. Т. 3. № 3. С. 38–46.

11. *Ингель Ф.И.* Перспективы использования микроядерного теста на лимфоцитах человека, культивируемых в условиях цитокинетического блока. Ч. 1. Пролиферация клеток. Экологическая генетика, 2006. Т. 4. № 3. С. 38–54.
12. *Ингель Ф.И., Прихожан А.М., Цуцман Т.Е., Ревазова Ю.А.* Оценка глубины стресса и ее использование при проведении генетико-токсикологических исследований на людях. Вестник Академии медицинских наук, 1997. № 7. С. 24–28.
13. *Ингель Ф.И., Ревазова Ю.А.* Модификация эмоциональным стрессом мутагенных эффектов ксенобиотиков у животных и человека. Исследования по генетике, 1999. В.12. С. 86–103.
14. *Завадская Т.С., Р.Е. Михайлов, Белишева Н.К.* Анализ вкладов геофизических агентов и эндогенной микрофлоры в заболеваемость мужчин болезнями мочеполовой системы на Кольском Севере. Вестник Уральской медицинской академической науки, 2018. Т. 15. № 2. С. 162–175. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-162-175.
15. *Калаев В.Н., Буторина А.К., Кудрявцева О.Л.* Частота встречаемости клеток с микроядрами в плоском эпителии, полученном из соскобов с шейки матки женщин детородного возраста при различных физиологических состояниях, в норме и при воспалении. Естествознание и гуманизм, 2006. Т. 3. № 2. С. 22–23.
16. *Корсаков А.В., Трошин В.П., Михалев В.П., Жилин А.В., Жилина О.В., Воробьева Д.А., Короткова Н.С.* Сравнительная оценка частоты цитогенетических нарушений в буккальном эпителии детей на экологически неблагополучных территориях Брянской области. Токсикологический Вестник, 2012. № 1. С. 29–34.
17. *Ляпунова Е.Р., Комарова Л.Н.* Действие редко- и плотноионизирующего излучения на популяцию *chlorella vulgaris.* Радиация и риск, 2014. Т. 23. № 4. С. 55–64.
18. *Мейер А.В., Толочко Т.А., Минина В.И., Тимофеева А.А.* Влияние полиморфизма генов репарации ДНК на кариологический статус клеток буккального эпителия человека при экспозиции радоном. Экологическая генетика, 2014. Т.12. № 1. С. 28–38.
19. *Мирецкий Г.И., Рамзаев П.В., Захарченко М.П., Лучкевич В.С.* Радиационный фактор на Крайнем Севере России. Санкт-Петербург: ГНИКИ СКУ «Система», 1999. 132 с.
20. *Пелевина И.И., Афанасьев Г.Г., Алещенко А.В., Антощина М.М, Готлиб В.Я., Конрадов А.А., Кудряшова О.В., Лизунова Е.Ю., Осипов А.Н., Рябченко Н.И., Серебряный А.М.* Молекулярно-клеточные последствия аварии на ЧАЭС. Радиац. биология. Радиоэкология, 2011. Т. 51. № 1. С. 154–161.
21. *Прозоровский В.Б., Скопичев В.Г.* Дистантное действие в патогенезе отравлений фосфоорганическими соединениями. Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии, 2004. Т. 3. №3. С. 56–65.
22. *Сусков И.И., Кузьмина Н.С., Сускова В.С. Балева Л.С., Сипягина А.Е.* Проблема индуцированной геномной нестабильности как основы повышенной заболеваемости у детей, подвергающихся низкоинтенсивному воздействию радиации в малых дозах. Рад. биология. Радиоэкология, 2006. Т. 46. № 2. С. 167–177.
23. *Хансон К.П., Комар В.Е.* Молекулярные механизмы радиационной гибели клеток. М.: Энергоатомиздат, 1985. 150 с.
24. *Aghajanyan A., Kuzmina N., Suskov I., Sipyagina A., Baleva L.* Analysis of Genomic Instability in the Offspring of Fathers Exposed to Low Doses of Ionizing Radiation. Environ Molecul Mutagenesis, 2011; V. 52(5). P. 83–91.

25. *Balansky R.B., D'Agostini F., Zanacchi P., De Flora S.* Protection by N-acetylcysteine of the histopathological and cytogenetical damage produced by exposure of rats to cigarette smoke. Cancer. Lett., 1992. V. 64(2). P. 123–131.
26. *Bonassi S., Ugolini D, Kirsch-Volders M, Strömberg U, Vermeulen R, Tucker JD.* Human population studies with cytogenetic biomarkers: review of the literature and future prospectives. Environ Mol Mutagen., 2005. V. 54. P. 258–270.
27. *Calveley V.L., Khan M.A., Yeung I.W. et al.* Partial volume rat lung irradiation: temporal fluctuations of in-field and out-of-field DNA damage and inflammatory cytokines following irradiation. Int. J. Radiat. Biol., 2005. V. 81(12). P. 887–899.
28. *Chang J.L., Chen G., Lampe J.W., Ulrich C.M.* DNA damage and repair measurements from cryopreserved lymphocytes without cell culture-a reproducible assay for intervention studies. Environ. Mol. Mutagen., 2006. V. 47(7). P. 503–508.
29. *Chinnasamy N., Rafferty J.A., Hickson I. et al.* O6-benzylguanine potentiates the in vivo toxicity and clastogenicity of temozolomide and BCNU in mouse bone marrow. Blood, 1997. 89(5). P. 1566–1573.
30. *El-Zein R.A., Schabath M.B., Etzel C.J. et al.* Cytokinesis-blocked micronucleus assay as a novel biomarker for lung cancer risk. Cancer Res., 2006. V. 66(12). P. 6449–6456.
31. *Fenech M.* Biomarkers of genetic damage for cancer epidemiology. Toxicology, 2002. V. 181. P. 411–416.
32. *Fenech M.* Cytokinesis-block micronucleus cytome assay. Nat. Protoc., 2007. V. 2(5). P. 1084–1104.
33. *Fenech M., Bonassi S., Turner J., et al.* Human Micro Nucleus project. Intra- and inter-laboratory variation in the scoring of micronuclei and nucleoplasmic bridges in binucleated human lymphocytes. Results of an international slide-scoring exercise by the HUMN project. Mutat Res., 2003. V. 534(1–2). P. 45–64.
34. *Fenech M., Holland N., Zeiger E., Chang W.P., Burgaz S., Thomas P., Bolognesi C., Knasmueller S., Kirsch-Volders M., Bonassi S.* The HUMN and HUMNxL international collaboration projects on human micronucleus assays in lymphocytes and buccal cells: past, present and future. Mutagenesis, 2011. V. 26(1). P. 239–245.
35. *Fenech M., Morley A.* Solutions to the kinetic problem in the micronucleus assay // Cytobios.,1985. V. 43 (172–173). P. 233–246.
36. *Hancock S., Nguyen T.K. Vo, Roza I. Goncharova, Colin B. Seymour, Soo Hyun Byun, Carmel E. Mothersill.* One-Decade-Spanning transgenerational effects of historic radiation dose in wild populations of bank voles exposed to radioactive contamination following the chernobyl nuclear disaster. Environmental Research, 2020. V. 180. P. 2–5.
37. *Ryabokon N. I., Smolich I.I., Kudryashov V.P., Goncharova R.I.* Long-term development of the radionuclide exposure of murine rodent populations in Belarus after the Chernobyl accident. Radiat. Environ. Biophys., 2005. V. 44. P. 169–181. DOI: 10.1007/s00411-005-0015-2.
38. *Tolbert P.E., Shy C.M., Allen J.W.* Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: methods development. Mut. Res., 1992. V. 271. P. 69–77.
39. *Yager J.W., Sorsa M., Selvin S.* Micronuclei in cytokinesis-blocked lymphocytes as an index of occupational exposure to alkylating cytostatic drugs. IARC Sci Publ., 1988. V. 89. P. 213–216.

REFERENCES

1. *Aghajanyan A., Kuzmina N., Suskov I., Sipyagina A., Baleva L.* Analysis of Genomic Instability in the Offspring of Fathers Exposed to Low Doses of Ionizing Radiation. Environ Molecul Mutagenesis, 2011. V. 52(5). P. 83–91.

2. *Baleva L.S., Nomura T., Sipyagina A.E., Karahan N.M., YAkusheva E.N., Egorova N.I.* Cytogenetic effects and the possibilities of their transgenerational transmission in generations of persons living in regions of radionuclide contamination after the Chernobyl accident. Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics, 2016. V. 3. P. 87–94 (in Russian). DOI: 10.21508/1027-4065-2016-61-3-87-94.
3. *Baleva L.S., Sipyagina A.E.* Risk predictors of the formation of radiation-induced stochastic diseases in generations of children from families of irradiated parents are an urgent problem of our time. Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics, 2019. V. 64(1). P. 7–14. (in Russian). DOI: 10.21508/1027-4065-2019-64-1-7-14.
4. *Balansky R.B., D'Agostini F., Zanacchi P., De Flora S.* Protection by N-acetylcysteine of the histopathological and cytogenetical damage produced by exposure of rats to cigarette smoke. Cancer. Lett., 1992. V. 64(2). P. 123–131.
5. *Belisheva N.K.* The contribution of high-latitude heliogeophysical agents to the morbidity of the population of the Euro-Arctic region. Bulletin of the Ural Medical Academic Science, 2014. V. 2(48). P. 5–11 (in Russian).
6. *Belisheva N.K., Martynova A.A.* An integrated approach to identify the causes of morbidity in the child population of the Kola North. Problems of human adaptation and maladjustment in extreme conditions of the Arctic. Bulletin of the Ural Medical Academic Science, 2019. V. 16(2). P. 78–85 (in Russian). DOI: 10.22138/2500-0918-2019-16-2-78-85.
7. *Belisheva N.K., Petrov V.N.* The problem of public health in the light of the implementation of the development strategy for the Arctic zone of the Russian Federation. Proceedings of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2013. V.4. P. 151–173. (in Russian).
8. *Belisheva N.K., Talykova L.V., Mel'nik N.A.* Biomedical monitoring – as a means of assessing the quality of the environment for the health of the population in the North. Materials of the VII Northern Social and Environmental Congress, 2012. P. 93–111 (in Russian).
9. *Belisheva N.K., Talykova L.V.* Relationship of some pathological outcomes of pregnancy with sources of ionizing radiation in the environment. Environmental problems of the northern regions and ways to solve them: Proceedings of the V All-Russian scientific conference with international participation, 2014. V. 3. P. 151–155 (in Russian).
10. *Byahova M.M.* Analysis of karyological parameters in children with bronchial asthma and in the comparison group in Tula. Materials of the II All-Russia. scientific and practical. conf. young scientists and specialists "Environment and Health", 2007. P. 13–14 (in Russian).
11. *Bonassi S., Ugolini D., Kirsch-Volders M., Strömberg U., Vermeulen R., Tucker JD..* Human population studies with cytogenetic biomarkers: review of the literature and future prospectives. Environ Mol Mutagen., 2005. V. 54. P. 258–270.
12. *Calveley V.L., Khan M.A., Yeung I.W. et al.* Partial volume rat lung irradiation: temporal fluctuations of in-field and out-of-field DNA damage and inflammatory cytokines following irradiation. Int. J. Radiat. Biol., 2005. V. 81(12). P. 887–899.
13. *Chang J.L., Chen G., Lampe J.W., Ulrich C.M.* DNA damage and repair measurements from cryopreserved lymphocytes without cell culture-a reproducible assay for intervention studies. Environ. Mol. Mutagen., 2006. V. 47(7). P. 503–508.
14. *Chinnasamy N., Rafferty J.A., Hickson I. et al.* O6-benzylguanine potentiates the in vivo toxicity and clastogenicity of temozolomide and BCNU in mouse bone marrow. Blood, 1997. 89(5). P. 1566–1573.

15. *El-Zein R.A., Schabath M.B., Etzel C.J. et al.* Cytokinesis-blocked micronucleus assay as a novel biomarker for lung cancer risk. Cancer Res., 2006; V. 66(12). P. 6449–6456.
Fenech M. Biomarkers of genetic damage for cancer epidemiology. Toxicology, 2002. V. 181. P. 411–416.
16. *Fenech M.* Biomarkers of genetic damage for cancer epidemiology. Toxicology, 2002. V. 181. P. 411–416.
17. *Fenech M.* Cytokinesis-block micronucleus cytome assay. Nat. Protoc., 2007. V. 2(5). P. 1084–1104.
18. *Fenech M., Bonassi S., Turner J. et al.* Human Micro Nucleus project. Intra- and inter-laboratory variation in the scoring of micronuclei and nucleoplasmic bridges in binucleated human lymphocytes. Results of an international slide-scoring exercise by the HUMN project. Mutat Res., 2003. V. 534 (1–2). P. 45–64.
19. *Fenech M., Holland N., Zeiger E., Chang W.P., Burgaz S., Thomas P., Bolognesi C., Knasmueller S., Kirsch-Volders M., Bonassi S.* The HUMN and HUMNxL international collaboration projects on human micronucleus assays in lymphocytes and buccal cells: past, present and future. Mutagenesis, 2011. V. 26(1). P. 239–245.
20. *Fenech M., Morley A.* Solutions to the kinetic problem in the micronucleus assay. Cytobios., 1985. V. 43(172–173). P. 233–246.
21. *Gorovaya A.I., Klimkina I.I.* The use of cytogenetic testing to assess the ecological situation and the effectiveness of the rehabilitation of children and adults with natural adaptogens. Cytology and genetics, 2002. V.36(5). P. 21–25. (in Russian).
22. *Hancock S, Nguyen T.K. Vo, Roza I. Goncharova, Colin B. Seymour, Soo Hyun Byun, Carmel E. Mothersill.* One-Decade-Spanning transgenerational effects of historic radiation dose in wild populations of bank voles exposed to radioactive contamination following the chernobyl nuclear disaster. Environmental Research, 2020. V. 180. P. 2–5.
23. *Hanson K.P., Komar V.E.* Molecular mechanisms of radiation cell death. Energoatomizdat, 1985. 150 p. (in Russian).
24. *Ingel' F.I.* Quality of life and individual sensitivity of the human genome. Is there a way out of the vicious circle? Ekologicheskaya genetika, 2005. V. 3(3). P. 38–46 (in Russian).
25. *Ingel' F.I.* Prospects for the use of the micronucleus test on human lymphocytes cultured under conditions of a cytokinetic block. Part 1. Cell proliferation. Environmental genetics, 2006. V. 4 (3). P. 38–54. (in Russian).
26. *Ingel' F.I., Prikhozhan A.M., Tsutsman T.E., Revazova Yu.A.* Assessment of the depth of stress and its use in the conduct of genetically toxicological studies in humans. Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk, 1997. V. 7. P. 24-8. (in Russian).
27. *Ingel' F.I.,* Revazova Yu.A. Modification by emotional stress of mutagenic effects of xenobiotics in animals and humans. Research in genetics, 1999. V. 12. P. 86□103. (in Russian).
28. *Kalaev V.N., Butorina A.K., Kudryavceva O.L.* The frequency of occurrence of cells with micronuclei in squamous epithelium obtained from scrapings from the cervix of women of childbearing age under various physiological conditions, in health and inflammation. Natural science and humanism, 2006. V. 3 (2). P. 22–23 (in Russian).
29. *Korsakov A.V., Troshin V.P., Mihalev V.P., ZHilin A.V., ZHilina O.V., Vorob'eva D.A., Korotkova N.S.*Comparative assessment of the frequency of cytogenetic disorders in the buccal epithelium of children in ecologically unfavorable areas of the Bryansk region. Toxicological Bulletin, 2012. V. 1. P. 29–34 (in Russian).
30. *Lyapunova E.R., Komarova L.N.* The effect of rare and densely ionizing radiation on the population of *chlorella vulgaris*. Radiation and risk, 2014. V. 23(4). P. 55–64 (in Russian).

31. *Meyer A.V., Tolochko T.A., Minina V.I., Timofeeva A.A.* Influence of DNA repair genes polymorphism on karyology of buccal epithelium cells in humans exposed to radon. Ecological genetics, 2014. V. 12(1). P. 28–38 (in Russian).
32. *Mireckij G.I., Ramzaev P.V., Zaharchenko M.P., Luchkevich V.S.* Radiation factor in the Far North of Russia. St. Petersburg: GNIKI SKU "Sistema". 1999. 132 p. (in Russian).
33. *Pelevina I.I., Afanas'ev G.G., Aleshchenko A.V., Antoshchina M.M, Gotlib V.YA., Konradov A.A., Kudryashova O.V., Lizunova E.YU., Osipov A.N., Ryabchenko N.I., Serebryanyj A.M.* Molecular-cellular consequences of the Chernobyl accident. Radiation. biology. Radioecology, 2011. V. 51(1). P. 154–161 (in Russian).
34. *Prozorovskij V.B., Skopichev V.G.* Distant action in the pathogenesis of poisoning with organophosphate compounds. Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy, 2004. V. 3(3). P. 56–65 (in Russian).
35. *Ryabokon N.I., Smolich I.I., Kudryashov V.P., Goncharova R.I.* Long-term development of the radionuclide exposure of murine rodent populations in Belarus after the Chernobyl accident. Radiat. Environ. Biophys., 2005. V. 44. P. 169–181. DOI: 10.1007/s00411-005-0015-2.
36. *Suskov I.I., Kuz'mina N.S., Suskova V.S. Baleva L.S., Sipyagina A.E.* The problem of induced genomic instability as the basis of increased morbidity in children exposed to low-intensity radiation in low doses. Glad. biology. Radioecology, 2006; V. 46(2). P. 167–177 (in Russian).
37. *Tolbert P.E., Shy C.M., Allen J.W.* Micronuclei and other nuclear anomalies in buccal smears: methods development. Mut. Res., 1992. V. 271. P. 69–77.
38. *Yager J. W., Sorsa M., Selvin S.* Micronuclei in cytokinesis-blocked lymphocytes as an index of occupational exposure to alkylating cytostatic drugs. IARC Sci Publ., 1988. V. 89. P. 213–216.
39. *Zavadskaya T.S., R.E. Mihajlov, Belisheva N.K.* Analysis of the contributions of geophysical agents and endogenous microflora to the incidence of diseases of the genitourinary system in men in the Kola North. Bulletin of the Ural Medical Academic Science, 2018. V. 15(2). P. 162–175. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-2-162-175 (in Russian).

УДК 003.62+912.64+004.93+314+314.1(3) **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-347-360**

А.А. Черкасов[1], **Н.В. Сопнев**[2], **А.Н. Панин**[3]

ГИС-МОНИТОРИНГ СОВРЕМЕННОГО ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ И БОЛЬШИХ ГОРОДОВ ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследования, посвященные геоинформационному мониторингу демографических и миграционных процессов на Юге Европейской части России, в том числе рассмотрены эти особенности в городах, с численностью населения 100 тыс. и более. На современном этапе Россия переживает демографический кризис, который начался еще в 1990-е годы. В целом этот процесс ведет к сокращению численности населения, трансформации половозрастной структуры (старению населения), что приводит к повышению потребностей в иностранных мигрантах, как возможного ресурса сохранения численности населения страны и пополнения трудовых ресурсов. Данный процесс во многом определяет приоритеты национальной государственной политики, в частности в 2018 году запущен нацпроект «Демография», направленный на решение демографических проблем страны. Геоинформационный мониторинг обозначенных процессов построен с возможностью учета этнического состава населения регионов и городов, т.к. этническое разнообразие Юга страны, с точки зрения демографических процессов, обладает высоким демографическим потенциалом, что и демонстрируют в последние десятилетия отдельные национально-территориальные образования (Чеченская Республика, Ингушетия, Дагестан, Кабардино-Балкария и т.д.). Но демографическому потенциалу данных регионов не соответствует их же уровень социально-экономического развития, который на общероссийском фоне и в целом в сравнении с рядом регионов Юга страны крайне низкий. Это приводит к миграционному оттоку населения. С другой стороны находятся регионы, в которых уровень социально-экономического развития выше (например, Краснодарский и Ставропольский край, Ростовская область), но в демографическом отношении ситуация здесь отличается в худшую сторону от национальных субъектов (смертность преобладает над рождаемостью). В статье рассмотрены основные этапы планирования ГИС-мониторинга демографических и миграционных процессов, в частности говорится о сборе исходной информации, ГИС-моделировании и картографировании процессов. В качестве основной программной платформы ГИС-мониторинга использованы функционал и инструментарий, предлагаемый ArcGIS Spatial Analyst фирмы ESRI. Период исследования определен с 2010 по 2019 год.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геоинформационный мониторинг, демографические процессы, миграционные процессы, численность населения, этническая структура населения, большие города.

---

[1] Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра картографии и геоинформатики, Ставрополь, ул. Пушкина, 1, 355000, Россия, доц. каф., кан. геогр. н.; *e-mail:* **cherkasov_stav@mail.ru**

[2] Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра социально-экономической географии и туризма, Ставрополь, ул. Пушкина, 1, 355000, Россия, аспирант; *e-mail:* **sopnev.stav@gmail.com**

[3] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, НИЛ комплексного картографирования (Москва), 119991, Россия, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, МГУ, д. 1, географический факультет; *e-mail:* **alex_panin@mail.ru**

Aleksandr A. Cherkasov[1], **Nikolai V. Sopnev**[2], **Aleksandr N. Panin**[3]

GIS-MONITORING OF MODERN TRANSFORMATION OF THE DEMOGRAPHIC STRUCTURE OF REGIONS AND LARGE CITIES OF THE SOUTH OF THE EUROPEAN PART OF RUSSIA

ABSTRACT

The article presents the results of a study on geoinformation monitoring of demographic and migration processes in the South of the European part of Russia, including cities with a population of 100 thousand or more. Nowadays, Russia experiences a demographic crisis that began in the 1990s. In general, this process leads to a reduction in the population, the transformation of the gender and age structure, which provokes an increment of the need of foreign migrants as a possible resource for maintaining the country's population and increment of the labor force. This process largely determines the priorities of the national state policy, in particular, in 2018, the national project "Demography" was developed, the main aim of which is solving the demographic problems of the country.

Geoinformation monitoring of the indicated processes is built on the ethnic composition of the population of regions and cities, so that, from the point of view of demographic processes the ethnic diversity of the South of the country has a high demographic potential, which is demonstrated in recent decades by individual national-territorial entities (the Republic of Chechnya, Ingushetia, Dagestan, Kabardino-Balkaria, etc.). But the demographic potential of these regions does not correspond to their level of socio-economic development, which is extremely low in comparison with the national background with a number of regions in the South of the country. It leads to a migration outflow of the population. On the other hand, there are regions where the level of socio-economic development is higher (for example, the Krasnodar and Stavropol Territories, the Rostov Region), but the demographic situation in these regions is worse (mortality prevails over the birth rate).

The article deals with the main stages of planning GIS monitoring of demographic and migration processes, in particular, the collection of base information, GIS modeling, and mapping of processes. As the main software platform for GIS monitoring, we used the tools offered by ESRI's ArcGIS Spatial Analyst. The study period is defined from 2010 to 2019.

KEY WORDS: geoinformation monitoring, demographic processes, migration processes, population, ethnic structure of the population, large cities.

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе Россия переживает демографический кризис, который начался еще в 1990-е годы. В целом этот процесс ведет к сокращению численности населения, трансформации половозрастной структуры (старение население), повышению потребностей в иностранных мигрантах, как возможного ресурса сохранения численности населения страны и пополнения трудовых ресурсов [*Раужин,* 2011] [*Дружинин,* 2012] [*Рыбаковский, Кожевникова,* 2018]. Данный процесс во многом определяет приоритеты

1 North-Caucasian federal university, department of cartography and geoinformatics, Stavropol, Pushkina str. 1, 355000, Russia; *e-mail:* **cherkasov_stav@mail.ru**

2 North-Caucasian federal university, department of socio-economic geography and tourism, Stavropol, Pushkina str., 1, 355000, Russia; *e-mail:* **sopnev.stav@gmail.com**

3 Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Faculty of Geography, Research Laboratory of the Integrated Mapping, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia; *e-mail:* **alex_panin@mail.ru**

национальной государственной политики, в частности в 2018 году запущен нацпроект «Демография», направленный на решения демографических проблем страны[1].

Россия, традиционно являясь многоэтничным государством, (с районами концентрации представителей различных этносов, наличием национально-территориальных образований и т.д.), вызывает повышенный интерес в качестве объекта исследования демографических и миграционных процессов, их региональных особенностей. Наиболее привлекательной для исследователей, выступает Юг Европейской части России, территория на которой сформировались разнообразные в этническом отношении регионы и города:

– с доминированием в структуре населения русских: (Астраханская, Волгоградская, Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский край);
– регионы, в которых сопоставимы по численности два и более титульных этноса (Республики: Адыгея, Калмыкия, КЧР, КБР, РСО - Алания, Дагестан);
– регионы, в которых в постсоветский период произошло активное сокращение в структуре населения русских и других не титульных этносов, и сформировались мононациональные территории (Республика Чечня – чеченцы, Ингушетия – ингуши).

Особую важность для исследования представляют демографические и миграционные процессы на региональном и поселенческом уровне, в том числе с возможностью оценки роли и места больших городов (численность населения которых 100 тыс. и более) на демографической и миграционной карте [*Зубаревич, Сафронов,* 2019].

Получение новых знаний о пространственно-временных особенностях демографических и миграционных процессах на межрегиональном, региональном уровне, и уровне городов, является необходимым условием для изучения территориальной организации общества, актуализирует гуманитарные, социологические и социо-географические исследования в нашей многонациональной стране.

Наиболее эффективно для накопления новых знаний и анализа пространственно-временных процессов, в том числе демографических и миграционных, выступают геоинформационные методы и подходы, которые позволяют детально структурировать пространственную статистику на всех масштабных уровнях, в том числе учитывая административно-территориальное устройство страны и отдельных [*Панин и др.,* 2017]. Картографический инструментарий ГИС позволят достаточно быстро визуализировать исследуемые процессы, готовить ГИС-модели, карты, схемы. Такой подход дает возможность «синтезировать» процесс исследования и получать качественно-новые знания. В этой связи использование геоинформационных технологий для анализа демографических и миграционных процессов на разных масштабных уровнях представляется важным и неоспоримым.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На протяжении ряда лет коллектив авторов активно занимается исследованием демографических и миграционных процессов в России на всех масштабных уровнях: страновом, межрегиональном, региональном, поселенческом, применяя геоинформационные и картографические подходы. Важным условием качественного проведения исследований является правильно-спланированная географическая информационная система. Авторы обращаются к международной практике организации и внедрения ГИС, в том числе к методике поэтапного планирования ГИС предложенной Роджером Томлинсоном [*Tomlinson,* 2003].

---

[1] Национальный проект «Демография». Паспорт национального проекта «Демография»: http://government.ru/info/35559/ (дата обращения 25.04.2021)

Отметим, что в рамках данного исследования были реализованы следующие основные этапы:

1) Сбор исходной информации, в качестве которой выступили:
– материалы Всероссийской переписи населения 2010 года (динамика численности населения и данные об этнической структуре населения);
– материалы государственного комитета статистики с 2010 по 2019 год (демографические и миграционные показатели, динамика численности населения и т.д.) на межрегиональном уровне для Юга Европейской части России и для КБР на уровне муниципальных районов и городов[1];
– данные о социально-экономическом положении регионов Юга Европейской части России (научная литература, рейтинги и т.д.)[2] [*Тикунов и др.* 2016].
2) Произведены расчёты статистических показателей миграционного и естественного прироста населения на 1000 чел. за каждый год в отдельности и выведен средний показатель за исследуемый период. Такой подход позволяет оценить в целом процесс за весь период, и разобрать его по отдельным годам.
3) Выбор ГИС-платформы для организации системы мониторинга, в качестве которой использован функционал и инструментарий, ArcGIS Spatial Analyst фирмы ESRI [*Андрианов,* 2011].
4) Актуализация картографической основы (регионы Юга Европейской части России), наполнение базы геоданных материалами статистического учета и расчетными данными[3] [*Шаши Ш., Санжей Ч.,* 2004].
5) Подготовка многовариантного комплекта картографических материалов и геоинформационных моделей, позволяющих полноценно проанализировать заявленные процессы на разных масштабных уровнях. Выполнены модели методом сетчатых диаграмм, качественного и количественного фона, отдельно позволяющие характеризовать этническую структуру населения, демографические и миграционные процессы, динамику численности населения [*Gusein-Zade, Tikunov,* 2015].

Период исследования определен с 2010 по 2019 год. Территория исследования: Юг Европейской части России (13 регионов) и сеть больших городов (30 городов).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Юг Европейской части России (2010–2019 гг.). В тринадцати регионах Юга Европейской части России (без учета Республики Крым и г. Севастополя) в 2019 году проживают 24 млн чел. (или 16,3% населения России), при этом данный показатель растет, и по сравнению с 2010 годом увеличился на 2,7%. Наиболее многолюдными по численности населения являются: Краснодарский край (5,6 млн чел.), Ростовская область

---

1 Федеральная служба государственной статистики: https://www.gks.ru/ (дата обращения 25.04.2021)

2 Рейтинг социально-экономического положения субъектов РФ по итогам 2017 года: https://riarating.ru/infografika/20180523/630091878.html (дата обращения 25.04.2021);
Рейтинг социально-экономического положения субъектов РФ по итогам 2016 года: https://riarating.ru/infografika/20170530/630063754.html (дата обращения 25.04.2021);
Мониторинг экономической ситуации в России: тенденции и вызовы социально-экономического развития: https://www.ranepa.ru/nauka-i-konsalting/strategii-i-doklady/monitoring-ekonomicheskoj-situatsii/ (дата обращения 25.04.2021)

3 Черкасов А.А., Сопнев Н.В., Махмудов Р.К., Белозеров В.С., Панин А.Н. База данных «ГИС «Города России» №2020621364. Дата регистрации 05.08.2020

(4,2 млн чел.), Республика Дагестан (3,1 млн чел.). Наименьшая численность населения зафиксирована в Республиках Карачаево-Черкесия (466 тыс. чел.), Адыгея (455 тыс. чел.), Калмыкия (273 тыс. чел.).

Структура населения Юга Европейской части России традиционно полиэтнична, при этом каждый из регионов имеет свои особенности [*Белозеров и др.* 2014]:

- **регионы, в которых удельный вес русских в структуре населения высокий (более 80%): Волгоградская (88,5%), Ростовская область (87,7%), Краснодарский (86,5%), Ставропольский край (80,1%).** В первых двух регионах доля русских выше 85,0%, при этом не один их других этносов не превышает удельного веса в 3%. В Краснодарском и Ставропольском крае только у армян удельный вес в структуре населения составляет 5,4% и 5,8% соответственно. У остальных расселенных здесь этносов, показатель не превышает 2%.
- **регионы, в которых удельный вес русских в структуре населения средний (от 50% до 80%): Республика Адыгея (61,5%), Астраханская область (61,2%).** В Адыгее в структуре населения преобладают два этноса, помимо русских, это адыгейцы (23,4%). В Астраханской области, более низкий удельный вес в структуре населения у русских, при этом относительно высокие показатели у казахов (14%) и татар (6%). Растет в структуре населения региона и доля этносов Северного Кавказа (прежде всего это дагестанские этносы и чеченцы).
- **регионы, в которых удельный вес русских в структуре населения низкий: КЧР (31,4%), Калмыкия (26,9%), КБР (22,5%), РСО – Алания (20,6%), Дагестан (3,6%) и менее 3% в Ингушетии и Чечне. Данную группу составляют только национально-территориальные образования.** Республика Ингушетия и Чечня, на современном этапе моноэтничные регионы, с доминированием титульных этносов, соответственно ингуши 93,5% и чеченцы 95,1%. В Калмыкии и РСО – Алании в структуре населения преобладают по два этноса, помимо русских в Калмыкии доминируют калмыки (58,2%), в РСО – Алании осетины (64,5%).

В КБР в структуре населения доминируют три этноса: кабардинцы (57%), русские (22,5%), балкарцы (12,6%). В КЧР также в значительной степени преобладают по численности 3 этноса: карачаевцы (40,7%), русские (31,4%) и черкесы (11,8%), в этом регионе компактно расселены абазины и ногайцы.

Дагестан является сложным регионом страны, с точки зрения формирования этнической структуры населения. В республике доминируют аварцы (29,2%), даргинцы (16,9%), кумыки (14,8%), лезгины (13,2%), имеют значительный вес в структуре населения и ряд других титульных этносов республики (лакцы, азербайджанцы, табасараны и др.).

Анализ соотношения рождаемости и смертности населения в период с 2010 по 2019 год позволил выявить регионы Юга Европейской части России **с неблагоприятной и благоприятной демографической ситуацией. К таким относятся 4 субъекта: Республика Адыгея, Волгоградская, Ростовская область и Краснодарский край.** У первых трех, наблюдался отрицательный естественный прирост на протяжении всего анализируемого периода. В Волгоградской и Ростовской области отмечались наихудшие показатели, убыль в среднем за период составила по –2,9‰. В Краснодарском крае демографическая ситуация складывалась по иному: с 2010 по 2013 гг. фиксировался отрицательный естественный прирост, с 2013 по 2016 положительный, а затем вновь отрицательный. В целом за период естественная убыль населения в крае составила -0,4‰ (рис. 1).

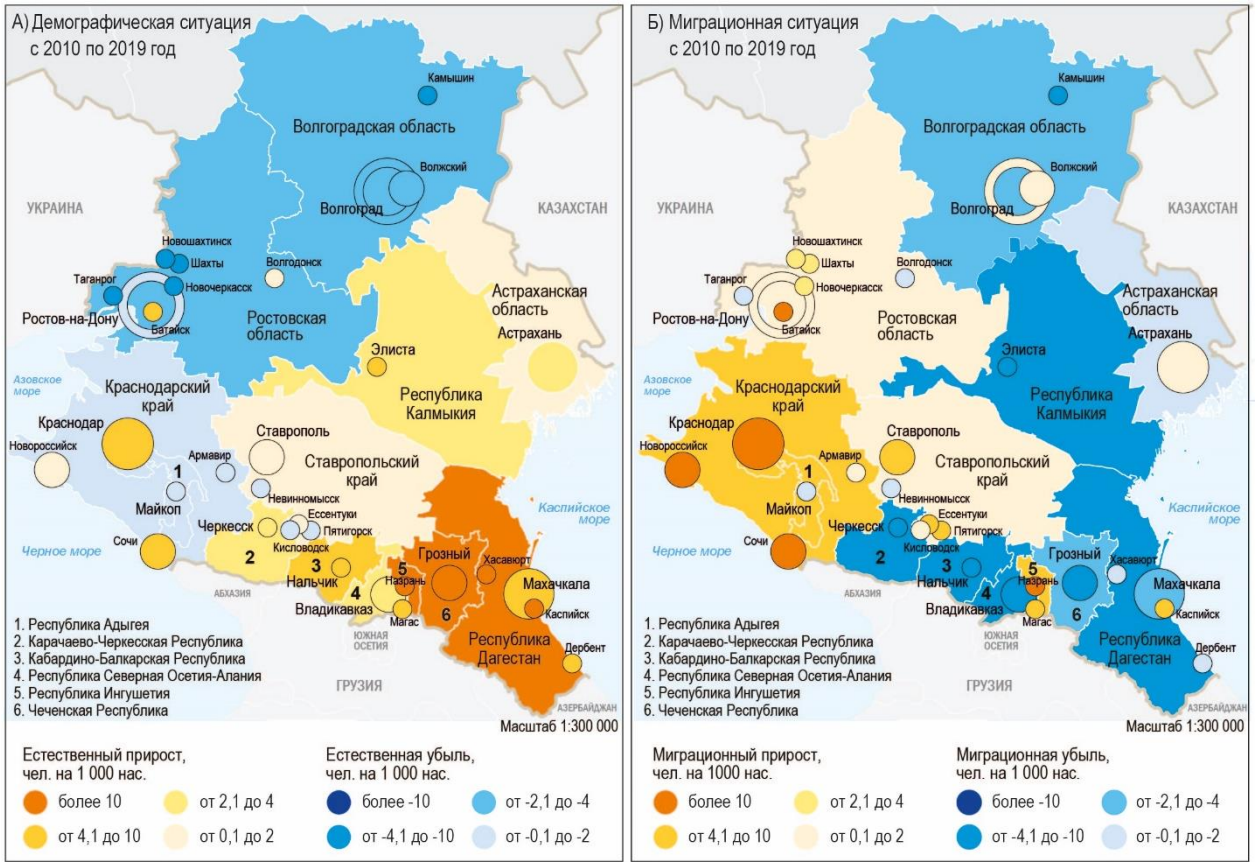


Рис. 1. А) Демографическая ситуация в регионах Юга Европейской части России, 2010–2018 гг. Б) Миграционная ситуация в регионах Юга Европейской части России, 2010–2019 гг.

Fig. 1. A) The demographic situation in the regions of the South of the European part of Russia, 2010–2018 Б) Migration situation in the regions of the South of the European part of Russia, 2010–2019

К регионам с благоприятной демографической ситуацией относятся 9 субъектов Юга России: Ставропольский край, Астраханская область, КЧР, Калмыкия, КБР, РСО – Алания, Ингушетия, Чечня. На Ставрополье в 2010 и 2011 годах отмечался отрицательный естественный прирост, затем с 2012 по 2017 годы ситуация изменилась и фиксировался только положительный показатель, и в 2018 и 2019 вновь наметился отрицательный естественный прирост. В целом за период естественный прирост составил 0,3‰, что является наименьшим показателем среди регионов данной группы. В остальных регионах данный показатель был положительным на протяжении всего рассматриваемого периода. В Астраханской области, за период, естественный прирост населения составил 1,4‰ (в 2019 году показатель отрицательный), в КЧР 2,9‰, Калмыкия 3,2%, РСО – Алания 3,6%, КБР 5,4%, Дагестан 12,3%, Ингушетия 16,9%, Чечня 19,3‰. Во всех республиках (за исключением Адыгеи) зафиксированы положительные показатели естественного прироста населения, но абсолютными лидерами остаются Дагестан, Ингушетия и Чечня. Последние 4 года отмечается тенденция по снижению динамики естественного прироста, в том числе и в регионах лидерах (рис. 1).

Говоря о демографической ситуации за период с 2010 по 2019 год, в целом на Юге Европейской части страны, отметим, что до 2013 года наблюдался рост показателя, но в последующие годы динамика естественного прироста начала снижаться. Во многом рост до

2013 года объясняется вступлением, в фертильный период женщин родившихся в конце 1980-х гг. (большое поколение), а также влияла программа государственной меры поддержки семей (материнский капитал), затем начало вступать поколение 1990-х гг. численность которых меньше (это относится и к регионам лидерам). При этом в Чечне, в целом отмечается динамика по уменьшению естественного прироста населения (в 2010 году он был 24,4‰, а в 2019 году 16,1‰). Важно заметить, что в целом показатели естественного прироста уменьшились в 2019 году по отношению к 2010 году фактически в 2 раза.

Миграционные процессы в период с 2010 по 2019 год в регионах Юга Европейской России имели свои особенности. Миграционный прирост населения за период зафиксирован в 5 субъектах: в Краснодарском и Ставропольском крае, Ростовской области, Республике Адыгеи и Ингушетии. Краснодарский край является абсолютным лидером. За рассматриваемый период, миграционный прирост здесь фиксировался во все без исключения годы, достигнув максимума в 2014 году (13,6‰), при этом в среднем за период он остался на уровне 9‰, на втором месте идет Ингушетия с миграционным приростом 6,2‰. Как и на Кубани, прирост наблюдался во все годы рассматриваемого периода. Также отмечается миграционный прирост в Адыгее во все годы, а средний показатель составил 6,5‰. В Ростовской области миграционный прирост составил 0,7‰, при этом в 2011, 2013 и 2018 годах отмечалась миграционная убыль населения. Ставропольский край среди регионов с миграционным приростом имеет самые негативную ситуацию, с показателем в 0,5‰. Миграционный прирост наблюдался в период с 2010 по 2014 год, далее до 2018 года фиксировалась миграционная убыль, а в 2019 году вновь прирост населения (рис. 1).

В остальных 8 регионах отмечалась миграционная убыль населения. В Астраханской области средний показатель за период составил – 1,8‰, при этом в 2011, 2013 и 2014 году зафиксирован миграционный прирост. В остальных регионах во все годы отмечается миграционная убыль населения. За период с 2010 по 2019 год в среднем миграционная убыль в Чечне составила – 2‰, Волгоградской области – 2,2‰, КБР – 4,3‰, Дагестане – 4,9‰, КЧР – 5,60‰, РСО – Алания – 5,9‰, Калмыкии – 9,9‰ (рис. 1).

Миграционная ситуация в регионах Юга Европейской части России, во многом является индикатором социально-экономического развития данных регионов. Низкий уровень социально-экономического развития региона негативно сказывается на его миграционной привлекательности (но есть исключения). Согласно рейтингу социально-экономического развития (далее СЭР) регионов страны, за последние 3 года наименее благоприятная ситуация в стране в целом сложилась в республиках Юга России. К такой категории регионов относится Ингушетия, Адыгея (не смотря на такое положение, в обоих субъектах фиксируется миграционный прирост населения), КЧР, КБР, Калмыкия, РСО – Алания, Чечня. Немного лучше обстоит ситуация в Дагестане, Астраханской области. Наиболее высокий уровень СЭР, на протяжении последних лет, сложился в Краснодарском крае (входит в 10 регионов в стране в целом) Ростовской и Волгоградской области, Ставропольском крае.

От характера демографических и миграционных процессов зависит динамика численности населения. Регионы Юга Европейской части страны с отрицательной динамикой численности населения за рассматриваемый период, делятся на три группы:

– первая группа – регионы, в которых отмечается миграционная и естественная убыль населения – Волгоградская область (–3,4%);
– вторая группа регионов, в которых миграционный отток не компенсируется естественным приростом населения, здесь лидер (и в целом на Юге России) Калмыкия (–4,9%), и далее КЧР (–2,4%), РОС – Алания (–1,6%);

– третья группа – регионы, в которую входит Ростовская область, миграционный прирост не компенсирует естественную убыль населения, и в целом сокращение населения в регионе составляет –1,3%.

Регионы с положительной динамикой численности населения за рассматриваемый период, по особенностям формирования населения, также делятся на три группы:

– первая группа – регионы, у которых отмечается и миграционный и естественный прирост населения: Ингушетия (на 18,3‰) и Ставропольский край (на 0,5‰);
– вторая группа – регионы, у которых естественный прирост преобладает над миграционным оттоком: Чечня (на 13,2‰), Дагестан (на 5,3‰), КБР (на 0,7‰) и Астраханская область (на 0,7‰);
– третья группа – регионы, в которых миграционный прирост преобладает над естественной убылью населения: Краснодарский край (на 7,2‰) и Адыгея (на 3,0‰) (рис. 2).

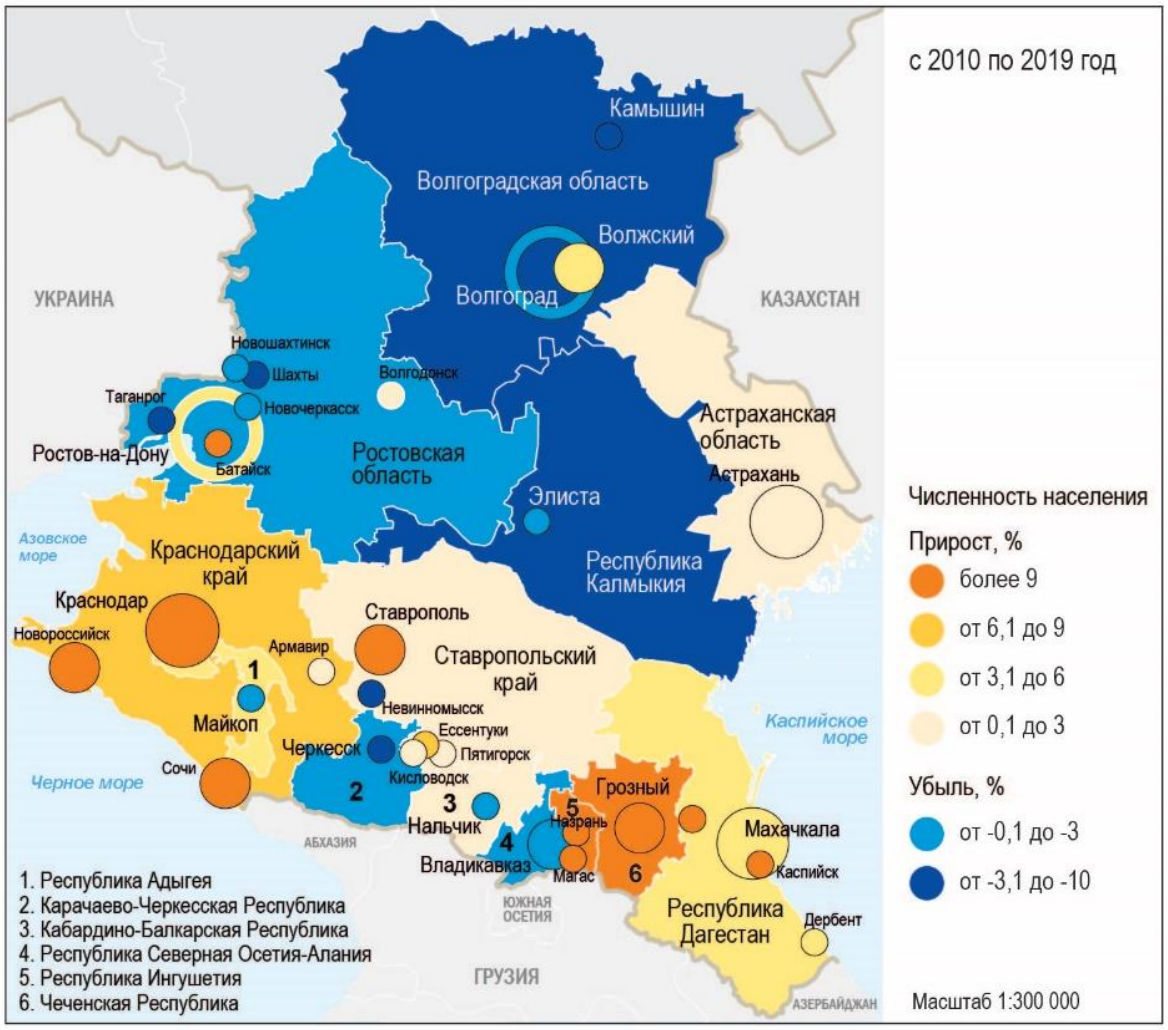


Рис. 2. Динамика численности населения в регионах Юга Европейской части России, 2010–2019 гг., %

Fig. 2. Population dynamics in the regions of the South of the European part of Russia, 2010–2019, %

Лидерами по динамике прироста численности населения являются Республика Ингушетия, Чечня и Краснодарский край, при этом по абсолютным показателям роста численности лидирует именно Краснодарский край (увеличилась на 376,8 тыс. чел).

Демографическая ситуация в больших городах Юга Европейской части России

Сеть городов Юга Европейской части России, с численностью населения 100 тыс. и более представлена 30 городами, в которых в 2019 году проживает 9,3 млн чел, что составляет 38,8% от общей численности населения Юга Европейской части России. По численности они распределены следующим образом:

- города миллионеры: Ростов-на-Дону, Волгоград. Суммарно в них проживают 2,1 млн чел. или 22,6% от общего населения городов Юга России, численностью свыше 100 тыс. чел.;
- крупнейшие города от 500 тыс. до 1 млн: Краснодар, Астрахань, Махачкала. Суммарно в них проживает 2,1 млн чел 22,6% от общего населения городов Юга России, численностью свыше 100 тыс. чел;
- крупные от 250 до 500 тыс. чел. Волжский, Ставрополь, Новороссийск, Сочи, Владикавказ, Грозный. Суммарно в них проживает 2 млн. чел 21,5% от общего населения городов Юга России, численностью свыше 100 тыс. чел.;
- большие, от 100 до 250 тыс. чел. Камышин, Элиста, Волгодонск, Новошахтинск, Шахты, Таганрог, Батайск, Армавир, Невинномысск, Ессентуки, Пятигорск, Кисловодск, Майкоп, Черкесск, Нальчик, Назрань, Хасавюрт, Каспийск, Дербент. Суммарно в них проживает 3 млн чел или 32,4% от общего населения городов Юга России, численностью свыше 100 тыс. чел.

Рассматривая динамику численности населения городов по категориям, в период с 2010 по 2019 год мы можем отметить следующие тенденции. Города миллионеры суммарно увеличили численность на 1,7%, при этом прирост численности отмечается за счет Ростова-на-Дону, в котором рост обеспечил миграционный прирост, компенсировавший в целом естественную убыль населения. Волгоград население сократил, при этом здесь отмечается как естественная, так и миграционная убыль населения.

Наиболее динамичный прирост численности демонстрируют крупные и крупнейшие по численности города. Так крупнейшие города увеличили суммарно численность на 11,7%. В Астрахани и Краснодаре общий прирост населения обеспечивался как за счет естественного, так и за счет миграционного прироста. При этом Махачкала обеспечивает свой рост, прежде всего, за счет естественного прироста, в миграционном отношении здесь за период с 2010 по 2019 год отмечается убыль населения.

Крупные города увеличили суммарно численность на 10,8%. В Ставрополе, Новороссийске и Сочи рост численности обеспечивался за счет естественного и миграционного прироста. Прирост численности Армавира и Волжского обеспечил миграционный прирост, который с запасом компенсировал естественную убыль населения в данных городах. Грозный прирастал населением за счет естественного прироста, а в миграционном отношении здесь отмечается убыль. Владикавказ единственный город категории, в котором общая численность сократилась, при этом миграционный отток превышал естественный прирост населения, что и привело к общему сокращению показателя.

Большие города увеличили суммарно численность всего на 1,4%. Рост численности населения обеспечивался за счет естественного и миграционного прироста в Батайске, Ессентуках, Назрани и Каспийске. Дербент и Хасавюрт прирастал населением за счет естественного прироста, в миграционном отношении здесь отмечается убыль. Прирост

численности Пятигорска и Кисловодска обеспечил миграционный прирост, который с запасом компенсировал естественную убыль населения. Сокращение численности населения отмечается в городах Майкоп, Камышин, Невинномысск, Таганрог (отмечается миграционная и естественная убыль населения), в Новошахтинске, Шахтах, Новочеркасске (миграционный прирост не компенсирует естественную убыль населения), Элисте, Нальчике, Черкесске (естественный прирост не компенсирует миграционную убыль населения).

Рассматривая региональные особенности демографического развития городов Юга России, отметим серьезные демографические проблемы Волгоградской области, связаны во многом с проблемами Волгограда, промышленного, транспортного центра, имеющего высокие шансы в обозримом будущем покинуть категорию городов-миллионеров. На современном этапе город переживает сложную экономическую ситуацию, является самым бедным из городов России с миллионным населением. Это определяет миграционную повестку населения, и по факту крупнейший центр остается в тени городов, привлекательных как для межрегионального, так и внутри регионального мигранта. Относительно благоприятно выглядит демографическое развитие Волжского, за счет миграционного прироста, что и определило общий рост численности за период. Но в последние годы миграционный прирост перестает компенсировать естественную убыль населения, что приводит к сокращению численности населения.

Города Ростовской области имеют различный сценарий демографического развития. Ростов-на-Дону – административный, экономический, культурный, научно-образовательный, промышленный, транспортный центр Юга России, в рассматриваемый период имеет общую естественную убыль населения, при этом остается привлекательным для межрегиональных и внутри региональных мигрантов. Численность населения растет не высокими темпами, но стабильно. Батайск наиболее быстрорастущий город региона. Рост численности здесь обеспечивается как за счет миграций, так и естественного прироста. Во многом этому способствует близость и удобная транспортная доступность Батайска к областному центру, что привлекает мигрантов. Волгодонск, экономический центр юго-востока Ростовской области, обладает многопрофильным промышленным потенциалом, смотрится относительно благоприятно на общем негативном фоне демографического развития региона. С 2010 по 2019 год численность населения города выросла, при этом рост обеспечивается преимущественно за счет естественного прироста. Проблемно, с точки зрения демографического развития выглядят города Шахтинск и Новошахтинск, являющиеся в прошлом центрами угольной промышленности, с закрытием шахт в городах наметился кризис, характерный для многих монопрофильных городов России. Здесь наметились устойчивые тенденции сокращения численности населения, при этом стоит отметить, что в период с 2010 по 2019 год в этих городах фиксировался общий положительный миграционный прирост, но негативные тенденции демографических процессов не позволили выйти на положительную динамику численности населения. Идентичная ситуация наблюдается в Новочеркасске, одного из промышленных центров области. Таганрог в настоящее время имеет негативную ситуацию, с точки зрения формирования населения среди всех рассматриваемых городов области. За рассматриваемый период город теряет население, как за счет миграции, так и за счет естественной убыли.

Калмыкия во главе с региональной столицей Элистой обладает одним из самых низких уровней социально-экономического развития. Эта ситуация, на фоне положительного естественного прироста населения, провоцирует устойчивый миграционный отток, что способствует сокращению населения наименее заселенного региона Юга России.

Значительная часть населения Астраханской области сконцентрирована в областном центре Астрахани. В Астрахани, в последние десятилетия наметился

устойчивый миграционный прирост, в том числе за счет миграций из республик Северного-Кавказа (формируются устойчивые диаспоры титульных этносов Дагестана, чеченцев). На более ранних этапах данную тенденцию подтверждают самыми высокими темпами смены этнической структуры населения среди городов Юга Европейской части страны. Во многом особенности этнической структуры населения Астрахани обеспечивают демографический прирост, что в конечном счете сказалось на общем росте численности населения города и в целом региона.

Достаточно уверенно, с точки зрения демографического развития смотрятся города Краснодарского края. Краснодар, выполняя в первую очередь административные функции, а также в последние годы, превращаясь в крупнейший транспортно-логистической центр, стремительными темпами движется к категории городов миллионеров, остается одним из самых привлекательных городов для внешних мигрантов (например, из Сибирских регионов), а также обеспечивает свой прирост за счет внутрирегиональных мигрантов. Курортный Сочи, а также транспортный центр Новороссийск остаются привлекательными для мигрантов, при этом и в демографическом отношении здесь ситуация за период в целом складывалась также положительно, что сказывалось на росте населения. В Армавире также растет численность населения, при этом рост дает более высокие темпы миграционного прироста, а в демографическом плане он уступает другим большим городам Кубани.

Города Ставрополья имеют свою специфику, в частности динамичный рост Ставрополя, административного, образовательного, культурного центра региона, продолжают обеспечивать, прежде всего, внутрикраевые мигранты из периферийных территорий, при этом устойчив и прост населения из-за пределов регионов (прежде всего республики СКФО). Растёт, хотя и меньшими темпами численность в городах, выполняющих курортно-рекреационные функции Кисловодске, Ессентуках и Пятигорске, хотя и темпы прироста, и процессы здесь намного ниже, чем у краевой столицы. Наиболее негативная ситуация сложилась в промышленной столице региона Невинномысске, который несмотря на положительные изменения в экономике города и решении ряда инфраструктурных проблем продолжает оставаться миграционно не привлекательным, а демографическая ситуация в целом не способна решить проблему сокращения численности населения.

Рассматриваемые города Республик Северного Кавказа (а также Магас, республиканский центр Республики Ингушетия, численность населения в 2019 году составляет 10,3 тыс. чел.) в демографическом отношении имеют положительный естественный прирост населения (исключение Майкоп, единственный город с отрицательным естественным приростом). Наилучшие показатели, демонстрируют Грозный, Назрань, Хасавюрт, Каспийск, являющиеся лидерами не только Юга России, но и страны в целом. В миграционном отношении здесь ситуация не столь радужная. Общий относительно общероссийских показателей низкий уровень социально-экономического развития регионов и городов в значительной степени способствовал формированию миграционной убыли населения отмечаемый фактически во всех городах и республиках. Официальная статистика фиксировала миграционный прирост в Ингушетии и её городах (Назрани и Магасе), а также в Каспийске, промышленном центре Дагестана, пригороде Махачкалы. При этом эти процессы по-разному влияли на динамику численности населения. Города Дагестана (Махачкала, Каспийск, Хасавюрт, Дербент) Ингушетии (Назрань, Магас) и Грозный (Чечня) сохранили положительную динамику численности населения. Владикавказ, Нальчик, Черкесск и Майкоп соответственно сократили свою численность населения.

ВЫВОДЫ

Геоинформационный мониторинг демографических и миграционных процессов на Юге Европейской части России с 2010 по 2019 год позволил сделать ряд выводов. Разный уровень социально-экономического развития (СЭР) российских регионов и городов продолжает оставаться основной причиной оттока населения из регионов с более низким в регионы с более высоким СЭР. На Юге Европейской части России данный процесс имеет четкие пространственные особенности. Регионы с относительно высоким уровнем СЭР (Краснодарский и Ставропольский край, Ростовская область) обладают высокой миграционной привлекательностью, что и подтверждает данное исследование. При этом соседствующие регионы – прежде всего, национально-территориальные образования, с низким уровнем СЭР (Калмыкия, Дагестан, КБР, КЧР, РСО – Алания), на протяжении последних десятилетий в демографическом отношении имеют наиболее благоприятную ситуацию в стране, но здесь наблюдается устойчивый миграционный отток. Таким образом, для демографически благоприятных регионов Юга страны характерна миграционная убыль населения.

Республики Юга Европейской части России, сохраняя лидерство по показателям естественного прироста населения в стране, последние 4 года демонстрируют динамику снижения данного показателя. Особенно ярко, это видно по показателям лидеров – Чеченской Республики, Дагестана. В ближайшие годы в данных регионах будет наблюдаться не столь активные как раньше, но все же положительные показатели естественного прироста населения.

Демографическое развитие городов Юга Европейской части страны, численность населения которых 100 тыс. и более во многом сказывается на общей демографической ситуации в регионах. Южные города, обладающие благоприятными климатическими условиями, могут быть привлекательны для мигрантов из регионов Сибири и Севера, но имеют разный уровень СЭР. В этом плане показательно как города обеспеченные более развитой инфраструктурой способны наращивать численность населения (Краснодар, Ставрополь, Сочи, Новороссийск, Батайск, Ростов-на-Дону и др.) остаются наиболее привлекательными для мигрантов и способны выполнять функции драйверов развития регионов. Не решенные проблемы СЭР влекут за собой миграционную убыль населения, прежде всего трудоспособного возраста.

Современное демографическое развитие, выраженное в региональных особенностях, требует решения задач, связанных с повышением уровня социально-экономического развития регионов страны, в том числе выравниванием межрегиональных диспропорций СЭР. Необходимо принятие комплекса не тривиальных управленческих решений. Актуальна разработка новых мер по стимулированию рождаемости, вторых и последующих детей, связанных не только с выплатой материнского капитала, а также ликвидацией очереди по жилью для многодетных семей, созданием условий по выходу из декрета молодых матерей (наличие доступной и современной системы дошкольного образования, ясли и т.д.). При этом необходимо пересматривать подходы организации системы здравоохранения, качества организации труда, с целью повышения продолжительности жизни населения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках:

– гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-858.2020.5 «Геоинформационный мониторинг формирования сети больших городов в условиях современной этнодемографической и миграционной ситуации в России»;

– гранта РФФИ 20-35-90069 Аспиранты «Трансформация этнодемографической структуры населения в региональных столицах Юга Европейской России».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out in the framework of:

– grant from the President of the Russian Federation for state support to young Russian scientists - candidates of sciences MK-858.2020.5 «Geoinformation monitoring of the formation of a network of large cities in the current ethno-demographic and migration situation in Russia»;
– grant RFBR 20-35-90069 Postgraduate students «Transformation of the ethno-demographic structure of the population in the regional capitals of the South of European Russia».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андрианов В.Ю.* Возможности моделирования данных в ГИС: попытка сравнения. ArcReview. 2011. № 1 (56).
2. *Белозеров В.С., Панин А.Н., Приходько Р.А., Чихичин В.В., Черкасов А.А.* Этнический атлас Ставропольского края. Ставрополь: изд-во ФОК-Юг, 2014. 314 с.
3. *Зубаревич Н.В., Сафронов С.Г.* Развитие больших городов России в 2010-х годах. Региональные исследования. 2019. № 1 (63). С. 39–51.
4. *Дружинин А.Г.* Демографо-экономическая динамика регионов Юга России: долговременные тренды и новые тенденции в Российском и глобальном контексте. Южно-российский форум. 2012. № 1 (4). С. 3–15.
5. *Панин А.Н., Черкасов А.А. Черешня О.Ю.* Геоинформационное обеспечение мониторинга межнациональных отношений в России. Вестник Московского университета, Серия 5 География №6. 2017. С. 38–43.
6. *Раужин И.Г.* Полимасштабный мониторинг демографических процессов в России с использованием геоинформационных технологий. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. Ставропольский государственный университет. Ставрополь, 2011.
7. *Рыбаковский Л.Л., Кожевникова Н.И.* Депопуляция в России, ее этапы и их особенности. Народонаселение. 2018. Т. 21. № 2. С. 4–17.
8. *Шаши Ш., Санжей Ч.* Основы пространственных баз данных. М.: Кудиц-образ, 2004. 330 с.
9. *Tomlinson R.* Thinking about GIS: geographic information system planning for managers. Redlands; California: ESRI Press, 2003. 325 p.
10. *Gusein-Zade S.M., Tikunov V.S.* 2015. Visualisation in non-Euclidean metrics. Chinse University of Hong Kong Hong Kong, 213 p.

REFERENCES

1. *Andrianov V. Yu.* Possibilities of data modeling in GIS: attempt of comparison. ArcReview. 2011. No 1 (56) (in Russian).
2. *Belozerov V.S., Panin A.N., Prikhodko R.A., Chikhichin V.V., Cherkasov A.A.* Ethnic Atlas of the Stavropol Territory. Stavropol: publishing house FOK-South, 2014. 314 p. (in Russian).

3. *Druzhinin A.G.* The demographic and economic dynamics of the regions of southern Russia: long-term trends and new trends in the Russian and global context. South Russian Forum. 2012. No 1 (4). P. 3–15 (in Russian).
4. *Gusein-Zade S.M., Tikunov V.S.* 2015. Visualisation in non-Euclidean metrics. Chinse University of Hong Kong Hong Kong, 213 p.
5. *Panin A.N., Cherkasov A.A., Chereshnya O.Yu.* Geoinformation support of monitoring of interethnic relations in Russia. Vestnik of Moscow University, Series 5 Geography. No 6. 2017 P. 38–43 (in Russian).
6. *Rauzhin I.G.* Multiscale monitoring of demographic processes in Russia using geoinformation technologies. dissertation abstract for the degree of candidate of geographical sciences. Stavropol State University. Stavropol, 2011 (in Russian).
7. *Rybakovsky L.L., Kozhevnikova N.I.* Depopulation in Russia, its stages and their features. Population. 2018. V. 21. No 2. P. 4–17 (in Russian).
8. *Shashi Sh., Sanzhey Ch.* Fundamentals of spatial databases, Moscow: Kudits-obraz, 2004, 330 p. (in Russian).
9. *Tomlinson R.* Thinking about GIS: geographic information system planning for managers. Redlands; California: ESRI Press, 2003. 325 p.
10. *Zubarevich N.V., Safronov S.G.* Development of large cities in Russia in the 2010s. Regional Studies. 2019. No 1 (63). P. 39–51 (in Russian).

УДК 528.946 + 911.3:312 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-361-372**

Н.В. Воробьев[1], А.Н. Воробьев[2]

СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ СУБРЕГИОНАЛЬНЫХ ТИПОВ ДИНАМИКИ НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследования специфики цифрового картографирования пространственно-временной динамики населения редкозаселенного региона (на примере Иркутской области). Исследуемая территория в основном неоднородно заселена, с редкой сетью поселений (преимущественно очагового характера), исключением является юг вдоль Транссибирской магистрали. Для выявления субрегиональных и локальных особенностей размещения населения применен известный дазиметрический способ В.П. Семёнова-Тян-Шанского с корректировкой на реалии редко- и малозаселенного региона. Контуры сплошь заселенных местностей вычислялись и прочерчивались радиусом в 3 км от границ населенного пункта. Смыкающиеся пятна, образуют сплошь заселенные пространства, от которых отходят линейно-полосные элементы расселения, образованные на базе населенных мест дислоцированных по путям старых коммуникаций (рек и дорог).

В статье представлена геоинформационная методика сбора и обработки имеющихся статистических данных о движении населении. В отличие от обычной картограммы расчет общей динамики населения, компонентов прироста и дальнейшее картографирование производились не по муниципальным районам, городским и сельским поселениям, а в разрезе отдельных населенных пунктов и вычисленных на их основе ареалов расселения с игнорированием официальных границ.

Картографическое исследование позволило выявить закономерности и детализацию динамики населения с учетом особенностей реального размещения населения Иркутской области. Происходит расхождение между тенденциями демографического и экономического развития. Рост ресурсно-сырьевого комплекса идет за счет северной периферии региона, а генеральное направление развития системы расселения - наращивание демографического потенциала вокруг регионального центра в условиях депопуляции периферии. Опыт составления карты субрегиональных типов динамики населения Иркутской области можно использовать при картографировании аналогичных регионов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: цифровое картографирование, динамика населения, дазиметрический метод, ареалы расселения, редкозаселенный регион.

[1] Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. 1; *e-mail:* **nikvlv54@gmail.com**

[2] Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 664033, Россия, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, д. *1; e-mail:* **Tore12@yandex.ru**

Nikolay V. Vorobyev[3], Alexander N. Vorobyev[4]

MAPPING SUBREGIONAL TYPES OF POPULATION DYNAMICS OF IRKUTSK REGION

ABSTRACT

In the article the results of research of specifics of digital mapping of spatial and temporal dynamics of the population in a sparsely populated region (on the example of Irkutsk region). The study area is mainly inhomogeneously populated, with a sparse network of settlements (mainly spatially contiguous). The exception is the south territory along the Trans-Siberian Railway. To identify subregional and local characteristics of distribution of the population, the famous dazimetric method of V.P. Semyonov-Tyan-Shansky was used (adjusted for the features of sparsely populated regions). The boundaries of the areal inhabited territory are defined by the method of spots with a buffer radius of 3 km from the borders of populated locality.

The overlapping spots, form a solidly populated space, from which depart linear-band elements of settlement, formed on the base of settlements dislocated along the paths of old communications (rivers and roads). The article presents a geoinformation methodology for collecting and processing available statistical data about population movement. In contrast to usual mapping, the calculation of general population dynamics, growth component and subsequent mapping were implemented not in municipal districts, urban and rural settlements, but within localities and settlement areas formed by them, ignoring official boundaries. The mapping allowed to identify patterns and detailing of the dynamics of the population considering the features of real distribution of the population in Irkutsk region. There is a discrepancy between the tendencies of demographic and economic development. The growth of resource complex comes at the expense of the northern periphery of the region, and the general direction of the population system development - growth of demographic potential around the regional center in conditions of depopulation of the periphery. The experience of mapping subregional types of population dynamics in Irkutsk region can be used in mapping similar regions.

KEYWORDS: digital mapping, population dynamics, dazimetric method, settlement areas, sparsely populated region.

ВВЕДЕНИЕ

Современные карты динамики населения предназначены отображать, анализировать и оценивать пространственно-временные изменения демографических (воспроизводственных, миграционных) и географических (расселенческих) процессов и структур населения. Соединение вместе географических и демографических аспектов пространственного общественного развития позволяет картографическим методом отобразить связи между демографическими показателями и социальными, экономическими и экологическими параметрами территории. Геодемографическое картографирование решает разноообразные задачи на территориальных уровнях от глобального до топологического (населенные пункты). Наиболее распространены карты странового и регионального территориальных уровней. Меньшая распространенность

[3] V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Ulan-Batorskaya St., 1, 664033, Irkutsk, Russia, *e-mail:* **nikvlv54@gmail.com**

[4] V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Ulan-Batorskaya St., 1, 664033, Irkutsk, Russia, 1; *e-mail:* **Tore12@yandex.ru**

субрегиональных карт локального и топологического уровней обусловлена более слабой и менее качественной обеспеченностью статистическими данными этих уровней картографического анализа.

Карты динамики, в зависимости от их содержания и направленности, подразделяют на три вида: «а) карты, которые позволяют изучать динамику явлений (разновременные карты) б) карты, которые наряду с основным содержанием показывают отдельное явление в динамике; в) карты, которые непосредственно отражают динамику явлений» [Курач, 2003, с. 15].

Обычно, в большинстве случаев, динамика населения понимается как изменение численности населения по отношению к базовой численности. Такой подход дает немного результатов и соответственно затрудняется интерпретация, ввиду малого числа прослеживаемых взаимосвязей. Поэтому интерес представляют иные подходы к динамике населения с последующим картографированием. Так, в Национальном атласе России и других картах Т.Л. Бородиной развивается подход к типологии региональной динамики, основанный на постоянстве или чередовании периодов роста и сокращения населения. Автор выделяет семь типов динамики, причем во временном отношении наиболее устойчивы противоположные типы динамики – постоянного роста и постоянного сокращения населения [Национальный…, 2006; *Бородина,* 2016]. Остальные типы, обладающие, похожим набором признаков, недостаточно устойчивы и могут часто сменять друг друга.

Обзор картографических исследований вопросов теории и методов изучения динамики населения региона [*Курач,* 2003; *Рыльский и др.,* 2019; Добрякова, Добряков, 2020], позволяет кратко резюмировать, что прогресс идет по путям расширения тематики карт; выбора первичных единиц картографирования; совершенствования методов, детализации геоинформационных и картографических систем для целей пространственного развития; выявления демографических детерминантов регионального развития.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основе иерархии муниципальных образований и населенных пунктов строится иерархия уровней картографирования:

1) высший субрегиональный («порайонный») – 42 единицы (32 муниципальных района и 10 городских округов);
2) средний субрегиональный («поселенческий») – 424 единицы (63 городских и 361 сельское поселение);
3) низший субрегиональный – 1548 населенных пунктов (рис. 1).

Для цифрового картографирования ареалов расселения нужны картографическая основа региона и база данных, содержащая сведения о людности и локализации всех населенных мест. В 2017 г. была разработана база данных населенных пунктов Иркутской области (БДНП ИО) реляционного типа [*Бардаш, Воробьев,* 2017]. Методика цифрового картографирования на основе БДНП ИО хорошо зарекомендовала себя при составлении карты ареалов расселения и расчете плотности населения Иркутской области на 1.01.2018 г. [*Воробьев,* 2019]. В настоящее время база данных актуализирована на 1.01.2020 года.

При составлении карты ареалов расселения важнейшим был вопрос о выборе величины обводки населенных пунктов, т. к. малый размер обводки (1 км), оставляющий огромные белые пятна между населенными пунктами, непригоден для малонаселенного региона, а большой (10 км) – перекрывает незаселенные территории, ложно вовлекая их в систему расселения. Выбор величины радиуса обводки (3 км вокруг населенного пункта) обусловлен двумя обстоятельствами: во-первых, соответствует определенному качественному рубежу – часовой доступности территории; во-вторых, сохраняет

преемственность и сравнимость с уже существующими картами атласа [Атлас…, 1962] и стенной картой Население Юга Восточной Сибири [*Новичёнок,* 1973; Ветров и др., 1979] (рис. 2). В настоящее время применяется использование космических снимков ночных огней для выделения и расчета ареалов концентрации людей, позволяя стоить новые и уточнять традиционные карты [*Elvidgeu др.,* 1997; *Elvidge и др.,* 2007].

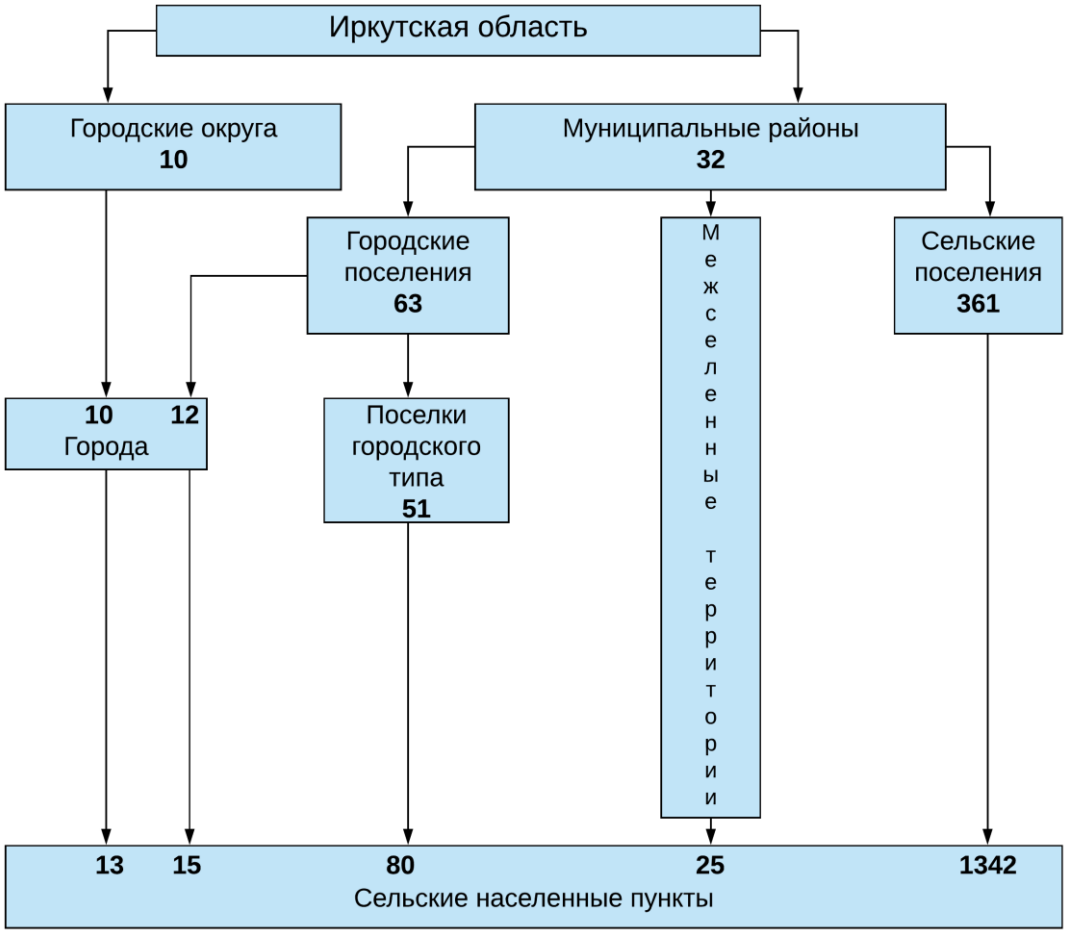


Рис. 1. Распределение населенных мест Иркутской области по муниципально-территориальным уровням соподчинения (составлено авторами)

Fig. 1. Distribution of populated areas of the Irkutsk region by municipal-territorial levels of subordination (compiled by the authors).

В российских условиях данные ночной космической съемки применялись для выделения и уточнения ареалов концентрации расселения в Подмосковье [Кушнырь, 2015] и плотности населения Иркутской области [*Воробьев,* 2019].

Традиционно карты демографических процессов строятся способом картограммы, что вполне оправдано для территорий с равномерным размещением населения. В малонаселенных с редкой сетью поселений регионах способ порайонной картограммы не отражает действительную картину расселения и создает искаженный зрительный имидж. Картографирования местностей с малым и неравномерным заселением требует учета особенностей размещения географических объектов и привязки процессов к местам их действительной локализации.

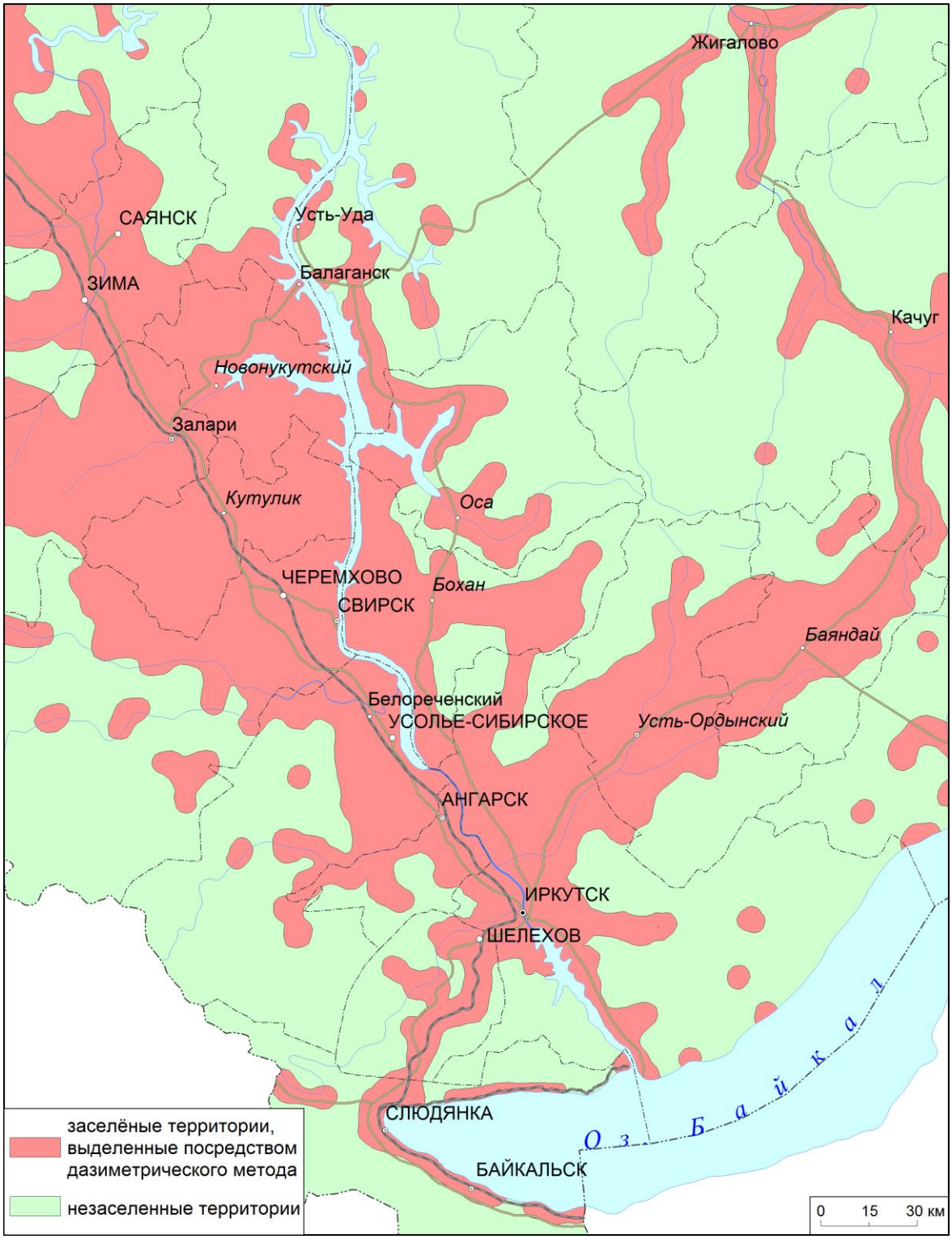


Рис. 2. Ареалы расселения как заселенные территории (составлено авторами)

Fig. 2. Settlement areas as populated territories (compiled by the authors)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Текущие процессы естественного и миграционного движения постепенно изменяют численность, состав и размещение населения региона. Общие изменения

численности населения по заселенным территориям (ареалам расселения) в виде прироста и убыли населения отображены восемью равными интервалам, с шагом в 10 ‰ (рис. 3.)

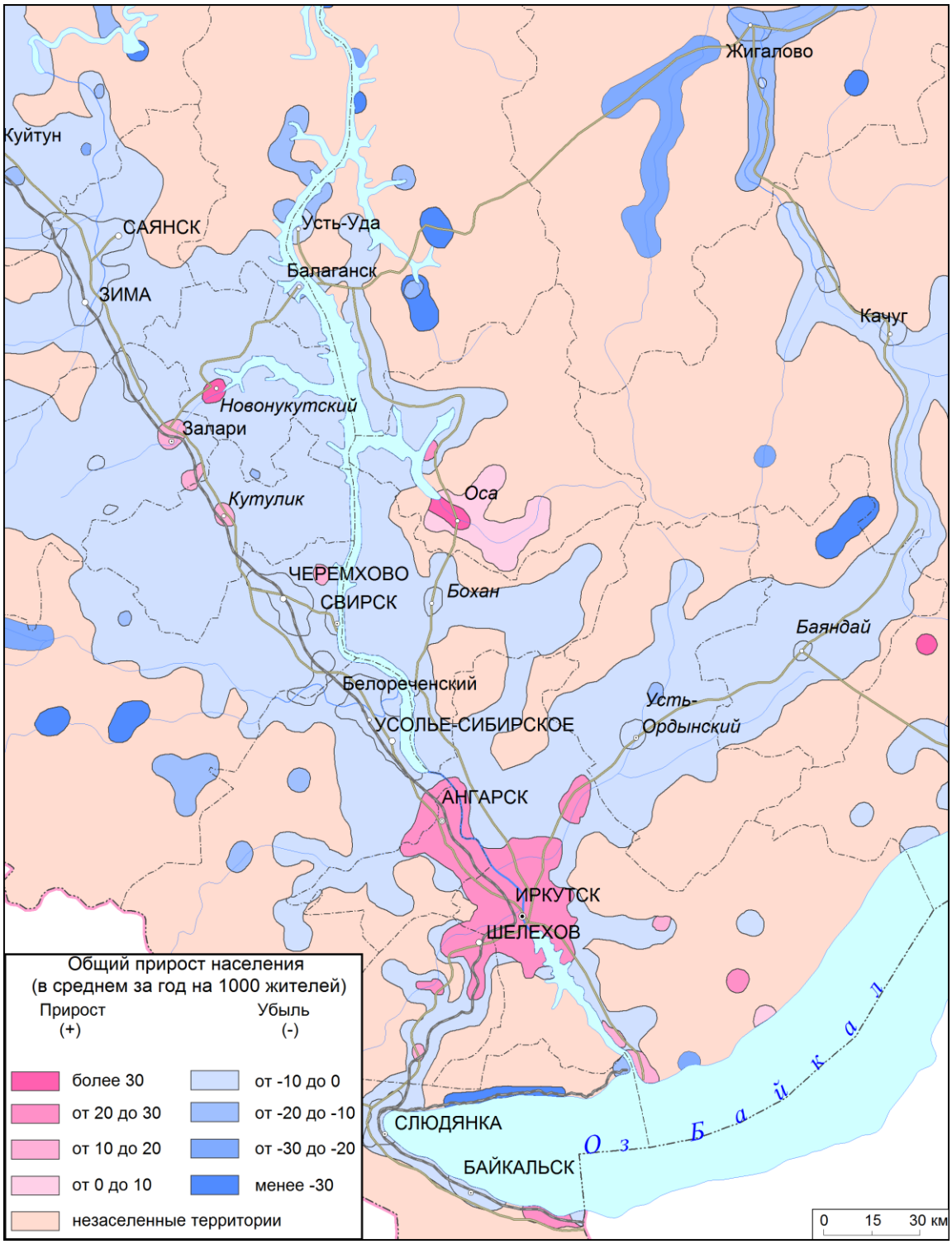


Рис. 3. Прирост населения по ареалам расселения в 2011–2017 гг. (составлено авторами)

Fig. 3. Population growth by areas of settlement in 2011–2017 (compiled by the authors)

Согласно обзору карты, отмечается почти повсеместная, кроме Иркутского ареала расселения, убыль числа жителей. Следует отметить, что фиксируемые общие (суммар-

ные) изменения «поглощают» отдельный вклад естественного воспроизводства и миграционного передвижения людей, затушевывая качественные особенности динамики населения. Построение карты с выделением вклада изменений за счет сочетания естественного и миграционного компонентов динамики населения производится далее. Если большинство аналогичных карт строится способом картограммы на двух территориальный уровнях, или регионов-субъектов Федерации, или муниципальных районов, то предлагаемая карта опирается на населенные пункты и реальные ареалы расселения.

Диаграмма типов динамики населения по соотношению между направлениями и абсолютными размерами естественного и миграционного прироста строится в прямоугольной системе координат. Точка пересечения (0) является началом отсчета для оси абсцисс и оси ординат. Для удобства восприятия каждая координатная четверть разбивается наполовину – получается схема из восьми секторов по 45 градусов. Каждый сектор имеет свое соотношение между размерами естественного прироста/убыли и миграционного прироста/убыли населения, что позволяет идентифицировать восемь типов динамики населения (рис. 4). Более подробно все типы динамики населения обозначены в подписи к рис. 5. Обозначения типов динамики римскими цифрами I–VIII образует по часовой стрелке последовательность I–IV типов с приростом численности населения и V–VIII типов с убылью населения.

Проведенная группировка показывает, что к I–IV типам (с приростом численности населения) относятся 26 %, а к V–VIII типам (с убылью численности населения) –74 % от числа всех населенных пунктов Иркутской области (рис. 4).

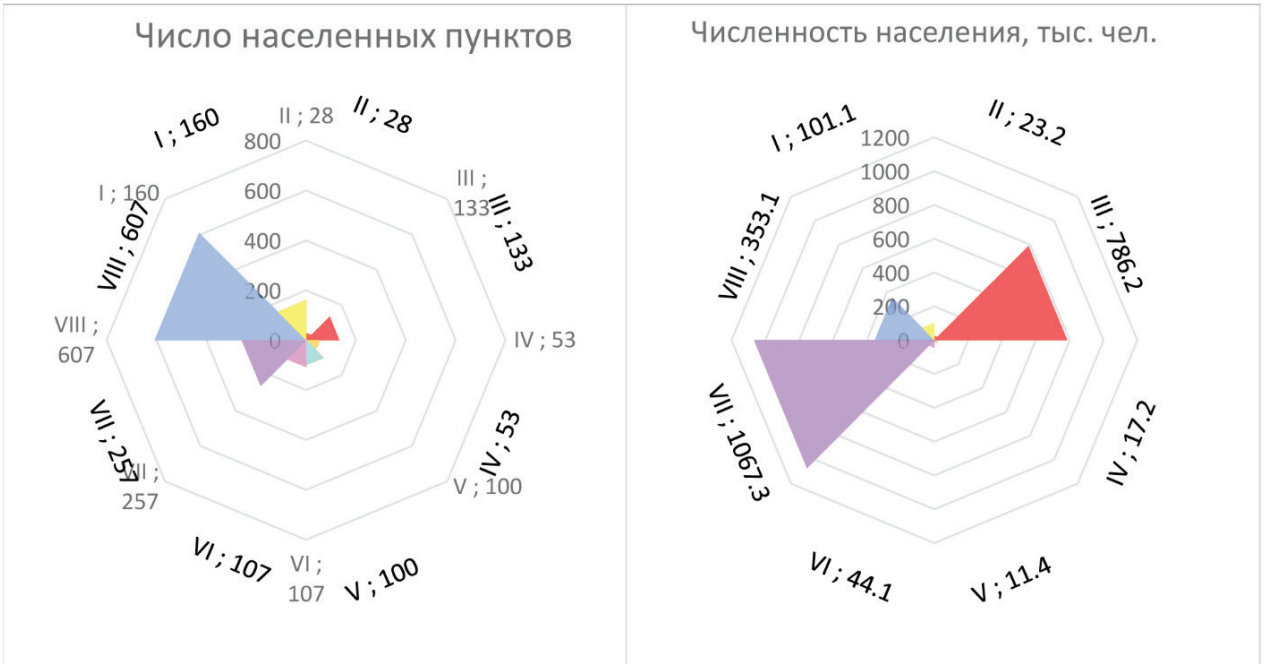
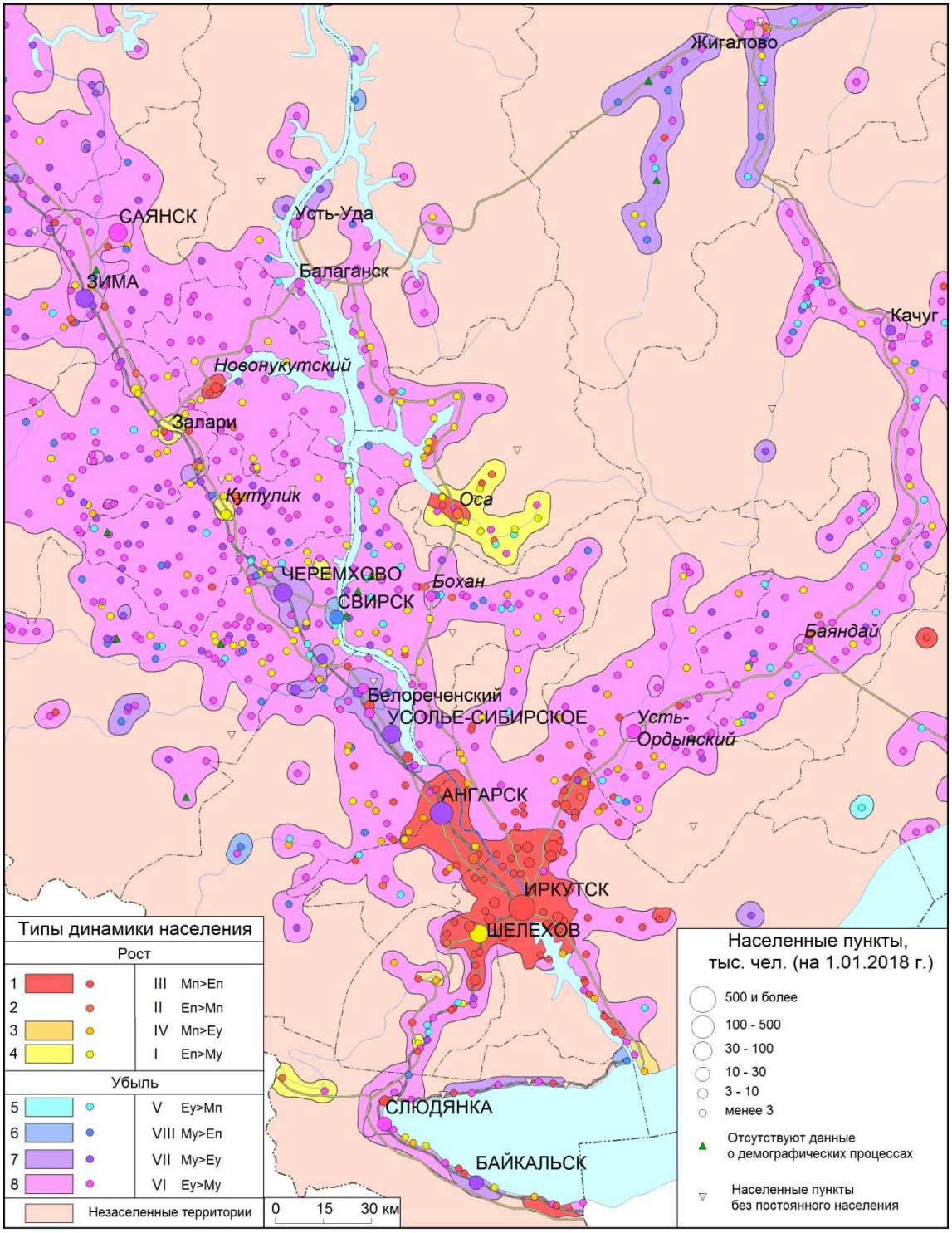


Рис. 4. Число населенных пунктов и численность их населения в соответствии с типами динамики населения в 2011–17 гг.*

Fig. 4. The number of settlements and their population in accordance with the types of population dynamics in 2011–17

* На рис. не отмечены 103 населенных пункта, в части из них (51) не было населения, а в другой части (52) не регистрировались демографические события.



1 — Наибольший рост; 2 — Значительный рост; 3 — Рост; 4 — Незначительный рост; 5 — Незначительная убыль; 6 — Убыль; 7 — Значительная убыль; 8 — Наибольшая убыль.

III — Миграционный прирост больше Естественого прироста; II — Естественный прирост больше Миграционного прироста; IV — Миграционный прирост больше Естественной убыли; I — Естественный прирост больше Миграционной убыли; V — Естественная убыль больше Миграционного прироста; VIII — Миграционная убыль больше Естественного прироста; VII — Миграционная убыль больше Естественной убыли; VI — Естественная убыль больше Миграционой убыли.

Рис. 5. Типы динамики по сочетанию естественного и миграционного компонентов изменения населения по населенным пунктам и ареалам расселения в 2011–2017 гг. (составлено авторами)

Fig. 5. Types of dynamics by the combination of natural and migration components of population change by area and settlement in 2011–2017 (compiled by the authors)

Самые заметные по численности населения типы динамики – это VII, VIII (где доминирует миграционный отток населения) и III (где доминирует миграционный приток населения). В трех группах с доминированием миграционного фактора изменения численности находятся свыше 9/10 жителей Иркутской области. В ареале вокруг Иркутска, составом и очертаниями напоминающем Иркутскую городскую агломерацию, в большой группе населенных пунктов, включая областной центр, сформировался третий тип динамики, где происходит быстрый прирост населения за счет как естественного, так и доминирующего миграционного прироста (рис. 5). Однако в Иркутском ареале расселения присутствуют два города с иными типами динамики, за счет миграционного оттока населения. Население Ангарска уменьшается с седьмым типом динамики, когда миграционный отток доминирует над естественной убылью населения. Население Шелехова растет с первым типом динамики, где миграционный отток уступает естественному приросту населения.

Весь постсоветский период демографического развития при доминирующей роли миграционного оттока в изменении численности населения, часть территорий полностью теряет население за счет депопуляции, увеличивая незаселенные площади в регионе. [*Воробьев, Воробьев,* 2017]. Возрастает концентрация населения в ближней периферии областного центра на территории Иркутского района. Фактически, выходя через границы города, растет население Иркутска, но административно растет населения соседних с городом муниципальных образований. Данный вектор развития расширяет ареалы расселения на юг в сторону поселков Марковского городского поселения и Шелеховского района; на север в сторону Хомутовского и соседних с ним сельских поселений; на восток вдоль Голоустнинского тракта; на юго-восток вдоль Байкальского тракта, и практически во все стороны света.

Продолжение выявленных тенденций усиливает, с одной стороны, пространственное сжатие заселенных территорий с концентрацией населения, а, с другой стороны, разрежение ареалов расселения в северных и «глубинных» местностях региона, что уже отчетливо проявляется при сравнении карт населения советского и постсоветского времени.

ВЫВОДЫ

1. Составление карт динамики населения должно опираться не только на пространственные, но и на временные особенности движения населения. В частности, наличие демографических волн, кардинальных сдвигов в системе детерминантов движения населения требует учета периодизации естественного и миграционного движения населения, а также крупных изменений статистического учета населения.
2. В малонаселенных с редкой сетью поселений регионах способ ареалов и дазиметрический метод, примененные в данной работе, дают более достоверную картину пространственной приуроченности и динамики населения по ареалам расселения, чем традиционная порайонная картограмма.
3. Анализ представленной цифровой карты субрегиональных типов динамики населения дал целостное представление о роли сочетания естественного и миграционного компонентов сдвигов в численности населения в отдельных населенных местах и объективных ареалах расселения. Складывается географическая картина об особенностях расселения, текущих территориальных сдвигах в населении региона, выражающихся в субурбанизационном развитии расселения вокруг Иркутска как центра области и крупной городской агломерации; депопуляции районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к Крайнему Северу; относительной стабильностью, при постепенном снижении

демографической массы, основного каркаса расселения, расположенного вдоль опорного Транссибирского экономического коридора.

4. Положительной стороной ареальной карты является приближение демографических событий к местам пребывания и постоянного расселения, выделение не только больших, но и многих малых ареалов вплоть до моноареалов отдельных изолированных населенных мест. Отрицательной стороной ареальной карты является «слипание» соседних населенных мест в неделимые на части ареалы расселения, которые не учитывают демографического разнообразия отдельных элементов расселения.
5. Если чисто ареальная карта (см. рис. 4) поглощает многие особенности населенных мест, то карта, сочетающая ареалы с населенными пунктами (см. рис. 5), позволяет отобразить все разнообразие демографических процессов на уровне конкретных населенных мест и обобщенных ареалов, построенных дазиметрическим методом.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено за счет средств государственного задания (№ госрегистрации темы АААА-А21-121012190063-2) и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-55-44020 Монг_т.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out at the expense of the state assignment (No. of state registration of the topic AAAA-A21-121012190063-2) and with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of the scientific project No. 19-55-44020 Mong_t.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Иркутской области. М.; Иркутск: ГУГК, 1962. 182 с.
2. *Бардаш А.В., Воробьёв А.Н.* Составление базы данных населенных пунктов Иркутской области. География и геоэкология на службе науки и инновационного образования. Красноярск: Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева, 2017. С. 246–249.
3. *Бородина Т.Л.* Типология региональной динамики населения России в постсоветский период. Вопросы географии. Сборник 141. Проблемы регионального развития России. М.: Издательский дом Кодекс, 2016. С. 191–208.
4. *Ветров В.Г., Новичёнок А.С., Нагулина В.Н.* Население Юга Восточной Сибири. [Карта. 1:1 500 000]. М.: ГУГК, 1979. 4 л. (Карта-врезка: Плотность населения Юга Восточной Сибири. 1:1 000 000).
5. *Воробьев А.Н.* Картографирование плотности населения редкозаселенного региона (на примере Иркутской области). Геодезия и картография. 2019. Т. 80. № 4. С. 32–38. DOI: 10.22389/0016-7126-2019946-4-32-38.
6. *Воробьев Н.В., Воробьев А.Н.* Население и расселение. Географическая энциклопедия Иркутской области. Общий очерк. Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. С. 124–137.
7. *Добрякова В.А., Добряков А.Б.* Моделирование изменения численности населения с учётом положения муниципальных образований в системе расселения (на примере Тюменской области). ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство

Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 1. С. 215–227. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-215-227.
8. *Курач Т.М.* Картографування динаміки соціально-економічних явищ (на прикладі населення України): автореферат дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.12. Київ, 2003. 20 с.
9. *Кушнырь О.В.* Разработка методики картографирования ареалов концентрации населения: дис. ... кандидата технических наук. М.: Московский государственный университет геодезии и картографии, 2015. 117 с.
10. Национальный атлас России в четырех томах. Т. 3. Население и экономика. М.: Роскартография, 2008. 496 с.
11. *Новичёнок А.С.* Картирование плотности населения редкозаселенной территории (на примере юга Восточной Сибири). Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР. № 38. Иркутск, 1973. С. 23–31.
12. *Рыльский И.А., Грибок М.В., Черешня О.Ю., Калинкин И.В.* Методика создания анимационных карт динамики численности городов Российской Федерации в течение 1959–2018 годов. ИнтерКарто. ИнтерГИС**.** Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Издательство Московского университета, 2019. Т. 25. Ч. 1. С. 138–150. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-1-25-138-150.
13. *Elvidge C.D., Baugh K.B., Kihn E.A., Kroehl H.W., Davis E.R.* Mapping city lights with nighttime data from the DMSP operational linescan system. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 1997. V. 63. No 7. P. 727–734.
14. *Elvidge C.D., Cinzano P., Pettit D.R., Arvesen J., Sutton P., Small C., Nemani R., Longcore T., Rich C., Safran J., Weeks J. and Ebener S.* The Nightsat mission concept. International Journal of Remote Sensing. V. 28. Issue 12. 20 June 2007. P. 2645–2670.

REFERENCES

1. Atlas of the Irkutsk region. Moscow; Irkutsk: GUGK, 1962. 182 p. (in Russian).
2. *Bardash A.V., Vorobyev A.N.* Compilation of a database of settlements of the Irkutsk region. Geography and geoecology in the service of science and innovative education. Krasnoyarsk: V.P. Astafiev Krasnoyarsk state pedagogical university, 2017. P. 246–249 (in Russian).
3. *Borodina T.L.* Typology of regional dynamics of the population of Russia in the post-Soviet period. Questions of geography. Sbornik141. Problems of regional development of Russia. Moscow: Publishing house Kodeks, 2016. P. 191–208 (in Russian).
4. *Dobryakova V.A., Dobryakov A.B.* Modeling of temporal development of population taking into account the situation of municipalities in the resettlement system (according to the example of the Tyumen Region) InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Moscow University Press, 2020. V. 26. Part 1. P. 215–227. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-1-26-215-227 (in Russian).
5. *Elvidge C.D., Baugh K.B., Kihn E.A., Kroehl H.W., Davis E.R.* Mapping city lights with nighttime data from the DMSP operational linescan system. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 1997. V. 63, № 7. P. 727–734.
6. *Elvidge C.D., Cinzano P., Pettit D.R., Arvesen J., Sutton P., Small C., Nemani R., Longcore T., Rich C., Safran J., Weeks J. and Ebener S.* The Nightsat mission concept. International Journal of Remote Sensing. Vol. 28. Issue 12. 20 June 2007. P. 2645–2670.

7. *Kurach T.M.* Cartography of the dynamics of social and economic manifestations (on the application of the population of Ukraine): abstract of thesis ... cand. geogr. sciences: 11.00.12. Kiev, 2003. 20 p. (in Ukrainian).
8. *Kushnyr O.V.* Development of the methodology for mapping areas of population concentration: Thesis … candidate of technical sciences. Moscow: Moscow State University of Geodesy and Cartography, 2015. 117 p. (in Russian).
9. National Atlas of Russia in four volumes. V. 3. Population and Economy. Moscow: Roskartografiya, 2008. 496 p. (in Russian).
10. *Novichenok A.S.* Mapping the population density of a sparsely populated area (on the example of the south of Eastern Siberia). Reports of the Institute of Geography of Siberia and the Far East of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences. No 38. Irkutsk, 1973. P. 23–31 (in Russian).
11. *Rylskiy I.A., Gribok M.V., Chereshnya O.Yu., Kalinkin I.V.* Method of creating animated maps of urban population dinamics in Russian Federation during 1959–2018. InterCarto. InterGIS**.** GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: Moscow University Press, 2019. V. 25. Part 1. P. 138–150. DOI: 10.35595/2414-9179-2019-1-25-138-150 (in Russian).
12. *Vetrov V.G., Novichenok A.S., Nagulina V.N.* Population of the South of Eastern Siberia [Map. 1: 1 500 000]. Moscow: GUGK, 1979. 4 p. (Inset map: Population density in the South of Eastern Siberia. 1: 1 000 000) (in Russian).
13. *Vorobyev A.N.* Mapping the population density of a sparsely populated region (on the example of the Irkutsk region). Geodesy and Cartography. 2019. V. 80. No 4. P. 32–38. DOI: 10.22389 / 0016-7126-2019946-4-32-38 (in Russian).
14. *Vorobyev N.V., Vorobyev A.N.* Population and Settlement. Geographical Encyclopedia of the Irkutsk Region. General outline. Irkutsk: Publishing house of V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 2017. P. 124–137 (in Russian).

УДК: 911.375, 911.6 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-373-387**

А.Н. Панин[1], В.М. Эшроков[2], Р.К. Махмудов[3], Н.В. Верозуб[4]

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ СТАВРОПОЛЬСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования процессов формирования и развития функционально-планировочной структуры Ставропольской агломерации, как составной части системы расселения Ставропольского края. Авторы опираются на концепцию единой системы расселения и опорного каркаса расселения, как сочетания узловых и линейных элементов, выражающих основные черты территориальной организации региона. В работе использованы различные источники количественной и качественной информации, как в разрезе края, так и отдельных муниципальных образований: результаты социологических опросов, данные переписей, сведения о текущем социально-экономическом и демографическом положении территории, материалы государственной и ведомственной статистики, документы территориального планирования и градостроительного проектирования, результаты «полевых» исследований территории.

На основе этих данных дана общая характеристика Ставропольской агломерации, выполнен анализ пространственной организации расселения, определены современные тенденции её развития. Одним из результатов исследования является геоинформационная модель агломерации, в которой установлены её границы и состав, рассчитан коэффициент развитости, выполнен демографический прогноз по агломерации в целом и по отдельным муниципальным образованиям.

С помощью методов геоинформационного картографирования созданы карты границ Ставропольской агломерации и транспортной доступности её ядер, перспективная структурно-планировочная модель агломерации. Авторы приходят к выводу, что концентрация населения не обязательно создает агломерационные эффекты в силу недостаточной внутренней связности ядер и неиспользования потенциала межмуниципального сотрудничества.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Ставропольская агломерация, городская агломерация, геоинформационные системы, градостроительство, пространственное развитие, природно-экологический каркас.

[1] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия,
e-mail: **alex_panin@mail.ru**

[2] Северо-Кавказский федеральный университет, ул. Пушкина, 1, 355009, Ставрополь, Россия,
e-mail: **eshrokov@mail.ru**

[3] Северо-Кавказский федеральный университет, ул. Пушкина, 1, 355009, Ставрополь, Россия,
e-mail: **rakimkam@mail.ru**

[4] Северо-Кавказский федеральный университет, ул. Пушкина, 1, 355009, Ставрополь, Россия,
e-mail: **verozub_95@mail.ru**

Alexander N. Panin[1], Vitaly M. Eshrokov[2], Rakim K. Makhmudov[3], Natalya V. Verozub[4]

GEOINFORMATION ANALYSIS OF THE SPATIAL STRUCTURE OF THE STAVROPOL AGGLOMERATION

ABSTRACT

The article presents the results of the study of the formation and development of the functional and planning structure of the Stavropol agglomeration, as an integral part of the settlement system of the Stavropol Territory. Theoretically, the authors rely on the concept of a single settlement system and a supporting framework as a combination of nodal and linear elements that express the main features of the territorial organization of the region. The paper uses various sources of quantitative and qualitative information both in the context of the region and individual municipalities: the results of sociological surveys, census data, information about the current socio-economic and demographic situation of the territory, materials of state and departmental statistics, documents of territorial planning and urban planning design, the results of" field " studies of the territory.

On the basis of these data, the general characteristics of the Stavropol agglomeration are given, the spatial organization of settlement is analyzed, and the current trends of its development are determined. One of the results of the study is a geoinformation model of the agglomeration, in which its boundaries and composition are established, the coefficient of development is calculated, and a demographic forecast is made for the agglomeration as a whole and for individual municipalities.

Using the methods of geoinformation mapping, maps of the boundaries of the agglomeration and the transport accessibility of its cores, a promising structural and planning model of the Stavropol agglomeration were created. The authors conclude that population concentration does not necessarily create agglomeration effects due to the lack of internal connectivity of agglomerations and the use of the potential of inter-municipal cooperation.

KEYWORDS: Stavropol agglomeration, urban agglomeration, geoinformation systems, urban planning, spatial development, natural and ecological framework.

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире возрастает роль городских агломераций как ключевых центров мировой экономики, генерирующих основной вклад в валовый продукт. Для формирования моделей управления и содействия устойчивому развитию городских агломераций необходимо изучать эволюцию их пространственной структуры.

Разработка новых моделей формирования и устойчивого развития агломерированных территорий – одна из стратегических задач XXI века. Высокие темпы урбанизации способствуют территориальному срастанию городских и сельских поселений во взаимосвязанные системы расселения.

[1] Moscow State University M.V. Lomonosov, Faculty of Geography, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia, *e-mail:* **alex_panin@mail.ru**

[2] North Caucasus Federal University, st. Pushkin, 1, 355009, Stavropol, Russia, *e-mail:* **eshrokov@mail.ru**

[3] North Caucasus Federal University, st. Pushkin, 1, 355009, Stavropol, Russia, *e-mail:* **rakimkam@mail.ru**

[4] North Caucasus Federal University, st. Pushkin, 1, 355009, Stavropol, Russia, *e-mail:* **verozub_95@mail.ru**

Неконтролируемое разрастание городских агломераций без четкого видения градостроительных ограничений и возможностей всей территории может иметь серьезные негативные последствия, усугубить жилищные, экологические и транспортные проблемы.

Ставропольская агломерация является одним из ведущих социально-экономических центров Ставропольского края и Юга России. На долю Ставропольской агломерации приходится 30 % населения, 48 % отгруженных товаров, 40 % всех инвестиций в основной капитал, 23,5 % от произведенной сельскохозяйственной продукции Ставропольского края.

Целью исследования является выявление особенностей и перспективных направлений функционально-пространственной организации Ставропольской агломерации, способствующих ее устойчивому развитию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методология исследования построена на использовании ряда методов, обеспечивающих комплексный анализ проблем развития Ставропольской агломерации.

В работе использовались следующие методы исследования: сравнительно-географический, картографический, математико-статистический, методы геоинформационного анализа и проектирования, систематизация и анализ нормативно-правовых и статистических данных, анализ материалов по территориальному планированию, социологический.

Исследование проведено на основе данных муниципальной статистики, кадастрового учёта, документов стратегического и территориального планирования, материалов социологических опросов и результатов натурного обследования городов и населенных пунктов, входящих в состав Ставропольской агломерации.

В рамках исследования создана геоинформационная модель Ставропольской агломерации, содержащая базу геоданных и картографические основы различных масштабов, включающие информацию о современном состоянии и перспективах развития муниципальных образований.

В целом, использование ГИС-технологий и методов в рамках работы позволило решить следующие задачи:

- подготовить картографический блок, содержащий цифровую топографическую основу, цифровое космическое изображение, тематические картографические материалы;
- систематизировать социально-экономические показатели по агломерации в целом и по отдельным муниципальным образованиям (демография, миграция, занятость, экономика, градостроительное развитие, транспортно-логистические связи);
- выявить особенности перспективного изменения застройки, формирования социальной инфраструктуры территории в контексте прогнозируемых изменений численности населения;
- определить основные направления и параметры пространственного развития территории агломерации;
- сформировать основные принципы устойчивого социально-экономического развития территории методами территориального планирования и градостроительного зонирования на основе рационального использования земель и

их охраны, гармоничного развития инженерной, транспортной и социальных инфраструктур, охраны природы, повышение эффективности управления территорией.

Материалы и результаты исследования использованы при разработке Схемы территориального планирования Ставропольского края, концепции развития Ставропольской агломерации, генеральных планов муниципальных образований.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ставропольская агломерация как одна из главных устойчивых систем расселения Ставропольского края развивается в соответствии с закономерностями, которые характерны для подобного рода систем:

– поляризация пространства – неравномерность развития разных частей агломерации, формирование зон различной интенсивности хозяйственной (в т.ч. и в первую очередь градостроительной) деятельности;

– преимущественное развитие городов-центров систем расселения (агломерационной и локальных) – высокая концентрация всех агломерационных функций в центре агломерации 1-го порядка – Ставрополе (науки, производства, образования, культуры, инноваций и т.п.), центрах 2-го и 3-го порядка – Невинномысске, Изобильном;

– формирование и развитие планировочного каркаса, состоящего из урбанизированных и природоохранных компонентов [*Панин и др.,* 2020].

Границы Ставропольской агломерации

Одним из наиболее сложных вопросов в выделении, функционировании и определении перспектив развития агломераций является делимитация (выделение) их границ. Исходный базовый интегральный критерий наличия агломерации – относительная целостность системы городских и сельских населённых пунктов в ее составе [*Антонов, Махрова,* 2019].

В качестве критериев для выделения Ставропольской агломерации и делимитации её границ положены сложившиеся научные подходы [*Лаппо и др.,* 2010; *Наймарк,* 1985; *Перцик,* 2009; *Полян,* 1988; *Полян, Неймарк,* 1988] и следующие базовые показатели:

1. Наличие городов с численностью населения более 100 тыс. чел.

2. Наличие не менее 2 городских поселений во внешней зоне агломерации, жители которых имеют относительно более высокую связь с большим (главным) городом, при этом их общая численность не менее 10% от числа жителей города-центра.

3. Сельское население агломерации выступает на равных с городским (сельская местность включается на основе построения изохрон транспортной доступности каждого сельского поселения [групп сельских поселений]).

4. Интенсивность связей поселений внешней зоны с главными городами агломерации – наличие устойчивых трудовых маятниковых корреспонденций с городами-центрами, наличием и границами пороговых межселенных связей населения.

5. Выявление зоны влияния рекреационных функций главного города на его окружение (определяется по размещению дачных поселений и учреждений отдыха и рекреации, зон массового отдыха жителей главного города).
6. Наличие сельскохозяйственных предприятий и их сельхозугодий, призванных обеспечивать главный город продовольствием.

8. Большой разрыв качества среды обитания между городом и сельской местностью.

9. Уровень и качество развитости агломерации.

Наиболее распространённым способом определения границ городских агломераций является метод изохрон – определение границ агломераций по затратам времени, необходимого для поездки в ядро (ядра) агломерации [*Каргашина,* 2018]. Изохроны строятся относительно центров агломерации для затрат времени 0.5, 1.0, 1.5 часовых радиусов, что даёт возможность выявить соответствующие зоны. По условиям доступности центра агломерации можно определить границу агломерации (рис. 1).

Транспортная доступность определяет масштабы маятниковой миграции, которая в Ставропольской агломерации отличаются максимальным показателем интенсивности.

В состав Ставропольской агломерации входят:

города (городские округа)
Ставрополь,
Невинномысск;

города
Изобильный,
Михайловск;

поселки
Рыздвяный,
Солнечнодольск;

Изобильненский городской округ;

Шпаковский,
Кочубеевский,
Труновский и
Грачевский муниципальные округа.

В пределах указанных территорий условно, на основании изохрон транспортной доступности центра агломерации, с учетом некоторого прогресса в скоростях сообщения, обозначен ареал собственно агломерации – территория с наиболее развитыми агломерационными связями, и выделены другие структурные элементы агломерации.

Вся территория агломерации в административных границах полностью попадает в зону 1,5 – 2-х часовой транспортной доступности от регионального центра (рис. 1).

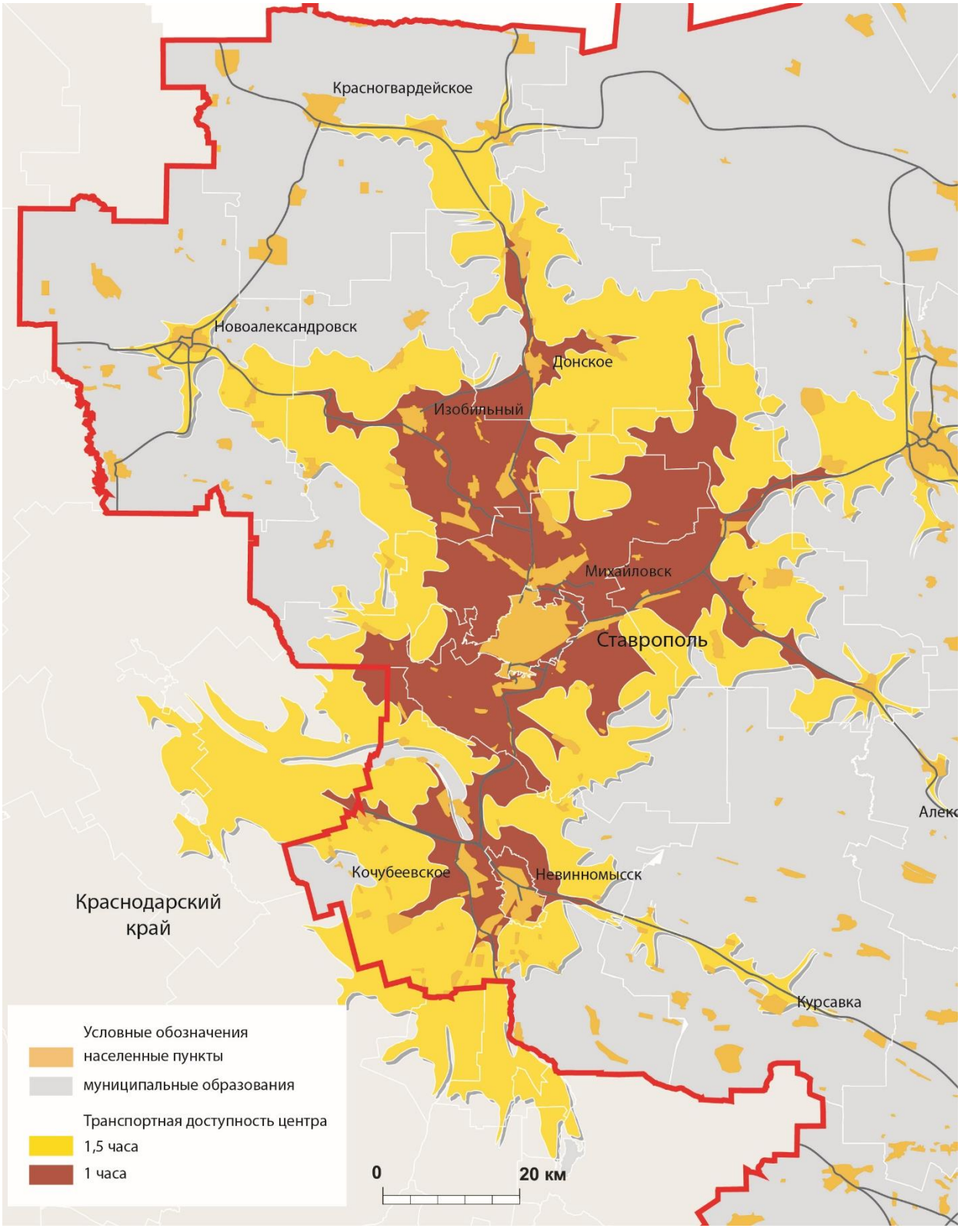


Рис. 1. Транспортная доступность ядра Ставропольской агломерации

Fig. 1. Transport accessibility of the cores of the Stavropol agglomeration

Стоит отметить, что в настоящее время границы городских агломераций определяются административным делением и социально-экономическими показателями, что существенно ограничивает пространственное развитие. В состав анализируемой агломерации, с учётом обозначенных выше критериев, можно отнести ряд населённых пунктов за пределами указанных муниципальных образований.

Для подтверждения выделенных границ агломераций, а также степени процесса урбанизации используется коэффициент развитости, который предложен П.М. Поляном и рассчитывается по следующей формуле 1:

$$K\text{разв.} = P \times (M \times m + N \times n), \qquad (1)$$

где:

P – численность городского населения агломерации;

M и N – количество городов и поселков городского типа соответственно;

m и n – их доли в городском населении агломерации соответственно.

Для того, чтобы агломерация считалась сформировавшейся, Кразв. должен быть больше 1,0 [*Лаппо и др.,* 2010].

Коэффициент развитости для Ставропольской агломерации составляет 2,51 (сопоставимый с другими авторами результат [*Андреева, 2014*]) , что говорит, в принципе, о её сформированности, но недостаточно высоком уровне развитости, особенно на фоне других агломераций юга России (Ростовской, Краснодарской, КМВ и др.).

Пространственная модель организации Ставропольской агломерации

Формирование Ставропольской агломерации – длительный, исторически объективный процесс, в ходе которого складывались основные функции территории, концентрация которых обусловила появление ядра и соответствующих центров агломерации.

На территории агломерации сложились функции:

– управленческого и делового центра;
– социально-культурного обслуживания населения;
– научно-образовательные функции;
– транспортно-логистические функции; промышленные функции;
– агропромышленные функции;
– туристско-рекреационные функции;
– функции духовно-религиозной деятельности.

Функциональные особенности развития Ставропольской агломерации обусловлены спецификой пространственной организации в них основных сфер деятельности (социальной, экономической, экологической, транспортной и др.)

По типу планировочной структуры Ставропольская агломерация формируется как моноцентрическая радиально-лучевая.

Планировочные оси на территории Ставропольского края формируются вдоль основной сети автомобильных и железных дорог и образуют так называемое урбанизированное кольцо с отходящими от него лучами.

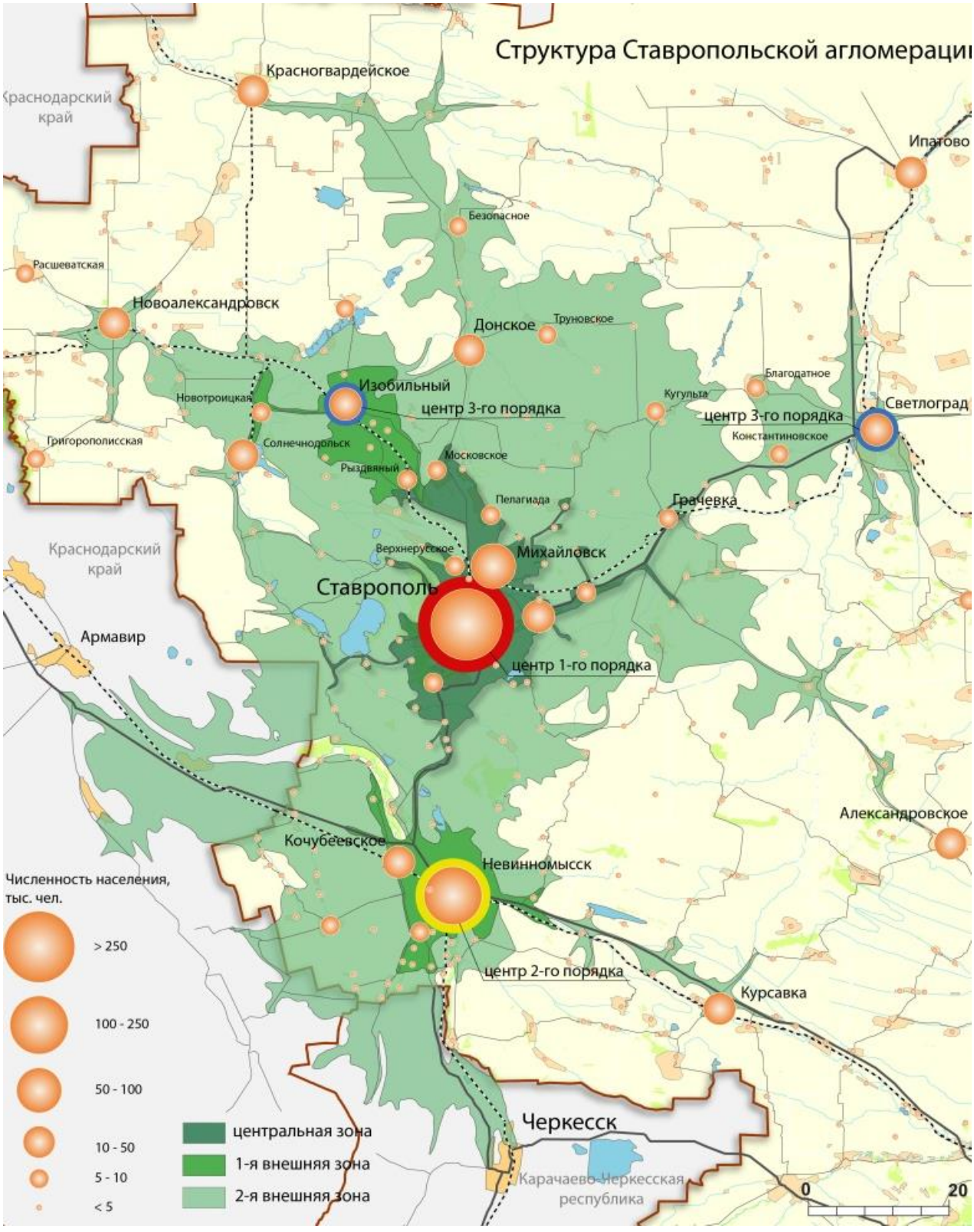


Рис. 2. Пространственная организация Ставропольской агломерации
Fig. 2. Spatial organization of the Stavropol agglomeration

В основе выделения планировочного каркаса лежит определение планировочных осей, их ранжирование по степени оказываемого влияния на развитие территорий.

В пределах рассматриваемой системы расселения можно выделить следующие зональные элементы:

Центральная зона (максимального градостроительного и хозяйственного освоения) – город Ставрополь – ядро и центр 1-го порядка агломерации, Михайловск – пригород краевого центра (с возможностью развития до центра агломерации 2-го порядка, при условии повышения численности населения до 100 тыс. человек), сельские населенные пункты Шпаковского муниципального округа в радиусе 0,5 – часовой доступности от ядра агломерации;

1-я внешняя зона – урбанизированные территории – ареалы наиболее интенсивного влияния города Невинномысска (центр агломерации 2-го порядка) и города Изобильного (центр агломерации 3-го порядка).

2-я внешняя зона – территории Грачевского и Труновского муниципальных округов.

Периферия (зона незначительного влияния ядра) – потенциально территория 2-й внешней зоны – г. Новоалександровск, г. Светлоград, с. Красногвардейское (1,5–2-часовая транспортная доступность). Каждый из этих населенных пунктов является главным центром собственных устойчивых систем расселения. Опосредованно, через эти центры сельские населенные пункты устойчивых систем расселения Новоалександровского и Петровского городских округов, Красногвардейского муниципального округа, оказываются условно вовлеченными в систему Ставропольской городской агломерации.

Естественной основой агломерационного ареала является транспортный комплекс – взаимосвязанная система (сеть) всех видов транспорта – современных и перспективных. Схема транспорта в большой мере определяет планировочную организацию этой территории, её опорный каркас, представленный, прежде всего, сетью дорог федерального и межмуниципального значения.

Центральная зона агломерации наиболее урбанизированная, многофункциональная (административные («столичные»), научно-производственные, финансово-деловые, промышленные и др. функции).

Невинномысская зона – промышленная, с развитыми транспортными и некоторыми агропромышленными функциями.

Изобильненская зона – промышленно-аграрная территория, с развитыми транспортными функциями.

Периферийная зона – преимущественно территория сельскохозяйственного производства и относительно небольшого числа предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции, добыче строительного сырья и производству строительных материалов.

Таким образом, Ставропольская агломерация представляет собой высокоурбанизированный ареал расселения и в зависимости от подходов к делимитации границ включает 7–10 муниципальных образований (городских и муниципальных округов) с населением от 950 до 1100 тыс. человек.

Демографический тренды и прогноз

На 1 января 2020 г. численность населения Ставропольской агломерации составляет 958,1 тыс. человек, это более 34 % населения Ставропольского края. В общепринятых границах агломерации доля городского населения в 1,3 раза выше, чем в среднем по краю – 74% (в Ставропольском крае – 59%).

Общая численность населения агломерации демонстрирует устойчивую тенденцию роста, что сохранится и в перспективе. Только за период с 1989 по 2020 годы Ставропольская агломерация приросла на 18 %.

Несмотря на общий рост числа жителей, этот процесс обеспечивают в настоящее время только 4 территории: города Ставрополь и Михайловск, Шпаковский и Грачевский муниципальные округа. Наибольшее сокращение численности населения происходит в сельской периферии – Труновском муниципальном округе.

Рост численности населения в этих территориях в составе агломерации отмечается за счет более высокого уровня жизни, а также дополнительно стимулируется активной политикой жилищного строительства.

При этом вклад в общий прирост или убыль населения естественных процессов (рождаемости и смертности) и миграции различен. Если естественные процессы, как правило, являются результатом долговременных тенденций, то миграция очень подвержена влиянию случайных событий и факторов.

Каждая из территорий в составе агломерации ведет себя в демографическом плане по-разному. По характеру прогнозируемого к 2035 году демографического развития можно выделить три группы территорий:

– зона **устойчивого роста**: Шпаковский муниципальный округ (+19,9 тыс. чел.), город Ставрополь (+20,4 тыс. чел.) Грачевский муниципальный округ (+2,6 тыс. чел.)[1].
– зона **стабильной численности населения**: Изобильненский городской округ и Кочубеевский муниципальный округ.
– ареал **сокращения числа жителей**: Труновский муниципальный округ и город Невинномысск.

Согласно результатам демографического прогноза численность населения агломерации к 2035 г. увеличится на 97 тыс. чел. и превысит 1 млн. жителей. Прогнозные демографические расчеты позволяют определять потребности территории в необходимом обеспечении всеми видами инфраструктур, а также потребности в жилье.

Направления и перспективы развития Ставропольской агломерации

Ставропольская агломерация сформировалась вдоль планировочной оси 1-го порядка, проходящей с севера на юг через основные планировочные центры – г. Изобильный, г. Михайловск, г. Ставрополь, г. Невинномысск.

Второстепенные планировочные оси расходятся лучеобразно от основных планировочных центров, на них расположены крупные территориально сближенные сельские населенные пункты.

Агломерация по типу внутренних связей между центрами, спутниками и ареалами расселения относится к категории сформировавшихся агломерационных структур (коэффициент развитости – 2,51).

Предпочтительным вариантом развития для Ставропольской агломерации является урбанистическая радиально-полицентрическая модель расселения, складывающаяся по главным и второстепенным транспортным коридорам (рис. 3).

Пространственная организация Ставропольской агломерации, сеть её населенных пунктов исторически сложилась при ведущей роли главных транспортных направлений (искусственных линейных элементов) и системы основных водотоков и водоемов (естественных линейных элементов), проходящих по территории агломерации.

[1] Ставропольский край в цифрах, 2018. Краткий статистический сборник «Северо-Кавказстат». Ставрополь, 2018.

Сложившаяся пространственная организация территории агломерации не должна подвергаться принципиальным территориальным изменениям, но важно усиление и модернизация опорного каркаса территории. В первую очередь развитие и модернизация линейных элементов (транспортных магистралей), а также узлов каркаса – центров агломерации – основных «фокусов» ее развития и «точек роста» для данной территории.

Особое внимание следует уделять городам как основным центрам агломерации, Ставрополю, Невинномысску, Михайловску и Изобильному.

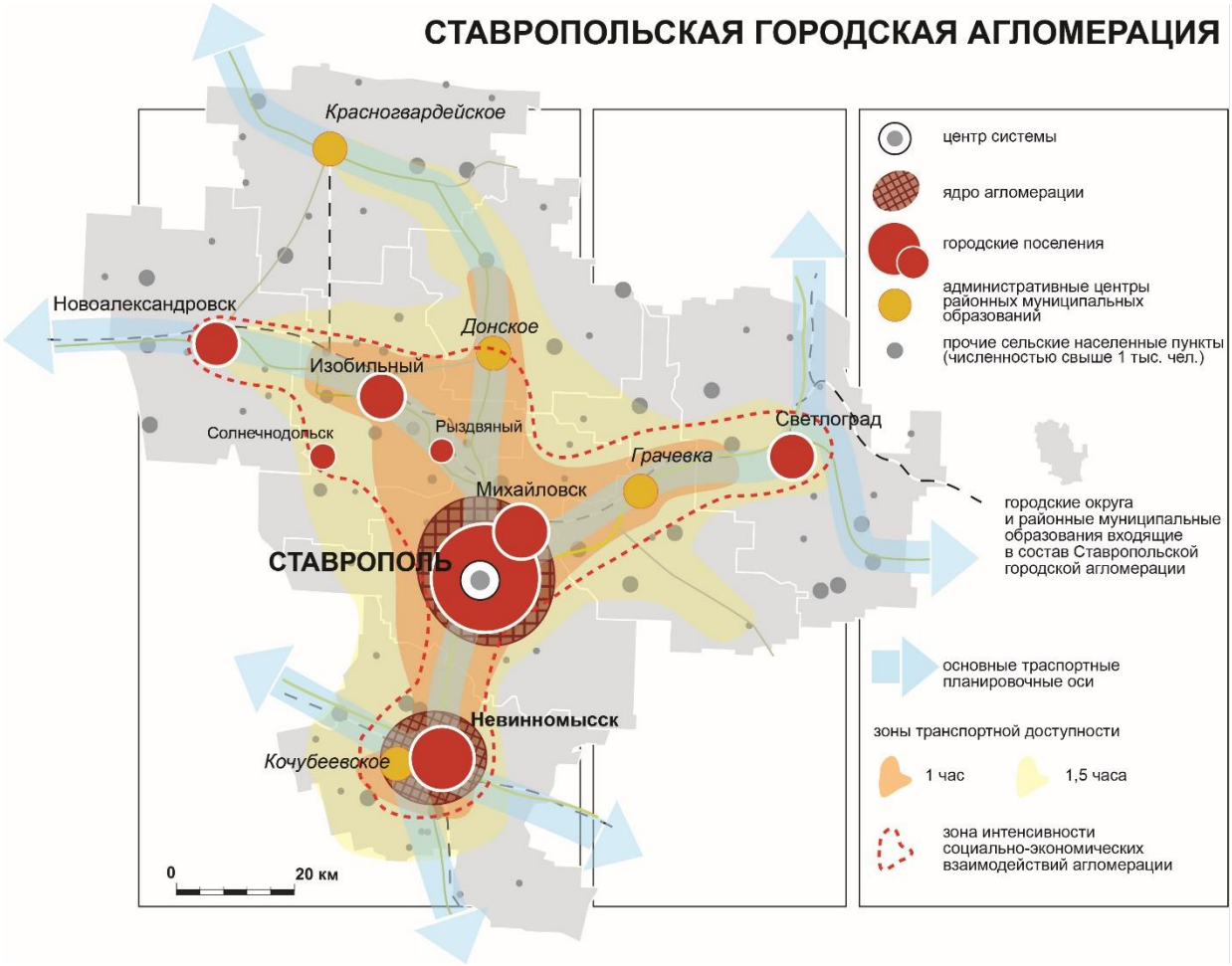


Рис. 3. Перспективная структурно-планировочная модель Ставропольской агломерации

Fig. 3. Perspective structural and planning model of the Stavropol agglomeration

За пределами границ городов в качестве возможных направлений поиска резервных территорий для развития различных видов деятельности, прежде всего жилищного строительства, возможно использование: для Ставрополя – юго-восточной части города; для Михайловска – северо-западной; для Невинномысска – южной и восточной.

Для территориального развития сельских территорий предполагается освоение новых территорий для жилищного строительства (около 10 % существующих площадей), что более конкретно определится при разработке генеральных планов населенных пунктов.

Особого внимания заслуживает решение транспортных проблем, причем в первую очередь внутригородских. Без этого активизация и усиление внутриагломерационных связей просто невозможны.

Процесс целенаправленного развития и межмуниципального взаимодействия в рамках агломераций является одним из барьеров развития и должен основываться на сбалансированном развитии города-центра и системы второстепенных подцентров.

Кроме прочего, отдельного внимания заслуживает проблема оптимизации территориальной инфраструктуры главных ядер агломерации – Ставрополя и Невинномысска. Решающее значение здесь имеет развитие общественного городского и пригородного видов транспорта. Переход от «маршруточной» модели использования несовременных транспортных средств малой и средней вместимости к сбалансированной модели взаимосвязи между городскими центрами (прежде всего в Ставрополе) и центрами агломерации за счет ТС большой и особо большой вместимости. ТС малой вместимости должны дополнять основные городские и агломерационные маршруты, обеспечивая адресную доставку пассажиров (от узловых мест концентрации общественной жизни к местам проживания).

Таким образом, можно определить потенциалы и ресурсы развития Ставропольской агломерации:

– положение на территории агломерации главного административного центра края – города Ставрополя;
– сложившийся производственный, научно-образовательный, социально-экономический, трудоресурсный, культурный потенциал;
– относительно развитая внутриагломерационная автодорожная сеть, связь с другими территориями края и сопредельными субъектами Российской Федерации;
– положение в пределах агломерации международного аэропорта;
– наличие проектов (федерального и регионального уровней) по развитию транспортной, инженерной и др. систем.

Вместе с тем, территория обладает рядом ограничений развития:

– широкое распространение в пределах агломерации территорий с особыми условиями использования и ограничениями – природных и техногенных;
– экстенсивное использование территории городов, ограниченное число свободных земельных участков и резервов дальнейшего территориального развития;
– бессистемная застройка городских территорий, пригородных пространств, особенно между Ставрополем и Михайловском;
– отсутствие прямой железнодорожной связи между Ставрополем и Невинномысском, а также между Ставропольской агломерацией и агломерацией КМВ.

ВЫВОДЫ

В результате проведённого геоинформационного анализа определены основные направления пространственного развития и наиболее подходящий набор проектных мероприятий, в полной мере соответствующих документам территориального и социально-экономического планирования разного уровня и возможностям определения новых задач и перспектив, как для всей территории Ставропольской агломерации, так и для её отдельных частей.

Разработанная модель Ставропольской агломерации позволяет определять основные направления и параметры пространственного развития территории агломерации и выполнять функцию информационного обеспечения внутреннего взаимодействия органов региональной и муниципальной власти, тем самым повышая качество принятия управленческих решений.

В концепции развития Ставропольской агломерации отмечены 4 главных агломерационных эффекта, которые одновременно имеют внешние и внутренние проявления.

К внешним можно отнести формирование специализации территории агломерации в пределах Ставропольского края и России.

К внутренним – определение специализации муниципальных образований внутри агломерации и направлений их приоритетного развития на основе конкурентных преимуществ. Главный агломерационный эффект – совместное и комплексное социально-экономическое и градостроительное развитие на основе укрепления межмуниципальных связей.

Приоритетом является формирование подцентров агломерации и равномерное развитие системы расселения с возможным расширением агломерации в пределах зоны 1,5-часовой доступности и переход Ставропольской агломерации в статус «крупнейшая» – с населением более 1 млн человек.

Особенности динамики численности населения, демографических и миграционных процессов не являются едиными для всей агломерации, они заметно различаются в разрезе муниципальных образований, входящих в ее состав.

Мероприятия, закреплённые в документах территориального планирования каждого муниципалитета, должны быть взаимосвязаны (как в плане иерархической соподчинённости, так и в общем контексте агломерационного развития территории) для устойчивого развития муниципальных образований и всей агломерации. Реализация кластерной политики обеспечивает эффект полицентрической модели размещения производительных сил. Суть модели в формировании центров (групп центров) разной специализации в главных пространственных ареалах территории.

БЛАГОДАРНОСТИ

В части геоинформационного обеспечения работа выполнена за счет гранта РНФ № 20-47-01001 «Разработка концепции, технологий и сервисов атласной информационной системы нового поколения для мониторинга характеристик экологического состояния регионов и городов Европы и России». В части исследования городских агломераций работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №20-05-00386 А «Пространственно-временные диспропорции демографического развития городских агломераций разного типа в Европейской части России».

ACKNOWLEDGEMENTS

In terms of geoinformation support, work was supported by the Russian Science Foundation grant No. 20-47-01001 "Development of the concept, technologies and services of a new generation atlas information system for monitoring the characteristics of the ecological state of regions and cities in Europe and Russia." In the part of the study of urban agglomerations, the work was supported by the RFBR, grant no. 20-05-00386 A "Spatial and temporal disparities in the demographic development of urban agglomerations of different types in the European part of Russia".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Андреева Ю.В.* Территориально-градостроительная оценка развитости крупных агломераций Юга России. Евразийский союз ученых, 2014. №8–9. С. 160–162.
2. *Антонов Е.В., Махрова А.Г.* Крупнейшие городские агломерации и формы расселения надагломерационного уровня в России. Известия РАН. Серия географическая, 2019. № 4. С. 31–45.
3. *Каргашина М.А.* Система геоинформационного обеспечения градостроительной деятельности: современное состояние и ключевые аспекты развития. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. Т. 24. Ч. 1. С. 253–261. DOI: 10.24057/2414-9179-2018-1-24-253-261.
4. *Лаппо Г.М., Полян П.М., Селиванова Т.В.* Агломерации России в XXI веке. Вестник Фонда регионального развития Иркутской области, 2007. № 1. С. 45–52.
5. *Лаппо Г., Полян П., Селиванова Т.* Административно-территориальные преобразования и развитие агломераций. Демоскоп Weekly. НИУ ВШЭ, институт демографии. Электронный ресурс: http://demoscope.ru/weekly/2010/0407/tema02.php (дата обращения 01.10.2020).
6. *Наймарк Н.И.* Современная сеть городских агломераций СССР. Известия АН СССР. Сер. геогр., 1985 № 6. С. 82–91.
7. *Панин А.Н., Эшроков В.М., Махмудов Р.К., Верозуб Н.В.* Геоинформационный анализ агломерации Кавказских Минеральных Вод: градостроительные и функционально-планировочные аспекты ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М: Издательство Московского университета, 2020. Т. 26. Ч. 2. С. 79–94.
8. *Перцик Е.Н.* Крупные городские агломерации: развитие, проблемы проектирования. Проблемы развития агломераций России. М.: Крассанд, 2009. 34 с.
9. *Полян П.М.* Методика выделения и анализа опорного каркаса расселения: монография. М.: Институт географии АН СССР, 1988. Ч. 1. 220 с.
10. *Полян П.М., Наймарк Н.И.* Проблемы изучения городских агломераций. М.: ИГАН, 1988.135 с.

REFERENCES

1. *Andreeva J.V.* Territorial and urban planning assessment of the development of large agglomerations in the South of Russia. International scientific journal "Eurasian Union of Scientists", 2014. No 8–9. P. 160–162.
2. *Antonov E.V. Makhrova, A.G.,* the Largest urban agglomeration and the form of settlement madagascariense level in Russia. News of RAS. Geographical series, 2019. No 4. P. 31–45 (in Russian).
3. *Kargashina M.A.* System of geoinformation support for urban development: current state and key aspects of development. Materials Of the international conference "InterCarto. Intergis". Petrozavodsk: Karnts RAS, 2018. V. 24. Part 1. P. 253–261. DOI: 10.24057/ 2414-9179-2018-1-24-253-261 (in Russian).
4. *Lappo G.M., Polyan P.M., Selivanova T.V.* Agglomeration of Russia in the XXI century. Bulletin of the regional development Fund of the Irkutsk region, 2007. No 1. P. 45–52 (in Russian).
5. *Lappo G., Polyan, P., Selivanova T.* Administrative and territorial transformations and the development of agglomerations. Demoscope Weekly. National Research University Higher School of Economics, Institute of Demography. Electronic resource: http://demoscope.ru/weekly/2010/0407/tema02.php (accessed 01.10.2019). (in Russian).

6. *Naimark N.I.* Modern network of urban agglomerations of the USSR. News USSR Academy of Sciences. Ser. Geogr, 1985. No 6. P. 82–91 (in Russian).
7. *Panin A.N., Eshrokov V.M., Makhmudov R.K., Verozub N.V.* Geoinformation analysis of the agglomeration of the Caucasian Mineral Waters: urban planning and functional planning aspects of InterCarto. InterGIS. Geoinformation support of sustainable development of territories: Materials of the Intern. conf. Moscow: Moscow University Press, 2020. T. 26. Part 2. P. 79–94.
8. *Pertsik E.N.* Large urban agglomerations: development, design problems. Problems of the development of agglomerations in Russia. Russian Academy of Architecture and Construction Sciences. Moscow: Krassand, 2009. 34 p. (in Russian).
9. *Polyan P.M.* Method of selection and analysis of the reference frame of settlement: monograph. Moscow: Institute of geography of the USSR Academy of Sciences, 1988. 220 p. (in Russian).
10. *Polyan P.M., Naimark N.I.* Problems of studying urban agglomerations. M.: IGAN, 1988, 135 p.

DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-388-401

Lola X. Gulyamova [1], Dilshod N. Rakhmonov[2]

OPEN DATA FOR WEB-MAPPING THE DYNAMIC OF POPULATION OF UZBEKISTAN

ABSTRACT

This paper covers issues related to using Open Data for web mapping of the dynamic of population of Uzbekistan. Several ways are suggested for performing an analysis of patterns of dynamic of population. The web mapping is recommended as the preferable way for study the spatial distribution of the population and its change. The methods are described from the perspective of their relevance to the technical and conceptual development of interactive dynamic maps. The Open sources that are maintained by state agencies, committees, private companies and other institutions are used for web mapping. The peculiarities of development of Open Data in this country are analyzed with the purpose of applying geoinformation technologies for capturing geospatial information (GI). The model has been developed for using web mapping tools for combining ICT, GIS, interactive cartography and socio-economic data for retrieving GI from existing open resources. Some tools are suggested to bring together Open Data of different official sources by means of Geographical Information Systems. The model of web service is used for uploading map data to a cloud account, while cloud service handles all server-side. ArcGIS Online and other open software are applied for interactive mapping. The interaction with datasets for online mapping and spatial analysis is performed with the help of the cloud service of ArcGIS Online.

KEY WORDS: open data, web mapping, population, dynamics, Uzbekistan.

INTRODUCTION

Using of Open data is generating growing interest as a result of move toward more transparent and innovative governance mechanisms [*Davies et al.,* 2019]; [*Verhulst, Young,* 2017]. From the global perspective, the importance of Open Data is growing as this is noted in the Secretary-General's Roadmap for Digital Cooperation, launched in 2020. This report proposes a series of steps and mechanisms to pave the way towards "more effective global digital cooperation" including calls for: 1) universal global connectivity by 2030, with a special emphasis on emergency situations; (2) the creation of digital public goods, such as open source software, open data, open AI models, and open standards.

This initiative stresses the strong dependence of the efficiency of the spatial technologies on underlying data sets, including open ones. In the geospatial technologies this is motivated by proliferation of voluntary geographic information [*Goodchild,* 2007; *Googdchild, Li,* 2012; *Quarati et al.,* 2021]. The phenomenon of big data [*Goodchild, Li,* 2021], the possibilities of free access to online information resources [*António, Scopeliti,* 2017], and the growing power of mobile applications are driving the studies on open geospatial data. These innovations create more opportunities for the development and exchange of geospatial data, information and knowledge.

[1] Tashkent State Technical University, Universitetskaya str. 2, 10074, Tashkent, Uzbekistan, *e-mail:* **lola_gulyam@mail.ru**

[2] National Unversity of Uzbekistan, Universitetskaya str. 4, 10074, Tashkent, Uzbekistan, *e-mail:* **dilshod72r@mail.ru**

Today, rapidly developing Information and Communication Technologies (ICT) support development of Open sources that are maintained by state agencies, committees, private companies and other institutions. Since 2009, when the United States launched the data.gov portal there is the systematic opening of government data around the world, including Uzbekistan. In this country, the National Open data catalogues include the government portal site https://www.data.gov.uz/en[1]. These online services for citizens and businesses provide access, give an opportunity for using them as data sources, and for public control. The public datasets can legally be shared and republished. This State information resource on the Internet consists of a set of software and hardware and is designed to accommodate a public government information and provides with interactive services. As in other countries this portal along with providing online resources helps in 'generating "added value both economic and social" [*Viscusi et al.,* 2014; *Charalabidis et al.,* 2014].

However, in Uzbekistan, a service for collecting geospatial information has not been yet properly developed. According to the Law of the Republic of Uzbekistan "About Spatial Data"[2] that was signed on July 24, 2021, the Development of the National Spatial Data Infrastructure is at the beginning of its formation with the goal to provide steps to increase the availability of spatial data and metadata.

Meanwhile, Open Data is a valuable source for mapping population in countries like Uzbekistan when such challenges exist:

1. The last time the Census Data were collected in 1989 and an updated data is not available.
2. The National Spatial Data Infrastructure and the Critical Infrastructure are not yet well developed.
3. The Policy of web-services with the use of Open Resources for web – mapping has not been developed.
4. The methodology of using Open Resources for web - mapping the dynamic of population in Uzbekistan is at the beginning of its development.

The main question discussed in this paper is how to capture geospatial information[3] (GI) from Open data of the state agencies in Uzbekistan. Government data is analyzed in terms of increasing the efficiency of use, expanding the exchange of information and assessing the possibilities of obtaining GI. Issues related to the ways of performing an analysis of patterns of population dynamics for decision-making and regional development are discussed with the purpose:

1) to define ways for integrating government Open Data and data of the different sources to each other for capturing and extracting the GI;
2) to develop a simple tool for the broad audience of various actors as well as decision-makers and ordinary citizens with different demand and requirements to the GI;
3) to analyze government open data and the opportunities of its using for web mapping the dynamics of human population;
4) with the consideration of the content of data on different hierarchical levels of collecting, storing, updating and distributing to find out the ways of retrieving GI about population change;
5) to develop a simple on-line tool for visualizing and analysis the dynamics of human population.

---

1 Portal of Open Government of the Republic of Uzbekistan. 2021. Retrieved on February 20, 2021 from https://www.gov.uz/en/pages/open_government.

2 Law " About Spatial Data" (In Russian Закон Республики Узбекистан о пространственных данных. №ЗРУ-702 23.07.2021) Retrieved on July, 28 2021 from https://lex.uz/ru/docs/5522844.

3 In this paper, Geospatial information is different location-related datasets combined into layers that show information about demography.

It is suggested that the retrieving GI in a form of interactive maps provides more opportunities for development an analytical tool for research on population. Because of the strong control of the government the administrative data is developing according to standardized rules which provide uniform availability to open sources of different agencies and institutions over the country. This also helps matching of datasets with geospatial geometry data, principally administrative zone boundaries, which is crucial requirement of the mapping of socio-economic open data. It helps avoiding challenges of the "considerable varying in regard to the availability and legal status of administrative spatial data" [*Smith,* 2016, p. 108] and difficulties to conduct year-to-year comparisons because of "spatial extents of census units change with time" [*Dmowska,* 2019, p. 16] for the online socio-economic mapping.

The spatial distribution of the population is a complex phenomenon in a Human Geography. Its change is influenced by many factors of different origins. In Uzbekistan, change of uneven spatial distribution of population is highly dependent on access to water and land resources. In the eastern part of this country, rich fertile soils and water resources historically attract people for settling. Today, this is the most populous and developed part of this country.

The rapidly growing population is the subject of monitoring in rural and urban areas of this country. The policy of the Government to eliminate the poverty rate requires the accurate and timely up-to-date relevant spatial data on population. The scheme of social and economic development is dependent on analysis of the demographic characteristic of population, including the growth of population.

In such countries like Uzbekistan, the web mapping is the preferable way for study the spatial distribution of the population and its change. This also helps to maintain large quantities of open data. Kerski [2020] points that "the open data movement places an array of rich, varied demographic datasets – in scales ranging from the local to global".

As for Uzbekistan, this is a "blind spot" in many global population datasets. Several of them provide only general (Fig. 1) or no sufficient data (Fig. 2).

Fig. 1. ESRI "Ecoregions, Population Density, Imagery," an interactive map in ArcGIS Online[1]

This paper discusses how to use the government open data of this country to develop online maps of the dynamic of population. It is expected that by integrating data from different sources, you can create more opportunities to use open data for better analysis.

[1] ESRI "Ecoregions, Population Density, Imagery," an interactive map in ArcGIS Online. Retrieved on April 15, 2021 from https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=8b6d6ce07c4244bc8b3a9f7c-1c274e48.

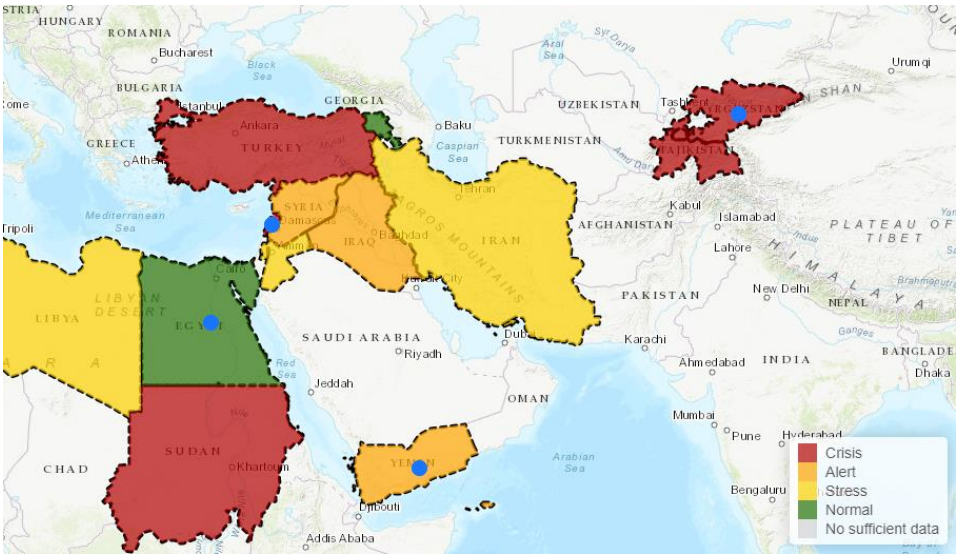


Fig. 2. The World Food Programme's (WFP) Safety Nets Alert Platform (SNAP). Dashboard. Early Warning on Local Food Prices[1]

MATERIALS AND METHODS

Further development of the Digital Earth for addressing the most fundamental problems of concern to all mankind [*Baturin et al.,* 2020] and using it as a platform for comparative analysis of different geospatial products [*Eremchenko et al.,* 2015] requires using of advanced cartographic tools for decision making and efficient use of limited resources.

In this study, the subject of scientific interest is the opportunity and challenges of using web mapping tools for combining ICT, GIS, interactive cartography and socio-economic data for retrieving GI from existing open resources. Advantages of using of web mapping tools are an integration of socio-economic data into national platforms to be substantial in terms of facilitating research and allowing the public to compare and contrast locations across the country using a range of indicators. Based on the definition of an interactive mapping by Roth [2013] as "a cartography where users can change aspects of the map representation" this study is aiming to establish a two-way friendly-use relationship between the map and the map user.

In Uzbekistan, the Government portal at the URL: https://www. data.gov.uz provides with Open Data on the national and regional levels while on community levels an additional tool is required for integration data. These resources are expanding as the result of state policy on increasing transparency and providing an access to official data.

The State Agency on Statistics of the Republic of Uzbekistan provides with data on a wide range of issues related to economy, demography, and environment. This data is updated at least once a quarter and posted at the URL: https: www.stat.gov.uz.

In an absence of geospatial data at the National Spatial Data Infrastructure of Uzbekistan, the geospatial geometry data at all spatial levels is available from different open sources, including geospatial dataset Open Street Map (OSM), Google Map. OSM is considered the most successful example of VGI and a proxy for other VGI projects [*Davies et al.,* 2019]. Comparisons with other sources of spatial data shows sufficient level of data quality and its updating, as well as its role as a tool to support the mission of creating free, editable maps [*Mo-*

[1] The World Food Programme's (WFP) Safety Nets Alert Platform (SNAP). Dashboard. Early Warning on Local Food Prices. Retrieved on April 12, 2021 from https://snap.vam.wfp.org/index1.php.

oney, Minghini, 2017]. This study follows the frequently used application of OSM data, that is a visualization owing to the flexibility of access and tools for processing directly or from a spatial database. This nature of OSM data is one of main factors for choosing this dataset in this study.

The quality of the data in OSM is assessed visually following the common practice of comparison of OSM map layers with other popular mapping systems (Google, Bing, HERE, ESRI) and digital maps compiled by the Cadastral Agency under the State Tax Committee of the Republic of Uzbekistan. The assessment has been carried out to check up the state and an accuracy of administrative spatial data: location of the centers of regions and main cities, length of boundaries, distance between major cities. A socioeconomic statistic on population is mapped on top of administrative boundaries.

It is suggested that the government Open Data of the Republic of Uzbekistan is a valuable source for web mapping of social and economic events and processes. Its hierarchy is represented in Fig. 3.

Interactive mapping is a tool not only for visualizing demography but for conducting geospatial analysis and making decisions [*Gulyamova,* 2018]. The cloud-service model is the most suitable option in a rapidly changing environment of socio-economic datasets. Zastrow [*Zastrow,* 2015] points to such its advantages as reducing the technical skill demands and need for server access.

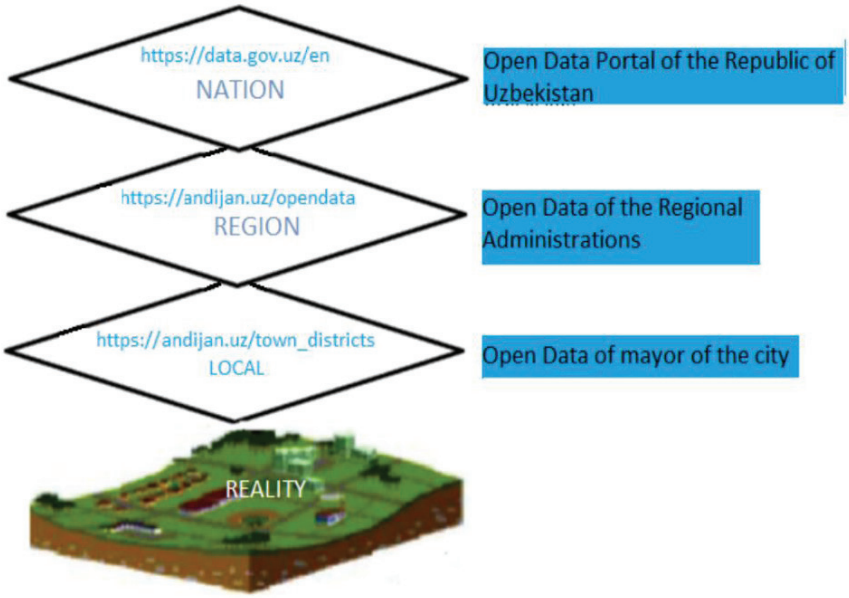


Fig. 3. The hierarchy of Open Data in Uzbekistan

In this study, the model of web service is used for uploading map data to a cloud account, while cloud service handles all server-side. Using this model gives more options for interactive web mapping and enlarging the audience of on-line users and developers. Interactive mapping is one part in a chain of web service (Fig. 4).

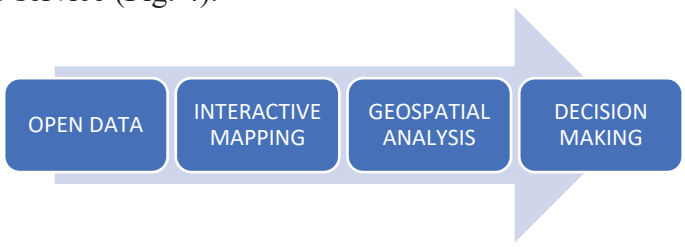


Fig. 4. Interactive mapping is a part of a chain of Web service Online mapping software

The interaction with datasets for online mapping and spatial analysis is performed with the help of the cloud service of ArcGIS Online. The advantages of this software are JavaScript API and many spatial analytical functions. The street-level spatial database and editing functionality of OSM serves as the additional tool including all necessary features for mapping of population. OSM maps are used to integrate datasets on demography with geospatial geometry data. In addition, the ability to apply attributes from datasets on demography is an advantage of using OSM. The process of the interactive dynamic mapping includes several procedures including search, select, integration, retrieving information from open data, spatial-temporal analytical functions (Fig. 5).

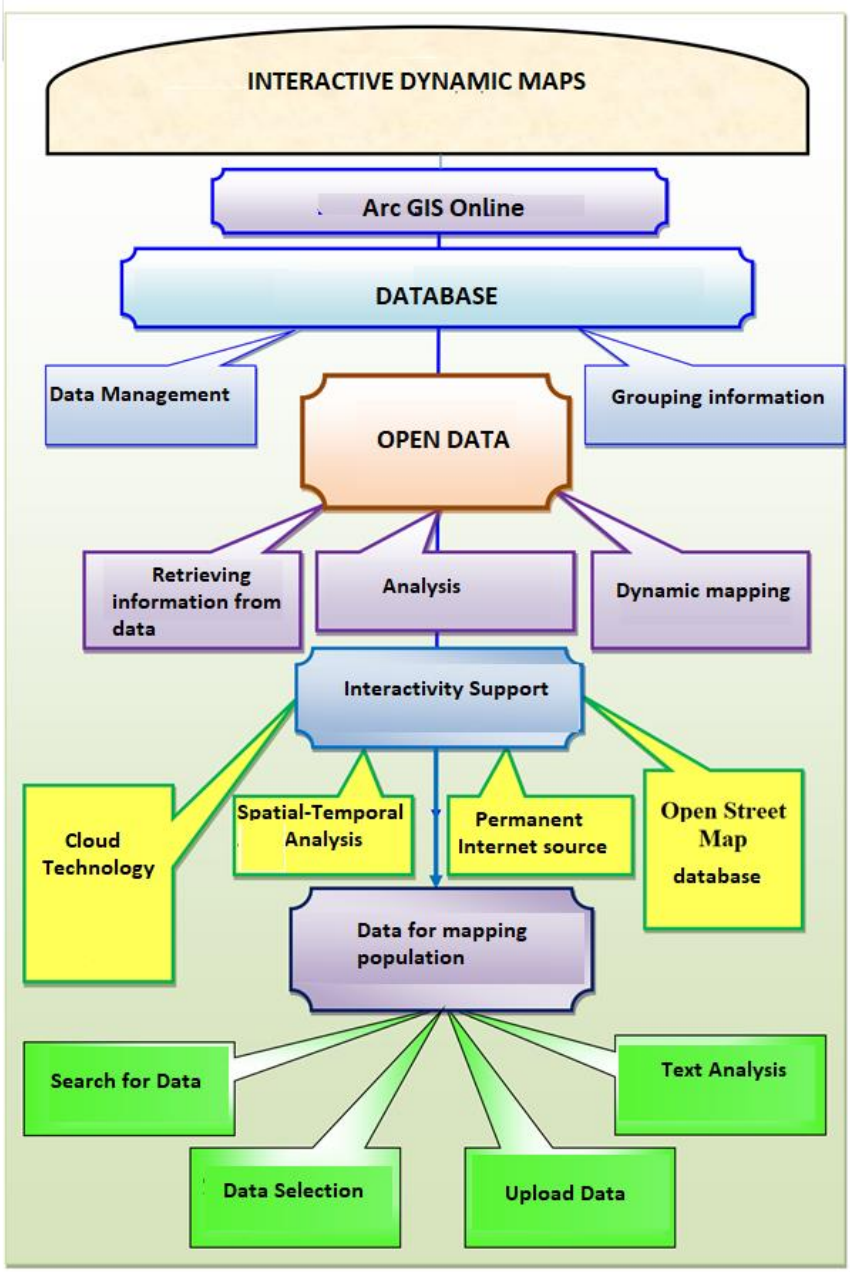


Fig. 5. The scheme of an integration of different operations for interactive dynamic mapping

The model is used for providing open services based on integration of open software, open database, data and knowledge generation (Fig. 6).

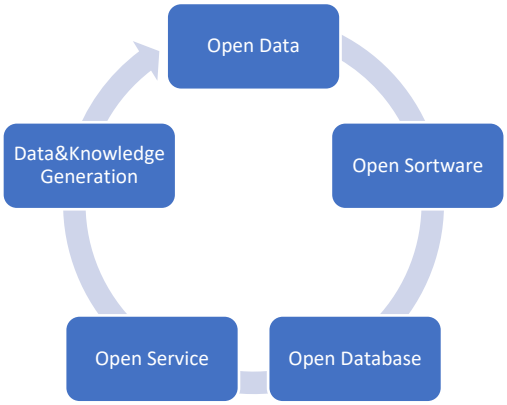


Fig. 6. The model of open database and software integration

Fig. 7 represents this process in ArcGIS Online.

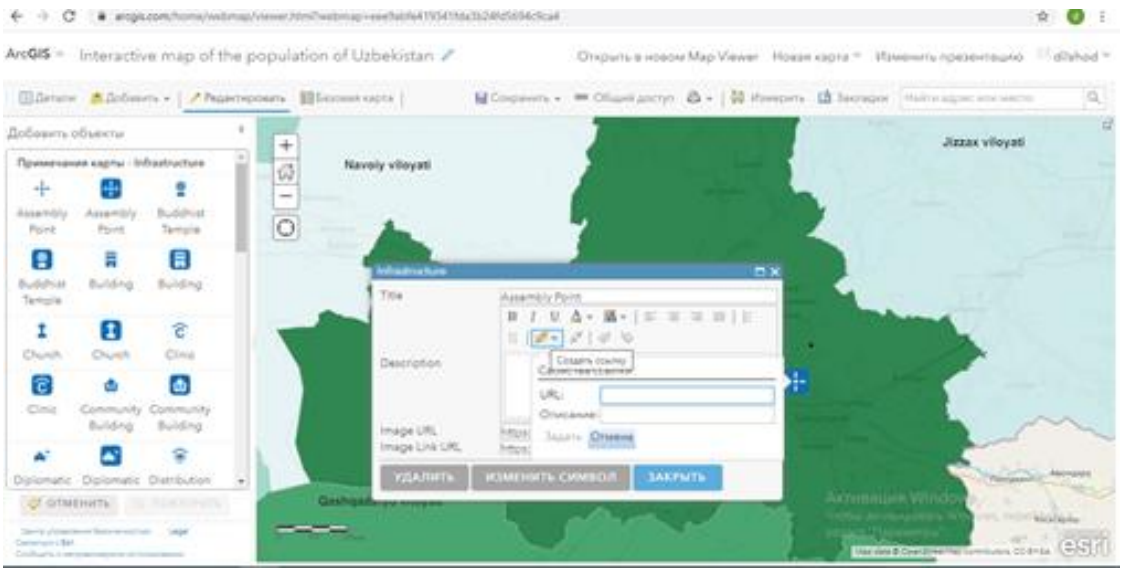


Fig. 7. Data integration functions in Arc GIS Online. Source on internet: https://www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=ea5d5997ff6f4bfcb7b14d237052cfc7

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, Open Data of the Government Uzbekistan is used on the national and regional levels while on community levels an additional tool is applied for integration data. The geospatial geometry data at all spatial levels is derived from different open sources, including OSM, Google Map. Researchers[1] point out that "the origins of open data are not always disclosed, which can lead to incomplete, erroneous or overlapping data sets". In this study, the main attention has been paid to testing of coincidence of the geometry of OSM data and data of digital maps. Results of this testing reveal sufficient accuracy (MSE[2] – 0. 6) of lines, points and

[1] United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs. From Digital Promise to Frontline Practice: New and Emerging Technologies in Humanitarian Action. Policy paper. 2021, p. 14 https://www.unocha.org/sites/unocha/files/OCHA%20Technology%20Report.pdf (accessed 2021, April 15).

[2] mean squared error is calculated according to

$$\mathrm{VSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Yi - \hat{Yi})^2.$$

polygons of administrative units and suitable for population mapping. OSM maps are well suited to integrate datasets on demography with geospatial geometry data on national, regional, and local levels of interactive mapping.

More options exist for retrieving the GI from the Portal of Open Data of the State Committee of the Republic of Uzbekistan on Statistics which publishes quarterly and annually data about population at URL: https://stat.uz/en/official-statistics/demography (Fig.8). They are in formats that suitable for integration. It includes data that gives an opportunity for efficiently retrieving GI by means of interactive mapping. This source of information is valuable for development of various social-economic maps. The mapping of the dynamic of population growth is the only example to get the picture of change of the spatial distribution of population. The series of interactive maps of population are compiled with the ArcGIS Online and with the help of established links to Portal https://stat.uz/en/official-statistics/demography. Maps are interactively compiled according to data as of any date that exists in a dataset (Fig. 8).

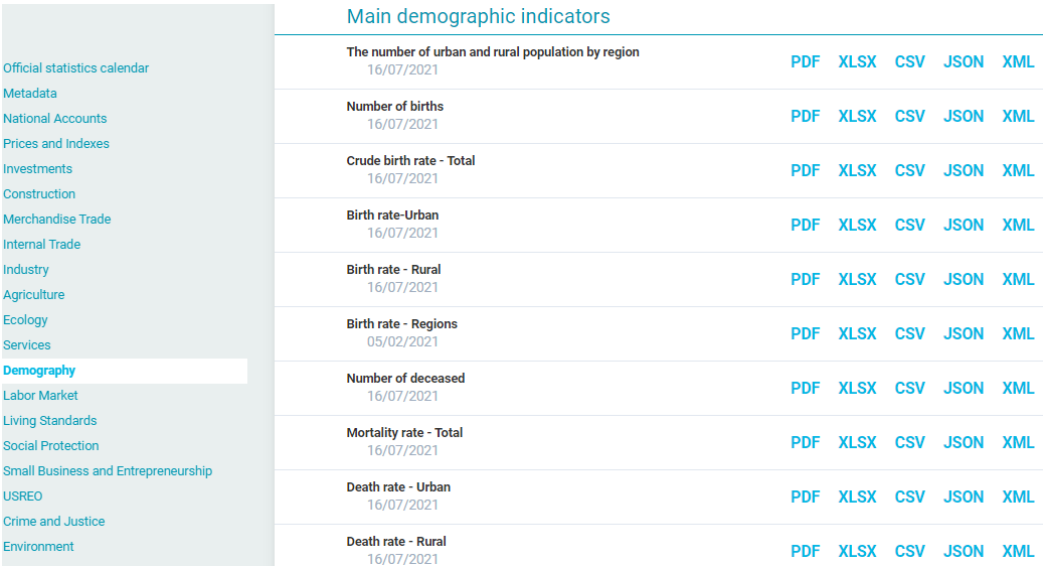


Fig. 8. The open data on demography at the URL: https://stat.uz/en/official-statistics/demography

The main demographic indicators in machine-readable forms and shapefiles are imported to the ArcGIS Online server. Fig. 9 represents the standard procedure of export-import of shape file to ArcGIS Online.

Fig. 9. Export-import of shape file to ArcGIS Online

Interactive maps of population of Uzbekistan are interactively compiled according to the attributes and the OSM datasets. Fig. 10 - Fig.11 represent the using of function of selection data and processing in ArcGIS Online. Major urban centers are marked with symbols. Each of them is linked to the relevant Open Data source at the https://data.gov.uz. The dataset is developed and posted on cloud at URL: https://www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=ea5d5997 ff6f4bfcb7 b14d237052cfc7

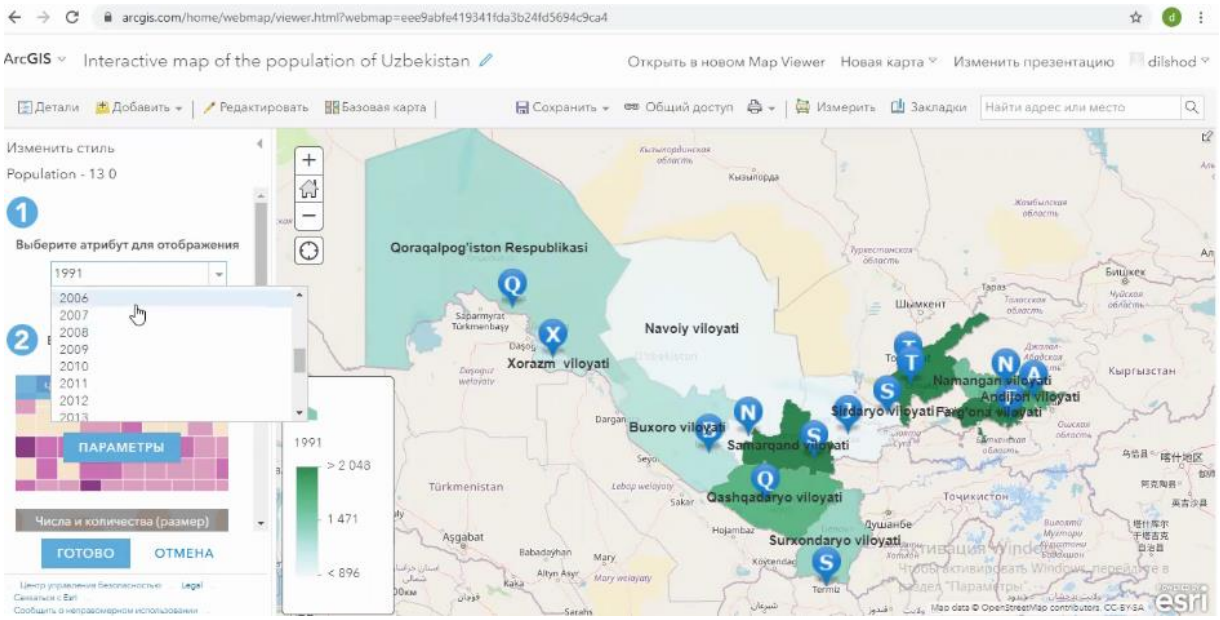


Fig. 10. Function of selection data for Interactive dynamic map of population.
https://www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=ea5d5997ff6f4bfcb7b14d237052cfc7

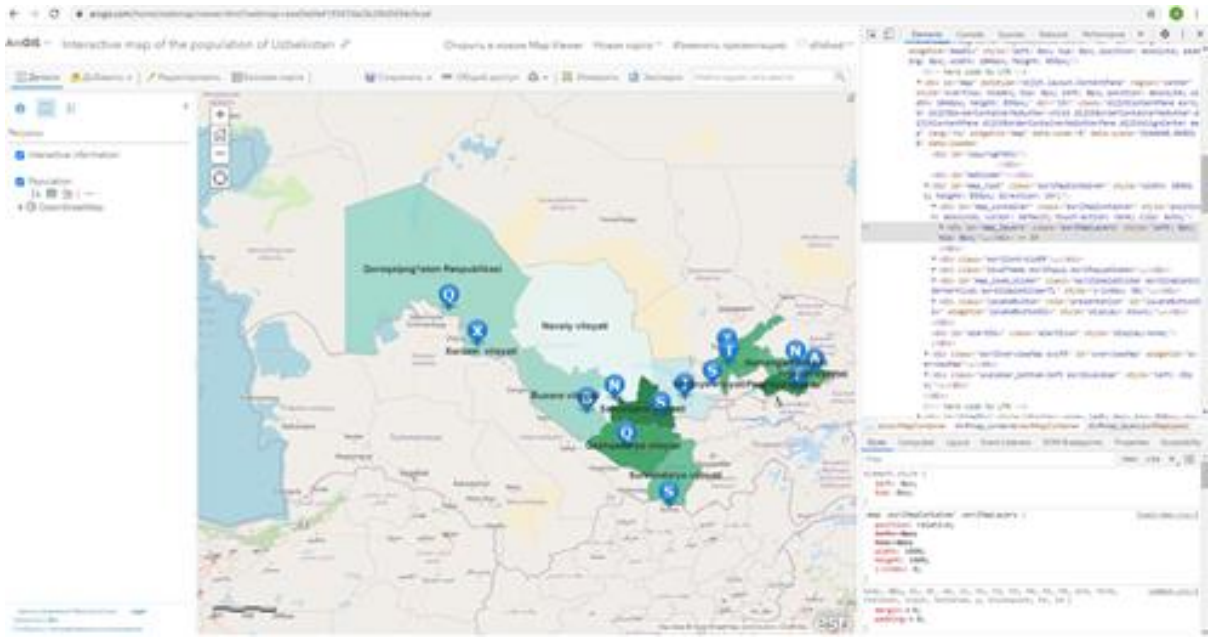


Fig. 11. The interactive Map of population of Uzbekistan in 2018. Source: https://www.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=ea5d5997ff6f4bfcb7b14d237052cfc7

These interactive maps are a valuable tool for comparing of the spatial changes of population on multiple levels. Along with national maps to study the general population growth trends, the regional maps are easily developed using official national, regional and local open data, open datasets of Open Street Maps, cloud services of ESRI and Arc GIS Online.

The development and integration of datasets at the regional and local level is carried out by establishing links to the portal of the official open data of the regions. An interactive map of the population change in the Republic of Karakalpakstan is shown in Fig. - 12. Design flexibility gives you more options for mapping. The dataset is developed and posted on cloud at URL:

https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=54b458f0e6c44c90bfdb776abb21b685.

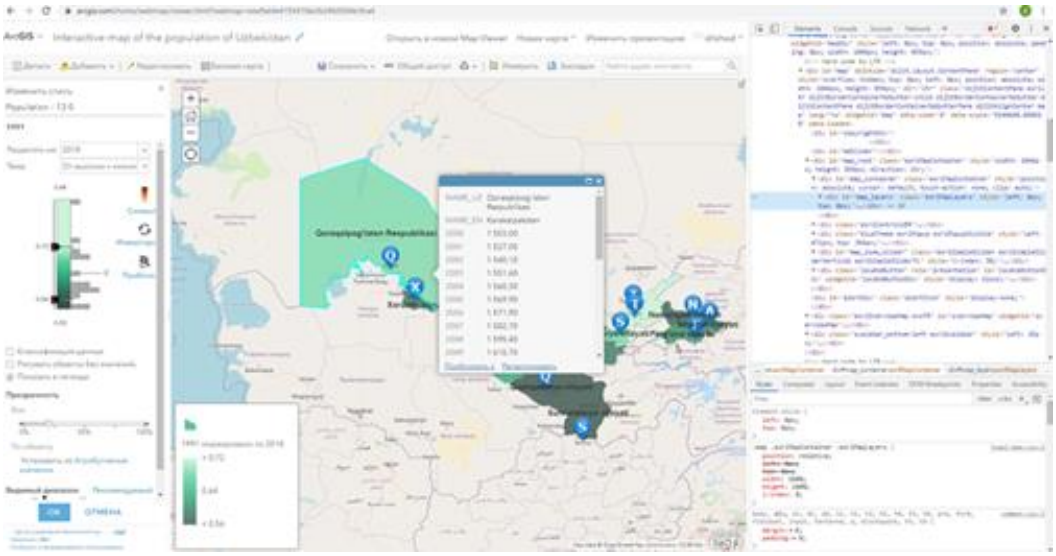


Fig. 12. The interactive map of dynamic of population of the Republic of Karakalpakstan. Source on internet: URL: https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=54b458f0e6c44c90bfdb776abb21b685

The maps on numbers of population as of any date and of any administrative unit are compiled interactively and they are used for calculation changes of any demographic indicators. Fig. 13 represents the cycle of mapping change of numbers of population.

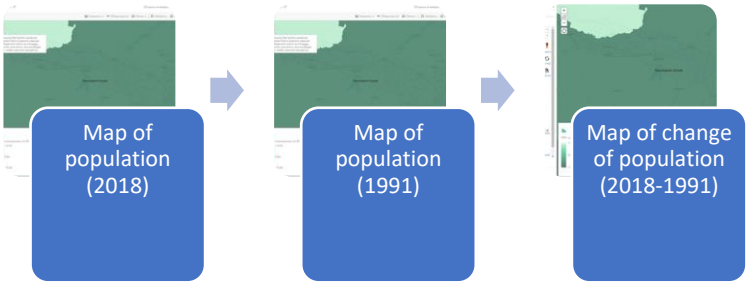
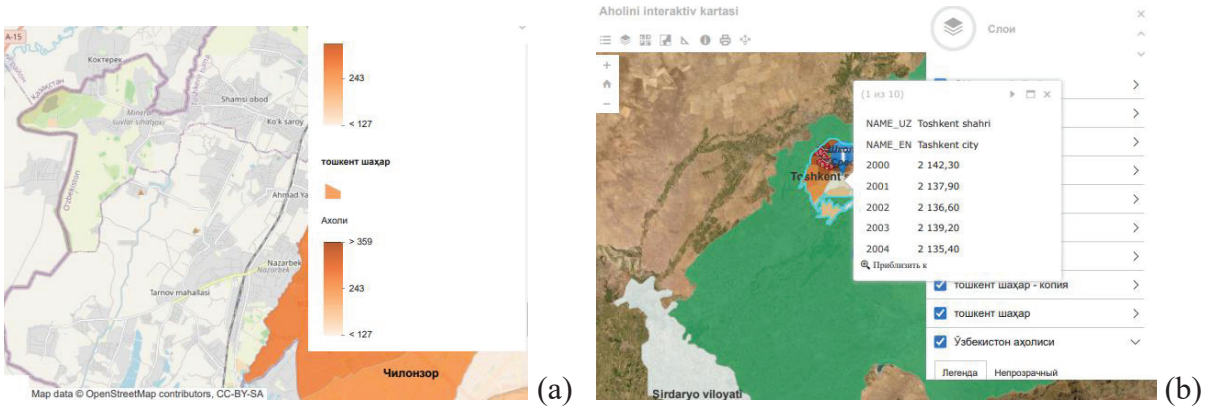


Fig. 13. The process of mapping change of population (2018-1991). Source on internet: URL: https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=54b458f0e6c44c90bfdb776abb21b685

This method is used for mapping the change of population of the city of Tashkent (Fig. 14). The data on number of populations may be put on screen for further calculation of change.



(a) (b)

Fig. 14. The interactive maps of population (a) and dynamic of population (b) of the city of Tashkent in 2000-2004. Source on internet: URL: https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=54b458f0e6c44c90bfdb776abb21b685

The geospatial datasets on the community level may be created from open source data with the help of the developed in this study methodology (Fig. 15).

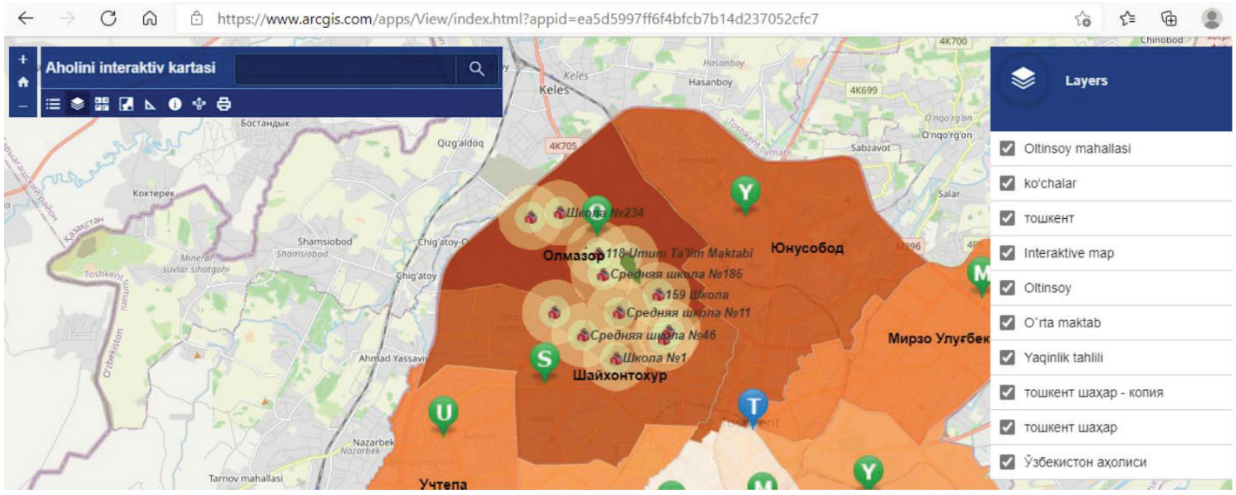


Fig. 15. Example of geospatial datasets created from open source data on community level. Source on internet: URL: https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=54b458f0e6c44c90bfdb776abb21b685

CONCLUSION

Open resources provide many options for interactive mapping. This study focuses only on some of them and the main goal is to look for proper analytical tool for retrieving GI about population from Open Data Portal of the Government of the Republic of Uzbekistan. Web-based GIS and on-line imagery analysis tools provide a flexible way to access, extract and create spatial information essential for monitoring tasks.

The main output of this research is the aggregation of multiple datasets for mapping, development ways of using searchable databases, and dissemination of processed open data in a form of interactive maps. This fills the gap in the retrieving GI on Uzbekistan population on global level, too.

An integrated web-based GIS architecture is suggested by combining three levels of GIService: data archive, information display, and spatial analysis.

Multiple interactive map servers and image servers are used to provide web-based mapping functions for the display of population growth.

From the technical point of view with the consideration of current state of ICT and GIS development the interactive mapping is the best way to establish relationship between the map and the map user as well as to develop and update datasets. In some cases, when datasets are not posted on the Government Portal the flexibility of this technology helps to integrate available data with geometry data.

Traditionally, maps are compiled based on an existing one. In this case the common practice is a saving of many features, i.e. general geographic and mathematical basis, structural elements of the legend, the selected system of image and their combinations. The primary preparation includes collection of updated statistical information on the displayed indicators and its comparison with the data tables of the original map (Fig.16). This is a time-consuming process with challenges to assign data to geographical or administrative units. Comparison of data affects decisions to maintain or rescale quantitative parameters, specific symbols and their graphic elements (shapes, colors, etc.). The need to add new settlements, to change the boundaries of administrative units creates a headache for the cartographer and requires additional editing work. At the final stage, the main task is a development of a legend, bringing together and arranging all the elements and final design.

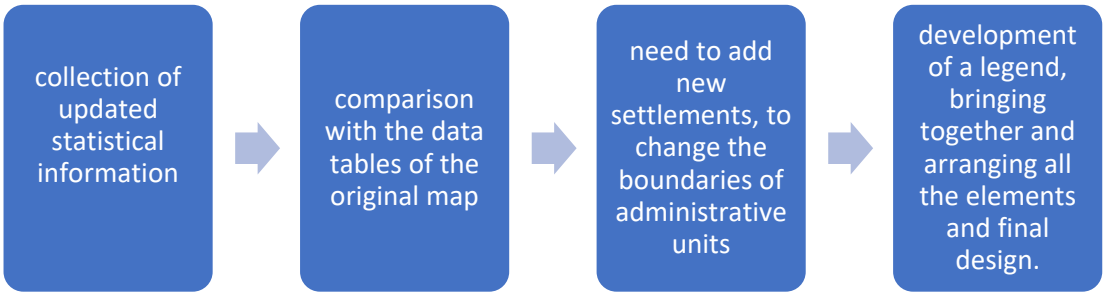


Fig. 16. Creating a new map based on an existing one

When a new map is compiled according to independently selected data, general geographic basis and general geographic basis. At the beginning the main task is a development of a general base map. This multistage process is represented in Fig.17.

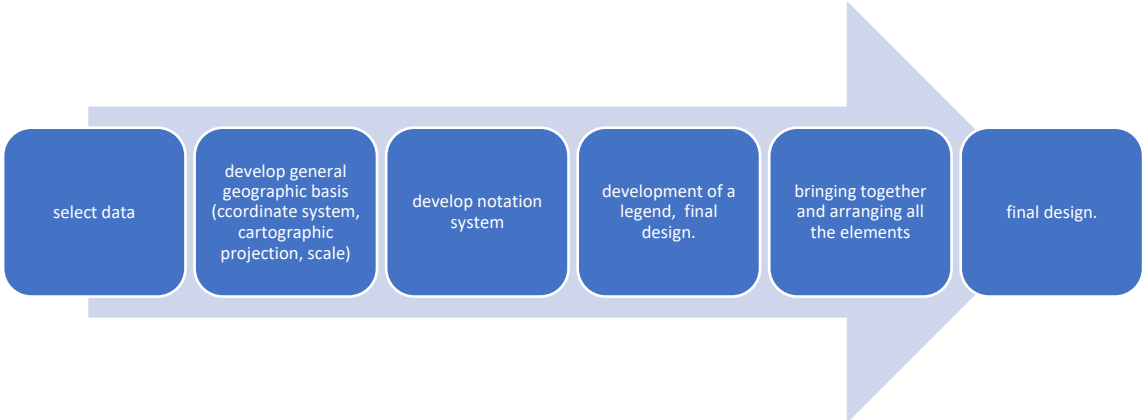


Fig. 17. Creating a new map from the scratch

Comparison of the traditional mapping the dynamic of population and suggested in this study one shows several advantages: 1) All governmental data is assigned within the latest boundaries of administrative units; 2) No need to select geographical bases for each of the maps of different years; 3) The calculating changes over time is easy to perform; 3) The results are visualized immediately; 4) The design may be improved automatically; 5) it helps collecting geospatial data efficiently and economically. The procedure is shown in Fig. 18.

.

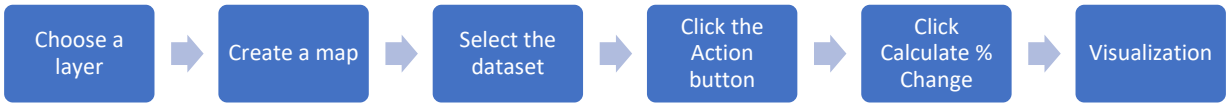


Fig.18. The process of calculating and visualization of changes

Innovations in the mobile mapping technologies require efficient geospatial data acquisition and new approaches to the interactive mapping.

The future prospects for study are in a field of further integration of existing open sources. Today, many datasets are not connected to each other while they are good source for retrieving GI. This study shows advantages of existing software in a form of open resource for improvement of interactive cartography and interactive mapping of social and economic processes.

REFERENCES

1. *Baturin Y., Dmitrieva V., Eremchenko E., Massel L., Nikonov O., Romanov A., Tikunov V., Zakharova A. et al.* Digital Earth in Russia. In: Guo H., Goodchild M.F., Annoni A. (eds) Manual of Digital Earth. Springer, Singapore. 2020. P. 733–752. DOI: 10.1007/978-981-32-9915-3_23.
2. *Charalabidis Y., Loukis E., Alexopoulos C.* Evaluating Second Generation Open Government Data Infrastructures Using Value Models. In Proceedings of the 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences, Waikoloa, HI, USA, 6–9 January 2014. P. 2114–2126.
3. *Davies T., Walker S. B., Rubinstein M. Perini F.* The State of Open Data: Histories and Horizons. 2019. Publisher African Minds, IDRC (accessed on July 31, 2021 https:// www.idrc.ca/en/book/state-open-data-histories-and-horizons).
4. *Dmowska A.* Dasymetric Modelling of Population Distribution – Large Data Approach. Quaestiones Geographicae, 2019. V. 38. No 1. P. 15–27. DOI: 10.2478/quageo-2019-0008.
5. *Eremchenko E., Tikunov V., Ivanov R., Massel L., Strobl J.* Digital Earth and Evolution of Cartography. Procedia Computer Science. 2015. V. 66. P. 235–238.
6. *Goodchild M.* Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography. GeoJournal 2007. No 69(4). P. 211-221 DOI: 10.1007/s10708-007-9111-y.
7. *Goodchild M., Li L.* Assuring the Quality of Volunteered Geographic Information. Spatial Statistics. 2012. No 1. P. 110–120. DOI: 10.1016/j.spasta.2012.03.002.
8. *Goodchild M., Li W.* Replication across space and time must be weak in the social and environmental sciences. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. PNAS August 31, 2021. No 118 (35) e2015759118. DOI: 10.1073/pnas.2015759118.

9. *Gulyamova L.* Geographical Information Systems and Technologies. Tashkent, “University”, 2018. 188 p. (in Uzbek).
10. *Kerski J.* 10 Ways to Study Demographics with Web GIS. ESRI. March 2020. Web resource https://www.esri.com/about/newsroom/arcwatch/10-ways-to-study-demographics-with-web-gis/ (accessed 12.05.2021).
11. *Mooney P., Minghini M.* Review of OpenStreetMap Data. Mapping and the Citizen Sensor. 2017. P. 37–59. London: Ubiquity Press. DOI: 10.5334/bbf.c. (accessed on August 19, 2021).
12. *Quarati A., De Martino M., Rosim S.* Geospatial Open Data Usage and Metadata Quality. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2021, 10, 30. DOI: 10.3390/ijgi10010030 (accessed Aug 21 2021).
13. *Roth R.* Cartographic interaction primitives: Framework and synthesis. The Cartographic Journal. 2013. 49 (4). P. 376–395. DOI: 10/1179/1743277412Y.00000000019.
14. *Smith D.* Online interactive thematic mapping: Applications and techniques for socio-economic research. Computers, Environment and Urban Systems. 2016. 57. P. 106–117. DOI: 10/1016/j.compenvurbsys.2018.01.002.
15. *Verhulst S., Young A.* Open Data in Developing Economies. Toward Building an Evidence Base on What Works and How. 2017. Published by African Minds. http://www.africanminds.co.za/wp-content/uploads/2017/10/AM-OD-in-Developing-Economies-COMPLETE-R-WEB-10Nov2017.pdf.
16. *Viscusi G., Castelli M., Batini C.* Assessing social value in open data initiatives: A framework. Future Internet. 2014. No 6. P. 498–517.
17. *Zastrow M.* Data visualization: Science on the map. Nature. 2015. V. 519 (7541). P. 119–120. DOI: 10/1038/519119a.

УДК 314.7 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-402-414**

И.А. Соловьев[1], П.Дж. Фрайер[2], Н.А. Щитова[3], В.С. Белозеров[4]

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ МЕЖДУНАРОДНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ ИММИГРАЦИИ В РОССИИ

АННОТАЦИЯ

Ухудшение демографической ситуации, нарастание рисков «кадрового дефицита» создают угрозы устойчивому геоэкономическому развитию России. Одним из перспективных источников пополнения трудового потенциала страны могут стать образовательные миграции, в частности, иммиграции иностранных студентов. Очевидность преимущества иностранных студентов над другими категориями мигрантов определяет проблему привлечения иностранных студентов в вузы России с последующей их интеграцией в российские сообщества. Это требует детального анализа процессов обучения иностранных студентов, анализа закономерностей, факторов, влияющих на миграционный выбор.

Данная статья направлена на освещение пространственной структуры и территориальных особенностей студенческой иммиграции в России. Информационная база исследования выстроена на основе данных официальной статистики за 2008–2020 гг. Представлены новые эмпирические данные, характеризующие основные особенности формирования иммиграционного образовательного потока по странам исхода, динамике распределения иностранных студентов по регионам страны. Анализ динамики численности иностранных студентов демонстрируют их повсеместный и значительный рост, что позволяет рассматривать Россию как перспективную страну – экспортера услуг высшего образования. Основными факторами, обуславливающими приток иностранных студентов в страну являются географическое положение, геополитические интересы, демографическое и экономическое неравенство. Основными странами-поставщиками иностранных студентов выступают государства, входящие в постсоветские интеграционные объединения или расположенные в зонах российского влияния, а также обладающие избыточным демографическим потенциалом. Выражены заметные внутристрановые диспропорции в распределении иностранных студентов: наибольшая их концентрация наблюдается в российских столицах (Москве и Санкт-Петербурге), Татарстане, крупных южносибирских центрах (Новосибирске, Томске), наименьшая – в национальных образованиях страны за редким исключением. Пространственные особенности студенческой иммиграции в России отражены в картографических материалах.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: образовательная миграция, иностранные студенты, студенческая иммиграция.

[1] Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра социально-экономической географии, геоинформатики и туризма, Россия, 355000 Ставрополь, ул. Пушкина 1, *e-mail*: **soloivan@mail.ru**

[2] Университет Восточной Финляндии. Кампус Йоэнсуу, кафедра географии и истории, FI-80101 Финляндия, г. Йоэнсуу, Юлиопистокату 7, *e-mail:* **paul.fryer@uef.fi**

[3] Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра социально-экономической географии, геоинформатики и туризма, Россия, 355000 Ставрополь, ул. Пушкина 1, *e-mail*: **stavgeo@mail.ru**

[4] Северо-Кавказский федеральный университет, кафедра социально-экономической географии, геоинформатики и туризма, Россия, 355000 Ставрополь, ул. Пушкина 1, *e-mail*: **vsbelozerov@yandex.ru**

Ivan A. Soloviev[1], Paul J. Fryer[2], Natalia A. Shchitova[3], Vitaly S. Belozerov[4]

SPATIAL ANALYSIS OF INTERNATIONAL STUDENT IMMIGRATION IN RUSSIA

ABSTRACT

The deteriorating demographic situation, the growing risks of "personnel shortage" pose threats to the sustainable geo-economic development of Russia. One of the promising sources of replenishment of the country's labor potential can be educational migration, in particular, immigration of foreign students. The obvious advantage of foreign students over other categories of migrants determines the problem of attracting foreign students to Russian universities with their subsequent integration into Russian communities. This requires a detailed analysis of the learning processes of foreign students, analysis of patterns, factors influencing the migration choice.

This article aims to highlight the spatial structure and territorial features of student immigration in Russia. The research information base is built on the basis of official statistics data for 2008–2020. The article presents new empirical data characterizing the main features of the formation of the immigration educational flow in the countries of origin, the dynamics of the distribution of foreign students in the regions of the country. Analysis of the dynamics of the number of foreign students demonstrates their widespread and significant growth, which allows us to consider Russia as a promising country – an exporter of higher education services. The main factors determining the influx of foreign students into the country are geographic location, geopolitical interests, demographic and economic inequality. The main countries-suppliers of foreign students are states that are part of post-Soviet integration associations or located in zones of Russian influence, as well as those with excessive demographic potential. There are noticeable in-country disparities in the distribution of foreign students: the highest concentration is observed in the Russian capitals (Moscow and St. Petersburg), Tatarstan, large South Siberian centers (Novosibirsk, Tomsk), the smallest – in the national formations of the country, with rare exceptions. The spatial features of student immigration in Russia are reflected in cartographic materials.

KEYWORDS: educational migration, foreign students, student immigration.

ВВЕДЕНИЕ

В последние несколько лет наблюдается рост исследовательской активности в области изучения образовательной (учебной) миграции. Особый интерес представляет международная студенческая миграция, понимаемая как переезд людей из страны проживания в другие страны с целью получения высшего профессионального образования. Россия не входит пока в число лидеров на мировом рынке образовательных услуг, однако вполне очевидны меры, предпринимаемые в этом направлении. Это достаточно прозрачно сформулировано в основных положениях нацпроекта «Образование», стратегической целью которого является повышение уровня национальной конкурентоспособности российского образования.

[1] North-Caucasian federal university, department of socio-economic geography, geoinformatics and tourism, Stavropol, Pushkina str. 1, 355000, Russia, *e-mail*: **soloivan@mail.ru.**

[2] University of Eastern Finland. Joensuu campus, Department of Geographical and Historical Studies, FI-80101 Finland, Joensuu, Yliopistokatu 7, *e-mail:* **fryer@uef.fi.**

[3] North-Caucasian federal university, department of socio-economic geography, geoinformatics and tourism, Stavropol, Pushkina str. 1, 355000, Russia, *e-mail*: **stavgeo@mail.ru**

[4] North-Caucasian federal university, department of socio-economic geography, geoinformatics and tourism, Stavropol, Pushkina str. 1, 355000, Russia, *e-mail*: **vsbelozerov@yandex.ru**

Учебные миграции имеют важное значение для всех стран, оказывая положительные демографические, экономические, социокультурные, политические, имиджевые эффекты,. что неоднократно отмечалось в научном и экспертном сообществах [*Полетаев,* 2013; *Рязанцев, Письменная,* 2013].

Привлечение иностранных студентов в российские вузы становится все более актуальным в связи с угрозами нарастания депопуляционных процессов, нехватки трудовых ресурсов и дефицита квалифицированных кадров в ряде отраслей. На государственном уровне приняты некоторые нормативные акты, способствующие интеграции иностранных студентов в российские сообщества (например, по упрощенному получению российского гражданства[1]). Очевидно, что основную массу иностранных студентов традиционно аккумулируют столичные вузы, однако многие иностранные абитуриенты (особенно из бывших советских республик) выбирают, по ряду причин, менее престижные и известные региональные российские университеты. Вместе с тем, четких ответов на многие вопросы, связанные с пространственными особенностями студенческой иммиграции в России, пока нет. Не ясно, какова роль региональных университетов в реализации миграционной политики, как распределяются иностранные студенты по территории страны и др. Целью данного исследования является визуализация и выявление региональной структуры иммиграционного студенческого потока в России.

В многочисленных публикациях последних лет рассматриваются тенденции и эффекты студенческой миграции для экономической и демографической безопасности государств, а также адаптационно-интеграционные проблемы и мобильность мигрантов. Пространственный анализ студенческой миграции представлен по отдельным субрегионам и странам мира [*Baláž,* 2010; *Молодикова,* 2006; *Алампиев,* 2014; *Полетаев,* 2013; *Рязанцев, Письменная,* 2013] и по ведущим центрам высшего образования [*Меренков и др.,* 2013; *Абунавас, Берестенева,* 2008; *Белозеров и др.,* 2017].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Информационной основой исследования являются данные официальной статистики Росстата и МВД России за 2008–2020 гг., которые отражают объемы и географию иностранной студенческой миграции[2]. Анализ носит полимасштабный характер и

---

1 *Данилова М.* Получение гражданства РФ для студентов, 03.08.2020 [Электронный ресурс]. https://migranturus.com/grazhdanstvo-studentov-rf/ (Дата обращения: 22.03.2021).

2 Отдельные показатели миграционной ситуации в Российской Федерации за январь-декабрь 2017 года с распределением по странам и регионам, 2018 [Электронный ресурс]. https://мвд.рф/Deljatelnost/statistics/migracionnaya/item/12162171/ (Дата обращения: 22.03.2021); Отдельные показатели миграционной ситуации в Российской Федерации за январь-декабрь 2018 года с распределением по странам и регионам, 2019 [Электронный ресурс]. https://мвд.рф/Deljatelnost/statistics/migracionnaya/item/ 15851053/ (Дата обращения: 22.03.2021); Отдельные показатели миграционной ситуации в Российской Федерации за январь-декабрь 2019 года с распределением по и регионам, 2020 [Электронный ресурс]. https:// мвд.рф/Deljatelnost/statistics/migracionnaya/item/19365693/ (Дата обращения: 22.03. 2021); Отдельные показатели миграционной ситуации в Российской Федерации за январь-декабрь 2020 года с распределением по странам и регионам, 2021 [Электронный ресурс]. https://мвд.рф/ Deljatelnost/ statistics/migracionnaya/item/22689602/ (Дата обращения: 22.03.2021); Статистические сведения по миграционной ситуации в Российской Федерации за 12 месяцев 2016 года с распределением и регионам, 2017 [Электронный ресурс]. https://мвд.рф/Deljatelnost/statistics/migracionnaya/item/9359228/ (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2008 году, 2009 [Электронный ресурс] https:// gks.ru/bgd/regl/B09_107/Main.htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2009 году, 2010 [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/free/b10_107/Main.htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2010 году, 2011 [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/regl/b11_107/Main.htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2011 году, 2012 [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/regl/b12_107/ Main.htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения

выполнен на уровне страны, федеральных округов и регионов. Топооснову картографирования иностранной студенческой миграции составили карты мира с границами государств и зависимых территорий, карта федеральных округов РФ; административная карта России.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Политика России, направленная на привлечение иностранных студентов, дала определенный эффект. Миграционный прирост России за 2008–2019 гг. от студенческой миграции составил более 250 тыс. чел. (рис. 1). Рост объемов международной студенческой миграции привел к увеличению её роли в миграционном приросте России в 30 раз (табл. 1). Основную часть миграционного прироста составляют студенты из постсоветских стран, преимущественно СНГ. Важно отметить, что с 2010 г. наметился рост иностранных студентов из стран дальнего зарубежья, перекрывающий миграционную убыль российских студентов за рубеж (табл. 2).

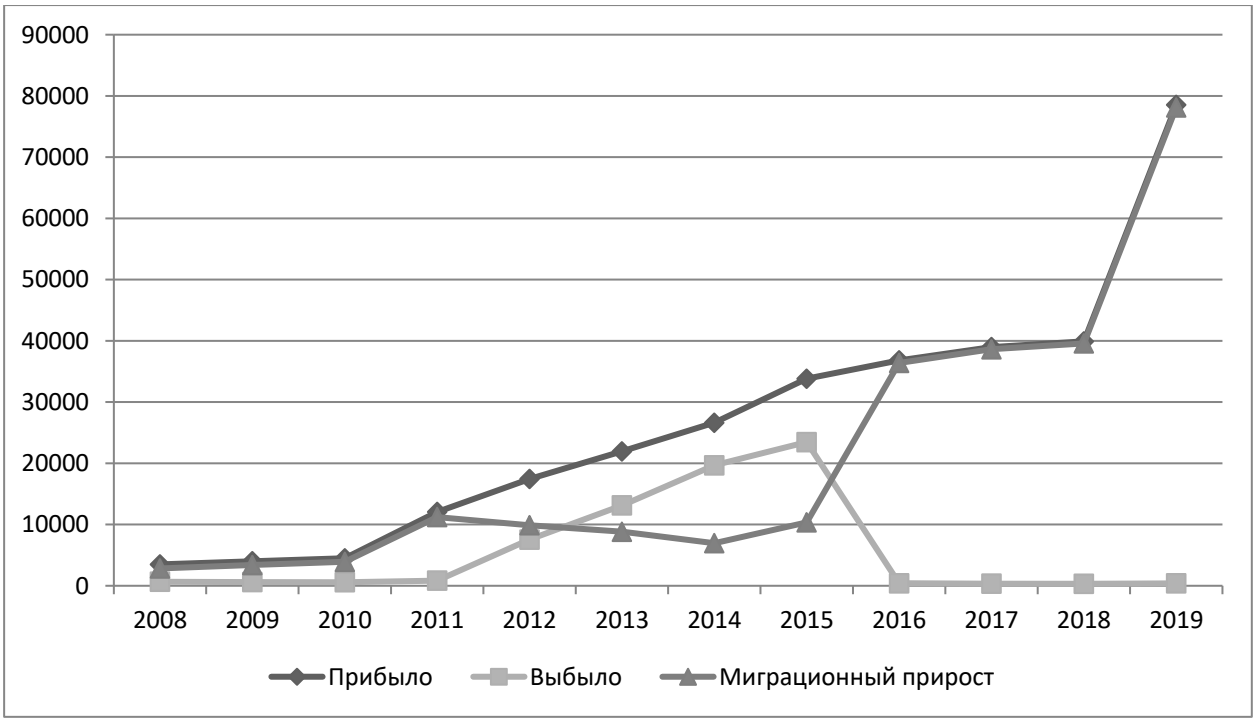


Рис. 1. Миграционный прирост иностранных студентов в России 2008–2019 гг. (чел.)
Fig. 1. Migration growth of foreign students in Russia 2008–2019 (people)

Российской Федерации в 2012 году, 2013 [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/regl/b13_107/Main.htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2014 году [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/regl/b14_107/Main.htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2014 году, 2015 [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/regl/ b15_107/Main.htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2015 году, 2016 [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/regl/b16_107/Main.htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2016 году, 2017 [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/regl/b17_107/Main.htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2017 году, 2018 [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/regl/b18_107/Main.htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2018 году, 2019 [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/regl/b19_107/ Main. htm (Дата обращения: 22.03.2021); Численность и миграция населения Российской Федерации в 2019 году, 2020 [Электронный ресурс]. https://gks.ru/bgd/regl/b20_107/Main.htm (Дата обращения: 22.03. 2021).

Табл. 1. Удельный вес образовательной миграции в миграционном приросте России, 2008–2019 гг. (%)

Table 1. The share of educational migration in the migration growth of Russia, 2008–2019 (%)

Годы	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
%	1,27	1,47	2,68	3,74	3,62	3,23	2,85	5,08	16,12	20,88	37,41	30,31

Табл. 2. География миграционного прироста иностранных студентов в России,2008–2016 гг., чел.

Table 2. Geography of migration growth of foreign students in Russia, people, 2008–2016

Страны	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2016 г.
Всего	2831	3393	3908	36399
Страны СНГ, Балтии и Грузия	2959	3555	2805	20630
Другие страны	-138	-162	1103	15769

Первичная регистрация иностранных студентов (по данным МВД РФ) достигла максимальных значений в «предковидном» 2019 г. но, в связи с закрытием границ в 2020 г., эта величина сократилась в 2,6 раза. Тем не менее, удельный вес студенческой миграции в общем потоке международной миграции не сократился, а даже вырос с 4.9 до 6,3% (табл. 3).

Табл. 3. Данные о первичной постановке на учет международных мигрантов по месту пребывания в Россию

Table 3. The main countries of origin of international students in Russia

	Показатели	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Всего, тыс. чел.	тыс. чел.	9677,9	10630,5	12307,9	13863,5	4181,5
Учеба (цель въезда)	тыс. чел.	406,0	449,0	536,5	681,8	265,1
Доля образовательной миграции	%	4,2	4,2	4,3	4,9	6,34

География международной студенческой миграции в России довольно обширна и охватывает большинство государств мира (рис. 2).

Среди выхода преобладают государства – бывшие республики Советского Союза, а также Китай и Индия. Заметно растет число студентов из ряда ближневосточных и африканских стран. В первую двадцатку стран-реципиентов входят и некоторые высокоразвитые страны, в т.ч., США, Германия, Франция (табл. 4). Особенно существенно увеличился в последние предковидные годы поток иностранных студентов из государств Центральной Азии (наиболее резко из Туркмении), ряда арабских стран, КНДР.

Табл. 4. Основные страны выхода международных студентов России
Table 4. The main countries of origin of international students in Russia

Страны	2016 г.		2019 г.		2020 г.		Прирост, %
	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	
1. Казахстан	77812	19,16	90782	13,31	30494	11,50	-7,7
2. Китай	47895	11,79	95784	14,05	26350	9,94	-1,8
3. Украина	31146	7,67	35328	5,18	10115	3,82	-3,8
4. Таджикистан	25250	6,22	44661	6,55	15127	5,71	-0,5
5. Узбекистан	24623	6,06	50080	7,34	18430	6,95	0,9
6. Туркмения	22401	5,52	49444	7,25	29293	11,05	5,5
7. Азербайджан	14840	3,65	15448	2,26	4554	1,72	-1,9
8. Киргизия	12512	3,08	21543	3,16	6790	2,56	-0,5
9. Индия	10528	2,60	29136	4,27	8976	3,39	0,8
10. Молдова	10027	2,50	11882	1,74	3366	1,27	-1,2
11. Армения	8786	2,16	13311	1,95	4004	1,51	-0,6
12. Монголия	7422	1,83	6 602	1,00	1621	0,61	-1,2
13. Ирак	6463	1,59	13116	1,92	6889	2,60	1,0
14. Вьетнам	6241	1,54	7068	1,04	3690	1,39	-0,1
15. Беларусь	5813	1,43	9751	1,43	5335	2,01	0,6
16. Марокко	4744	1,17	8302	1,22	4852	1,83	0,7
17. Германия	3746	0,92	4757	0,70	1279	0,48	-0,4
18. США	3641	0,90	4420	0,65	840	0,32	-0,6
19. Египет	2911	0,72	19710	2,90	17689	6,67	5,9
20. Франция	2699	0,66	7531	1,10	1368	0,52	-0,1
21. Сирия	2078	0,51	6922	1,01	4454	1,68	1,2
22. Алжир	1627	0,40	4790	0,70	2939	1,11	0,7
23. Иран	1572	0,39	7600	1,11	3743	1,41	1,0
24. Камерун	854	0,21	1616	2,37	1272	0,48	0,3
25. КНДР	191	0,05	10345	1,52	2609	0,98	0,9
Другие страны	70230	17,29	111903	16,41	48977	18,48	1,19

Можно предположить, что ведущими факторами, обуславливающими географию иностранной студенческой иммиграции являются:

– географическое положение;
– интеграционные процессы на постсоветском пространстве (ЕАЭС и СНГ),
– программы по продвижению русского языка и выделение квот на обучение в российских вузах на бюджетной основе в ряде постсоветских государств;
– интеграция российских вузов в западную модель высшего образования, развитие академической мобильности студентов;
– продолжающимся демографическим взрывом в странах Юга и недостаточной развитостью собственной системы высшего образования;
– геополитические интересы России и некоторых арабских стран.

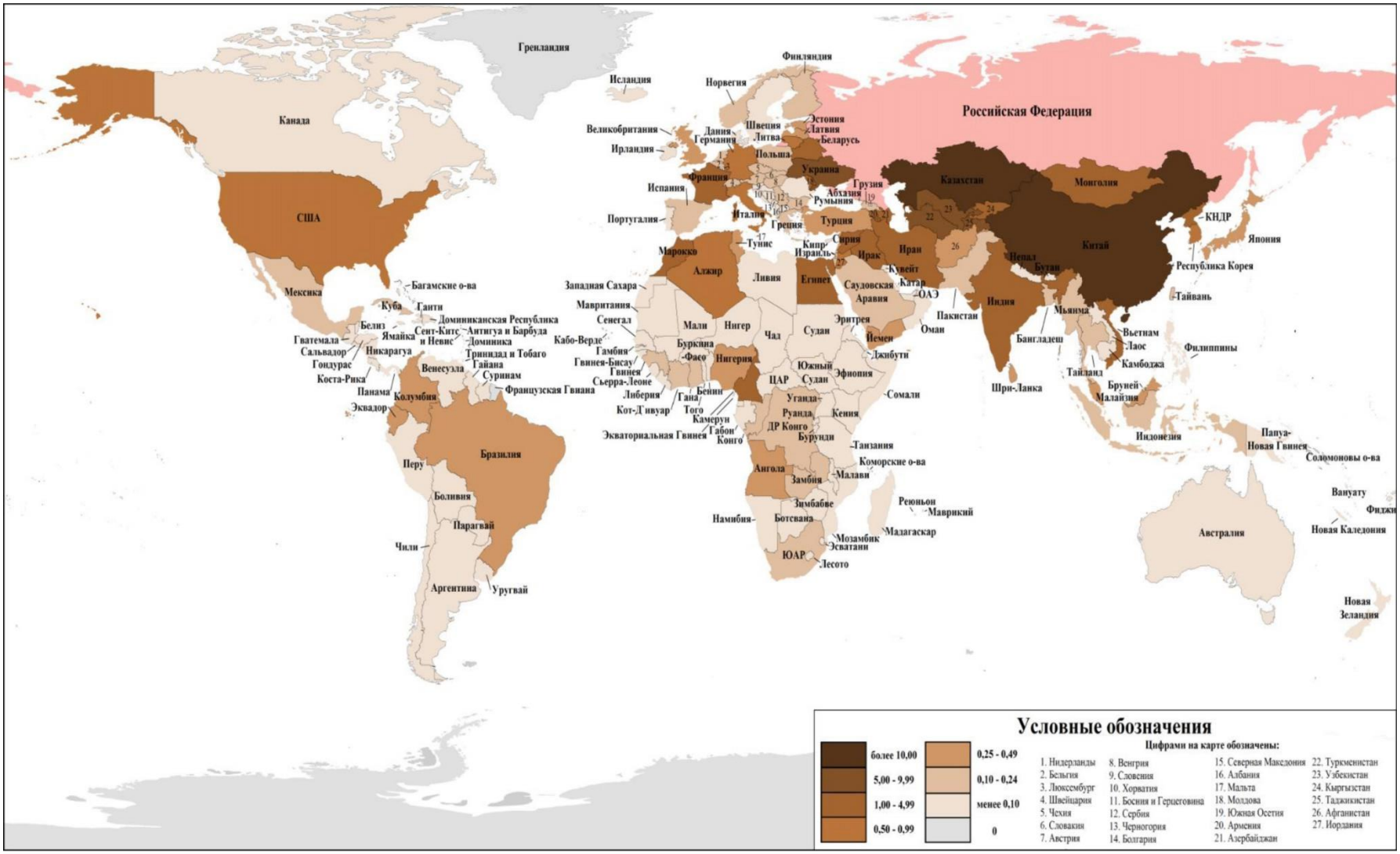


Рис. 2. Распределение иностранных студентов России по странам выхода в 2019 г. (%)

Fig. 2. Distribution of foreign students in Russia by country of exit in 2019 (%)

Распределение иностранных студентов по регионам России отличается значительной неравномерностью. Лидером является Центральный ФО, который принимает около трети всего потока. Второе место (по одной пятой) занимают Приволжский и Северо-Западный ФО. Сибирский ФО находится на третьем месте. Наименьшее число иностранных студентов обучается в Уральском, Дальневосточном и Северо-Кавказском ФО (табл. 5).

Табл. 5. Распределение иностранных студентов по федеральным округам России, 2016, 2019–2020 гг.
Table 5. Distribution of foreign students by federal districts of Russia, 2016, 2019–2020

Округа	2016 г.		2019 г.		2020 г.		Прирост, %
	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	
Центральный ФО	126286	31,10	234728	34,42	83606	31,54	0,4
Северо-Западный ФО	80058	19,72	127409	18,69	54783	20,67	0,9
Сибирский ФО	64568	15,9	73119	10,72	21897	8,26	-7,6
Приволжский ФО	53707	13,23	121926	17,88	60168	22,7	9,5
Южный ФО	37762	9,30	51933	7,62	24317	9,17	-0,1
Уральский ФО	21052	5,18	33360	4,89	10926	4,12	-1,1
Дальневосточный ФО	13134	3,23	24121	3,54	3346	1,26	-2,0
Северо-Кавказский ФО	9485	2,33	15236	2,23	6013	2,27	-0,1

Ведущими центрами привлечения иностранных студентов в европейской части страны выступают Санкт-Петербург (вместе с Ленинградской областью), Москва и Татарстан (табл. 6). В Сибири иностранные студенты преимущественно концентрируются в региональных центрах Томской, Новосибирской и Омской областей. Эти регионы образуют своеобразный центр российского образовательного пространства, каркас которого представлен крупными старейшими университетами, в первую очередь, классическими. Периферия, включая регионы Юга Европейской России, Урала и Дальнего Востока, оказывается внутренне неоднородной: здесь выделяются отдельные очаги с повышенной притягательностью и численностью иностранных студентов. На Юге это: Ростов-на-Дону, Краснодар, Волгоград, Ставрополь, Астрахань; в Азиатской части – Екатеринбург, Пермь, Челябинск, Владивосток (табл. 6). В большинстве этих территорий имеются федеральные и исследовательские университеты. Повышена доля иностранных студентов в регионах, возглавляемых городами-миллионерами. Меньше всего иностранных студентов в национальных территориях России (исключение составляют Татарстан, Башкортостан и Чувашия, в которых сформировалась сильное университетское образование) (рис. 3). В Татарстане даже в постковидный период доля обучающихся выросла (рис. 4).

Табл. 6. Основные регионы России по численности иностранных студентов, 2016, 2019–2020 гг.

Table 6. Main regions of Russia by the number of foreign students, 2016, 2019–2020

Страны	2016 г.		2019 г.		2020 г.		Прирост, %
	Чел.	%	Чел.	Чел.	%	Чел.	
1. г. Санкт-Петербург и Ленинградская область 2.	71723	17,70	115304	16,90	49508	18,68	1,0
3. г. Москва	70127	17,27	142067	20,84	45630	17,21	-0,1
4. Московская область	14732	3,63	28737	4,21	8089	3,05	-0,6
5. Томская область	14723	3,62	17896	2,64	6442	2,43	-1,2
6. Новосибирская область	14722	3,62	14345	2,10	2984	1,12	-2,5
7. Республика Татарстан	12857	3,17	43731	6,41	28474	10,74	7,6
8. Омская область	12762	3,14	12854	1,88	4467	1,68	-1,5
9. Ростовская область	10714	2,64	10633	1,56	3238	1,22	-1,4
10. Челябинская область	9731	2,40	13193	1,93	5015	1,89	-0,5
11. Астраханская область	8168	2,01	12014	1,76	6112	2,30	0,3
12. Краснодарский край	7629	1,89	11493	1,68	5159	1,95	0,1
13. Приморский край	6705	1,65	11944	1,75	1612	0,61	-1,0
14. Белгородская область	6662	1,64	10806	1,58	5518	2,08	0,4
15. Алтайский край	6320	1,56	9144	1,34	2119	0,80	-0,8
16. Иркутская область	6152	1,51	6919	1,01	2052	0,77	-0,7
17. Самарская область	5862	1,44	12714	1,86	3333	1,26	-0,18
18. Нижегородская область	5725	1,41	9761	1,43	5125	1,93	0,5
19. Курская область	5474	1,35	6900	1,01	2912	1,10	-0,2
20. Воронежская область	5267	1,30	11204	1,64	7856	2,96	1,7
21. Саратовская область	5182	1,27	5766	0,84	2201	0,83	-0,4
22. Волгоградская область	5169	1,27	8764	1,28	5367	2,02	0,7
23. Свердловская область	5152	1,27	11848	1,74	4274	1,61	0,3
24. Ставропольский край	4755	1,17	7017	1,03	2231	0,84	-0,3
25. Тамбовская область	4370	1,08	6649	0,97	2834	1,11	0,03
26. Республика Башкортостан	4139	1,02	5334	0,78	1462	0,55	-0,5
27. Пермский край	3066	0,75	10726	1,57	4973	1,88	1,1
28. Чувашия	2486	0,61	5201	0,76	3556	1,34	0,7
29. Ульяновская область	2071	0,51	7164	1,05	3563	1,34	0,8
Другие регионы	73607	18,13	111704	16,38	38950	14,69	-3,4

Рис. 3. Распределение иностранных студентов России по регионам в 2019 году (%)

Fig. 3. Distribution of foreign students in Russia by region in 2019 (%)

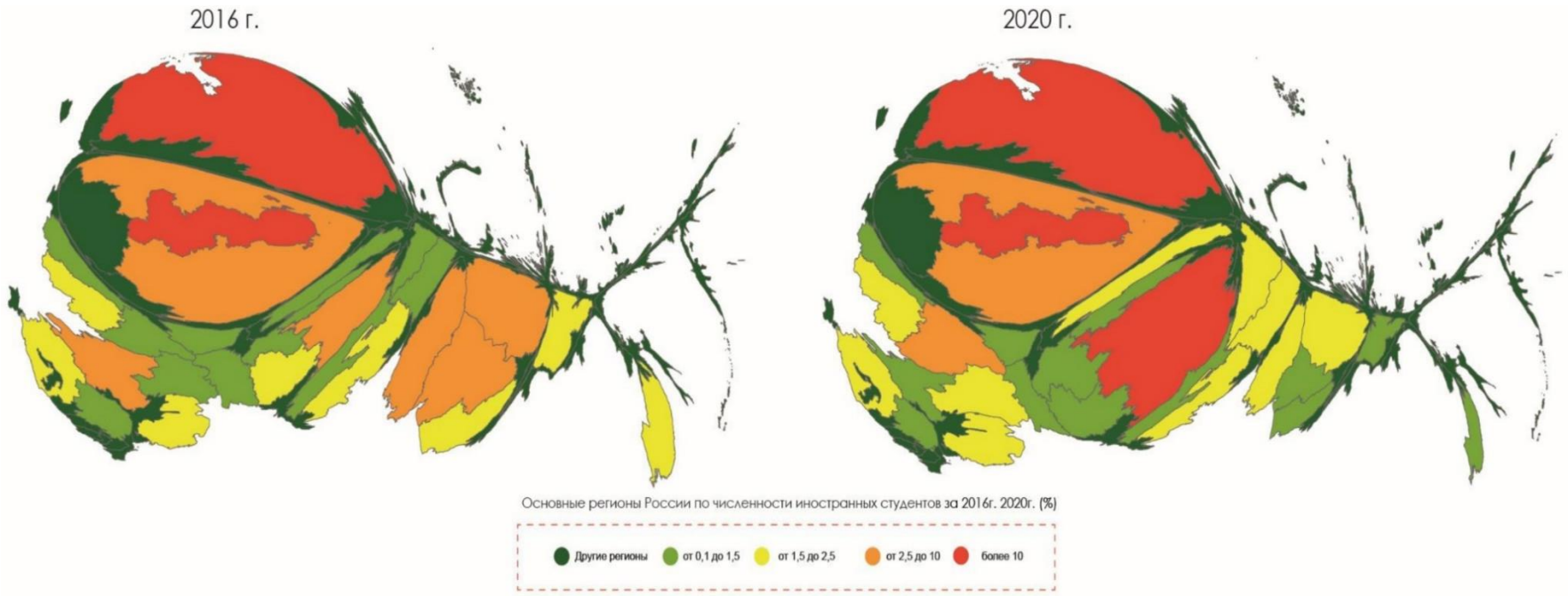


Рис. 4. Основные регионы России по численности иностранных студентов
Fig. 4. The main regions of Russia in terms of the number of foreign students

ВЫВОДЫ

Целенаправленная иммиграционная политика последних лет позволила России войти в число стран – экспортеров услуг высшего образования, и уверенно укреплять свои позиции. На уровне правительства есть понимание важности студенческой иммиграции как перспективного ресурса стабилизации демографической ситуации в стране.

География международной студенческой иммиграции в России складывается под влиянием синергии ряда факторов, ведущее место среди которых занимают геополитические интересы и экономико-географические обстоятельства (географическое положение, неравенство демографического и экономического развития, трансграничная интеграция).

Российское пространство высшего образования характеризуется неравномерностью. Достаточно четко выделяется центр, образованный столичными территориями, южносибирскими регионами и Татарстаном, и периферия с отдельными центрами повышенной концентрации. Внутристрановая дифференциация иностранной студенческой миграции обусловлена уровнем развития высшего образования, положением региональных вузов в российском рейтинге, географической близостью к стране выхода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абунавас Х.А., Берестнева О.Г.* Исследование проблем адаптации иностранных студентов на примере Томского политехнического университета. Методология обучения и повышения эффективности академической, социально-культурной и психологической адаптации иностранных студентов в российском вузе: теоретические и прикладные аспекты: материалы всерос. семинара. Томск, 2008. С. 7–11.
2. *Алампиев О.А.* Интеграция студентов из Туркменистана в белорусской студенческой среде: взгляд белорусских студентов. Гуманітарна-эканамічны веснік, 2014. № 4. С. 85–92.
3. *Белозеров В.С., Щитова Н.А., Чихичин В.В., Соловьев И.А.* Иностранные студенты на Северном Кавказе: региональные различия и проблемы адаптации (на примере Северо-Кавказского федерального университета). Наука. Инновации. Технологии. 2017. № 4, С. 79–92.
4. *Меренков А.В., Антонова Н.Л., Дорожинская Е.С.* Проблемы социальной адаптации иностранных студентов в Уральском федеральном университете. Известия Уральского федерального университета. Серия 3: Общественные науки. 2013. Т. 121, № 4. С. 185–192.
5. *Молодикова И.Н.* Мобильность выпускников СНГ и стран Балтии после учебы в западных университетах (воздействие территориальных особенностей). Миграция в зеркале стран СНГ (молодежный ракурс). Под ред. И.Н. Молодиковой. М., 2006. С. 34–61.
6. *Полетаев Д.В.* Современные тенденции развития образовательной миграции. Миграция в России 2000–2012 гг. Хрестоматия в 3 т. Главный ред. И.С. Иванов. Т. 1. Ч. 2. М.: Спецкнига, 2013. С. 361–372.
7. *Рязанцев С.В., Письменная Е.Е.* Эффекты иностранной учебной миграции для России. Миграция в России 2000–2012 гг. Хрестоматия в 3 томах. главный ред. И.С. Иванов. Т. 1. Ч. 2. М.: Спецкнига, 2013. С. 260–270.
8. *Baláž V.* Student migration in Europe: Contest for human capital. Migrácia študentov v Európe: súťaž o ľudský capital. Sociológia. Slovak Sociological Review, 2010. V. 42. No 4. P. 356–382.

REFERENCES

1. *Abunavas Kh.A., Berestneva O.G.* Study of the problems of adaptation of foreign students on the example of the Tomsk Polytechnic University. Methodology of teaching and improving the efficiency of academic, socio-cultural and psychological adaptation of foreign students in a Russian university: theoretical and applied aspects: materials of all-Russian. seminar. Tomsk, 2008. P. 7–11 (in Russian).
2. *Alampiev O.A.* Integration of students from Turkmenistan in the Belarusian student environment: the view of Belarusian students. Humanitarian-economic Vesnik, 2014. No 4. P. 85–92 (in Russian).
3. *Baláž V.* Student migration in Europe: Contest for human capital. Migrácia študentov v Európe: súť'až o l'udský capital. Sociológia. Slovak Sociological Review, 2010. V. 42, No 4. P. 356–382.
4. *Belozerov V.S., Shchitova N.A., Chikhichin V.V., Soloviev I.A.* Foreign students in the North Caucasus: regional differences and problems of adaptation (on the example of the North Caucasus Federal University). The science. Innovation. Technologies. 2017. No 4. P. 79–92 (in Russian).
5. *Merenkov A.V., Antonova N.L., Dorozhinskaya E.S.* Problems of social adaptation of foreign students at the Ural Federal University. Bulletin of the Ural Federal University. Series 3: Social Sciences. 2013. V. 121. No 4. P. 185–192 (in Russian).
6. *Molodikova I.N.* Mobility of graduates from the CIS and the Baltic countries after studying at Western universities (the impact of territorial characteristics). Migration in the mirror of the CIS countries (youth perspective). Ed. I.N. Molodikova. M., 2006. P. 34–61 (in Russian).
7. *Poletaev D.V.* Modern trends in the development of educational migration. Migration in Russia 2000–2012 Reader in 3 volumes. Chief ed. I.S. Ivanov. T. 1. Part 2. Moscow: Spetskniga, 2013. P. 361–372 (in Russian).
8. *Ryazantsev S.V.*, *Pis'mennaya E.E.* Effects of foreign educational migration for Russia. Migration in Russia 2000–2012 Reader in 3 volumes. chief ed. I. S. Ivanov. T. 1. Part 2. Moscow: Spetskniga, 2013. P. 260–270 (in Russian).

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ И СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

CARTOGRAPHIC AND GEOINFORMATION METHODS FOR SOLVING PROBLEMS OF HISTORICAL GEOGRAPHY AND CULTURAL HERITAGE PRESERVING

УДК: 528.9, 91, 913, 94 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-415-433**

Е.Г. Паскарь[1], А.А. Герцен[2]

ИСТОРИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ БЕССАРАБИИ ПО СВЕДЕНИЯМ СТАРИННЫХ КАРТ

АННОТАЦИЯ

Проблемы исследований территориального развития староосвоенных регионов обусловлены длительностью и чрезвычайной насыщенностью протекавших и продолжающих протекать в них исторических процессов. Изучение изменений территорий государств и различных образований важно не только для понимания прошлого: локальные и региональные конфликты, корни которых зачастую уходит в глубь веков, сохраняются на протяжении длительного времени и продолжаются в наши дни, территориальные претензии актуальны и сейчас. Это особенно очевидно на примере таких регионов древнейшего освоения, как Причерноморье. Историко-картографические исследования, систематизация ранее известных и вновь выявленных источников, анализ старинных географических карт и планов позволяют сформировать целостную картину эволюции пространства, его территориального устройства, а также функциональной роли того или иного места в прошлом и настоящем. В статье на примере Бессарабии – историко-географического региона Северо-Западного Причерноморья – представлены важнейшие картографические произведения, ключевые для определённых этапов его историко-географической эволюции и развития картографии в целом: Античности и Средневековья (когда появились первые географические карты), XV–XVIII вв. (когда на карты впервые был нанесён изучаемый топоним и стали создаваться детальные топографические карты) и XIX–XX вв. (когда политические события вновь изменили семантику топонима Бессарабия). Показано, как в разные исторические периоды трансформировались географические представления о регионе. Рассмотрено содержание обозначающего регион топонима, в разное время относившегося к различным участкам побережья Чёрного моря и включавшего в себя различные территории, а также его использование сегодня в качестве политического инструмента, отражающего актуальные территориальные претензии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Причерноморье, Бессарабия, географические карты, историческая география.

[1] Молдавское историко-географическое общество, ул. П. Заднипру, 12/2, 2044, Кишинёв, Молдавия, *e-mail:* **istgeo@mail.ru**

[2] Институт географии Российской академии наук, Старомонетный пер., д. 29, 119017, Москва, Россия, *e-mail:* **gerzen@igras.ru**

Evgeniy G. Paskary[1], Andrey A. Herzen[2]

HISTORIC-GEOGRAPHICAL EVOLUTION OF BESSARABIA ON THE DATA OF THE OLD MAPS

ABSTRACT

Problems of research of the territorial development of the old-developed regions are due to the duration and extraordinary saturation of historical processes that flowed and continue in them. The study of changes in the territories of states and various entities is important not only for understanding the past: local and regional conflicts whose roots often go deep into centuries, remain for a long time and continue these days, territorial claims are relevant now. This is especially evident on the example of such regions of oldest development, as the Black Sea region.

Historic-cartographical studies, systematization of previously known and newly identified sources, the analysis of old geographical maps and plans allow us to form a holistic picture of the evolution of space, its territorial structure, as well as the functional role of one or another place in the past and present.

In the article on the example of Bessarabia – the historic-geographical region of the North-Western Black Sea coast – the most important cartographic works presented, being key for certain stages of its historic-geographical evolution and development of cartography as a whole: the Antiquity and the Middle Ages (when the first geographical maps appeared), the 15th – 18th centuries (when the toponym under study was first applied into maps, and detailed topographic maps began to be created) and the 19th – 20th centuries (when political events again changed the semantics of the toponym Bessarabia). It is shown how geographical representations of the region transformed during different historical periods. The content of the toponym denoting region is considered, at different times related to different sections of the Black Sea coast and included various territories, as well as its use today as a political tool reflecting actual territorial claims.

KEYWORDS: Black Sea Region, Bessarabia, geographical maps, historical geography.

ВВЕДЕНИЕ

Изучение историко-географической эволюции региона выступает интегральным фактором комплексного научного поиска, позволяющего учитывать знания, накопленные в различных отраслях, создавая основу для дальнейших географических, исторических, этнографических, культурологических и других научных и практических исследований [*Герцен,* 2021б]. Исследование эволюции изображения региона на старинных географических картах представляет собой не только огромный интерес с точки зрения картографии и исторической географии, но и способствует решению ряда задач на основе междисциплинарной интеграции.

Краеугольным фундаментом историко-географического подхода служат картографические методы [*Герцен,* 2020а, в]. Анализ старинных географических карт и планов в сочетании со сведениями письменных исторических источников формируют незаменимую другими методами картину эволюции пространства, территориального устройства, функциональной роли того или иного места в прошлом и настоящем.

[1] Moldavian Historic-Geographical Society, 12/2, P. Zadnipru st., 2044, Kishinev, Moldavia, *e-mail:* **istgeo@mail.ru**

[2] Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 29, Staromonetny per., 1190117, Moscow, Russia, *e-mail:* **gerzen@igras.ru**

Старинные карты Причерноморья служат важнейшим источником бесценных исторических, географических, топонимических, архитектурных и других сведений [*Хропов,* 2019, 2020; *Паскарь,* 2019, 2020; *Галкина,* 2020; *Герцен,* 2020б, 2021а; *Герцен* и др., 2021; *Нестерова,* 2020; *Нестерова, Герцен,* 2021].

Бессарабия – историко-географическая область, расположенная в Северо-Западном Причерноморье, прошедшая длительный и сложный путь физико-географического, политико-административного, социально-экономического и историко-культурного становления и развития. Многовековая традиция ассоциировать с Бессарабией именно южную часть Днестровско-Прутско-Дунайского междуречья, тяготеющую к побережью Чёрного моря, – серьёзный аргумент для исторической географии. Поэтому в науке принято разделять два понятия этой территории: первое из них, более позднее широкое (в исторические периоды 1812–1917 гг., когда этот регион входил в состав Российской империи; и 1918–1940 и 1941–1944 гг., когда он пребывал в составе Румынского королевства) и второе, более узкое – собственно Бессарабия. Понять почему именно эта территория в историческом контексте выделилась в особую область можно, изучив структуру историко-географических ландшафтов региона, сформировавшихся в пределах больших природных зон [*Герцен и др.,* 2019].

Для изучения истории Северо-Западного Причерноморья и, в частности, Бессарабии огромный научный интерес представляют многочисленные географические карты, которые создавались учёными со времён Античности, а с XVI в. и в последующие века выходили очень часто, особенно в XVIII–XIX вв., главным образом в связи с русско-турецкими войнами за стратегически ключевой регион в этой части Европы. Собственно Бессарабия указана на многих картографических произведениях, изданных начиная с XV–XVI вв. Многие исследователи уже обращались к этим источникам. Интерес к изучению картографического наследия усилился в последние десятилетия, по этой теме изданы научные статьи, несколько систематизирующих каталогов, атласов и аналитических сборников [*Сапожников,* 2000, 2019; *Сосса,* 2000; *Гордеев,* 2006–2014; *Фоменко,* 2006–2008; *Джаксон и др.,* 2013, 2014; *Гордеев, Терещенко,* 2017; Descriptio, 2017, *Dolghi, Felea,* 2018]. И в то же время старинные карты Северо-Западного Причерноморья в целом, в том числе и Бессарабии, изучены пока ещё крайне недостаточно.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В основе классического историко-картографического метода научного анализа, применённого в исследовании, лежит систематизация ранее известных и вновь выявленных картографических изображений региона, рассматриваемых в хронологическом порядке. В настоящей работе представлены важнейшие картографические произведения, являющиеся ключевыми для определённых этапов развития картографии и историко-географической эволюции региона.

Территория Северо-Западного Причерноморья на картах-реконструкциях античности и раннего средневековья. Северо-Западное побережье Чёрного моря изображено уже на самых древних известных науке географических картах. Основы картографии заложены в середине II в. н.э. великим античным географом из Александрии-Египетской Клавдием Птолемеем (100–170). Средневековые и последующие исследователи неоднократно пытались воспроизвести сведения Птолемея, начиная от Максима Плануда (1260–1310), опубликовавшего книгу Птолемея и создавшего первые карты на греческом языке в конце XIII в. (рис. 1), и Якова Ангела (1360–1410), который в начале XV в. перевёл их на латынь (рис. 2).

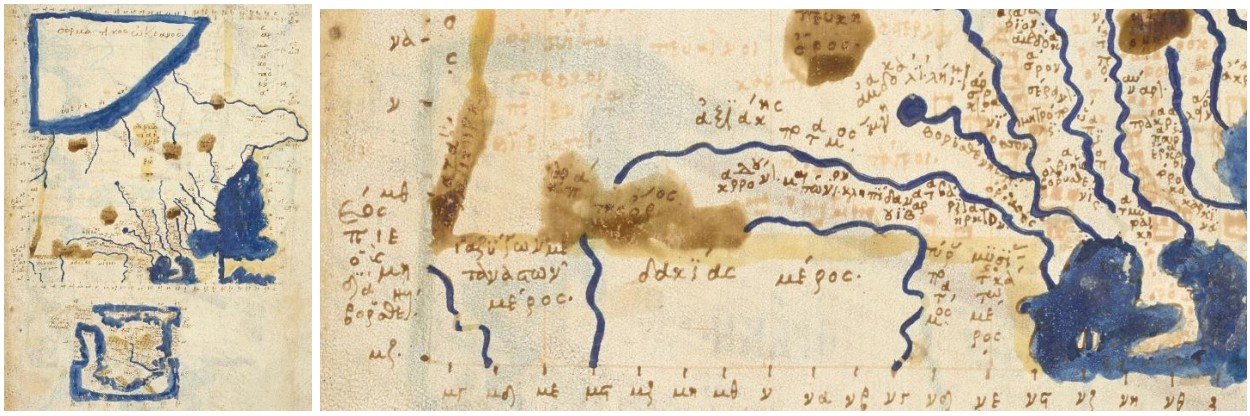


Рис. 1. Восьмая карта Европы и её фрагмент [Πτολεμαῖος, Πλανούδης 1295]
Fig. 1. Europe map Eight and its fragment [Πτολεμαῖος, Πλανούδης 1295]

Согласно сведениям Птолемея на территории будущей Бессарабии жили арпы (arpi – предположительно карпы), тирагеты-сарматы и бритолаги. В этой части провинции Птолемей упомянул несколько городов в устье Днестра (современный Днестровский лиман): Никоний (Niconium), Офиуса (Ophiusa), Тирас (Tyras polis) [*Ptolemaeus,* 1562]. Описание Дакии, Нижней Мёзии и Сарматии свидетельствует, вероятно, о ситуации в этом регионе до завоевания Дакии римлянами в 106 г., отражая реалии не позднее I в. н. э. После же завоевания территория, на которой расположится Бессарабия в будущем, некоторое время входила в состав римской провинции Нижняя Мёзия.

Рис. 2. Восьмая и Девятая карты Европы и их фрагменты [Ptolemaeus, Angelus, 1406]
Fig. 2. Europe map Eight and Nine and its' fragments [Ptolemaeus, Angelus, 1406]

Таким образом, территория между Нижним Прутом и Нижним Днестром считалась северо-восточной частью Нижней Мезии, а севернее от неё до Днестра простирались

пределы Восточной Дакии. Эта часть Дакии относилась, видимо, к так называемой свободной Дакии – здесь не распространялась власть Римской империи. Часть восточной границы Римской провинции Дакия проходила по реке Прут [*Кругликова,* 1955].

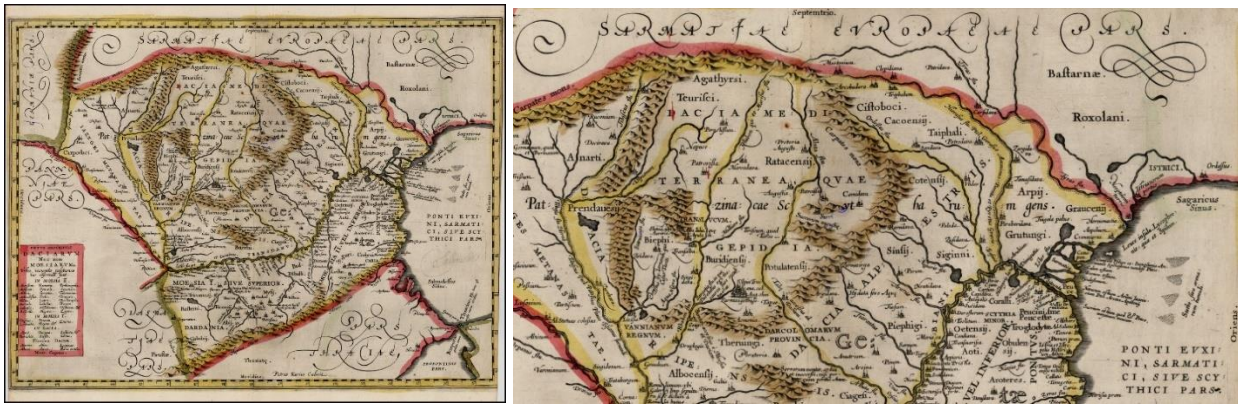


Рис. 3. Карта-реконструкция V в. до н.э. – XI в.н.э. [Ortelius 1595]
Fig. 3. Map-reconstruction of the 5th century BC – 11 century AD [Ortelius 1595]

На некоторых географических картах, реконструирующих предшествующие периоды, начиная с эпохи Ренессанса территория будущей Бессарабии часто отмечается как страна Гетов (Getae) [*Ortelius,* 1595] (рис. 3), а также Готия [*Sanson,* 1669]. На карте, опубликованной в книге Э.С. Пикколомини, между Дунаем и Днестром указаны геты (*Gete*) [*Piccolomineus,* 1571]. Эта же карта опубликована также в «Космографии» С. Мюнстера [*Münster,* 1544] и в некоторых других изданиях.

На уникальной Пёйтингеровой карте в рассматриваемом регионе, к северу от нижнего течения Дуная, наряду с гетами (Gaete) обозначены и другие народы питы (Piti), даки (Dacae), венеды (Venedi) (рис. 4).

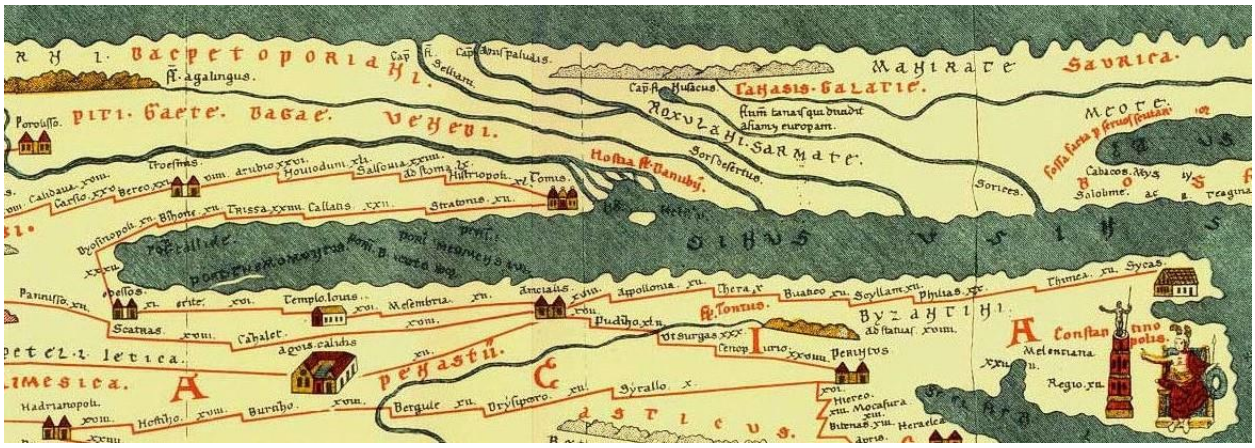


Рис. 4. Фрагмент Пёйтингеровой карты, 1265 г. Воспроизводит сведения I в.до н.э.–V в.н.э.
Fig. 4. Fragment of the Tabula Peutingeriana, 1265. Reroduces data from 1 cent. BC–5 cent. AD

Точная дата создания Пёйтингеровой карты не известна. Считается, что она была изготовлена в первых веках н.э. Оригинал карты не сохранился, о ней мы знаем благодаря интерпретациям или копиям, созданным в XII–XIII вв. Источник, дошедший до наших дней, представляет собой список с карты, охватывающий разновременные данные с I в. до

н.э. по V в. н.э. Он уверенно может быть признанным совершенно независимым от сведений Птолемея, во всяком случае в отношении изучаемого региона, так как иллюстрирует историко-географическую ситуацию на рассматриваемой территории по состоянию на I в. н.э., или ранее. Так, на Пёйтингеровой карте в Северо-Западном Причерноморье, к северу от Нижнего Дуная, отсутствуют изображения сухопутных римских дорог. Также отсутствует хорошо известный в римском мире город Тира (у Птолемея Tiras polis) в устье Днестра, где после завоевания Дакии Траяном дислоцировались римская армия и флот. Обозначение реки Тирас (Днестр) как Агалингус (Agalingus), вероятно, произошло вследствие наложения античного гидронима, отразившегося впоследствии в названии Когильник (река между Дунаем и Днестром).

На некоторых средневековых картах, например, на так называемой карте Беатуса Лиебанского (VIII в.), реконструирующей ситуацию предположительно на конец IV в. (после 375 г.), территория будущей Бессарабии обозначена как Алания (Alania). Сама карта была изготовлена в 1050 г., в её основе лежат сведения из источников поздней Античности и раннего Средневековья. Эта карта неоднократно воспроизводилась в X–XIII вв. в других рукописях.

Карта французского картографа Г. Делиля (1675–1726), опубликованная в книге А. Бандурия, реконструирует Ромейскую империю и окружающие её регионы по описанию басилевса Константина VII Багрянородного, изложенного им в своей книге «Об управлении империей» первой трети X в. (рис. 5). В Северо-Западном Причерноморье указан город Аспрон или Альба Цивитас (Aspron sive Alba Civitas; Белый город – современный Белгород-Днестровский) на первом берегу Днестровского лимана – устья Днестра (Danastris), подписанного как река Альбус (Albus – Белая). Территория будущей Бессарабии обозначена как область Гиязи Хопон (Giazi Chopon Thema) – часть страны Пацинакии (Patzinacia – Печенегия). Автор карты указывает границы стран и областей. Шесть крепостей на Днестре, названия и краткие описания которых приводил Константин VII, на этой карте размещены автором в разных областях Печенегии с пометкой о возможной неточности и предположительности их локализации.

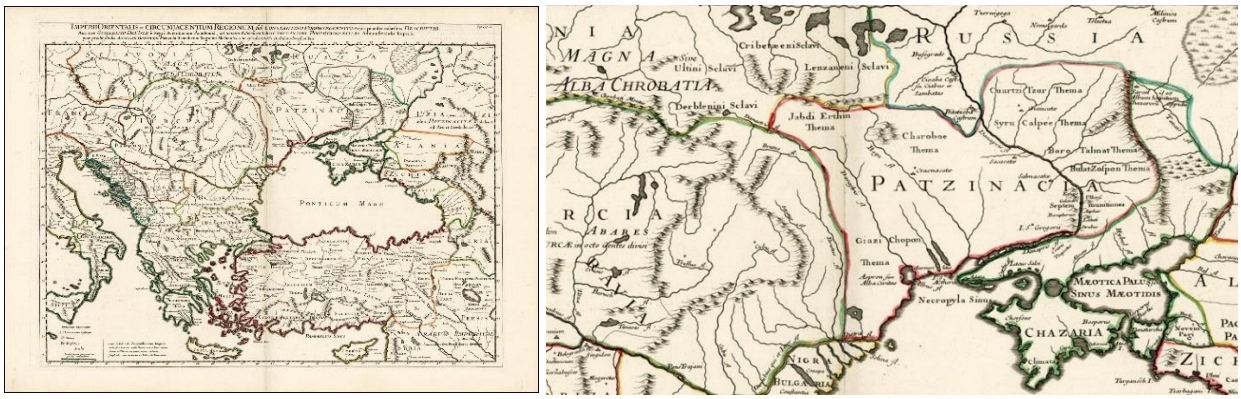


Рис. 5. Карта Г. Делиля «Империи Восточной и Окружающих Регионов по Константину Багрянородному» [Banduri 1711] и её фрагмент

Fig. 5. G. Del'Isle Map «Imperii Orientalis et Circumjacentium Regionum sub Constantino Porphirogenito» [Banduri 1711] and its fragment

Бессарабия на картах средневекового периода и нового времени. *XII–XIV века.* Одним из крупнейших картографических произведений, опиравшихся на античные и средневековые источники, но существенно актуализировавших их, является произведение М. Аль-Идриси «Книга Рожера» (лат. Tabula Rogeriana, араб. Аль-Китаб ар-

Руджжари) 1154 г. Она представляет собой комментарий к уникальной карте мира сицилийского короля Рожера II. Аль-Идриси работал 18 лет над созданием этого произведения. В нём содержатся сведения обо всех известных арабам странах современного мира. Выявлено к настоящему времени десять списков XIII–XVI в., передающих текст сочинения и его картографическую часть с разной полнотой. Первый полный текст сочинения был опубликован в Риме в 1592 г. по Парижской сокращенной редакции [*Коновалова,* 2006, с. 13, 15]. Источник издавна изучался, в том числе отечественными исследователями, начиная с Н.М. Карамзина и Б.А. Рыбакова (в советский период), и продолжает изучаться также и в наше время [*Коновалова,* 1991,1999, 2006; *Коновалова, Перхавко,* 2000].

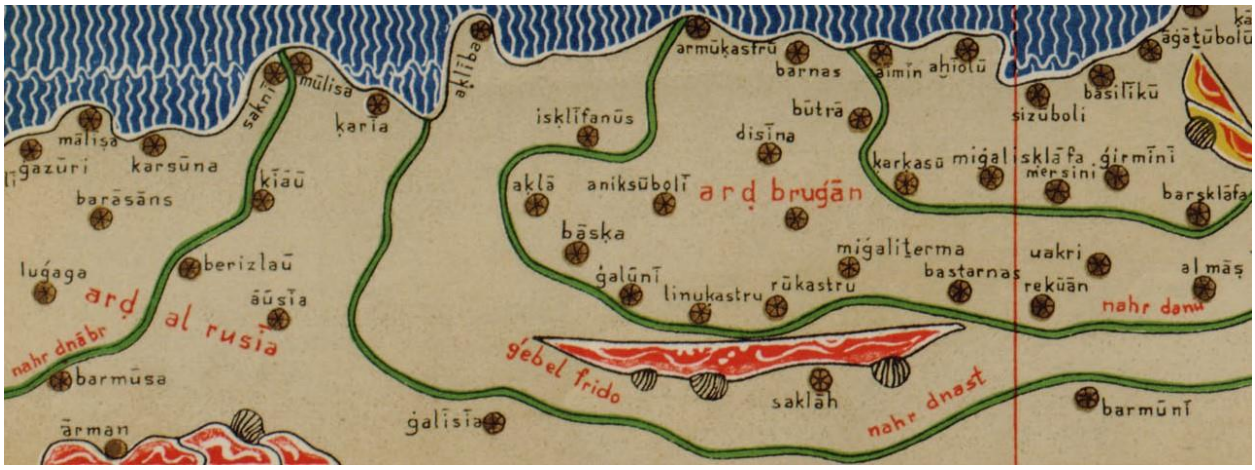


Рис. 6. Фрагмент реконструкции Рожеровой карты [Miller, 1928]
Fig. 6. Fragment of the Charta Rogeriana reconstruction [Miller, 1928]

Основные сведения о Восточной Европе (в т.ч. Северо-Западном Причерноморье) содержатся в 4–6-й секциях VI–VII климатов. На междуречье нижних течений Днестра (nahr dnast) и Дуная (nahr danu) отмечены два города Аклиба (akliba – совр. Белгород-Днестровский) на берегу Чёрного моря и Исклифанус (isklifanus – совр. Килия) выше дунайской дельты (рис. 6). К северу от Причерноморской равнины (на карте ниже, так как она ориентирована на юг) выделены горы Фридо (gebel frido), которые следует отождествлять с Центрально-Молдавской возвышенностью, с городом Саклах (saklah) – вероятно, Яссы.

Политическую картину в Северо-Западном Причерноморье в первой четверти XIV в. иллюстрирует, например, так называемый Каталанский атлас 1375 г., изданный еврейскими картографами Авраамом Крескесом и его сыном Иегудой по заказу арагонского короля Хуана I, и другие карты этого столетия, где Burgaria занимает пространство от Дуная до Подолья (рис. 7).

Напротив устья Дуная (flum deneya) отмечен остров Федонисси (fedonissi) – совр. Змеиный. В пределах самого устья четыре пункта: Странбиц (stanbyz) – вероятно, совр. Саринасуф; Ласпера (laspera) – в районе совр. Дунавеца; Санцорцо (sanzorzo) – несомненно в устье рукава Святого Георгия (Сфынту-Георге), Солина (solina) – Сулина. На левом берегу северного дунайского рукава – Ликхестома (lichestoma) – совр. Килия. Далее на берегу моря – Фацконайре (fazconayre) – совр. Татарбунары и ближе к устью Днестра (flum turlo) Маурокастро (maurocastro) – Белгород-Днестровский. В центре

территории, которая спустя десятилетие после издания атласа войдёт в состав Молдавии отмечена столица Бургарии – таинственный город Еанада (eanada). Есть все основания видеть в этом названии трансформированное татарское Янги-Шехр (совр. Старый Орхей).

Рис. 7. Фрагмент карты из Каталанского атласа 1375 г.
Fig. 7. Fragment of the Catalan atlas, 1375

XV–XVII века. На картах, изданных в XV в. и отображающих ситуацию этого времени, территория Бессарабии, отмечается как *Валахия* и *Великая Валахия*, что указывает на завоевание этой области Молдавским княжеством в 1386 г. На карте Н. Кузанского, созданной не позднее 1464 г. и изданной в 1491 г., наряду с *Молдавией* к югу от неё обозначена *Великая Валахия* (*Valachia Magna*), а на карте Фра Мауро 1450 г. часть Молдавии, прилегающая к нижнему течению Дуная, названа *Влахия малая* (*Vlahia pizola*), а другая часть, приблизительно от устья Прута до Сирета – *Влахия великая* (*Vlahia granda*). На карте Х. Шеделя 1493 г. *Валахия* (*Walachia*) отмечена в Дунайско-Днестровском бассейне [*Герцен и др.,* 2019, с. 222–223].

Наиболее раннее упоминание топонима *Бессарабия*, выявленное нами на данный момент, встречается на глобусе М. Бехайма 1492 г. Затем он появляется на карте Б. Ваповского 1528 г. «Южная Европа» [*Паламарчук,* 2008, с. 58] (оригинал этой карты не сохранился). Бессарабия изображена на карте, опубликованной в книге С. Мюнстера «Универсальная География» 1540 г. [*Munster,* 1540] (рис. 8); превосходных картах К. Вопелия 1555 г., Дж. Гастальди и П. Фурлани 1560, 1566 и 1571 гг., Г. Меркатора 1562 г. На карте Г. де Йода 1567 г. «Вид Венгрии» («Hungariae Typus») на территории Дунайско-Днестровской Бессарабии указана область Загория (Sagoria, как и у Вопелия) и Сирфия (Syrfia). В книге М. Броновия 1595 г. приведена одна из наиболее известных старинных карт Молдавии, где изображена также и Бессарабия [*Герцен и др.,* 2019, с. 229].

На карте Мюнстера указана Молдавия в латинском варианте старонемецкой формы Мулдавия (Mvldavia) с городами Молдодания (Moldodanya), Соцава (Sotzaua) с резиденцией митрополита (совр. Сучава) и другими. Отмечена Великая Валахия (Valachia Magna), вероятно, самостоятельно управляемая часть Молдавского княжества также с резиденцией митрополита в городе Маргошешт (Margosest).

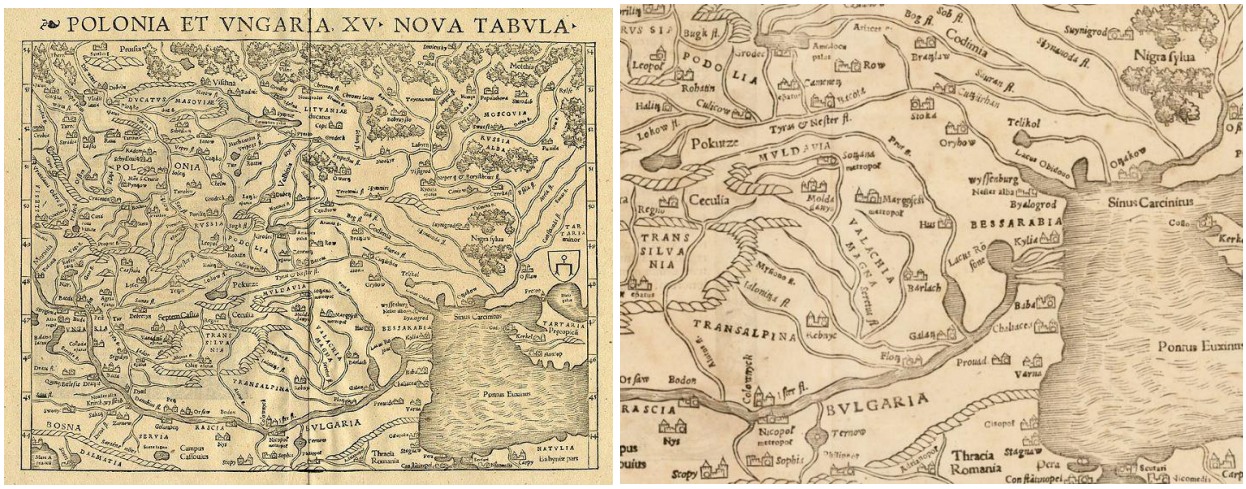


Рис. 8. Карта Польши и Венгрии и её фрагмент [Munster, 1540]
Fig. 8. Map of Poland and Hungary and its fragment [Munster, 1540]

Отдельно отмечена Бессарабия (Bessarabia) с городами Килия (Kylia), Белгород-Днестровский (Wyssenburg Nester alba Byalogrod). Между реками Яловица (Ialouitza – совр. Яломица) и Алютас (Alutas – совр. Олт) расположена Transalpina (Валашское княжество). Очевидно, карта отражает политическое состояние Молдавии втор. пол. XIV – пер. пол. XV вв., когда северная часть – Верхняя страна и южная часть – Нижняя страна управлялись разными правителями. На XIV в. указывает название Transalpina, а также не турецкая топонимия Балкан. На карте отмечено название Фракия (Thracia), она же – Романия (Romania) и множество других интересных названий областей, городов и рек.

Карта Романии (рис. 9) Дж. Гастальди (Я. Кастальдо) впервые опубликована в атласе «Театра земного круга» («Theatrum orbis terrarium») А. Ортелия, который издавался много раз, начиная с 1570 г. На карте изображены страны Западного и Северо-Западного Причерноморья, причём Бессарабия с многочисленными населенными пунктами изображена отдельно от Молдавии. Обозначены два Белгорода – один в устье Днестра, другой в устье Дуная и множество других городов на берегах этих рек, а также Прута и в центральной части Бессарабии. Романия, которой посвящена карта, занимает территорию древней Фракии – к западу от Константинополя. Топоним восходит к латинскому названию Ромеи (Восточно-Римской империи).

Среди множества интереснейших произведений XVII в. выделяется карта Ф. де ла Рю 1651 г., на которой вся Бессарабия и устье Дуная обозначены в составе Молдавии (реалии сер. XV в.). На черноморском побережье указан город Монкастро де Шермон (Moncastro de Chermon) с уточнением, что это Порт Молдавии (Port du Moldaue). На карте также отмечены два Белгорода (Bialigrod) – один в устье Днестра, другой в устье Дуная. На карте Г. Сансона 1670 г., между Дунаем и Днестром указана Бессарабия, частью которой является область Буджакских Тартар (Tartares de Budziak). На богато украшенной карте А.-Ю. Жайо 1686 г. Бессарабия (Bessarabie) указана южнее «части Молдавии иначе Великой Валахии» (Partie de la Moldavie autrem Grande Valachie). Здесь изображена битва за Белгород (Bialigrod) на Днестровском лимане (Vidouo Lac), другой Белгород (Bialigrad; также отмечено другое его название – Alba Nester) указан на берегу северного рукава дунайского устья, выше по течению от Новой Килии (Kilia noua). Рядом с названием Бессарабии нарисован герб с нанизанными на сабли головами негров. А на территории Подолии изображён герб в виде головы быка с кольцом в носу.

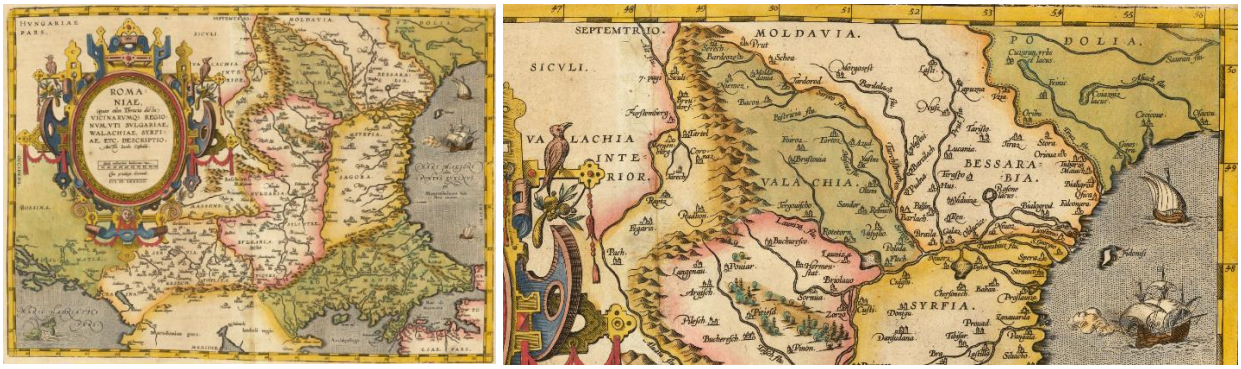


Рис. 9. Карта Романии и её фрагмент [Castaldo 1584]
Fig. 9. Map of Romania and its fragment [Castaldo 1584]

В самом конце XVII в. опубликована карта Венгрии, Балкан и Западного Причерноморья П. Шенка (рис. 10). На ней подробно прорисованы Молдавия и Бессарабия. Кроме традиционных обозначений населенных пунктов и рек, на карте схематично нанесены ландшафтные особенности (горы и леса). Указана граница между Восточной Молдавией и Бессарабией, которая проходит от слияния Ялпуга и Дуная до реки Бык и Бендер (Tekin als Tegina et Bender) на Днестре (Niester Fl. olim Turla). Бессарабия с областями Очаков (Ozcakow) и Тартария Буджакская (Tartaria Budzakiensis) простирается на восток до реки Ингулец (Maly Ingulet) и города Тенинк (Tenink – совр. Тегинка) на Днепре.

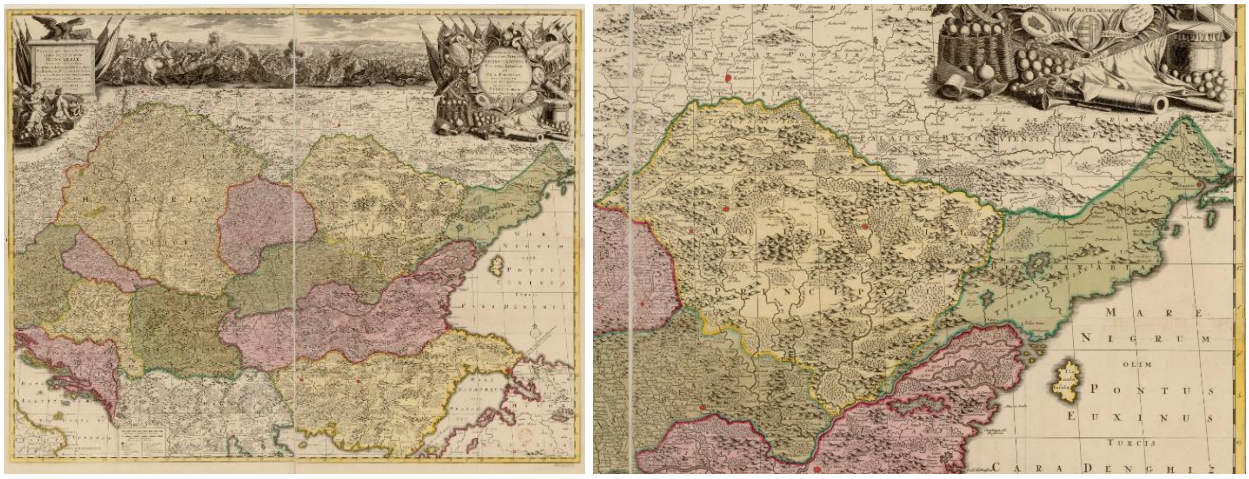


Рис. 10. Карта П. Шенка 1700 г. и её фрагмент [Schenk ,1700]
Fig. 10. P. Schenk's map and its fragment [Schenk, 1700]

XVIII век. О том, что северо-восточные границы Бессарабии простираются до устья Днепра свидетельствуют и карты XVIII в., например атлас И. Данкертса 1705 г., карта Г.Х. Хаупта 1737 г., французская военная карта 1769 г. и др.

Многочисленные детали содержит карта М. Зойтера (рис. 11): на ней кроме морей, рек, гор, стран и городов обозначены также этнонимы, т.е. названия проживающих в этом регионе народов. Поэтому её можно считать одной из первых этнополитических карт региона. На карте обозначены следующие народы: молдаване (Moldavi populi), буджакские тартары (Tartari Buziacenses), валахи (Valachi), венгры (Hungari populi), сикулы (Siculi populi), саксонцы (Saxones populi). С востока Молдавия отделена границей от захваченной османами Бессарабии, которая делится на два санджака – Бендерский

(Benderensis Sangiacatus) и Белгородский (Sangiacatus Bialogrodensis). В пределах Бессарабии отмечено более 30 населённых пунктов, среди которых выделяются Бендеры (Tekin als Tegina olim Bender) с самой мощной крепостью, Аккерман-Белгород (Akierman Biellogrod), а также несколько замков: Исакчи (Isacci) на левом берегу Дуная, Браилло (Braillo), Смил-Измаил (Smil als Smail olim Ismael) и Килия (Kilia Nova), на берегах черноморских лиманов Бендер (Bender) и Карабуна-Монкастро (Carabuna als Moncastro). Область вблизи этих городов в восточной части Бессарабии и Белгородского санджака занята Буджакскими Тартарами (*Tartari Buziacenses*).

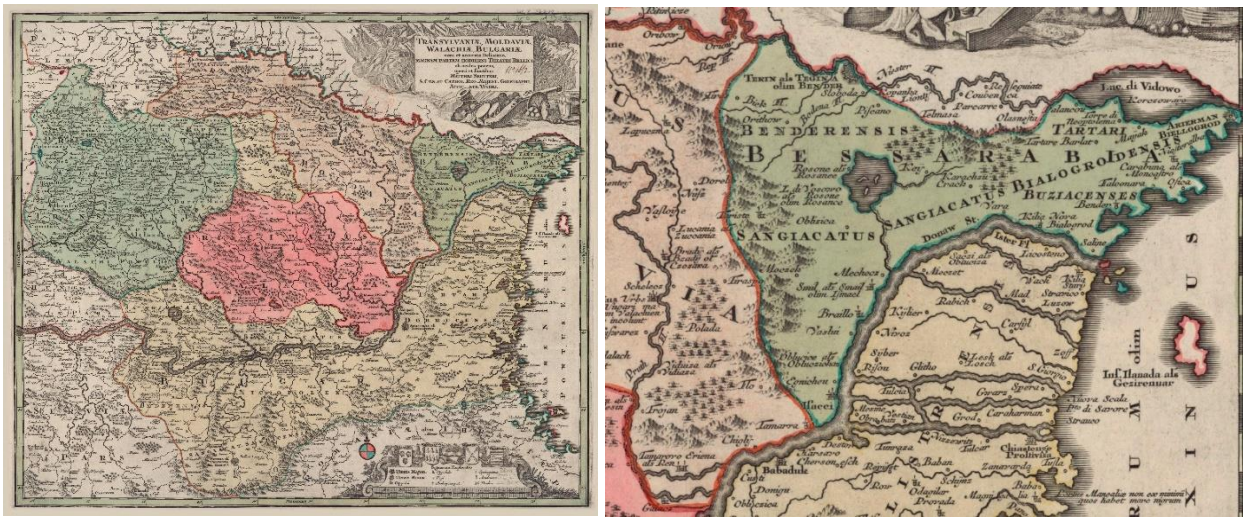


Рис. 11. Карта М. Зойтера 1730 г. и её фрагмент [Seutter 1730]
Fig. 11. M. Seutter's map (1730) and its fragment [Seutter 1730]

Одним из первых крупных достижений русской научной школы в картографировании этого региона служит уникальная карта, подготовленная Санкт-Петербургской академией наук в 1738 г. и выпущенная на русском («Театръ Войны…» [*Театръ,* 1738], рис. 12) и латинском («Theatrum belli…» [Theatrum, 1738]) языках. Она изображает ход Русско-австро-турецкой войны (1735–1739 гг.) на театре действий от Днепра до Дуная в 1738 г. Территория Бессарабии тут обозначена как Буджацкая орда (Tattaria Budziacensis) с многочисленными укреплёнными населёнными пунктами: Бендеръ (Bendern), Талмачея (Talmatzee), Паркара (Parkara), Оласнеста (Olasnesta), Паланка (Palanka), Бѣлгород (Bielgorod), Осїка (Osica), Хелї (Chieli authitir), Новая Кїля (Kilia nova), Нерошанъ (Neroschan), Ренъ (Ren), Картала (Cartal), Палата (Polada), Маховинчь (Machowintz), Паланковъ (Palankow) и соединяющими их дорогами.

В сер. XVIII в. фонд картографических произведений Северного Причерноморья пополняется многими выдающимися работами западноевропейских учёных, среди которых можно выделить в первую очередь карты Й.Я. Лидла (1749 г.) и Д.А.Б. Рицци-Дзаннони (1774 г.). Новая эпоха в картографии Северо-Западного Причерноморья наступает во время русско-турецкой войны 1768–1774 гг. как результат активной деятельности именно русских военных топографов [*Хропов,* 2019; *Герцен,* 2020в, 2021а]. В первую очередь это относится к работам Ф.В. Баура (Ф.Г. Бауэра) 1772 г., Я.Ф. Шмидта 1774 г., Г.Г. Кушелева 1800 г. [*Герцен,* 2020б]. Созданные ими карты различаются по масштабу, охвату территории и степени детализации.

Рис. 12. Карта театра войны 1738 г. и её фрагмент [Театръ 1738].
Fig. 12. «Theatrum belli» map (1738) and its fragment [Theatrum 1738].

Интереснейшая, обзорная, но в то же время достаточно подробная карта Молдавии и Валахии подготовлена капитаном Я.Ф. Шмидтом, участником русско-турецкой войны 1768–1774 гг., на русском и латинском языках [*Шмидъ, 1774*]. Она вышла в свет в год окончания войны. С военно-топографической точностью обозначены многочисленные природные объекты, населенные пункты, крепости, государственные границы и топонимы. Бессарабия и другие, соседствующие с ней территории, с их важнейшими географическими чертами узнаваемы без затруднений и в целом соответствуют классическим нормам топографического мастерства.

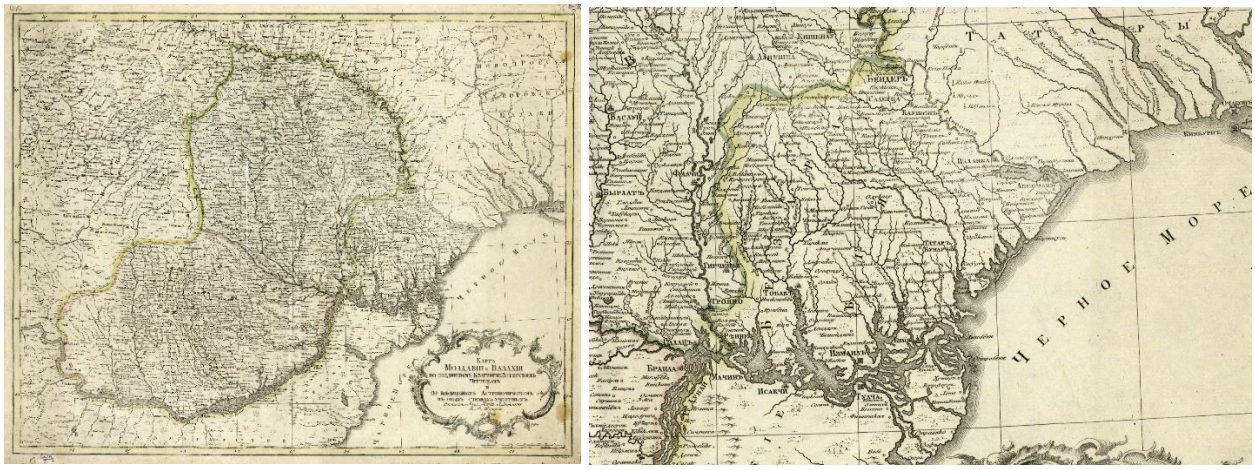


Рис. 14. Карта Я. Шмида 1774 г. и её фрагмент [Шмидъ, 1774]
Fig. 14. J. Schmidt's map (1774) and its fragment [Schmidt, 1774]

Бессарабия в XIX–XX вв. В результате русско-турецкой войны 1806–1812 гг. междуречье Прута и Днестра, включавшее Хотинскую райю (на севере), левобережные цынуты Молдавии (в центре) и Бессарабию (на юге), вошла в состав Российской империи. Территория получила название Бессарабии и статус области с сохранением широких прав автономии на основе молдавских устоев [*Гросул,* 2012]. С этого времени здесь стали проводиться общегосударственные топографические съёмки, охватывавшие значительные пространства европейской части России, в первую очередь её западные приграничные земли. Этот процесс растянулся на длительное время, и в нём можно выделить несколько этапов, отмеченных выходом в свет ряда заметных произведений, масштаб и точность которых увеличивались по мере дальнейшего накопления детальной картографической информации об этом регионе [*Хропов,* 2019].

В качестве примеров обзорных, топографических и тематических карт (политических, экономических, этнического состава) можно назвать следующие, наглядно иллюстрирующих географическое отражение топонима Бессарабия на протяжении XIX и первой половины XX в.: Генеральные карты Бессарабской области [*Пядышевъ, Ивановъ,* 1821; *Корниловичъ, Говенъ,* 1822] (рис. 15 а, б); карту Молдавской Демократической Республики, провозглашённой в 1918 г. [*Nour et al.,* 1918] (рис. 15 в); карту Бессарабии, де юре бывшей частью Автономной Молдавской Советской Социалистической Республики, де факто же входившей в состав Румынского королевства [*Силищинский,* 1926] (рис. 15 г).

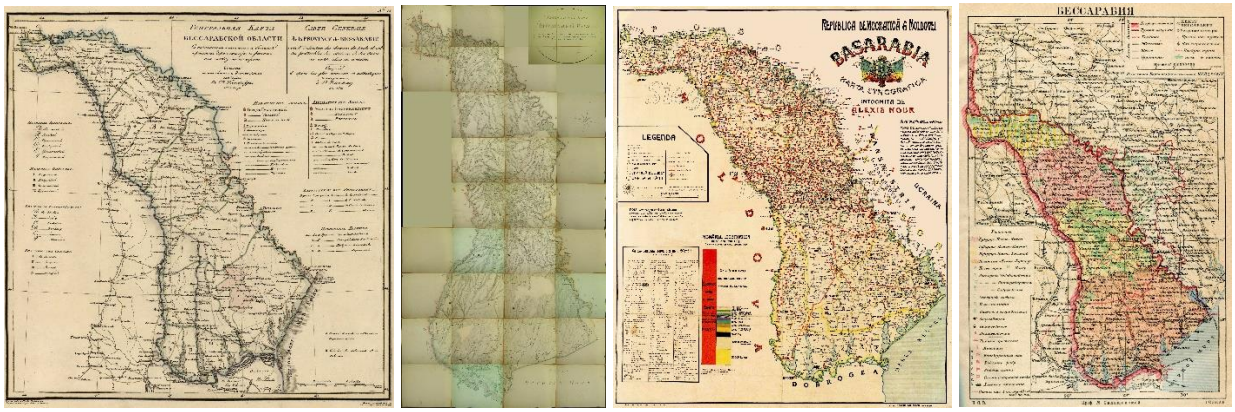


Рис. 15. Генеральные карты Бессарабской области: [Пядышевъ, Ивановъ, 1821] (а), [Корниловичъ, Говенъ, 1822] (б); молдавско-румынская [Nour et al., 1918] (в) и советская [Силищинский 1926] (г) карты Бессарабии

Fig. 15. General Maps of the Bessarabian Region [Piadicheff, Iwanoff, 1821] (a), [Kornilovich, Gauvin, 1822] (b); Moldavian-Romanian [Nour et al. 1918] (c) and Soviet [Silishchinskiy, 1926] (d) maps of Bessarabia

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Старинные карты наиболее наглядным образом отражают историко-географическую эволюцию местности. Систематизация известных ранее источников и введение в научный оборот новых материалов формируют основу для её описания и анализа. Северо-Западное Причерноморье становится объектом картографического интереса с уже с античности, положение сохраняется в средние века и во все последующие периоды, вплоть до наших дней. Так, на ранних этапах становления картографии как науки картографы пытаются восполнить пробелы в географическом отражении местности, свойственные этому времени, создавая карты-реконструкции. В кон. XV – нач. XVI в. на картах Северо-Западного Причерноморья появляется топоним Бессарабия, локализуемый на побережье Чёрного моря между устьями Дуная и Днестра. Карты кон. XVII – нач. XVIII в. изображают Бессарабию простирающейся от Дуная до Днепра. В нач. XIX в. с изменением политической принадлежности региона происходит смещение географического содержания топонима: Бессарабской областью (с 1873 г. – губернией) обозначается междуречье Прута и Днестра. В этом значении топоним употребляется не только в Российской империи, но и в пер. пол. XX в., после присоединения к Румынскому королевству.

Трансформация значения и географического содержания топонима, наблюдаемые в разные исторические периоды, свидетельствуют о сложности историко-географической эволюции этой территории, которые приводят к существенным противоречиям при синхронном рассмотрении связанных с этим вопросов и непонимании диахронной

сложности данного феномена. Топонимия зачастую становится инструментом, используемым в политических целях. Бессарабия и всё Северно-Западное Причерноморье – яркий тому пример [*Герцен* 2021б].

После включения Пруто-Днестровского междуречья в состав Советского Союза по итогам Второй Мировой войны топоним Бессарабия обретает преимущественно историческое наполнение: укрепление и развитие Молдавской государственности обусловливает смещение семантики топонима от географичности к историзму. Однако после развала СССР он получает новую роль в современном геополитическом дискурсе, символизируя территориальные претензии Румынии и раскрывая её политические интересы. Это проявляется, в частности, в популярном и в Молдавии, среди прорумынских активистов лозунге «Basarabia – pamânt românesc!» («Бессарабия – румынская земля!»).

ВЫВОДЫ

Изучение старинных карт позволяет наглядно реконструировать насыщенную и сложную историко-географическую эволюцию таких регионов как Северо-Западное Причерноморье (в частности, Бессарабии); воссоздать представления о них, бытовавшие в прошлом, а также вскрыть исторические противоречия и вызовы современности. Историко-географическая эволюция Бессарабии и всего Причерноморья находит яркое отражение в картографических материалах всех периодов развития картографической науки в целом, как-то: создание новых уникальных картографических произведений, переход от ранних примитивных карт к картам более детальным, а затем и к топографическим; а также последующей разработке современных, дифференцированных по масштабу и назначению специальных карт, создаваемых для отражения особенностей данного региона.

Представления о территории Бессарабии со временем изменялись. Первые известные сегодня свидетельства о регионе с таким названием относятся к Придунайской территории Угровлахии (Трансальпинии). Со второй половины XVI в. этот топоним закрепляется за Дунайско-Днестровским степным междуречьем, а позднее в течение некоторого времени он обозначает всё черноморское побережье до устья Днепра. В XIX в. Бессарабией называется междуречье Прута и Днестра. Укрепление Молдавской государственности в советский период на некоторое время снизило актуальность функционирования топонима, однако в последние три десятилетия он используется сторонниками объединения Молдавии с Румынией в пропагандистских целях.

Детальные историко-картографические исследования, а также систематизация и анализ исторических источников позволили акцентировать внимание на важности использования карт для изучения географии и истории Северо-Западного Причерноморья, ввести в научный оборот неизвестные ранее произведения (в частности, в настоящей работе впервые публикуется изображение уникальной «Генеральной карты Бессарабской области» 1822 г. А.О. Корниловича и Д.Х.Х. ф. Говена, заслуживающей отдельного специального исследования) и предположительно идентифицировать некоторые топонимы, обозначенные на древнейших картах. Так, по мнению авторов, есть все основания считать отмеченный в Каталонском атласе город Еанада (Eanada), известный в историографии как Янги-Шехр (совр. Старый Орхей), столицей области Бургария (Burgaria), а отождествление ойконима Саклах (Saklah) на Рожеровой карте с Яссами переносит время первого упоминания города на два с лишним века ранее, чем было принято прежде. Важны и другие сделанные наблюдения, демонстрирующие огромный потенциал и актуальность продолжения исследований в данном направлении.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Русского географического общества в рамках проекта «Русские и зарубежные старинные карты Северного Причерноморья: историко-географический и геополитический анализ».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out with the financial support of the Russian Geographical Society under the project “Russian and Foreign Ancient Maps of the Northern Black Sea Region: Historic-geographical and Geopolitical Analysis”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Галкина Т.А.* Древние и современные миграции как фактор единства Средиземноморско-Черноморского региона. Социоестественная история, 2020. № 43. С. 244–252. DOI: 10.29003/m1973.s-n_history_2020_43/244-252.
2. *Герцен А.А.* Бендеры на географических картах XVI–XIX веков. Академику Л.С. Бергу – 145 лет: Сборник научных статей. Бендер: Eco-TIRAS, 2021а. С. 15–22.
3. *Герцен А.А.* Геополитические и историко-географические проблемы Причерноморья (по материалам международной конференции 2019 г.). Изв. РАН. Сер. геогр., 2021б. Т 85. № 1. С.146–155. DOI: 10.31857/S2587556621010040.
4. *Герцен А.А.* Картографические методы решения историко-географических проблем (на примере полимасштабных исследований регионов Европы, Средиземноморья и Северо-Западного Причерноморья). ИнтерКарто. ИнтерГИС, 2020а. Т. 26. Ч. 4. С. 266–281. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-266-281.
5. *Герцен А.А.* Кишинёв на географических картах XVI–XVIII веков. Acta et Commentationes, Exact and Natural Sciences, 2020б. № 1(9). С. 116–129. DOI: 10.36120/2587-3644.v9i1.116-129.
6. *Герцен А.А.* Старинные карты Северо-Западного Причерноморья и картографический подход в решении историко-географических задач. Социоестественная история, 2020в. № 43. С. 13–25. DOI: 10.29003/m1940.s-n_history_2020_43/13-25.
7. *Герцен А.А., Нестерова Т.П., Паскарь Е.Г., Тельнов Н.П.* На перекрёстке цивилизаций: пространство, время, наследие. Новейшие историко-географические исследования некоторых памятников Северо-Западного Причерноморья. М.; СПб.: Нестор-История, 2019. 416 с.
8. *Герцен А.А., Паскарь Е.Г., Хропов А.Г.* Топографические карты Северо-Западного Причерноморья XVII – середины XVIII в. Геодезия и картография, 2021. № 6 (в печати).
9. *Гордеев А.Ю.* Карти-портолани XIII–XVII ст. Киев, 2009.
10. *Гордеев А.Ю.* Картография Черного и Азовского морей: ретроспектива. Т.1. До 1500 года. Т.2. Период 1500–1600 гг., Т.3. Период 1600–1700 гг. Киев, 2006.
11. *Гордеев А.Ю.* Топонимия побережья Чёрного и Азовского морей на картах-портоланах XIV–XVII веков. Киев, 2014.
12. *Гордеев А.Ю., Терещенко А.А.* Топонимия побережья Чёрного и Азовского морей на картах-портоланах XIV–XVII веков. 2-е изд. В 2 томах. Киев, 2017.
13. *Гросул В.Я.* У истоков Бессарабской автономии в составе России. Вестник РУДН, сер. История России, 2012. № 1. С. 74–88.
14. *Джаксон Т.Н., Коновалова И.Г., Подосинов А.В., Фролов А.А.* Северная Евразия в картографии античности и средних веков. М., 2017. 528 с.
15. *Джаксон Т.Н., Коновалова И.Г., Подосинов А.В.* Imagines mundi: античность и средневековье. М., 2013. 424 с.

16. *Коновалова И.Г.* Ал-Идриси о странах и народах Восточной Европы. М., 2006.
17. *Коновалова И.Г.* Арабские источники XII–XIV вв. по истории Карпато-Днестровских земель. М., 1991. С. 11–57.
18. *Коновалова И.Г.* Восточная Европа в сочинении ал-Идриси. М., 1999.
19. *Коновалова И.Г., Перхавко В.Б.* Древняя Русь и Нижнее Подунавье. М., 2000. С. 162–174.
20. *Корниловичъ А.О., Говенъ ф. Д.Х.Х.* Генеральная Карта Бессарабской Области. Тульчинъ, 1822.
21. *Кругликова И.Т.* Дакия в эпоху римской оккупации. М., 1955. С. 3.
22. *Нестерова Т.П.* Об архитектуре замка Тигина (Бендеры). Социоестественная история, 2020. № 43. С. 257–263. DOI: 10.29003/m1975.s-n_history_2020_43/257-263.
23. *Нестерова Т.П., Герцен А.А.* Архитектурная и историко-географическая загадка церкви села Васильково (Василкэу). Revista Arta, 2021. V. XXX. № 1. (В печати).
24. *Паламарчук С.В.* Забытая земля: Историческая область Бессарабия. Одесса, 2008.
25. *Паскарь Е.Г.* Крым и Северо-Западное Причерноморье на картах XIV века. Социоестественная история, 2020. № 43. С. 98–105. DOI: 10.29003/m1951.s-n_history_2020_43/98-105.
26. *Паскарь Е.Г.* Неизученные письменные и картографические источники по истории Северо-Западного Причерноморья. Геополитические и историко-географические проблемы Причерноморья. Кишинёв, 2019. С. 80–88.
27. *Пядышевъ В.П., Ивановъ М.* Генеральная карта Бессарабской области. СПб., 1821.
28. *Сапожников И.В.* Картографические материалы по археологии, истории и географии низовий Буга и Днепра: работы А.П. Чиркова 1863–1866 годов. Історія. Етнографія. Культура. Нові дослідження. Миколаїв, 2000. С. 259–265.
29. *Сапожников И.В.* Карты и планы Буго-Днестровской части Причерноморья последней трети XVIII века как археологические источники. Scriptorium nostrum, 2019. №1 (12). С. 81–110.
30. *Силищинский М.* Бессарабия. Большая Советская энциклопедия, 1926. Т. 6. С. 20–21.
31. *Сосса Р.І.* Історія картографування території України. Від найдавніших часів до 1920 р. Київ, 2000.
32. Театръ Войны при Днепрѣ, Днестрѣ и Дунаѣ рѣкахъ MDCCXXXVIII году. СПб., 1738.
33. *Фоменко И.К.* Атлас Тартарии: Евразия на старинных картах. Казань; М., 2006. 478 с.
34. *Фоменко И.К.* Образ мира на старинных портоланах. Причерноморье. Конец XIII–XVII в. М., 2007; 2 изд. 2011. 425 с.
35. *Фоменко И.К.* Скифия – Тартария – Московия – Россия. Взгляд из Европы. Россия на старинных картах. М., 2008. 812 с.
36. *Хропов А.Г.* История топографического изучения территории Крыма (ранние этапы). Социоестественная история, 2020. № 43. С. 106–116. DOI: 10.29003/m 1952.s-n_history_2020_43/106-116.
37. *Хропов А.Г.* История топографического изучения территории Молдавии (ранние этапы). Геополитические и историко-географические проблемы Причерноморья. Кишинёв, 2019. С. 89–96.
38. *Шмидъ Я.Ф.* Карта Молдавіи и Валахіи по подлиннымъ Квартирмейстерскимъ Чертежамъ и по наблюденіямъ Астрономическимъ в оныхъ странахъ учиненнымъ. СПб., 1774.

39. *Castaldo I.* Romaniae, (quae olim Thracia dicta) Vicinarvmq3 Regionvm, Vti Bvlgariae, Walachiae, Syrfiae, etc. Descriptio. (Antverpiae), MDLXXXIIII (1584).
40. Descriptio Bessarabiae: Bessarabia in Five Centuries of Cartography. Ed. de O. Dumitru, M. Gribincea, A. Năstase. București, 2017. 327 p.
41. *Dolghi A., Felea A.* Românii şi etniile conlocuitoare din Basarabia în istoriografie, surse istorico-etnografice şi cartografice (1812–1918). Chişinău, 2018. 264 p.
42. *Miller K.* Weltkarte des Idrisi vom Jahr 1154 n. Ch.: Charta Rogeriana. Stutgardiae, 1928.
43. *Münster S.* Cosmographia. Basel, 1544.
44. *Munster S.* Polonia et Ungaria XV Nova Tabula. Geographia Universalis vetus et nova... Claudii Ptolemai Alexandrini... Basiliae, 1540.
45. *Nour A., Georgescu T., Ioanid C.* Republica democratică a Moldovei. Basarabia. Harta etnografica. București, 1918.
46. *Ortelius A.* Daciarum, Moesiarvmqve, Vetus Descriptio, Antverpia, 1595 (1675–1681).
47. *Piccolomineus A.S.* Opera quae extant omnia. Basileae, 1571. P. 392.
48. *Ptolemaeus C.* Geographia. Venetiis, 1562. P. 89.
49. *Ptolemaeus C., Angelus J.* Geographia (Cosmographia). Florentia, 1406.
50. *Πτολεμαῖος Κ., Πλανούδης Μ.* Γεωγραφικὴ Ὑφήγησις. Κωνσταντινούπολη, 1295.
51. *Sanson* G.N.F. Geographia Patriarchalis Tabulâ Geographicâ. Lutetiae Parisiorum, 1669.
52. *Schenk P.* Nova et accurata tabula sedis belli in regno Hungariae. Accedunt cetera Regna, Sclavonia, Croatia, Bosnia, Servia, Dalmatia, Bulgaria et Romania: ut et Princip: Septimontium, Moldavia et Valachia, una cum reliquis circumjacentibus regionibus. Amstel[odami], 1700.
53. *Seutter M.* Transylvaniae, Moldaviae, Walachiae, Bulgariae nova et accurata Deliniatio, Magnam Partem Hodierni Theatri Bellici ob oculos ponens… Augustae Vindel[icorum], 1730.

REFERENCES

1. *Castaldo I.* Romaniae, (quae olim Thracia dicta) Vicinarvmq3 Regionvm, Vti Bvlgariae, Walachiae, Syrfiae, etc. Descriptio. (Antverpiae), MDLXXXIIII (1584).
2. Descriptio Bessarabiae: Bessarabia in Five Centuries of Cartography. Ed. de O. Dumitru, M. Gribincea, A. Năstase. București, 2017. 327 p.
3. *Dolghi A., Felea A.* Românii şi etniile conlocuitoare din Basarabia în istoriografie, surse istorico-etnografice şi cartografice (1812–1918). Chişinău, 2018. 264 p.
4. *Dzhakson T.N., Konovalova I.G., Podosinov A.V.* Imagines mundi: antichnost' i srednevekov'e. Moskva, 2013. 424 p. (in Russian).
5. *Dzhakson T.N., Konovalova I.G., Podosinov A.V., Frolov A.A.* Severnaja Evrazija v kartografii antichnosti i srednih vekov. Moskva, 2017. 528 p. (in Russian).
6. *Fomenko I.K.* Atlas Tartarii: Evrazija na starinnyh kartah. Kazan'–Moskva, 2006. 478 p. (in Russian).
7. *Fomenko I.K.* Obraz mira na starinnyh portolanah. Prichernomor'e. Konec XIII–XVII v. Moskva, 2007; 2 izd. 2011. 425 p. (in Russian).
8. *Fomenko I.K.* Skifija – Tartarija – Moskovija – Rossija. Vzgljad iz Evropy. Rossija na starinnyh kartah. Moskva, 2008. 812 p. (in Russian).
9. *Galkina T.A.* Ancient and Modern Migrations as a Factor of the Unity of the Mediterranean-Black Sea Region. Socio-Natural History, 2020. V. 43. P. 244–252. DOI: 10.29003/m1973.s-n_history_2020_43/244-252 (in Russian).
10. *Gordeev A.Ju.* Karti-portolani XIII–XVII st. Kiev, 2009 (in Russian).
11. *Gordeev A.Ju.* Kartografija Chernogo i Azovskogo morej: retrospektiva. T.1. Do 1500 goda. T.2. Period 1500–1600 gg., T.3. Period 1600–1700 gg. Kiev, 2006 (in Russian).

12. *Gordeev A.Ju.* Toponimija poberezh'ja Chjornogo i Azovskogo morej na kartah-portolanah XIV–XVII vekov. Kiev, 2014 (in Russian).
13. *Gordeev A.Ju., Tereshhenko A.A.* Toponimija poberezh'ja Chjornogo i Azovskogo morej na kartah-portolanah XIV–XVII vekov. 2-e izd. V 2 tomah. Kiev, 2017 (in Russian).
14. *Grosul V.Ja.* U istokov Bessarabskoj avtonomii v sostave Rossii. Vestnik RUDN, ser. Istorija Rossii, 2012. № 1. P. 74–88 (in Russian).
15. *Herzen A.A.* Bendery na geograficheskih kartah XVI–XIX vekov. Akademiku L.S. Bergu – 145 let: Sbornik nauchnyh statej. Bender: Eco-TIRAS, 2021. P. 15–22 (in Russian).
16. *Herzen A.A.* Cartographic Methods for Solving Historical and Geographical Problems (on the Example of Multiscale Research of Europe, Mediterranean and North-Western Black Sea Regions). InterCarto. InterGIS, 2020. V. 26. Part 4. P. 266–281. DOI: 10. 35595/ 2414-9179-2020-4-26-266-281 (in Russian).
17. *Herzen A.A.* Geopolitical and Historic-Geographical Problems of the Black Sea Region (Review of Results of International Conference 2019). Izv. RAN. Ser. geogr., 2021. V. 85. № 1. P. 146–155. DOI: 10.31857/S2587556621010040 (in Russian).
18. *Herzen A.A.* Kishinev on the Geographical Maps of the 16–18th Centuries. Acta et Commentationes, Exact and Natural Sciences. № 1(9), 2020. P. 116–129. DOI: 10. 36120/2587-3644.v9i1.116-129 (in Russian).
19. *Herzen A.A.* Old Maps of the Northern Black Sea Region and the Cartographic Approach in Solving Historic-Geographical Tasks. Socio-Natural History, 2020. V. 43. P. 13–25. DOI: 10.29003/m1940.s-n_history_2020_43/13-25 (in Russian).
20. *Herzen A.A., Nesterova T.P., Paskary E.G., Tel'nov N.P.* At the crossroads of civilizations: space, time, heritage. Newest historic-geographical researches of some monuments of the North-Western Black Sea Region. Moscow – Saint Petersburg: Nestor-Istoria, 2019. 416 p. (in Russian).
21. *Herzen A.A.*, *Paskary E.G., Khropov A.G.* Topographic Maps of the North-Western Black Sea Region of the 17th to Mid-18th Centuries. Geodesy and Cartography, 2021. V. 6. (in print). (in Russian).
22. *Hropov A.G.* History of Topographic Study of the Territory of Crimea (Early Stages). Socio-Natural History, 2020. V. 43. P. 106–116. DOI: 10.29003/m1952.s-n_history_ 2020_43/106-116 (in Russian).
23. *Hropov A.G.* Istorija topograficheskogo izuchenija territorii Moldavii (rannie jetapy). Geopoliticheskie i istoriko-geograficheskie problemy Prichernomor'ja. Kishinjov, 2019. P. 89–96 (in Russian).
24. *Konovalova I.G.* Al-Idrisi o stranah i narodah Vostochnoj Evropy. Moskva, 2006 (in Russian).
25. *Konovalova I.G.* Arabskie istochniki XII–XIV vv. po istorii Karpato-Dnestrovskih zemel'. Moskva, 1991. P. 11–57 (in Russian).
26. *Konovalova I.G.* Vostochnaja Evropa v sochinenii al-Idrisi. Moskva, 1999 (in Russian).
27. *Konovalova I.G., Perhavko V.B.* Drevnjaja Rus' i Nizhnee Podunav'e. Moskva, 2000. P. 162–174 (in Russian).
28. *Kornilovich# A.O., Goven# f. D.H.H.* General'naja Karta Bessarabskoj Oblasti. Tul'chin#, 1822 (in Russian).
29. *Kruglikova I.T.* Dakija v jepohu rimskoj okkupacii. Moskva, 1955. P. 3 (in Russian).
30. *Miller K.* Weltkarte des Idrisi vom Jahr 1154 n. Ch.: Charta Rogeriana. Stutgardiae, 1928.
31. *Münster S.* Cosmographia. Basel, 1544.
32. *Munster S.* Polonia et Ungaria XV Nova Tabula. Geographia Universalis vetus et nova... Claudii Ptolemai Alexandrini... Basiliae, 1540.

33. *Nesterova T.P.* About the Architecture of Tigina Castle (Bendery). Socio-Natural History, 2020. V. 43. P. 257–263. DOI: 10.29003/m1975.s-n_history_2020_43/257-263 (in Russian).
34. *Nesterova T.P., Herzen A.A.* Architectural and Historic-Geographical Mystery of the Church of Vasilkovo (Vasilkeu) Village. Revista Arta, 2021. V. XXX. № 1. (in print) (in Russian).
35. *Nour A., Georgescu T., Ioanid C.* Republica democratică a Moldovei. Basarabia. Harta etnografica. București, 1918.
36. *Ortelius A.* Daciarum, Moesiarvmqve, Vetus Descriptio, Antverpia, 1595 (1675–1681).
37. *Palamarchuk S.V.* Zabytaja zemlja: Istoricheskaja oblast' Bessarabija. Odessa, 2008 (in Russian).
38. *Paskary E.G.* Crimea and the North-Western Black Sea Region on the Maps of the XIV Century. Socio-Natural History, 2020. V. 43. P. 98–105. DOI: 10.29003/m1951.s-n_history_2020_43/98-105 (in Russian).
39. *Paskary E.G.* Neizuchennye pis'mennye i kartograficheskie istochniki po istorii Severo-Zapadnogo Prichernomor'ja. Geopoliticheskie i istoriko-geograficheskie problemy Prichernomor'ja. Kishinjov, 2019. P. 80–88 (in Russian).
40. *Piadicheff, Iwanoff M.* Carte Generale de la Province de Bessarabie. St.Petersbourg, 1821.
41. *Piccolomineus A.S.* Opera quae extant omnia. Basileae, 1571. P. 392.
42. *Ptolemaeus C.* Geographia. Venetiis, 1562. P. 89.
43. *Ptolemaeus C., Angelus J.* Geographia (Cosmographia). Florentia, 1406.
44. *Ptolemaῖoc K., Planoύdhc M.* Gewgrafikὴ Ὑfήghsic. Kwnstantinoύpolh, 1295 (in Greek).
45. *Sanson* G.N.F. Geographia Patriarchalis Tabulâ Geographicâ. Lutetiae Parisiorum, 1669.
46. *Sapozhnikov I.V.* Kartograficheskie materialy po arheologii, istorii i geografii nizovij Buga i Dnepra: raboty A.P. Chirkova 1863–1866 godov. Istorija. Etnografija. Kul'tura. Novi doslidzhennja. Mikolaïv, 2000. P. 259–265 (in Russian).
47. *Sapozhnikov I.V.* Karty i plany Bugo-Dnestrovskoj chasti Prichernomor'ja poslednej treti XVIII veka kak arheologicheskie istochniki. Scriptorium nostrum, 2019. №1 (12). P. 81–110 (in Russian).
48. *Schenk P.* Nova et accurata tabula sedis belli in regno Hungariae. Accedunt cetera Regna, Sclavonia, Croatia, Bosnia, Servia, Dalmatia, Bulgaria et Romania: ut et Princip: Septimontium, Moldavia et Valachia, una cum reliquis circumjacentibus regionibus. Amstel[odami], 1700.
49. *Seutter M.* Transylvaniae, Moldaviae, Walachiae, Bulgariae nova et accurata Deliniatio, Magnam Partem Hodierni Theatri Bellici ob oculos ponens… Augustae Vindel[icorum], 1730.
50. *Shmid# Ja.F.* Karta Moldavii i Valahii po podlinnym# Kvartirmejsterskim# Chertezham# i po nabljudenijam# Astronomicheskim# v onyh# stranah# uchinennym#. St.Petersburg, 1774 (in Russian).
51. *Silishchinskij M.* Bessarabija. Bol'shaja Sovetskaja jenciklopedija, 1926. T. 6. P. 20–21 (in Russian).
52. *Sossa R.I.* Istorija kartografuvannja teritorij Ukraïni. Vid najdavnishih chasiv do 1920 r. Kiïv, 2000 (in Ukrainian).
53. Theatrum belli ad Borysthenem, Tyram et Danubium fluvios gesti. Petropolis, MDCCXXXVIII (1738).

УДК: 528.94:94/908 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-434-444**

**О.Е. Архипова[12], О.В. Семенова[1], В.И. Афанасенко[1],
Е.И. Подоян[1]**

МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИЧЕСКОГО И КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты исследования в области форм и методов сохранения и преумножения историко-культурного наследия в г. Ростове-на-Дону. Перечень объектов культурного наследия Ростов-на-Дону включает более 600 позиций, в том числе – объекты истории, искусства, архитектуры и градостроительства, среди которых – памятники федерального, регионального (областного) и местного (муниципального) значения, и объекты ценной историко-градостроительной среды. В рамках проведенного исследования была разработана геоинформационная система «Памятники, памятные места и мемориалы в г. Ростове-на-Дону».

Основная цель создания такой ГИС – предоставить широкому кругу общественности (в том числе исследователям и студентам) доступ к географически привязанным данным, находящихся в открытом доступе. Информационную основу системы представляют данные о местоположении объектов культурного наследия, информация об объектах, а также фотографии и расширенные справочные данные об объектах. Архивная и библиографическая информация о памятниках обработана, прошла проверку и занесена в базу данных.

Для выполнения поставленных задач выбрано следующее программное обеспечение – Excel, ArcGIS Pro, ArcGIS Online. Выбор программных продуктов обусловлен наличием лицензионного программного обеспечения и опытом в области создания ГИС. ГИС реализована в двух версиях – локальной (загрузка исходных данных и подготовка к публикации в Интернет) и интернет-версии (создание веб-карты с возможностью внесения изменения и пополнения базы данных, а также создание веб-приложения «Памятники, памятные места и мемориалы в г. Ростове-на-Дону»).

Основными возможностями интернет ГИС являются: оценка сохранности объектов культурного наследия, ведение базы данных памятников и памятных мест города, учет новых и забытых объектов исторического и культурного наследия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картография, историческое и культурное наследие, web-ГИС.

[1] Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону, пр. Чехова 41;
e-mail: **arkhipova@ssc-ras.ru**

[2] Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая;
e-mail: **arkhipova@sfedu.ru**

Olga E. Arkhipova[1,2], Olga V. Semenova, Vladimir I. Afanasenko, Elena I. Podoyan

MONITORING OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE OBJECTS BASED ON MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES

ABSTRACT

The results of research in the field of forms and methods of preserving and increasing the historical and cultural heritage in Rostov-on-Don present in this article. The list of objects of cultural heritage of Rostov-on-Don includes more than 600 items, including objects of history, art, architecture, and urban planning, among which are monuments of federal, regional, and local (municipal) significance and objects of valuable historical and urban planning environment. As part of the study, the geoinformation system “Monuments, memorable places and memorials in Rostov-on-Don” was developed. The main goal of this GIS is to provide a wide range of the public (including researchers and students) with access to georeferenced data. The information basis of the system is represented by data on the location of cultural heritage objects, information about objects, as well as photographs and extended reference data about objects. Archival and bibliographic information about the monuments has been processed, checked, and entered the database. To accomplish the tasks, the following software was chosen – Excel, ArcGis Pro, ArcGis Online. The choice of software products is due to the availability of licensed software and experience in the field of GIS creation. GIS is implemented in two versions – local (loading the initial data and preparing for publication on the Internet) and the Internet version (creating a web map with the ability to make changes and replenish the database, as well as create a web application "Monuments, memorable places and memorials in Rostov-on-Don"). The developed application allows you to assess the state of cultural heritage objects, allows you to get acquainted with research on the monuments and memorable places included in the database, to determine the direction and prospects of scientific research, to follow the dynamics of the process, consider new and forgotten objects of historical and cultural heritage.

KEYWORDS: cartography, historical and cultural heritage, web-GIS.

ВВЕДЕНИЕ

В исторической науке на современном этапе заметно все большее стремление к междисциплинарному взаимодействию и развитию новых современных подходов и направлений. Одним из таких подходов является использование геоинформационных систем (ГИС) в исторических исследованиях. Идеи исторического компьютерного картографирования получили развитие в начале 1990-х гг., после проведения в мае 1994 г. в Европейском университете (Флоренция, Италия) рабочего семинара Международной ассоциации «History and Computing», который имел достаточно выразительное название «Координаты для исторических карт». С этого времени началось осмысление теоретических, а затем и прикладных аспектов компьютерного картографирования в отечественной исторической науке. Таким образом, обращение отечественных исследователей к геоинформационным системам (ГИС) в определенной степени связано с развитием аналогичных технологий на Западе, с приобщением к зарубежному опыту в области исторических ГИС [*Бородкин, Владимиров,* 2017].

Идея создания репозитория исторических геоданных в той или иной форме высказывается на протяжении последних лет. Можно говорить о готовности сообщества

[1] Federal Research Centre the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Russia, Rostov-on-Don, Chekhov av, 41; *e-mail:* **arkhipova@ssc-ras.ru**

[2] Southern Federal university, Russia, Rostov-on-Don, Chekhov av, 41; *e-mail:* **arkhipova@sfedu.ru**

исторических геоинформатиков к кооперации в области хранения и использовании данных. Это хорошо укладывается в рамки повышения интереса к количеству и качеству данных, а также к их представлению и возможностью обмена информацией.

В исторической среде, а также в цифровой гуманитарной среде известны реализованные проекты и научные исследования в области создания структур с историческими пространственными данными, предназначенными для использования в среде, ГИС. Как правило, это зарубежные, в основном европейские, проекты [*Владимиров, Крупочкин,* 2019]. Одно из востребованных и ранних направлений работы с историческими ГИС в западноевропейских странах связано с реконструкцией административно-территориального деления [*Alves,* 2005]. Анализ современной зарубежной историографии показывает, что геоинформационные системы и технологии все больше проникают в исторические исследования и становятся их неотъемлемой частью [*Knowles,* 2000; *Королев,* 1998; *Gregory et al.,* 2003]. Одним из первоначальных проявлений было создание в ряде стран Национальных исторических ГИС, таких как «Историческая ГИС Великобритании», «Национальная историческая ГИС США» и др. Эти системы содержат данные об изменяющихся административных границах, связанных с переписью и другими данными, основанными на административном делении территории. Обычно они охватывают большую часть девятнадцатого и двадцатого веков.

Один из проектов был запущен в 2007 г. Я. Грегори и П. Элом в сотрудничестве с AHDS History[1]. По мнению авторов проекта ГИС хорошо подходит для отображения данных, позволяет исследователю изучать географические аспекты исторических данных.

Основнык российские научные центры, специализирующихся на работе с геоинформационными технологиями и создании исторических ГИС, действуют в Москве, Тамбове, Петрозаводске, Барнауле, Екатеринбурге, Томске. При этом на базе каждого центра за годы работы сложились основные направления создания исторических ГИС по конкретной проблематике. Используя геоинформационные технологии, исследователи актуализируют информацию, связанную с хозяйственно-демографическими характеристиками, вводят в научный оборот ценные и редкие источники [*Баранов и др.,* 2002]. Созданные петрозаводскими исследователями ГИС стали базой для проведения историко-культурных исследований [*Лялля,* 2007]. ГИС-технологии позволили сопоставить результаты исследований самых разных направлений, совмещая их на электронной или на итоговой тематических картах. На базе этих проектов было реализовано множество других, в том числе по изучению деревянного зодчества, архитектурного облика Карелии [*Шредерс, Лялля,* 2012]. Таким образом, создание ГИС открывает широкие возможности специалистам по изучению не только истории, но и демографии, культурного наследия, языкознания.

Еще один из примеров создания ГИС исторического и культурного наследия – геоинформационное картографирование туристских ресурсов г. Барнаула [Рыгалов, 2014]. В результате с целью популяризации культурно-исторического наследия и развития туризма разработан ГИС-проект, дающий комплексное представление об объектах культурного наследия на территории города. В основу разработки положен геоинформационный метод, предполагающий автоматизированное создание и использование картографических данных на основе сформированных баз данных под управлением геоинформационной системы MapInfo Professional.

Интерес представляет геопортал «Историко-культурное наследие Пермского края». Проект представляет собой трехуровневую архитектуру: База данных+ГИС+Геопортал[2] .

---

1 The Historical GIS Research Network: информационный ресурс. Режим доступа [URL]: http://www.hgis.org.uk/Credits.htm (дата обращения 30.03.2021).

2 Электронный ресурс: http://history-map.psu.ru (дата обращения 30.03.2021).

При разработке использовалось программное обеспечение ArcGis (локальный уровень), ArcGis Server, сервер баз данных (Microsoft SQL Server) Доступ к разработанной web ГИС осуществляется через любой браузер. Основные возможности ГИС – осуществление учета, мониторинга, пространственного анализа памятников региона и условий их существования; определение научно-информационного потенциала объектов историко-культурного наследия и возможных и наиболее эффективных способов его использования в сфере науки, образования и туризма. Из разработанных на сегодняшний день проетов заслуживают также внимание проекты Национальный парк «Русская Арктика»[1] – задействованы шаблоны Story Map Cascade, Story Map Series, Story Map Journal и Web AppBuilder for ArcGIS, а также Web-GIS "Памятники природы Самарской области"[2]. В ней обобщены сведения обо всех ООПТ регионального значения Самарской области и их охранных зонах. Web-GIS "Памятники природы Самарской области» реализована на базе NextGIS, что обеспечивает ее оптимальную работу и возможность использования даже в полевых условиях, в качестве справочного пособия или блокнота, для оперативного мониторинга ООПТ. При этом, возможна одновременная работа многих удаленных пользователей и мгновенный доступ к общей базе данных.

На информационном портале Культура Подмосковья[3] представлена интерактивная карта объектов культурного наследия (ОКН) и коллективных средств размещения в Московской области. Проект «Интерактивная карта объектов культурного наследия (ОКН)» реализуется Министерством культуры Московской области при участии специалистов компании «Космоснимки Ру» на основе облачной платформы GeoMixer Web-GIS. Организация данных в проекте представляет собой дерево слоев с точечными объектами, в атрибутивных таблицах которых содержится разносторонняя информация о характеристиках памятника природы или культуры, ссылки на мультимедийные файлы, классификатор объекта в системе и др. Помимо визуализации информации платформа GeoMixer позволяет вести совместную работу над проектом в части редактирования и добавления новых данных. На этой технологической основе могут быть интегрированы данные по другим регионам и реализованы инструменты краудсорсинга и общественной экспертизы для уточнения и актуализации информации об объектах культурного наследия.

Еще один проект, реализованный средствами ArcGIS – ГИС-портал «Памятники истории и культуры Казахстана». Проект предусматривает внесение в базу геоданных памятников археологии: государственные списки памятников истории и культуры Казахстана (республиканского и местного значения), своды памятников истории и культуры (областей, городов республиканского значения и районов). Разработанная методика ввода информации позволяет осуществлять визуализацию пространственного расположения объектов, принимая в учет их хронологию, типологию, назначение, культурную принадлежность и другое. При создании ГИС использованы современные приборы и оборудование, а также лицензионная версия программного обеспечения ArcGIS. Для демонстрации накопленных данных использован интерактивный онлайн сервис ArcGIS Online [Сорокин, 2017].

В ЮНЦ РАН с использованием ГИС технологий разработана Серия Атласов социально-политических проблем, угроз и рисков Юга России, изданных в ЮНЦ РАН, посвящена комплексному анализу перспектив и препятствий устойчивого развития южнороссийского макрорегиона. С использованием web-технологий реализован геопортал,

---

1 Электронная газета "Вестник геодезии и картографии». Электронный ресурс: https://cgkipd.ru/press-office/vestnik/world-news/gis-tekhnologii-kak-sredstvo-zashchity-pamyatnikov-istorii-i-kultury/ (дата обращения 30.03.2021).

2 Электронный ресурс: http://oopt.pro/pamyatniki-prirodyi/ (дата обращения 30.03.2021).

3 Электронный ресурс: http://mosoblculture.ru/ (дата обращения 30.03.2021).

Экологический атлас Азовского моря со встроенными web приложениями, web ГИС «Экологическая изученность южных морей России» [*Архипова,* 2014; *Архипова, Глазко,* 2019].

Таким образом следует отметить, что исторические ГИС создаются историками, которым чаще всего приходится не только с нуля постигать программное обеспечение ГИС, но и учитывать многие нюансы подготовки карт с точки зрения географической науки. При этом в последние годы наметились качественные сдвиги в практике применения ГИС, в частности за счет значительно более широкого привлечения специалистов-геоинформатиков. Расширяются круг вопросов и тематика публикаций и докладов на конференциях, улучшается качество создаваемых ГИС, более разнообразными стали и источники, положенные в их основу. В связи с этим назрела необходимость дальнейшего углубления междисциплинарного подхода, который объединяет усилия геоинформатиков и специалистов различных областей исторического исследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Историко-культурное наследие в современных мировых практиках оценивается как мощный ресурс развития городов. Города России демонстрируют различные модели его актуализации. В Ростове-на-Дону сохранение историко-культурного наследия связано с задачей формирования его имиджа и разработкой долгосрочных планов развития. Можно говорить о наличии социального запроса на историко-культурную символизацию городского пространства. Перечень объектов историко-культурного наследия города включает более 600 позиций, в том числе – объекты истории, искусства, архитектуры и градостроительства, среди которых – памятники федерального, регионального (областного) и местного (муниципального) значения, и объекты ценной историко-градостроительной среды. В черте города находятся памятники, монументы, образцы садово-паркой скульптуры и т. д. В Южном научном центре Российской академии наук собрано большое количество архивных материалов, документов и фотографий. В этой связи актуален вопрос об упорядочении и сохранности данных. В эпоху информационных технологий логичной является идея создания ГИС-карты, которая стала бы и хранилищем данных, и мобильным средством их использования.

В рамках проведенного исследования разработана геоинформационная система «Памятники, памятные места и мемориалы в г. Ростове-на-Дону». Основная цель создания такой ГИС – предоставить широкому кругу общественности (в том числе исследователям и студентам) доступ к географически привязанным данным, находящимся в открытом доступе.

В ходе разработки пилотного проекта системы поставлены следующие задачи:

- выявление и обработка новых документов и материалов, содержащих информацию об историко-культурном наследии, памятниках и памятных местах Ростовской области;
- проведение анализа правового регулирования обращения с личными документами граждан в целях научно-исследовательской и издательской деятельности и разработка инструкции для исследователей ЮНЦ по сотрудничеству с владельцами документов;
- установление контактов с владельцами документов;
- сбор и обработка данных для внесения в интерактивную карту;
- разработка структуры базы данных, объединение разнородной информации, полученной сотрудниками ЮНЦ в ходе научных исследований для дальнейшего анализа и использования в качестве исходных данных в моделях пространственного анализа;

- разработка алгоритма внесения пространственных данных на карту;
- создание пилот проекта локальной и web-ГИС.

Для выполнения поставленных задач было выбрано следующее программное обеспечение – Excel, ArcGIS Pro, ArcGIS Online. Выбор программных продуктов обусловлен наличием лицензионного программного обеспечения и опытом в области создания ГИС.

ГИС реализована в двух версиях – локальной (загрузка исходных данных и подготовка к публикации в Интернет) и интернет-версии (создание веб-карты с возможностью внесения изменения и пополнения базы данных, а также создание веб-приложения «Памятники, памятные места и мемориалы в г. Ростове-на-Дону»).

Информационную основу системы представляют данные о местоположении объектов историко-культурного наследия, информация об объектах, а также фотографии и расширенные данные справки об объектах (рис. 1).

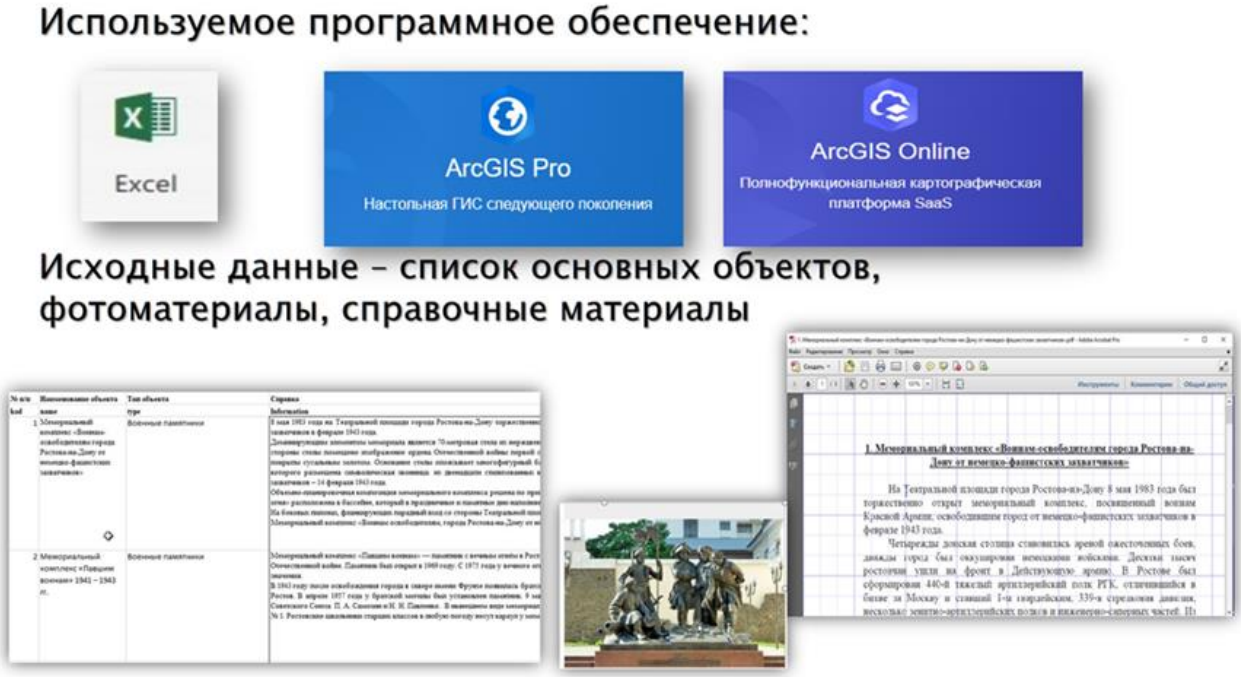


Рис. 1. Информационная основа проекта
Fig. 1. Information basis of the project

В качестве хранилища была выбрана файловая база геоданных, поддерживаемая двумя типами локальной ГИС – ArcGIS Pro и ArcGIS Desktop.

В среде ArcGIS Pro создан проект со слоем расположения основных объектов. Для удобства представления результатов все используемые пространственные данные были привязаны к одной и той же географической территории в единой системе координат и проекции, выполнены в едином масштабе (WGS 1984). В качестве базовой карты использована электронная карта OpenstreetMap. Данные таблицы Excel были загружены как точечный слой по координатам местоположения (X, Y) (рис. 2).

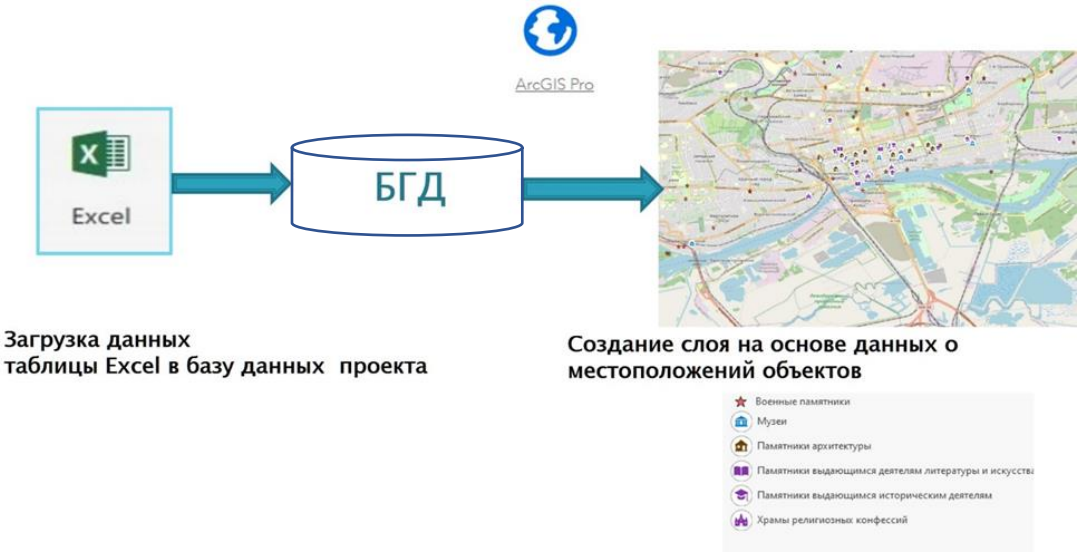


Рис. 2. Этапы создания локального проекта
Fig. 2. Steps for the creation of a local project

Для демонстрации накопленных данных был использован интерактивный онлайн сервис ArcGIS Online. ArcGIS Online – это онлайн веб-ГИС для совместной работы, которая позволяет использовать, создавать и настраивать доступ к картам, сценам, слоям, приложениям, аналитике и данным. Поскольку ArcGIS Online является частью системы ArcGIS, возможно использовать его для расширения функциональных возможностей локальных ГИС. Данная платформа содержит интерактивные карты и сцены, позволяющие просматривать, изучать и анализировать географические данные, содержит все необходимое для создания карт, сцен и приложений. С помощью вьюеров карты и сцены выполняется подключение к галерее базовых карт и инструментов, чтобы добавлять новые слои и комбинировать данные, к которым в дальнейшем можно открыть общий доступ. Удобные инструменты позволяют создавать новые приложения, которые можно публиковать на ArcGIS Online. Управление и редактирование базы данных происходит на основе предоставления общего доступа к ресурсам по областям деятельности. Открывается доступ к готовым картам, готовым приложениям и защищённому облаку Esri, где можно добавлять свои элементы и публиковать веб-слои.

Процесс публикации слоя объектов культурного наследия в виде сервиса объектов представлен на схеме (рис. 3).

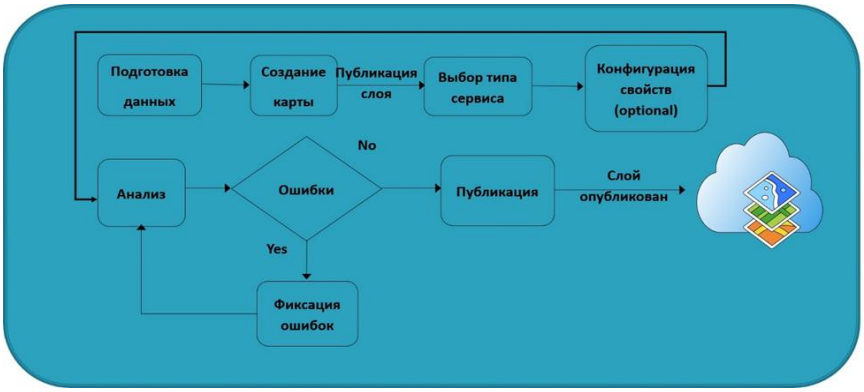


Рис. 3 Создание web-версии проекта на портале ArcGis Online
Fig. 3. Creating a web-version of the project on the ArcGis Online portal

Полученный точечный слой проанализирован на наличие ошибок и опубликован на геопортале. В описание слоя добавлены ключевые слова и общее описание назначения слоя, разрешена функция редактирования объектов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На геопортале создана карта и добавлены основные характеристики, разрешены всплывающие окна с информацией об объекте.

Основной функционал электронной карты:

- Настройка символов отображения
- Идентификация объектов через настроенное всплывающее окно
- Возможность построения маршрутов
- Редактирование объектов на карте
- Внесение нового объекта

Полученная web-карта предоставляет интерфейс для работы специалистов по сопровождению карты и внесению информации. Готовую карту можно встроить в сайт или создать на ее основе приложение для конечного пользователя (рис. 4).

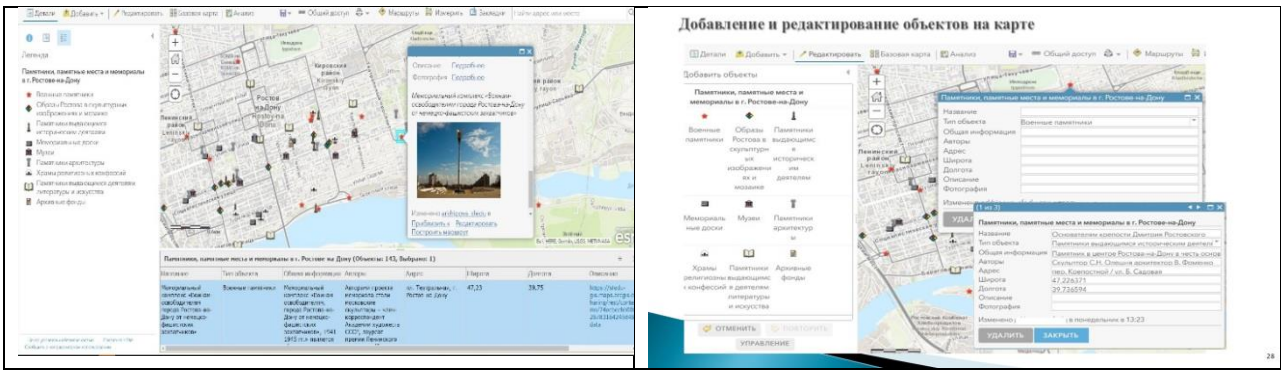


Рис. 4. Web-карта объектов культурного наследия г. Ростова-на-Дону
Fig. 4. Web-map of cultural heritage sites of Rostov-on-Don

Электронный ресурс общего доступа – web-приложение «Памятники, мемориалы, памятные места г. Ростова-на-Дону создан при помощи конструктора приложений WebAppBuilder. Такое приложение обладает большей гибкостью и позволяет настраивать выбранный стиль приложения.

Основные возможности данного приложения:

- кроссплатформенность (возможность работы с мобильного приложения или локального устройства);
- доступность приложения для широкого круга пользователей;
- возможность работы в режиме просмотра и редактирования (разграничение прав пользователей).

Разработанное приложение позволяет дать оценку состояния объектов историко-культурного наследия, позволяет знакомиться с исследованиями по внесенным в базу памятникам и памятным местам, определить направление и перспективы научного исследования, проследить за динамикой процесса, учесть новые и забытые объекты исторического и культурного наследия (рис. 5).

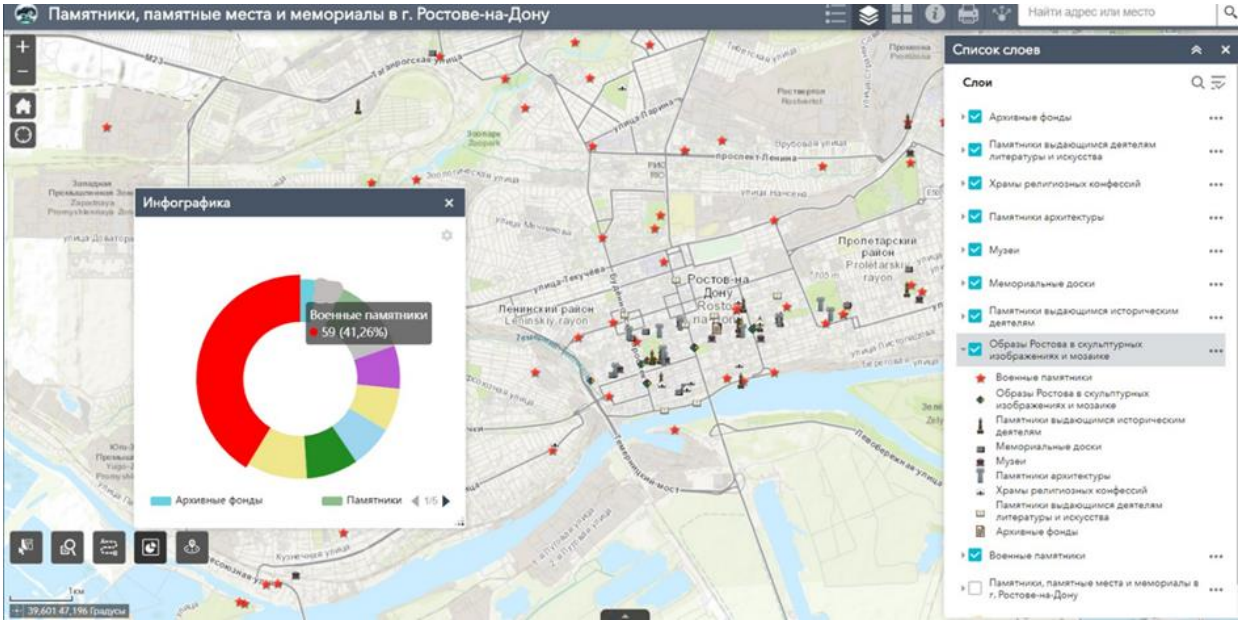


Рис. 5. Общий вид Web-приложения
Fig. 5. General view of Web-based applications

Таким образом, собранная архивная и библиографическая информация об объектах историко-культурного наследия занесена в базу данных, накопленные данные обработаны и прошли через проверку. Проведена цифровая обработка всего комплекса накопленных данных. Сформирована основа онлайн портала в среде ArcGIS и выполнена реализация пилотного проекта на портале ArcGIS Online. Разработана концепция рабочего пространства и категорий доступа. База данных онлайн ресурса наполнена таблицами с информацией об объектах историко-культурного наследия. Создан прототип приложения на портале ArcGIS Online.

ВЫВОДЫ

Сохранение историко-культурного наследия тесным образом связано как с научными исследованиями, так и с деятельностью общественных организаций. Процессы охраны памятников и мемориализации формируют в обществе Политику памяти. Проблема преемственности, сохранения исторической памяти между поколениями занимает сегодня как российских ученых-историков, так и неравнодушных граждан, общественные организации и движения. Памятники истории выступают активным фактором формировании социокультурного пространства, в котором живет человек, где определяются его идеалы, духовные потребности, ценностные ориентиры. «Бережное отношение к памятникам является показателем духовного здоровья общества, способного разумно и уважительно относится к историческому прошлому, его достижениям или трагическим ошибкам» [*Семенова, Афанасенко,* 2020]. Являясь продуктом общественного развития, памятники истории одновременно активным образом оказывают воздействие на само общество. Популяризация историко-культурного наследия на основе использования современных геоинформационных технологий с использованием возможностей геопортала будет способствовать привлечению внимания к состоянию памятников истории и культуры, проблемам их сохранности широких слоев общественности.

БЛАГОДАРНОСТИ

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № гр. проекта 01201363188, № гр. проекта АААА-А19-119011190182–8.

ACKNOWLEDGEMENTS

This publication was prepared as part of the SA SSC RAS, project 01201363188, project AAAA-A19-119011190182-8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архипова О.Е.* ГИС "Экологическая изученность южных морей России" на технологической платформе ArcGIS Online. Геоинформатика. 2014. № 3. С. 2–9.
2. *Архипова О.Е., Глазко К.В.* Атласная информационная система оценки устойчивого развития прибрежной зоны Азовского моря. Мониторинг состояния прибрежных территорий. Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. 2019. № 4. С. 109–114 DOI: 10.23885/2500-123X-2019-2-4-109-114.
3. *Баранов К.В., Кобозев Ю.А., Петров М.И., Пиотух Н.В., Фролов А.А.* Историко-географический атлас Деревской Пятины. Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер». 2002. № 30. С. 89–91.
4. *Бородкин Л.И., Владимиров В.Н.* Ассоциация «История и компьютер»: 25 лет спустя. Историческая информатика, 2017. № 3. С. 1–6. DOI: 10.7256/2585-7797. 2017.3.24702.
5. *Владимиров В. Н., Крупочкин Е.П.* О необходимости учреждения и развития фонда пространственных исторических данных. Историческая информатика. 2019. № 1. С. 160–168. DOI: 10.7256/2585-7797.2019.1.29350.
6. *Королев Ю. В.* Общая геоинформатика. Ч. 1. Теоретическая геоинформатика. М., 1998. С. 40.
7. *Лялля Е.В.* Применение технологий геоинформационных систем для работы с историческими картографическими произведениями. Материалы Всероссийской заочной научной конференции «Проблемы исторической демографии и исторической географии». Н. Новгород. 2007. С. 72–79.
8. *Рыгалов Е.В.* Создание исторической ГИС «Памятники истории и архитектуры г. Барнаула» для целей развития туризма. Баландинские чтения. Т. 8. № 1. 2014. С. 454–458.
9. *Семенова О.В., Афанасенко В.И.* Новые памятники о прошлом: Ростовские сюжеты о Великой Отечественной войне. Культурная жизнь Юга России. №3(78). 2020. С.118-128 doi: 10.24412/2070-075X-2020-10015.
10. *Сорокин Д.В.* Метод сбора, обработки и демонстрации информации при реализации проекта «Создание ГИС-портала «Памятники истории и культуры Казахстана». Вестник КазНУ. Серия историческая. 2017. №3 (86). С. 57–63.
11. *Шредерс А.М., Лялля Е.В.* Практика применения ГИС в историко-культурных исследованиях. Историческая информатика. 2012. № 1. С. 72–79.
12. *Alves D.R.* Using a GIS to reconstruct the nineteenth century Lisbon parishes. Humanities, Computers and Cultural Heritage Proceedings of the XVI international conference of the Association for History and Computing 14–17 September 2005. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. Amsterdam, 2005. 12–17.
13. *Gregory I., Kemp K.K., Mostern R.* Geographical Information and Historical Research: Current progress and future directions. Humanities and Computing. 2003. No 13. 10–11.
14. *Knowles A.K.* Introduction. Social Science History. 2000. V. 24. No 3. P. 452

REFERENCES

1. *Alves D.R.* Using a GIS to reconstruct the nineteenth century Lisbon parishes. Humanities, Computers and Cultural Heritage Proceedings of the XVI international conference of the Association for History and Computing 14–17 September 2005. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. Amsterdam, 2005. P. 12–17.
2. *Arkhipova O.E.* GIS "Ecological study of the southern seas of Russia" on the technological platform ArcGIS Online. Geoinformatics. 2014. No 3. 2–9 (in Russian).
3. *Arkhipova O.E., Glazko K.V.* Atlas information system for assessing the sustainable development of the coastal zone of the Sea of Azov. Monitoring of the state of coastal areas. Ecology. Economy. Informatics. Series: Geoinformation technologies and space monitoring. 2019. No 4. P. 109–114. DOI: 10.23885/2500-123X-2019-2-4-109-114 (in Russian).
4. *Baranov K.V., Kobozev Yu.A., Petrov M.I., Piotukh N.V., Frolov A.A.* Historical and geographical atlas of Derevskaya Pyatina. Information bulletin of the Association "History and Computer". 2002. No 30. 89–91 (in Russian).
5. *Borodkin L.I., Vladimirov V.N.* Association "History and Computer": 25 years later. Historical informatics, 2017. No 3. 1–6. DOI: 10.7256/2585-7797.2017.3.24702 (in Russian).
6. *Gregory I., Kemp K.K., Mostern R.* Geographical Information and Historical Research: Current progress and future directions. Humanities and Computing. 2003. No 13. 10–11.
7. *Korolev Yu.V.* Total geoinformatics. Part 1. Theoretical geoinformatics. Moscow, 1998. P. 40 (in Russian).
8. *Knowles A.K.* Introduction. Social Science History. 2000. V. 24. No 3. P. 452.
9. *Lyalya E.V.* Application of technologies of geographic information systems for working with historical cartographic works. Materials of the All-Russian Correspondence Scientific Conference "Problems of Historical Demography and Historical Geography." Nizni Novgorod. 2007. P. 72–79 (in Russian).
10. *Rygalov E.V.* Creation of the historical GIS "Monuments of history and architecture of Barnaul" for the purposes of tourism development. Balandin readings. V. 8 No 1. 2014. 454–458 (in Russian).
11. *Semenova O.V., Afanasenko V.I.* New monuments about the past: Rostov stories about the Great Patriotic War. Cultural life of the South of Russia No 3 (78). 2020. P. 118–128 (in Russian) DOI: 10.24412/2070-075X-2020-10015.
12. *Shreders A.M., Lyallya E.V.* The practice of using GIS in historical and cultural research. Historical informatics. 2012. No 1. 72–79 (in Russian).
13. *Sorokin D.V.* The method of collecting, processing, and demonstrating information during the implementation of the project "Creation of the GIS-portal" Monuments of history and culture of Kazakhstan ". Bulletin KazNU. Historical series. 2017. No 3 (86). 57–63 (in Russian).
14. *Vladimirov V.N., Krupochkin E.P.* On the need for the establishment and development of a fund of spatial historical data. Historical informatics. 2019. No 1. P. 160–168. DOI: 10.7256 / 2585-7797.2019.1.29350 (in Russian).

УДК: 912.43 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-445-460**

А.П. Красовский[1]

АНАЛИЗ ОТРАЖЕНИЯ ВАЖНЕЙШИХ СОБЫТИЙ XVI−XIX ВЕКОВ В НАЗВАНИЯХ СЁЛ РУЗСКОГО УЕЗДА МОСКОВСКОЙ ГУБЕРНИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ДОКУМЕНТАХ И НАНЕСЁННЫХ НА КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

АННОТАЦИЯ

В настоящей статье представлены результаты анализа сформированной совокупности сведений о сёлах, располагавшихся на территории Рузского уезда Московской губернии в XVI−XIX веках. Источником сведений послужили исторические документы и обобщающие их материалы Русского государства и Российской Империи XVI−XIX веков; картографические материалы XVIII−XIX веков, содержащие сведения о сёлах и поселениях, ставших сёлами впоследствии, а также сведения о владельцах поселений и их семьях в XVI−XVIII веках. Поиск выполнен с учётом изменений административно- и церковно-территориальных делений территории уезда и с учётом изменений типов и названий поселений в течение рассматриваемого промежутка времени.

Выполнены систематизация полученных сведений и их представление в табличном виде с целью обеспечения удобства выполнения с их использованием дальнейших работ.

Произведена оценка адекватности отражения сформированной совокупностью сведений о сёлах Рузского уезда событий общественно-политической жизни XVI−XIX веков. Для достижения этой цели путём выполнения анализа представленных сведений были выявлены и классифицированы способы образования значительной части наиболее древних из известных к настоящему времени названий сёл, расположенных на территории Рузского уезда. В результате выполненного анализа выявлены зависимости образования названий большей части сёл от фамилий или имён владевших ими персон, от освящений расположенных на территориях сёл храмов и от названий расположенных поблизости от сёл природных объектов.

Выполнено сопоставление применяемых в различные эпохи способов образования названий сёл событиям, имевшим место в истории России. Выявлена зависимость преобладания ряда способов образования соответствующих топонимов от эпохи их упоминания в документах и создания картографических материалов.

Совпадение результатов, полученных в результате выполнения настоящего исследования, с результатами, полученными признанными специалистами, работавшими в данной области, позволило сделать вывод о возможности использования сформированной совокупности сведений для изучения отражения жизни русского общества в документах и на картографических материалах XVI−XIX веков на примере Рузского уезда Московской губернии.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Рузский уезд, Московская губерния, чертежи Русского государства XVII века, документы XVI−XIX веков, карты XVIII−XIX веков.

[1] Государственный университет по Землеустройству, Факультет землеустройства, ул. Казакова, д. 15, 105064, Москва, Россия, *e-mail:* **anton.krass@gmail.com**

Anton P. Krassowski[1]

ANALYSIS OF THE REFLECTION OF THE MOST IMPORTANT EVENTS OF THE XVI − XIX CENTURIES IN THE NAMES OF RURAL OF THE RUZA DISTRICT OF THE MOSCOW PROVINCE, USED IN THE DOCUMENTS AND APPLIED TO CARTOGRAPHIC MATERIALS

ABSTRACT

This article presents the results of the analysis of the formed set of information about the rural located on the territory of the Ruza district of the Moscow province in the XVI−XIX centuries. The source of information was historical documents and materials summarising them of the Russian state and the Russian Empire of the XVI−XIX centuries and cartographic materials of the XVIII−XIX centuries, containing information about rural and settlements that became rural later, as well as information about the owners of settlements and their families in the XVI−XVIII centuries. The search was performed taking into account changes in the administrative- and church-territorial divisions of the territory of the county and taking into account changes in the types and names of settlements during the considered period of time. The systematisation of the received information and its presentation in tabular form were performed in order to ensure the convenience of performing further work with their use. The assessment of the adequacy of the reflection of the events of the social and political life of the XVI−XIX centuries formed by the totality of information about the rural of the Ruza district is made. The dependence of the predominance of a number of methods of formation of the corresponding toponyms on the era of their mention in documents and the creation of cartographic materials is revealed. The coincidence of the results obtained as a result of this study with the results obtained by recognised experts who worked in this field, allowed us to conclude that it is possible to use the formed set of information to study the reflection of the life of Russian society in documents and cartographic materials of the XVI−XIX centuries on the example of the Ruzsky district of the Moscow province.

KEYWORDS: Ruzsky district, Moscow province, drawings of The Russian state of the XVII century, documents of the XVI−XIX centuries, maps of the XVIII−XIX centuries.

ВВЕДЕНИЕ

Представляемая в настоящей статье работа была выполнена в ходе исследований, объединённых общим названием «Отражение в документах и на картографических материалах жизни русского общества XVII–XIX веков». Их основной целью является выявление «механизмов», которые формировали используемые в документах и наносимые на картографические материалы (чертежи, схемы, планы, карты и иные подобные им) названия различных объектов, и того, как в названных исторических материалах отражались события, происходившие в жизнях русских людей, в их семьях и в общественно-политической жизни русского общества в целом.

Проведение названного исследования нуждается, очевидно, в сборе и предварительной обработке большого объёма фактического материала, получаемого из исторических источников. Это приводит к необходимости как сбора и систематизации совокупности сведений, призванной обеспечить процесс исследований необходимыми сведениями, так и проверки адекватности отражения ею исторических реалий. Без выполнения данного условия получаемые в ходе исследований результаты невозможно будет признать достоверными.

В настоящей статье представлен фактический материал (совокупность сведений), на анализе которого впоследствии предполагается выполнить указанное выше исследование,

[1] State University of Land Use Planning, Faculty of Land Use Planning, Kazakova str., 15, 105064, Moscow, Russia, *e-mail:* **anton.krass@gmail.com**

а также результаты его анализа на предмет адекватности отражения им фактов, имевших место в истории упоминаемых в нём поселений и жизнях упоминаемых в нём исторических персон, а также наиболее важных событий общественно-политической жизни России.

Несмотря на то, что содержащиеся в статье фактические сведения являются лишь частью большой работы, они могут представлять интерес для специалистов, работающих в областях истории, краеведения, межевого дела и картографии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Использованный для выполнения исследований фактический материал был сформирован из сведений о сёлах, расположенных на территории Рузского уезда Московской губернии согласно Схеме церковных приходов 1877 года[1]. Сведения именно об этих сёлах были приняты к рассмотрению в силу того, что для Рузского и смежного с ним, Звенигородского, уездов имеются подготовленные, археографически оформленные и изданные в соответствии с современными требованиями к изданию историко-архивных документов материалы, относящиеся к XVI веку, что позволяет выполнять также и некоторые исследования в отношении этого промежутка времени (именно «некоторые» – ввиду полного отсутствия картографических материалов, датируемых XVI веком).

В качестве источника большей части получаемых из документов исторических сведений (сведений о поселениях и землевладениях) была использована работа [*Красовский,* 2020, с. 193−209]. В ней аккумулированы и систематизированы выборки из Исторических материалов, предназначенных для составления церковных летописей Московской епархии [*Холмогоровы,* 1881, вып. 1, 2, 3; *Холмогоровы,* 1901, вып. 10; *Холмогоровы,* 1913, вып. 13]; Приправочных списков с Писцовых книг Рузского [*Кистерёв и др.,* 1997] и Звенигородского [*Кондрашина и др.,* 1992] уездов; Документов духовной консистории (метрических книг и исповедных ведомостей, находящихся на хранении в архивах); Русской родословной книги [Лобанов-Ростовский, 1895]; Книги дворянских родов Российской империи [*Бобринский,* т. 1]; работ проф. В.С. Кусова [*Кусов,* 2004; *Кусов,* 2007], а также информация, представляемая Электронным периодическим изданием «Храмы России»[2]. Следует заметить, что в настоящем исследовании были использованы также и сведения, обнаруженные в источниках уже после выхода из печати указанной работы[3], и отсутствующие в ней сведения о владельцах поселений, датируемые XVI веком, из [*Кистерёв и др.,* 1997; *Кондрашина и др.,* 1992].

При выполнении работы удалось обнаружить и использовать следующие картографические материалы. 1. Чертежи XVII века, представленные Веб–ГИС «Чертежи Русского Государства XVII−XVIII вв.»[4]. Следует отметить, что обнаруженные в Веб–ГИС

---

1 Схема церковных приходов и волостей Можайского и Рузского уездов 1877 года, составленная по поручению Московской губернской земской санитарной комиссии С. Матвеевым. Электронный ресурс: http://www.retromap.ru/m/#_121881_z13_55.620532,36.408176 (дата обращения 29.11.2017).
The scheme of Church parishes and volosts of Mozhaisk and Ruzsky district of 1877, made on behalf of the Moscow provincial Zemsky sanitary Commission by S. Matveev. Web resource: http://www.retromap.ru/m/#_121881_z13_55.620532,36.408176 (accessed 29.11.2017) (in Russian).

2 Электронное периодическое издание «Храмы России». Электронный ресурс: http://www.temples.ru/ (дата обращения 29.11.2017).
Electronic periodical publication «Temples of Russia». Web resource: http://www.temples.ru/ (accessed 29.11.2017) (in Russian).

3 К их числу относятся обнаруженные в документах XVI века сведения о сёлах Казаново, Каменка, Комлево и Тёплое, а также изображённые на картографических материалах XVII века сёла Настасьино и Холм.

4 Веб-ГИС «Чертежи Русского государства XVI–XVII вв.». Электронный ресурс: http://rgada.info/geos2 (дата обращения: 22.11.2020). Web–GIS «Drawings of the Russian State of the XVI-XVII centuries». Web resource: http://rgada.info/geos2 (accessed 22.11.2020) (in Russian).

семнадцать чертежей покрывают лишь часть территории Рузского уезда, что ограничило статистическую представительность выборки сведений о поселениях (как о селах, так и о поселениях впоследствии ставшими таковыми) этой эпохи. 2. Географическую карту 1774 года[1], составленную на основе одновёрстного[2] и двухвёрстного[3] Межевых планов, изготовленных по итогам Генерального межевания. 3. Топографическую карту Московской губернии 1860 года[4]. 4. Упомянутую выше Схему церковных приходов и волостей Можайского и Рузского уездов 1877 года.

Сформированная и проанализированная в ходе выполнения настоящего исследования совокупность сведений представлена в таблице 1. Организация приводимого в ней материала пояснёна в её верхних строках. Представленные в таблице сёла объединены в шесть групп, в зависимости от указанных в разделяющих группы строках способов образования их названий. Конкретные же обстоятельства, определившие названия сёл, приведены в соответствующих ячейках таблицы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проверка адекватности отражения представленным в таблице 1 материалом событий общественно-политической жизни была осуществлена путём выявления с его использованием способов образования топонимов (в данном случае – названий сёл, так как некоторые из рассматриваемых в настоящей статье способы образования названий характерны исключительно для сёл). Совпадение выявленных таким образом способов образования названий с известными из работ признанных авторитетными специалистов, работавших в этой области, должно свидетельствовать о корректности сбора, подготовки и систематизации представляемого в настоящей статье материала.

В результате выполненного анализа приведённой в таблице 1 совокупности сведений удалось объяснить образование названий тридцати трёх из пятидесяти одного, то есть практически двух третей, сёл Рузского уезда (среди таковых были как, вероятно, изначально образованные названия сёл, так и названия, которые заменили ранее существовавшие в XVII−XIX веках). Результаты наблюдений, сделанных в ходе выполнения анализа, можно резюмировать следующим образом.

1. Наиболее часто названия сёл образовывались от фамилий или имён владевших ими персон. Этими персонами были бояре, дети боярские, окольничие, стольники и иные лица, состоявшие на службе у Царя и Великого Князя. В XVI веке таким образом были образованы названия большинства сёл.

---

[1] Географическая карта Московской провинции, сочинённая с Генеральных Уездных межевых планов попечением Межевой Канцелярии членом Коллежского Советника Зенбулатова и Инженер Майором и над Чертёжною Директором Горихвостовым 1774 г. РГБ, Электронный ресурс от 11 дек. 2017 г. Geographical map of the Moscow province, composed from the General district boundary plans by the care of the Boundary Office of a member of the Collegiate Councilor Zenbulatov and Engineer Major and above the Drawing Director Gorikhvostov 1774. RGB, Web resource (accessed 12.09.2018) (in Russian).

[2] План генерального межевания одновёрстного масштаба 1792 г. Электронный ресурс: http://ruklad.com/pgm-uezd.php?way=26-88 (дата обращения 12.09.2018). Plan of the General survey of the single-layer scale of 1792. Web resource: http://ruklad.com/pgm-uezd.php?way=26-88 (accessed 12.09.2018) (in Russian).

[3] План генерального межевания двухвёрстного масштаба 1797 г. Электронный ресурс: http://maps.litera-ru.ru/data/karty/pic/G_Mos/Ruza_sb-1797_2v.jpg (дата обращения 12.09.2018). Plan of the General survey of the double-layer scale of 1797. Web resource: http://maps.litera-ru.ru/data/karty/pic/G_Mos/Ruza_sb-1797_2v.jpg (accessed 29.11.2017) (in Russian).

[4] Топографическая карта Московской губернии 1860 г. Электронный ресурс: http://www.etomesto.ru/download.php?map=karty-shuberta (дата обращения 29.11.2017). Topographic map of Moscow province 1860. Web resource: http://www.etomesto.ru/down load.php?map=karty-shuberta (accessed 29.11.2017) (in Russian).

Табл. 1. Сведения, содержащиеся в документах XVI–XIX вв. и отражённые на картографических материалах XVII–XIX веков
Table 1. Information, contained in documents of the XVI–XIX centuries and reflected in cartographic materials of the XVII–XIX centuries

№	Типы и названия поселений (землевладений), используемые в документах; сведения о персонах владельцев поселений (землевладений); сведения о храмах, расположенных на территориях поселений (землевладений)				Типы и названия поселений (землевладений), используемые на картографических материалах			
	На протяжении XIX в.	На протяжении XVI в.	На протяжении XVII в.	На протяжении XVIII в.	Чертежи Русского государства XVII в.	Географическая карта 1774 г.[1]	Топографическая карта 1860 г.[2]	Сема церковных приходов 1877 г.
1. Сёла, названия которых были образованы от фамилий владевших ими исторических персон[3]								
1.	Село Ащерино	Деревня Ощерино. Принадлежала Офанасию Ощерину	Село, пустошь, село Ощерино	Село Ощерино (Ащерино)		Село Ащерино	Село Ащерино	Село Ащерино
2.	Село Горбово-Мосальское (Кремиченской волости)	Деревня Горбово	Пустошь Горбово	Сельцо Горбово. После основания Одигитриевского храма – село Одигитриевское, Горбово тоже. Принадлежало семье Мосальских		Село Одигитриевское	Село Горбово	Село Горбово
3.	Село Горбово-Хованское (Городского стана)		Деревня, сельцо Горбово. После основания Казанского храма – село Богородицкое; Горбово, Богородское тоже	Село Горбово. Принадлежало семье Хованских	Сельцо Богородицкое[4]	Село Богородское	Село Горбово (Богородское)	Село Богородское
4.	Село Дьяково	Село Скорево. Принадлежало Ивану Диакову (Дьякову)[5]	Село Скорево, Дьяково тоже	Село Дьяково	Село Дьяково[6]	Село Дьяково	Село Дьякова	Село Дьяково
5.	Село Козлово	Село Семёновское.	Сельцо Козлово;	Село Козлово		Село Козлово	Село Козлово	Село Козлово

1 Примерно в трети названий поселений [*Красовский,* 2018] этой карты присутствуют искажения, в нескольких случаях – пропуски названий и даже замена одного названия другим, вызванные явно случайными ошибками. В таких случаях в таблицу внесены названия, указанные на Межевых планах, а основе которых данная карта была составлена.

2 На карте отсутствуют непосредственные указания типов поселений, поэтому судить о них приходится по наличию расположенных на их территориях храмов.

3 Владение этими сёлами указанными лицами подтверждено сведениями Писцовых книг XVI века и документов Духовной Консистории XIX века.

4 Российский государственный архив древних актов (РГАДА), Ф. 1209. Оп. 77, Стлб., Торжок, 27405. Л. 15.

5 Следует заметить, что вблизи села протекает речка Дьяковка (РГАДА, Ф. 27, Оп. 1. Д. 484. Ч. 3. № 42).

6 РГАДА. Ф. 27. Оп. 1. Д. 484, Ч. 3. № 52.

		Принадлежало Василию Козлову	село Семёновское, Козлово тоже					
6.	Село Полуехтово (Волынщино[1]). Встречаются также написания: Полуектово и Полуэктово	Сельцо Полуехтово при селе Покровском. Принадлежало семье Волынских, к которой принадлежал Полуехт Волынский[2]	Сельцо Полуехтово	Село Полуехтово		Сельцо Полуехтово	Село Полуэктова	Село Полуэхтово
2. Сёла, названия которых были образованы от освящений расположенных на их территориях храмов								
1.	Село Архангельское, Мытники тоже	Сельцо Мытниково	Сельцо Мытники	Сельцо Мытники. Принадлежало Гавриле Жеребцову. После основания хр. Архистратига Гавриила – Село Архангельское. Храмутрачен. После основания Христорождественского храма – село Мытниково		Село Архангельское	Село Мытники	Село Мытники
2.	Село Введенское-Клементьево	Клементьево – присёлок к селу Шеборшину; в нём Никольский храм	Село Клементьево. Храм разрушен. После основания Введенского храма – село Введенское	Село Клементьево. Село Введенское (Клементьево). Село Введенское	Села Шебаршина присёлок Клементьево[3]	Село Веденское	Село Введенское-Клементьево	Село Клементьево
3.	Село Воскресенское (Сычёвского стана)	Село Воскресенское. Храм Воскресенский	Село Воскресенское	Село Воскресенское		Село Воскресенское	Село Воскресенки	Село Воскресенское
4.	Погост Георгиевский	Погост Георгиевский. Храм Георгиевский	Погост Георгиевский После разрушения храма – Церковная Георгиевская земля. После основания Троицкого храма – Погост Троицкой	Погост Троицкой. Село Георгиевское		Село Троицкое	Погост Георгиевский	Село Погост Георгиевский

[1] Согласно «Списку Господам Помещикам и имениям Рузского уезда. Февраля, 16 дня 1861 г.» (ЦГА Москвы, Ф. 4. Оп. 17. Д. 375. Л. 10 об.).
[2] Согласно сведениям, имеющимся в [Лобанов-Ростовский, 1895. С. 110. №6].
[3] РГАДА. Ф. 27, Оп. 1. Д. 484. Ч. 3. № 43.

5.	–	Село Покровское (Волости Юрьева слобода). Храм Покровский	Село Покровское	Село Покровское, Село Покровское (Орлова), при владельце Орлове. Село Покровское (Долгорукова), при Долгоруковых. Деревня Покровское[1]		Село Покровское	Деревня Покровское	Деревня Покров
6.	Село Комлево; Знаменское, Комлево тоже	Деревня Комлево		Сельцо Комлево. После основания Знаменского храма – название прежнее		Сельцо Комлево	Село Комлево	Село Комлево
7.	Погост Крестовоздви-женский	Погост с храмом Всемирное Воздвижение	Церковная земля. Погост Крестовоздвиженский	Погост Крестовоздви-женский	Пустошь Здвиженская церковная[2]	Крестовоздви-женский погост[3]	Погост Воздвиженский	Село Погост Крестовоздви-женский
8.	Село Михайловское (Тростенского стана)	Село Михайловское. Храм Михаила Архангела	Село Михайловское	Село Михайловское	Село Михайловское[4]	Село Михайловское	Село Михайловское	Село Михайловское
9.	Село Назарьево (Назарово) (Ижевского стана)		Деревня, пустошь, сельцо Назарово. После основания Троицкого храма – село Назарово	Село Назарово (Троицкое-Назарово)	Монастырь Анофреевской[5]	Село Троицкое	Село Назарово	Село Назарово
10.	Село Спасское (Льняникова стана)	Село Спасское. Храм Преображения Спасова	Село Спасское	Село Спасское	Село Спаское[6]	Село Спасское	Село Спасское	Село Спасское
3. Сёла и погосты, названия которых были образованы от названий близрасположенных природных объектов								
1.	Погост Кремиченский (на речке Кремичке)	«Церковь Покрова... в Кремичне»	Погост Кремиченский	Погост Кремиченский		Погост Покровской	Погост Кремишня	Село Креншиня[7]

[1] С 1816 г. Покровское как село в документах (в частности, метрических книгах и исповедных ведомостях) и на картографических материалах не упоминается.

[2] РГАДА, Ф. 27, Оп. 1, Д. 484, Ч. 3, № 52.

[3] Погост указан только на плане генерального межевания одновёрстного масштаба 1792 г.

[4] Например: РГАДА. Ф. 1209. Оп. 77, Стлб., Муром, 36201. Ч. 2. Л. 266 и РГАДА. Ф. 1209. Оп. 77. Стлб., Муром, 36201. Л. 395.

[5] РГАДА. Ф. 27. Оп. 1, Д. 484. Ч. 3, № 69.

[6] РГАДА. Ф. 27. Оп. 1. Д. 484. Ч. 3. № 52.

[7] В данном случае имеет место очевидная ошибка написания названия, указанного на схеме.

2.	Село Поречье (на реке Москве)			Впервые основан Казанский храм. Село Поречье		Сельцо Поречье	Село Поречье	Село Поречье
3.	Село Савельево (на речке Савёловке)		Село Савельево. Храм Богородице-рождественский	Село Савельево		Село Савельево	Село Савельево	Село Савельево
4. Сёла, названия которых были образованы от фамилий владевших ими исторических персон[1] и от освящений расположенных на их территориях храмов								
1.	Село Аннино	Село Аннино, Вельяминово тоже (Вельяминовы)	Село Знаменское, Аннино тоже	Село Аннино		Село Аннино	Село Аннино	Село Аннино
2.	Село Брынково	Сельцо, село Брынково, Матвейцово тоже. (Матвей Брынков)	Село Брынково, Матвейцово тоже	Село Богородское, Брынково и Матвейцово тоже	Село Брынково[2]	Село Брынково	Село Бринькова	Село Брыньково
3.	Село Ивойлово	Село Федосово (Ивойловы)	Село Ивойлово, Федосово тоже. После основания Воскресенского храма – село Ивойлово, Воскресенское тоже	Село Ивойлово		Село Ивойлово	Село Ивойлово	Село Ивойлово
4.	Село Кожино	– (Кожины)	Сельцо Кожино. После основания Воскресенского храма – село Воскресенское	Село Кожино		Село Кожино	Село Кожино	Село Кожино
5.	Село Колюбакино	Село Колюбакино (Колюбакины). Храм Рождественский	Село Колюбакино	Село Рождествено. Село Колюбакино		Село Рожествено	Село Колибякино	Село Колюбакино
6.	Село Никольское-Гагарино (Тростенского стана)		Село Никольское. Принадлежало семье Гагариных	Село Никольское, что Гагарина	Село Никольское[3]	Село Никольское	Село Никольское	Село Никольское-Гагарино
7.	Село Никольское-Долгоруково	Село Никольское (Поскочины)	Сельцо Никольское. Село Никольское, Поскочино тоже	Село Никольское. Село Никольское (Долгоруково)		Село Никольское	Село Никольское	Село Долгоруково

[1] Существование указанных фамилий и владение их членами иными поселениями и землевладениями, расположенными на территории Рузского уезда, подтверждено сведениями, содержащимися в Приправочных списках с писцовых книг XVI века, Межевых описаниях XVIII века и Книге дворянских родов Российской Империи.

[2] РГАДА. Ф. 27, Оп. 1. Д. 484. Ч. 3. № 21.

[3] РГАДА. Ф. 27, Оп. 1. Д. 484. Ч. 3. № 69 и РГАДА, Ф. 1209. Оп. 77, Муром, № 36208, Ч. 2. Л. 282.

8.	Село Онуфриево (Ануфриево)	Вотчина Онуфриева монастыря	Монастырская слобода Онуфриевой пустыни	Село Онуфриево		Село Ануфриево	Село Анофриево	Село Онуфриево
9.	Село Рождествено-Новиково (Скирма-новского стана)	Село Марково (Марковы). Храм Рождества Христова	Село Рождествено, Марково тоже	Село Рождествен-ское (Рождествено-Новиково)		Село Рожествено	Село Рожественское	Село Рожествино
10.	Село Сляднево	Сельцо, пустошь Сляднево. (Сляднев Юрий)	Пустошь, сельцо Сляднево	Сельцо Сляднево. После основания, Спасского храма – село Сляднево, Спасское тоже		Село Сляднево	Село Сляднево	Село Сляднево
11.	Село Юркино, Рожествено-Юркино, Рождествено-Татищево (Тростенского стана)	Рождественский погост на речке Малая Истрица	Погост церкви Рождества Христова	«Погост..., что слывёт село Юркино»		Погост Рождествен-ской ценркви	–	–
		Село, сельцо Юркинское	Сельцо Юркино при дерене Татищевой	Село Рожествено-Юркино	Сельцо Юркино[1]	Сельцо Юркино	Село Рождествен-ское – Юркино	Село Юркино
		Деревня Татищево (Татищевы)	Деревня, сельцо Татищево	Деревня, село Татищево «...оно же и Рожествено»	Деревня Татищева[2]	Село Татищево	Село Рождественское– Татищево	Деревня Татищево
5. Сёла, названия которых были образованы от названий близрасположенных природных объектов и от освящений расположенных на их территориях храмов								
1.	Село Каменка (на речке Каменке)	Расположены рядом сельцо Дорок и пустошь Каменка («Пустошь Каменка, что было село на речке на Каменке»). Храм не сохранился	«Пустошь Дорки, что было сельцо» и деревня Каменка расположены рядом. Принадлежат одному владельцу. Вероятно, произошло слияние	После основания Иоанно-Богословского храма – Село Богословское, Дорки тоже		Село Богословское	Село Каменка	Село Каменка
2.	Село Лужки (в урочище Лужки)[3]	«Погост..., а на погосте Церковь Николы Чудотворца»	Никольская церковная земля. Погост, село Лужки	Лужки (без указания типа землевладения)	Церковь Николы Чудотворца на по-госте в Лушках[4]	Погост Никольской	Погост Лужки	Село Лужки
3.	Село (с 1894 г.) Аббакумова Пустынь (в урочище			Село Аббакумово				

[1] РГАДА. Ф. 1209. Оп. 77. Стлб., Муром, 36134. Д. 6 и РГАДА. Ф. 1209. Оп. 77. Стлб., Муром, 36543. Л. 79
[2] РГАДА. Ф. 27. Оп. 1. Д. 484. Ч. 3. № 50
[3] Сведения получены из Электронного периодического издания «Храмы России».
[4] РГАДА. Ф. 27. Оп. 1. Д. 484. Ч. 3. № 52.

	Аббакумовом)[1]							
6. Сёла, образование названий которых не удаётся объяснить на основе использованных в ходе настоящего исследования материалов								
1.	Село Абрамово	Сельцо Абрамово	Сельцо Абрамово	Сельцо, село Абрамово		Село Абрамово	Село Абрамово[2]	Село Абрамово
2.	Село Алексино	Село Олексино	Село Алексино	Село Алексино		Село Алексино	Село Алексино	Село Алексино
3.	Село Борзецово	Сельцо Борзецово	В зависимости от разрушения или воссоздания храма: село, сельцо и вновь село Борзецово	Село Борзецово		Село Борзецово	Село Борзецово	Село Борзецово
4.	Село Васильевское (на реке Москве)	Село Васильевское	Село Васильевское	Село Васильевское		Село Васильевское	Село Васильевское	Село Васильевское
5.	Село Васильевское (Нижневасильевское) (Ижевского стана)		Сельцо, пустошь Васильевская	Сельцо, село Васильевское		Село Васильевское	Село Васильевское	Село Васильевское
6.	Село Дуброво	Погост Воскресения Христова (Дубровка), на нём Воскресенский Храм. Рядом расположено сельцо Щербинино, Воскресенское тоже. Храма в сельце нет	После разрушения храма – Воскресенская церковная земля в Дубровичах и пустошь Щербинино	«Смежна с Дубровками Воскресенская земля... От Воскресенского кладбища до Дубровки сажен с двадцать». После основания Спасского храма – село Дуброва, реже – Спасское	«...Воскресенское кладбище..., два двора крестьянских...» и Сельцо Дубровки[3]	Село Спасское	Село Дуброва	Село Дуброва
7.	Село Казаново	Село, сельцо Козаново	Сельцо, село Казаново	Село Казаново		Село Казаново	Село Казаново	Село Казаново
8.	Село Картино	Церковь Успения на погосте	Пустошь, церковная земля, село Картино	Село Картин Погост		Погост Картин	Погост Картино	Село Картин погост
9.	Село Крымское (Угожского стана)	Деревня Крымское Дворище. Близ неё храм Никольский	После разрушения храма – пустошь, дер. Крымское Дворище (Митино-дворское). После основания Преображенского храма – село Преображенское	Село Крымское		Сельцо Крымское, около него расположен храм	Село Крымское	–[4]

[1] Сведения получены из Электронного периодического издания «Храмы России».

[2] На месте села указан дом г-д Абрамовых, хотя этот объект является селом, принадлежащим иным владельцам (ЦГА Москвы, Ф. 4. Оп. 17. Д. 375, Л. 1 об.). Вероятно, это можно считать ошибкой составления карты.

[3] РГАДА. Ф. 235. Оп. 3. Д. 173. Л. 4

[4] Согласно схеме приход села не относится к Рузскому уезду, вследствие чего оно не изображено на ней. Вероятно, это является ошибкой составления схемы.

10.	Село (после основания в 1895 г. храма) Настасьино				Деревня Настасьино[1]	Деревня Настасьино	Деревня Настасьино	Деревня Настасьино
11.	Село (после основания в 1821 г. храма) Нестерово		Сельцо Нестерово	Сельцо Нестерово		Сельцо Нестерово	Село Нестерова	Село Нестерова
12.	Село Петрово (Мансурово). (Сурожского стана)	Сельцо Петрово	Сельцо, село Петрово	Село Петрово	Село Петровское, деревня Мансурова[2]	Село Петрово, село Мансурово	Деревня Петрово, деревня Мансурова, погост Никольской	Село Петрово, деревня Мансурова
		Село Мансурово	Село, сельцо, село Мансурово	Деревня Мансурово. Рядом расположен погост с храмом				
13.	Село (после основания в 1834 г. храма Петра и Павла[3]) Петровское (Новопетровское) (Ижевского стана)					Сельцо Петровское	Сельцо Петровское	Село Петровское
14.	Село Покровское (Шереметева) (Тростенского стана)		Село Покровское. Основан Покровский храм[4]	Село Покровское	Село Покровское[5]	Село Покровское	Село Покровское	Село Покровское
15.	Село Пречистенское (Пречистое)	Село Поповское (Ижевского стана)	Пустошь Поповское. Село Пречистенское, Поповское тоже	Село Пречистенское, Поповское тоже		Село Пречистенское	Село Пречистое	Село Пречистенское
16.	Село Старая Руза	Храм упразднён по ветхости	Погост Спасский. Церковная земля в села Старая Руза	– (В документах более не упоминается)		Село Старая Руза	Село Старая Руза	Село Старая Руза
		Основан храм Рождества Богородицы	Село, погост Старая Руза	Погост Старой Рузы на территории села		Погост Рождественской[6]		
17.	Село Тёплое	Деревня Тёплое	Пустошь, деревня, село Тёплое	Село Тёплое		Село Тёплое	Село Тёплое	Село Тёплое
18.	Село (после основания в 1895 г. храма) Холм			Деревня, село Холм	Деревня Холм[7]	Деревня Холм	Деревня Холм	Деревня Холм

1 РГАДА. Ф. 27. Оп. 1. Д. 484. Ч. 3. № 43

2 РГАДА. Ф. 27. Оп. 1. Д. 484. Ч. 3. № 69 и РГАДА, Ф. 1209. Оп. 77. Стлб., Муром, 36134. Д. 6.

3 Вследствие того, что название этого поселения сформировалось задолго до основания на его территории храма, можно предположить обратную связь: храм был освящён во имя соответствующего Святого.

4 Из-за отсутствия сведений об истории поселения на протяжении времени, предшествующего основанию храма, вынести аргументированное суждение о наличии связи между его названием и освящением храма не представляется возможности.

5 РГАДА. Ф. 1209, Оп. 77. Муром. № 36208. Ч. 2. Л. 282.

6 Погост указан только на плане генерального межевания одновёрстного масштаба 1792 г.

7 РГАДА. Ф. 27. Оп. 1. Д. 484. Ч. 3. № 43.

Это наблюдение подтверждается сведениями, содержащимися в наиболее древних из доступных документов, Приправочных списках с писцовых книг XVI века, в которых можно встретить прямые указания на принадлежность одного из сёл, села Козлова, «Василию, Фёдорову сыну, Козлову», и деревни Ощерино, впоследствии ставшей селом, – «Офанасию, Михайлову сыну, Ощерину».

В свою очередь не исключено, что до XVI века сёла или поселения, на месте которых эти сёла были образованы впоследствии, имели древние названия, не дошедшие до нашего времени из-за отсутствия документов, в которых они могли бы использоваться. На чертежах XVII века можно найти пример существования такого названия, а именно – села Дьякова, упоминавшегося ещё в документах XVI века под названием «Скорево».

2. На второе место по частоте использования следует поместить способ образования названий сёл от освящений располагавшихся на их территориях храмов. Если к XVI веку на территории уезда таким образом были образованы названия восьми из тридцати трёх сёл (значительная часть которых принадлежала монастырям или храмам), то в течение XVII – первой половины XVIII веков этим способом были образованы названия четырнадцати из сорока семи сёл (причём, как образованных новых сёл, так и поселений, имевших и ранее тип «село», бывших в это время переименованными). Материал таблицы позволяет заметить, что этот способ образования названий использовался вплоть до секуляризации церковных владений, проведённой во второй половине XVIII века.

В качестве примеров образованных таким образом названий сёл можно привести новое название сельца Мытниково, которое после сооружения в нём храма во имя Архангела Гавриила приобрело тип «село» с названием Архангельское, а также села Богословского, образованного на местах деревни Каменки и пустоши Дорки (Дорок).

3. И, наконец, на третье место по частоте использования следует поместить способ образования названий сёл от названий близрасположенных природных объектов. Этот способ применялся относительно редко, но оставался актуальным на протяжении всего рассматриваемого отрезка времени. Для него характерна практически одинаковая частота использовался во все эпохи. На территории уезда к началу XVI века с применением этого способа были образованы названия четырёх из тридцати трёх, а к окончанию XVII века – шести из сорока трёх сёл. Примерами образованных этим способом топонимов могут служить названия «Лужки», «Поречье», «Кремичня» и другие.

В ходе анализа приведённой в таблице 1 совокупности сведений удалось также выявить связь двух названных первыми способов образования названий сёл с наиважнейшими событиями, имевшими место в истории России. Так, в различные эпохи можно отметить более частое использование одного из них. При этом выбор способа зависел, по-видимому, от господствующих в обществе настроений, определяемых стоящими перед ним основными проблемами и решаемыми им задачами. Выявленная связь между важнейшими событиями эпох применявшимися способами образования названий сёл проявляется в следующем.

1. Для XVI века, эпохи становления централизованного Русского государства, характерно образование названий сёл от фамилий или имён служащих Царю и Великому Князю персон, которым они были пожалованы.

2. Для XVII века, эпохи восстановления Русского государства после Смутного времени и трагического раскола Русской Православной Церкви, характерно образование названий бóльшей части сёл от освящений расположенных на их территориях храмов.

3. Для трёх первых четвертей XVIII века характерно сохранение образования названий сёл в зависимости от освящений расположенных на их территориях храмов. Особенно ярко преобладание этого способа образования названий проявляется на первой из Географических карт Российской Империи 1774 года, на которой для территории Рузского

уезда в качестве названий всех семи сёл, имевших в документах альтернативные названия, были избраны именно названия, образованные от освящений расположенных на их территориях храмов. При этом следует заметить, что с использованием этого способа были поименованы и сёла, на территориях которых храмы существовали уже на протяжении нескольких столетий, но названия которых, образованные от освящений храмов, не встречались в документах до этого времени. К окончанию же XVIII века этот способ перестаёт использоваться вовсе, а в XIX веке он не применяется даже для образования новых названий поселений, приобретших тип «село» после основания на их территориях храмов.

4. К окончанию XIX века, эпохи наиболее яркого проявления в русском обществе признаков возврата к историческим традициям, демонстративного возвращения к «его корням», подъёма патриотических настроений, на фоне успехов России на мировой арене и подъёма её хозяйства, в названиях сёл можно заметить следующее.

- Возврат к существовавшим прежде, древним, названиям сёл, изменённым в XVII−XVIII веках. Это связано как с возвратом к названиям, оставшихся в использовании в местах расположений сёл, и, по всей видимости, прочно укоренившимся в общественной и деловой жизни, так и с необходимостью поиска уникальных названий для облегчения идентификации каждого из сёл. Иллюстрацией этого обстоятельства служат более частые, чем на картографических материалах, изменения названий сёл, используемых в документах (см. табл. 1). Причина этого может заключаться в том, что уже само отображённое на картографических материалах местоположение того или иного села служит эффективным средством его идентификации [*Красовский, Тетерюков;* 2019].
- При образовании названий сёл от фамилий их владельцев используются фамилии персон не актуальных на текущий момент, а исторически наиболее видных, таких как князья Хованские, Мосальские, Долгоруковы или Гагарины. Таким образом формируются уникальные названия, необходимые для упрощения их идентификации в документах (а не на картографических материалах), что позволяет устранить очевидные неудобства, вызванные одинаковыми названиями сёл, расположенных в непосредственной близости друг от друга и в границах одного территориального образования, возникших в результате неоднократных реформ церковно- и административно-территориального делений [*Красовский,* 2020, с. 71−75].

Подводя итоги анализа представленного в таблице 1 материала, в отношении образования большей части топонимов Рузского уезда (в случае настоящего исследования – сёл и погостов) можно заметить следующее.

- Названия большинства сёл были образованы от фамилий или имён их владельцев, освящений расположенных на их территориях храмов или названий близрасположенных природных объектов.
- Новые, используемые в документах и на картографических материалах названия сёл, образуются с учётом событий общественно-политической жизни государства, имевших место в эпохи составления соответствующих материалов.

ВЫВОДЫ

Соответствие указанных выше способов образования топонимов, выявленных в результате анализа представленной в настоящей статье совокупности сведений о сёлах Рузского уезда Московской губернии XVI–XIX веков, известным из работ таких признанных специалистов в области топонимики как проф. Э.М. Мурзаев [*Мурзаев,* 1974],

Е.М. Поспелов [*Поспелов,* 1970] и др., а также прослеженная зависимость способов образования топонимов от событий соответствующих эпох позволяют заключить, что представленная и рассмотренная в настоящей статье совокупность сведений о поселениях Рузского уезда XVI–XIX веков адекватно отражает историю упоминаемых в ней поселений и проживавших на территории уезда исторических персон, а также отражает события, происходившие в общественно-политической жизни России.

Таким образом, результаты выполненного исследования позволяют сделать вывод, что представленная в настоящей статье совокупность сведений может быть использована для изучения отражения в документах и на картографических материалах жизни русского общества XVI–XIX веков на примере Рузского уезда Московской губернии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бобринский А.А.* Дворянские роды, внесенные в Общий гербовник Всероссийской Империи. Часть 1. Спб.: Тип. М.М. Стасюлевича, 1890. 800 с.
2. *Кистерёв С.Н., Тимошина Л.А.* Рузский уезд по писцовой книге 1567−1569 гг. М.: Памятники исторической мысли, 1997. (Материалы для истории Звенигородского края. Вып. 4). 300 с.
3. *Кондрашина В.А., Лукичев М.П., Тихонюк И.А.* Приправочный список с писцовых книг Звенигородского уезда 1558−1560 гг. М.: Памятники исторической мысли, 1992. (Материалы для истории Звенигородского края. Вып. 1). 156 с.
4. *Красовский А.П.* О названиях поселений прихода Казанской церкви села Брынкова, или Как я определил название одного сельца, и что из этого получилось. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2018. № 5. С. 73−77.
5. *Красовский А.П., Тетерюков А.И.* Отражение истории поиска уникальных названий для двух сёл Горбовых в документах и на картах XVII−XX вв. Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2019. № 8. С. 66−73.
6. *Красовский А.П.* Никольское? А какое из них? Или о названиях двух сёл Никольских Рузского уезда Московской губернии Землеустройство, кадастр и мониторинг земель, 2020. № 2. С. 71−75.
7. *Красовский А.П.* Оценка изменений совокупности сельских храмов рузского уезда московской губернии в XVII−XIX вв. на основе документальных и картографических материалов. В сборнике: Жизнь и смерть в Российской империи. Новые открытия в области археологии и истории России XVIII−XIX вв. М.: Институт археологии РАН, Институт российской истории РАН, 2020. С. 193−209.
8. *Кусов В.С.* Земли Московской губернии в XVIII веке. Карты уездов. Описание землевладений. Т. 3. Карты 14 листов. М.: Издательский дом «Московия», 2004.
9. *Кусов В.С.* Станы и волости на землях Московской губернии. Карты по данным генерального межевания 1766−1770 гг. Памятники отечественной картографии и земли Подмосковья. М.: Участникам и гостям XXIII Международной картографической конференции, 4−10 августа 2007 г.
10. *Лобанов-Ростовский А.Б.* Русская родословная книга. Издание второе. Спб.: Издание А.С. Суворина, 1895. 2 т.
11. *Мурзаев Э.М.* Очерки топонимики. Институт географии АН СССР. М.: Мысль, 1974. 384 с.
12. *Поспелов Е.М.* Топонимика и картография. Диссертация на соискание учёной степени доктора географических наук. М.: 1970. 430 с.
13. *Фролов А.А., Голубинский А.А.* Новые чертежи XVII в., выявленные в фондах РГАДА. Российская история. РАН (Москва), 2019. № 2. С. 71−77.

14. *Холмогоров В.И., Холмогоров Г.И.* Исторические материалы для составления церковных летописей Московской епархии. Вып. 1. А: Рузская десятина. М.: Тип. Л.Ф. Снегирёва, 1881. 288 с.
15. *Холмогоров В.И., Холмогоров Г.И.* Исторические материалы для составления церковных летописей Московской епархии. Вып. 2. Б: Звенигородская десятина. М.: Тип. Л.Ф. Снегирева, 1881. 133 с.
16. *Холмогоров В.И., Холмогоров Г.И.* Исторические материалы для составления церковных летописей Московской епархии. Вып. 3. В: Загородская десятина Московского уезда. М.: Тип. Л.Ф. Снегирева, 1881. 387 с.
17. *Холмогоров В.И., Холмогоров Г.И.* Исторические материалы для составления церковных летописей Московской епархии. Вып. 10: Можайская десятина Московского уезда. М.: Тип. Л.Ф. Снегирева, 1901. 288 с.
18. *Холмогоров В.И., Холмогоров Г.И.* Исторические материалы для составления церковных летописей Московской епархии. Вып. 13: Верейская, Дмитровская и Троицких вотчин десятины (Московского уезда). М.: Тип. Л.Ф. Снегирева, 1913. 380 с.

REFERENCES

1. *Bobrinsky A.A.* Noble families included in The General coat of arms of the all Russian Empire. Part 1. St. Petersburg: Type. M.M. Stasyulevich, 1890. 800 p. (in Russian).
2. *Frolov A.A., Golubinsky A.A*. New drawings of the XVII century, identified in the funds of RGADA Russian history, RAS (Moscow), 2019. No 2. P. 71−77 (in Russian).
3. *Kholmogorov V.I., Kholmogorov G.I.* Historical materials for compiling Church Chronicles of the Moscow diocese. V. 1. A: Ruzskaya tithe. M.: Tip. L.F. Snegireva, 1881. 288 p. (in Russian).
4. *Kholmogorov V.I., Kholmogorov G.I.* Historical materials for the compilation of Church Chronicles of the Moscow diocese. V. 2. B: Zvenigorodskaya tithe of the Moscow district. M.: Type. L.F. Snegireva, 1881. 133 p. (in Russian).
5. *Kholmogorov V.I., Kholmogorov G.I.* Historical materials for the compilation of Church Chronicles of the Moscow diocese. V. 3. V. Zagorodskaya tithe of the Moscow district. M.: Type. L.F. Snegireva, 1881. 387 p. (in Russian).
6. *Kholmogorov V.I., Kholmogorov G.I.* Historical materials for the compilation of Church Chronicles of the Moscow diocese. V. 10: Mozhaiskaya tithe of the Moscow district. M.: Type. L.F. Snegireva, 1901. 288 p. (in Russian).
7. *Kholmogorov V.I., Kholmogorov G.I.* Historical materials for the compilation of Church Chronicles of the Moscow diocese. V. 13: Vereyskaya, Dmitrovskaya and Troitsky fiefdoms of tithe (Moscow district). M.: Type. L.F. Snegireva, 1913. 380 p. (in Russian).
8. *Kisterev S.N., Timoshina L.A.* Ruzsky district according to the scribe's book of 1567−1569. M: Monuments of historical thought, 1997 (Materials for the history of Zvenigorod region. V. 4). 300 p. (in Russian).
9. *Kondrashina V.A., Lukichev M.P., Tikhonyuk I.A.* Seasoning list from the scribal books of Zvenigorod district 1558−1560. M.: Monuments of historical thought, 1992. (Materials for the history of Zvenigorod region. V. 1). 156 p. (in Russian).
10. *Krassowski A.P.* On the settlement names of Prikhod kazanskoy cerkvi rural Brinkova, or How I determined the name of one rural, and what came of it. Land management, cadastre and land monitoring, 2018. No 5. P. 73−77 (in Russian).
11. *Krassowski A.P., Teterukov A. I.* Reflection of the history of the search for unique names for two rural Gorbovyh in documents and maps of the XVII−XX centuries. Land management, cadastre and land monitoring, 2019. No 8. P. 66−73 (in Russian).

12. *Krassowski A.P.* Nikol'skoye? And what of them? Or about the names of two rural Nikol'sky Ruzsky district of Moscow province land Management, cadastre and monitoring of land, 2020. No 2. P. 71−75 (in Russian).
13. *Krassowski A.P.* Assessment of changes in the set of rural churches of the Ruza district of the Moscow province in the XVII−XIX centuries on the basis of documentary and cartographic materials. In the collection: Life and Death in the Russian Empire. New discoveries in the field of archeology and history of Russia of the XVIII−XIX centuries. The Institute of archaeology of the Russian Academy of Sciences, Institute of Russian history. Moscow, 2020. P. 193−209 (in Russian).
14. *Kusov V.S.* Lands of the Moscow province in the XVIII century. Maps of the counties. Description of land holdings. Maps 14 sheets. M.: Publishing house «Moskovia», 2004 (in Russian).
15. *Kusov V.S.* Camps and townships on the lands of the Moscow province. Maps according to the General survey of 1766−1770. Monuments of national cartography and the land of the Moscow region. M.: To participants and guests of the XXIII International cartographic conference, 4−10 august 2007 (in Russian).
16. *Lobanov-Rostovskysky A.B.* Russian genealogy book. V. I. second Edition. St. Petersburg. Tip. by A.S. Suvorin, 1895. V. 2 (in Russian).
17. *Murzaev E.M.* Essays on toponymy. Institute of Geography of the USSR Academy of Sciences. M.: Mysl, 1974. 384 p. (in Russian).
18. *Pospelov E.M.* Toponymy and cartography. Dissertation for the degree of Doctor of Geographical Sciences. M.: 1970. 430 p. (in Russian).

УДК: 913:910.1 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-461-473**

А.Г. Манаков [1], Л.Б. Вампилова[2], А.А. Соколова[3]

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭТНОКУЛЬТУРНО-ЛАНДШАФТНЫЙ АТЛАС ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ПОЗНАВАТЕЛЬНЫЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС

АННОТАЦИЯ

Развитие современных информационных технологий стимулирует использование новых форм визуализации научных и учебно-образовательных материалов. Именно на это ориентирован проект создания электронного «Этнокультурно-ландшафтного атласа Псковской области». Псковская область относится к староосвоенным территориям России, где формировавшиеся в течение нескольких столетий культурные ландшафты представляют большую познавательную ценность. Научная задача проекта разработки атласа связана с раскрытием этнокультурного разнообразия территории региона и специфики его культурных ландшафтов. Целью данной статьи является обоснование общего подхода к созданию атласа, его структуры и содержания. Первоначально были отобраны научные концепции, на которые опирается разработка атласа. В качестве таковых выступают созданные в культурной географии концепции культурного ландшафта и геокультурного пространства, которые определяют структуру и содержание атласа. Атлас включает восемь основных тематических блоков. На каждый раздел атласа в среднем приходится по 10 карт. Содержание нескольких тематических блоков атласа определяется информационно-аксиологическим подходом в рамках концепции культурных ландшафтов. В первую очередь, это разделы, где представлены объекты культурного и природного наследия в пределах всей Псковской области, или же ее административных районов. В других тематических блоках атласа представлены рассмотренные в динамике слои геокультурного пространства, такие как политико-исторический, этнический и конфессиональный, лингвистический и топонимический, и др. Электронный «Этнокультурно-ландшафтный атлас Псковской области» представляет собой уникальный геоинформационный ресурс. Основной целевой аудиторией атласа является молодежь Псковской области. Кроме того, благодаря размещению атласа в Интернете, он будет доступен людям других возрастов. Атлас предназначен для использования в научно-популярных, познавательных, культурно-просветительских и туристско-краеведческих целях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: историческая география, культурные ландшафты, культурное и природное наследие, геокультурное пространство.

[1] Псковский государственный университет, пл. Ленина, д. 2, 180000, Псков,
e-mail: **region-psk@yandex.ru**

[2] Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина,
Петербургское шоссе, д. 10, 196605, С.-Петербург,
e-mail: **histgeolbv67@gmail.com**

[3] Дворец творчества детей и молодежи Колпинского района С.-Петербурга, ул. Стахановская, д. 14, 196653, С.-Петербург, *e-mail:* **falcones@list.ru**

Andrei G. Manakov [1], Liudmila B. Vampilova [2], Alexandra A. Sokolova[3]

ELECTRONIC ETHNOCULTURAL AND LANDSCAPE ATLAS OF THE PSKOV REGION AS AN EDUCATIONAL GEOINFORMATIONAL RESOURCE

ABSTRACT

The development of information technologies stimulates the use of new forms of visualization of scientific and educational materials. This is what the project of creating an electronic "Ethnocultural and landscape atlas of the Pskov region" is focused on. The Pskov region belongs to the old-developed territories of Russia, where the cultural landscapes formed over centuries have a great educational value. The scientific task of the atlas project is related to the disclosure of the ethnocultural diversity of the region's territory and the specifics of its cultural landscapes. The purpose of this article is to substantiate the general concept, structure, and content of the atlas. The scientific concepts on which the development of the atlas is based were selected. These are the concepts of the cultural landscape and geocultural space developed in cultural geography, which determine the structure and content of the atlas. The atlas includes eight main thematic blocks. Each section of the atlas has 10 maps in average. The content of several thematic blocks of the atlas is determined by the information-axiological approach within the concept of cultural landscapes. These are sections where objects of cultural and natural heritage within the Pskov region or its administrative districts are presented. Other thematic blocks of the atlas present the layers of geocultural space considered in dynamics, such as political-historical, ethnic and confessional, linguistic and toponymic, etc. The electronic "Ethnocultural and Landscape Atlas of the Pskov region" is a unique geographic information resource. The main audience of atlas is the youth of the Pskov region. Due to the publication of the atlas on the Internet, it will be available to people of other ages. The atlas is intended for use in popular science, educational, cultural, and tourist purposes.

KEYWORDS: historical geography, cultural landscapes, cultural and natural heritage, geocultural space.

ВВЕДЕНИЕ

Псковская область относится к территориям старого освоения в России, где в течение столетий происходило формирование культурных ландшафтов, ныне представляющих большую познавательную ценность. Результаты изучения этих ландшафтов отражены в многочисленных публикациях: учебных пособиях, монографиях и научных статьях. Однако фактическое свертывание регионального компонента географического образования не позволяет напрямую, через школу, использовать данные материалы для получения географических знаний о родном крае молодому поколению жителей региона. Возникает потребность в разработке новационных форм передачи информации для ознакомления молодежи с уникальным культурным наследием и культурно-ландшафтным разнообразием региона. Именно на это ориентирован проект

[1] Pskov State University, Lenin square, 2, 180000, Pskov, Russia, *e-mail:* **region-psk@yandex.ru**
[2] Leningrad State University A.S. Pushkin, Petersburg highway, 10, 196605, St. Petersburg, Russia, *e-mail*: **histgeolbv67@gmail.com**
[3] Palace of Creativity for Children and Youth of the Kolpinsky District of St. Petersburg, st. Stakhanovskaya, 14, 196653, St. Petersburg, Russia, *e-mail:* **falcones@list.ru**

создания электронного «Этнокультурно-ландшафтного атласа Псковской области» (Атласа), который получил грантовую поддержку Русского географического общества.

Важнейшей задачей проекта является популяризация научных знаний об этнокультурно-ландшафтном разнообразии Псковской области.

Проект включает в себя следующие основные работы:

– критический анализ различных научных подходов к понимаю и структурированию культурных (этнокультурных) ландшафтов;
– выбор и обоснование наиболее приемлемой для создания Атласа научной концепции культурного ландшафта;
– собственно разработку концепции Атласа;
– обоснование основных тематических блоков Атласа в соответствии с принятой концепцией, предполагающей определенную структуру культурного (этнокультурного) ландшафта;
– подбор статистического и иного материала для разработки авторских оригиналов карт Атласа;
– обработку статистического и иного материала;
– подбор картографических основ к тематическим картам Атласа и разработку легенд тематических карт, цветовых шкал и т. п.;
– подготовку авторских оригиналов карт по тематическим блокам Атласа;
– подготовку текстового материала для тематических карт Атласа;
– доработка авторских оригиналов карт, их подготовка к дальнейшей обработке с помощью ГИС-технологий.

Целью статьи является научное обоснование общей концепции, структуры и содержания «Этнокультурно-ландшафтного атласа Псковской области».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы, которые использовались в процессе разработки Атласа, можно разделить на три группы. Первую группу составляют основные и дополнительные источники (в т. ч. Интернет-ресурсы), дающие справочную информацию об объектах, которые в последующем были нанесены на карты Атласа. Основным источником информации об объектах культурно-исторического и природного наследия в регионе стал Кадастр (свод памятников) «Достопримечательные природные и историко-культурные объекты Псковской области»[1]. В качестве дополнительных источников можно назвать, например, справочник «Административно-территориальное деление Псковской области»[2], Псковский областной словарь с историческими данными[3], официальные электронные базы данных (Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации[4], Сайт Псковской епархии), а также ресурсы Интернет-проектов (Demoscope.ru, Народный каталог

---

1 Кадастр «Достопримечательные природные и историко-культурные объекты Псковской области». Псков: Псковский государственный пединститут им. С.М. Кирова, 1997. 732 с.

2 Административно-территориальное деление Псковской области (1917–1988). В 2-х книгах. Справочник. Л.: Лениздат, 1988. 640 с.

3 Псковский областной словарь с историческими данными. Вып. 1–9. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1967–1994. Словарь-онлайн. Электронный ресурс: https://pos.spbu.ru/online/ (дата обращения 12.03.2021).

4 Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации. Электронный ресурс: https://okn-mk.mkrf.ru/maps (дата обращения 22.01.2021).

православной архитектуры СОБОРЫ.РУ – http://sobory.ru; ХРАМЫ РОССИИ – http://temples.ru) и др.

Вторую группу источников составили картографические материалы по Псковской области, подготовленные участниками проекта и опубликованные ранее в научных статьях, монографиях и учебных пособиях. Третья категория источников информации – результаты проведенных участниками проекта полевых исследований и научных экспедиций на территории Псковской области, в частности, целью которых являлась инвентаризация объектов наследия, представленных в Кадастре «Достопримечательные природные и историко-культурные объекты Псковской области».

Методологической основой разработки «Этнокультурно-ландшафтного атласа Псковской области» послужили научные теории и концепции, созданные в различных направлениях науки, в первую очередь, в культурной и исторической географии. При этом структура и содержание Атласа определяются в основном двумя научными концепциями, которые взаимодополняют друг друга и позволяют в полном мере раскрыть историю формирования и современное состояние этнокультурных ландшафтов региона. Первой является концепция культурных ландшафтов, пользующаяся популярностью как в зарубежной [*Стрелецкий,* 2020a], так и в отечественной географии [*Streletsky,* 2020b]. В российской науке эта концепция стала «ядром», вокруг которой началось формирование нового научного направления – культурной географии. Центром исследований на первых этапах развития данного научного направления стал созданный в 1992 г. НИИ культурного и природного наследия им. Д.С. Лихачева [*Druzhinin, Streletskiy,* 2015].

В отечественной науке существует несколько подходов к пониманию и изучению культурных ландшафтов. Например, В.Н. Калуцков рассматривает три основные линии в понимании культурного ландшафта: рационально-управленческую, гуманитарную (историко-культурную) и экологическую [*Калуцков,* 2006, 2008]. М.Е. Кулешова и В.Н. Стрелецкий выделяют четыре подхода, используемых в современных культурно-ландшафтных исследованиях: 1) классический физико-географический; 2) этнокультурный (или лингвоэтнокультурный); 3) информационно-аксиологический (или ноосферный) и 4) образный (перцептивный, герменевтический) [*Кулешова, Стрелецкий,* 2017]. Д.А. Дирин обозначил сразу семь подходов, реализуемых в российской географии при изучении культурных ландшафтов: 1) классический (геоэкологический); 2) историко-географический; 3) этнокультурный; 4) информационно-аксиологический; 5) перцепционный (пейзажно-эстетический); 6) феноменологический (экзистенционалистский, герменевтический); 7) имажинально-семантический (семиотический, ландшафтно-символический) [*Дирин,* 2015].

Разработка Атласа опирается, в первую очередь, на информационно-аксиологический подход в исследовании культурных ландшафтов. Именно в рамках этого подхода осуществляется изучение культурных ландшафтов как объектов культурного и природного наследия [*Веденин, Кулешова,* 2001; *Веденин,* 2008]. При этом в структуре самих культурных ландшафтов Ю.А. Веденин предложил выделять вместе с материальной (пейзажной) еще и нематериальную (духовную) составляющую [*Веденин,* 1988, 2018], включая отражения элементов и компонентов культурного ландшафта в языке (диалектная лексика, сленг, топонимия) [*Соколова,* 2011]. Однако даже такое расширенное понимание структуры культурных ландшафтов не позволило решить весь комплекс задач, обусловленных целью проекта по разработке Атласа. Поэтому вместе с концепцией культурных ландшафтов при реализации проекта была использована вторая научная концепция, разработанная в отечественной культурной географии, а именно, концепция геокультурного пространства.

Разные подходы российских географов к пониманию и изучению геокультурного пространства представлены в статье Д.А. Дирина [*Дирин,* 2018]. При этом сами различия в понимании геокультурного пространства объясняются опорой современных российских культур-географов на разные научные парадигмы. Последнее обстоятельство раскрыто, например, в статье А.Г. Дружинина и В.Н. Стрелецкого [*Druzhinin, Streletskiy,* 2015]. К числу важнейших характеристик геокультурного пространства относится его многослойность. Можно говорить о существовании таких слоев геокультурного пространства, как этнический, конфессиональный, лингвистический, политико-исторический, слои материальной и духовной культуры, и т. д. Важно отметить, что взгляд на этнокультурно-ландшафтное разнообразие территории Псковской области с позиции концепции геокультурного пространства не противоречит культурно-ландшафтному подходу, они тесно взаимосвязаны между собой, и вместе позволяют решить задачи, поставленные при разработке Атласа. Основные тематические блоки Атласа, краткая характеристика которых представлена ниже, имеют свое обоснование как минимум в одной из двух представленных выше концепций (культурных ландшафтов и геокультурного пространства).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Атлас включает восемь основных тематических блоков. На каждый тематический блок в среднем приходится по 10 карт, в отличие от седьмого тематического блока («Районные карты с природным и культурным наследием»), где представлено около 30 карт. В общей сложности Атлас включает свыше 100 карт.

Тематический блок 1. Природная составляющая культурных ландшафтов. В концепциях культурных ландшафтов и геокультурного пространства большое внимание уделяется физико-географическим особенностям территорий. Если в первой концепции природные ландшафты выступают в качестве одной из важнейших составляющих культурных ландшафтов, то во второй концепции они рассматриваются как основа, на которой происходит формирование геокультурного пространства, благодаря чему создается специфика некоторых его слоев. Природная составляющая присутствует в схемах культурно-ландшафтного и историко-географического районирования, разработанных участниками проекта как на мезоуровне [*Андреев,* 2011а; *Manakov, Andreev,* 2011], так и макроуровне [*Андреев,* 2011б; *Вампилова, Манаков,* 2012; *Vampilova, Manakov,* 2013]. Данные схемы районирования являются базовыми, на которые опирается разработка Атласа в целом.

Тематический блок 2. Объекты природного и культурного наследия. В качестве информационной базы при разработке карт в данном разделе стал Кадастр «Достопримечательные природные и историко-культурные объекты Псковской области». Однако, за прошедшие после издания Кадастра годы произошли значительные изменения: часть объектов наследия безвозвратно утеряна, другая часть находится в плачевном состоянии, но, с другой стороны, были выявлены новые объекты наследия, которые отсутствуют в Кадастре. Для отображения на карте отбирались в первую очередь те памятники природы и культуры, которые имеют четкую визуальную выраженность. Все памятники природы и культуры были разбиты на несколько типов. В ряде случаев показана также оценка степени сохранности данных объектов. Отделено отображены комплексные природно-культурные памятники (музеи-заповедники). В целях подготовки Атласа изучением памятников природы Псковской области занимались Д.Э. Васильева и И.Н. Красильникова [*Васильева, Красильникова,* 2020], памятников культовой архитектуры – В.С. Дементьев [*Дементьев,* 2015].

Тематический блок 3. Лингвистический слой геокультурного пространства. Топонимические карты. Псковская область располагает древней гидронимией, в которой, кроме славянского, выделяются древнеиндоевропейский, финно-угорский и балтийский топонимические пласты. Наиболее полная информация о гидронимии региона собрана Р.А. Агеевой [*Агеева,* 1980, 2004]. Изучение лексико-информационного пространства Псковской области предпринималось А.А. Соколовой [*Соколова,* 2020]. Русская ойконимия региона была рассмотрена в контексте диалектной лексики псковских говоров – народной географической и ботанической терминологии – с привлечением традиционных и современных ресурсов, включая электронную версию первых выпусков Псковского областного словаря с историческими данными, подготовленную Межкафедральным словарным кабинетом им. проф. Б.А. Ларина. Христианская ойконимия, в т. ч. утраченная, увязана с храмоименованиями. В качестве источников информации привлечены официальные электронные базы данных (сайт Псковской епархии), а также ресурсы общественных Интернет-проектов.

Тематический блок 4. Историко-политические факторы формирования культурных ландшафтов. Политико-исторический слой геокультурного пространства. На культурных ландшафтах Псковской области сказывается ее приграничное положение. Особенно это касается тех частей области, которые в прошлом достаточно длительное время входили в состав иных государственных и административных образований, не подчиненных Пскову. Поэтому, для понимания современной специфики культурных ландшафтов разных уголков региона необходимо изучение пространственной динамики политических и административных границ за значительный временной интервал. Исследования в рамках данного направления исторической географии на уровне региона проводились С.И. Евдокимовым [Евдокимов, 2009, 2010, 2011], А.Г. Манаковым и А.А. Михайловой [*Manakov, Mikhaylova,* 2015], В.С. Дементьевым [*Дементьев,* 2016] и др. Карты в данном разделе охватывают значительный интервал времени, начиная со средних веков (XIII–XIV вв.), и заканчивая последними изменениями государственных и административных границ в конце XX в. Особое внимание обращено на периоды административных реформ (XVIII в. и интервал с 20-х по 60-е гг. XX в.), когда за короткое время осуществлялась многократная «перекройка» административно-территориального деления, поводом к которому обычно являлись изменения внешних границ государства.

Тематический блок 5. Этноконфессиональные составляющие культурных ландшафтов. Этнический и конфессиональный слои геокультурного пространства. Этнический и конфессиональный (религиозный) слои являются ключевыми в вертикальной структуре геокультурного пространства. Вместе с тем, они могут быть рассмотрены как важные элементы культурных ландшафтов, иногда отражающие их материальную (пейзажную) составляющую, но чаще несущую нематериальную (духовную) нагрузку. Изучению изменения этнической и конфессиональной структуры населения Псковского региона в течение трех последних столетий занимались А.Г. Манаков и В.С. Дементьев [*Дементьев,* 2017; *Manakov, Dementiev,* 2019]. Отдельно рассматривалось территориальное устройство Русской православной церкви в разные временные интервалы [*Дементьев,* 2018б]. Многие сохранившиеся со средних веков и более поздних периодов приходские храмы Русской православной церкви и поныне придают неповторимые черты культурным ландшафтам региона. Они же, а также православные монастыри, являются наиболее многочисленными объектами культурно-исторического наследия Псковской области.

Тематический блок 6. Итоги переписей населения в Псковском регионе. В исторической географии большое внимание обращается на проведение периодизации историко-географического развития регионов, которая выполняет не менее важную функцию, чем историко-географическое районирование изучаемых территорий. Особую

роль в осуществлении периодизации играет такая историко-географическая категория, как «событие», которая служит для определения временных рубежей разного уровня значимости с точки зрения исторической географии. Например, функцию ключевых «событий» в исторической географии населения (в т. ч. этнической и конфессиональной географии) выполняют переписи населения [*Дементьев,* 2018а]. Так, только во время переписей населения в России фиксировался национальный (а в 1897 и 1926 гг. – также и религиозный) состав населения. Поэтому было принято решение, что в Атласе будут представлены отдельные карты по итогам переписей населения в Псковском регионе (1897, 1926, 1939, 1959, 1970, 1979, 1989, 2002 и 2010 гг.) вместе с дополнительной информацией, позволяющей увидеть наиболее значительные изменения в расселении и структуре населения, произошедшие в межпереписные периоды.

Тематический блок 7. Районные карты с природным и культурным наследием. В этом разделе Атласа используется культурно-ландшафтное районирование, методика которого была разработана в соответствии с информационно-аксиологическим подходом в изучении культурных ландшафтов. Данный вариант районирования опирается на физико-географическое районирование территории, но учитывает также насыщенность территории объектами природного и культурно-исторического наследия. Методика данного вида районирования была разработана И.П. Чалой и Ю.А. Веденином и была апробирована первоначально на территории Тверской области [*Чалая, Веденин,* 1997]. Впоследствии на основе данной методики нами была разработана схема культурно-ландшафтного районирования Псковской области, используемая в Кадастре «Достопримечательные природные и историко-культурные объекты Псковской области». В данном разделе Атласа в полной мере отражены идеи информационно-аксиологического подхода к изучению культурных ландшафтов. При этом сами карты могут быть использованы и для практических целей, например, для организации геотуризма на территории Псковской области [*Vampilova et al.,* 2018].

Тематический блок 8. Формирование культурных ландшафтов Сетомаа. В Печорском районе Псковской области проживает финно-угорский народ сету (самоназвание «сето»), в 2010 г. включенный в перечень малочисленных народов Российской Федерации. В отличие от проживающих по соседству эстонцев, сету в XVI в. приняли православную религию. При этом в их культуре сохранились черты древней (языческой) финно-угорской культуры, за что местное русское население называло сету «полуверцами». Хотя формирование данного народа происходило на территории Псковской губернии, вблизи от границы с Лифляндской губернией, с 1944 г. ареал расселения сету оказался разделенным границей между Эстонией и Россией [*Суворков,* 2017]. Ныне западная часть исторической территории их проживания (Сетомаа, или «земля сето») приходится на одноименную волость эстонского уезда Вырумаа. Восточная часть Сетомаа охватывает большую часть Печорского района Псковской области, здесь проживает около 200 представителей данного народа. Печорский район отличается самой высокой в области насыщенностью объектами природного и культурно-исторического наследия. Не последнюю роль в культурно-ландшафтном разнообразии района играет его этнографическая специфика, связанная с традиционной культурой сету. Уникальность культурных ландшафтов Сетомаа отображена в работах И.Н. Красильниковой и Н.К. Терениной [*Красильникова, Теренина,* 2017; *Теренина,* 2014, 2016, 2020].

Перспективы развития проекта связаны с возможностью трансформации электронного «Этнокультурно-ландшафтного атласа Псковской области» в веб-портал, который будет отличаться от имеющихся разработок, например, по рекам Европейской России [*Yermolaev et al.,* 2018], более широким контекстом, представляющим доступ к информации не только о природном, но и историко-культурном наследии региона.

ВЫВОДЫ

Этнокультурно-ландшафтное разнообразие территории Псковской области представляет исследовательский интерес с точки зрения целого ряда направлений географической науки. Проект создания «Этнокультурно-ландшафтного атласа Псковской области» опирается на научные положения, разработанные в двух ключевых концепциях отечественной культурной географии – культурного ландшафта и геокультурного пространства. Культурные ландшафты региона рассмотрены с позиции разных исследовательских походов. В первую очередь, это информационно-аксиологический подход, который, в частности, позволяет рассматривать сам культурный ландшафт как объект культурного и природного наследия.

Однако концепция культурных ландшафтов не позволила в полной мере решить важнейшую задачу проекта – картографически отобразить все этнокультурное разнообразие территории Псковской области. Эту задачу помогли выполнить исследования, проведенные в рамках концепции геокультурного пространства. К числу важнейших характеристик геокультурного пространства относится его многослойность. В ходе разработки атласа особое внимание было обращено на такие слои геокультурного пространства, как политико-исторический, этнический, конфессиональный, лингвистический и топонимический.

В соответствии с двумя обозначенными научными концепциями была построена и структура атласа. В названии его основных тематических блоков нашли отражение как важнейшие составляющие структуры культурных ландшафтов, так и целый ряд слоев геокультурного пространства.

Основной целевой аудиторией «Этнокультурно-ландшафтного атласа Псковской области» является молодежь Псковской области. Кроме того, размещение атласа в Интернете позволит ознакомиться с этнокультурной географией региона также и людям других возрастов. Результаты проекта разработки атласа предназначены для использования в научно-популярных, познавательных, культурно-просветительских и туристско-краеведческих целях.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Русского географического общества в рамках научного проекта № 12/2020-И «Этнокультурно-ландшафтный атлас Псковской области».

ACKNOWLEDGMENTS

The study was carried out with the financial support of the Russian Geographical Society in the framework of the scientific project No 12/2020-I “Ethno-cultural and landscape atlas of the Pskov region”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агеева Р.А.* Гидронимия Русского Северо-Запада как источник культурно-исторической информации. М.: Едиториал УРСС. 2004. 256 с.
2. *Агеева Р.А.* Славянские, балтийские и финно-угорские элементы в топонимии Русского Северо-Запада. Перспективы развития славянской ономастики. М., 1980. С. 250–259.
3. *Андреев А.А.* Культурно-ландшафтное районирование территории Псковской области. Псковский регионологический журнал. 2011а. № 11. С. 113–131.
4. *Андреев А.А.* Подходы к культурно-ландшафтному районированию России. Региональные исследования. 2011б. № 4 (34). С. 29–32.

5. *Вампилова Л.Б., Манаков А.Г.* Природные и культурные признаки историко-географического районирования России. Известия РАН. Серия географическая, 2012. № 6. С. 7–16.
6. *Васильева Д.Э., Красильникова И.Н.* Геологические и геоморфологические памятники природы Псковской области как объекты туризма и рекреации. Вестник Псковского государственного университета. Серия «Естественные и физико-математические науки. 2020. № 16. С. 49–54.
7. *Веденин Ю.А.* Искусство как один из факторов формирования культурного ландшафта. Известия АН СССР. Сер. геогр., 1988. № 1. С. 49–56.
8. *Веденин Ю.А., Кулешова М.Е.* Культурный ландшафт как объект культурного и природного наследия. Известия РАН. Серия географическая. 2001. № 1. С. 7–14.
9. *Веденин Ю.А.* Культурный ландшафт как хранитель исторической памяти земли. Региональные проблемы. 2018. Т. 21. № 3. С. 28–34.
10. *Веденин Ю.А.* Пути развития культурного ландшафта как объекта наследия. Региональные исследования. 2008. № 4 (19). С. 3–10.
11. *Дементьев В.С.* Динамика численности и этнического состава населения Псковской губернии и соседних территорий в XVIII – первой половине XIX вв. Псковский регионологический журнал. 2017. № 3 (31). С. 138–157.
12. *Дементьев В.С.* Изменение внешних границ и внутреннего деления средневековой Псковской земли и окружающих ее территорий. Псковский регионологический журнал. 2016. № 2 (26). С. 88–105.
13. *Дементьев В.С.* Памятники культовой архитектуры в историко-культурном наследии Нижневеликорецкого региона. Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. 2015. № 6. С. 32–49.
14. *Дементьев В.С.* Разработка историко-географической периодизации для Псковского региона. Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. 2018а. № 13. С. 43–51.
15. *Дементьев В.С.* Территориальное устройство Русской православной церкви Псковского региона в XVIII–XXI вв. Псковский регионологический журнал. 2018б. № 3 (35). С. 74–88.
16. *Дирин Д.А.* Концепт «геокультурное пространство» в общественной географии. Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов. 2018. № 7. С. 146–160.
17. *Дирин Д.А.* Основные подходы к исследованию культурных ландшафтов в российской культурной географии. Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов. 2015. № 4. С. 24–37.
18. *Евдокимов С.И.* Историко-географический анализ изменений в административно-территориальном делении Псковского региона в XIX – первой половине XX вв. Псковский регионологический журнал. 2009. № 7. С. 129–139.
19. *Евдокимов С.И.* Опыт оценки исторической зрелости границ региона (на примере Псковской области). Известия Русского географического общества. 2010. Т. 142. № 3. С. 73–79.
20. *Калуцков В.Н.* Ландшафт в культурно-географических исследованиях. Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2008. № 4. С. 11–19.
21. *Калуцков В.Н.* Этнокультурное ландшафтоведение. Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2006. № 2. С. 6–12.
22. *Красильникова И.Н., Теренина Н.К.* Историко-географические особенности взаимодействия коренных финно-угорских этносов Севера и Северо-Запада России с тра-

дициионными природными ландшафтами их расселения. Экология, здоровье и образование в XXI веке. Глобальная интеграция современных исследований и технологий. Материалы III Кавказского экологического форума. Грозный, 2017. С. 16–20.

23. *Кулешова М.Е., Стрелецкий В.Н.* Формирование и эволюция представлений о культурном ландшафте. В фокусе наследия. Сборник статей, посвященный 80-летию Ю.А. Веденина и 25-летию создания Российского научно-исследовательского института культурного и природного наследия имени Д.С. Лихачева. М., 2017. С. 313–329.
24. *Соколова А.А.* Гуманитарная география: к вопросу о делимитации границ предметной области. Известия РАН. Серия географическая. 2011. № 5. С. 98–107.
25. *Соколова А.А.* Южная тайга и смешанные леса: зональные типы ландшафтов в лексике псковских говоров. Лексический атлас русских народных говоров (Материалы и исследования). Отв. ред. С.А. Мызников. СПб.: ИЛИ РАН, 2020. С. 712–721.
26. *Стрелецкий В.Н.* Культурно-ландшафтные исследования за рубежом: национальные традиции и научные школы в мировой культурной географии. Псковский регионологический журнал. 2020а. № 3 (43). С. 73–91. DOI: 0.37490/S22197 9310010477-7.
27. *Суворков П.Э.* Этносоциальный портрет сету Печорского района Псковской области (по материалам экспедиции 2016 г.). Псковский регионологический журнал. 2017. № 3 (31). С. 55–79.
28. *Теренина Н.К.* Основные подходы к организации исследований культурных ландшафтов малых финно-угорских этносов Северо-Запада России. Историческая география Восточной Европы: природное и культурное наследие Материалы Международной научно-практической конференции. Псков: Псковский государственный университет, 2016. С. 46–51.
29. *Теренина Н.К.* Отображение элементов ландшафтов юго-восточной Эстонии и Печорского района Псковской области в фольклорном наследии сету. Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физико-математические науки. 2014. № 5. С. 108–116.
30. *Теренина Н.К.* Природно-исторические особенности, структура и современное состояние культурных ландшафтов Сетомаа. Псковский регионологический журнал. 2020. № 2 (42). С. 99–109. DOI: 10.37490/S221979310008583-4.
31. *Чалая И.П., Веденин Ю.А.* Культурно-ландшафтное районирование Тверской области. М.: Российский научно-исследовательский институт культурного и природного наследия. 1997. 286 с.
32. *Druzhinin A.G., Streletskiy V.N.* “Cultural branch” of human geography in contemporary Russia: genesis, main peculiarities, and priorities of development. Regional Research of Russia. 2015. V. 5. No 1. P. 73–82. DOI: 10.1134/S2079970515010049.
33. *Evdokimov S.I.* Experience in evaluating the historical maturity of a region's borders (a case study of Pskov oblast). Regional Research of Russia. 2011. T. 1. No 3. P. 285–291.
34. *Manakov A.G., Andreev A.A.* Cultural and Landscape Zoning in the North-West Russia. Baltic Region. 2011. No 4 (10). P. 109–116.
35. *Manakov A.G., Dementiev V.S.* Territorial Structure of the Denominational Space of the South-East Baltic. Baltic region. 2019. V. 11. No 1. P. 92–108. DOI: 10.5922/2079-8555-2019-1-7.
36. *Manakov A.G., Mikhaylova A.A.* Changes in the Territorial and Administrative Division of Northwest Russia over the Soviet Period. International Journal of Economics and Financial Issues. 2015. No 5 (Special Issue). P. 37–40.

37. *Streletsky V.N.* Concept of Cultural Landscape in Russian Cultural-Geographical Tradition. Pskov Journal of Regional Studies. 2020b. No 4 (44). P. 83–92. DOI: 10.37490/S221979310012428-3.
38. *Vampilova L.B., Manakov A.G.* Experience in Historical-Geographical Zoning of Russia. Regional Research of Russia. 2013. T. 3. No 4. P. 458–464. DOI: 10.1134/S2079970 514010092.
39. *Vampilova L.B., Sokolova A.A., Brodskaya N.A., Sevastyanov D.V., Trifonov A.N.* Problems of Geoturism Development in the North-Western Recreational Region of Russia. 18th international multidisciplinary scientific geoconferences SGEM 2018 (Ecologe, economics, education and legislation), Albena, Bulgaria, 02–08 july 2018 / STEF92 Technology – Sofia: STEF92 Technology, 2018. V. 18. No 5.2. P. 731–738. DOI: 10.5593/sgem2018/5.2/S20.095.
40. *Yermolaev O., Mukharamova S., Maltsev K., Ivanov M., Ermolaeva P., Gayazov A., Mozzherin V., Kharchenko S., Marinina O., Lisetskii F.* Geographic information system and geoportal river basins of the European Russia. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. V. 107. No 1. DOI:10.1088/1755-1315/ 107/1/012108.

REFERENCES

1. *Ageeva R.A.* Hydronymy of the Russian North-West as a Source of Cultural and Historical Information. Moscow: Editorial URSS. 2004. 256 p. (in Russian).
2. *Ageeva R.A.* Slavic, Baltic and Finno-Ugric elements in the toponymy of the Russian North-West. Prospects for the development of Slavic onomastics. Moscow, 1980. P. 250–259 (in Russian).
3. *Andreev A.A.* Approaches to the cultural and landscape zoning of Russia. Regional studies. 2011b. No 4 (34). P. 29–32. (in Russian).
4. *Andreev A.A.* Cultural and landscape zoning of the territory of the Pskov region. Pskov Journal of Regional Studies. 2011a. No 11. P. 113–131 (in Russian).
5. *Chalaya I.P., Vedenin Yu.A.* Cultural and landscape zoning of the Tver region. Moscow: Russian Research Institute of Cultural and Natural Heritage. 1997. 286 p. (in Russian).
6. *Dementyev V.S.* Changes in the external borders and internal division of the medieval Pskov land and its surrounding territories. Pskov Journal of Regional Studies. 2016. No 2 (26). P. 88–105 (in Russian).
7. *Dementyev V.S.* Development of historical and geographical periodization for the Pskov region. Bulletin of the Pskov State University. Series: Natural and physical and mathematical sciences. 2018a. No 13. P. 43–51 (in Russian).
8. *Dementyev V.S.* Dynamics of the number and ethnic composition of the population of the Pskov province and neighboring territories in the 18th – first half of the 19th centuries. Pskov Journal of Regional Studies. 2017. No 3 (31). P. 138–157 (in Russian).
9. *Dementyev V.S.* Monuments of religious architecture in the historical and cultural heritage of the Nizhnevelikoretsk region. Bulletin of the Pskov State University. Series: Natural and physical and mathematical sciences. 2015. No 6. P. 32–49 (in Russian).
10. *Dementyev V.S.* The territorial structure of the Russian Orthodox Church of the Pskov region in the XVIII–XXI centuries. Pskov Journal of Regional Studies. 2018b. No 3 (35). P. 74–88 (in Russian).
11. *Dirin D.A.* The concept of “geocultural space” in social geography. Socio-economic geography. Bulletin of the Association of Russian Geographers and Social Scientists. 2018. No 7. P. 146–160 (in Russian).

12. *Dirin D.A.* The main approaches to the study of cultural landscapes in Russian cultural geography. Socio-economic geography. Bulletin of the Association of Russian Geographers and Social Scientists. 2015. No 4. P. 24–37 (in Russian).
13. *Druzhinin A.G., Streletskiy V.N.* "Cultural branch" of human geography in contemporary Russia: genesis, main peculiarities, and priorities of development. Regional Research of Russia. 2015. V. 5. No 1. P. 73–82. DOI: 10.1134/S2079970515010049.
14. *Evdokimov S.I.* Experience in assessing the historical maturity of the borders of the region (on the example of the Pskov region). Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshhestva.. 2010. T. 142. No 3. P. 73–79 (in Russian).
15. *Evdokimov S.I.* Experience in evaluating the historical maturity of a region's borders (a case study of Pskov oblast). Regional Research of Russia. 2011. V. 1. No 3. P. 285–291.
16. *Evdokimov S.I.* Historical and geographical analysis of changes in the administrative-territorial division of the Pskov region in the 19th – first half of the 20th centuries. Pskov Journal of Regional Studies. 2009. No 7. P. 129–139 (in Russian).
17. *Kalutskov V.N.* Ethnocultural landscape studies. Moscow University Bulletin. Series 5: Geography. 2006. No 2. P. 6–12 (in Russian).
18. *Kalutskov V.N.* Landscape in cultural and geographical research. Izvestia RAN. Geographical series. 2008. No 4. P. 11–19 (in Russian).
19. *Krasilnikova I.N., Terenina N.K.* Historical and geographical features of the interaction of the indigenous Finno-Ugric ethnic groups of the North and North-West of Russia with the traditional natural landscapes of their settlement. Ecology, health and education in the XXI century. Global integration of modern research and technology. Materials of the III Caucasian Environmental Forum. Grozny, 2017. P. 16–20 (in Russian).
20. *Kuleshova M.E., Streletsky V.N.* Formation and evolution of ideas about the cultural landscape. Legacy focus. Collection of articles dedicated to the 80th anniversary of Yu.A. Vedenin and the 25th anniversary of the creation of the Russian Research Institute for Cultural and Natural Heritage named after D.S. Likhachev. Moscow, 2017. P. 313–329 (in Russian).
21. *Manakov A.G., Andreev A.A.* Cultural and Landscape Zoning in the North-West Russia. Baltic Region. 2011. No 4 (10). P. 109–116.
22. *Manakov A.G., Dementiev V.S.* Territorial Structure of the Denominational Space of the South-East Baltic. Baltic region. 2019. V. 11. No 1. P. 92–108. DOI: 10.5922/2079-8555-2019-1-7.
23. *Manakov A.G., Mikhaylova A.A.* Changes in the Territorial and Administrative Division of Northwest Russia over the Soviet Period. International Journal of Economics and Financial Issues. 2015. No 5 (Special Issue). P. 37–40.
24. *Sokolova A.A.* Humanitarian geography: on the issue of delimitation of the boundaries of the subject area. Izvestia RAN. Geographic series. 2011. No 5. P. 98–107 (in Russian).
25. *Sokolova A.A.* Lexico-informational space: geographic essence and ethnocultural specificity. Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshhestva. 2007. V. 139. No 6. P. 15–23 (in Russian).
26. *Streletsky V.N.* Concept of Cultural Landscape in Russian Cultural-Geographical Tradition. Pskov Journal of Regional Studies. 2020b. No 4 (44). P. 83–92. DOI: 10.37490/S221979310012428-3.
27. *Streletsky V.N.* Cultural and landscape research abroad: national traditions and scientific schools in world cultural geography. Pskov Journal of Regional Studies. 2020a. No 3 (43). P. 73–91 (in Russian). DOI: 0.37490 / S221979310010477-7.

28. *Suvorkov P.E.* Ethnosocial portrait of the Setos in the Pechora district of the Pskov region (based on the materials of the 2016 expedition). Pskov Journal of Regional Studies. 2017. No 3 (31). P. 55–79 (in Russian).
29. *Terenina N.K.* Display of landscape elements of southeastern Estonia and the Pechora region of the Pskov region in the Seto folklore heritage. Bulletin of the Pskov State University. Series: Natural and physical and mathematical sciences. 2014. No 5. P. 108–116 (in Russian).
30. *Terenina N.K.* Natural and historical features, structure and current state of the cultural landscapes of Setomaa. Pskov Journal of Regional Studies. 2020. No 2 (42). P. 99–109 (in Russian). DOI: 10.37490 / S221979310008583-4.
31. *Terenina N.K.* The main approaches to the organization of research on the cultural landscapes of small Finno-Ugric ethnic groups in the North-West of Russia. Historical Geography of Eastern Europe: Natural and Cultural Heritage Materials of the International Scientific and Practical Conference. Pskov: Pskov State University, 2016. P. 46–51 (in Russian).
32. *Vampilova L.B., Manakov A.G.* Experience in Historical-Geographical Zoning of Russia. Regional Research of Russia. 2013. T. 3. No 4. P. 458–464. DOI: 10.1134/S20 79970514010092.
33. *Vampilova L.B, Manakov A.G.* Natural and cultural signs of the historical and geographical regionalization of Russia. Izvestia RAN. Geographical series. 2012. No 6. P. 7–16 (in Russian).
34. *Vampilova L.B., Sokolova A.A., Brodskaya N.A., Sevastyanov D.V., Trifonov A.N.* Problems of Geoturism Development in the North-Western Recreational Region of Russia. 18th international multidisciplinary scientific geoconferences SGEM 2018 (Ecologe, economics, education and legislation), Albena, Bulgaria, 02–08 july 2018 / STEF92 Technology – Sofia: STEF92 Technology, 2018. V. 18. No 5.2. P. 731–738. DOI: 10.5593/sgem2018/5.2/S20.095.
35. *Vasilyeva D.E., Krasilnikova I.N.* Geological and geomorphological natural monuments of the Pskov region as objects of tourism and recreation. Bulletin of the Pskov State University. Series “Natural and physical and mathematical sciences. 2020. No 16. P. 49–54 (in Russian).
36. *Vedenin Yu.A.* Art as one of the factors in the formation of the cultural landscape. Izvestia of the Academy of Sciences of the USSR. Ser. Geogr., 1988. No 1. P. 49–56 (in Russian).
37. *Vedenin Yu.A.* Development of the cultural landscape as a heritage site. Regional studies. 2008. No 4 (19). P. 3–10 (in Russian).
38. *Vedenin Yu.A.* Cultural landscape as a keeper of the historical memory of the earth. Regional problems. 2018. V. 21. No 3. P. 28–34 (in Russian).
39. *Vedenin Yu.A., Kuleshova M.E*. Cultural landscape as an object of cultural and natural heritage. Izvestia RAN. Geographic series. 2001. No 1. P. 7–14 (in Russian).
40. *Yermolaev O., Mukharamova S., Maltsev K., Ivanov M., Ermolaeva P., Gayazov A., Mozzherin V., Kharchenko S., Marinina O., Lisetskii F.* Geographic information system and geoportal river basins of the European Russia. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. V. 107. No 1. DOI:10.1088/1755-1315/107/1/012108.

УДК: 572(572.56-22) **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-474-481**

В.В. Филиппова[1]

ЭТНОЛОКАЛЬНЫЕ ГРУППЫ АНАБАРСКОГО РАЙОНА: КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЭТНОНИМОВ В ЦЕЛЯХ СОХРАНЕНИЯ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

АННОТАЦИЯ

Анабарский район Республики Саха (Якутия) является сложным в этнокультурном отношении регионом, на территории которого сосуществуют топонимы разных эпох, что объясняется динамикой этнического состава населения в течение тысячелетий. Топонимия в определённой степени отражает историко-географическую специфику региона. На карте Анабарского района, выделяется несколько топонимических слоёв: долганский, эвенкийский, якутский и русский. Статья написана в рамках реализации проекта при поддержке РФФИ (№20-09-00257), одной из задач которого является выделение топонимических комплексов - групп названий, характеризующих освоенность исследуемой территории, а также рассмотрение топонимов как объектов культурного наследия народов, населяющих данный регион.

В данном исследовании с использованием ГИС-технологий осуществлена реконструкция расселения отдельных территориальных групп, проживавших на территории Анабарского района. Их границы в значительной степени имели естественный характер и в целом соответствовали бассейнам рек. Установлено, что границы ареалов расселения родов выходили за пределы современной территории Анабарского района. Основным источником материала является база данных топонимов, выявленных из 20 топографических листов масштаба 1:200000, покрывающих всю территорию Анабарского района. В статье представлены результаты картографирования ареалов расселения родов и этнотопонимов. Прежде всего, это этнотопонимы, образованные от этнонимов (хангалас, хатыгын, галаа, арыйаат, барах, сэдэмэ и т.п.). Установлено, что топоним может выступать названием для группы хозяйств, имеющих смешанное происхождение (куладинцы, омолдот).

Сопоставление реконструированного ареала расселения родов с отображением этнонимов на карте Анабарского района показало недостаточное их присутствие в топонимах. Это говорит о недостаточном сохранении этнонимов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: расселение, коренные народы, картографический метод, топонимия, этнонимы, Анабар, Якутия.

[1] Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН, отдел истории и арктических исследований, Петровского д. 1, 677027, Якутск, Россия, *e-mail:* **filippovav@mail.ru**

Viktoriya V. Filippova[1]

LOCAL ETHNIC GROUPS OF ANABAR DISTRICT: MAPPING OF ETHNONYMS IN ORDER TO PRESERVE HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE

ABSTRACT

Anabar district of Sakha Republic (Yakutia) is a complex ethnocultural region, where toponyms of different eras coexist, which is explained by the dynamics of the ethnic composition of the population over thousands of years. Toponymy extent reflects the historical and geographical specifics of the region. On the map of the Anabar district, several toponymic layers are distinguished: Dolgan, Evenki, Yakut and Russian. The study was funded by the Russian Foundation of Basic Research (No. 20-09-00257), one of the tasks of which is to identify toponymic complexes - groups of place names that characterize the development of the studied territory, as well as to consider toponyms as objects of cultural heritage of the peoples inhabiting this region.

In this study, using GIS technologies, the reconstruction of the settlement of local ethnic groups that lived in the territory of the Anabar district was carried out. Their borders were largely natural in nature and generally corresponded to river basins. It is established that the boundaries of the distribution areas of the genera went beyond the boundaries of the modern territory of the Anabar district. The main source of the material is a database of toponyms identified from 20 topographic maps (scale 1:200000), covering the whole territory of the Anabar district. The article presents the results of mapping the areas of settlement of tribes and ethnotoponyms. First of all, these are ethnotoponyms formed from ethnonyms (khangalas, khatygyn, gala, aryyaat, barakh, sedeme, etc.). It is established that place name used to as a name for a group of farms of mixed origin (kuladintsy, omoldot).

Comparison of the reconstructed area of settlement of tribes with the display of ethnonyms on the Anabar district's map showed their insufficient presence in toponyms. This indicates a lack of preservation of ethnonyms.

KEYWORDS: settlement, Indigenous people, cartography method, toponomy, ethnonyms, Anabar, Yakutia

ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестно, что происхождение топонимов тесно связано с общественной жизнью и языками народов, которые населяли или населяют те или иные местности. Географические названия сложились в процессе долгого и сложного развития человеческого познания, показывающего отношение людей к окружающему ландшафту. В топонимах запечатлены исторические этапы заселения территории, хозяйственная деятельность людей, древние миграции и межнациональные контакты, исторические, политические и социально-экономические изменения, географические особенности, приметы местности, в том числе и те, которые в настоящее время уже исчезли [*Аюбов,* 2018].

Целью проекта, реализуемого при поддержке РФФИ (№20-09-00257), является проведение комплексного исследования с использованием междисциплинарных подходов по социальной антропологии культурного ландшафта Хатанго-Анабарского региона как целостного историко-культурного пространства, сложившегося в результате взаимодействия человека и природы, локальных этнических сообществ и социальных институтов.

[1] Institute for Humanities Research and Indigenous Studies of the North of Siberian branch of the Russian Academy of Sciences, History and Arctic Research Department, Petrovskogo 1, 677027, Yakutsk, Russia, *e-mail:* **filippovav@mail.ru**

Одной из задач проекта является выделение топонимических комплексов – групп названий, характеризующих освоенность исследуемой территории, а также рассмотрение топонимов как объектов культурного наследия народов, населяющих данный регион.

Анабарский улус (район) в рамках проекта РФФИ рассматривается нами как часть Хатанго-Анабарского региона, где население представлено как коренными этносами (долганы, эвенки, нганасаны, якуты), так и русскими, прибывшими как в дореволюционное время, так и в советский период. Анабарский национальный (долгано-эвенкийский) улус (район) расположен за Полярным кругом в зоне тундры и лесотундры на крайнем северо-западе Республики Саха (Якутия). Среди коренного населения по переписи 2010 г. преобладают долганы с долей в 42,4%, эвенки – 22,7%, якуты – 21,6%, эвены – 6,4%. Улус состоит из двух муниципальных образований: Саскылахского национального эвенкийского наслега (с. Саскылах, который также является районным центром) и Юрюнг-Хаинского национального долганского наслега, единственным населённым пунктом которого является одноименное село.

Историко-культурное наследие Анабарского района – это не только памятники материальной и духовной культуры, но также и исторически сложившиеся топонимы, являющиеся одним из важнейших компонентов культуры данной территории. Топонимы несут в себе комплексную информацию об истории, этнографии и языке, выполняя важнейшую функцию сохранения и поддержания исторической памяти поколений. Региональная топонимия – бесценный памятник духовной культуры человечества, хранящий память народа о его прошлом. В этой связи, в рамках данной статьи проведён анализ этнонимов, встречающихся на территории Анабарского района, осуществлено их картографирование. Для достижения данной задачи с использованием ГИС-технологий создана база данных топонимов Анабарского районов Якутии на основе топографических карт масштаба 1:200000, интегрированной в ГИС в виде шейп-файлов пространственных объектов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате работы над проектом был накоплен обширный массив пространственно-временных данных, характеризующих топонимы Анабарского района.

Первую группу источников составили топографические и разновременные карты территории Анабарского района. Карты служат хорошим средством определения времени введения топонима в картографический оборот; кроме того, именно они часто служат источником фонового топонимического материала, замкнутого в определённых хронологических рамках [*Бурыкин,* 2013, с. 11]. В качестве источников использованы карты землепользований за 1930–1981 гг., современная карта охотугодий и кочевых родовых общин. В базу данных ArcGIS были введены все географические названия объектов, извлечённые из 20 топографических листов масштаба 1:200000, покрывающие всю территорию Анабарского района. По разновременным картам были уточнены отсутствующие объекты, извлечены ранее существующие названия. В результате в базу данных внесено 166 гидронимов, 12 оронимов, 42 ойконимов.

Далее для выявления этнонимов была изучена вторая группа источников, представляющая собой различные материалы: литература по истории и исторической географии региона, архивные документы, словари географических названий, периодические издания. В результате анализа материалов второй группы источников установлены названия родов, населявших территорию Анабарского улуса и реконструированы ареалы их расселения.

Выбор хронологических рамок исследования обусловлен данными, выявленными из архивных документов, и охватывают период начала XX в. по настоящее время.

В работе были использованы следующие методы: описательный, историко-сравнительный, историко-географический; статистический и геинформационный. Были применены методы топонимических исследований. Верификация топонимов проводилась во время полевых исследований в сентябре 2020 г. в Анабарском районе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Реконструкция расселения родов Анабарского района

В дореволюционное время Анабарский район делился на роды и подчинялся Булунскому земскому заседанию. По родам выбирались старосты. В современных границах исследуемой территории проживало восемь родов: в Анабарском наслеге – мещане (Поповы), Барах (Спиридоновы), Сэдэмэ (Туприны и Кылтасовы), в Саскылахском и Джесейском наслегах – Хатыгын (Андросовы и Винокуровы), Омолдот (Соловьевы и Арьяновы), Хангалас (Поповы), Эмис (Куладинцы), Эдьээт (Платоновы и Акакиевы). Все эти роды в старину имели строго разграниченные места кочевий, охоты и промыслов.[1]

Предки рода Сэдэмэ по рассказам стариков были выходцами из Хорго и Попигая, предки рода Барах также были из Попигая. Это были два крупных рода, занимавшихся оленеводством, оленьи пастбища и охотничьи угодья которых располагались в нижнем течении р. Анабар и ее правого притока Суолема. Мещане (Поповы) считают себя выходцами с запада еще с XVII в. и пришедшими на Анабар через Енисей, Носко, Хорго и Кюель. По всей территории Анабарского района еще в начале XX в. были разбросаны остатки русских изб по течению р. Анабар и промысловые избы по прибрежью моря, которые местные называли *нючей*.[2]

Первые комплексные исследования территории Анабарского района проводились во время Комплексной экспедиции Академии Наук СССР по изучению производительных сил Якутской Республики 1925–1930 гг. и во время землеустроительных экспедиций в 1931–1934 гг. после создания самостоятельного Анабарского района. В отчетах данных экспедиций в сведениях о населении Анабарского района было указано, что население Анабарского наслега состоит из трех родов “Кирисийээт” (Поповы), “Барах” (Спиридоновы), “Сэдэмэ” (Туприны, Кылтасовы). В состав Джессейского наслега входили пять родов: “Хатыгын” (Андросовы, Винокуровы), “Омолдот” (Соловьевы, Арьяновы), “Хангалас” (Поповы), “Эмис” (Куладинцы), “Эдьээт” (Платоновы, Акакиевы). [3]

В краеведческой литературе [Гольдерова А.А., 2013; Сэттэ Сэдэмэ ситимэ, 2016; Шубин-Полярный, 1994] дается более подробное описание о родах. К роду Дулган (другое их название Галаа) относят Кылтасовых и Акакиевых. К роду Осогостох относят Васильевых. Род Лэмпиэскэ (Игнатьевы) прибыли сюда со стороны оз.Ессей через Кирбейский наслег Оленекского района. Акакиевы (Үнүкээн Юнюкян) представляют якутский род Дулган, прибывший из Красноярского края.

Имеются группы хозяйств, прибывшие из других районов Якутии, записанных как отдельные рода. Так, род Омолдот (Соловьевы, Сергеевы, Корякины, Дьяконовы и др.) засел в этих краях в начале XX в. и состоял из выходцев местности Натара Жиганского района, Сиктях и Тюмяти Булунского района. Куладинцы – это группа хозяйств,

---

1 Национальный архив Республики Саха (Якутия). Ф. Р-499. Оп. 3. Д. 121. Л. 16.

2 Национальный архив Республики Саха (Якутия). Ф. Р-499. Оп. 3. Д. 121. Л. 17.

3 Национальный архив Республики Саха (Якутия). Ф. 640-р. Оп. 1. Д. 49. Л. 1. Название родов даются на якутском языке буквами первого якутского алфавита. Расшифовка Филипповой В.В.

входившая в состав Анабарского района в 1930-е гг., было названо по ареалу кочевания по р. Кулады.[1]

Во время полевых работ в Анабарском улусе в сентябре 2020 г. жители, кроме вышеуказанных родов, называли род Бети (Бетюнские), Осогостох (Васильевы), Лэмпиэскэ (Игнатьевы), Кирисийээт (Поповы, Семенниковы). Интервьюеры отдельно как род указывали род Арыйаат (Арьяновы) и Ларбыйаан (Туприны).

На основе архивных документов, опубликованных источников, краеведческой литературы и интервью со старожилами во время полевых работ, в базу данных были введены сведения о расселении родов Анабарского района. В результате анализа информации о родах в ГИС, были реконструированы ареалы расселения родов на территории Анабарского района, представленные на рис. 1.

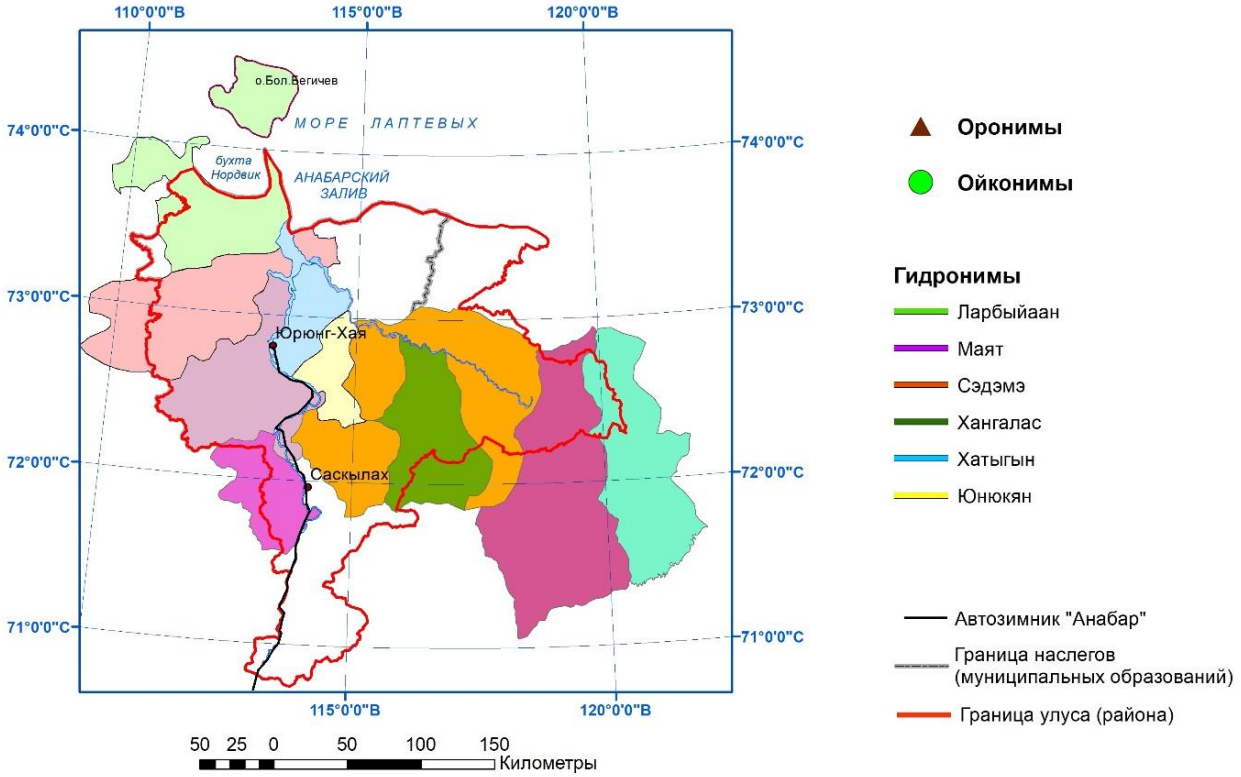


Рис. 1. Реконструкция ареалов расселения родов на территории Анабарского района в ГИС (составлено автором)

Fig. 1. Reconstruction of local ethnic area of Anabar region in created GIS

Анализ пространственного отображения территориально-родовой принадлежности анабарцев показал, что ареал их расселения выходил за пределы современной территории Анабарского района. Одним из крупных родов был род Хатыгын, занимавший бассейн р. Уэле от устья р. Куоча до места, где Уеле разделяется на Хангалас-Уэле и Хатыгын-Уэле, охватывая бассейн последней. Территория рода Хатыгын также охватывала бассейны рек Амыр-Кылайа, Тистях-Юрюе, и еще бассейн р. Средняя. Вторым по численности населения был род Хангалас, территория которого пролегала по бассейну р. Хангалас-Уэле.

Род Барах занимал остров Большой Бегичев, полуостров Хара-Тумус, бассейн р.Тикян-Юрях и р. Гуримискай, а также побережье. Род Сэдэмэ кочевал по бассейну

[1] Национальный архив Республики Саха (Якутия). Ф. 55-р. Оп. 30. Д. 454. Л. 46-47.

р. Суолема. Район расселения рода Арыйаат охватывал устья р.Половинная и р.Доруоха, бассейны рек Харабыл, Конниес, а северная граница по р. Анабар доходила до её рукава возле устья р.Суолема. Границы ареалов расселения были проведены по рекам и водоразделам рек. Территория возле ранее существовавшего поселения Туостуя является ареалом расселения рода Кирисийээт (Поповы). Это Анабаро-Уэленское междуречье, на юге-западе граничили с родом Галаа. Район проживания рода Галаа находился между землями рода Арыйаат и Хатыгын. Род Дулган (Акакиевы) кочевал на западной стороне р.Анабар возле границы с Красноярским краем.

За пределами современной границы Анабарского района находятся ареалы двух родов: Бети и Куладинцы. Рода Бети кочевал по бассейнам р.Буолкалах, р. Ары-Онгорбут и по верховьям р. Удякан и Удя. Куладинская группа хозяйств осваивала территорию, отграниченную с юга р. Пур, с востока – р. Хос-Терюттях (приток р. Пур) и р. Чарчакы (приток р. Оленек); с севера проходящей примерно в 10 км параллельно р.Оленек; южной границей Усть-Оленекского совета Булунского района; с запада – р. Ары-Онгорбут (приток р. Пур), р. Оке (приток р. Хастах) и рр. Хастах и Буолкалах. Песцовые пасти куладинцев находились по р.Буолкалах, её притоку Хастах, по р. Пур, её притокам Кулады, Улахан-Хос-Терюттях и р. Кыра-Хос-Терюттях, по левому приток р.Оленек – р. Чарчакы равно как и по притокам всех этих рек.

Этнонимы на карте Анабарского района

Анализ, введённых в базу данных топонимов, позволило выявить 12 этнонимов, представленных в названиях двух гор (Арыйаан Хайата, Галаа Хайата), двух ранее существовавших поселений (Галаа и Маят) и восьми рек (рис. 2). Как показано на рис. 2., расположение этнонимов совпадает с ареалом расселения родов.

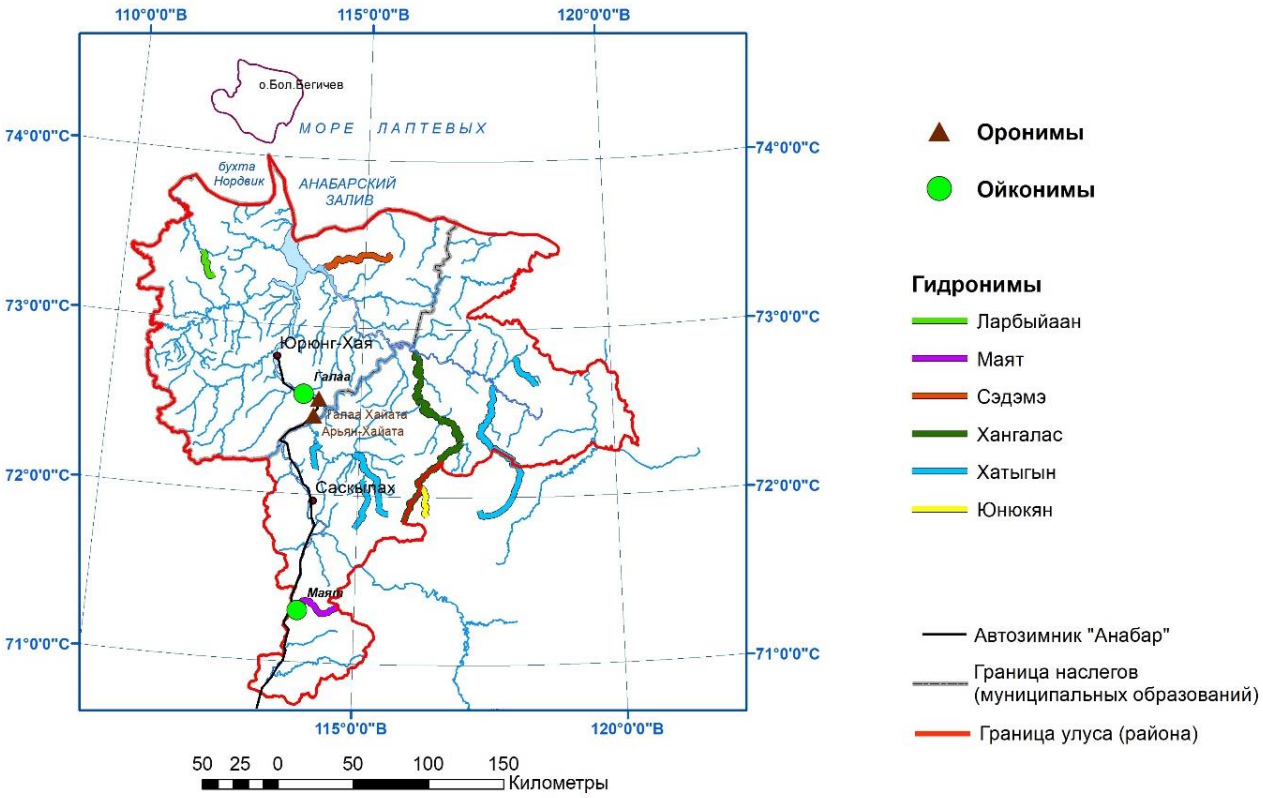


Рис. 2. Этнонимы на карте Анабарского района
Fig. 2. Ethnonyms of Anabar region

Этноним Хангалас встречается в названии реки Хангалас-Уэле, а этноним Хатыгын – в топониме Хатыгын-Уэле. Бассейны этих рек были основными районами расселения данных родов. В топонимии Анабарского района нашли отражение имена (прозвища) представителей родов. Например, притоки р. Средняя до сих пор названы именами предков рода Хатыгын – Илья-Средняя, Сагалах-Огоннер-Средняя (на карте обозначается как Сагалах-Средняя. – *В.Ф.*). Самым известным из рода Сэдэмэ считается Илья-Хосун, по имени которого и названа р. Илья-правый приток р. Уеле. Речка Ларбыйаан-Юрях была названа в честь одного из предков Туприных.

Этноним Арыйаат представлен в названии горы Арьян-Хайата, находящегося возле устья р.Средняя. Этноним Галаа нашло отражение в названии горы Галаа Хайата, возле которого и жил род, а также в названии поселения, зафиксированного в данных переписи населения 1939 г., в котором в то время проживало 37 чел. Гора Галаа находится ниже устья р. Половинная.

Интересно наличие этнонима Маят на карте Анабарского района. Маят (майаат) – одна из родовых групп нганасанов [*Иванов,* 2005]. Данный этноним нашел отражение в названии речки Маят и поселения, находившегося на ней, в котором в 1939 г. проживало 3 чел.

Изучение исторических документов выявило, что топонимы могут выступать названиями родов в случае, когда данный род состоит из представителей нескольких родов или выходцев из других районов. Примером служит гидроним Кулады, по названию которого была названа группа хозяйств, населявшая ее бассейн.

И в настоящее время в структуре жителей Анабарского района выше рассмотренные рода являются доминирующими. Так, на основе подсчета данных книг похозяйственного учета населения во время полевых работ установлено, что 33,0% жителей являются представителями рода Сэдэмэ и Ларбыйаан (Туприны), 12,3% являются потомками рода Барах (Спиридоновы), 3,9% – Галаа (Кылтасовы).

ВЫВОДЫ

Одной из важных проблем в топонимике является сохранение древних, исторически важных топонимов, т.к. они содержат в себе сведения из жизни предков. Сопоставление реконструированного ареала расселения родов с отображением этнонимов на карте Анабарского района показало недостаточное их присутствие в топонимах. Это говорит о недостаточном сохранении этнонимов. В перспективе планируется установить этническую принадлежность выявленных территориальных групп, что представит основу для новых гипотез и теорий в области этногенеза и этнической истории Анабарского района.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант №20-09-00257 «Хатанго-Анабарский регион в XX – начале XXI в.: антропология культурного ландшафта».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was funded by the Russian Foundation of Basic Research, grant No 20-09-00257.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аюбов А.Р.* Топонимы как ценное наследие культуры. Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика Б. Гафурова. Гуманитарные науки, 2018. №4. С. 53–57.

2. *Бурыкин А.А.* Имена собственные как исторический источник: По материалам русских документов об открытии и освоении Сибири и Дальнего Востока России XVII–XIX веков. СПб.: Петербургское Востоковедение, 2013. 536 с.
3. *Гольдерова А.А.* Дьэһэй нэһилиэгэ: Анаабыр улууһа. Дьокуускай: Сахаада, 2013. 126 с.
4. *Иванов М.С. Багдарыын Сюлбэ.* Топонимика улуса. Анабарский улус: История. Культура. Фольклор. Якутск: Бичик, 2005. С. 31–37.
5. Сэттэ Сэдэмэ ситимэ. Якутск: РИО медиа-холдинг, 2016. 136 с.
6. *Шубин-Полярный К.Н.* Дорогами предков. Якутск: Ситим, 1994. 33 с.

REFERENCES

1. About Sedeme Tribe. Yakutsk: Media holding company of Sakha Republic (Yakutia), 2016. 136 p. (In Yakut language).
2. *Ayubov A.R*. Toponyms as a valuable cultural heritage. Scientific notes of Khujand State University. academician B. Gafurov. Humanities, 2018. No 4. P. 53–57 (in Russian).
3. *Burykin A.A.* Individual names as a historical source: Based on the materials of Russian documents on the discovery and development of Siberia and the Russian Far East of the XVII–XIX centuries. St. Petersburg: St. Petersburg Oriental Studies, 2013. 536 p. (in Russian).
4. *Golderova A.A.* Diehei Nasleg (Municipality) of Anabar district. Yakutsk: Sakhaada, 2013. 126 p. (In Yakut language).
5. *Ivanov M.S.-Bagdaryyn Syulbe*. Toponymy of Anabar. The Anabar ulus (district): History. Culture. Folklore. Yakutsk: Bichik, 2005. P. 31–37 (in Russian).
6. *Shubin-Polyarny K.N.* By ancestral roads. Yakutsk: Private publishing company “Sitim”, 1994. 33 p. (in Yakut language).

УДК: 528.926 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-482-494**

А.М. Гафуров[1], Б.М. Усманов[2], О.П. Ермолаев[3], А.М. Губайдуллин[4], П.В. Хомяков[5], И.И. Гайнуллин[6]

КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ ВЕБ-РЕСУРС "СТРАНА ГОРОДОВ": ОПЫТ РАЗРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ СОЗДАНИИ ИСТОРИЧЕСКИ-ОРИЕНТИРОВАННОГО ГЕОПОРТАЛА

АННОТАЦИЯ

Организация удобного доступа к пространственной информации для множества пользователей является большой задачей. Для решения этой задачи исследователи представляют результаты своих исследований на тематических геопорталах – геоинформационных системах (ГИС), размещенных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет. Основная функциональность подобных веб-ГИС, помимо непосредственно отображения интерактивной пространственной информации, заключается в возможности производить пользовательские запросы, производить измерения длин и площадей и предоставлять доступ к сопутствующим мультимедиа-материалам. Археологические геопорталы, в отличии от других тематических ГИС, требуют особых подходов к реализации, так как существует необходимость предоставления удобного доступа не только к пространственной информации, но и галерее мультимедийных материалов, а также развернутых описаний. В данной работе описывается подход к разработке картографических веб-ресурса «Страна Городов», предоставляющего доступ к результатам междисциплинарных исследований городищ Волжской Булгарии. Для удобного доступа как к картографическим, так и описательным материалам, было принято решение разделить геоинформационную и аналитическую составляющую на два отдельных, но взаимосвязанных портала в рамках одного веб-ресурса. Веб-ГИС реализована на основе библиотеки Leaflet, и предоставляет интерактивный доступ, помимо информации о непосредственно каждом городище, к серии аналитических карт – карте риска развития экзогенных процессов, карте рисков разрушения городищ, их современного состояния и многим другим. Основные графические и описательные материалы представлены на веб-портале, где для каждого городища была создана отдельная страница, на которой представлены описательный блок, галерея с снимками городища с беспилотного летательного аппарата, тематические и исторические карты, а также интерактивная трехмерная текстурированная модель соответствующего археологического памятника.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геопортал, ГИС, БПЛА, Волжская Булгария, городища, 3D.

[1] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт экологии и природопользования, Товарищеская, д. 5, 420097, Казань, Россия, *e-mail*: **amgafurov@kpfu.ru**

[2] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт экологии и природопользования, Товарищеская, д. 5, 420097, Казань, Россия, *e-mail*: **oleg.yermolayev@kpfu.ru**

[3] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт экологии и природопользования, Товарищеская, д. 5, 420097, Казань, Россия, *e-mail*: **busmanof@kpfu.ru**

[4] Академия наук Республики Татарстан, Институт археологии им. А.Х. Халикова, Бутлерова, д. 30, 420012, Казань, Россия, *e-mail*: **airg_g@mail.ru**

[5] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт экологии и природопользования, Товарищеская, д. 5, 420097, Казань, Россия, *e-mail*: **petr.khomyakov@kpfu.ru**

[6] Университет Иннополис, Центр геоинформационных систем, Университетская, д.1, 420500, Иннополис, Россия, *e-mail*: **i.gainullin@innopolis.ru**

Artur M. Gafurov[1], Bulat M. Usmanov[2], Oleg P. Yermolayev[3], Airat M. Gubaidullin[4], Petr V. Khomyakov[5], Iskander I. Gainullin[6]

THE "COUNTRY OF CITIES" WEB-GIS: DEVELOPMENT EXPERIENCE AND APPROACHES USED IN CREATING A HISTORY-ORIENTED GEOPORTAL

ABSTRACT

Providing convenient access to spatial information for multiple users is a big challenge. To solve this problem, researchers present the results of their research on thematic geoportals - geographic information systems (GIS) located on the Web. The main functionality of such web-GIS, in addition to directly displaying interactive spatial information, is the possibility of making custom searches, measuring lengths and areas, and providing access to related multimedia materials. Archaeological geoportals, unlike other thematic GIS, require special approaches to the implementation, as there is a necessity to provide convenient access not only to spatial information, but also a gallery of multimedia materials, as well as detailed descriptions. This paper describes the approach to the development of cartographic web-resource "Country of Cities" which provides access to the results of interdisciplinary research of Volga Bulgarian settlements. For user-friendly access to both cartographic and descriptive materials, it was decided to divide the geoinformation and analytical component into two separate but interconnected portals within one web resource. Web-GIS is based on the Leaflet library and provides interactive access, besides the information about each ancient settlement itself, to the series of analytical maps - risk map of the development of exogenous processes, risk map of the destruction of ancient settlements, their present state, and many others. The main graphic and descriptive materials are presented on the web portal, where a special page was created for each ancient settlement with a descriptive block, a gallery with images of the settlement from an unmanned aerial vehicle, thematic and historical maps, as well as an interactive three-dimensional textured model of the corresponding archaeological site.

KEYWORDS: geoportal, GIS, UAV, Volga Bulgaria, ancient settlements, 3D.

ВВЕДЕНИЕ

Географическая информация использовалась и используется многие сотни лет. Графические представления о взаимном расположении объектов, рельефе, границ административных единиц позволяют ориентироваться на местности и являются важным географическим и историческим источником информации. Увеличение количества информации, в том числе благодаря появлению новых источников данных дистанционного зондирования, разработке вычислительных систем и алгоритмов обработки привело к появлению и развитию геоинформационных ресурсов (ГИС).

[1] Kazan Federal University, Institute of Ecology and Environmental Sciences, 5 Tovarishcheskaya St., 420097, Kazan, Russia, *e-mail*: **amgafurov@kpfu.ru**

[2] Kazan Federal University, Institute of Ecology and Environmental Sciences, 5 Tovarishcheskaya St., 420097, Kazan, Russia, *e-mail*: **busmanof@kpfu.ru**

[3] Kazan Federal University, Institute of Ecology and Environmental Sciences, 5 Tovarishcheskaya St., 420097, Kazan, Russia, *e-mail*: **oleg.yermolayev@kpfu.ru**

[4] Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, A.Kh. Khalikov Institute of Archaeology, 30 Butlerova St., 420012, Kazan, Russia, *e-mail*: **airg_g@mail.ru**

[5] Kazan Federal University, Institute of Ecology and Environmental Sciences, 5 Tovarishcheskaya St.. 5, 420097, Kazan, Russia, *e-mail*: **petr.khomyakov@kpfu.ru**

[6] Innopolis University, GIS Center, 1 Universitetskaya St., 420500, Innopolis, Russia, *e-mail:* **i.gainullin@innopolis.ru**

Возможности ГИС развивались постепенно, в настоящий момент позволяя получать, хранить и обрабатывать растровую и векторную информацию и производить оверлейные операции буквально в одном окне. Постепенно геоинформационные пакеты стали комплексными и сложными приложениями, что привело к созданию специализированных вычислительных сред. Например, для интерполирования точечной пространственной информации используются разработка Golden Software Surfer – специализированная программа картографирования на основе регулярной сетки, которая интерполирует данные XYZ с нерегулярными интервалами в сетку с регулярными интервалами. Регулярная сетка в дальнейшем может использоваться для создания различных типов карт, включая карту изолиний, теневого рельефа и трехмерных карт поверхности. Доступно множество вариантов построения сеток и карт, что позволяет создавать карты, наилучшим образом представляющие данные. Для построения тематических карт на основе ДДЗЗ используются специализированные ГИС, аккумулирующие в себя алгоритмы классификации и сегментации на основе анализа текстур. В качестве примера можно отметить Trimble eCognition – программное обеспечение, используемое для обработки, моделирования и анализа таких геопространственных данных, как изображения и облака точек, а также ENVI – программный продукт, обеспечивающий полный цикл обработки оптико-электронных и радарных данных дистанционного зондирования Земли.

Помимо специализированных ГИС, существуют комплексные программные продукты, объединяющие в себя работу с векторными и растровыми данными. Наиболее известны такое ПО, как ESRI ArcGIS, Pitney Bowes Software Mapinfo, а также отечественная разработка КБ Панорама с одноименной ГИС «Панорама». Среди ГИС открытого пользования стоит отметить активно развивающуюся ГИС QGIS, а также ГИС SAGA и GRASS. Большинство существующих продуктов представлено в виде программных комплексов для персональных компьютеров.

С развитием коммуникационной сети «Интернет» и облачных вычислений появилась возможность создания веб-ГИС, совмещающих в себе и вычислительный кластер серверов, хранилище данных и работу с системой из окна браузера. Взаимодействие с такой системой происходит по типу сервиса с оплатой по подписке. К числу таких решений можно отнести разработку ESRI ArcGIS Online, GIS Cloud, gvSIG Online. Данные ресурсы позволяют производить операции создания, редактирования и публикации готовых слоев в виде интерактивных карт. Однако, как правило, функциональность создания и редактирования объектов на сервере необходима в меньшей степени, нежели возможность предоставлять доступ к результатам пространственного моделирования в виде страницы в Интернет, поэтому в последнее время все чаще применяется концепция геопорталов в виде интерактивных карт, позволяющих отображать серию тематических материалов в виде точек, полилиний или полигонов, а также растровых объектов [*Karabegovic, Ponjavic,* 2014; *She и др.,* 2019]. Основные возможности геопорталов ограничены отображением уже готовых материалов, измерением длин и площадей, фильтрацией контента и созданием выборки на основе свойств.

Возможность создавать подобные интерактивные веб-страницы дала толчок к созданию целой серии тематических геопорталов, среди которых можно выделить Геопортал данных ДЗЗ Роскосмоса, предоставляющий возможность подбора космических снимков по свойствам, геопортал «Речные бассейны Европейской части России» [*Ermolaev и др.,* 2017], предоставляющий доступ к основной геоинформации о морфометрии, климате, гидрологии, почвах и геологии, представленной в виде набора тематических слоев, приведенной к сетке бассейнов, выступающих в роли операционно-территориальной единицы. Практически на все субъекты Российской Федерации

существуют собственные геопорталы, предоставляющие доступ к основной физико-географической информации о регионе. Тематически существующие геопорталы можно разделить на следующие группы: общегеографические, природопользовательские, геопорталы лесопользования (Интерактивная карта «Леса России»), недропользования (ГИС СОБР Роснедра), сельского хозяйства (Единая Федеральная Информационная Система о Землях Сельскохозяйственного Назначения (ЕФИС ЗСН)).

Использование геоинформационных систем для решения задач археологии дает возможность быстро получать информацию по запросам, сортировать ее и представлять в виде электронных археологических карт с точной локализацией памятников, что особенно важно для организации мероприятий по обеспечению сохранности памятников археологии и пространственного анализа системы расселения древнего населения на микро- и макрорегиональном уровнях. В Институте археологии РАН создана информационная система «Археологические памятники России» – единая геоинформационная система общероссийского масштаба, интегрирующая сведения об объектах археологического наследия на всей территории нашей страны на основании отчетных материалов о полевых археологических исследованиях, хранящихся в архиве Института Археологии РАН. В результате в созданную геоинформационную систему на 2014 г. введено 10 426 строк, содержащих информацию об объектах археологического наследия (6 978 записей) и местах проведения археологических исследований (шурфовок) (3 448 записей), данные об археологических памятниках, содержащихся в научных отчетах за 2012 и частично за 2011 г. Эта информация не только позволяет получать и использовать точные данные о памятниках и их местоположении, но и дает возможность локализовать места проведения археологических изысканий, выявивших отсутствие археологических древностей в тех или иных точках. В свою очередь, это позволяет не только оперативно создавать и использовать археологическую карту любого региона России, но и делать выводы о степени археологической изученности различных районов [*Makarov и др.,* 2017]. Практически в каждом регионе России созданы локальные специализированные информационные системы для памятников разных археологических культур. На уровне микрорегиона отметим многолетнюю совместную работу Института археологии РАН и Германского археологического института в сложных горных ландшафтах Кисловодской котловины, в ходе которой благодаря дешифровке данных дистанционного зондирования Земли было выявлено 160 поселений [*Reinhold et al.,*2016]. Эти материалы интегрированы в ГИС, которая также объединяет данные геофизических обследований, раскопок, почвенные и др. пробы, что позволило в кратчайшие сроки получить огромную информацию о новом, ранее неизвестном феномене кобанской культуры Северного Кавказа – поселений с симметричной планировкой, очертить границы этого феномена и проследить его особенности [*Korobov,* 2011]. Инвентаризация уже выявленных памятников, их дообследование, получение точных данных о местоположении и размещение данных в ГИС позволяет изучать и заново интерпретировать археологические материалы, проводя моделирование исторических процессов и пространственно-исторический анализ культурных ландшафтов [*Mares, Moschek,* 2013]. В данном контексте становится очевидным, что переход к подходу, основанному не на хранении информации на локальной вычислительной машине, а на переносе обработанных результатов в доступную широкому кругу специалистов форму веб-ГИС позволит производить анализ неинвазивными (то есть не нарушающими культурный слой), неразрушающими методами.

Существующий опыт доказывает востребованность подобных геоинформационных решений. Например, уже реализована и функционирует специальная веб-ГИС «Atlas of Hillforts of Britain and Ireland», предоставляющая доступ к геопространственной

информации о городищах эпохи бронзы и раннего железного века на территории современных Великобритании и Ирландии. Данный геопортал оставлен исследователями из Эдинбургского университета, Оксфордского университета и Коркского университетского колледжа под руководством Иэна Ралстона и Гэри Лока [*Pouncett,* 2019] и представляет собой нанесенную на карту сеть из 4 147 точек, содержащих в атрибутах основную историческую информацию и данные об археологах, впервые описавших ту или иную территорию. Так же для территории Ирландии создан геопортал Службы Национальных Памятников, на котором отображены места, зарегистрированные археологической службой Ирландии. База данных и архив содержат записи всех описанных или упомянутых памятников, датированных 1700 г., а также отдельно включают подборку памятников после 1700 г. [*Lynch,* 2008]. Кроме того, в Великобритании был разработан картографический веб-ресурс, предоставляющий доступ к задокументированным участкам сельских поселений Римской Британии, на которых производились раскопки. Использование данного геопортала может способствовать пониманию морфологии поселений, полевых систем, архитектуры, промышленности, ритуалов и систем верований, а также пролить свет на более широкие вопросы социального и экономического статуса поселений [*Allen et al.,* 2015]. Для сохранения сведений об разрушающихся в том числе из-за политических конфликтов объектах исторического и культурного наследия Ближнего Востока была разработана Археологическая база данных кризисных районов (CAAD). Ключевой особенностью данного продукта является возможность совместной работы многими пользователями, что способствует более полному наполнению базы геоданных [*Cioé, Merlonghi,* 2017]. В России для информационного обеспечения задач по изучению, учету, мониторингу и охране археологических памятников Республики Крым и города федерального значения Севастополя разработана веб-ГИС «Археологические памятники Крыма» [*Lisetskii et al.,* 2018; *Buryak et al.,* 2019]. Перечисленные решения, по сути, являются базами данных, имеющим пространственную привязку, где археологический памятник представлен точечным объектом. Дополнительных тематических и аналитических карт, позволяющих сделать вывод о зональных особенностях расселения, трендов и паттернов не представлено. Помимо просто картографического представления, многие археологические геопорталы используются для представления трехмерных реконструкций объектов культурного наследия. Из-а схожести функциональности и архитектуры подобных ГИС, ограничимся лишь их перечислением: геопортал музея Castello di Alceste в Италии, позволяющий «посетить» его в дополненной реальности [*Cisternino и др.,* 2019]; геопортал трехмерных реконструкций фортификационных сооружений времен Первой Мировой Войны в Южном Тироле [*Bezzi и др.,* 2018]; информационная система с BIM-реконструкцией базилики Святого Амвросия в Милане [*Banfi и др.,* 2019]; геопортал объектов культурного наследия Австралии [*Nishanbaev,* 2020]; портал средневековых захоронений Чехии и Австрии [*Eichert,* 2021]; веб-портал реконструкций монастырей Греции [*Boutsi et al.,* 2019].

Становится очевидным, что на данный момент разработка археологических картографических веб-ресурсов носит узкотематический характер, при этом нет какой-бы то ни было единой информационной среды и устоявшихся подходов к реализации системы, которая предоставляла бы доступ ко всей исторической информации. С одной стороны, такой подход более чем оправдан: благодаря подобным решениям разработанные веб-ГИС становятся своего рода интерактивными монографиями и отражением проводимых исследований Учитывая современный тренд к проведению междисциплинарных исследований, узкоспециальная направленность существующих геопорталов в области археологии является очевидным минусом, Большинство ресурсов

предназначены для использования специалистами в данной области и направлены на каталогизацию существующих археологических объектов с указанием пространственного положения, текстовой информацией и изображениями. Отражение междисциплинарных исследований с привлечением тематических и аналитических карт, разновременных данных дистанционного зондирования, виртуального отображения археологических объектов, на наш взгляд является тем направлением, в котором должны развиваться археологические геопорталы.

В данной статье отражены исследования городищ Волжской Булгарии, представляющих собой укрепленные поселения, выделяющиеся на фоне окружающего их ландшафта благодаря дошедших до наших дней фортификационным сооружениям – валам и рвам. До сих пор в археологической литературе указанные памятники рассматриваются по устаревшим и неточным планам и описаниям, полного обследования с учетом современных методов и подходов не проводится, также не учитывается их трансформация площадок городищ и разрушения оборонительных сооружений. Валы и рвы, являющиеся уникальным признаком городищ, разрушаются под воздействием негативных антропогенных и экзогенных процессов; сокращаются площади памятников, что приводит к утрате их формы и культурного слоя. В этих условиях не только исследователи оперируют неточными сведениями, приводящим к ошибкам в типологии, но и эти уникальные свидетельства прошлого могут полностью исчезнуть, как, например, в течении последних 60-ти лет были полностью уничтожены оборонительные сооружения Хулашского, Танай-Тураевского и многих других городищ.

В данных условиях, важным представляется максимально точная фиксация современного состояния памятников археологии с использованием возможностей современных технологий – 3D-моделирования, ГНСС и ГИС. Целью работы является разработка археологического геопортала, предоставляющего доступ к результатам оценки современного состояния средневековых городищ Волжской Булгарии на основе комплекса неразрушающих методов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Разработка археологическо-картографического сервиса «Страна Городов» является завершающим этапом многолетних работ по полевому трехмерному моделированию, оценке состояния и риска разрушения городищ Волжской Булгарии. Территория Волжской Булгарии располагалась на юго-востоке Европейской части России, занимая территорию современной Республики Татарстан, Самарской, Ульяновской областей и частично захватывая восточную часть Чувашской Республики. Основой геопортала является геобаза данных на 102 объекта, представляющих собой картированные границы средневековых булгарских поселений [*Ivanov et al.,* 2021] (рис. 1).

Наполнение базы данных производится на основе информации, собранной в полевых условиях с использованием съемки с беспилотного летательного аппарата (БПЛА) [*Gafurov,* 2021]. Данные, полученные с БПЛА, служат основой для построения цифровых моделей высот (ЦМВ) сверхвысокого разрешения, а также спроецированных на них ортофотопланов. Данные ЦМВ очищаются от артефактов, зданий и лесных насаждений, после чего преобразуются в цифровую модель рельефа, которая в свою очередь используется для расчета различных морфометрических и статистических показателей, таких как крутизна, экспозиция, профильная и плановая кривизна, максимальные и минимальные высоты рельефа городища, а также средние показателей.

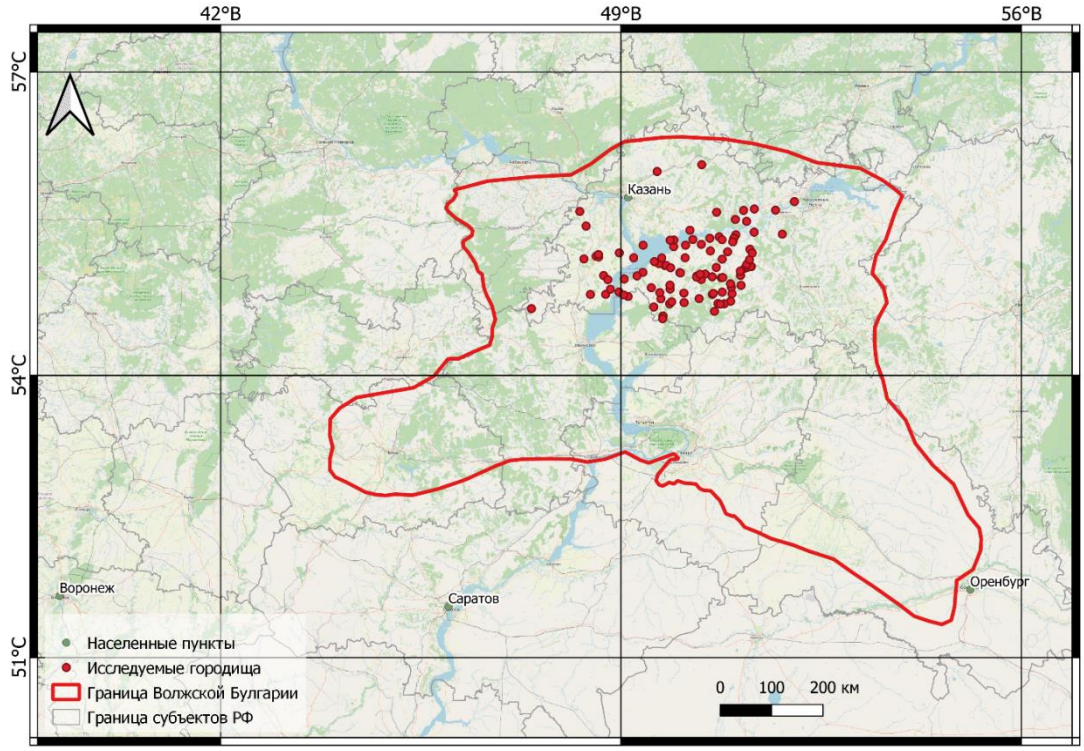


Рис. 1. Границы Волжской Булгарии и исследуемые городища
Fig. 1. The boundaries of Volga Bulgaria and the studied sites

Табл. 1. Структура базы геоданных «Страна Городов»
Table 1. Structure of the "Country of Cities" geodatabase

Поле	Тип поля	Параметр
Id	Целочисленное	Идентификатор городища
Name	Текстовое	Название городища
X	Целочисленное	Координата X
Y	Целочисленное	Координата Y
Geozone	Текстовое	Географический район
Admin	Текстовое	Административный район
HistGubern	Текстовое	Название губернии
HistUezd	Текстовое	Название уезда
HistVolost	Текстовое	Название волости
HistYear	Целочисленное	Год описания
HistName	Текстовое	Автор описания
HMean	Десятичное	Средние высоты
HMax	Десятичное	Максимальные высоты
HMin	Десятичное	Минимальные высоты
SMean	Десятичное	Средние уклоны
AMajor	Десятичное	Преобладающая экспозиция
Soil	Текстовое	Преобладающий подтип почв
Parent	Текстовое	Преобладающий тип четвертичных отложений
Type	Целочисленное	Тип городища по Раппопорту

Landuse	Текстовое	Преобладающий тип землепользования
Destr	Целочисленное	Степень разрушенности
ExoRisk	Целочисленное	Риск возникновения экзогенных процессов
SettRisk	Целочисленное	Риск разрушения городища

Дешифрирование ортофотоплана позволяет выделить изъятые площади городищ, оценить землепользование и состояние конкретного городища [*Gainullin и др.,* 2017; *Gafurov и др.,* 2019]. На основе анализа ортофотопланов, база данных наполняется такими атрибутами, как площадь городища, координаты центроидов, степень разрушенности, землепользование и антропогенные нагрузки [*Yermolaev, Usmanov,* 2014]. Дополнительно привлекаются историографические данные, такие как тип городища по Раппопорту, данные об изученности, территориальные признаки (отнесение к губернии, уезду и волости), а также данные ландшафтно-географического анализа – приуроченность к географическому и административным районам, отнесение к преобладающим типам ландшафта, почв и почвообразующих пород, оценка риска развития экзогенных процессов [*Gafurov, Yermolayev,* 2020]. Полученные данные в дальнейшем используются для оценки риска разрушения городищ, что так же вносится в базу данных (табл. 1).

Для городищ Волжской Булгарии проводилось качественное описание, а проведенные полевые работы сопровождались полевой фото- и видеофиксацией. Для увеличения скорости работы системы, а также тематического разделения функциональности веб-ресурса «Страна Городов» было решено разделить описательную и картографическую части, веб-портал и геопортал, соответственно. Для этого на каждое городище была создана отдельная страница, на которой были созданы тематические блоки: блок с полевыми фотографиями городища с разных ракурсов, снятыми с БПЛА, блок с основной описательной справкой, блок с серией тематических карт (карта с теневым рельефом городища, карта функционального зонирования, график профилей), блок с архивными материалами, а также блок с интерактивной текстурированной трехмерной моделью городища, полученной с помощью съемки с БПЛА.

Картографическая часть реализуется параллельно, и представляет собой классический геопортал реализованный с помощью библиотеки открытого пользования Leaflet [*Crickard,* 2014]. Отличительной чертой библиотеки является ее модульность, что позволяет добавлять функциональность, не внося изменений в основное содержимое геопортала и наоборот. В качестве исходной геоинформации выступает подготовленная база геоданных на городища Волжской Булгарии.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Основная функциональность геопортала заключается в просмотре подготовленных тематических карт, возможности выполнять пользовательские запросы и поиск, а также измерение длин, периметра и площади. Для обеспечения быстрого отклика и скорости работы было принято решение использовать векторный формат исходных данных, тип отображаемых объектов варьируется согласно правилам генерализации от точечного до, по мере приближения к объекту, полигонального, отображающего границы конкретного городища. Созданные тематические карты рассчитывались на муниципалитет, выступающий в качестве операционно-территориальной единицы, и отражают основные показатели – количество городищ в муниципалитете, преобладающий тип городищ, муниципалитеты, ранжированные по риску развития экзогенных процессов, разрушения городищ (рис. 2). По нажатию на городище появляется доступ к основной атрибутивной информации, представленной в виде всплывающего окна (рис. 3).

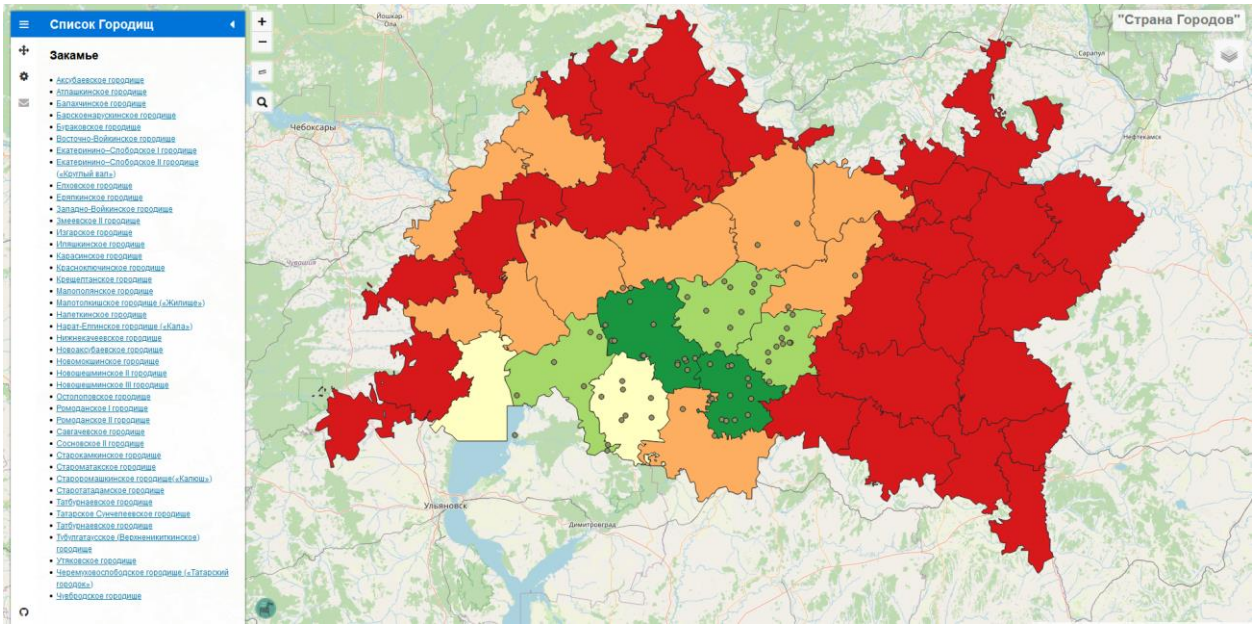


Рис. 2. Основное окно работы с геопорталом «Страна Городов»
Fig. 2. The main window for working with the "Country of Cities" geoportal

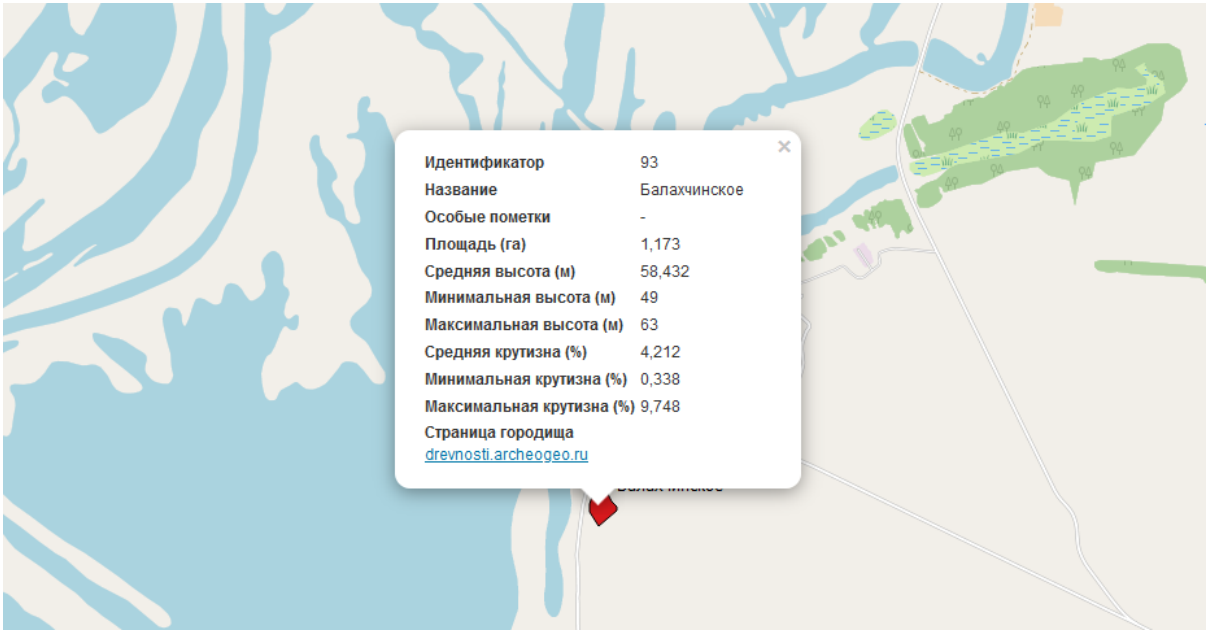


Рис. 3. Отображение атрибутивной информации о городище
Fig. 3. Displaying the attached attribute information about the ancient settlement

Из данного окна можно сразу перейти на страницу городища на веб-портале (рис. 4), на котором представлена более подробная информация об объекте, а также его интерактивная трехмерная модель, с которой можно подробно ознакомиться и, в случае необходимости, скачать, так как все представленные материалы находятся в открытом пользовании под лицензией Creative Commons (CC BY-SA) (свободное использование с обязательной ссылкой на авторов).

Рис. 4. Основное окно работы с веб-порталом
Fig. 4. The main window for working with the web-portal

Для удобства поиска сведений о конкретном городище и на веб-портале, и в веб-ГИС реализован инструмент поиска, кроме того, геопортал предоставляет возможность фильтрации и организации запросов по характеристикам объектов. Для перехода к определенному археологическому памятнику добавлен список городищ, разбитых по географическим районам и ранжированных по алфавиту, по нажатию на которые карта приблизится до границ объекта.

ВЫВОДЫ

На основе полученных данных впервые для территории исследования создан веб-ресурс открытого пользования, позволяющий получить доступ к информации о каждом изученном укрепленном поселении Волжской Булгарии. Это дает возможность специалистам и научным работникам проводить пространственный анализ на разных уровнях генерализации (от регионального до локального). Комбинация описательной составляющей в виде веб-портала и картографической части в виде геопортала позволяет оценить не только закономерности размещения памятников на исследуемой территории, но и изучить отдельные объекты и даже их элементы на основе интерактивных текстурированных трехмерных моделей. Интерактивность моделей, а также размещение информации в научно-популярной форме будет интересна широкому кругу пользователей, от школьников и студентов исторических факультетов, до людей, интересующихся археологией средневековья и историей родного края. Полученные результаты исследования дают возможность их практического использования для заинтересованных представителей научного сообщества, специалистов в сфере охраны памятников истории и культуры, при принятии управленческих решений на региональном уровне.

БЛАГОДАРНОСТИ

Разработка геопортала «Страна Городов» выполнена при поддержке РФФИ (проект № 18-09-40114). Создание и наполнение геобазы данных выполнено при поддержке РНФ (проект № 19-17-00064).

ACKNOWLEDGEMENTS

The development of the "Country of Cities" geoportal was supported by the Russian Foundation for Basic Research (Project No 18-09-40114). The geodatabase creation and filling was supported by the Russian Science Foundation (project No 19-17-00064).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. *Allen M., Blick N., Brindle T., Evan, T., Fulford M., Holbrook N., Lodwick L., Richards J.D., Smith A.* The Rural Settlement of Roman Britain: an online resource, 2015. DOI: 10.5284/1030449.
2. *Banfi F., Previtali M., Stanga C., Brumana R.* A layered-web interface based on HBIM and 360deg panoramas for historical, material and geometric analysis. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Copernicus GmbH, 2019. С. 73–80. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-W9-73-2019.
3. *Bezzi L., Bezzi A., Boscaro C., Feistmantl K., Gietl R., Naponiello G., Ottati N., De Guzman M.* Commercial Archaeology and 3D Web Technologies. J. Field Archaeol., 2018. Т. 43. № sup1. С. S45–S59. DOI: 10.1080/00934690.2018.1505410.
4. *Boutsi A.-M., Ioannidis C., Soile S.* An Integrated Approach to 3D Web Visualization of Cultural Heritage Heterogeneous Datasets. Remote Sens., 2019. Т. 11. № 21. С. 2508. DOI: 10.3390/rs11212508.
5. *Buryak Z.A., Lisetskii F.N., Ilyashenko S.V.* Geoinformation analytical system “Archaeological sites of Crimea”. Geod. Cartogr., 2019. Т. 942. № 12. С. 29–40. DOI: 10.22389/0016-7126-2018-942-12-29-40.
6. *Cisternino D., Gatto C., D’Errico G., De Luca V., Barba M. C., Paladini G. I., De Paolis L.T.* Virtual Portals for a Smart Fruition of Historical and Archaeological Contexts. Augmented Reality, Virtual Reality, and Computer Graphics Lecture Notes in Computer Science. Под ред. L.T. De Paolis, P. Bourdot. Cham: Springer International Publishing, 2019. С. 264–273. DOI: 10.1007/978-3-030-25999-0_23.

7. *Cioé F., Merlonghi M.* The Crisis Areas Archaeological Database (CAAD): a WebGIS for monitoring and safeguarding archaeological heritage. Interactions and New Directions in Near Eastern Archaeology. Trieste: EUT Edizioni Università di Trieste, 2017. С. 77–91.
8. *Crickard P.* Leaflet.js essentials: create interactive, mobile-friendly mapping applications using the incredibly light yet powerful Leaflet.js platform. Birmingham, UK: Packt Pub, 2014. 162 с.
9. *Eichert S.* Digital Mapping of Medieval Cemeteries: Case Studies from Austria and Czechia. J. Comput. Cult. Herit., 2021. Т. 14. № 1. С. 3:1–3:15. DOI: 10.1145/3406535
10. *Ermolaev O.P., Mal'tsev K.A., Mukharamova S.S., Kharchenko S.V., Vedeneeva, E.A.* Cartographic model of river basins of European Russia. Geogr. Nat. Resour., 2017. Т. 38. № 2. С. 131–138. DOI: 10.1134/S1875372817020032.
11. *Gafurov A., Gainullin I., Usmanov B., Khomyakov P., Kasimov A.* Impacts of fluvial processes on medieval settlement Lukovskoe (Tatarstan, Russia). Proc. Int. Assoc. Hydrol. Sci., 2019. Т. 381. С. 31–35. DOI: 10.5194/piahs-381-31-2019.
12. *Gafurov A.* The Methodological Aspects of Constructing a High-Resolution DEM of Large Territories Using Low-Cost UAVs on the Example of the Sarycum Aeolian Complex, Dagestan, Russia. Drones, 2021. Т. 5. № 1. С. 7. DOI: 10.3390/drones 5010007.
13. *Gafurov A.M., Yermolayev O.P.* Automatic Gully Detection: Neural Networks and Computer Vision. Remote Sens. 2020. Т. 12. № 11. С. 1743. DOI: 10.3390/rs12111743.
14. *Gainullin I.I., Khomyakov P.V., Sitdikov A.G., Usmanov B.M.* Qualitative assessment of the medieval fortifications condition with the use of remote sensing data (Republic of Tatarstan). Fifth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2017), 2017. С. 104440X. DOI: 10.1117/12.2279136.
15. *Ivanov M., Abdullin H., Gainullin I., Gafurov A., Usmanov B., Williamson J.* Using XVIII–XIX Cent. Maps and Modern Remote Sensing Data for Detecting the Changes in the Land Use at Bulgarian Fortified Settlements in the Volga Region. Earth, 2021. Т. 2. № 1. С. 51–65. DOI: 10.3390/earth2010004.
16. *Karabegovic A., Ponjavic M.* Geoportal as Interface for Data Warehouse and Business Intelligence Information System. Advances in Business ICT Advances in Intelligent Systems and Computing. Под ред. M. Mach-Król, T. Pełech-Pilichowski. Cham: Springer International Publishing, 2014. С. 27–40. DOI: 10.1007/978-3-319-03677-9_2
17. *Korobov D.* Fundamentals of geoinformatics in archeology. Moskow: MGU, 2011. 224 с.
18. *Lisetskii F.N., Buryak Z.A., Zelenskaya Evgenia Ya.* The Infrastructure of Land Management in the Post–Antique Agrolandscapes of Crimea. Biogeosystem Tech., 2018. Т. 5. № 1. С. 71–86. DOI: 10.13187/bgt.2018.1.71.
19. *Lynch A.* The national monuments service: (Department of the Environment, Heritage and Local Government). Natl. Monum. Serv. Dep. Environ. Herit. Local Gov., 2008. Т. 22. № 2. С. 10–12.
20. *Makarov N.A., Zelentsova O.V., Korobov D.S., Voroshilov A.N.* The space of antiquity: Archaeological sites on the map of Russia. Her. Russ. Acad. Sci., 2017. Т. 87. № 4. С. 336–347. DOI: 10.1134/S1019331617030078.
21. *Mares D., Moschek W.* Place in Time: GIS and the Spatial Imagination in Teaching History. History and GIS: Epistemologies, Considerations and Reflections. Под ред. A. von Lünen, C. Travis. Dordrecht: Springer Netherlands, 2013. С. 59–72. DOI: 10.1007/ 978-94-007-5009-8_5.

22. *Nishanbaev I.* A web repository for geo-located 3D digital cultural heritage models. Digit. Appl. Archaeol. Cult. Herit. 2020. Т. 16. С. e00139. DOI: 10.1016/j.daach.2020.e00139.
23. *Pouncett J.* The Atlas of Hillforts of Britain and Ireland Online. Hillforts: Britain, Ireland and the Nearer Continent. Под ред. G. Lock, I. Ralston. England: Archaeopress, 2019. С. 155–162.
24. *Reinhold S., Belinskiy A., Korobov D.* Caucasia top-down: Remote sensing data for survey in a high altitude mountain landscape. Quat. Int., 2016. Т. 402. С. 46–60. DOI: 10.1016/j.quaint.2015.10.106.
25. *She B., Hu T., Zhu X., Bao S.* Bridging open source tools and Geoportals for interactive spatial data analytics. Geo-Spat. Inf. Sci., 2019. Т. 22. № 3. С. 185–192. DOI: 10.1080/10095020.2019.1645497.
26. *Yermolaev O., Usmanov B.* The basin approach to the anthropogenic impact assessment in oil-producing region, 2014. С. 681–688. DOI: 10.5593/SGEM2014/B52/S20.090.

УДК: 528.9, 913, 81’373.21, 72.03 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-495-519**

А.А. Герцен[1], С.К. Костовска[1], Т.П. Нестерова[2]

ЗАГАДКИ ВАСИЛЬКОВА НА ДНЕСТРЕ: ИСТОРИЯ, ГЕОГРАФИЯ, ТОПОНИМИЯ, АРХИТЕКТУРА

АННОТАЦИЯ

В статье проводится комплексный историко-географический, топонимический и архитектурный анализ уникального памятника средневекового культово-оборонительного зодчества – церкви Успения Богородицы в Василькове на Днестре и окружающей его территории, расположенных на современной государственной границе Молдавии с Украиной, а в Средние века служивших пограничным пунктом Молдавского княжества с Великим княжеством Литовским и восточным форпостом столицы Сорокского цинута (края) и его главного фортификационного сооружения – Сорокского замка.

Архитектура сельского храма с башней-колокольней, возведённого на высоком мысу с крутыми склонами, представляет собой редкий пример сохранившегося сооружения, сочетающего традиции деревянного зодчества на основе пропорций, применявшихся в древности для строительства церквей из камня. Средневековый укреплённый пункт с уникальным памятником культово-оборонительного зодчества, вместе с двором, торговой площадью, а также древней торговой дорогой и переправой через реку, составляют единый природный и историко-культурный комплекс.

Решение историко-географических загадок, окутывающих памятник наследия, проводится на основе комплексного полимасштабного историко-картографического анализа и применения современных геоинформационных методов, в т.ч. сопоставления топографических карт с аэрофотографическими и космическими снимками местности, а также высокоточными цифровыми моделями рельефа, гидрографии и др. картографическими продуктами. Высокоэффективен метод сопоставления картографических изображений местности по хронологически срезам (в различные исторические периоды), позволяющий проследить историко-географическую эволюцию местности.

Изучение комплекса топонимических проблем, связанных с исследуемой территорией, выявляет процессы массового переноса географических названий в древности, охватившего не только Северо-Западное Причерноморье и прилегающие к нему территории, но и гораздо более широкие пространства Восточно-Европейской равнины, где сформировались современные топонимические ландшафты.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: карты, топонимы, ландшафт, храм, междисциплинарные исследования.

1 Институт географии Российской академии наук, Старомонетный пер., д. 29, 119017, Москва, Россия, *e-mail:* **gerzen@igras.ru**, **silvakos@igras.ru**.

2 Институт культурного наследия, просп. Стефана Великого, 1, 2001, Кишинёв, Молдавия, *e-mail:* **neste2003@list.ru**.

Andrey A. Herzen[1], Silviya K. Kostovska[1], Tamara P. Nesterova[2]

MYSTERIES OF VASILKOV ON THE DNIESTER: HISTORY, GEOGRAPHY, TOPONYMY, ARCHITECTURE

ABSTRACT

The article provides a comprehensive historic-geographical, toponymic and architectural analysis of a unique monument of medieval religious and defensive architecture – the Church of the Assumption of the Virgin in Vasilkov on the Dniester and its surroundings, located on the modern state border of Moldavia with the Ukraine, and in the Middle Ages it served as the border point of the Principality of Moldavia with the Grand Duchy of Lithuania and the eastern outpost of the capital of the tsinut (county) of Soroky and its main fortification – the Soroka castle. The architecture of the rural temple with a bell tower, erected on the elevated cape with steep slopes, is a rare example of a preserved structure that combines the traditions of wooden architecture based on the proportions used in antiquity for the construction of stone churches. The medieval fortified point with a unique monument of the cult-defensive architecture together with a courtyard, a trading square, as well as an ancient trade road and a river crossing represent a united natural and historic-cultural complex.

The solution of historic-geographical puzzles enveloping the monument of heritage is based on a comprehensive multiscale historic-cartographical analysis and the use of modern geographic information methods, including comparison of topographic maps with aerial and satellite images of the terrain, as well as high-precision digital elevation models, hydrography and other cartographic products. A method of comparing cartographic images of an area in chronological slices (in different historical periods) is supposed to be highly effective. It allows you to observe the historic-geographical evolution of the area.

A research of the complex of toponymic problems associated with the territory under study reveals the processes of massive transfer of geographical names in antiquity, covering not only the North-Western Black Sea Region and adjacent territories, but also much wider spaces of the East European Plain, where modern toponymic landscapes were formed.

KEYWORDS: maps, toponyms, landscape, temple, interdisciplinary research

ВВЕДЕНИЕ

В ходе комплексных исследований историко-географических ландшафтов Северо-Западного Причерноморья в рамках совместных экспедиций Русского географического общества и Молдавского историко-географического общества в 2016–2019 гг., а также проведения историко-картографического анализа бассейна Среднего Днестра, авторы обратили внимание на уникальные древние культовые и оборонительные сооружения, входящие в Рашковский природный и историко-культурный комплекс [*Герцен и др.*, 2019, с. 335–360], а также и мало известный старинный храм в селе *Васильково (Василкэу, Vasilcău*) Сорокского района Республики Молдова [*Герцен и др.*, 2019, с. 364–366] (рис. 1).

Затерянный на приднестровской окраине и известный преимущественно местным жителям скромный сельский храм классифицирован как памятник архитектуры середины XIX в. и внесён в Реестр охраняемых памятников Республики Молдова (№ 2805). В из-

1 Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 29, Staromonetny per., 1190117, Moscow, Russia, *e-mail:* **gerzen@igras.ru**, **silvakos@igras.ru**.

2 Institute of Cultural Heritage, 1, Stefan cel Mare bd., 2001, Kishinev, Moldavia, *e-mail:* **neste2003@list.ru**

данном в 1988 г. макете «Свода памятников истории и культуры МССР»[1] сооружение датировано 1848 г., но не раскрыта история церкви. Вся информация ограничена описанием её архитектуры[2]. Отметим сразу, что большая часть сведений носит лишь общий описательный характер, некоторые на сегодняшний день устарели, а специальные исследования не проводились.

Рис. 1. Церковь Успения Богородицы в Василькове, вид с северо-запада (а); башня-колокольня, вид с северо-запада (б); вид из башни на долину Днестра (в)

Fig. 1. Assumption of the Virgin Church in Vasilkov, view from the north-west (a); bell tower, view from the north-west (b); view from the tower to the Dniester valley (c)

В путеводителе по Сорокскому району, изданном в 2017 г. уточняется, что церковь строилась в период 1841–1848 гг. на средства владельца вотчины Константина Строеску, и, по мнению автора справочника со ссылкой на историка Т. Чобану «наиболее вероятно на месте деревянной церкви». Другие данные, касающиеся истории села, свидетельствуют, что в 1862 г. при Успенской церкви была открыта приходская школа, а также имеется ещё одна сельская церковь – Св. Параскевы, которую начали строить в 1928–1930 гг., но завершили только в 2005 г. [*Miron*, 2017, с. 101]. В случае с Успенской церковью Василькова, так же как и с большинством других древних памятников культовой архитектуры Северо-Западного Причерноморья, краеведам, к сожалению, оказывается достаточно таких лаконичных формулировок. Более того, подобные изречения – «построена на месте деревянной», ставшие притчей во языцех, кажутся исчерпывающими, что, несомненно, не верно. В этом ещё более убеждаешься, когда детально изучаешь историю каждого отдельного храма. Но отсутствие исчерпывающих знаний по древним памятникам архитектуры характерно не только для культового зодчества, но и фортификационного, что неоднократно отмечали авторы [*Nesterova*, 2007, 2015, 2019; *Герцен*, 2021; *Герцен и др.*, 2019; *Нестерова, Герцен*, 2021]. Огромное значение для решения научных задач,

1 Данные о представленных в нём вновь выявленных памятниках подлежат обсуждению и дальнейшему уточнению.

2 «Расположена в центральной части села. Стены здания каменные, оштукатуренные. Перекрытия, свод и световой барабан деревянные. Отдельно стоящая колокольня сооружена в 20-е гг. XX в. 1. Здание церкви относится к усовершенствованному типу, получившему развитие от крестьянского дома. Церковь имеет трехчастную структуру, состоящую из пронаоса, наоса и алтаря. Пронаос и алтарь перекрыты плоским потолком, наос – пирамидальным сводом, переходящим в восьмигранный световой барабан. Крыша вальмовая, над барабаном – колоколообразная. На гладких плоскостях стен выделяются лопатки и наличники проемов, окрашенные в белый цвет. Вход акцентирован плоским широким порталом. 2. Колокольня расположена на расстоянии 6 м от восточного торца церкви. Имеет вид низкой двухъярусной четырехгранной башни, перекрытой шатровой крышей. Стены нижнего яруса сложены из бутового камня, верхнего – из деревянного каркаса, обшитого досками» [*Макарь,* 1987, с. 687].

возникающих при исследовании таких памятников, имеет историко-картографический анализ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Ландшафт природный, культурный, историко-географический. Природный (географический) ландшафт – базовое понятие в современной географии, общепринятое, фундаментально проработанное русской физико-географической школой. Понятие культурного ландшафта тоже давно вошло в мировую науку, стало одним из ключевых, глубоко прорабатывается отечественными географами [*Берг*, 1915; *Саушкин*, 1946; *Мильков*, 1973; *Веденин*, 1990; *Веденин, Кулешова*, 2001; *Исаченко*, 2003, 2004; *Николаев*, 2000; *Кочуров*, 2000; *Красовская, Калуцков*, 2000; *Калуцков* 2000, 2006, 2008; *Каганский*, 2001, 2009; *Стрелецкий*, 2002, 2003, 2011; *Лавренова*, 2003, 2010; *Замятина и др.*, 2008; и др.]. Развивая ноосферную концепцию В.И. Вернадского, Ю.А. Веденин рассматривает культурный ландшафт как «целостную и территориально локализованную совокупность природных, технических и социально-культурных явлений, сформировавшихся в результате соединённого действия природных процессов и художественно-творческой, интеллектуально-созидательной и рутинной жизнеобеспечивающей деятельности людей» [*Веденин*, 1997, с. 9]. В этом и других определениях в значительной мере проявляется акцент на социально-культурную составляющую. Географы-природоведы (А.Г. Исаченко, В.А. Николаев, Б.И. Кочуров и др.) выдвигают на первый план геоэкологическую проблематику: вопросы взаимодействия человека и природы, рационального природопользования, экологического равновесия и устойчивого развития ландшафтов, охраны природы. В рамках этнокультурного ландшафтоведения [*Калуцков*, 2000, 2006] под культурным ландшафтом понимается культура местного (этнического) сообщества, сформировавшаяся в результате его жизнедеятельности в определённых природных условиях. При этом его основными элементами «выступают: природный ландшафт как его материальная основа; хозяйственная деятельность как фактор его воспроизводства и изменения; сообщество людей, взятое в его экологическом, социально-семейном и др. аспектах; языковая система; духовная культура (в т. ч. литература, музыка, изобразительное, хореографическое и др. виды искусств)» [*Стрелецкий, Чернов*, 2010]. В одном из новейших исследований «под культурным ландшафтом понимается территориальный комплекс, сочетающий естественную ландшафтную основу с массивом антропогенных объектов, формирующих свойственную конкретной территории социально-культурную и предметно-пространственную среду» [*Бондарь, Маркова*, 2020, с. 6]. Поэтому современные исследователи признают, что «понятие «культурный ландшафт» в географической науке довольно размыто [*Лавренова*, 2004, с. 141], и «несмотря на многообразие концепций и ценных идей, в отечественной географии в целом отсутствует интегративный взгляд на проблему культурного ландшафта» [*Ливинская*, 2012, с. 126].

Во избежание противоречий между геоэкологическим и культурологическим направлениями в науке, следуя принципу единства географии, мы используем более общее понятие ландшафта историко-географического [*Герцен*, 2013, 2021], включающего как ландшафт природный, так и ландшафт культурный, со всеми проявлениями и особенностями его многокомпонентной структуры и эволюции. Применение такого интегративного подхода чрезвычайно продуктивно само по себе и ещё более – будучи нацеленным на междисциплинарную интеграцию, что демонстрируют результаты комплексного изучения памятника, ставшего объектом настоящего исследования.

Решение историко-географических проблем, связанных с памятником наследия и ландшафтом в целом, проводится на основе сочетания классических и новационных методов, разрабатываемых авторами при исследовании архитектурного и топонимического

компонентов. Комплексный полимасштабный историко-картографический анализ дополняется актуальными возможностями геоинформатики (топографические карты сопоставляются с аэрофотографическими и космическими снимками местности, высокоточными цифровыми моделями рельефа, гидрографии и др. картографическими продуктами). Метод сопоставления картографических изображений местности по хронологическим срезам (в различные исторические периоды), позволяющий проследить историко-географическую эволюцию местности, впервые применяемый в исследованиях региона, демонстрирует высокую эффективность.

Загадки истории и географии. Некоторые сведения об Успенской церкви содержатся и в более ранних исторических источниках (в перечне церквей Бессарабии по состоянию на 1812–1813 гг.[1]; переписи 1817 г.[2]). Однако, имеются ещё более древние документы, охватывающие исследуемую нами территорию. Речь идёт о старейших топографических картах региона – бесценных источниках историко-географической информации [*Хропов*, 2019; *Паскарь*, 2019; *Герцен и др.*, 2019, 2021], ранее не введённых в научный оборот в целях изучения памятников архитектуры Молдавии.

Некоторые из них составлены во второй половине 30-х – середине 40-х гг. XVII в. одним из крупнейших картографов и архитекторов фортификаций своего времени Гийомом Левассёром де Бопланом[3] и выгравированы Вильгельмом Гондиусом [*Герцен и др.*, 2021]. Две карты, ориентированные на юг, опубликованы в Гданьске: в 1648 г. – «*Общий Чертёж Пустынных Полей называемых Украина. С прилежащими Провинциями…*» [*Beauplan, Hondius*, 1648] (рис. 2 а) и в 1650 г. – «*Специальный и точный Чертёж Украины с её Графствами и Округами, Прилежащими Провинциями…*» [*Beauplan, Hondius*, 1650] (рис. 2 б). Третья – карта «*Украины части что Барцлавия графство называется…*» (рис. 2 в, г), составлена примерно в 1652 г. и переиздавалась в начале 1700-х гг. в Амстердаме уже с более привычной ориентацией на север [*Beauplan*, 1652; Polonia…, 2005].

Благодаря внимательному анализу этих карт можно узнать о существовании в то время недалеко от Сорок церкви, обозначенной на карте с топографической точностью – в нескольких километрах ниже по течению, напротив впадения сливающихся воедино рек *Кученеча* (*Kouczeniecza R.* (на карте 1650 г.); ныне *Марковка*) и *Ольшанка* (*Ossanka R.*, *Olssanka R.* (1650, 1652)) в *Днестр* (*Niestre.R. abo Turla* (1648); *Niester flu: Ptolomeo Tyras* (1650); *Niester seu Tyra flu.* (1652)). Слева и справа от устья речки показаны небольшой замок и крепость, непосредственно прилегающие к Днестру – укрепления крупного города *Кученеца* (*Kouczeniez* (1648); *Kouczeniecz* (1650, 1652)).

Топоним *Кученец* (*Кученеч*) на левом берегу Днестра – одна из старых форм названия современного украинского посёлка *Великая Косница*. Благодаря высочайшей точности топографа, создавшего эту карту более 370 лет назад, определить вероятную локализацию старинной церкви для географа не составляет труда. Анализ современных космических снимков местности позволил выявить месторасположение храма в самом центре старой части села Василькова и то, с какой филигранной аккуратностью оно было подмечено составлявшим карту специалистом своего времени. Полевые исследования подтвердили, что церковь, занимающая стратегическое положение на высоком холме, сохранилась в

1 «Сорокскій уездъ. 581. Василкоу, с. Успенскаа, деревянная, крытая соломой; ризами, утварью и книгама достаточна. 1786» [Халиппа, 1907, с. 278]

2 Васильковъ (Васълкъу) входил в состав Срединного округа (wколу мижлwкулуй), «в разрядъ селъ посредственныхъ», население которого включало «1 свящ., 1 діак., 2 дьяч., 1 поном. Нижш. сосл.: 66 хоз., 8 вд., 15 бурл. Всего 86 м. и 8 ж. Вотчина принадлежитъ монастырю Голіи (Голъий) и по тагменту обнимаетъ: 30 ф. (фальчи – н.ред.) сѣнокоса, 200 ф. выгона, 100 ф. пахатной земли, 50 ф. селища. Текучею водою, съ ловлею рыбы, является р. Днѣстръ» [*Халиппа*, 1907, с. 75]

3 В 1630–1647 гг. служил в Речи Посполитой, строил крепости в Подолье и Приднепровье, вёл топографические работы.

прежних формах. В самом важном с наблюдательной позиции месте – на краю холма, обращённого в сторону границы, возвышается невысокая колокольня, напоминающая сторожевую башню (рис. 1 б), схожая по объёмной композиции со смотровой башней Вадорашковского замка [*Герцен и др.*, 2019, с. 365] и подобными ей сооружениями.

Рис. 2. Фрагменты карт Боплана 1648 г. (а), 1650 г. (б) и 1652 г. (в, г)
Fig. 2. Fragments of Boplan's maps from 1648 (a); 1650 (b) and 1652 (c, d)

Отсутствие изображения объекта на первой карте и его появление на второй в действительности говорит не о фиксации точного времени появления самого объекта: детали топографической обстановки правобережья Днестра, включённые в «*Специальный и точный Чертёж…*» (1650 г.), на «*Общем Чертеже…*» (1648 г.) не показаны наряду с многочисленными деталями на левом берегу реки по причине различий в назначении карт, их масштабе и степени генерализации. Объективно мы можем лишь констатировать факт, что не позднее начала XVII в. сооружения функционировали и зафиксированы топографами.

При проведении дальнейших историко-архитектурных и археологических исследований возможны гораздо более ранние датировки. Такое предположение оправдано также имеющимися на данный момент сведениями, которые говорят о том, что история населённого пункта восходит как минимум к эпохе античности: в 1962 г. в центре села – в 1 км северу от Успенской церкви, на территории школьного двора был обнаружен некрополь черняховской культуры (II–IV вв.)[1].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Загадки архитектуры. Современная церковь Успения Богородицы в Василькове, повторяющая месторасположение старой церкви на карте XVII в., принадлежит к довольно широко распространённому в романо-славянском пограничье типу церквей с переложенными в камне особенностями деревянного зодчества. Архитектура Успенской церкви в Василькове, построенной в камне, соответствует на первый взгляд срубной технике, т.к. план крестообразный. С другой стороны, все помещения: наос (храм), апсида и пронаос (притвор), прямоугольные, а не квадратные, а последние два (апсида и пронаос), хотя одинаковой ширины, но разной длины. Из-за этого церковь имеет удлинённую западную ветвь. Значит, здание не является переложенным в камне примером деревянного зодчества, а в его структуре столкнулись два типа: одни черты – от северного славянского, а другие – от южного продольного типа. Отметим, что в данном регионе это явление довольно распространённое.

На данном этапе исследования архитектуры церкви мы ненамного продвинулись в определении времени её появления и главное – соответствия сегодняшнего здания той, что обозначена на карте Боплана, тем более, что источник 1812–1813 гг. указывает на то, что в Василькове была деревянная церковь, крытая соломой, то ли упомянутая, то ли построенная в 1786 г.

1 Repertoriul arheologic a raionului Soroca – Muzeul național de Arheologie și Istorie a Moldovei. Arhiva arheologică; объект № 2806 Реестра охраняемых памятников Республики Молдова.

Анализ пропорций плана открывает некоторые особенности архитектуры здания. Общие размеры храма – 23 × 12 м (основная часть с западным крыльцом и южным приделом). Канонической формой православного храма является трёхчастная церковь, состоящая из апсиды, наоса и пронаоса. Её размеры составляют 16,91 × 10 м, в т.ч. пронаос имеет 5,11 × 7,17 м, апсида – 3,6 × 7,17 м, наос – 8,20 × 10 м, над которым возвышается восьмигранный купол на барабане диаметром 5 м. Длина всего здания вместе с апсидой относится к ширине 2:√5, а это одна из самых древних и самых распространенных пропорций церквей, как каменных, так и деревянных. В то же время такие соотношения являются матрицей для получения замечательных пропорций, таких как *золотое сечение*. Объёмная архитектурная форма этой церкви была создана с сохранением очень древних соотношений между частями плана [*Нестерова, Герцен*, 2021].

В 1812 г. была составлена т. наз. метрика церкви, из которой следовало, что она деревянная, но, как впоследствии показало время, многие церкви, считавшиеся каменными, были деревянными и наоборот [*Халиппа*, 1907; *Курдиновский*, 1910]. С другой стороны, есть сведения что она построена в 1848 г., но, если рассматривать детали интерьера церкви, то можно увидеть следы перестроек, что говорит о реконструкции здания без изменения наружных параметров. На современном этапе исследования архитектуры церкви в Василькове пока сложно с уверенность утверждать, что всё здание очень древнее. Для того чтобы понять, насколько – необходимо провести дополнительные изыскания, в т.ч. археологические раскопки.

Расположение здания на вершине холма, с широким обзором над долиной и руслом реки, приближает его к сооружениям, наделённым оборонительными функциями. Рядом с церковью, на её продольной оси, на расстоянии, равном ширине апсиды церкви, находится двухъярусная колокольня. Простая призматическая форма здания (наружные размеры в плане – 3,5х3,5 м), перекрытого шатровой крышей, приближает его к объектам оборонного зодчества. Местоположение Успенской церкви с башней-колокольней таково, что из окна, устроенного в проёме её второго яруса как на ладони видна долина реки и место переправы, использовавшейся в древности. Само географическое положение Василькова определяет необходимость обустройства здесь дозорного пункта. Село расположено к востоку от Сорок – районного центра (в XIX и первой половине XX в. – уездного, а ранее – столицы одного из цинутов (краёв) Молдавского княжества). Здесь сохранился знаменитый средневековый замок, также неизвестного времени постройки (согласно наиболее аргументированным датировкам – предположительно не позднее XIV в. [*Nesterova*, 2015, 2019; *Герцен и др.*, 2019]). Расстояние между Успенской церковью и Сорокским замком по прямой составляет ровно 9 км, по дороге вдоль излучины реки – примерно 12 км.

Несомненно, такое важное фортификационное сооружение в приграничном городе-крепости, выполнявшем функции административного центра огромного цинута (края), северо-восточная граница которого проходила по Днестру, не могло не иметь многоуровневой системы обороны, включавшей дозорно-сигнальные посты, размещавшиеся на определённом расстоянии от центра в стратегических пунктах по всему периметру. Такими постами были сооружения, чаще всего выполнявшие одновременно и оборонительную и культовую функции, что и сформировало совокупность особых памятников архитектуры, классифицируемую как культово-оборонительные храмы. К числу таких храмов принадлежит и Успенская церковь в Василькове и Успенская церковь в соседнем селе Трифауцы, расположенная между нею и замком примерно на одинаковом расстоянии (соответственно в 4 и 5 км), также на холме на берегу Днестра. Очевидно, между крупными постами существовала система мелких сигнальных постов (деревянных, быстровозводимых). С потерей приграничных функций реки (в данном случае это начало XIX в.) утрачиваются и оборонительные функции бывших пограничных постов, дозорно-

сигнальных пунктов, а у храмов остаётся только одна – культовая функция. Но зачастую консервативный характер и архитектуры и тем более стратегического места укреплённого поста выдают их культово-оборонительные особенности и облик.

Загадки картографии. Картографические методы служат краеугольным фундаментом историко-географического подхода, применение которого в рамках комплексных исследований позволяет решить важные научные задачи, найти достоверные ответы на многочисленные вопросы, возникающие при систематизации знаний о природном и культурном наследии. Широкое применение картографических методов не просто полезно, но и необходимо при проведении полимасштабного историко-географического анализа, который предполагает различный пространственно-временной уровень детализации и систематизации природного и историко-культурного наследия, этапов его эволюции, географических факторов, обусловивших конкретные этногенетические и культурологические процессы [*Герцен*, 2020].

Детальные геопространственные данные, доступные благодаря высокоточным изображениям на топографических картах и космических снимках (рис. 3, 4), позволяют понять особенности географического положения изучаемых населённых пунктов, отдельных памятников культуры – истории, археологии, архитектуры, выявить новые объекты, их характерные черты, недоступные ранее для понимания и анализа.

Наглядным примером в этом отношении служит метод сопоставления картографических изображений местности по хронологически срезам (в различные исторические периоды), позволяющий проследить историко-географическую эволюцию Василькова и его окрестностей с конца XVIII в. до начала XXI в. (рис. 3). Сразу видно, как сильно разрослось село за указанный период в сторону севера. Ясно, что изначально строения приурочены к переправе через Днестр у впадения в него справа небольшого притока (Вурсои) и тянутся вдоль берега реки к югу от церкви. Видно, как по ту сторону границы, прямо напротив Василькова, сформировался ещё более крупный центр – Великая Косница, уже в середине XIX в. в пять раз превосходивший его по численности населения, что вполне объяснимо, учитывая данные карты 1650 г., на которой изображены замок и крепость – бастионные укрепления вобановского типа, по всей видимости, сооружённые в 1630–1640-е гг. под руководством самого Г.Л. Боплана.

Фрагмент карты 1792 г. показывает, насколько важной и удобной была переправа в этом месте. Не случайно именно её выбрали российские войска для сооружения моста во время войны 1787–1791 гг. с Турцией. Участник событий и создатель карты майор фон Раан детально описывает обстоятельства[1].

Анализ старинных географических карт в сочетании со сведениями письменных исторических источников формируют не заменимую другими методами картину эволюции пространства, функциональной роли того или иного места в прошлом и настоящем.

---

1 «Маія 22 числа корпусъ сей пошелъ к городку Мисковкѣ, гдѣ онъ и сталъ лагеремъ. Между тѣмъ Генералъ Эльмптъ, который въ своихъ кантониръ-квартирахъ занималъ города, Браславъ, Печары и Тулчинъ, пошелъ отъ правого флигеля мимо нашего фронта, черезъ деревни: Ракову, Комаргородъ, Томасполь, Еланецъ и Качкову къ Кизницѣ, гдѣ онъ расположился лагеремъ на сей сторонѣ Днѣстра. Здѣсь навели понтонной мостъ, для переходу обоихъ корпусовъ, то есть Генерала Эльмптова, и Генерала Каменскаго. Мостъ состоялъ изъ 43 понтоновъ и 8 паромовъ, которые употреблены были по обѣимъ сторонамъ берега. Іюня 2 дня, Генералъ Эльмптъ съ корпусомъ своимъ перешелъ черезъ границу, вступилъ въ Молдавїю, и перешедъ рѣку сталъ по ту сторону на высокой горѣ лагеремъ въ каре: (С. на планѣ No. 1). 9 числа отправились мы съ нашимъ корпусомъ изъ Мискова и вчерашняго дня, то есть 9 числа, прибыли къ Кизницѣ за Генераломъ Эльмптомъ. <…> Дивизїя Генерала Каменскаго перешла уже черезъ Днѣстръ 14 числа, при Кизницѣ, и стала лагеремъ по ту сторону берега не подалеку отъ деревни Васильковой (No 2)» [*Раанъ,* 1792].

На современном этапе развития геоинформационных технологий открылись широкие возможности детального сопоставления топографических карт с аэрофотографическими и космическими снимками местности, причём, что исключительно важно – на полимасштабном уровне (рис. 4, 5), а также высокоточными цифровыми моделями рельефа, гидрографии и др. картографическими продуктами.

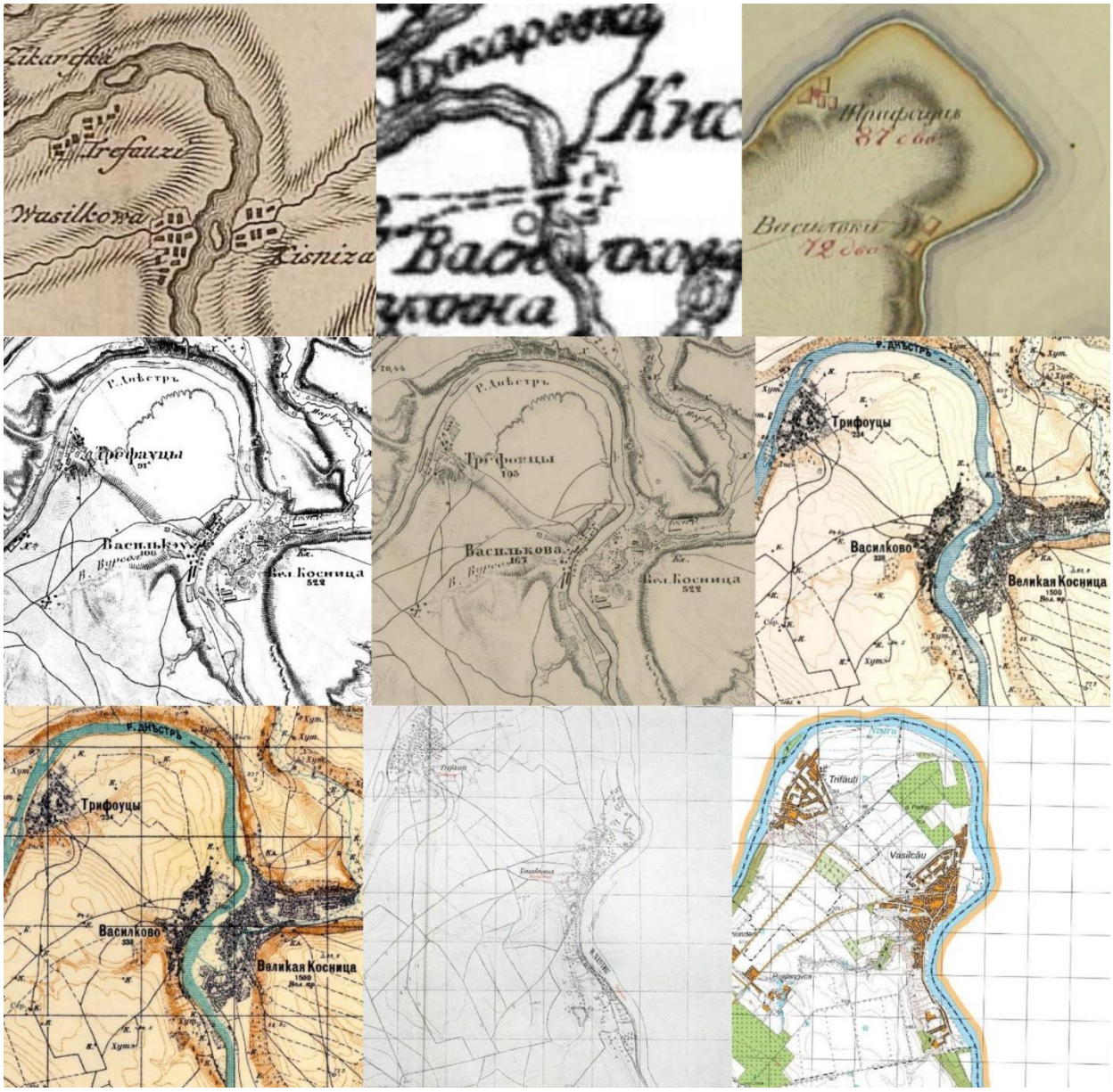


Рис. 3. Историко-географическая эволюция Василькова по данным топографических карт [Bawr, 1772; Раанъ, 1792; Корниловичъ, Говенъ, 1822; Камкинъ и др., 1877, 1899; Кутькова и др., 1924; Карта, 1932; Russland, 1941; Harta…, 2013]

Fig. 3. Historic-geographical evolution of Vasilkov according to topographic maps [Bawr, 1772; Raan, 1792; Kornilovich, Goven, 1822; Kamkin et al., 1877, 1899; Kut'kova et al., 1924; Karta, 1932; Russland, 1941; Harta, 2013]

Такие технологии позволяют рассмотреть исследуемые участки одновременно дистанционно и сверхдетально и охватить гораздо большее пространство, генерализуя подробности, что исключено в рамках одних только полевых исследований. Комплексный картографический анализ позволяет сформировать целостное представление об исследуемом пространстве, систематизируя и расширяя понимание историко-географической эволюции местности и одновременно детализируя полученные в ходе полевых работ и др. методов сведения.

Рис. 4. Окрестности Василькова на: а) топографической карте 1982 г. [Топографическая…, 1982] и б) космическом снимке 2007 г. [Fondul…, 2021]

Fig. 4. Vasilkov environs on: a) topographic map of 1982 [Topograficheskaja…, 1982] and b) satellite image of 2007 [Fondul…, 2021]

Чрезвычайно продуктивно применение такого подхода в отношении Василькова и его Успенской церкви, которую окружает обширный церковный двор, неправильной, но близкой к квадратной форме, размерами 45 × 43 м (рис. 5 б). Он расположен в южной стороне центральной части современного села, окружён каменной оградой, доминирует над первой надпойменной террасой Днестра и спуском к переправе (рис. 5 а). Некогда культовый комплекс находился в самом центре старой части села, вплоть до конца неспокойного XVIII в. тянувшегося узкой полоской вдоль берега, у подножия скал. В XIX–XX вв. из-за ограниченности земельных наделов, удобных для пашни, и частых весенне-летних разливов реки население предпочитало строить дома на северо-западной окраине, куда и разрослось село. О том, что Успенская церковь находилась в бывшем центре, свидетельствует и большая незастроенная территория, примыкающая с севера к церковному двору. Так обычно происходило с торговыми площадями – торжищами. При смене власти общественные места могли оставаться бесхозными, но местное население, помнившее бывших владельцев, их не занимало. Ситуация была аналогичной в Вад-Рашкове, Лапушне, Кишинёве и др. местах [*Герцен и др.*, 2019, с. 287].

Рис. 5. Центральная часть Василькова с церковным холмом и спуском к переправе через Днестр (а) и двор Успенской церкви (б) на космическом снимке 2016 г. [Fondul…, 2021]

Fig. 5. The central part of Vasilkov with a church hill and a descent to the crossing over the Dniester (a) and the courtyard of the Assumption Church (b) in the 2016 satellite image [Fondul…, 2021]

Мимо церкви проходит старейшая дорога (и ныне одна из главных в селе), связывающая Сороки с переправой через реку у подножия холма. По другую сторону дороги, к югу и к западу, находится глубокий каньон с источником питьевой воды. Каньон образован ручьём Вурсоя (Урсоая), большим изгибом прорезающим окрестные скалы и впадающим в Днестр у переправы. Таким образом, возвышенность, на которой сформировался культовый центр, образует прямоугольный мыс с плато шириной примерно 155 м, охраняемый с трёх сторон крутыми склонами и чрезвычайно удобный для размещения укреплённого пункта, откуда открывается вид для наблюдений во все стороны.

Такие укреплённые пункты размещались, очевидно, вдоль всей государственной границы, а также на пересечениях важнейших дорог. Однако Сорокская земля не всегда была цинутом Молдавского княжества, обретшего независимость только в середине XIV в. (1359–1365 гг.), когда его территория лишь начала формироваться в предгорьях Восточных Карпат. Присоединение окружающих земель (будущих цинутов, в дословном переводе с молдавского – держав!) к северу, югу и востоку от исторического ядра Молдавии происходило постепенно в течение второй половины XIV–XV вв. До конца XIV в. были присоединены только Шипинская земля (Черновцы, Хотин), части Нижней страны (Яссы, Орхей, Тигина) и Бессарабии (Белгород). Сорокская земля вошла в состав Молдавии последней. Причём завоёвана она была постепенно: только во второй трети XV в. молдавские господари начали закреплять за феодалами сёла на её северных и южных окраинах и раздавать участки для заселения пустошей, а сами Сороки были захвачены только в последние годы XV в. Это позволило сильнейшему из молдавских господарей за всю историю – Стефану Великому назначить, наконец, коменданта Сорокской крепости, правителя Сорокской державы (в 1499–1500 гг. впервые упоминается пыркэлаб Костя). Это объясняет, почему упоминания о населённых пунктах столь древнего края впервые встречаются в документах молдавской канцелярии только с XVI–XVII вв., а на картах XVIII в., восходящих к более древним прототипам, название региона фигурировало как *Campi deserti Districtus Sorocae* [*Cantemir*, *Changuion*, 1737] – *Пустые поля Округ Сороки* и *Pola Puste Tatarow Lipkow* [*Rizzi Zannoni*, 1772] – *Пустые Поля Татар Липков* (так и сейчас именуются польско-литовские и белорусские татары).

Когда же в таких обстоятельствах могли возникнуть исследуемый нами укреппункт и храм? С учётом особенностей архитектуры мы можем констатировать, что культовые сооружения с подобными пропорциями начинают распространяться в Северо-Западном Причерноморье не ранее середины XIV в. – в период становления и расширения Молдавского княжества, а установление границы по Днестру в центральной части Сорокской земли приходится на самый конец XV в. – дата, которую можно считать достаточно аргументированной для определения времени строительства Успенской церкви в Василькове. Такая датировка в свою очередь объясняет то, что изображение церкви попало на карту середины XVI в. совершенно естественным образом, а картографу и архитектору фортификаций Г.Л. Боплану представлялось важным отметить (и, как мы полагаем, собственно, возвести) напротив неё современные мощные укрепления Кученеца (Великой Косницы): Васильков был важным укреплением на правом берегу Днестра.

Загадки топонимии. Большую загадку представляет собой история села и время его возникновения. По вопросу даты наиболее раннего упоминания исследователи разошлись во мнениях. Так, документ молдавского княжеского двора от 16 марта 1620 г. фиксирует дарение Марией, вдовы Кирицы постельника, Ватопедскому монастырю на Афоне вотчин в Сорокском цинуте, среди которых числится Васильков. По мнению других, населённый пункт упоминается уже в 1517 г., либо ещё раньше – в 1448 г. [*Дикционар…*, 1989, с. 103;

Miron, 2017, с. 100–101]. Сторонники датировки первой половиной XV в. ссылаются на грамоту господаря Молдавии Романа, составленной в Коломые 23 февраля 6956 (1448) г.[1].

Большинство из упомянутых населённых пунктов существуют и ныне (рис. 6 а, б). Они расположены вдоль древнего Серетского пути, соединявшего через переправы на Днестре и Пруте историко-географические ландшафты бассейнов Серета Днестровского и Сирета Дунайского с центрами в столицах древних княжеств – Теребовле и Сирете.

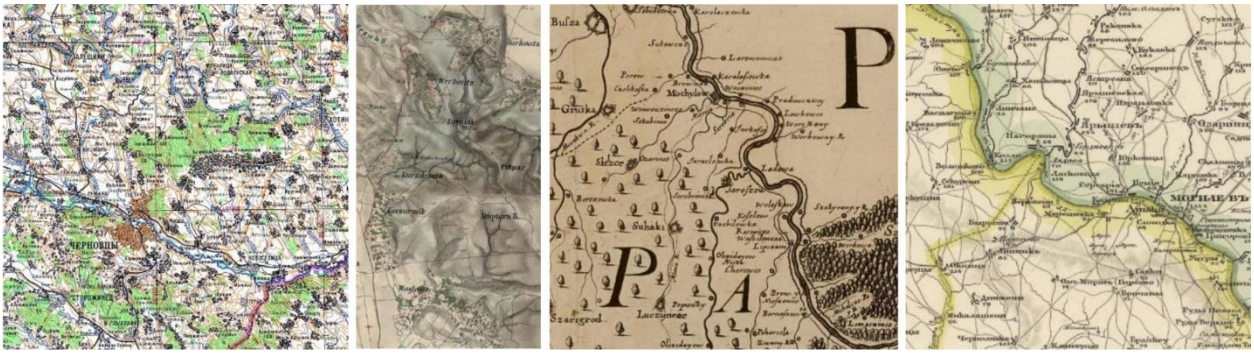


Рис. 6. Топонимические ландшафты Днестровско-Прутского междуречья (окрестности Черновцов): а – общий план, фрагмент Топографической карты СССР 1989 г. [Топографическая…, 1989], б – центральная часть, фрагмент Австрийской военной карты Галиции и Буковины 1861–1864 гг. [Galizien…, 1861–1864]; Среднего Днестра (окрестности Могилёва): в – на Специальном и точном чертеже Украины 1650 г. [Beauplan, Hondius, 1650], г – Специальной карте западной части Российской империи, 1832 г. [Шубертъ, Нейдгартъ, 1832]

Fig. 6. Toponymic landscapes of the Dniester-Prut interfluve (vicinity of Chernovtsy): a – general plan, fragment of the Topographic map of the USSR 1989 [Topograficheskaja…, 1989], b – central part, fragment of the Austrian military map of Galicia and Bukovina 1861–1864 [Galizien…. 1861–1864]; Middle Dniester (environs of Mogilev): c – on the Special and Exact Drawing of Ukraine 1650 [Beauplan, Hondius, 1650], d – on the Special Map of the Western Part of the Russian Empire 1832 [Schubert, Neidgart, 1832]

Огромное значение для понимания историко-географической эволюции исследуемых географических объектов и их названий вносит хронологическая систематизация сведений о них, встречающихся в различных источниках (в скобках перечислены дата упоминания и форма топонима)[2]: ***Василёв*** (1229 *Василевъ*; 1448

1 «М(и)л(о)стию б(о)жїею, мы, Роман(ъ) воевод(а), г(о)сп(о)д(а)ръ Земли Молдавскои, и съ радою w(ть)ца моего, Илїа воевод(ы), и маткы моеи, Маренѣ г(оспо)жда, и съ всеи нашеи чистою радѣ ис оусими нашими боѧри. Чинимо знаменито, исѣмъ листом(ъ) <…> чтvчи, wже тот(ъ) истиныи наш(ъ) милыи wтецъ, пан(ъ) Дитрих(ъ) Боучаскыи, старостѣ Подолскою Земли и Каменскомоу, а то наи пръвы стоѧ подли моего w(ть)ца, Илїа воевод(ы) <…> и потверждаемъ листи моего w(ть)ца, Илїа воевод(ы), и дали есми ему wт(ъ) нас(ъ), іако моемv миломv w(ть)цv, селы, на имѧ: Василовъ, над(ъ) Нистрѣ, и Борисово село, и Кочvровъ, Лѣнцовичово село, и Юрковци и Вербовци. То що би емоу оурик(ъ) и съ въсѣмъ доходом(ъ) и съоусими старыми хотары, кvда wт(ъ) вака wживали. <…> Писа(а) оу Коломы <…>» [Documenta…, 1975, с. 390–391]

2 Здесь и далее учтены сведения старинных и современных карт, письменных источников, специальной литературы [*Beauplan, Hondius*, 1648, 1650; *Beauplan*, 1721; *Cantemir, Changuion*, 1737; *Bawr*, 1772; *Rizzi Zannoni*, 1772; Bukowina (1773–1775); Distrikt Bukowina (1773–1776); *Раанъ*, 1792; *Корниловичъ, Говенъ*, 1822; *Шубертъ, Нейдгартъ*, 1832; Списки…, 1861; Galizien und Bukowina (1861–1864); *Камкинъ и др.*, 1877, 1899; *Халиппа*, 1907; *Кутькова и др.*, 1924; Карта…, 1932; Russland…, 1941; *Карпенко*, 1965, 1973; *Дмитриев*, 1975; Documenta…, 1975; Топографическая…, 1979, 1982, 1989; *Еремия*, 1970, 1982; Дикционар…, 1989; Polonia…, 2005; Harta…, 2013; Результаты…, 2017] и др.

Василовъ; 1625 *Василеу*; 1633 *Васеleу*; 1650 *Wasilow*; 1772–73 *Василеул*; 1785 *Василъул*; 1932–33 *Васильоц*; 1941 *Vasilău*; 1965 *Василі'в*; 1977 *Васильев*; 1988 *Васи'лев*), ***Юрко'вцы*** (1448, 1570 *Юрковци*; 1625 *Юркоуци*; 1772–73 *Юркауцы*; 1774 *Jrkifze*, *Jurkifzy*; 1776 *Gyurkautz*; 1777 *Jurkauzi*; 1932–33 *Юрцаути*; 1938, 1941 *Iurcăuţi*; 1965 *Юркі'вці*, *Йоркі'вці*), ***Вербо'вцы*** (1448 *Вербовци;* 1615 *Вербовэц*; 1669 *Вербэуць*; 1741, 1746 *Вэрбовэц*; 1772–73 *Ворбауцы*; 1774 *Verbovetz*; 1785 *Вербъуци*; 1886 *Werbowce*; 1900 *Werbiwci*; 1938, 1941 *Verbăuţi*; 1965 *Вербі'вці*), на ручье ***Вербинка*** (1589 Вербинка; 1886 *Werbowski*; 1965 *Вербовьский, Вербівка*), ***Ма'лый Кучуро'в*** (1448 *Кочуровъ*; 1623 *Кучур мику*; 1637 *Кучур, Кучурул Мик*; 1645 *Кучурмик*; 1646 *Кучур*; 1742, 1755 *Кучурул*; 1773–75 *Kutsurow oder Kutsur Mik*; 1773–1776 *Kuczurmik*; 1774 *Kutsuruf, Kutscheriw*; 1779 *Кучур Мик*; 1785 *Кучур Мик*, *Kutsurow*; 1807, 1832 *Кучурмикъ*; 1861–64 *Kuczurmik*; кон.XIX *Kuczuriw-malyj*; 1900 *Kuczuriw Malyj*; 1938 *Cuciurul Mic*; 1941 *Cuciurul-Mic*, *Ciucurul*-Mic; 1965 *Кучурі'в*, *Мали'й Кучурі'в, Кучуру'мник*) на речке ***Кучу'р*** (1602 *Кучур*; 1716 *Cuczur*; 1886 *Kuczur*; кон.XIX *Sowica*; 1965 *Кучур*, *Кучурі'в*; 1973 *Кучу'р*, *Сови'ця*, *Сови'ца*; 1977 *Задубровка*) – левом притоке Прута, ***Васло'вовцы*** (1622 *Васльуци*, *Ласльуци*, 1658 *Васлэуць*, 1774 *Wasloifzy*, 1776 *Vaslautz*, 1785 *Васлъуци*, 1861–64 *Wasloutz*, 1886 *Waslowce*, 1900 *Wasliwci*, 1965 *Васло'вівці, Васло'віці*), ***Ле'нковцы*** (1448 *Лѣнцовичово село*; 1599 *Ленцешть*; 1688 *Lencestre*; 1772–73 *Линцешть*; 1774 *Lenkifze*, *Lenkofzy*; 1785 *Lenkiwce*; 1832 *Ленчестіе*; XIX *Lenkoutz-Privat i Lenkoutz-Cameral*; 1930 *Lenţeşti-de-Jos*, *Lenţeşti-de-Sus*; 1941 *Lenţeşti*; 1965 *Ле'нківці*, *Ле'ньківці, Ленківці Горішні, Горішний Кут, Приватний Кут, Ленківці Долішні, Долішний Кут, Камеральний Кут*; ныне в черте г. Черновцы, на левом берегу Прута), ***Вели'кий Кучуро'в*** (1422 *Кучуровъ*; 1448 *Кочуровъ*; 1488 от *Кучура*; 1490 от *Кучюра*, у *Кучюр*; 1575, 1707 *Кучюрул*; 1650 *Koczowrow*; 1772–73 *Кучуря Маре*; 1773–75 *Kuczur*; 1773–1776 *Kutschurmare*; 1774 *Kotschuriw*; 1776 *Kutsurmare*; 1782 *Кучурул Маре*; 1785 *Кучур Маре*; 1807 *Кучуъ-Маре*; 1832 *Кутчурмаре*; 1861–64 *Kuczurmare*; 1900 *Kuczuriu Welykyj*; 1938 *Cuciurul Mare*; 1941 *Cuciurul*-Mare; 1965 *Кучурі'в*, *Вели'кий Кучурі'в*) на речке ***Дерелу'й*** (1488 *Дерлуи*, 1575 *на Дерехлую*) – правом притоке Прута, и ближе к его устью – ***Чаго'р*** (1774 *Cjahor*, *Chattschau*, 1780 *Tschahor*, 1785 *Чахор*, *Csehor*) и др.

Однако ниже по течению Днестра мы имеем несколько конгломератов одноимённых топонимов, среди которых один почти полностью повторяет рассмотренную совокупность топонимов, расположенных друг от друга в непосредственной близости (рис. 6 в, г; сравните с предыдущей группой – рис. 6 а, б): ***Василевка*** (1650 *Waszilowcze*; 1772–73 *Василеул*; 1807 *Василевцы*; 1817 *Василевъ*, *Васълеу*; 1822 *Василевъ*; 1832 *Василеуцы*; 1859 *Василіуцы* (*Роспопинцы*); 1868 *Василеуцы*; 1917 *Waßiljeutzy*; 1930 *Vasileuţi*; 1941 *Vasilăuţi*), две одноимённые речки ***Вербовы*** (1650 *Werbowa*; 1868 *Рѣчька Кобыльченская*) и (1650 *Werboway.R.*; 1868 *Б.Варкова*; 1872, 1907, 1910–11 *Руч. Варпо*; 1917 *Warkowa*), и в непосредственой близости от них ***Вербка*** (1500 селище у истоков Чугура), река ***Чугу'р*** (1832 *Чугаръ*; 1859, 1872, 1907, 1910–11 *Чугуръ*; 1989 *Чуху'р*), ***Ленкау'цы*** (1650 *Lewkowce*; 1772–73 *Ленкауцы Мерешанка*; 1807 *Линкоуцы*; 1817 *Ленкауцы*, *Ленкъуцъй*; 1868 *Линкауцы*; 1872, 1907 *Линкоуцы Мерешовка*; 1917 *Linkautzy*; 1941 *Lencăuţi*; 1982 *Ленкауцы*, *Ленкэуць*; 1989 *Ленкэу'ць*), ***Юрковцы*** (1650 *Jurkofce*; 1832, 1868, 1872, 1907 *Юрковцы*). К югу от современной Василевки, в верховьях по течению одноимённого ручья – райцентр ***Сокиряны*** (1650 *Szokyrany.y R.*, 1832 *Секурени*), к западу – ***Коболчин*** (1832 *Кобылчени*), к востоку, на противоположном берегу Днестра – ***Липчаны*** (1650 *Lipczani*, 1832 *Липчане*), чуть выше по течению от которых – деревня ***Теклевка***, ***Олчидаев Верхний*** и ***Нижний*** (1650 *Olczidayow Nisza, Olczidayow Wiza*, 1832 *Ниж:Олчадаев*); вниз по течению – ***Волчинец*** (1650 *Wocziniec*), на возвышенности – ***Вережены*** (1650 *Werezany*, 1832 Вережени), ***Гырбово*** (1832 *Омъ Мортъ (Гирбово)*), ***Телешовка*** (1832 *Телешовка*) и др.

Ещё ниже по течению (рис. 7) – уже знакомое нам ***Василько'во*** (1772–73 *Василкау*; 1859 *Васильковъ*; 1868 *Василькэу*; 1870–77 *Василькова*; 1872–73, 1911 *Василково*; 1917 *Waßilkowa*; 1930, 1941 *Vasilcău*; 1982 *Василько'во*, *Василкэу*; 1989 *Василкэ'у*). В непосредственной близости, к западу – село ***Трифауцы*** (*Трефовцы*), в нескольких километрах к северу – ***Вербка*** (1796 Верба, 1832, 1868 *Вербка*; 1911–12, 1923 *Вербка-Воложская*), ***Ольшанка*** (1796, 1832 *Ольшанка*) на одноимённой реке, ***Цекиновка*** (*Цыгановка*), ***Буша'*** (1648 *Busza*), гидроним ***Вазлуй***, ***Яруга*** (1832 *Яруга*), ***Ярова*** (1832 *Яруга*, 1979 *Яровo*) и др.

К югу от Василькова, ниже по течению Днестра (рис. 7 б) встречается группа сопутствующих топонимов, одноимённых ряду других: ***Воронково*** (1832 *Воронково*), ***Темелеуцы*** (1832 Темелеуць), ***Жа'бка*** (1832 *Жабка)*, ***Бурсук*** (1832 Бурсукъ), ***Кобы'ля*** (1832 *Кобыла*, *Кобыльня*), ***Гвоздово*** (1832 *Гвоздулъ),* ***Добруша*** (1832 *Добруша*), ***Кипешка***, ***Алчеда'р*** (1832 *Алчадары*), ***Липче'ны*** (1832 Липчени), ***Стохная*** (1832 *Стокная*), ***Цахнау'цы*** (1832 *Цагнауцы*), ***Трифе'шты*** (1832 *Труфешти*), Бушовка (1832 *Бушевка*) на правом берегу и *Севериновка* (1832 *Сѣвериновка (Деренковъ)*), ***Воронково*** на притоке Рыбницы (1832 *Воронковъ*), ***Выхватинцы*** (1832 *Выхватинцы*) – на левом и др.

Ещё одна небольшая группа топонимов сохранилась в самом центре Молдавии (рис. 7 в) – в северных и Кодр: ***Вережены*** (1832 *Вережени*), ***Деренев*** (1832 *Деренева*), ***Телешово*** (1832 *Телешау*), ***Кодрянка*** (1832 *Кобылка*), ***Цыганешты*** (1832 *Цыганешти*), ***Гырбовец*** (1832 *Гербовец*), ***Питушка*** (1832 *Китушка*), ***Юрчены*** (1832 *Юрчени*), ***Бурсук*** (1832 *Гинкулъ*), ***Секурены*** (1832 *Сакорени*), ***Темелеуцы***, ***Волчинец*** (1832 *Волченецъ*, *Волчинецъ*) и др.

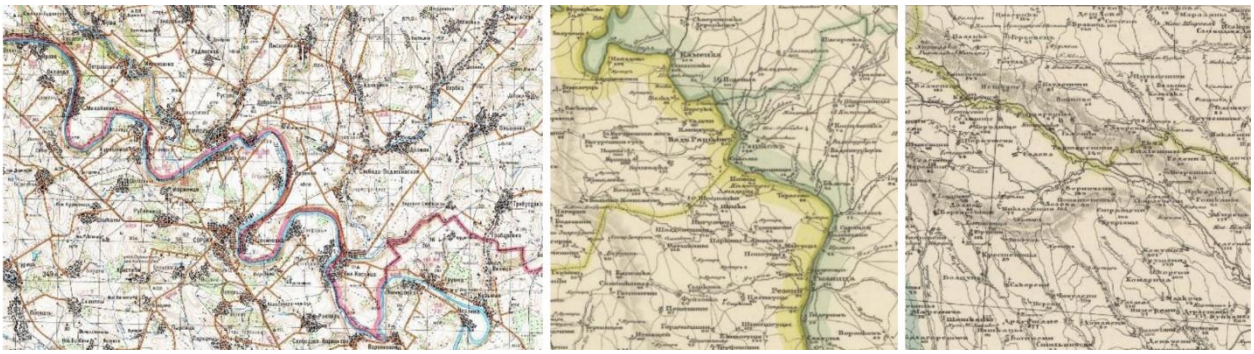


Рис. 7. Топонимические ландшафты: Среднего Днестра, окрестности Сорок (а) на Топографической карте СССР 1979 г. [Топографическая…, 1979], окрестности Рашкова (б) и Центральных Кодр (в) на Специальной карте западной части Российской империи 1832 г. [Шубертъ, Нейдгартъ, 1832]

Fig. 7. Toponymic landscapes: the Middle Dniester, the vicinity of Soroki (a) on the Topographic map of the USSR 1979 [Topograficheskaja…, 1979], the vicinity of Rashkov (b) and Central Kodry (c) on the Special Map of the Western Part of the Russian Empire 1832 [Schubert, Neidgart, 1832]

Васильков (1832 *Васильковъ*; *Васильків*) – село в Чортковском районе Тернопольской области Украины. Расположено на правом берегу ручья *Кривенький* (правый приток Збруча), от устья которого, ниже по течению – два одноимённых села ***Сокиринцы*** Тернопольской и Хмельницкой областей, соответственно на правом и левом берегах. К северу от Василькова – очевидно, этимологически производные от него, ***Васильковцы***, а на полпути к ним – место бывшего села ***Юрковцы*** (ныне нежилое); к западу – ***Жабинцы*** на *Ничлаве*, ***Теклевка*** у слияния *Жабьего Потока* с *Ничлавкой*, ***Вербовцы*** на притоке Серета *Звиняче* (*Перейме*) – рис. 8 а.

Васильков (988 *в Василевѣ*; 996 *к Василеву*, *вь Василевѣ*; 1988 *Василько'в*), на реке ***Стугне*** (988 *по Стугнѣ*, 1832 *Стугна*) в Киевской области Украины (рис. 8 б) – первый из

одноимённых топонимов, встречающихся в письменных источниках, что связано с непосредственной близостью к Киеву – столице Руси, главному и крупнейшему центру древнего летописания.

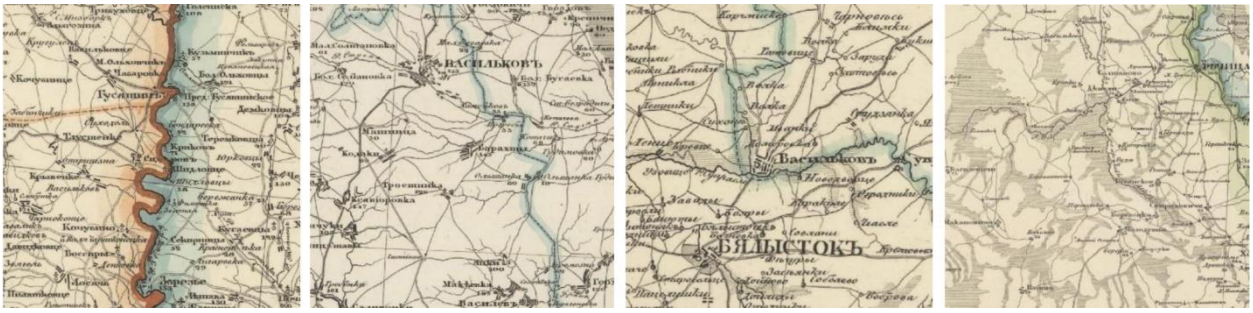


Рис. 8. Топонимические ландшафты: а – Збруча (окрестности Гусятина), б – Стугны (окрестности Киева), в – Супрасли (окрестности Белостока), г – Ведрича (окрестности Речицы) на Специальной карте западной части Российской империи 1832 г. [Шубертъ, Нейдгартъ, 1832]

Fig. 8. Toponymic landscapes of: a – Zbruch (vicinity of Gusyatin), b – Stugna (vicinity of Kiev), c – Suprasl' (vicinity of Bialystok), d – Vedrich (vicinity of Rechitsa) on the Special Map of the Western Part of the Russian Empire 1832 [Schubert, Neidgart, 1832]

В непосредственной близости от Василькова на Стугне расположены ещё один ***Василев*** (1832 *Василевъ*), ***Борисов***, ***Гвоздов***, ***Ольшанка*** и др. ***Василько'в*** (1988 *Василько'в*; *Василькі'в*), – село в Шполянском районе Черкасской области Украины. ***Васи'льково*** (*Васи'лькове*) – село в Зеньковском районе Полтавской области. ***Василько'вка*** (*Василькі'вка*) – посёлок городского типа, райцентр Днепропетровской области. ***Василько'вское*** (*Василькі'вське*) – посёлок в Петропавловском районе и село в Вольнянском районе Запорожской области.

В отдалённых от Северо-Западного Причерноморья регионах топоним ***Васильково*** встречаются весьма часто. В Польше – пригород Белостока ***Wasilków*** (1832 *Васильковъ*; 1986 *Василькув*) на реке Супрасль, ниже по течению которой – ***Jurowce*** (1986 *Юровце*), ***Leńce*** (1832 *Ленце*, 1986 *Леньце*) – рис. 8 в. В Белоруссии: в Речицком районе Гомельской области (рис. 8 г) – деревня ***Васильково*** (*Васількова*) и село ***Василевичи*** (*Васілевічы*) с сопутствующими топонимами ***Барсук Старый*** и ***Новый*** (1832 *Борсуки*), ***Бушевка*** (*Бушаўка*), *Кобылево* (1832), и к востоку от Гомеля деревня ***Василёвка*** *(Васілёўка)* непосредственной близости от города ***Добруш*** (1832 *Добрушъ*, *Добружской*); деревни с названием ***Васильково*** (*Васількова*) в Мстиславском районе Могилёвской области, ***Васи'льково*** (*Васі'лькава, Василько'во*, *Васількo'ва*) в Дзержинском и ***Васильково*** (*Васількова*) в Слуцком районах, а также деревня ***Васильковка*** *(Васількоўка*) на речке ***Васильчанке*** в Логойском районе Минской области; ***Васильково*** (*Васількова*) в Сенненском и Шарковщинском районах Витебской области. В России – существовавший в древности ***Василёв***, упомянутый в Ипатьевской летописи (1166 *Васильевъ и Краснъ*), локализуемый под Смоленском, а также более трёх десятков деревень с названием ***Васильково***: в Невельском, Опочецком и Себежском районах Псковской области, Калининском, Кесовогорском, Кувшиновском и Торжокском районах Тверской области, Любытинском, Окуловском, Парфинском и Пестовском районах Новгородской области, Кировском районе Ленинградской области, Щигровском районе Курской области, Егорьевском, Клинском и Сергиево-Посадском округах Московской области, Суздальском районе Владимирской области, Вичугском, Пучежском и Савинском районах Ивановской

области, Даниловском, Любимском, Некоузском, Некрасовско, Пошехонском, Ростовском и Рыбинском районах Ярославской области, Красносельском, Макарьевском и Нерехтском районах Костромской области, Бабаевском районе Вологодской области, округе Бор и Чкаловском районе Нижегородской области, Советском районе Кировской области. Отдельно, видимо, следует отметить топонимы ***Васильково*** в Сакском районе Крыма, Гурьевском и Зеленоградском районах Калининградской области, а также несколько топонимов и гидронимов ***Васильковка*** в Казахстане и на Дальнем Востоке России.

Существование ряда других Василёвов, Васильковов, производных от них и множества сопутствующих им одноимённых топонимов свидетельствует о процессах масштабного топонимического переноса в прошлые эпохи и формировании ядер топонимических ландшафтов, сохранившихся до наших дней, что в свою очередь находит подтверждение в аналогичных исследованиях других топонимов и их совокупностей [*Герцен*, 2018; *Паскарь, Герцен*, 2016].

Васильков на Днестре в этой совокупности занимает срединное место: возникнув в глубокой древности в ходе миграционных процессов, населённый пункт и его топоним сохранились до настоящего времени, фигурируя в документах с позднего средневековья и уже тогда представляя собой важный культово-оборонительный центр молдавско-польского (а ныне – молдавско-украинского) пограничья.

По данным *переписи 1772–1773 гг. Василкау* Сорокского цинута, принадлежащий монастырю Голия, – крупнейшее село в Нижнеднестровском стане, насчитывающее 94 двора и землянок с людьми (т.е. с населением примерно 0,5 тыс. чел.), а также 4 пустых, уступающее только местечку Рашков. Это шестой по величине населённый пункт всего цинута. В составе населения упоминаются 3 духовных лица (священника), 80 молдавских семейств (во главе с лично свободными мужчинами, которые находятся казаками при исправниках, 10 вдовых баб, 1 цыган (лично зависимых) [*Дмитриев*, 1975, с. 165]. По *переписи 1774 г. Васылкэу* насчитывал 89 домов (дворов) и 1 стоял пустым в т.ч. 8 бресле (1 священник, 1 даскэл, 1 капитан, 1 арман, 1 цыган, 1 арнаут, 2 вдовы), 81 бирников [*Дмитриев*, 1975, с. 365].

В первой половине XIX в. численность населения так же нестабильна, как и во второй половине XVIII в. В 1817 г., как мы уже отмечали, в селе числились 5 представителей духовенства (священник, диакон, 2 дьячка и пономарь), а также 89 домохозяйств низшего сословия (всего – 94) [*Халиппа*, 1907, с. 75]. На топографической карте Бессарабии 1822 г. населённый пункт отмечен под названием *Васильки*, а число дворов – 72.

Но уже к середине XIX в. наблюдался переход к постепенному росту. В 1859 г. *Васильковъ* – монастырское село 3-го участка Сорокского уезда с одной православной церковью и паромной переправой. Тут насчитывалось 133 двора и проживали 637 чел. [Списки…, 1861, с. 48]. Во второй половине XIX в. и особенно на протяжении XX в. численность населения устойчиво росла: в 1897 г. – 1375 чел., в 1930 – 2214 чел., в 1987 – 2496 чел., в 1994 – 2580 чел. В начале XXI в. начала снижаться: в 2004 г. – 2522 чел.

Перепись населения и жилищного фонда 2014 г. зафиксировала дальнейшее снижение численности постоянного населения – 2366 чел., проживавших в 1120 жилищах (в т.ч. 1088 домов и 32 квартиры), из которых только 867 (79,5 %) были занятыми[1]. Сокращение населения, как и во многих других населённых пунктах республики, существенное, т.к. эти данные относятся к коммуне в целом (включая небольшие сёла Инундены и Руслановка). Тем не менее, Васильково с населением около 2 тыс. чел., как и сотни лет назад, продолжает относиться к категории крупнейших сёл региона.

1 Результаты Переписи населения и жилищного фонда 2014 года. Кишинёв, 2017. Электронный ресурс: https://recensamint.statistica.md/ru/profile/844 (дата обращения: 20.03.2021).

ВЫВОДЫ

Комплексный историко-географический, топонимический и архитектурный анализ уникального памятника средневекового культово-оборонительного зодчества – церкви Успения Богородицы в Василькове на Днестре и окружающей его территории – способствовал решению ряда важных научных проблем.

Архитектура храма представляет собой весьма редкий пример сооружения, сочетающего традиции деревянного зодчества на основе пропорций, применявшихся в древности для строительства церквей из камня. Возвышенный мыс с крутыми склонами, на котором построен храм с башней-колокольней, двором, торговой площадью, а также древней торговой дорогой и переправой через реку, представляют собой яркий пример природного и историко-культурного комплекса, основу которого составляет средневековый укреплённый пункт с уникальным памятником культово-оборонительного зодчества.

Географическое положение Василькова в средневековую эпоху на государственной границе Молдавского княжества с Великим княжеством Литовским (а ныне – современной Молдавии и Украины) обусловило создание здесь укреплённого пограничного пункта, служившего восточным форпостом столицы Сорокского цинута (державы, края) и его главного сооружения – уникального Сорокского замка. С учётом особенностей архитектуры и истории развития региона можно датировать время возникновения укрепления в Василькове и строительства Успенской церкви 1490-ми гг. и их большое значение в XVI–XVII вв., что в свою очередь объясняет модернизацию фортификаций на противоположном берегу в 1630–1640-х гг. и их обозначение на карте 1650 г.

Решение историко-географических загадок, окутывающих памятник наследия, проводится на основе комплексного полимасштабного историко-картографического анализа и применения современных геоинформационных методов. Наглядным примером в этом отношении служит метод сопоставления картографических изображений местности по хронологически срезам (в различные исторические периоды), позволяющий проследить историко-географическую эволюцию Василькова и его окрестностей с конца XVIII в. до начала XXI в. Анализ старинных географических карт в сочетании со сведениями письменных исторических источников формируют незаменимую другими методами картину эволюции пространства, функциональной роли того или иного места в прошлом и настоящем.

На современном этапе развития геоинформационных технологий открылись широкие возможности детального сопоставления топографических карт с аэрофотографическими и космическими снимками местности, причём, что исключительно важно – на полимасштабном уровне, а также высокоточными цифровыми моделями рельефа, гидрографии и др. картографическими продуктами. Такие технологии позволяют рассмотреть исследуемые участки одновременно дистанционно и сверхдетально и охватить гораздо большее пространство, генерализуя подробности, что исключено в рамках одних только полевых исследований. Комплексный картографический анализ позволяет сформировать целостное представление об исследуемом пространстве, систематизируя и расширяя понимание историко-географической эволюции местности и одновременно детализируя полученные сведения в ходе полевых работ и др. методов.

Анализ географических названий, встречающихся в средневековых грамотах и на старинных географических картах, показал, что в топонимической системе среднего течения Днестра выявляются несколько топонимов *Василько’в*/*Василёв* с сопутствующими группами одноимённых топонимов (*Вербовцы*, *Юрковцы*, *Ленковцы* и др.), что наряду с существованием ряда населённых пунктов с дублирующимися названиями свидетельствует о процессах масштабного топонимического переноса в прошлые эпохи и формировании

ядер топонимических ландшафтов, сохранившихся до наших дней. Этот процесс охватил не только Северо-Западное Причерноморье и прилегающие к нему территории, но и гораздо более широкие пространства Восточно-Европейской равнины.

Васильков на Днестре, населённый пункт и его название, возникнув в глубокой древности в ходе миграционных процессов, будучи небольшой, но важной пограничной крепостью, а затем просто селом, сохранился до настоящего времени и представляет собой огромный научный интерес на пересечении географии, истории, топонимики и архитектуры. Природный и историко-культурный комплекс Василькова нуждается в проведении дальнейших детальных специализированных, в том числе археологических исследований, усиления охраны на локальном и национальном уровне, популяризации, обустройства инфраструктуры для развития и расширения туристического потенциала.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 21-011-44277.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research in the framework of the Research Project No 21-011-44277.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Берг Л.С.* Предмет и задачи географии. Изв. РГО, 1915. Т. 15. Вып. 9. С. 463–475.
2. *Бондарь В.В., Маркова О.Н.* Культурные ландшафты исторических поселений как особая категория наследия (на материалах Северо-Западного Кавказа). М., 2020. 334 с.
3. *Веденин Ю.А.* Проблемы формирования культурного ландшафта и его изучения. Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1990. № 1. С. 5–17.
4. *Веденин Ю.А.* Очерки по географии искусства. СПб, 1997. 224 с.
5. *Веденин Ю.А., Кулешова М.Е.* Культурный ландшафт как объект культурного и природного наследия. Изв. РАН. Сер. геогр., 2001. № 1. С. 7–14.
6. *Герцен А.А.* Геополитические и историко-географические проблемы Причерноморья (по материалам международной конференции 2019 г.). Изв. РАН. Сер. геогр., 2021. Т 85. № 1. С.146–155. DOI: 10.31857/S2587556621010040.
7. *Герцен А.А.* Историко-географические ландшафты Северо-Западного Причерноморья. Вопросы географии, 2013. № 136. С. 228–242.
8. *Герцен А.А.* Историко-географический контекст перенесённых топонимов. Вопросы географии, 2018. № 146. С. 27–73.
9. *Герцен А.А.* Картографические методы решения историко-географических проблем (на примере полимасштабных исследований регионов Европы, Средиземноморья и Северо-Западного Причерноморья). ИнтерКарто. ИнтерГИС, 2020. Т. 26. Ч. 4. С. 266–281. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-266-281.
10. *Герцен А.А., Нестерова Т.П., Паскарь Е.Г., Тельнов Н.П.* На перекрёстке цивилизаций: пространство, время, наследие. Новейшие историко-географические исследования некоторых памятников Северо-Западного Причерноморья. М.; СПб.: Нестор-История, 2019. 416 с.
11. *Герцен А.А., Паскарь Е.Г., Хропов А.Г.* Топографические карты Северо-Западного Причерноморья XVII – середины XVIII в. Геодезия и картография, 2021. № 6. С. 26–36. DOI: 10.22389/0016-7126-2021-972-6-26-36.
12. Дикционар енчиклопедик молдовенеск. Кишинэу, 1989. 720 п.

13. *Дмитриев П.Г.* Реченсэминтеле популацией Молдовей дин аний 1772–1773 ши 1774. Молдова ын епока феудализмулуй. Вол. VII. Партя I. Кишинэу: Штиинца, 1975. 608 с.
14. *Еремия А.И.* Географические названия рассказывают. Кишинев, 1982. 104 с.
15. *Еремия А.И.* Нуме де локалитэць. Кишинэу, 1970.
16. *Замятина Н.Ю., Замятин Д.Н., Митин И.И.* Моделирование образов историко-культурной территории: Методологические и теоретические подходы М., 2008. 760 с.
17. *Исаченко А.Г.* О двух трактовках понятия «культурный ландшафт». Изв. РГО, 2003. № 1. С. 5–16.
18. *Исаченко А.Г.* Теория и методология географической науки. М., 2004. 395 с.
19. *Каганский В.Л.* Культурный ландшафт: основные концепции в российской географии. Обсерватория культуры, 2009. № 1. С. 62–70.
20. *Каганский В.Л.* Культурный; ландшафт и советское обитаемое пространство. М., 2001. 576 с.
21. *Калуцков В.Н.* Ландшафт в культурной географии. М., 2008. 317 с.
22. *Калуцков В.Н.* Основы этнокультурного ландшафтоведения. М., 2000. 94 с.
23. *Калуцков В.Н.* Этнокультурное ландшафтоведение. Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр., 2006. № 2. С. 6–12.
24. *Камкинъ, Копьевъ, Ивановъ, Скоробогатовъ, Кириловъ.* Карта г. Подольской и обл. Бессарабской. Рядъ XXVII. Листъ 7. Шубертъ Ф.Ф., Тучковъ П.А. Военно-топографическая карта Российской Империи, 1845–1863 гг. Ред. 1868, 1877 гг. СПб., 1877.
25. *Камкинъ, Копьевъ, Ивановъ, Скоробогатовъ, Кириловъ.* Карта г. Подольской и Бессарабской. Рядъ XXVII. Листъ 7. Шубертъ Ф.Ф., Тучковъ П.А. Военно-топографическая карта Российской Империи, 1845–1863 гг. Ред. 1868, 1870–77, 1893, 1899 гг. СПб., 1899.
26. *Карпенко Ю.О.* Топонимія Буковини. Київ, 1973. 240 с.
27. *Карпенко Ю.О.* Топонимія центральных районів Чернівецької області. Конспект лецій. Чернівці, 1965. 76 с.
28. Карта Украинской ССР и Бессарабии. Лист XXXIX–25 (Сороки). Ред. 1872–73, 1911 гг. М.: Управление военных топографов, 1932.
29. *Корниловичъ А.О., Говенъ ф. Д.Х.Х.* Генеральная Карта Бессарабской Области. Тульчинъ, 1822.
30. *Кочуров Б.И.* Развитие геоэкологических терминов и понятий. Проблемы региональной экологии, 2000. №3. С. 5–8.
31. *Красовская Т.М., Калуцков В.Н.* Представления о культурном ландшафте: от профессионального до мировоззренческого. Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр., 2000. № 4. С. 3–6.
32. *Курдиновский В.* Списокъ древнѣйшихъ церквей Бессарабской губерніи. Труды Бессарабскаго церковнаго историко-археологическаго общества. 1-й Вып. Кишиневъ, 1910. С. 70–163.
33. *Кутькова, Гусева Е., Цимковичъ, Сѣроцинская, Стуканов Н., Кузнецов И., Осипов Ф., Сайкин Ф.* Карта Бессарабской и Подольской губ. Лист XXXIX–25. Ямпольск. и Сорокск. Уѣзд. Ред. 1872–73, 1911, 1916 гг. М.: Изд. Военно-Картограф. Отд. Р.-К. К. А., 1924.
34. *Лавренова О.А.* Семантика культурного ландшафта: автореферат дис. ... доктора философских наук. М., 2010. 38 с.

35. *Лавренова О.А.* Культурный ландшафт: от Земли к Космосу. Космическое мировоззрение – новое мышление XXI века: материалы Междунар. науч.-обществ. конф. 2003. В 3 т. М., 2004. Т. 2. С. 140–151.
36. *Лавренова О.А.* Культурный ландшафт: семантика культурно-географических взаимодействий. Изв. РАН. Сер. геогр., 2003. № 2. С. 114–120.
37. *Ливинская О.А.* Понятие культурного ландшафта в отечественной географии. Псковский регионологический журнал, 2012. № 14. С. 120–128.
38. *Макарь Д. Г.* Васильково. Церковь Успенская. Свод памятников истории и культуры МССР. Северная зона. Кишинёв, 1987.
39. *Мильков Ф.Н.* Человек и ландшафты. Очерки антропогенного ландшафтоведения. М., 1973. 224 с.
40. *Нестерова Т.П., Герцен А.А.* Архитектурная и историко-географическая загадка церкви села Василкэу. Revista Arta, 2021. V. XXX. № 1. С. 139–147. DOI: 10.52603/arta.2021.30-1.20.
41. *Николаев В.А.* Культурный ландшафт – геоэкологическая система. Вестн. Моск. ун-та. Сер.5. Геогр., 2000. № 6. С. 3–8.
42. *Паскарь Е.Г.* Неизученные письменные и картографические источники по истории Северо-Западного Причерноморья. Геополитические и историко-географические проблемы Причерноморья. Кишинёв, 2019. С. 80–88.
43. *Паскарь Е.Г., Герцен А.А.* Топоним Молдавия: древнейшие упоминания и новые этимологии. Русин, 2016. № 1 (43). С. 9–35. DOI: 10.17223/18572685/43/2.
44. *Раанъ ф.* Перечень Изъ собственнаго своего журнала Въ продолженїе прошедшей войны. При завоеванїи Молдавіи и Бессарабіи Съ 1787 по 1790 годъ, Съ пріобщенїемъ одного чертежа. СПб., 1792.
45. *Раанъ ф.* Театръ войны съ 1788го до 1790го года. Планъ военнымъ дѣйствіямъ Императорскихъ Россійскихъ и Австрійскихъ соединенныхъ Армей при занятіи Молдавіи и Бессарабии. СПб., 1792.
46. *Саушкин Ю.Г.* Культурный ландшафт. Вопросы географии, 1946. Сб. 1. С. 97–106.
47. Списки населенныхъ мѣстъ Россійской имперіи… III. Бессарабская область. СПб., 1861.
48. *Стрелецкий В.Н.* Географическое пространство и культура: мировоззренческие установки и исследовательские парадигмы в культурной географии. Изв. РАН. Сер. геогр., 2002. № 4. С. 18–28.
49. *Стрелецкий В.Н.* Культурный ландшафт современной России. Изв. РАН. Сер. геогр., 2003. № 2. С. 126–127.
50. *Стрелецкий В.Н.* Ландшафт сквозь призму культурной географии. Изв. РАН. Сер. геогр., 2011. № 2. С. 133–135.
51. *Стрелецкий В.Н., Чернов С.З.* Культурный ландшафт. Большая Российская энциклопедия. Т. 16. М., 2010. С. 321.
52. Топографическая карта. Молдавская ССР. 1:50000. М., 1982. Fondul naţional de date geospaţiale. Chişinău, 2021. Электронный ресурс: http://geoportal.md/ (дата обращения: 20.03.2021).
53. Топографическая карта. СССР. УССР Винницкая, Одесская области и Молдавская ССР. М–35–XXIX. Вапнярка. 1:200000. М.: Генеральный штаб, 1979.
54. Топографическая карта. СССР. УССР. Молд. ССР. Румыния. М–35–В. Львов. 1:500000. М.: Генеральный штаб, 1989.
55. *Халиппа И.Н.* Роспись землевладѣнія и сословнаго строя населенія Бессарабіи по даннымъ переписи 1817 года. Труды Бессарабской Губернской Ученой Архивной Комиссии. Т. III. Кишинёв, 1907. С. 1–230.

56. *Халиппа И.Н.* Свѣдѣнія о состояніи церквей в Бессарабіи въ 1812–1813 гг. Труды Бессарабской Губернской Ученой Архивной Комиссии. Т. III. Кишинёв, 1907. С. 231–295.
57. *Хропов А.Г.* История топографического изучения территории Молдавии (ранние этапы). Геополитические и историко-географические проблемы Причерноморья. Кишинёв, 2019. С. 89–96.
58. *Шубертъ Ф.Ф., Нейдгартъ А.И.* Спеціальная карта западной части Россійской имперіи. СПб., 1832.
59. *Bawr F.G. de.* Carte de la Moldavie pour servir à l'Histoire militaire de la guerre entre les Russes et les Turcs. Amstelodami, 1772.
60. *Beauplan G. le V.* Ukrainae pars qvae Barclavia palatinatus vulgo dicitur per Guilhelmum le Vasseur de Beauplan S.R.M.tis Poloniae architectum militarem etc. (1652). Amstelodami, 1721.
61. *Beauplan G. le V., Hondius G.* Delineatio generalis Camporum Desertorum vulgo Ukraina. Cum adjacentibus provinciis... Gedani, 1648.
62. *Beauplan G. le V., Hondius G.* Delineatio specialis et accurata Ukrainae cum suis palatinatibus ac districtib9. Provincysq. Adiacentibus... Gedani An.o M.D.C L. 1650.
63. Bukowina (1773–1775) – Josephinische Landesaufnahme. Электронный ресурс: https://mapire.eu/de/map/firstsurvey-bukovina/ (дата обращения: 20.03.2021).
64. *Cantemir D., Changuion F.* Principatus Moldaviae nova & accurata Descriptio. Amsterdam, 1737.
65. Distrikt Bukowina (1773–1776) – Josephinische Landesaufnahme. Электронный ресурс: https://mapire.eu/de/map/firstsurvey-bukovina-2/ (дата обращения: 20.03.2021).
66. Documenta Romaniae Historica. A. Moldova. V. I (1384–1448). București, 1975.
67. Fondul naţional de date geospaţiale. Chişinău, 2021. Электронный ресурс: http://geoportal.md/ (дата обращения: 20.03.2021).
68. Galizien und Bukowina (1861–1864) – Franziszeische Landesaufnahme. Электронный ресурс: https://mapire.eu/de/map/secondsurvey-galicia/ (дата обращения: 20.03.2021).
69. Harta topographică a Republicii Moldova, 2013. Scara 1:50000. Fondul naţional de date geospaţiale. Chişinău, 2020. Электронный ресурс: http://geoportal.md/ (дата обращения: 20.03.2021).
70. *Miron V.* Raionul Soroca. Ghid touristic. Chişinău, 2017. 150 p.
71. *Nesterova T.* Cu privire la modulul structuri spaţiale a clădirilor ecleziastice bizantine, ruse şi din Ţara Moldovei (Cu studiu de caz biserica Sf. Treime din oraşul Siret). Arta. Seria Arta vizuală, 2007. P. 14–31.
72. *Nesterova T.* Despre datarea cetăţii de piatră din or. Soroca. Revista Arheologică, 2015. Nr. 1– 2(11). P. 209–219.
73. *Nesterova T.* Proporțiile arhitecturii din Moldova istorică. Chișinău, 2019. 312 p.
74. Polonia. Atlas map z XVI–XVIII wieku. Warszawa: Główny Urząd Geodeziji i Kartografii, 2005. P. 52.
75. *Rizzi Zannoni J.A.B.* Carte des frontieres de Pologne depuis la fin des Karpaks en Transylvanie jusques au territoire des Tatares-Bessarabes contenant la Moldavie Septentrionale le Desert des Tatares Lipkes et le cours du Dniester depuis Koczym jusques a Bender. Carte de la Pologne divisée par provinces et palatinats et subdivesée par districts. Paris, 1772.
76. Russland (Bessarabien) 1:25000. Soroca. Blatt Nr.5385. Grundkartenwerk: Planul Director de Tragere 1:20000 des ruman. Militargeogr. Instituts (1919). Sonderausgabe II. 1941.

REFERENCES

1. *Bawr F.G. de.* Carte de la Moldavie pour servir à l'Histoire militaire de la guerre entre les Russes et les Turcs. Amstelodami, 1772 (in French).
2. *Beauplan G. le V.* Ukrainae pars qvae Barclavia palatinatus vulgo dicitur per Guilhelmum le Vasseur de Beauplan S.R.M.tis Poloniae architectum militarem etc. (1652). Amstelodami, 1721 (in Latin).
3. *Beauplan G. le V., Hondius G.* Delineatio generalis Camporum Desertorum vulgo Ukraina. Cum adjacentibus provinciis... Gedani, 1648 (in Latin).
4. *Beauplan G. le V., Hondius G.* Delineatio specialis et accurata Ukrainae cum suis palatinatibus ac districtib9. Provincysq. Adiacentibus... Gedani An.o M.D.C L. 1650 (in Latin).
5. *Berg L.S.* Subject and tasks of geography. Izv. RGO, 1915. T. 15. V. 9. P. 463–475 (in Russian).
6. *Bondar' V.V., Markova O.N.* Cultural Landscapes of Historical Settlements as a Special Category of Heritage (based on Materials from the North-West Caucasus). Moscow, 2020. 334 p. (in Russian).
7. Bukowina (1773–1775) – Josephinische Landesaufnahme. Web resource: https://mapire.eu/de/map/firstsurvey-bukovina/ (accessed: 20.03.2021) (in German).
8. *Cantemir D., Changuion F.* Principatus Moldaviae nova & accurata Descriptio. Amsterdam, 1737 (In Latin).
9. Dikcionar enchiklopedik moldovenesk. Kishinev, 1989. 720 p. (in Moldavian).
10. Distrikt Bukowina (1773–1776) – Josephinische Landesaufnahme. Web resource: https://mapire.eu/de/map/firstsurvey-bukovina-2/ (accessed: 20.03.2021) (in German).
11. *Dmitriev P.G.* Rechensjemintele populaciej Moldovej din anij 1772–1773 shi 1774. Moldova yn epoka feudalizmuluj. V. VII. P. I. Kishinev: Shtiinca, 1975. 608 p. (in Moldavian).
12. Documenta Romaniae Historica. A. Moldova. V. I (1384–1448). București, 1975 (in Romanian).
13. *Eremija A.I.* Geographic names tell. Kishinev, 1982. 104 p. (in Russian).
14. *Eremija A.I.* Nume de lokalitjec'. Kishinev, 1970 (in Moldavian).
15. Fondul naţional de date geospaţiale. Kishinev, 2021. Web resource: http://geoportal.md/ (accessed: 20.03.2021) (in Moldavian).
16. Galizien und Bukowina (1861–1864) – Franziszeische Landesaufnahme. Web resource: https://mapire.eu/de/map/secondsurvey-galicia/ (accessed: 20.03.2021) (in German).
17. *Halippa I.N.* Information about the State of Churches in Bessarabia in 1812–1813. Proceedings of the Bessarabian Gubernian Scientific Archive Commission. V. III. Kishinev, 1907. P. 231–295 (in Russian).
18. *Halippa I.N.* List of Land Ownership and Estate Structure of the Population of Bessarabia according to the Census of 1817. Proceedings of the Bessarabian Gubernian Scientific Archive Commission. V. III. Kishinev, 1907. P. 1–230 (in Russian).
19. Harta topographică a Republicii Moldova, 2013. Scara 1:50000. Fondul naţional de date geospaţiale. Kishinev, 2020. Web resource: http://geoportal.md/ (accessed: 20.03.2021) (in Moldavian).
20. *Herzen A.A.* Cartographic Methods for Solving Historical and Geographical Problems (on the Example of Multiscale Research of Europe, Mediterranean and North-Western Black Sea Regions). InterCarto. InterGIS, 2020. V. 26. Part 4. P. 266–281 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-266-281.

21. *Herzen A.A.* Geopolitical and Historic-Geographical Problems of the Black Sea Region (Review of Results of International Conference 2019). Izv. RAN. Ser. geogr., 2021. T. 85. № 1. P. 146–155 (in Russian). DOI: 10.31857/S2587556621010040.
22. *Herzen A.A.* Historic-Geographical Context of Transferred Toponyms. Problems of Geography, 2018. No 146. P. 27–73 (in Russian).
23. *Herzen A.A.* Historic-Geographical Landscapes of the North-Western Black Sea Region. Problems of Geography, 2013. No 136. P. 228–242 (in Russian).
24. *Herzen A.A., Nesterova T.P., Paskary E.G., Tel'nov N.P.* At the Crossroads of civilizations: Space, Time, Heritage. Newest Historic-Geographical Researches of Some Monuments of the North-Western Black Sea Region. Moscow – Saint Petersburg: Nestor-Istoria, 2019. 416 p. (in Russian).
25. *Herzen A.A.. Paskar' E.G., Hropov A.G.* Topographic Maps of the North-Western Black Sea Region of the 17th to mid-18th centuries. Geodesy and Cartography = Geodezia i Kartografia, 2021. No 82(6). P. 26–36 (in Russian). DOI: 10.22389/0016-7126-2021-972-6-26-36.
26. *Hropov A.G.* History of Topographic Study of the Territory of Moldavia (Early Stages). Geopolitical and Historic-Geographical Problems of the Black Sea Region. Kishinev, 2019. P. 89–96 (in Russian).
27. *Isachenko A.G.* On Two Interpretations of the Concept of "Cultural Landscape". Izv. RGO, 2003. No 1. P. 5–16 (in Russian).
28. *Isachenko A.G.* Theory and Methodology of Geographical Science. Moscow. 2004. 395 p. (in Russian).
29. *Kaganskij V.L.* Cultural Landscape and Soviet Habitable Space. Moscow, 2001. 576 p. (in Russian).
30. *Kaganskij V.L.* Cultural Landscape: Basic Concepts in Russian Geography. Observatory of Culture, 2009. No 1. P. 62–70 (in Russian).
31. *Kaluckov V.N.* Ethnocultural Landscape Studies. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr., 2006. No 2. P. 6–12 (in Russian).
32. *Kaluckov V.N.* Fundamentals of Ethnocultural Landscape Studies. Moscow, 2000. 94 p. (in Russian).
33. *Kaluckov V.N.* Landscape in Cultural Geography. Moscow, 2008. 317 p. (in Russian).
34. *Kamkin, Kop'ev, Ivanov, Skorobogatov, Kirilov.* Map of the Podolian and Bessarabian Gub. Row XXVII. Sheet 7. Shubert F.F., Tuchkov P.A. Military-Topographic Map of the Russian Empire, 1845–1863. Ed. 1868, 1870–77, 1893, 1899. Saint Petersburg, 1899 (in Russian).
35. *Kamkin, Kop'ev, Ivanov, Skorobogatov, Kirilov.* Map of the Podolian Gub. and Bessarabian Obl. Row XXVII. Sheet 7. Shubert F.F., Tuchkov P.A. Military-Topographic Map of the Russian Empire, 1845–1863. Ed. 1868, 1877. Saint Petersburg, 1877 (in Russian).
36. *Karpenko Ju.O.* Toponymy of Bukovina. Kiev, 1973. 240 p. (in Ukrainian).
37. *Karpenko Ju.O.* Toponymy of the Central Regions in the Chernovtsy Oblast. Lecture Notes. Chernovctsy, 1965. 76 p. (in Ukrainian).
38. *Kochurov B.I.* Development of Geoecological Terms and Concepts. Problemy Regional'noj Jekologii, 2000. No 3. P. 5–8. (in Russian).
39. *Kornilovich A.O., Goven f. D.H.H.* General Map of Bessarabian Oblast. Tulchin, 1822 (in Russian).
40. *Krasovskaja T.M., Kaluckov V.N.* Ideas about the Cultural Landscape: from Professional to World Outlook. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr., 2000. No 4, P. 3–6 (in Russian).

41. *Kurdinovskij V.* List of the Oldest Churches of the Bessarabian Gubernia. Proceedings of the Bessarabian Church Historic-Archaeological Society. 1 V. Kishinev, 1910. P. 70–163 (in Russian).
42. *Kut'kova, Guseva E., Cimkovich, Serocinskaja, Stukanov N., Kuznecov I., Osipov F., Sajkin F.* Map of the Bessarabian and Podolian Gub.. List XXXIX–25. Jampol and Soroky Count. Ed. 1872–73, 1911, 1916. Moscow: Izd. Voenno-Kartograf. Otd. R.-K. K. A., 1924 (in Russian).
43. *Lavrenova O.A.* Semantics of the Cultural Landscape: abstract of dis. ... Hab. Doctor of Philosophy. Moscow, 2010. 38 p. (in Russian).
44. *Lavrenova O.A.* Cultural Landscape: from Earth to Space. Cosmic Worldview – New Thinking of the XXI Century: Materials of the Intern. Scientific Societies. Conf. 2003. In 3 V. Moscow, 2004. V. 2. P. 140–151 (in Russian).
45. *Lavrenova O.A.* Cultural Landscape: Semantics of Cultural and Geographical Interactions. Izv. RAN. Ser. geogr., 2003. No 2. P. 114–120 (in Russian).
46. *Livinskaja O.A.* Concept of a Cultural Landscape of Our Country Geography. Pskovskij regionologicheskij zhurnal, 2012. No 14. P. 120–128 (in Russian).
47. Map of the Ukrainian SSR and Bessarabia. Sheet XXXIX–25 (Soroki). Ed. 1872–73, 1911. Moscow: Upravlenie voennyh topografov, 1932 (in Russian).
48. *Makar' D.G.* Vasil'kovo. Church of the Assumption. The Collection of Monuments of History and Culture of the MSSR. Northern Zone. Kishinev, 1987 (in Russian).
49. *Mil'kov F.N.* Man and Landscapes. Essays on Anthropogenic Landscape Science. Moscow, 1973. 224 p. (in Russian).
50. *Miron V.* Raionul Soroca. Ghid touristic. Kishinev, 2017. 150 p. (in Moldavian).
51. *Nesterova T.* Cu privire la modulul structuri spaţiale a clădirilor ecleziastice bizantine, ruse şi din Ţara Moldovei (Cu studiu de caz biserica Sf. Treime din oraşul Siret). Arta. Seria Arta vizuală, 2007. P. 14–31 (in Moldavian).
52. *Nesterova T.* Despre datarea cetăţii de piatră din or. Soroca. Revista Arheologică, 2015. Nr. 1– 2(11). P. 209–219 (in Moldavian).
53. *Nesterova T.* Proporțiile arhitecturii din Moldova istorică. Chișinău: Epigraf, 2019, 312 p. (in Moldavian).
54. *Nesterova T.P., Herzen A.A.* Architectural and Historic-Geographical Mystery of the Church of Vasilcau Village. Revista Arta, 2021. V. XXX. № 1. P. 139–147 (in Russian). DOI: 10.52603/arta.2021.30-1.20. (in Russian).
55. *Nikolaev V.A.* Cultural Landscape – Geoecological System. Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 5. Geogr., 2000. No 6. P. 3–8 (in Russian).
56. *Paskary E.G.* Unstudied Written and Cartographic Sources on the History of the North-Western Black Sea Region. Geopolitical and Historic-Geographical Problems of the Black Sea Region. Kishinev, 2019. P. 80–88 (in Russian).
57. *Paskary E.G., Herzen A.A.* Toponym Moldavia: Ancient Recollections and New Etymologies. Rusin, 2016. No 1 (43). P. 9–35 (in Russian). DOI: 10.17223/18572685/43/2.
58. Polonia. Atlas map z XVI–XVIII wieku. Warszawa: Główny Urząd Geodeziji i Kartografii, 2005. P. 52 (in Polish).
59. *Raan f.* The List from My Own Magazine in the Continuation of the Last War during the Conquest of Moldavia and Bessarabia from 1787 to 1790, with the Supplement of One Drawing. Saint Petersburg, 1792 (in Russian).
60. *Raan f.* Theatre of the War from 1788 till 1790. A Plan of Military Actions of the Imperial Russian and Austrian United during the Occupation of Moldavia and Bessarabia. Saint Petersburg, 1792 (in Russian).

61. *Rizzi Zannoni J.A.B.* Carte des frontieres de Pologne depuis la fin des Karpaks en Transylvanie jusques au territoire des Tatares-Bessarabes contenant la Moldavie Septentrionale le Desert des Tatares Lipkes et le cours du Dniester depuis Koczym jusques a Bender. Carte de la Pologne divisée par provinces et palatinats et subdivesée par districts. Paris, 1772 (in French).
62. Russland (Bessarabien) 1:25000. Soroca. Blatt Nr.5385. Grundkartenwerk: Planul Director de Tragere 1:20000 des ruman. Militargeogr. Instituts (1919). Sonderausgabe II. 1941 (in German).
63. *Saushkin Ju.G.* Cultural landscape. Problems of Geography, 1946. No 1. P. 97–106 (in Russian).
64. *Shubert F.F., Nejdgart A.I.* Special Map of the Western Part of the Russian Empire. Saint Petersburg, 1832 (in Russian).
65. Lists of Populated Places of the Russian Empire… III. Bessarabian Oblast. Saint Petersburg, 1861 (in Russian).
66. *Streleckij V.N.* Geographic Space and Culture: Ideological Attitudes and Research Paradigms in Cultural Geography. Izv. RAN. Ser. geogr. 2002, No 4. P. 18–28 (in Russian).
67. *Streleckij V.N.* Landscape through the Prism of Cultural Geography. Izv. RAN. Ser. geogr., 2011. No 2. P. 133–135 (in Russian).
68. *Streleckij V.N.* The Cultural Landscape of Modern Russia. Izv. RAN. Ser. geogr., 2003. No 2. P. 126–127 (in Russian).
69. *Streleckij V.N., Chernov S.Z.* Cultural Landscape. Great Russian Encyclopedia. V. 16. Moscow, 2010. P. 321 (in Russian).
70. Topographic map. Moldavian SSR. 1:50000. Moscow, 1982. Fondul naţional de date geospaţiale. Kishinev, 2021. Web resource: http://geoportal.md/ (accessed: 20.03.2021) (in Russian).
71. Topographic map. USSR. Ukr. SSR Vinnickaja, Odesskaja oblasti and Moldavian SSR. M–35–XXIX. Vapnjarka. 1:200000. Moscow: General'nyj shtab, 1979 (in Russian).
72. Topographic map. USSR. Ukr. SSR. Mold. SSR. Rumania. M–35–V. L'vov. 1:500000. Moscow: General'nyj shtab, 1989 (in Russian).
73. *Vedenin Ju.A.* Essays on the Geography of Art. Saint Petersburg, 1997. 224 p. (in Russian).
74. *Vedenin Ju.A.* Problems of the formation of a cultural landscape and its study. Izv. AN SSSR. Ser. geogr., 1990. No 1. P. 5–17 (in Russian).
75. *Vedenin Ju.A., Kuleshova M.E.* Cultural Landscape as an Object of Cultural and Natural Heritage. Izv. RAN. Ser. geogr., 2001. № 1. P. 7–14 (in Russian).
76. *Zamjatina N.Ju., Zamjatin D.N., Mitin I.I.* Modeling Images of Historical and Cultural Territory: Methodological and Theoretical Approaches. Moscow, 2008. 760 p. (in Russian).

УДК: 528.9, 81’373.21, 913 **DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-520-536**

Ю.Ю. Гордова[1], О.А. Герцен[1], А.А. Герцен[2], С.К. Костовска[2]

ПРИМЕНЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ТОПОНИМИКЕ (ИСТОРИЯ ВОПРОСА И СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ)

АННОТАЦИЯ

Картографические методы в топонимических исследованиях применяются многие десятилетия. Их большую важность отмечали основоположники фундаментальной топонимики. Направление продолжает активно развиваться, несмотря на немалую методологическую сложность и трудоёмкость. Современные технологии в картографии позволяют вывести масштаб и интенсивность топонимических исследований на новый уровень, решить проблемы, давно обозначенные в науке. Это ещё более повышает актуальность топонимического картографирования и активное внедрение других приёмов в практику локальных и региональных топонимических исследований.

В статье представлен опыт создания региональных топонимических карт и атласов, общая методология и конкретные методические наработки авторов в данном направлении. Приведены примеры новейших практик применения картографических методов в отечественной ономастике. Изложены результаты полимасштабных топонимических исследований в исторической географии, опирающиеся на приёмы топонимического картографирования в целях решения историко-географических проблем, а также историко-картографический анализ, направленный на решение проблем топонимики. На примере географических названий Русской равнины и Причерноморского региона анализируется богатый фактологический материал, эволюция конкретно взятых топонимов.

Историко-картографические исследования дают бесценные данные для топонимики, способствуют научному продвижению в смежных дисциплинах. Старые карты служат важнейшими источниками знаний о топонимии и формировании географических представлений в разные эпохи. Топонимы являются неотъемлемой частью нематериального культурного наследия, одной из самых устойчивых и в то же время хрупких. Современное стремление к стандартизации топонимии на национальном и международном уровнях вступает в противоречие с задачами её сохранения в контексте охраны этнокультурного разнообразия.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: картография, топонимика, историческая география, топонимы, географические карты.

[1] Институт языкознания Российской академии наук, Большой Кисловский пер., д. 1, 125009, Москва, Россия, *e-mail:* **gordova@iling-ran.ru, gercen.olga09@gmail.com**.

[2] Институт географии Российской академии наук, Старомонетный пер., д. 29, 119017, Москва, Россия, *e-mail:* **gerzen@igras.ru, silvakos@igras.ru**.

Yuliana Yu. Gordova[1], Olga A. Herzen[1], Andrey A. Herzen[2], Silvia K. Kostovska[2]

USAGE OF CARTOGRAPHIC METHODS IN PLACE-NAME STUDY (HISTORY OF THE PROBLEM AND ACTUAL RESEARCH)

ABSTRACT

Cartographic methods have been used in toponymic research for many decades. The importance of these methods was noted by the founders of fundamental place-name study. This field keeps developing actively despite the considerable methodological complexity and labor intensity. Modern technologies in cartography make it possible to bring the scale and intensity of toponymic research to a new level, to solve problems that have long been identified in science. This further increases the relevance of toponymic mapping and the active introduction of other techniques into the practice of both local and regional toponymic research.

The article presents the experience of creating regional toponymic maps and atlases, the general methodology and specific methodological developments of the authors in this field. The article provides examples of the latest practices of applying cartographic methods in domestic onomastics. The article presents the results of a poly-scale toponymic research in historical geography, based on the techniques of toponymic mapping in order to solve historic-geographical problems, and historic-cartographical analysis, aimed at solving toponymic problems. The geographical names of the Russian Plain and the Black Sea region serves as a rich factual data for the analysis of specific toponyms evolution.

Historic-cartographical research provides invaluable data for place-name study, contributing to scientific advancement in related disciplines. Old maps serve as the most important sources of knowledge about toponymy and the formation of geographical representations in different eras. Place names are an integral part of the intangible cultural heritage, one of the most enduring and at the same time fragile. The modern desire to standardize toponymy at the national and international levels comes into conflict with the tasks of its preservation in the context of the protection of ethnocultural diversity.

KEYWORDS: cartography, place-name study, historical geography, toponyms, geographical maps.

ВВЕДЕНИЕ

Применение картографических методов в топонимике имеет давнюю историю и богатый практический опыт. Картографический и тесно с ним связанный ареальный методы относятся к традиционным методам топонимических исследований (наряду с этимологическим, структурно-семантическим, формантным и т.д.). Сама идея лингвистического картографирования принадлежит И.И. Срезневскому. Она была реализована в «Опыте диалектологической карты русского языка в Европе» (авторы Н.Н. Дурново, Н.Н. Соколов, Д.Н. Ушаков), опубликованном в 1915 г. Позднее Р.И. Аванесовым были разработаны основы теории картографирования в связи с созданием «Диалектологического атласа русского языка» [Вопросы... 1962], фундаментальные положения этой теории учтены при создании «Общеславянского лингвистического атласа», демонстрирующего распространение языковых явлений в славянских языках [Русский…, 2003: 118–119, 220–221]. Возможность применения картографических методов в отношении топонимического

[1] Institute of Linguistics, Russian Academy of Sciences, Bolshoy Kislovskiy per. 1, 125009, Moscow, Russia, *e-mail:* **gordova@iling-ran.ru, gercen.olga09@gmail.com**.

[2] Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetny per. 29, 1190117, Moscow, Russia, *e-mail:* **gerzen@igras.ru, silvakos@igras.ru**.

материала и значение такой работы описаны основоположниками отечественной топонимики Е.М. Поспеловым, Э.М. Мурзаевым, А.В. Суперанской, В.А. Жучкевичем и др.

Е.М. Поспелов фундаментально изучил взаимодействие топонимики и картографии, на новом уровне разработал проблематику топонимической картографии и создал научное направление картографической топонимики, которое определил как «обслуживающий картографию раздел топонимики, в ведении которого входит разработка: методики первичного сбора географических названий на местности, общих принципов и конкретных правил передачи названий с языка на язык, включая выбор исходной формы и определение языка передачи; принципов и правил передачи названий на исторических картах и на картах, издаваемых на национальных языках; методики анализа и систематизации названий, а также оценки топонимического содержания карт». Евгений Михайлович подчёркивал, что «содержание картографической топонимики ограничено кругом картографических задач, которые не могут быть правильно решены без привлечения топонимики» [*Поспелов,* 1971, с. 18].

Э.М. Мурзаев высоко оценивал потенциал объединения усилий картографии и топонимики: «Картографический метод в топонимических исследованиях позволяет наглядно показать распространение тех или иных моделей географических названий, географию топонимических суффиксов, ареалы преобладающих языков в современной топонимии, смысловые сдвиги в народной географической терминологии, формирующей собственные имена, их связь с природными, социальными, экономическими явлениями и объектами, плотностью названий или повторяемости топонима на единицу площади, степень изученности и т.д.» [*Мурзаев* 1982, с. 86].

Важность карты. Топонимисты-классики единодушны в оценке роли географических карт для топонимики. «Без карты исследование топонимии может оказаться неполноценным», – отмечал В.А. Жучкевич [*Жучкевич,* 1968]. Е.М. Поспелов утверждал, что «картографическое изображение выгодно отличается от текстового изложения наглядностью и измеримостью сообщаемых им сведений» [*Поспелов,* 1971, с. 8]. Отмечалось и её большое междисциплинарное значение: «…географическая карта как основа, на которую наносятся материал самых разнообразных областей знания, оказывается как бы местом встречи специалистов различных профилей, не имеющих в своей деятельности иных точек соприкосновения» [*Суперанская и др.* 2009: 209]. «Если автор той или иной статьи может позволить себе выделить известное или, что тоже бывает, умолчать о неизвестном, то карта требует сопоставимости всего показываемого материала. Поэтому карта всегда более объективна и наглядна, чем текст» [*Мурзаев,* 1982, с. 87–88]. Такие же выводы закономерны и для оценки карт как топонимических источников: «…при прочих равных условиях (времени создания, подробности и т. д.) картографические источники, как правило, насыщены географической номенклатурой в большей степени, чем литературные и актовые памятники» [*Поспелов,* 1971, с. 93].

Тематические и специальные карты используются в качестве источника географических названий и «для получения географических данных, необходимых для понимания возникновения, распространения и развития топонимических явлений» [*Поспелов,* 1971, с. 83]. «Установление по тематическим картам связей топонимии с географическими условиями бывает необходимо для проверки мотивированности предлагаемых этимологий или для контроля правильности выделения ареалов по каким-либо признакам» [*Поспелов,* 1971, с. 84]. Большое внимание к картографическим источникам и историко-географическому подходу в топонимике уделено также А.В. Постниковым [*Постников, Мельникова,* 1980], В.Д. Беленькой [*Беленькая,* 1980], А.В. Барандеевым [*Барандеев,* 2017] и другими исследователями.

Историко-картографический подход чрезвычайно продуктивен в географии в целом, в частности в рамках геоэкологического анализа: «Использование разновременных картографических произведений в исследованиях исторической динамики формирования современной экологической ситуации, позволяет наиболее полно сопоставить расположение объектов и выявить многообразные взаимосвязи процессов и явлений на изучаемой территории» [*Костовска, Стулышапку,* 2011]. Несомненно, внедрение разработанной геоэкологами методологии в практику топонимических исследований представляет большой интерес и перспективы. «Основным средством установления таких взаимосвязей служит, прежде всего, сопоставление карт разных лет издания одной тематики и карт разной тематики, как одного года издания, так и разновременных. В случае если такие карты представлены в одном атласе, то согласованность карт разной тематики облегчает исследование. Когда же карты не только не согласованы между собой, но и выполнены в разное историческое время с использованием различных условных обозначений, в иных масштабах и т.д., то работа по выявлению каких-либо закономерностей значительно затрудняется. Знание сложностей, которые могут возникнуть во время чтения и анализа разновременных картографических источников позволяет избежать ошибок и неточностей при интерпретации полученной информации» [*Костовска, Стулышапку,* 2011]. Значение старинных карт как топонимических источников подробно раскрыто ещё Е.М. Поспеловым. «Привлечение ряда карт, созданных в различное время на одну и ту же территорию, позволяет проследить изменения, происшедшие с течением времени в географических названиях, выявить динамику топонимических явлений» [*Поспелов,* 1971, с. 93].

О большой эффективности историко-картографического подхода свидетельствуют и результаты новейших исследований авторского коллектива и коллег, детально изучающих старинные географические карты Северного Причерноморья [*Хропов,* 2019, 2020; *Паскарь,* 2019, 2020; *Галкина,* 2020; *Герцен,* 2020 а–в, 2021а, б; *Герцен* и др., 2019, 2021; *Нестерова* 2020; *Нестерова, Герцен,* 2021]. Комплексный анализ исторических источников, в первую очередь старинных карт, формирует незаменимую другими методами картину эволюции пространства, территориального устройства, функциональной роли того или иного места в прошлом и настоящем. Старинные карты служат важнейшим источником бесценных исторических, географических, этнографических, культурологических и других сведений, способствуют решению топонимической проблематики на новом фундаментальном уровне.

Топонимическое картографирование. Важность картографирования в топонимике многократно подчёркивалась теоретиками ономастических исследований, лингвистами и географами. «Установление ономастических ареалов неотделимо от еще одного научно-технического приема – картографирования, в задачи которого входит точная локализация мест расселения людей, в речи которых отмечается изучаемое ономастическое явление, или мест (городов, поселков, рек и проч.), именуемых определенным образом. Но картографирование применяется не только для фиксации выявленных ареалов. Картографироваться могут и различные территориальные распределения имен при региональных исследованиях, и черты, глобально присущие именам разных языков» [*Суперанская и др.,* 2009, с. 209]. «В практике производится картографирование: а) отдельных названий, являющихся объектом специальных топонимических исследований; б) названий, сгруппированных по грамматическому признаку; в) названий, объединенных по национально-генетическому признаку; г) названий мемориальных (посвященных); д) названий по времени их возникновения; е) топонимических пластов; ж) смыслового значения названий и терминов; з) произношения названий и др.» [*Жучкевич,* 1968]. «Конечно, картографический метод весьма трудоемкий и требует от исполнителей

подведения итогов, полученных в результате обработки массового материала <…> Тем самым картографический метод существенно помогает пониманию распространения топонимических фактов и выявлению закономерностей» [*Мурзаев,* 1982, с. 87–88].

Вместе с тем филологи акцентируют внимание на лингвистической специфике картографического метода в ономастике и его пользе для науки в целом. «Ономастическое картографирование не может быть прямой копией географического приема, поскольку в основе его лежит диалектологический подход к подаче материала. От географов берется лишь карта, на которую наносятся языковая нагрузка. Тем не менее, нанося на карту лингвистические данные, мы часто получаем экстралингвистические выводы, служащие для подтверждения исторических концепций. Очевидно, в этом диалектика взаимосвязи, взаимопомощи и взаимного обогащения общественных наук. И наоборот, карты, создаваемые географами, астрономами, ботаниками, используются ономастами для сбора своего, лингвистического, материала и для подкрепления его экстралингвистическими данными. Этот ономастический материал, после соответствующей обработки, может быть снова положен на другую, специальную ономастическую карту и в этом виде представлять интерес не только для лингвистов, но и для специалистов иных областей» [*Суперанская и др.,* 2009, с. 209].

На протяжении более чем полувека картографический и ареальный методы широко используются в трудах отечественных топонимистов. В 1970–1980-х гг. были проведены исследования в области топонимического картографирования, связанные с составлением лингвистических карт и выявлением ареалов славянской и субстратной топонимии России и славянского мира. Объектом изучения и картографирования Г.П. Смолицкой была топонимия Верхнего и Среднего Поочья [*Смолицкая,* 1976], З.В. Рубцовой – славянские топонимы территории Белоруссии, а затем всей восточнославянской территории [*Рубцова,* 1974, 1980]. Ю.П. Чумакова занималась определением ареалов древнерусских топонимических типов в районе Средней Оки [*Чумакова,* 1992]. Важный вклад в развитие топонимического картографирования внесли А.К. Матвеев [*Матвеев,* 1986, 2001–2015], И.И. Муллонен [*Муллонен,* 1988–2008].

Современные исследователи отмечают повышенный интерес к топонимике на новом этапе развития картографических технологий. «В последние годы в научной среде специалистов-географов происходит своеобразный "ренессанс" топонимики – значительно возрастает внимание к данному научному направлению. Картография и топонимика – две науки, которые, кроме своего пограничного положения в географии, могут быть охарактеризованы еще и как сквозные для нее, т.е. охватывающие все семейство географических наук, без которых не обходится ни одна из них» [*Афанасьев,* 2007]. «Создание современных баз данных топонимов, электронных газетиров, использование ГИС-технологий значительно активизируют топонимические исследования» [*Басик,* 2008, с. 13].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Опыт создания региональных топонимических карт и атласов. Сегодня развитие топонимической картографии является одной из актуальных задач современной ономастики, особенно в связи с планами создания Топонимического атласа России и региональных топонимических атласов, которые рассматриваются как составные элементы общероссийского атласа и этапы реализации данного проекта. В 2015 г. вышла первая монография – «Топонимический атлас Рязанской области» [*Гордова,* 2015], с 2020 г. группой ученых из Института языкознания РАН и Института археологии РАН ведется работа по созданию «Топонимического атласа Тамбовской области» (проект рассчитан на три года), после чего научный коллектив готов приступить к «Топонимическому атласу

Московской области», к работе над которым планируется привлечь специалистов из Института географии РАН и Московского городского отделения РГО.

Выработанная методика составления топонимического атласа направлена на создание серии карт, демонстрирующих зоны распространения разнообразных топонимических явлений (топонимов определенного структурного типа, определенных топооснов, топоформантов, тополексем, топонимических моделей). При рассмотрении топонимии в хронологическом (стратиграфическом) аспекте составляются карты по отдельным историческим периодам: дославянскому, древнерусскому, среднерусскому, современному. При этом объектами картографирования становятся «явления и процессы, протекающие во времени и изменяющие топонимическую систему; такие карты показывают, в частности, исчезновение старых и появление новых формантов, замену продуктивных формантных типов, моделей, изменение доли топонимов изучаемой группы (например, связанных с христианской культурой) в общем топонимиконе региона» [*Гордова*, 2020, с. 54].

Сама методика создания топонимического атласа региона включает следующие этапы: 1) составление каталога географических названий региона; 2) группировку названий по языковой принадлежности, типу, для составления отдельных картографических слоев; 3) нанесение отобранных топонимов на карту; 4) обрисовку ареала и «брызг» ареала; 5) описание и характеристику ареала; 6) лингвистическую интерпретацию материала с учетом этимологии и структурно-семантических характеристик картографируемых топонимов; 7) совмещение выявленных ареалов с ареалами неязыковых явлений (археологическими, географическими, историческими) и аналогичными топонимическими ареалами других регионов; 8) хронологическую и этно-культурную атрибуцию; 9) формулировку выводов или выдвижение гипотез о картографируемом явлении. Опыт создания регионального топонимического атласа подробно описывается в монографии «Актуальные способы обработки и представления ономастических данных: 2009–2019» [*Гордова,* 2015, с. 48–74]. Примеры специально разработанных топонимических карт для регионального атласа представлена на рис. 1, 2.

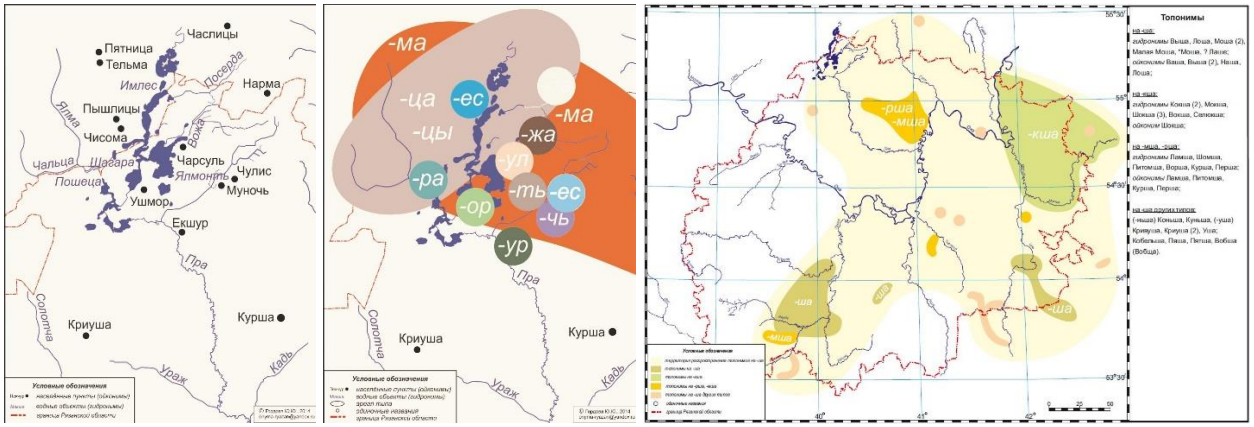


Рис. 1. Топонимия (а) и Топонимические типы Клепиковского Поозерья (б); Топонимы на -ша разных типов на территории Рязанской области (в) [Гордова, 2014]

Fig. 1. Toponymy (a) and Topomynical types of Klepikovskoye Poozerye (b); Toponyms on -sha of different types on the territory of Ryasany region (c) [Gordova., 2014]

Топонимическая карта способна наглядно представить самую разнообразную информацию и дать много новых, подчас уникальных знаний. «Выявленные в результате картографирования ареалы составляют специальный ономастический текст, научное

прочтение которого ставит исследователя перед серией новых задач. Следовательно, карта с ономастической нагрузкой сама делается источником для дальнейшего изучения имен. Такая карта близка по своему типу к диалектной. Лингвист может ее использовать для решения вопроса о былых размещениях отдельных языков и диалектов, о межъязыковых контактах. Ономастическое картографирование может дать много интересного для исторической лексикологии, диалектологии» [*Суперанская и др.* 2009: 209].

Примеры новейших практик применения картографических методов в ономастике. Несмотря на неоспоримую ценность и результативность картографического метода, следует признать, что в региональных топонимических исследованиях он применяется очень редко, главным образом ввиду технических сложностей и кажущейся трудоемкости процесса создания карты [*Гордова,* 2020, с. 52]. Из числа последних работ, связанных с топонимической картографией, можно назвать исследование 2019 г. аспирантки А.А. Афанасьевой, в котором объектом изучения являются топонимные модели Южной Карелии (Сямозерье); важно, что исследователь продолжает и развивает идеи карельского ономаста И.И. Муллонен по обязательному картографированию изучаемого топонимического материала [*Афанасьева,* 2019, с. 154–159].

С конца 2010-х гг. картографический метод в работе ономастов все чаще используется для установления локации топонимов. Суть приема заключается в том, что на поле карты наносятся топонимы, упоминаемые в том или ином письменном источнике, не имеющего картографического сопровождения, на основании известных ориентиров, далее следует анализ визуализированных данных. Этот способ исследования материала можно рассматривать как один из видов топонимического картографирования. Метод локации древних топонимов используется, в частности, И.Ю. Анкудиновым по отношению к историческим топонимам новгородской земли, зафиксированным в актах и грамотах XII–XV вв. [*Анкудинов,* 2019, с. 118–121]. А.В. Богатырев применяет данный метод для установления локации и реконструкции маршрута передвижения резидента Речи Посполитой, а также воссоздания внутренней планировки городов Варшавы и Кракова на основании изучения отчетов XVII в. [*Богатырев,* 2019, с. 174]. Проблема реконструкции и установления локации древних топонимов на основании изучения названий средневековых пустошей, городищ, селищ, упоминаемых в писцовых книгах, рассматривается и в одной из последних наших статей [*Гордова,* 2019, с. 53–69].

В этой связи можно говорить об особом типе топонимической карты – карте-реконструкции, которая создается исследователем, работающим с исторической топонимией, на основе письменных источников. Такой тип карты давно используется в исторических работах. В качестве примеров, интересных и для топонимистов, можно привести карты «Старинная топография и урочища Москвы до 1389 г. Схема на фоне главных контуров плана Москвы XVIII–XIX вв.», составленная И.А. Голубцовым, и «Москва около середины XVII века», составленная С.К. Богоявленским. На карте И.А. Голубцова показана территория района ***Занеглименье*** (от гидронима ***Неглимна***, совр. ***Неглинная / Неглинка***), включающая урочище ***Ржищи*** (из *ржа* «стоячее болото с застойной и ржавой водой» или *ржище* «поле, с которого убрана рожь»), ***Моховое*** болото, речку ***Черторый*** [*Голубцов,* 1952]. На карту С.К. Богоявленского при помощи цифр и условных обозначений нанесены исторические объекты центра Москвы, упоминаемые в переписных книгах XVII в. (описи 1629 г., писцовая книга 1680 г. и другие источники): ворота, башни, соборы (***Боровицкие*** ворота, ***Собакина*** башня, ***Успенский*** собор), дворцовые и казенные слободы (***Кисловская***, ***Бронная, Басманная, Поварская***, ***Огородная***), мельницы, заводы, конюшни (***Пороховая*** мельница, ***Кирпичный*** завод, ***Лечебная*** конюшня) и т.д. [*Богоявленский, Голубцов,* 1952].

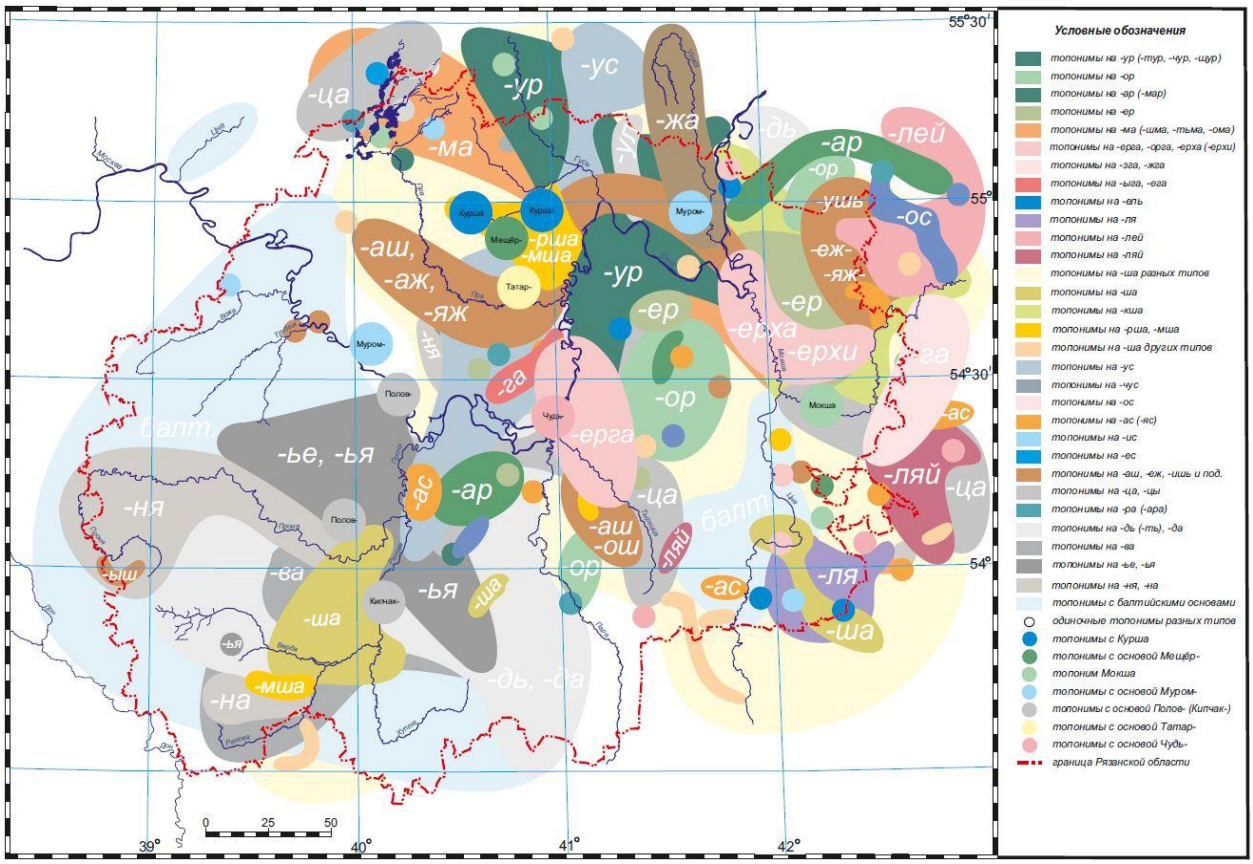


Рис. 2. Топонимические ареалы Рязанской области (Гордова Ю.Ю.)
Fig. 2. Toponymical areals of Ryasany region (Gordova Yu.Yu.)

Аналогичная работа проводилась нами в отношении исторической топонимии, упоминаемой в рязанских писцовых книгах XVI–XVII вв. [Писцовые книги..., 1996]. Благодаря тому, что перепись объектов учета для указанного документа велась в соответствии с их географическим положением, многие исчезнувшие топонимы удалось нанести на карту-реконструкцию, учитывая сохранившиеся до наших дней названия-ориентиры, прежде всего гидронимы и названия крупных сел. В итоге, подготовленная карта дала возможность установить локацию топонимов, понять происхождение однокоренных названий, взаимоотношения внутри топонимического гнезда, оценить степень топонимической освоенности картографируемого района, динамику топонимических изменений, процент сохранившихся и утраченных названий, что предоставило ценные материалы как для реконструкции ономастической ситуации в изучаемом регионе в XVI–XVII вв., так и для выявления закономерностей многовекового ономастического процесса в целом. Аналогичную информацию предоставляют и другие карты-реконструкции, в частности, гидроним ***Черторый***, показанный на карте древней Москвы И. А. Голубцова, позволяет понять происхождение названий района ***Черторье*** (позже ***Чертолье***) и современного ***Чертольского*** переулка, а историческая топонимия на карте С. К. Богоявленского объясняет названия современных улиц и переулков г. Москвы (ул. ***Поварская***, переулки ***Большой*** и ***Малый, Верхний*** и ***Нижний Кисловский, Хлебный***, ***Скатертный***, ***Ножовый, Столовый*** и т.д).

Таким образом, составление карты-реконструкции в рамках топонимического исследования может быть признано довольно эффективным методом работы с историческим материалом, позволяющим наглядно представить собранный материал и

осуществлять пространственный и временной (синхронный и диахронный) анализ топонимических фактов.

Полимасштабные топонимические исследования в исторической географии. Топонимы представляют собой неотъемлемую часть нематериального культурного наследия, одну из самых устойчивых и в то же время хрупких. Они выполняют очень важную адресную функцию, поэтому играют огромную роль в жизнедеятельности людей и человеческих сообществ на протяжении всей истории. Они формируются в историко-географических ландшафтах под воздействием разнообразных природных и культурных факторов, в специфической языковой и этнической среде. Топонимическая составляющая (топонимический ландшафт) является важнейшим индикатором ландшафта, а историко-географическая реконструкция этапов его развития позволяет понять его эволюцию, выявить ландшафтно-образующие элементы, ценные объекты наследия, основы устойчивости многокомпонентных комплексов, в которых существуют современные социально-экономические и культурные системы.

Картографические методы служат краеугольным фундаментом историко-географического подхода. Его применение в рамках комплексных полимасштабных исследований позволяет решить научные проблемы, возникающие при систематизации знаний о природном и культурном наследии. Только в рамках комплексного историко-географического подхода возможно выявление и понимание структуры топонимического ландшафта [*Герцен,* 2020 а, в]. Об этом свидетельствуют результаты исследований феномена ***перенесённых топонимов***. Они представляют собой уникальное географическое явление, хранящее чрезвычайно интересную и полезную историческую и лингвистическую информацию, а в своей совокупности формирующее основу топонимического компонента историко-географического ландшафта. Применение картографического метода для их систематизации и анализа (рис. 3 а, б) позволяет говорить о закономерном расположении топонимов, исторически и географически обусловленном миграциями носителей смоделированного и зафиксированного в памяти важнейшего компонента историко-географического ландшафта, воспроизводимого в процессе освоения новых мест заселения, – ландшафта топонимического [*Герцен,* 2018]. Это ярко отражается и на материале *топонимов с основами Молдав-/Молдов-* в Центральной Европе (от Альп до Прибалтики и Причерноморья; рис. 3 а) и на материале *славянских топонимов Переяславль, Трубеж, Звенигород и др.* на Русской равнине (рис. 4 б) [*Паскарь,* 2014; *Паскарь, Герцен,* 2016; *Герцен,* 2018; *Герцен и др.,* 2019].

Другим важным приёмом в рамках историко-географического подхода в топонимике служит ***историко-картографический метод***, который позволяет наглядно отразить преемственность либо, наоборот, разрывы в эволюции топонимических ландшафтов. Наиболее сложной структурой обладают топонимические ландшафты многонациональных регионов и городов. К сожалению, под влиянием политических обстоятельств они зачастую становятся жертвами тотальных и многократных переименований – «*топонимических репрессий*». Ярчайшим примером в этом отношении выступает топонимия Кишинёва (главная улица города семь раз меняла своё название за последние 200 лет; рис. 3 в) [*Герцен и др.,* 2019].

Историко-картографические исследования дают бесценные данные для изучения топонимов. Старые карты и письменные документы служат важнейшими источниками знаний о топонимии, а также формировании географических представлений в разные эпохи.

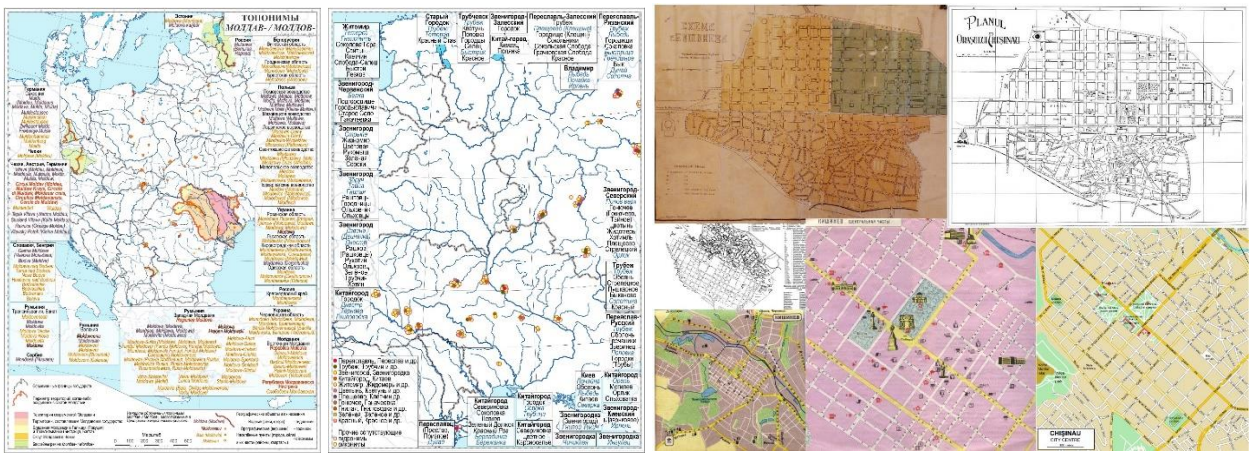


Рис. 3 а) Топонимы с основами Молдав-/Молдов- в Центральной Европе (Герцен А.А., Паскарь Е.Г., 2015); б) Перенесённые топонимические ландшафты (Герцен А.А., 2017); в) Тотальная трансформация топонимии Кишинёва в царский, румынский, советский и постсоветский периоды (карты и картосхемы XIX, XX и XXI вв.)

Fig. 3 a) Toponyms Moldav-/Moldov- in Central Europe (Herzen A.A., Paskary E.G., 2015); b) Transferred toponymical landscapes (Herzen A.A., 2017); c) Total transformation of Kishinev's toponymy in the Imperial, Romanian, Soviet and Post-Soviet periods (maps and schemes of 19th, 20th and 21th centuries)

В отсутствие прямых письменных свидетельств строительства определенных религиозных и даже оборонительных сооружений большое значение имеют специальные исторические, картографические и топонимические исследования. Наиболее примечательные географические объекты и топонимы, расположенные в границах современной Молдавии и соседних Румынии и Украины, изображены на некоторых из самых старых карт. В XVI–XVIII вв. были заложены основы детального картографирования территории и создания крупномасштабных обзорных карт, в том числе работ Б. Ваповского, М. Бехайма, М. Вальдзеемюллера, С. Мюнстера, Я. Кастальдо, Б. Агнезе, М. Броновиуса, Г. Меркатор, А. Ортелия, Г.Л. Боплана, Н. Сансона, Г.М. Вишера, Ф. де Вита, К. Кантакузино, Г. Кантелли, Н. де Фера, И. Гоффмана, В.М. Коронелли, И. Вольфа, Г. Валка, П. Шенка, И.Б. Гоманна, Д. Кантемира, М. Сойттера, Я.Ф. Шмидта, Ф.В. Баура, Д.А.Б. Рицци-Дзаннони, Д. Филиппидиса и других выдающихся картографов эпох Возрождения и Просвещения. Комплексное топографическое изучение Северо-Западного Причерноморья началось только на рубеже XVIII–XIX вв., когда начали проводиться первые съёмки местности и составляться топографические карты, позволяющие не только получить общее представление о географии региона, но и перемещаться по местности довольно уверенно [*Хропов,* 2019; *Паскарь,* 2019; *Герцен и др.,* 2021].

Мы можем выявить много важной топонимической информации благодаря анализу *историко-картографической эволюции* в контексте комплексного географического исследования культурного наследия Северо-Западного Причерноморья. Например, на четырёх кейсах, представляющих разные типы населенных пунктов: Кишинёв (столица Молдавии), Бендеры (один из старейших и крупнейших городов), Рашков (бывший двумя городками-местечками, сейчас – два села) и Васильково (одно из старинных крупных сёл).

Кишинёв. Наиболее раннее на данный момент упоминание Кишинёва в письменных исторических источниках обнаружено в грамоте молдавских господарей 1436 г. на русском языке в форме *Акбашев(ъ) Кешенев(ъ)*. Затем упоминается в 1466, 1525, и всё чаще в молдавской, а также турецкой, греческой и русской формах: *Кишинеул на Бъку* (1576, 1617),

Кишинъу (1641, 1642, 1666, 1739, 1741, 1744, 1748, 1800, 1818), *Трещи* (1642), *Кишинъул* (1642, 1741, 1800, 1801), *Кишънъул* (1642, 1712), *Kişinev* (1657), *Кинъу, Къшнъул* (1741), *Kesnoviou* (1817), *Кишиневъ* (1818). На старинных картах, начиная с середины XVI в., составленных на латыни, французском, итальянском, русском, немецком, английском, румынском и других языках, город чаще всего обозначен значком крепости, подписанной разнообразными топонимическими формами: *Tiras* (1550, 1595, 1700, 1730), *Tiraz* (1584, 1674, 1665, 1680, 1686), *Kisinau* (1688), *Kisnou* (1716, 1730, 1737, 1738, 1740, 1760, 1769, 1776, 1781), *Kichenow* (1760), *Kisnul* (1769, 1772), *Kisnow* (1769, 1770), *Kischenau* (1771, 1785), *Kischenove* (1771), *Kisznou* (1771), *Кишенау* (1774, 1789), *Kischenau* (1774, 1788, 1811), *Kiszenau* (1770, 1774, 1811), *Kiszenul* (1774, 1777, 1783, 1784), *Kiszenu* (1782), *Kischniou* (1785), *Kischnion* (1788), *Кишеневъ* (1789, 1822), *Кишенеу* (1792), *Кишинеу* (1800), *Кишиневъ* (1817, 1832, 1843, 1865), *Kischenew* (1829, 1856), *Kischinew* (1867, 1875, 1880, 1887), *Kisinau, Kichinev* (1886), *Chişeneu* (1890), *Chişineu* (1868, 1898), *Kishinev* (1911), *Kischinjew, Chişinău* (1917). Использование комплекса историко-географических методов исследования (в том числе топонимических) позволило создать основу для реконструкции историко-географического ландшафта средневекового Кишинева.

Бендеры. На примере Бендер видно, как на протяжении нескольких столетий менялись формы топонимов, формировалось и развивалось представление о топонимической картине региона. На старых картах встречаются 5 основных топонимических форм и ещё 13 вариаций: *Teime (Teinie), Tehinie (Tehinnie, Tehinnije, Tehynia, Tehyine, Tebinia, Fehynie, Tehinioe), Tigina (Tegina, Tigino), Tekin (Tokin), Bender (Bendern, Бендеръ, Бендеры)*. Благодаря систематизации картографических источников наглядно отображается эволюция архитектуры и градостроительства, становится очевидной сложность и многоступенчатость развития важнейшего объекта культурного наследия региона – Бендерской крепости. Таким образом, историко-картографические исследования способствуют решению ряда междисциплинарных проблем в истории, архитектуре, истории искусства, источниковедении, топонимии и других областях.

Рашков. Предполагаемое наличие системы укреплений (замок, крепость) в структуре Рашковского комплекса подтверждается соответствующими сведениями старинных географических карт 1652–1774 гг., по которым с высокой степенью достоверности можно определить особенности фортификаций левобережного Рашкова, так как они были составлены с высокой степенью топографической точности, собственно, потому что создавались именно для этих целей. Топонимические данные, извлечённые из этих карт, также неоценимы. Существует как минимум шесть топонимов, которыми обозначен современный Вадул-Рашков или его части в XVIII в.: *Pestere* (*Пештере*) в 1716 г., *Kreminezow* (*Кременцов*) в 1740 г., *Otak* (*Отак*) в 1745 и 1772 гг., *Pestur* (*Пестур, Пештур*) в 1769 г., *Wad*, *Wadu* (*Вад, Ваду*) в 1770 и 1774 г., *Вадорашков* в 1784 г. Этимология топонимов достаточно прозрачная. *Пештере (Пештур)* без сомнений ассоциируется с северной частью Соколы, где сохранился крупнейший пещерный комплекс, давший название населённому пункту, археологические следы которого обнаружены в южной части современного Вад-Рашкова («*пештере*» по-молдавски – «*пещеры*»). Кременцов и Отак свидетельствуют о ведущей фортификационной функции поселения: «кременец» – славянское «кремль, каменное укрепление», в данном случае, возможно, «верхний город»; «отак» – «лагерь» из тюрк. «атак; отак» в значениях «подол; шатёр, стан» [*Мурзаев* 1999] – «нижний город». Вад (брод) – основа современного названия, оказался наиболее устойчивым. Таким образом, топонимические свидетельства, получаемые из старинных географических и письменных упоминаний, в свою очередь также говорят о древности исследуемых объектов культово-оборонительного зодчества.

Васильково. Несмотря на прозрачность этимологии название села, расположенного вблизи древнего города Сороки на севере Молдавии, его история и время возникновения представляют собой загадку. Исследователи разошлись во мнениях по вопросу даты наиболее раннего упоминания: приводится документы 1620, 1517 и 1448 гг. Сторонники датировки XV в. ссылаются на грамоту 6956 (1448) г., но упомянутые в ней населённые пункты расположены в междуречье Днестра и Прута в современной Черновицкой области Украины. Среди них фигурирует *Васи'лев*, упоминаемый в древнерусской летописи в 1229 г., находящийся на такой же на переправе через Днестр, выше по течению (в Заставновском районе). Расположенное ниже по течению Днестра село *Василько'во* (*Василкэу* в современном Сорокском районе) зафиксировано на многочисленных старинных географических картах и в письменных документах в разных топонимических формах: *Wasilkowa* (1771–72); *Василкау* (1772–73); *Васылкэу* (1774); Василкова (1792); *Васильки* (1822); *Васильковъ* (1859–61); *Василькэу* (1868–77); *Василькова* (1877–99); *Василково* (1872–1932); *Waßilkowa* (1917); *Vasilcău* (1930, 1941, 1991); *Василько'во*, *Василкэу* (1982); *Василкэ'у* (1989). Существование ряда других Василевов, Васильковов, производных от них, и множества сопутствующих им одноимённых топонимов свидетельствует о процессах топонимического переноса в прошлые эпохи и формировании ядер топонимических ландшафтов [*Герцен и др.,* 2019, с. 121]. Васильков-Сорокский в этой совокупности занимает срединное место: возникнув в глубокой древности в ходе миграционных процессов, населённый пункт и его топоним, фигурируя в документах с позднего средневековья и представляя собой важный культово-оборонительный центр, сохранились до настоящего времени [*Нестерова, Герцен,* 2021].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Картографические методы в топонимических исследованиях применяются многие десятилетия. Их большую важность отмечали основоположники фундаментальной топонимики. Направление продолжает активно развиваться, несмотря на немалую методологическую сложность и трудоёмкость. Современные технологии в картографии позволяют вывести масштаб и интенсивность топонимических исследований на новый уровень, решить проблемы, давно обозначенные в науке. Это ещё более повышает актуальность топонимического картографирования и активное внедрение других приёмов в практику локальных и региональных топонимических исследований.

Опыт создания региональных топонимических карт и атласов, общая методология и конкретные методические наработки авторов в данном направлении, приводимые примеры новейших практик внедрения картографических методов в отечественной ономастике представляются весьма полезными и перспективными. Результаты полимасштабных топонимических исследований в исторической географии опираются на приёмы топонимического картографирования в целях решения историко-географических проблем и историко-картографический анализ, направленный на решение проблем топонимики. На примере географических названий Русской равнины и Причерноморского региона анализируется богатый фактологический материал, эволюция конкретно взятых топонимов.

Анализ историко-географической эволюции староосвоенных регионов, местностей, где исторический процесс начался в глубокой древности, всегда свидетельствует не только о его длительности, но и непременной сложности как взаимодействия человека и природы, так и культурологического развития. Возникающие, угасающие, сменяющие и дополняющие друг друга этносы и культуры формируют неповторимый калейдоскоп географических объектов, феноменов, материальных и нематериальных отношений, связей, что ярко отражается в ландшафте и служит неоценимым и неисчерпаемым богатством всех по-

колений людей – наследием. Одним из самых наглядных элементов наследия, вобравшем в себя вехи историко-культурного развития народов, служит топонимия – совокупность географических названий. Одним из самых наглядных староосвоенных регионов, где историко-географическая эволюция развивается со времени заселения ландшафтов человеком, является Северо-Западное Причерноморье.

Старинные карты и письменные документы служат важнейшими источниками знаний о топонимической и историко-географической эволюции населённых пунктов, ландшафтов, стран и регионов, а также формировании географических представлений в различные исторические эпохи. Стремление к стандартизации в топонимике входит в противоречие не только с фонетическими и грамматическими нормами, различающимися в разных языках, но и историей развития конкретных топонимов, традициями населяющих регион этносов. Крайне показательны в этом отношении проанализированные примеры Кишинёва, Бендер, Рашкова, Василькова – населённых пунктов с удивительной многовековой историей, многонациональным населением и разнообразием форм топонимов, с давнего времени используемых на разных языках, о чём свидетельствуют многочисленные исторические источники и наиболее наглядно – старинные географические карты.

Вместе с тем, несмотря на такое богатое топонимическое наследие даже в рамках истории отдельно взятого города, и внутригородская топонимия и само его собственное название в кон. 1980-х – нач. 1990-х годов подверглось очередной «топонимической репрессии» – процесса, в ходе которого под влиянием политических обстоятельств топонимия выступает инструментом и жертвой политических амбиций, противостояний на локальном и региональном уровне. Длительный период, в т.ч. и в нач. XXI в., формулируются настоятельные запросы употребления на всех языках только одной формы (румынской) – Chișinău. Она сформировалась, как видим, только в начале XX в. Позиция такой императивной стандартизации не учитывает многовековую историю названия и различные языковые традиции, включая различные этнические группы, населяющие сам город.

ВЫВОДЫ

Применение картографических методов в топонимике чрезвычайно продуктивно и особенно актуально на современном этапе. Развитие топонимической картографии является одной из важнейших задач современной отечественной ономастики, решение которой должно найти воплощение в создании Топонимического атласа России и региональных топонимических атласов. Топонимическая карта способна наглядно представить самую разнообразную информацию и дать много новых, подчас уникальных знаний.

Составление карты-реконструкции в рамках топонимического исследования может быть признано довольно эффективным методом работы с историческим материалом, позволяющим наглядно представить собранный материал и осуществлять пространственный и временной (синхронный и диахронный) анализ топонимических фактов.

Историко-картографические исследования дают бесценные для топонимики сведения, способствуют научному продвижению в смежных дисциплинах. Старинные карты служат важнейшими источниками знаний о топонимии и формировании географических представлений в разные эпохи.

Топонимия – неотъемлемая часть нематериального культурного наследия. Стремление к тотальной стандартизации топонимов вступает в противоречие не только с фонетическими и грамматическими нормами разных языков, но и с историей развития того или иного топонима, традициями населяющих регион этносов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-00533 А.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research in the framework of the Research Project No. 19-05-00533 A.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анкудинов И.Ю.* О локализации топонимов новгородских поземельных актов XII–XV вв. Ономастика Поволжья. Великий Новгород, 2019. С. 118–120.
2. *Афанасьев О.Е.* Картография и топонимика: методология регионального похода к изучению. Псковский регионологический журнал. 2007. №4. С. 99–110.
3. *Афанасьева А.А.* Ареальная дистрибуция карельских топонимных моделей в Сямозерье. Ономастика Поволжья. Великий Новгород, 2019. С. 154–158.
4. *Барандеев А.В.* История географических названий. Русская топонимия в терминах. Изд. 4-е. М., 2017.
5. *Басик С.Н.* Общая топонимика. Минск, 2008.
6. *Беленькая В.Д.* Старые географические карты как топонимический источник (на материале топонимии США). Использование старых карт в географических и исторических исследованиях. М., 1980. С. 42–65.
7. *Богоявленский С.К., Голубцов И.А*. Москва около середины XVII века (карта). История Москвы. Приложение к первому тому. Планы. М.: 1952. URL: http://retromap.ru/ show_pid.php?pid=g1687 (дата обращения: 25.10.2020).
8. Вопросы теории лингвистической географии. Под ред. Р.И. Аванесова. М., 1962. 254 с.
9. *Галкина Т.А.* Древние и современные миграции как фактор единства Средиземноморско-Черноморского региона. Социоестественная история. 2020. № 43. С. 244–252. DOI: 10.29003/m1973.s-n_history_2020_43/244-252.
10. *Герцен А.А*. Бендеры на географических картах XVI–XIX веков. Академику Л.С. Бергу – 145 лет: Сборник научных статей. Бендер: Eco-TIRAS, 2021а. С. 15–22.
11. *Герцен А.А.* Геополитические и историко-географические проблемы Причерноморья (по материалам международной конференции 2019 г.). Изв. РАН. Сер. геогр. 2021б. Т 85. № 1. С. 146–155. DOI: 10.31857/S2587556621010040.
12. *Герцен А.А.* Историко-географический контекст перенесённых топонимов. Вопросы географии. 2018. № 146. С. 27–73.
13. *Герцен А.А.* Картографические методы решения историко-географических проблем (на примере полимасштабных исследований регионов Европы, Средиземноморья и Северо-Западного Причерноморья). ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2020а. Т. 26. Ч. 4. С. 266–281. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-4-26-266-281.
14. *Герцен А.А.* Кишинёв на географических картах XVI–XVIII веков. Acta et Commentationes, Exact and Natural Sciences. № 1(9). 2020б. С. 116–129. DOI: 10.36120/2587-3644.v9i1.116-129.
15. *Герцен А.А.* Старинные карты Северо-Западного Причерноморья и картографический подход в решении историко-географических задач. Социоестественная история. 2020 в. № 43. С. 13–25. DOI: 10.29003/m1940.s-n_history_2020_43/13-25.
16. *Герцен А.А., Паскарь Е.Г., Хропов А.Г.* Топографические карты Северо-Западного Причерноморья XVII – середины XVIII вв. Геодезия и картография. 2021. № 6 (в печати).

17. *Герцен А.А., Нестерова Т.П., Паскарь Е.Г., Тельнов Н.П.* На перекрёстке цивилизаций: пространство, время, наследие. Новейшие историко-географические исследования некоторых памятников Северо-Западного Причерноморья. М.–СПб.: Нестор-История, 2019. 416 с.
18. *Голубцов И.А.* Старинная топография и урочища Москвы до 1389 года. Схема на фоне главных контуров плана Москвы XVIII–XIX вв. История Москвы. Приложение к первому тому. Планы. М.: 1952. URL: http://retromap.ru/show_pid.php?pid=g1674 (дата обращения: 25.10.2020).
19. *Гордова Ю.Ю.* Актуальные способы обработки и представления ономастических данных: 2009–2019. М., 2020. 128 с.
20. *Гордова Ю.Ю.* Ономастическая реконструкция: восстановление и локация топонимии предыдущего хронологического слоя по названиям средневековых пустошей, городищ, селищ (рязанский материал). Rhema. Рема. 2019. № 4. С. 53–69.
21. *Гордова Ю.Ю.* Топонимический атлас Рязанской области. М., 2015. 72, [45] с.
22. *Жучкевич В.А.* Общая топонимика. Изд. 2-е. М., 1968.
23. *Костовска С.К., Стулышапку В.О.* Разновременные картографические произведения в исследованиях исторической динамики преобразования территории. Вестник ТГУ. 2011. Т. 16. Вып. 5. С. 1308–1312.
24. *Матвеев А.К.* Методы топонимических исследований. Свердловск, 1986.
25. *Матвеев А.К.* Ономатология. М., 2006.
26. *Матвеев А.К.* Субстратная топонимия Русского Севера. В 4-х ч. Екатеринбург, 2001–2015.
27. *Муллонен И.И.* Гидронимия бассейна реки Ояти. Петрозаводск, 1988.
28. *Муллонен И.И.* Топонимия Заонежья: Словарь с историко-культурными комментариями. Петрозаводск, 2008.
29. *Муллонен И.И.* Топонимия Присвирья: Проблемы этноязыкового контактирования. Петрозаводск, 2002.
30. *Мурзаев Э.М.* География в названиях. Изд. 2-е. М., 1982.
31. *Мурзаев Э.М.* Словарь народных географических терминов. 2-е изд. В 2 т. М., 1999.
32. *Нестерова Т.П.* Об архитектуре замка Тигина (Бендеры). Социоестественная история. 2020. № 43. С. 257–263. DOI: 10.29003/m1975.s-n_history_2020_43/257-263.
33. *Нестерова Т.П., Герцен А.А.* Архитектурная и историко-географическая загадка церкви села Васильково (Василкэу). Revista Arta. 2021. V. XXX. № 1 (в печати).
34. *Паскарь Е.Г.* Неизвестная Молдавия. Одесса, 2014.
35. *Паскарь Е.Г.* Крым и Северо-Западное Причерноморье на картах XIV века. Социоестественная история. 2020. № 43. С. 98–105. DOI: 10.29003/m1951.s-n_history_2020_43/98-105.
36. *Паскарь Е.Г.* Неизученные письменные и картографические источники по истории Северо-Западного Причерноморья. Геополитические и историко-географические проблемы Причерноморья. Кишинёв, 2019. С. 80–88.
37. *Паскарь Е.Г., Герцен А.А.* Топоним Молдавия: древнейшие упоминания и новые этимологии. Русин. 2016. № 1 (43). С. 9–35. DOI: 10.17223/18572685/43/2.
38. Писцовые книги Рязанского края XVI в. Ред. В.Н. Сторожев; изд. 2-е. Т. I. Вып. 1. Рязань, 1996. 664 с.
39. *Поспелов Е.М.* Топонимика и картография. М., 1971. 256 с.
40. *Постников А.В., Мельникова Е.Б.* Карты и сопутствующие им материалы XVIII–XIX вв. как источники для изучения изменений природной среды Центральной России. Использование старых карт в географических и исторических исследованиях. М., 1980. С. 42–65.

41. *Рубцова З.В.* Белорусский ареал топонимов с финалью -нь. Аспекты лингвистического анализа. На материале языков разных систем. М., 1974. С. 318–327.
42. *Рубцова З.В.* Топонимическая финаль -нь на восточнославянской территории (синхронное состояние). Перспективы развития славянской ономастики. М., 1980. С. 125–141.
43. Русский язык: Энциклопедия. Под ред. Ю.Н. Караулова. М., 2003. 704 с.
44. *Смолицкая Г.П.* Гидронимия бассейна Оки (Список рек и озёр). М., 1976.
45. *Суперанская А.В., Сталтмане В.Э., Подольская Н.В., Султанов А.Х.* Теория и методика ономастических исследований. Отв. ред. А.П. Непокупный. Изд. 3-е. М., 2009. 256 с.
46. *Хропов А.Г.* История топографического изучения территории Крыма (ранние этапы). Социоестественная история. 2020. № 43. С. 106–116. DOI: 10.29003/m1952.s-n_history_2020_43/106-116.
47. *Хропов А.Г.* История топографического изучения территории Молдавии (ранние этапы). Геополитические и историко-географические проблемы Причерноморья. Кишинёв, 2019. С. 89–96.
48. *Чумакова Ю.П.* Расселение славян в Среднем (Рязанском) Поочье по лингвистическим и историческим данным. Уфа, 1992.

REFERENCES

1. *Afanas'ev O.E.* Kartografija i toponimika: metodologija regional'nogo pohoda k izucheniju. Pskovskij regionologicheskij zhurnal. 2007. №4. S. 99–110.
2. *Afanas'eva A.A.* Areal'naja distribucija karel'skih toponimnyh modelej v Sjamozer'e. Onomastika Povolzh'ja. Velikij Novgorod, 2019. S. 154–158.
3. *Ankudinov I.Ju.* O lokalizacii toponimov novgorodskih pozemel'nyh aktov XII–XV vv. Onomastika Povolzh'ja. Velikij Novgorod, 2019. S. 118–120.
4. *Barandeev A.V.* Istorija geograficheskih nazvanij. Russkaja toponimija v terminah. Izd. 4-e. M., 2017.
5. *Basik S.N.* Obshhaja toponimika. Minsk, 2008.
6. *Belen'kaja V.D.* Starye geograficheskie karty kak toponimicheskij istochnik (na materiale toponimii SShA). Ispol'zovanie staryh kart v geograficheskih i istoricheskih issledovanijah. M., 1980. P. 42–65.
7. *Bogojavlenskij S.K., Golubcov I.A.* Moskva okolo serediny XVII veka (karta). Istorija Moskvy. Prilozhenie k pervomu tomu. Plany. M.: 1952. URL: http://retromap.ru/show_pid.php?pid=g1687 (data obrashhenija: 25.10.2020).
8. *Chumakova Ju.P.* Rasselenie slavjan v Srednem (Rjazanskom) Pooch'e po lingvisticheskim i istoricheskim dannym. Ufa, 1992.
9. *Galkina T.A.* Ancient and Modern Migrations as a Factor of the Unity of the Mediterranean-Black Sea Region. Socio-Natural History. 2020. V. 43. P. 244–252. DOI: 10.29003/m1973.s-n_history_2020_43/244-252 (in Russian).
10. *Golubcov I.A.* Starinnaja topografija i urochishha Moskvy do 1389 goda. Shema na fone glavnyh konturov plana Moskvy XVIII–XIX vv. Istorija Moskvy. Prilozhenie k pervomu tomu. Plany. M.: 1952. URL: http://retromap.ru/show_pid.php?pid=g1674 (data obrashhenija: 25.10.2020).
11. *Gordova Ju.Ju.* Aktual'nye sposoby obrabotki i predstavlenija onomasticheskih dannyh: 2009–2019. M., 2020. 128 s.

12. *Gordova Ju.Ju.* Onomasticheskaja rekonstrukcija: vosstanovlenie i lokacija toponimii predydushhego hronologicheskogo sloja po nazvanijam srednevekovyh pustoshej, gorodishh, selishh (rjazanskij material). Rhema. Rema. 2019, № 4. S. 53–69.
13. *Gordova Ju.Ju.* Toponimicheskij atlas Rjazanskoj oblasti. M., 2015. 72, [45] s.
14. *Herzen A.A.* Bendery na geograficheskih kartah XVI–XIX vekov. Akademiku L.S. Bergu – 145 let: Sbornik nauchnyh statej. Bender: Eco-TIRAS, 2021a. P. 15–22 (in Russian).
15. *Herzen A.A.* Cartographic Methods for Solving Historical and Geographical Problems (on the Example of Multiscale Research of Europe, Mediterranean and North-Western Black Sea Regions). InterCarto. InterGIS. 2020 b. V. 26. Part 4. P. 266–281. DOI: 10. 35595/2414-9179-2020-4-26-266-281 (in Russian).
16. *Herzen A.A.* Geopolitical and Historic-Geographical Problems of the Black Sea Region (Review of Results of International Conference 2019). Izv. RAN. Ser. geogr. 2021a. T. 85. № 1. P. 146–155. DOI: 10.31857/S2587556621010040 (in Russian).
17. *Herzen A.A.* Historic-geographical context of transferred toponyms. Problems of Geography. 2018. No 146. P. 27–73 (in Russian).
18. *Herzen A.A.* Kishinev on the Geographical Maps of the 16–18th Centuries. Acta et Commentationes, Exact and Natural Sciences. № 1(9). 2020v. P. 116–129. DOI: 10.36120/2587-3644.v9i1.116-129 (in Russian).
19. *Herzen A.A.* Old Maps of the Northern Black Sea Region and the Cartographic Approach in Solving Historic-Geographical Tasks. Socio-Natural History. 2020b. V. 43. P. 13–25. DOI: 10.29003/m1940.s-n_history_2020_43/13-25 (in Russian).
20. *Herzen A.A., Nesterova T.P., Paskary E.G., Tel'nov N.P.* At the crossroads of civilizations: space, time, heritage. Newest historic-geographical researches of some monuments of the North-Western Black Sea Region. Moscow –Saint Petersburg: Nestor-Istoria, 2019. 416 p. (in Russian).
21. *Herzen A.A.*, *Paskary E.G., Khropov A.G.* Topographic Maps of the North-Western Black Sea Region of the 17th to Mid-18th Centuries. Geodesy and Cartography. 2021. V. 6 (in print) (in Russian).
22. *Hropov A.G.* History of Topographic Study of the Territory of Crimea (Early Stages). Socio-Natural History. 2020. V. 43. P. 106–116. DOI: 10.29003/m1952.s-n_histo ry_2020_43/106-116 (in Russian).
23. *Hropov A.G.* Istorija topograficheskogo izuchenija territorii Moldavii (rannie jetapy). Geopoliticheskie i istoriko-geograficheskie problemy Prichernomor'ja. Kishinjov, 2019. P. 89–96 (in Russian).
24. *Kostovska S.K., Stulyshapku V.O.* Raznovremennye kartograficheskie proizvedenija v issledovanijah istoricheskoj dinamiki preobrazovanija territorii. Vestnik TGU. 2011. T. 16. V. 5. P. 1308–1312.
25. *Matveev A.K.* Metody toponimicheskih issledovanij. Sverdlovsk, 1986.
26. *Matveev A.K.* Onomatologija. M., 2006.
27. *Matveev A.K.* Substratnaja toponimija Russkogo Severa. V. 4-h ch. Ekaterinburg, 2001–2015.
28. *Mullonen I.I.* Gidronimija bassejna reki Ojati. Petrozavodsk, 1988.
29. *Mullonen I.I.* Toponimija Prisvir'ja: Problemy jetnojazykovogo kontaktirovanija. Petrozavodsk, 2002.
30. *Mullonen I.I.* Toponimija Zaonezh'ja: Slovar' s istoriko-kul'turnymi kommentarijami. Petrozavodsk, 2008.
31. *Murzaev Je.M.* Geografija v nazvanijah. Izd. 2-e. M., 1982.
32. *Murzaev Je.M.* Slovar' narodnyh geograficheskih terminov. 2-e izd. V 2 tomah. M., 1999.

33. *Nesterova T.P.* About the Architecture of Tigina Castle (Bendery). Socio-Natural History. 2020. V. 43. P. 257–263. DOI: 10.29003/m1975.s-n_history_2020_43/257-263 (in Russian).
34. *Nesterova T.P., Herzen A.A.* Architectural and Historic-Geographical Mystery of the Church of Vasilkovo (Vasilkeu) Village. Revista Arta. 2021. V. XXX. № 1. (In print) (in Russian).
35. *Paskary E.G.* Crimea and the North-Western Black Sea Region on the Maps of the XIV Century. Socio-Natural History. 2020. V. 43. P. 98–105. DOI: 10.29003/m1951.s-n_history_2020_43/98-105 (in Russian).
36. *Paskary E.G.* Neizuchennye pis'mennye i kartograficheskie istochniki po istorii Severo-Zapadnogo Prichernomor'ja. Geopoliticheskie i istoriko-geograficheskie problemy Prichernomor'ja. Kishinjov, 2019. P. 80–88 (in Russian).
37. *Paskary E.G.* Unknown Moldavia. Odessa, 2014 (in Russian).
38. *Paskary E.G., Herzen A.A.* Toponym Moldavia: ancient recollections and new etymologies. Rusin. 2016. No 1 (43). P. 9–35. DOI: 10.17223/18572685/43/2 (in Russian).
39. Piscovye knigi Rjazanskogo kraja XVI v. Red. V.N. Storozhev; izd. 2-e. T. I. V. 1. Rjazan', 1996. 664 p.
40. *Pospelov E.M.* Toponimika i kartografija. M., 1971. 256 s.
41. *Postnikov A.V., Mel'nikova E.B.* Karty i soputstvujushhie im materialy XVIII–XIX vv. kak istochniki dlja izuchenija izmenenij prirodnoj sredy Central'noj Rossii. Ispol'zovanie staryh kart v geograficheskih i istoricheskih issledovanijah. M., 1980. S. 42–65.
42. *Rubcova Z.V.* Belorusskij areal toponimov s final'ju -n'. Aspekty lingvisticheskogo analiza. Na materiale jazykov raznyh sistem. M., 1974. S. 318–327.
43. *Rubcova Z.V.* Toponimicheskaja final' -n' na vostochnoslavjanskoj territorii (sinhronnoe sostojanie). Perspektivy razvitija slavjanskoj onomastiki. M., 1980. S. 125–141.
44. Russkij jazyk: Jenciklopedija. Pod red. Ju.N. Karaulova. M., 2003. 704 s.
45. *Smolickaja G.P.* Gidronimija bassejna Oki (Spisok rek i ozjor). M., 1976.
46. *Superanskaja A.V., Staltmane V.Je., Podol'skaja N.V., Sultanov A.H.* Teorija i metodika onomasticheskih issledovanij. Otv. red. A.P. Nepokupnyj. Izd. 3-e. M., 2009. 256 s.
47. Voprosy teorii lingvisticheskoj geografii. Pod red. R.I. Avanesova. M., 1962. 254 s.
48. *Zhuchkevich V.A.* Obshhaja toponimika. Izd. 2-e. M., 1968.

СОДЕРЖАНИЕ

КАРТЫ И ГИС В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ

Воробьева Т.А., Смагулов Е.Н.
Картографирование динамики сельскохозяйственного землепользования в сухостепной зоне Северного Казахстана 5

Погорелов А.В., Липилин Д.А., Киселёв Е.Н.
Об изменении гидрографических характеристик рек в степных агроландшафтах за последние десятилетия (на примере бассейна р. Бейсуг, Краснодарский край) 19

Ватлина Т.В., Евдокимов С.П.
Анализ влияния морфометрических особенностей рельефа на пространственную дифференциацию почвенного покрова Смоленской области 33

Денисова Е.В.
Картографический анализ компонентов агроландшафта при формировании устойчивого землепользования в условиях деградации земель Волгоградской области 47

Денисова Е.В., Силова В.А.
Геоинформационное обеспечение проведения мониторинга земель сельскохозяйственного назначения в системе управления земельными ресурсами (на примере Волгоградской области) 57

Брыжко И.В., Шабалина Т.В.
Геоинформационное обеспечение точного земледелия на примере Тюменской области 66

Бондарь Е.В., Скрипчинский А.В., Бурым Ю.В., Мовсесова В.В.
Оценка земельных участков сельскохозяйственного назначения с применением риск-ориентированного подхода на основе геоинформационных технологий 82

Алябина И.О., Чернова О.В., Кириллова В.А., Голозубов О.М., Шоба С.А.
Оценка защитного потенциала почвенного покрова Московской области к загрязнению тяжёлыми металлами и металлоидами 92

Лужков Р.С., Пакина А.А.
Анализ структуры землепользования староосвоенного региона для целей формирования природно-экологического каркаса с применением ГИС-технологий (на примере Белгородской области) 105

Клебанович Н.В., Киндеев А.Л., Кизеева В.С.
Применение методов площадной интерполяции при определении зон потенциального плодородия почв сельскохозяйственных земель 120

Трофимец Л.Н., Паниди Е.А., Чаадаева Н.Н., Санкова Е.А., Иванеха Т.Л., Тяпкина А.П., Сараева А.М., Александрова А.П., Баркалов А.О., Степанова В.И., Лаврусевич А.А.
Применение радиоцезиевого метода и морфометрических показателей рельефа к расчету интенсивности смыва почвы на распахиваемых склонах в бассейне реки Сухая Орлица 135

Белоусова А.П., Брыжко И.В.
Анализ зарастания сельскохозяйственных угодий на территории Пермского края по спутниковым снимкам Landsat 150

Чащин А.Н., Самофалова И.А., Мудрых Н.М.
Использование морфометрических показателей рельефа для почвенного картографирования пашни в условиях средней тайги в северной части Пермского края 162

КАРТЫ И ГИС В ИССЛЕДОВАНИЯХ НАСЕЛЕНИЯ И ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ

Тикунов В.С., Ватлина Т.В.
Оценка состояния здоровья детей Смоленской области (на примере экологически обусловленных заболеваний) 175

Бадина С.В., Бабкин Р.А.
Оценка уязвимости наличного населения Москвы к природным и техногенным опасностям 184

Лисецкий Ф.Н., Ильяшенко С.В., Буряк Ж.А.
Разработка информационно-поисковой системы для анализа динамики формирования сети населенных пунктов 202

Savin S.Z., Kosykh N.E.
Medico-geoinformaton system for suicide prevention among adolescents 218

Тихий В.И., Корева О.В.
Трансформация сельского расселения и устойчивость развития сельских территорий в регионе 232

Федорова В.А., Сафина Г.Р., Зарипова С.Н.
Точечная застройка объектов жилого назначения как способ решения территориальных проблем (на примере города Казань) 244

Котова Т.В., Малхазова С.М.
Атласное онкологическое картографирование России 260

Воронин И.Н., Сикач К.Ю., Сазонова Г.В., Швец А.Б.
Картографирование трансформационных процессов в этнодемографическом пространстве Крыма 273

Мартынова А.А., Пряничников С.В.
Территориальные аспекты заболеваемости детского населения в Мурманской области 292

Martynova A.A., Mikhaylov R.E., Pryanichnikov S.V.
Determination of the level of regional morbidity of the population based on data on anthropogenic load 307

Есикова В.О.
ГИС-анализ региональных особенностей воспроизводства населения Калужской области 320

Пожарская В.В.
Нестабильность генома как индикатор состояния окружающей среды в Мурманской области 333

Черкасов А.А., Соппев Н.В., Панин А.Н.
ГИС-мониторинг современного демографического развития регионов и больших городов Юга Европейской части России 347

Воробьев Н.В., Воробьев А.Н.
Составление карты субрегиональных типов динамики населения Иркутской области 361

Панин А.Н., Эшроков В.М., Махмудов Р.К., Верозуб Н.В.
Геоинформационный анализ пространственной структуры Ставропольской агломерации 373

Gulyamova L.X., Rakhmonov D.N.
Open Data for web-mapping the dynamic of population of Uzbekistan 388

Соловьев И.А., Фрайер П.Дж., Щитова Н.А., Белозеров В.С.
Пространственный анализ международной студенческой иммиграции в России 402

КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ И СОХРАНЕНИЯ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Паскарь Е.Г., Герцен А.А.
Историко-географическая эволюция Бессарабии
по сведениям старинных карт 415

Архипова О.Е., Семенова О.В., Афанасенко В.И.,
Подоян Е.И.
Мониторинг объектов исторического и культурного наследия
на основе современных информационных технологий 434

Красовский А.П.
Анализ отражения важнейших событий XVI–XIX веков
в названиях сёл Рузского уезда Московской губернии, используемых
в документах и нанесённых на картографические материалы 445

Манаков А.Г., Вампилова Л.Б., Соколова А.А.
Электронный этнокультурно-ландшафтный атлас Псковской области
как познавательный геоинформационный ресурс 461

Филиппова В.В.
Этнолокальные группы Анабарского района: картографирование этнонимов в целях
сохранения историко-культурного наследия 474

Гафуров А.М., Усманов Б.М., Ермолаев О.П., Губайдуллин А.М.,
Хомяков П.В., Гайнуллин И.И.
Картографический веб-ресурс «Страна городов»: опыт разработки и используемые
подходы при создании исторически-ориентированного геопортала 482

Герцен А.А., Костовска С.К., Нестерова Т.П.
Загадки Василькова на Днестре: история, география, топонимия, архитектура 495

Гордова Ю.Ю., Герцен О.А., Герцен А.А., Костовска С.К.
Применение картографических методов в топонимике (история вопроса
и современные исследования) 520

CONTENTS[1]

MAPS AND GIS IN AGRICULTURE AND LAND USE

Vorobyova T.A., Smagulov Y.N.
Mapping dynamics of agricultural land use in the dry steppe zone of the Northern Kazakhstan 5 (6)

Pogorelov A.V., Lipilin D.A., Kiselev E.N.
Changes in the hydrographic characteristics of rivers in steppe agrolandscapes over the past decades (on the example of the Beysug river, Krasnodar territory) 19 (20)

Vatlina T.V., Evdokimov S.P.
Analysis of the impact of the relief on the soil structure in Smolensk region 33 (34)

Denisova E.V.
Cartographic analysis of the components of the agricultural landscape in the formation of sustainable land management in the context of land degradation Volgograd region 47 (47)

Denisova E.V., Silova V.A.
GIS support for monitoring agricultural land in the land management system (on the example of the Volgograd region) 57 (58)

Bryzhko I.V., Shabalina T.V.
GIS-based support for precision farming on the example of the Tyumen region 66 (67)

Bondar E.V., Skripchinsky A.V., Burym Y.V., Movsesova V.V.
Assessment of agricultural land plots using a risk-based approach based on geoinformation technologies 82 (83)

Alyabina I.O., Chernova O.V., Kirillova V.A., Golozubov O.M., Shoba S.A.
Assessment of the protective potential of the Moscow region soil cover to contamination with heavy metals and metalloids 92 (93)

Luzhkov R.S., Pakina A.A.
GIS-analysis of the old-developed region's land use structure for the purposes of ecological framework design (on example of the Belgorod region) 105 (106)

[1] The page number in brackets corresponds to the English text

Klebanovich N.V., Kindeev A.L., Kizeeva V.S.
Application of areal interpolation methods when determining zones of potential fertility of soils of agricultural lands 120 (121)

Trofimetz L.N., Panidi E., Chaadaeva N.N., Sankova E.A., Ivaneha T.L., Tyapkina A.P., Saraeva A.M., Alexandrova A.P., Barkalov A.O., Stepanpva V.I., Lavrusevich A.A.
Application of the radiocesium method and morphometric relief indicators to the calculation of soil loss intensity on plowed slopes in the Sukhaya Orlitsa river basin 135 (136)

Belousova A.P., Bryzhko I.V.
Analysis of overgrowing of agricultural lands on the Perm region based on Landsat satellite images 150 (150)

Chashchin A.N., Samofalova I.A., Mudrykh N.M.
The use of morphometric indicators of the relief for soil mapping of around plants in the conditions of the middle taiga in the northern part of the Perm region 162 (163)

MAPS AND GIS IN POPULATION AND PUBLIC HEALTH RESEARCH

Tikunov V.S., Vatlina T.V.
Environmental assessment of the territories on the example of municipalities of the Smolensk region 175 (176)

Badina S.V., Babkin R.A.
Assessment of Moscow population vulnerability to natural and technogenic hazards 184 (185)

Lisetskii F.N., Ilyashenko S.V., Buryak Z.A.
Development of the information retrieval system to analyze the dynamics of the formation of settlements network 202 (203)

Savin S.Z., Kosykh N.E.
Medico-geoinformaton system for suicide prevention among adolescents 218

Tikhii V.I., Koreva O.V.
Transformation of rural settlement and sustainability of rural development in the region 232 (233)

Fedorova V.A., Safina G.R., Zaripova S.N.
Spot development of residential purpose objects as a method for solving territorial problems (on the example of the city of Kazan) 244 (245)

Kotova T.V., Malkhazova S.M.
Atlas of oncological mapping of Russia 260 (261)

Voronin I.N., Sikach K.Yu., Sazonova G.V., Shvets A.B.
Mapping of transformation processes in the ethnodemographic space of the Crimea 273 (274)

Martynova A.A., Pryanichnikov S.V.
Territorial aspects of incidence of child population of the Murmansk region 292 (293)

Martynova A.A., Mikhaylov R.E., Pryanichnikov S.V.
Determination of the level of regional morbidity of the population based on data on anthropogenic load 307

Esikova V.O.
GIS analysis of regional features of reproduction of the population in Kaluga region 320 (321)

Pozharskaya V.V.
Genome instability as an indicator of environmental state in the Murmansk region 333 (334)

Cherkasov A.A., Sopnev N.V., Panin A.N.
GIS-monitoring of modern transformation of the demographic structure of regions and large cities of the South of the European part of Russia 347 (348)

Vorobyev N.V., Vorobyev A.N.
Mapping subregional types of population dynamics of Irkutsk region 361 (362)

Panin A.N., Eshrokov V.M., Makhmudov R.K., Verozub N.V.
Geoinformation analysis of the spatial structure of the Stavropol agglomeration 373 (374)

Gulyamova L.X., Rakhmonov D.N.
Open Data for web-mapping the dynamic of population of Uzbekistan 388

Soloviev I.A., Fryer P.J., Shchitova N.A., Belozerov V.S.
Spatial analysis of international student immigration in Russia 402 (403)

CARTOGRAPHIC AND GEOINFORMATION METHODS FOR SOLVING PROBLEMS OF HISTORICAL GEOGRAPHY AND CULTURAL HERITAGE PRESERVING

Paskary E.G., Herzen A.A.
Historic-geographical evolution of Bessarabia on the data of the old maps 415 (416)

Arkhipova O.E., Semenova O.V., Afanasenko V.I., Podoyan E.I.
Monitoring of historical and cultural heritage objects based on modern information technologies 434 (435)

Krassowski A.P.
Analysis of the reflection of the most important eventsof the XVI−XIX centuries in the names of rural of the Ruza district of the Moscow province, used in the documents and applied to cartographic materials 445 (446)

Manakov A.G., Vampilova L.B., Sokolova A.A.
Electronic ethnocultural and landscape atlas of the Pskov region as an educational geoinformational resource 461 (462)

Filippova V.V.
Local ethnic groups of Anabar district: mapping of ethnonyms in order to preserve historical and cultural heritage 474 (475)

Gafurov A.M., Usmanov B.M., Yermolayev O.P., Gubaidullin A.M., Khomyakov P.V., Gainullin I.I.
The «Country of cities» web-GIS: development experience and approaches used in creating a history-oriented geoportal 482 (483)

Herzen A.A., Kostovska S.K., Nesterova T.P.
Mysteries of Vasilkov on the Dniester: history, geography, toponymy, architecture 495 (496)

Gordova Y.Yu., Herzen O.A., Herzen A.A., Kostovska S.K.
Usage of cartographic methods in place-name study (history of the problem and actual research) 520 (521)

Серия конференций ИнтерКарто. ИнтерГИС

ИнтерКарто 1 – Москва, 23–25 мая 1994 г.

ИнтерКарто 2 – Иркутск, 26–29 июня 1996 г.

ИнтерКарто 3 – Новосибирск, 27–31 января 1997 г.

ИнтерКарто 4 – Барнаул, 1–4 июля 1998 г.

ИнтерКарто 5 – Якутск, 17–19 июня 1999 г.

ИнтерКарто 6 – Апатиты, Мурманской обл., 22–24 августа 2000 г.

ИнтерКарто 7 – Петропавловск-Камчатский, 30 июля – 1 августа 2001 г.

ИнтерКарто 8 – Хельсинки (Финляндия), Санкт-Петербург, 28 мая – 1 июня 2002 г.

ИнтерКарто 9 – Новороссийск, Севастополь (Украина), 25–29 июня 2003 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 10 – Владивосток, Чанчунь (Китай), 12–19 июля 2004 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 11 – Ставрополь, Домбай, Будапешт (Венгрия),
25 сентября – 3 октября 2005 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 12 – Калининград, Берлин (Германия), 25–31 августа 2006 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 13 – Ханты-Мансийск, Йеллоунайф (Канада), 12–24 августа 2007 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 14 – Саратов, Урумчи (Китай), 24 июня – 1 июля 2008 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 15 – Пермь, Гент (Бельгия), 29 июня – 5 июля 2009 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 16 – Ростов-на-Дону, Зальцбург (Австрия), 3–8 июля 2010 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 17 – Белокуриха, Алтайский край, Денпасар (Индонезия),
14–19 декабря 2011 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 18 – Смоленск, Сен-Дье-де-Вож (Франция), 26 июня – 4 июля 2012 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 19 – Курск, Богота (Колумбия), 2–7 февраля 2013 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 20 – Белгород, Харьков (Украина), Кигали (Руанда), Найроби
(Кения), 23 июля – 6 августа 2014 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 21 – Краснодар, Сочи, Сува (Фиджи), 12–19 ноября 2015 г.,

ИнтерКарто. ИнтерГИС 22 – Веллингтон (Новая Зеландия), Мельбурн (Австралия), Протвино
(Московская обл.), 31 августа – 14 сентября 2016 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 23 – Южно-Сахалинск, Сеул (Республика Корея), Вашингтон (США),
26 июня – 7 июля 2017 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 24 – Петрозаводск (Республика Карелия), 19–22 июля, Бонн
(Германия), 24–28 июля, Анкоридж (США), 30 июля – 1 августа 2018 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 25 – Мурманск, 30 января – 2 февраля, Токио (Япония), 20 июля
2019 г.

ИнтерКарто. ИнтерГИС 26 – Ташкент (Узбекистан), 1–2 июня, Пятигорск (Россия),
24–26 сентября, Тбилиси (Грузия), 28–29 сентября, 2020

ИнтерКарто. ИнтерГИС 27 – Апатиты (Мурманская область), 21–23 августа, Нур-Султан
(Казахстан), 27 августа 2021 г.

InterCarto. InterGIS conference series

InterCarto 1 – Moscow, May 23–25, 1994

InterCarto 2 – Irkutsk, June 26–29, 1996

InterCarto 3 – Novosibirsk, January 27–31, 1997

InterCarto 4 – Barnaul, July 1–4, 1998

InterCarto 5 – Yakutsk, June 17–19, 1999

InterCarto 6 – Apatity, Murmansk Province, August 22–24, 2000

InterCarto 7 – Petropavlovsk-Kamchatsky, July 30 – August 1, 2001

InterCarto 8 – Helsinki (Finland), St.-Petersburg, May 28 – June 1, 2002

InterCarto 9 – Novorossijsk, Sevastopol (Ukraine), June 25–29, 2003

InterCarto. InterGIS 10 – Vladivostok, Changchun (China), July 12–19, 2004

InterCarto. InterGIS 11 – Stavropol, Dombai, Budapest (Hungary), September 25 – October 3, 2005

InterCarto. InterGIS 12 – Kaliningrad, Berlin (Germany), August 25–31, 2006

InterCarto. InterGIS 13 – Khanty-Mansiysk, Yellowknife (Canada), August 12–24, 2007

InterCarto. InterGIS 14 – Saratov, Urumqi (China), June 24 – July 1, 2008

InterCarto. InterGIS 15 – Perm, Ghent (Belgium), June 29 – July 5, 2009

InterCarto. InterGIS 16 – Rostov-on-Don, Salzburg (Austria), July 3–8, 2010

InterCarto. InterGIS 17 – Belokurikha, Altaysky Kray, Denpasar (Indonesia), December 14–19, 2011

InterCarto. InterGIS 18 – Smolensk, St. Die des Vosges (France), June 26 – July 4, 2012

InterCarto. InterGIS 19 – Kursk, Bogota (Colombia), February 2–8, 2013

InterCarto. InterGIS 20 – Belgorod, Kharkov (Ukraine), Kigali (Rwanda), Nairobi (Kenya), July 23 – August 6, 2014

InterCarto. InterGIS 21 – Krasnodar, Sochi, Suva (Fiji), November 12–19, 2015

InterCarto. InterGIS 22 – Wellington (New Zealand), Melbourne (Australia), Protvino, Moscow Region, August 31 – September 14, 2016

InterCarto. InterGIS 23 – Yuzhno-Sakhalinsk, Seoul (Republic of Korea), Washington DC (USA), June 26 – July 7, 2017

InterCarto. InterGIS 24 – Petrozavodsk (Republic of Karelia), July 19–22, Bonn (Germany), July 24–28, Anchorage (USA), July 30 – August 1, 2018

InterCarto. InterGIS 25 – Murmansk, January 30 – February 2, Tokyo (Japan), July 20, 2019

InterCarto. InterGIS 26 – Tashkent (Uzbekistan), June 1–2, Pyatigorsk, September 24–26, Tbilisi (Georgia), September 28–29, 2020

InterCarto. InterGIS 27 – Apatity (Murmansk region), August 21–23, Nur-Sultan (Kazakhstan), August 27, 2021

ИнтерКарто. ИнтерГИС

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Материалы Международной конференции
Апатиты (Мурманская область),
21–23 августа,
Нур-Султан (Казахстан),
27 августа 2021 г.

ТОМ 27

ЧАСТЬ 4

Оформление обложки К.В. Саутенков
Корректор Н.П. Репухова
Компьютерная вёрстка О.Г. Полевич

Подписано в печать 30.09.2021.

Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
119234, Москва, ГСП1, Ленинские горы, д. 1, ауд. 2209,
научно-исследовательская лаборатория комплексного картографирования
тел.: +7(495)939-23-54
e-mail: intercarto@yandex.ru
сайт издания: http://intercarto.msu.ru/