

Н.В. Сопнев<sup>1</sup>, В.С. Белозеров<sup>2</sup> А.Н. Панин<sup>3</sup>

## АТЛАСНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТОЛИЦЫ ЮГА ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ»

### АННОТАЦИЯ

Региональные столицы – важная категория городов Юга Европейской России, в которых проживает более четверти (25,6 %) населения макрорегиона и сконцентрирован значительный демографический потенциал. Юг Европейской России включает редкие для современной России территории с естественным приростом населения, регионы и столицы с высокими показателями миграционного прироста, а также территории с неблагоприятной демографической ситуацией. Для изучения территорий со столь дифференцированной многоплановой демографической ситуацией использованы геоинформационные технологии, позволяющие консолидировать статистические данные из разнообразных источников, проводить пространственный анализ, моделировать и визуализировать исследуемые процессы. Реализация данного запроса возможна с применением атласных информационных систем (АИС), активно используемых в разных предметных областях, в том числе при исследовании социально-экономических и демографических процессов. В рамках исследования нами разработана атласная информационная система «Региональные столицы Юга Европейской России», состоящая из 2-х основных блоков: структурный блок, включающий базовую ГИС-платформу, картографическую основу, базу геоданных и блок моделирования и визуализации, отвечающий за подготовку картографических и визуальных моделей. АИС содержит 6 тематических разделов: этнодемографические и миграционные процессы («Численность населения», «Демографические показатели», «Миграционные показатели», «Этническая структура населения»), «Covid-19» (содержит показатели по заболевшим, умершим, вылечившимся от коронавирусной инфекции, естественному приросту населения), «Большие данные (Big Data)», консолидирующий показатели по рынку недвижимости и индексу качества городской среды, как важных факторов формирования демографической и миграционной ситуации. Это позволяет проводить моделирование, тематическое картографирование, создавать различные визуальные сюжеты для всестороннего комплексного пространственного анализа, тем самым повышать уровень проводимой аналитики при принятии экономически обоснованных управленческих решений в региональных столицах Юга Европейской России. Дополнительно описана возможность интеграции АИС с веб-сервисами.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** атласная информационная система, региональные столицы, Юг Европейской России, геоинформационные технологии, картографирование

---

<sup>1</sup> Северо-Кавказский федеральный университет, Кафедра социально-экономической географии и туризма, ул. Пушкина, д. 1, 355000, Ставрополь, Россия; *e-mail*: [sopnev.stav@gmail.com](mailto:sopnev.stav@gmail.com)

<sup>2</sup> Северо-Кавказский федеральный университет, Кафедра социально-экономической географии и туризма, ул. Пушкина, д. 1, 355000, Ставрополь, Россия; *e-mail*: [vsbelozеров@yandex.ru](mailto:vsbelozеров@yandex.ru)

<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, НИЛ комплексного картографирования, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия; *e-mail*: [alex\\_panin@mail.ru](mailto:alex_panin@mail.ru)

Nikolai V. Sopnev<sup>1</sup>, Vitaly S. Belozerov<sup>2</sup>, Aleksandr N. Panin<sup>3</sup>

## ATLAS INFORMATION SYSTEM “REGIONAL CAPITALS OF SOUTHERN EUROPEAN RUSSIA”

### ABSTRACT

Regional capitals are an important category of cities in the South of European Russia, where more than a quarter (25.6 %) of the population of the macroregion lives and a significant demographic potential of the region is concentrated. The south of European Russia includes regions with natural population growth which are rare for modern Russia, regions and capitals with high rates of migration growth, as well as territories with an unfavorable demographic situation. To study territories with such a differentiated multidimensional demographic situation, geoinformation technologies were used to consolidate statistical data from various sources, conduct spatial analysis, model and visualize the processes under study. The realization of this request is possible with the use of atlas information systems (AIS), which are actively used in various subject areas, including the study of socio-economic and demographic processes. As part of the research, we have developed an atlas information system “Regional Capitals of the South of European Russia”, consisting of 2 main blocks: a structural block includes a basic GIS platform, a cartographic framework, a geodata database and a modeling and visualization unit responsible for the preparation of cartographic and visual models. AIS contains 6 thematic sections: ethnodemographic and migration processes (“Population size”, “Demographic indicators”, “Migration indicators”, “Ethnic structure of the population”), “Covid-19” (contains indicators for the sick, deceased, cured of coronavirus infection, natural population growth), “Big Data (Big Data)” consolidating indicators on the real estate market and the urban environment quality index as important factors in the formation of the demographic and migration situation. This makes it possible to conduct modeling, thematic mapping, creation of various visual plots for comprehensive complex spatial analysis. It allows to increase the level of analytics in the process of making economically determined management decisions in the regional capitals of Southern European Russia. Additionally, the possibility of integrating AIS with Web services is described.

**KEYWORDS:** atlas information system, regional capitals, the South of European Russia, geoinformation technologies, mapping

### ВВЕДЕНИЕ

Региональные столицы выступают особой категорией городов на карте России – в них проживает более 53,7 % городского населения России (58,8 млн. чел.)<sup>4</sup>. Кроме административных функций они выполняют образовательные (концентрируя ведущие ВУЗы регионов), транспортные (выступая, как правило, важнейшими узлами субъектов), культурные, промышленные и другие функции, при этом зачастую являясь крупнейшими городами своих субъектов [Лексин, 2006]. Эти вводные подтверждают важную роль региональных

<sup>1</sup> North-Caucasian Federal University, Department of socio-economic geography and tourism, Pushkin str., 1, 355000, Stavropol, Russia; *e-mail*: [sopnev.stav@gmail.com](mailto:sopnev.stav@gmail.com)

<sup>2</sup> North-Caucasian Federal University, Department of socio-economic geography and tourism, Pushkin str., 1, 355000, Stavropol, Russia; *e-mail*: [vsbelozerov@yandex.ru](mailto:vsbelozerov@yandex.ru)

<sup>3</sup> 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](mailto:alex_panin@mail.ru)

<sup>4</sup> Росстат – Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения 01.02.2022).

столиц в системе расселения страны. Региональные столицы притягивают значительные миграционные потоки, являясь магнитами для внутрирегиональных (из сельской местности, малых и средних городов), международных, реже – межрегиональных мигрантов, тем самым концентрируя в себе большой демографический потенциал страны. В то же время в последние годы отмечается сокращение темпов миграционных потоков, особенно из сельской местности. [Рязанцев и др., 2020].

На Европейском Юге России в демографическом отношении выделяется две ярко выраженные зоны: зона 1 – национальные республики, для большинства из которых характерен устойчивый естественный прирост населения – Чечня, Ингушетия, Дагестан (за исключением Адыгеи, Северной Осети, Калмыкии), сочетающийся с миграционной убылью в большинстве регионов. Зона 2 – регионы с преимущественно русским населением, остающиеся привлекательными в миграционном отношении, характеризующиеся депопуляцией, особенно в последние годы [Белозеров и др., 2014, 2019]. Демографические и миграционные процессы имеют свои пространственные закономерности, в основном зависящие от уровня социально-экономического развития исследуемых территорий. В этой связи необходим комплексный подход к изучению регионов и региональных столиц Юга Европейской России, позволяющий консолидировать различные статистические данные из разнообразных источников информации, проводить пространственный анализ, моделировать и визуализировать исследуемые процессы. Данный запрос полностью позволяют реализовать Атласные информационные системы (АИС).

По функциональным возможностям АИС относятся к высшему классу электронных атласов и применяются в виде систем поддержки принятия решений, выработки сценариев развития территории, процессов и др. Они имеют развитые моделирующие функции, позволяют визуализировать геопространственные данные и проводить разнообразный анализ, вплоть до разработки возможных вариантов развития и прогнозов исследуемых процессов [Яблоков, Тикунов, 2016]. Применением АИС в различных предметных областях занимались многие российские и зарубежные ученые. Одним из первых определение атласной информационной системы сформулировал [Ormeling, 1995, 1996]. Под АИС понимается компьютеризированная геоинформационная система, связанная с конкретной территорией в сочетании с тематической частью, где доминирующую роль играют карты [Тикунов, 2004; Яблоков, Тикунов, 2016]. Интеграцию ГИС с мультимедиа рассматривали [Schneider, 1999; Craglia, Raper, 1995; Savini et al., 2018] применение ГИС и АИС [Xavier, 1999; Ku et al., 2016], в том числе в исследовании здоровья населения [Richards et al., 1999]. Атласные интерактивные и мультимедийные системы как картографические платформы геосвязи [Lechthaler, 2010], мультимедийные атласные информационные системы [Hurni, 2008, 2017]. Большой вклад в развитие АИС в России внес В.С. Тикунов, которому принадлежат основополагающие труды в этой области. Это – атласные информационные системы для принятия решений [Тикунов, 2004], новые подходы в атласном геоинформационном картографировании [Тикунов и др., 2016], устойчивое развитие России [Тикипов, 2002], отдельных регионов мира [Тикунов и др., 2019], российско-украинского приграничья [Тикунов и др., 2014], Байкальского региона [Тикунов, Яблоков, 2013]. Разработке отраслевых, либо региональных АИС посвящены работы отечественных исследователей: мониторинг земель Сахалинской области [Верхотуров, 2016], устойчивого развития прибрежной зоны Азовского моря [Архипова, Лычагина, 2018]. Популярным в последние годы являются возможности веб-атласного картографирования [Кошкарёв и др., 2010; Казьмина и др., 2013] и др. Проведены исследования, посвященные вопросам разработки АИС и изучению этнодемографических и миграционных процессов в регионах [Белозеров, Тикунов, Панин, 2008; Чернова, 2016], в больших городах [Черкасов, 2020].

Целью исследования является разработка атласной информационной системы на примере региональных столиц Юга Европейской России. АИС позволяет объединять большой объем разнообразных данных для выявления региональных особенностей и пространственно-временных закономерностей демографического развития регионов и их столиц такой сложной в демографическом отношении территории как Юг Европейской России. Реализация цели данного исследования потребовала решения следующих задач: определение базовой ГИС-платформы; разработка тематических блоков АИС; формирование базы геоданных; картографирование и моделирование исследуемых процессов; публикация и интеграция материалов в веб-среду.

Предлагаемая АИС позволяет повысить качество аналитических материалов, необходимых для принятия управленческих решений при разработке документов стратегического и территориального планирования регионов и их столиц.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

АИС «Региональные столицы Юга Европейской России» ориентирована на обобщение и согласование разнообразной статистической информации об этнических, демографических, миграционных процессах, динамики численности населения, больших данных (Big Data) за продолжительный период времени 1989–2021 гг. в регионах и городах Юга Европейской России, выполняющих столичные функции: непосредственно региональные столицы (Астрахань, Владикавказ, Волгоград, Грозный, Ростов-на-Дону, Краснодар, Майкоп, Махачкала, Магас, Нальчик, Симферополь, Ставрополь, Черкесск, Элиста), город федерального значения – Севастополь, а также выполняющий функции столицы Северо-Кавказского федерального округа – Пятигорск. Статистической базой исследования послужили данные федеральной службы государственной статистики Российской Федерации – Росстат<sup>1</sup>, единой межведомственной информационно-статистической системы<sup>2</sup>, базы данных показателей муниципальных образований<sup>3</sup> и других ведомств, материалы всесоюзной (1989 г.) и всероссийских (2002, 2010 гг.) переписей населения, а также текущего статистического учета по демографическим и миграционным показателям, численности и этнической структуре населения за период с 1989 по 2021 гг. Информационной базой сюжета, связанного с Covid-19, явились статистические данные Роспотребнадзора РФ<sup>4</sup>, Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ)<sup>5</sup>, данные сайта стопкоронавирус.рф<sup>6</sup>. Источником больших данных (Big Data) как одного из дополнительных индикаторов, дающих информацию о возможных причинах, влияющих на исследуемые процессы, выступили стоимость квадратного метра жилья и индекс качества городской среды (основанный на 36 индикаторах)<sup>7</sup>, собранные на 2021 г. АИС развернута на базе ГИС-платформы Arc GIS, позволяющей

---

<sup>1</sup> Росстат – Федеральная служба государственной статистики. Электронный ресурс: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения 10.02.2022).

<sup>2</sup> ЕМИСС – единая межведомственная информационно-статистическая система. Электронный ресурс: <https://www.fedstat.ru/> (дата обращения 01.03.2022).

<sup>3</sup> База данных показателей муниципальных образований. Электронный ресурс: <https://www.gks.ru/dbscripts/munst/> (дата обращения 05.03.2022).

<sup>4</sup> Роспотребнадзор РФ – Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Электронный ресурс: <https://www.rospotrebnadzor.ru/> (дата обращения 15.02.2022).

<sup>5</sup> Всемирная организация здравоохранения. Электронный ресурс: <https://www.who.int/ru> (дата обращения 18.02.2022).

<sup>6</sup> Стопкоронавирус.рф – официальная статистическая информация о коронавирусе в России. Электронный ресурс: <https://стопкоронавирус.рф/> (дата обращения 20.02.2022).

<sup>7</sup> Индекс качества городской среды. Электронный ресурс: <https://индекс-городов.рф/#/> (дата обращения 08.03.2022).

проводить комплексный пространственный мониторинг исследуемых процессов и осуществлять картографирование различными способами (качественного и количественного фона, точечным, способом картодиаграмм, анаморфоз и др.). С помощью Arc GIS можно моделировать (3-D моделирование), создавать схемы, графики. В роли инструмента дополнительной визуализации выступает Adobe Illustrator. Важным принципом АИС является полимасштабный подход, что позволяет проводить исследования на разных территориальных уровнях (макрорегиональном, региональном, поселенческом, поквартальном), тем самым составляя наиболее полную картину, характеризующую ситуацию.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

АИС в структурном отношении состоит из двух основных блоков, отображенных в концептуальной схеме (рис. 1). 1 – Структурный блок, включающий базовую ГИС-платформу, картографическую основу, базу пространственных данных (геоданных), подготовленные на различных пространственных уровнях и учитывающие широкий перечень статистических показателей. 2 – Блок моделирования и визуализации, в котором отображены основные картографические сюжеты и модели, подготовленные различными способами, а также итоговые интерактивные формы представления информации, в том числе интеграция с веб-ресурсом.

*Базовая ГИС-платформа.* Для разработки АИС «Региональные столицы Юга Европейской России» базовыми выступили функции и инструменты, основанные на программной платформе ArcGIS (ArcMap, ArcGIS Pro, ArcGIS Online) фирмы ESRI, которые рекомендовали себя как одни из лидеров геоинформационного программного обеспечения, в том числе в исследовании этнодемографических и миграционных процессов, применении больших данных, пространственном анализе территории различного масштаба. Данная платформа позволяет создавать тематические запросы, структурировать и передавать статистическую информацию, получать новые данные на основе существующих. Важным преимуществом являются широкие возможности картографо-геоинформационного моделирования, подготовка высококачественных визуальных моделей и их дальнейший экспорт в наиболее популярные векторные и растровые форматы графических редакторов.

*Картографическая основа.* Базой для разработки картографической основы Юга Европейской России является административная карта Российской Федерации, содержащая набор взаимозависимых векторных слоев с заполненными атрибутивными данными, сопоставимый с иерархией административно-территориального деления страны (Юг Европейской России – субъекты РФ – региональные столицы). Разработанная картографическая основа имеет географическую систему координат «GCS\_WGS\_1984», специально подобранную для Юга Европейской России, с корректным отображением регионов и их столиц в масштабе 1 : 6 000 000 (в 1 см 60 км). Пунсоны региональных столиц отличаются размером в зависимости от категории городов (города-миллионеры, крупнейшие, крупные, большие, малые) (рис. 2). Также разработана серия картографических основ для каждой из региональных столиц для анализа внутригородских тенденций.

*База пространственных данных (геоданных)* основана на строгой иерархии составляющих элементов. Структура таблицы базы данных состоит из следующих полей: «Название таблицы», «Описание таблицы», «Название поля», «Тип поля», «Число десятичных знаков», «Содержание», каждое из этих полей имеет более сложную структуру. Представленные поля несут в себе информацию о порядковом номере региональной столицы, региона в таблице – «Object ID», о геометрии объекта (точка, полигон) – «Geometry», имеют номер из общероссийского классификатора объектов административно-территориального деления – «ОКАТО» или «ОКТМО», наименование федерального округа – «ФО», наименование региона – «Name».

Далее идет название показателя, например, «Динамика численности населения-2020». Данные собираются за каждый год в виде абсолютных (чел.) и относительных (%) показателей. Важно отметить, что база данных структурирована таким образом, что на любом из этапов исследования можно добавлять новую статистическую информацию, и тематические блоки автоматически интегрируются с уже существующей базой данных. Внутренняя структура картографической основы и базы статистических данных сформирована особым образом для возможности дальнейшей интеграции их между собой.

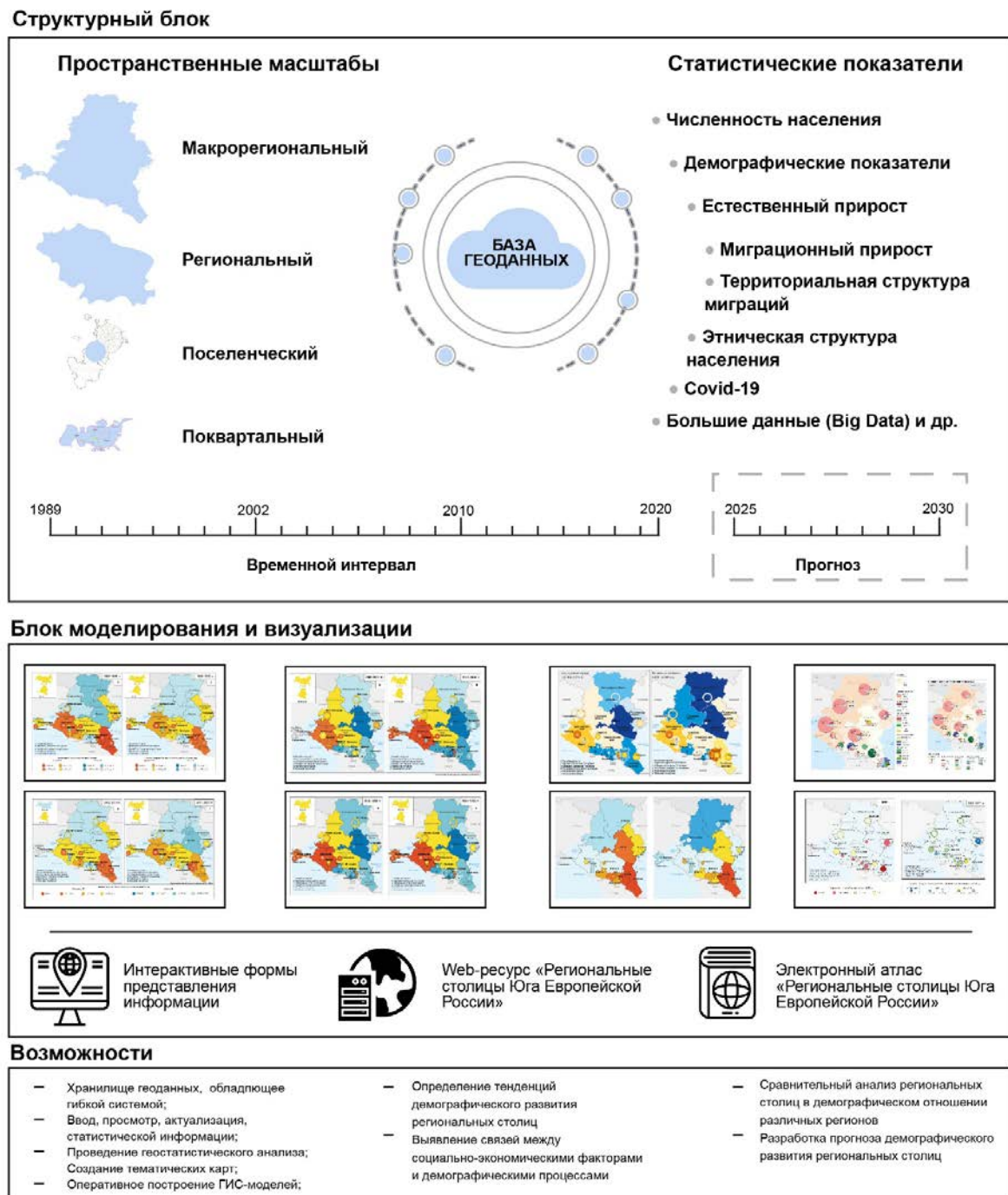


Рис. 1. Концептуальная схема организации АИС «Региональные столицы Юга Европейской России»

Fig. 1. Conceptual scheme of the organization of AIS “Regional capitals of the South of European Russia”





*Рис. 2. Картографическая основа Юга Европейской России в среде ArcGIS*

*Fig. 2. Cartographic basis of the South of European Russia in the ArcGIS environment*

В базе данных собраны статистические материалы по 6-ти тематическим блокам (датасетам): «Численность населения», «Демографические процессы», «Миграционные процессы», «Этническая структура населения», «Covid-19», «Большие данные (Big Data)».

1. Численность населения. В представленном блоке собраны данные по численности населения региональных столиц и их субъектов за период 1989–2020 гг., а также рассчитаны показатели динамики численности населения по городам и регионам, данные показателей средних темпов прироста численности населения в год за тот же период. Дополнительно рассчитаны абсолютные и относительные показатели изменения численности населения внутри периода исследования: 1989–2002, 2002–2010, 2010–2020 гг.

2. Демографические процессы. В данном блоке собраны статистические материалы по рождаемости, смертности, естественном приросте населения (чел.) и коэффициенте естественного прироста населения (%), по регионам и региональным столицам за период с 2002–2020 гг. Также рассчитаны показатели по межпереписным периодам: 2002–2010 гг., 2010–2020 гг.

3. Миграционные процессы. В представленном блоке собраны данные по прибывшим и выбывшим мигрантам, миграционному приросту (чел.) и рассчитаны коэффициенты миграционного прироста (%) по регионам и региональным столицам за период с 2002–2020 гг. Также рассчитаны показатели по межпереписным периодам: 2002–2010 гг., 2010–2020 гг. и представлены данные по структуре миграционных потоков в регионах и региональных столицах (внутрирегиональные, межрегиональные и международные миграционные потоки).

4. Этническая структура населения. В данном блоке содержатся сведения об этнической структуре населения субъектов Юга Европейской России с учетом более чем 50 этносов. Отдельный слой содержит такую же информацию по региональным столицам. Помимо этого, данные дополнены расчетными показателями, к примеру, такими как динамика этнической структуры населения; рассчитан индекс этнической мозаичности для региональных столиц; рассчитан удельный вес различных этносов в структуре населения. Данные по этнической структуре населения заканчиваются 2010 годом, в связи с тем, что данные последней переписи населения пока не опубликованы.

5. Covid-19. Данный блок наполнен статистической информацией по заразившимся и умершим от коронавирусной инфекции Covid-19 в регионах и региональных столицах Юга Европейской России за 2 года в период с 12.03.2020 по 12.03.2022. Рассчитаны коэффициенты заражения и смертности. Дополнительно посчитаны показатели в целом для всего Юга России, для равнинных и горных территорий и др. Собраны данные в целом по России, по отдельным городам и макрорегионам для анализа доли Юга России и его региональных столиц на общероссийском фоне.

6. Большие данные (Big Data). При анализе геодемографической ситуации, в попытках установить причины и возможную взаимосвязь в демографических и миграционных процессах, приходится прибегать к использованию альтернативных источников информации. Одним из них, безусловно, являются данные, полученные с помощью технологий Big Data. Дополнительным индикатором, дающим информацию о возможных причинах, влияющих на исследуемые, в частности, миграционные процессы, может выступать стоимость квадратного метра жилья, а также индекс качества городской среды (основанный на 36 индикаторах), размещенные нами в данном блоке. Статистические показатели собраны по данным на 2021 г. по всем региональным столицам и регионам исследуемой нами территории.

Отметим, что все перечисленные выше показатели собраны в тематические датасеты, которые подготовлены на всех пространственных уровнях (макрорегиональный, региональный, поселенческий), сведения по стоимости квадратного метра жилья дополнительно собраны на поквартальном уровне. База данных «Региональные столицы Юга Европейской России» зарегистрирована в Роспатенте. Номер свидетельства: RU 2021621645. 2021.

*Блок моделирования и визуализации.* Для подготовки итоговых карт, схем и графиков используются инструменты дополнительной визуализации и обработки картографических моделей Adobe Illustrator и Adobe InDesign. Первая программа является векторным графическим редактором, позволяющим готовить качественные картографические модели. Вторая – инструментом верстки, позволяющим компоновать серии картографических материалов и создавать непосредственно классические атласы. Важно отметить, что ArcGIS имеет специальные расширения, дающие возможность экспортировать данные высокого качества из ГИС-среды в графический редактор, как в векторном, так и в растровом формате, для дальнейшей обработки и подготовки высококачественных визуальных моделей.



Картографирование и моделирование исследуемых процессов основано на применении следующих методов:

- центрографический – показаны центры тяжести расселения народов в регионах Юга России, в том числе в региональных столицах. Метод позволяет оценить смещение центра расселения определенного этноса за временной период;

- картографический (качественного и количественного фона) – наиболее часто используемый метод, способный передать количественные и качественные различия демографических и миграционных процессов в пределах регионов и их столиц;

- метод картодиаграмм, который используется как сравнение двух изображений суммарной величины абсолютных показателей с помощью диаграмм, размещаемых на карте внутри региональных столиц и регионов и выражающих суммарную величину показателя (рождаемость, смертность, прибывшие, выбывшие, сравнение численности населения этносов, число заболевших и умерших Covid-19 и др.), либо сравнение одного и того же показателя за разные годы;

- метод анаморфоз представляет гипертрофированное визуальное искажение границ регионов и городов согласно заданному показателю (численность населения, миграционный прирост, естественный прирост, доля определенного этноса и др.);

- точечный способ используется для картографирования массовых рассредоточенных явлений, с помощью которого обозначается определенное количество единиц (в нашем случае численность населения этноса, число заболевших, заразившихся и др.) посредством точки, располагаемой в пределах административных границ.

- 3-D моделирование. Способ, позволяющий наиболее легко воспринимать отображение показателя (численность населения и др.) на местности.

Применение многовариантности моделирования для одного и того же пространственного явления (демографических, миграционных процессов и др.), с возможностью сопоставления исследуемых моделей во временном периоде исследования, повышает информативность исследования, обеспечивает более детальное описание изменений процесса, позволяет выявить закономерности и тренды в изменении этнодемографической структуры населения как в целом на Юге Европейской части России, так и в региональных столицах.

Подготовлен комплект оригинальных геоинформационных моделей, картографических произведений и визуальных моделей по этническим, демографическим, миграционным процессам, Covid-19, рынку недвижимости и индексу качества городской среды в региональных столицах Юга Европейской России, позволяющий подойти комплексно к исследованию данных процессов:

- динамика численности населения региональных столиц и субъектов Юга Европейской России за период 2002–2020 гг., 2002–2010 гг., 2011–2020 гг. (рис. 3);

- ежегодные темпы прироста численности населения в региональных столицах и субъектах Юга Европейской России за период 2002–2020 гг., 2002–2010 гг., 2011–2020 гг.;

- этническая структура населения регионов и региональных столиц Юга Европейской России за период 2002–2010 гг.;

- индекс этнической мозаичности региональных столиц Юга Европейской России за период 2002–2010 гг.;

- преобладающие, вторые и третьи по численности, этносы в региональных столицах (2002 и 2010 год);

- естественный прирост населения в региональных столицах и субъектах Юга Европейской России за период 2002–2020 гг., 2002–2010 гг., 2011–2020 гг.;

- миграционный прирост населения в региональных столицах и субъектах Юга Европейской России за период 2002–2020 гг., 2002–2010 гг., 2011–2020 гг.;

- территориальная структура миграционного прироста в региональных столицах и субъектах Юга Европейской России за период 2002–2020 гг.;
- стоимость 1 м<sup>2</sup> квартир, домов и участков в среднем в регионах и региональных столицах по данным на 2021 г.
- индекс качества городской среды в региональных столицах Юга Европейской России по данным на 2021 г.
- число заразившихся, умерших, коэффициент заражения и смертности от Covid-19 в регионах и региональных столицах Юга Европейской России по данным за период с марта 2020 г. по март 2022 г.

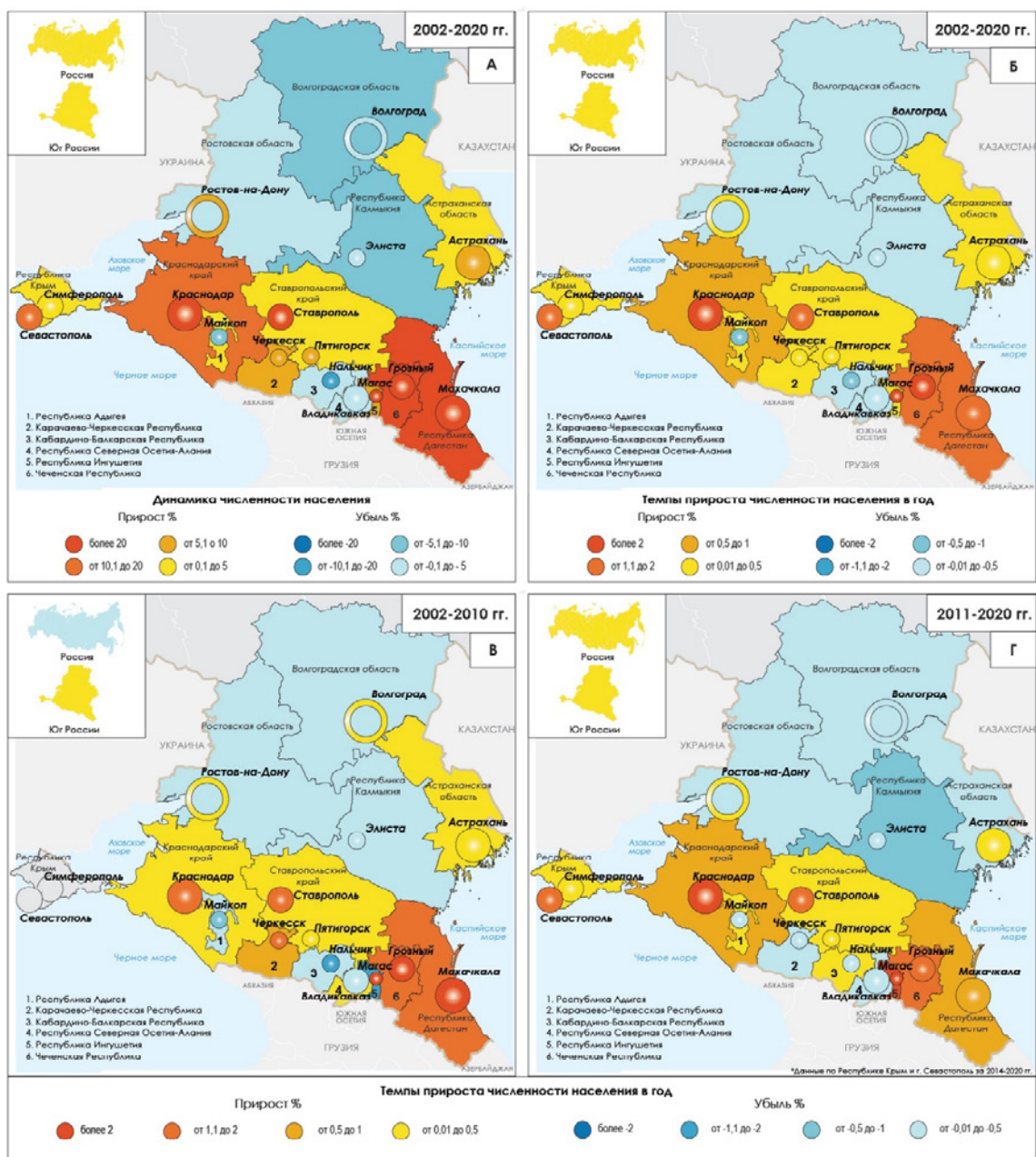


Рис. 3. Один из визуальных сюжетов: Динамика численности и темпы прироста численности населения региональных столиц Юга Европейской России

Fig. 3. One of the visual plots: Population dynamics and population growth rates of regional capitals of Southern European Russia

Подготовленные комплекты картографических материалов и визуальных моделей на следующем этапе были распределены по тематическим блокам, дополнены иными графическими материалами и текстовым описанием и интегрированы в АИС, как пример – тематический сюжет «Этническая структура населения» (рис. 4).

### ЭТНИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ

Этническая структура населения рассмотрена с точки зрения изменения индекса этнической мозаичности, который показывает этническое разнообразие региональных столиц. ИЭМ был рассчитан по формуле Б.М. Эккеля: Индекс этнической мозаичности распределяется по региональным столицам следующим образом: низкий ИЭМ с показателем менее 0,25; средний ИЭМ с показателем от 0,25 до 0,5; повышенный ИЭМ с показателем от 0,5 до 0,75; высокий ИЭМ с показателем более 0,75. Таким образом нами была сформирована 4 типа региональных столиц: Низкий: Ростов-на-Дону, Волгоград, Краснодар, Ставрополь, Грозный, Магас. Средний: Пятигорск. Повышенный: Астрахань, Нальчик, Черкесск, Владикавказ, Майкоп, Элиста. Высокий: Махачкала. Основываясь на данном показателе, можно сказать, о том, что: во всех городах кроме Владикавказа индекс этнической мозаичности (ИЭМ) по отношению к 2002 г. вырос. Во Владикавказе ИЭМ сохранился (данные по Симферополю и Севастополю не учитывались). В городах-миллионерах Ростове-на-Дону и Волгограде, с точки зрения организации этнической структуры населения, русские являются преобладающим по численности этносом. В крупнейших городах (Махачкала, Астрахань, Краснодар) ярко выделяется Астрахань, показывая наиболее динамичное увеличение индекса. С точки зрения организации этнической структуры населения,

в Махачкале, сразу несколько титульных этносов Дагестана являются доминирующими по численности (аварцы, даргинцы, кумыки, лезгины, лакцы) русские только шестые. В Астрахани удельный вес русских менее 80% и составляет (65,3%), В Краснодаре он превышает 80%.

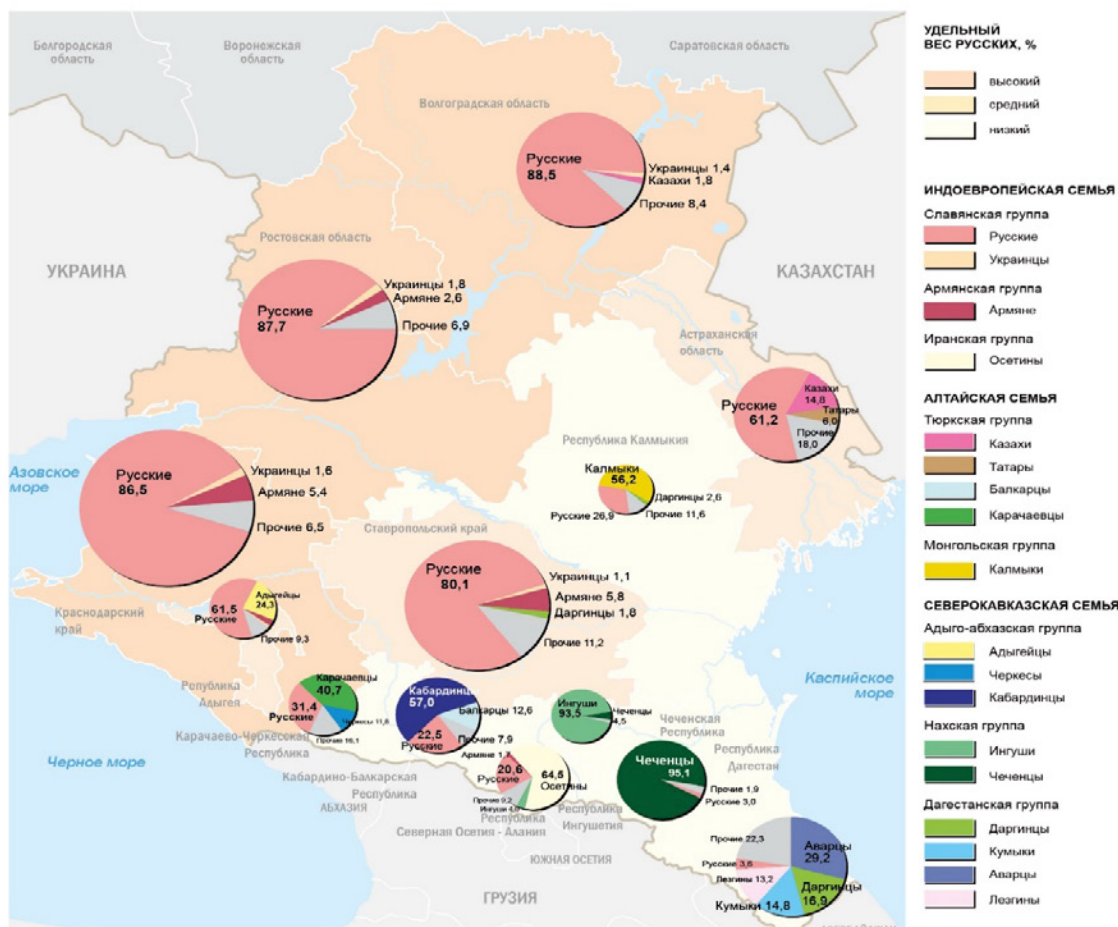
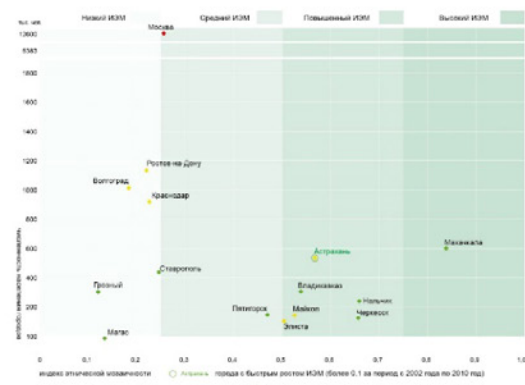


Рис. 4. Сюжет тематического раздела АИС «Этническая структура населения»

Fig. 4. The plot of the AIS thematic section “Ethnic structure of the population”

*Интеграция АИС и веб-среды.* Интеграция разработанной атласной информационной системы «Региональные столицы Юга Европейской России» предусмотрена двумя основными способами:

1 – интеграция с помощью приложения Esri “Story Map Series”, которое предусматривает прямой импорт векторных данных из рабочей среды (Arc Map, ArcGIS Pro, ArcGIS Online) на онлайн-сервер Esri в интернет, с возможностью создания тематических блоков, добавлением текста, схем, графиков и любой дополнительной визуальной информации. У авторов имеется опыт интеграции данным способом на основе разработки геопортальных решений для туристической сферы Северного Кавказа.

2 – интеграция с помощью серверного Web-приложения GIS WebServer Special Edition, от КБ «Панорама», универсального ГИС-приложения, позволяющего публикацию и интеграцию в интернет пространственных информационных ресурсов: баз пространственных данных, электронных карт, пространственных объектов, различной справочной информации, схем, графиков и др.

*Пользователи.* Атласная информационная система дифференцирована в соответствии с уровнями пользователей и позволяет решать задачи, различающиеся по целевым установкам и степени сложности. Выделяются пользователи трех уровней. Базовый уровень рассчитан на исследователей, не имеющих опыта работы с ГИС, позволяет визуально воспользоваться материалами АИС; системный уровень нацелен на специалистов, обладающих опытом работы с базами данных; экспертный уровень ориентирован на специалистов, обладающих умением работать с ГИС–продуктами (моделирование процессов) и обладающих компетенциями в области исследования, прогнозирования демографических процессов. Материалы атласной информационной системы могут быть использованы при разработке документов стратегического и территориального планирования регионов, при принятии управленческих решений, направленных на регулирование этнодемографической ситуации в региональных столицах, агломерациях и регионах в целом. Материалы исследования используются в учебном процессе на кафедрах социально-экономической географии, картографии и геоинформатики, СКФУ, при разработке курсов «Социально-экономическая география», «ГИС в социально-экономических исследованиях», «Методы географических исследований» и др.

Атласная информационная система «Региональные столицы Юга Европейской России» содержит 6 тематических разделов: «Численность населения», «Демографические процессы», «Миграционные процессы», «Этническая структура населения», «Covid-19», «Большие данные (Big Data)». Все разделы логически и функционально связаны между собой, что позволяет получать разнообразные аналитические выборки для четко поставленных задач. АИС предназначена для широкого круга специалистов в области подготовки документов территориального планирования, анализа этнодемографических и миграционных процессов, управленцев и т.д.

## **ВЫВОДЫ**

Разработанная атласная информационная система «Региональные столицы Юга Европейской России» дает возможность комплексно исследовать этнодемографические и миграционные процессы, а также влияние на них различных факторов (Covid-19 и др.) в регионах и региональных столицах Юга Европейской России, что повышает уровень проводимой аналитики. Применение многовариантности моделирования, комбинирование различных подходов, возможность сравнения моделей во временных отрезках, широкие возможности визуального отображения в АИС позволили значительно повысить информативность исследования, обеспечить более детальное описание исследуемых процессов,

выявить закономерности и тренды в изменении этнодемографической структуры населения как в целом на Юге Европейской части России, так и в региональных столицах. Дальнейшее развитие АИС как инструмента мониторинга предоставляет широкие возможности для анализа развития этнодемографических процессов на Юге Европейской России. Важным этапом является возможность интеграции АИС с веб-сервисами, что способствует использованию системы более широким кругом лиц.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ № 20-35-90069 «Аспиранты». «Трансформация этнодемографической структуры населения в региональных столицах Юга Европейской России».

## ACKNOWLEDGEMENT

The study was carried out in the framework of: RFBR project No. 20-35-90069 “Transformation of the ethnodemographic structure of the population in the regional capitals of Southern European Russia”.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Архипова О.Е., Лычагина Ю.М.* Атласная информационная система оценки устойчивого развития прибрежной зоны Азовского моря. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». 2018. Т. 24. № 1. С. 68–74.
2. *Белозеров В.С., Панин А.Н., Приходько Р.А., Чихичин В.В., Черкасов А.А., Махмудов Р.К., Корнева Л.И., Супрунчук И.П.* Этнический атлас Ставропольского края. Ставрополь, 2014. 304 с.
3. *Белозеров В.С., Черкасов А.А.* Геоинформационный мониторинг и моделирование миграционных и этнических процессов в России. Миграция как ресурс социально-экономического и демографического развития: Сборник статей. Москва: ООО Издательство «Экон-Информ», 2019. С. 34–40.
4. *Белозеров В.С., Тикунов В.С., Панин А.Н.* Атласная информационная система для изучения этнодемографических процессов в Ставропольском крае. Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2008. № 1. С. 39–44.
5. *Верхотуров А.А., Мелкий В.А.* Разработка систем регионального мониторинга земель на основе атласного картографирования. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2016. Т. 327. № 7. С. 66–83.
6. *Казьмина И.Г., Мозговой Н.В., Рязанцева Л.Т.* Создание экологического веб-атласа Воронежской области на основе ГИС-технологий. Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2013. № 3 (47). С. 76–84.
7. *Кошкарев А.В., Тикунов В.С., Тимонин С.А.* Геопортал «Демография»: методика и технологии картографирования. Геодезия и картография. 2010. № 1. С. 24–31.
8. *Лексин В.Н.* «Региональные столицы» в экономике и социальной жизни России. Вопросы экономики. 2006. № 7. С. 84–93.
9. *Рязанцев С.В., Архангельский В.Н., Воробьева О.Д., Гневашева В.И. и др.* Демографическое развитие России: тенденции, прогнозы, меры. Национальный демографический доклад. Москва: Объединенная редакция, 2020. 155 с. ISBN 978-5-93856-292-9. DOI: 10.25629/НС.2020.13.01.
10. *Тикунов В.С.* Атласные информационные системы для принятия решений. Основы геоинформатики: Учеб. пособие для студентов вузов. Под ред. В.С. Тикунова. М.: Академия, 2004. С. 285–304.



11. *Тикунов В.С., Чихарев И.А., Панин А.Н., Рыльский И.А.* Атласная информационная система «геополитическая ситуация в большом Средиземноморье: принципы создания и технология пространственного анализа». Наука. Инновации. Технологии. 2019. № 3. С. 107–114.
12. *Тикунов В.С., Ротанова И.Н., Ефремов Г.А., Чунтай Б.* Атласное геоинформационное картографирование: новые подходы на примере атласа большого Алтая. Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. № 7. С. 55–62.
13. *Тикунов В.С. и др.* Атласная информационная система российско-украинского приграничья. ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2014. Т. 20. С. 24–44.
14. *Тикунов В.С., Яблоков В.М.* Атласная информационная система для Байкальского региона. ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2013. Т. 19. С. 197–202. DOI: 10.24057/2414-9179-2013-1-19-197-202.
15. *Черкасов А.А.* Атласная информационная система «Большие города России»: особенности разработки и возможности применения. ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2021. Т. 27. № 2. С. 5–16. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-5-16.
16. *Чернова И.В.* Методология создания интерактивного атласа «Горное расселение Северного Кавказа». Наука. Инновации. Технологии. 2016. № 3. С. 225–232.
17. *Яблоков В.М., Тикунов В.С.* Атласные информационные системы для устойчивого развития территорий. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто. ИнтерГИС». 2016. Т. 22. № 1. С. 13–33.
18. *Craglia M., Raper J.* Guest Editorial: GIS and multi-media. Environ and Planning B: Planning and Design. 1995. Vol. 22 (1). P. 634–636.
19. *Hurni L.* Multimedia Atlas Information Systems. Encyclopedia of GIS. Springer, 2008. P. 759–763.
20. *Hurni L.* Atlas Information Systems. In: Shekhar S., Xiong H., Zhou X. (eds) Encyclopedia of GIS. Springer, Cham, 2017. P. 85–92. DOI: 10.1007/978-3-319-17885-1\_847.
21. *Ku W.Y., Liaw Y.P., et al.* An online atlas for exploring spatio-temporal patterns of cancer mortality (1972–2011) and incidence (1995–2008) in Taiwan. Medicine (Baltimore). 2016. 95(21):e3496. DOI: 10.1097/MD.0000000000003496.
22. *Lechthaler M.* Interactive and multimedia atlas information systems as a cartographic geo-communication platform. Lect Notes Geoinformation Cartogr. 2010. P. 383–402.
23. *Ormeling F.* Atlas Information Systems – 17th Int. Cartogr. Conf. and 10th Gen. Assembly ICA. Barcelona, Sept. 3rd – 9th, 1995. Proc. Vol. 2. Barcelona, 1995. P. 2127–2133.
24. *Ormeling F.* Functionality of Electronic School Atlases. Seminar on Electronic Atlases II, ICA Proc. on National and Regional Atlases. Prague, 1996. P. 33–39.
25. *Richards T.B., Croner C.M., & Novick L.F.* Atlas of state and local geographic information systems (GIS) maps to improve community health. Journal of Public Health Management and Practice: JPHMP. 1999. Vol. 5 (2). P. 2–8.
26. *Savini L., Tora S., Di Lorenzo A.* A Web Geographic Information System to share data and explorative analysis tools: The application to West Nile disease in the Mediterranean basin. PLOS ONE. 2018. 13(6):e0196429. DOI: 10.1371/journal.pone.0196429.
27. *Schneider B.* Integration of analytical GIS functions in multimedia atlas information systems. Proc. 19th ICA.ACI Intern. Cartographic Conference ICC. Ottawa, 1999. P. 243–250.
28. *Tikunov V.S.* Atlas information system on the sustainable development of Russia. Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya: Geografiya. 2002. Vol. 5. P. 21–31.
29. *Xavier J.C., Rodhouse P.G., Trathan P.N., & Wood A.G.* A geographical information system (GIS) atlas of cephalopod distribution in the Southern Ocean. Antarctic Science. 1999. Vol. 11(1). P. 61–62. DOI: 10.1017/s0954102099000097.

## REFERENCES

1. *Arkhipova O.E., Lychagina Yu.M.* Atlas information system for assessing the sustainable development of the coastal zone of the Sea of Azov. Materials of the International Conference “InterCarto. InterGIS”. 2018. Vol. 24. No. 1. P. 68–74 (in Russian).
2. *Belozarov V.S., Panin A.N., Prikhodko R.A., Chikhichin V.V., Cherkasov A.A., Makhmudov R.K., Korneva L.I., Suprunchuk I.P.* Ethnic Atlas of the Stavropol Territory. Stavropol, 2014. 304 p. (in Russian).
3. *Belozarov V.S., Cherkasov A.A.* Geoinformation monitoring and modeling of migration and ethnic processes in Russia. Migration as a resource of socio-economic and demographic development: Collection of articles. Moscow: Limited Liability Company “Ekon-Inform Publishing House”, 2019. P. 34–40 (in Russian).
4. *Belozarov B.C., Tikunov V.S., Panin A.N.* Atlas information system for the study of ethnodemographic processes in the Stavropol Territory. Bulletin of the Moscow University. Series 5: Geography. 2008. No. 1. P. 39–44 (in Russian).
5. *Cherkasov A.A.* Atlas information system “Big cities of Russia”: features of development and possibilities of application. InterCarto. InterGIS. 2021. Vol. 27. No. 2. P. 5–16. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-5-16 (in Russian).
6. *Chernova I.V.* The methodology of creating “Interactive atlas mountain resettlement of the North Caucasus”. The science. Innovation. Technologies. 2016. No. 3. P. 225–232 (in Russian).
7. *Craglia M., Raper J.* Guest Editorial: GIS and multi-media. Environ. and Planning B: Planning and Design. 1995. Vol. 22 (1). P. 634–636.
8. *Kazmina I.G., Mozgovoy N.V., Ryazantseva L.T.* Creation of an ecological web atlas of the Voronezh region based on GIS technologies. Issues of modern science and practice. V.I. Vernadsky University. 2013. No. 3 (47). P. 76–84 (in Russian).
9. *Koshkarev A.V., Tikunov V.S., Timonin S.A.* “Demography” geoportal: mapping methodology and technology. Geodesy and cartography. 2010. No. 1. P. 24–31 (in Russian).
10. *Ku W.Y., Liaw Y.P., et al.* An online atlas for exploring spatio-temporal patterns of cancer mortality (1972–2011) and incidence (1995–2008) in Taiwan. Medicine (Baltimore). 2016. 95(21):e3496. DOI: 10.1097/MD.0000000000003496.
11. *Leksin V.N.* “Regional Capitals” in Russian Economic and Social Life. Economic issues. 2006. No. 7. P. 84–93 (in Russian).
12. *Hurni L.* Multimedia Atlas Information Systems. Encyclopedia of GIS. Springer, 2008. P. 759–763.
13. *Hurni L.* Atlas Information Systems. In: Shekhar, S., Xiong, H., Zhou, X. (eds) Encyclopedia of GIS. Springer, Cham. 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-17885-1\_847.
14. *Lechthaler M.* Interactive and multimedia atlas information systems as a cartographic geo-communication platform. Lect Notes Geoinformation Cartogr. 2010. P. 383–402.
15. *Ormeling F.* Atlas Information Systems – 17th Int. Cartogr. Conf. and 10th Gen. Assembly ICA. Barcelona, Sept. 3rd – 9th, 1995. Proc. Vol. 2. Barcelona, 1995. P. 2127–2133.
16. *Ormeling F.* Functionality of Electronic School Atlases. Seminar on Electronic Atlases II, ICA Proc. on National and Regional Atlases. Prague, 1996. P. 33–39.
17. *Ryazantsev S.V., Arkhangel'sky V.N., Vorobyova O.D., Gnevasheva V.I., et al.* Demographic development of Russia: trends, forecasts, measures. National Demographic Report. 2020. Moscow: United Edition, 2020. 155 p. ISBN 978-5-93856-292-9. DOI: 10.25629/HC.2020.13.01 (in Russian).
18. *Richards T.B., Croner C.M., & Novick L.F.* Atlas of state and local geographic information systems (GIS) maps to improve community health. Journal of Public Health Management and Practice: JPHMP, 1999. Vol. 5 (2), P. 2–8.



19. *Savini L., Tora S., Di Lorenzo A.* A Web Geographic Information System to share data and explorative analysis tools: The application to West Nile disease in the Mediterranean basin. *PLOS ONE*. 2018. 13(6):e0196429. DOI: 10.1371/journal.pone.0196429.
  20. *Schneider B.* Integration of analytical GIS functions in multimedia atlas information systems. *Proc. 19th ICA/ACI Intern. Cartographic Conference ICC*. Ottawa, 1999. P. 243–250.
  21. *Tikunov V.S.* Atlas information system “sustainable development of Russia”. *Vestnik Moskovskogo Universiteta, Seriya: Geografiya*. 2002. Vol. 5. P. 21–31.
  22. *Tikunov V.S. et. al.* Atlas information system of Russian-Ukrainian borderland. *Proceedings of the International conference “InterCarto. InterGIS”*. 2014. No. 20. P. 24–44 (in Russian).
  23. *Tikunov V.S.* Atlas information systems for decision-making. *Fundamentals of geoinformatics: Study guide. For university students*. Edited by V.S. Tikunov. Moscow: Academy, 2004. P. 285–304 (in Russian).
  24. *Tikunov V.S., Chikharev I.A., Panin A.N., Rylsky I.A.* Atlas Information System “Geopolitical Situation in the Greater Mediterranean: Principles of Creation and Technology of Spatial Analysis”. *The science. Innovation. Technologies*. 2019. No. 3. P. 107–114 (in Russian).
  25. *Tikunov V.S., Rotanova I.N., Efremov G.A., Chuntai B.* Atlas geoinformation mapping: new approaches on the example of the Atlas of the Greater Altai. *Interexpo Geo-Siberia*. 2016. No. 7. P. 55–62 (in Russian).
  26. *Tikunov V.S., Yablokov V.M.* Atlas information system for the Baikal region. *roceedings of the International conference “InterCarto. InterGIS”*. 2013. Vol. 19. P. 197–202. DOI: 10.24057/2414-9179-2013-1-19-197-202 (in Russian).
  27. *Yablokov V.M., Tikunov V.S.* Atlas information systems for sustainable development of territories. *Materials of the International Conference “InterCarto. InterGIS”*. 2016. Vol. 22 (1). P. 13–33 (in Russian).
  28. *Verkhoturov A.A., Melkiy V.A.* Development of land regional monitoring systems based on atlas mapping. *Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Georesource engineering*. 2016. Vol. 327. No. 7. P. 66–83 (in Russian).
  29. *Xavier J.C., Rodhouse P.G., Trathan P.N., & Wood A.G.* A geographical information system (GIS) atlas of cephalopod distribution in the Southern Ocean. *Antarctic Science*. 1999. Vol. 11 (1). P. 61–62. DOI: 10.1017/s0954102099000097.
-