

## 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. Тикуннов<sup>1,2</sup>, Т.В. Ватлина<sup>3</sup>

### 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.

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail*: [vstikunov@yandex.ru](mailto:vstikunov@yandex.ru)

<sup>2</sup> Севастопольский государственный университет, ул. Университетская, 33, Севастополь, 299053, Россия, *e-mail*: [vstikunov@yandex.ru](mailto:vstikunov@yandex.ru)

<sup>3</sup> Смоленский государственный университет, естественно-географический факультет, ул. Пржевальского, д. 4, 214000, Смоленск, Россия, *e-mail*: [vatlina\\_geo@mail.ru](mailto:vatlina_geo@mail.ru)

Vladimir S. Tikunov<sup>1,2</sup>, Tamara V. Vatlina<sup>3</sup>

## 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.

---

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, e-mail: [vtikunov@yandex.ru](mailto:vtikunov@yandex.ru)

<sup>2</sup> Sevastopol State University, ul. Universitetskaya 33, Sevastopol, 299053, Russia

<sup>3</sup> Smolensk State University, Natural-geographical faculty, Przhevalsky str., 4, 214000, Smolensk, Russia, e-mail: [vatlina\\_geo@mail.ru](mailto:vatlina_geo@mail.ru)

Согласно классификации элементарных математико-картографических моделей [Тикун, 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 наносится 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<sup>1</sup>.

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»)<sup>2</sup>.

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 (Смоленскстат)<sup>3</sup>, а также на

<sup>1</sup> 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](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204585/9789241565196_eng.pdf) (дата обращения 05.04.2021).

<sup>2</sup> Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска <https://static-3.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches> (дата обращения 15.04.2021).

<sup>3</sup> Смоленскстат. Электронный ресурс <https://sml.gks.ru/> (дата обращения 05.04.2021).

основе государственных докладов, подготовленных Департаментом Смоленской области по здравоохранению<sup>1</sup>.

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

---

<sup>1</sup> 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	Сычѳвка	Демидов
28	Краснинский	Шумячский	Гагарин	Велиж
29	Рудня	Вяземский	Гагаринский	Сычѳвка
30	Новодугинский	Гагаринский	Демидовский	Вязьма
31	Кардымовский	Сычѳвка	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<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Руководство по комплексной профилактике экологически обусловленных заболеваний на основе оценки риска <https://static-3.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches> (дата обращения 15.04.2021).

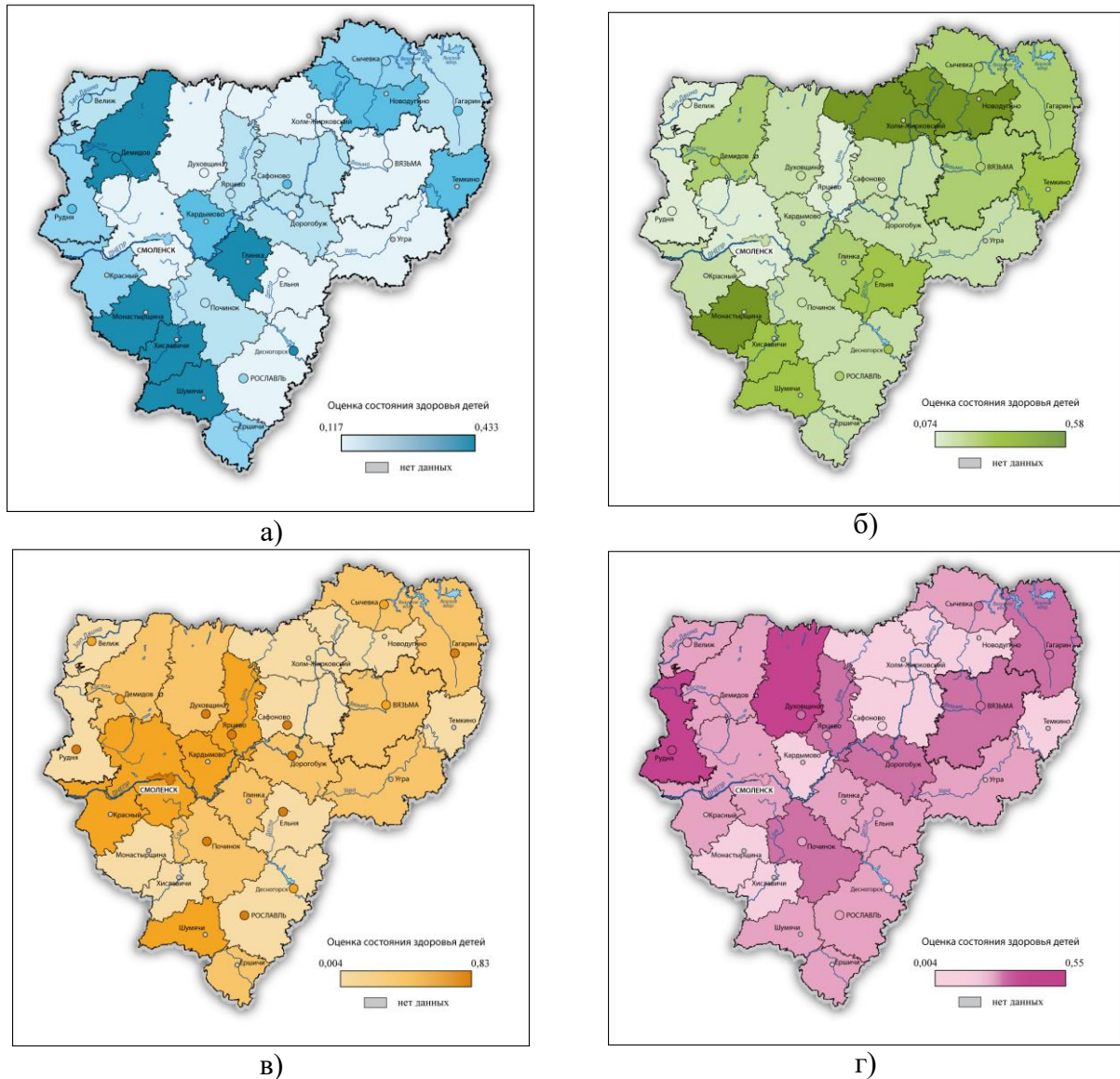


Рис. 1. Оценка состояния здоровья детей по а) болезням органов дыхания; б) кожи и подкожной клетчатке; в) костно-мышечной системы; г) пищеварительной

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. *Куретина 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.