

УДК 504.064.36, 504.75.05

*О.В. Клепиков, Н.П. Мамчик, И.В. Колнет, С.А. Куролап, Т.В. Хорпякова***ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
В РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ***

Анализируются результаты практической апробации элементов и средств ГИС-технологий в региональной системе социально-гигиенического мониторинга. Основными задачами, решаемыми на основе применения географических информационных систем и их элементов, являются анализ информации по уровню загрязнения объектов окружающей среды – атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы селитебной территории в мониторинговых точках отбора проб; моделирование уровня загрязнения атмосферного воздуха и шума; построение картограмм и картодиаграмм, иллюстрирующих уровень заболеваемости населения на отдельных административных территориях Воронежской области. С применением ГИС-технологий успешно реализованы три научно-исследовательских проекта: 1) «Оценка риска для здоровья населения города Воронежа от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух» (установлено, что наиболее неблагоприятная ситуация с потенциально опасным канцерогенным эффектом для населения отмечается по формальдегиду и оксиду хрома в индустриальном левобережном секторе города); 2) «Оценка риска для здоровья населения Воронежской области от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду» (расчеты показали, что неканцерогенный риск на ряде территорий превышает допустимый уровень от воздействия железа, бора, фтора, нитратов и нитритов); 3) «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума» (отмечена наибольшая чувствительность к шуму сердечно-сосудистой системы). Использование ГИС-технологий повышает качество принятия управленческих решений по обеспечению экологической безопасности населения.

Ключевые слова: географические информационные системы, мониторинг окружающей среды, мониторинг заболеваемости населения, оценка риска здоровью.

В настоящее время систему мониторинга окружающей среды и здоровья населения невозможно представить без использования современных средств географических информационных систем (ГИС). Области решения природоохранных задач с использованием ГИС-технологий разнообразны – от частных вопросов до комплексных проблем. Следует отметить, что только за последние три года появилось больше научных публикаций, в которых приводятся примеры успешной разработки информационно-аналитической системы для мониторинга воздействия угольной промышленности на окружающую среду, обеспечения решения задачи рационального природопользования в сельскохозяйственной отрасли, создания геоинформационных систем мониторинга обращения отходов производства и потребления, оперативного анализа данных экологического мониторинга на особо охраняемых территориях, национальных парках, оценки вероятности развития особо опасных природных явлений, моделирования распространения загрязнений в объектах окружающей среды [1-8].

Формирование геоинформационной базы данных при решении задач обеспечения природно-техногенной безопасности сегодня рассматривается как необходимый фактор устойчивого развития территории [9; 10].

Практический опыт применения ГИС-технологий для изучения и анализа показателей качества окружающей среды урбанизированных территорий в условиях повышенной антропогенной нагрузки представлен и в ряде региональных исследований на примере Воронежской области [11-13].

В Российской Федерации создана государственная система мониторинга окружающей среды (экологического мониторинга). Вместе с тем её эффективное функционирование для решения природоохранных задач и обеспечения экологической безопасности населения невозможно без взаимодействия с другими системами мониторинга, в частности, с социально-гигиеническим мониторингом, метеорологическим мониторингом, которые также имеют государственный статус, причем их эффективная практическая реализация на современном этапе невозможна без применения ГИС-технологий [14-16].

В региональной системе социально-гигиенического мониторинга, аккумулирующего информацию об уровне загрязнения окружающей среды и состоянии здоровья населения и функционирующе-

* Исследование выполнено при финансовой поддержке Русского географического общества в рамках научного проекта № 17-05-41072.

го на базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», также находят разнообразное применение элементы геоинформационных технологий.

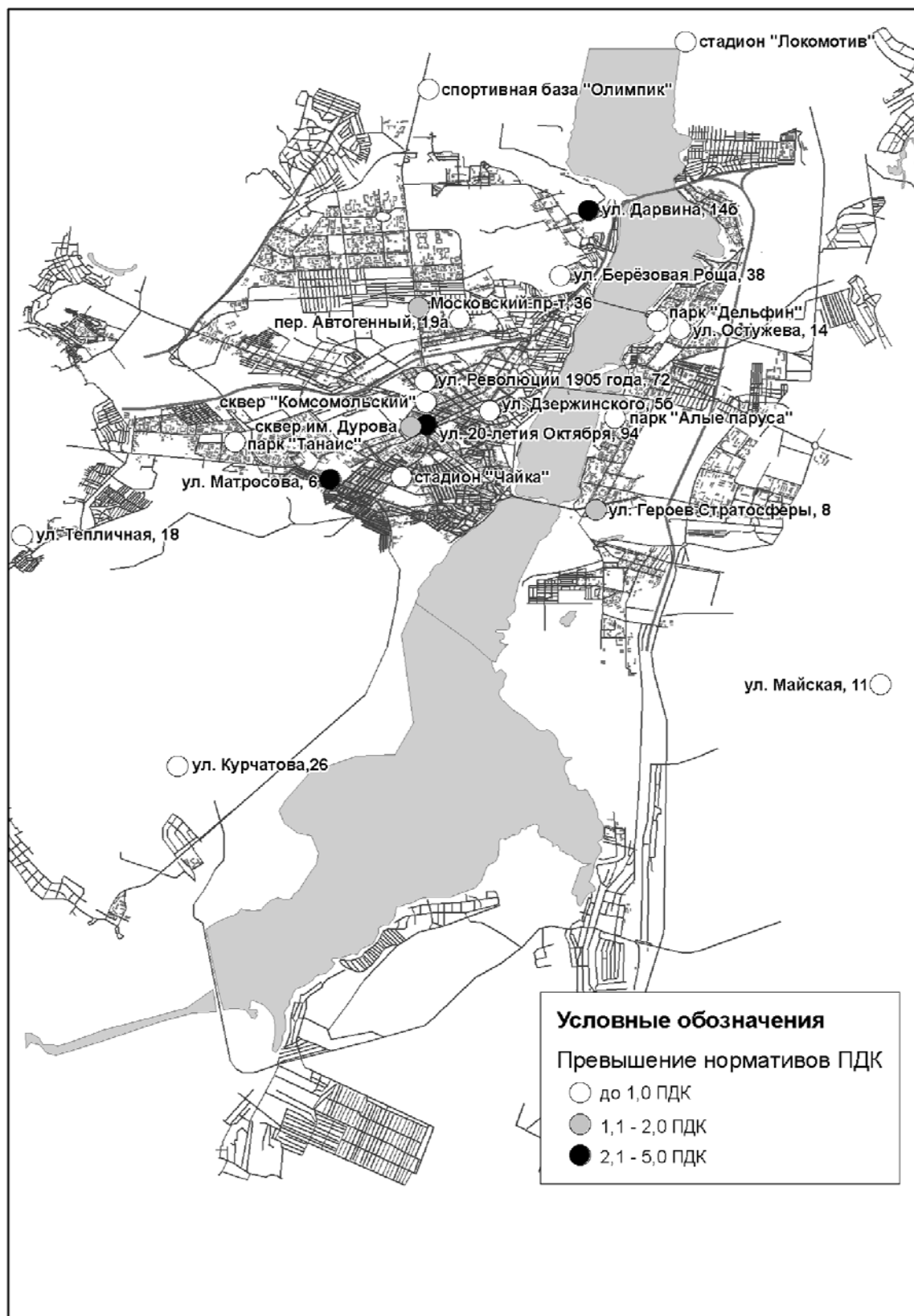


Рис. 1. Пример использования ArcGis: мониторинговые точки контроля содержания бенз(а)пирена в почве городского округа «город Воронеж» (по данным СГМ за 2017 г.)

Целью работы является практическая апробация элементов и средств ГИС-технологий в региональной системе социально-гигиенического мониторинга (СГМ) в Воронежской области. В настоящее время для СГМ применяются следующие методы и средства: навигатор системы глобального местоопределения (GPS), региональная тематическая ГИС на основе программного продукта ArcGis (ArcGIS ArcView 9.2 с ArcGIS Publisher и Spatial Analyst), программные продукты математического моделирования распространения химических примесей в объектах окружающей среды и воздействия шумового фактора, имеющие функции визуализации расчетных данных на электронной картографической основе: УПРЗА «Эколог», версии 4.5, позволяющий рассчитать максимальные значения концентрации загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха; «Эколог-риски», версии 4.0, позволяющий выполнить расчет рисков по фактору загрязнения атмосферного воздуха в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду; «Эколог-Шум», версии 2.4, позволяющий выполнить расчет распространения шума от внешних источников с учетом 3D-объектов и рельефа.

Система GPS (глобальная система местоопределения) в мониторинге используется для определения географических координат мониторинговых точек контроля факторов окружающей среды, постов наблюдения, которые имеют единую нумерацию (код) и привязаны к карте населенного пункта с точностью не менее 2 м.

Система ArcGis используется для ежегодного представления и анализа данных в точках контроля качества окружающей среды, а также ранжирования административных территорий по уровню заболеваемости населения. Примеры использования ArcGis представлены на рис. 1, 2.

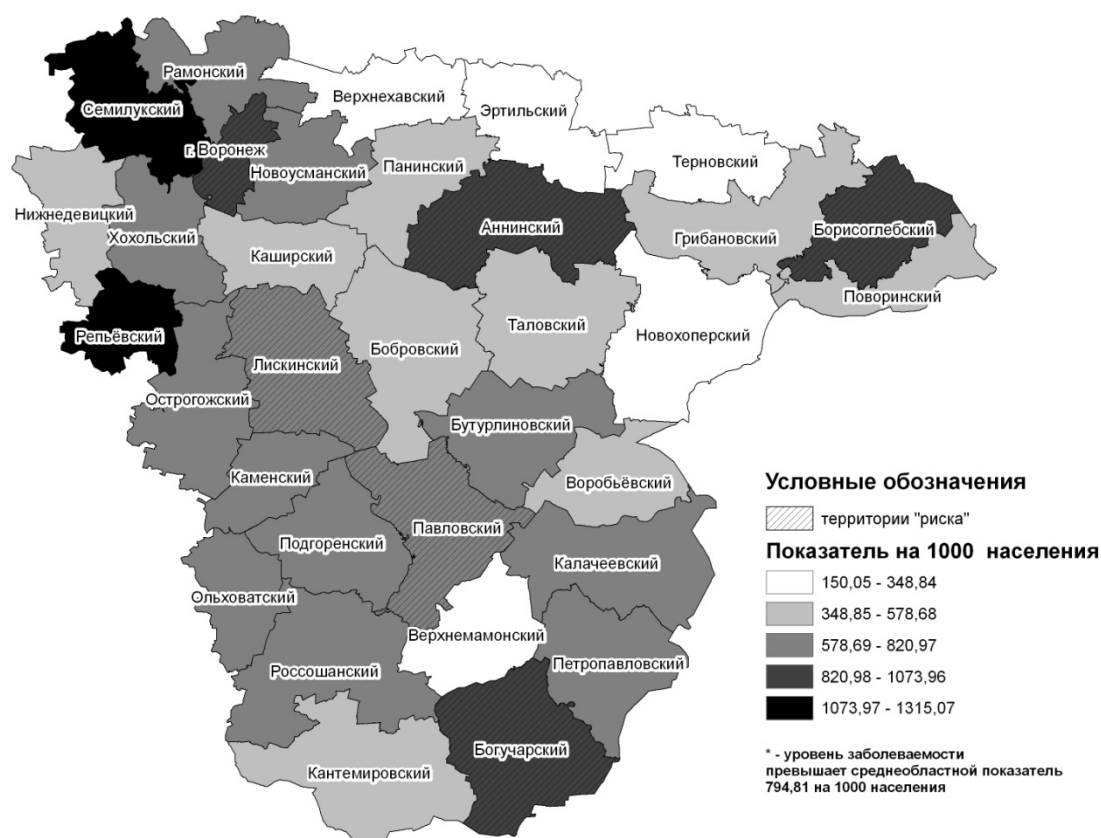


Рис. 2. Пример использования ArcGis: ранжирование показателей заболеваемости детского населения Воронежской области (болезни органов дыхания на 1000 детей до 14 лет включительно)

При ранжировании показателей заболеваемости на пять уровней (высокий, выше среднего, средний, ниже среднего, низкий) автоматизировано рассчитываются среднеобластной показатель (M) и среднее квадратичное отклонение (σ). Границы уровней определяются следующим образом: низкий – менее $M-\sigma$; ниже среднего от $M-\sigma$ до $M-0,5\sigma$; средний – от $M-0,5\sigma$ до $M+0,5\sigma$; выше среднего от $M+0,5\sigma$ до $M+\sigma$; высокий – выше $M+\sigma$.

Примером использования программы «Эколог-Шум», позволяющей выполнить расчет распространения шума от внешних источников с учетом 3D-объектов и рельефа, могут служить результаты исследования по оценке шумового влияния аэродрома «Балтимор» при взлете и посадке самолетов на селитебные зоны поселка Тенистый и части юго-западного микрорайона города Воронежа (рис. 3).

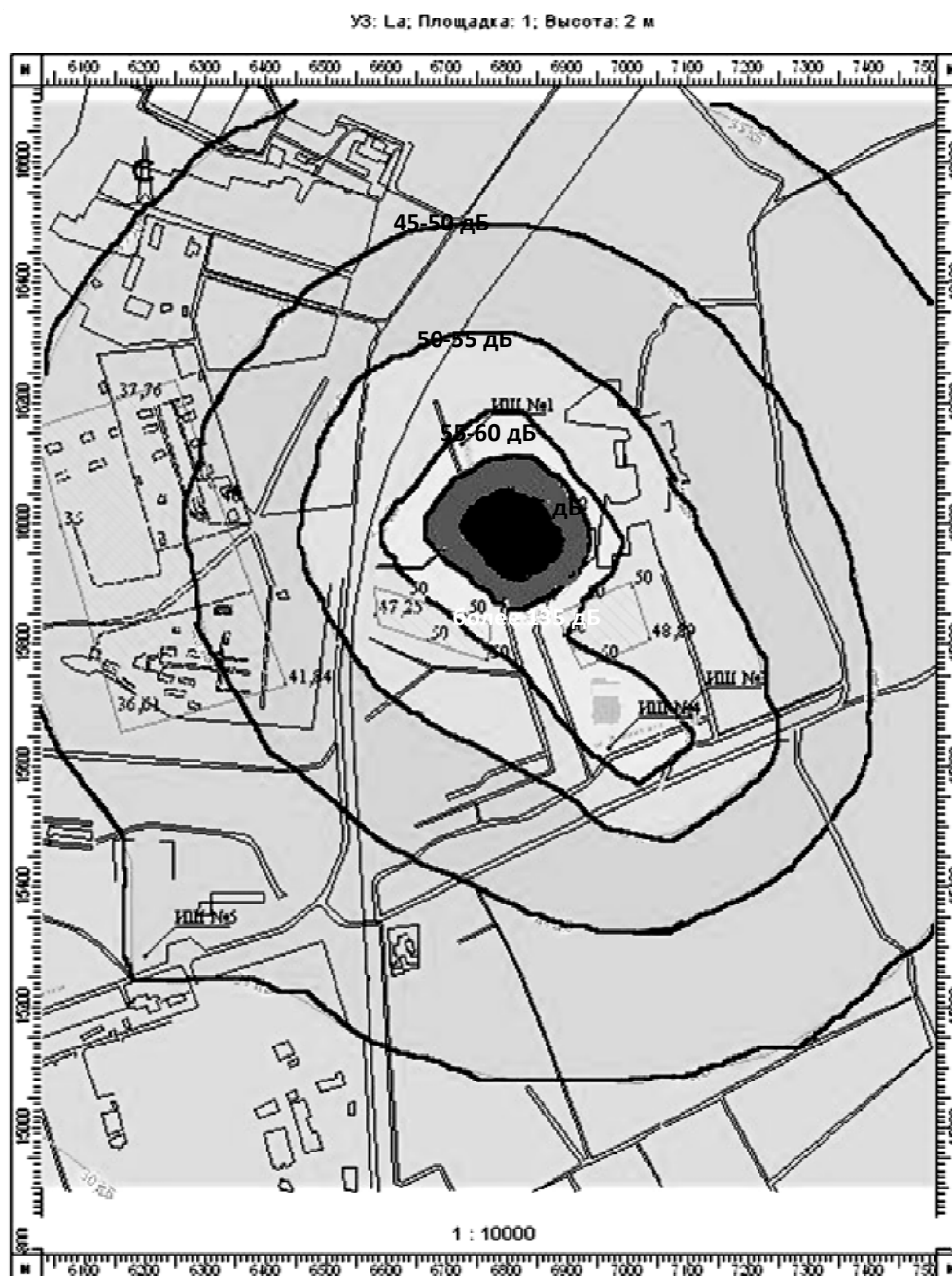


Рис. 3. Пример использования программы «Эколог-Шум» для моделирования уровня звукового давления (дБА) в пос. Тенистый и на аэродроме «Балтимор» (2011 г.)

Построение шумовой картограммы позволило выявить, что в зону повышенного шумового воздействия попадает не только жилой сектор, но и лечебные учреждения, в частности Больница скорой медицинской помощи, а зона влияния высокочастотного шума выше ПДУ составляет около 1 км. В 2013 г. началась масштабная реконструкция аэродрома «Балтимор», после которой он будет соответствовать современным требованиям, в том числе и по уровню шума, для обеспечения комфортного проживания жителей территорий, прилегающих к аэродрому.

На базе отдела социально-гигиенического мониторинга с использованием ГИС-технологий не только выполняются иллюстрации к ежегодным информационным докладам «О санитарно-эпидемиологической обстановке на территории Воронежской области» (доступ в Интернете по ссылке: <http://36.rospotrebnadzor.ru/documents/dir>) и тематические информационные бюллетени о состоянии окружающей среды и заболеваемости населения (доступ в Интернете по ссылке: <http://36.rospotrebnadzor.ru/key-areas/ocnsgm>), но и инициативные исследования, в числе которых за 2017 г. отмечены следующие.

1) «Оценка риска для здоровья населения г. Воронежа от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух (по данным лабораторного контроля в мониторинговых точках)». Согласно полученным результатам, по степени канцерогенной опасности наиболее неблагоприятная ситуация складывается в индустриальном левобережном секторе города – районе расположения маршрутного поста на ул. Героев Стратосферы (формальдегид, оксид хрома). Коэффициенты опасности, характеризующие неканцерогенный риск, выше 1 (недопустимый, опасный риск) периодически регистрируются во всех 5 мониторинговых точках (оксиды азота, взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, формальдегид):

2) «Оценка риска для здоровья населения Воронежской области от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду, за 2014–2016 годы». Расчеты показали, что неканцерогенный риск на ряде территорий превышает допустимый уровень от воздействия железа, бора, фтора, нитратов при употреблении питьевой воды детским населением; фтора, нитратов – при употреблении питьевой воды взрослыми людьми);

3) «Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума». В 2017 г. было отмечено, что из 16 точек контроля уровня шума наиболее неблагоприятная ситуация складывается на ул. Димитрова, 79; ул. Краснознаменная, 171Б, где наиболее чувствительной к воздействию шума определена сердечно-сосудистая система.

Таким образом, применение географических информационных систем для мониторинга окружающей среды и здоровья населения является перспективным средством управления санитарно-эпидемиологической и экологической ситуацией на региональном уровне. Преимущество ГИС состоит в предоставлении возможности установления связи между типами данных и выделении пространственных взаимоотношений между объектами на карте.

Задачи информационного обеспечения в системе социально-гигиенического мониторинга могут быть успешно решены благодаря возможностям указанных систем обеспечивать поддержку и всесторонний анализ комплексной многоаспектной территориально-распределенной информации, организуемой в виде соответствующих тематических слоев на единой топографической основе.

Использование ГИС-технологий на региональном уровне повышает качество информирования органов власти и местного самоуправления для обоснования принятия управленческих решений по обеспечению экологической и гигиенической безопасности населения. Сформированные информационные фонды социально-гигиенического мониторинга являются источником информации при подготовке ведомственных целевых программ, направленных на осуществление государственных функций в установленной сфере деятельности для решения тактических задач и достижения эффективного, общественно значимого результата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганиева И.А., Ижмулкина Е.А., Зеньков И.В. Разработка информационно-аналитической системы для мониторинга воздействия угольной промышленности на окружающую среду и прогнозирования сроков нейтрализации загрязнений и восстановления биологической продуктивности техногенных ландшафтов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S1-2. С. 190-203.
2. Дега Н.С., Онищенко В.В., Байчорова Э.М., Узденов У.Б. Моделирование загрязнения атмосферного воздуха на территории Карачаево-Черкесии // Успехи современного естествознания. 2017. № 7. С. 64-70.
3. Евсюков А.А. Картографическое представление данных мониторинга состояния окружающей среды на основе OLAP // Решетневские чтения. 2015. Т. 2, № 19. С. 213-215.
4. Ларина Г.Е. Информационное обеспечение процедуры рационального природопользования в сельскохозяйственном производстве // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-2. С. 293-298.
5. Ниязгулов У.Д., Цховребов Э.С. Формирование комплексной системы обращения и геоинформационных систем мониторинга отходов // Качество. Инновации. Образование. 2017. №12 (151). С. 56-61.

6. Пьянков С.В., Максимович Н.Г., Хайрулина Е.А., Шихов А.Н., Абдуллин Р.К. Применение ГИС-технологий для оценки и прогноза экологической ситуации в угледобывающих районах с критической техногенной нагрузкой // ИнтерКарто/ИнтерГИС. 2017. Т.23, №3. С. 154-167.
7. Седых С.А. Создание геоинформационной системы экологического мониторинга в Забайкальском национальном парке // Вестн. Иркутского гос. технич. ун-та. 2015. № 2 (97). С. 89-94.
8. Куролап С.А., Яковенко Н.В., Комов И.В. Информационные технологии в оценке вероятности развития опасных природных явлений // Проблемы региональной экологии. 2016. № 6. С. 101-104.
9. Стручкова Г.П., Капитонова Т.А. Формирование геоинформационной базы данных при решении задач природно-техногенной безопасности как фактор обеспечения устойчивого развития территории // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского гос. аграр. ун-та. 2014. № 98. С. 353-363.
10. Лунев Б.С., Красильников П.А., Иларионов С.А., Спасский Б.А., Наумов В.А. Картирование территории при проведении геоэкологического мониторинга средствами ГИС // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-1. С. 89-93.
11. Епринцев С.А., Шекоян С.В. Изучение параметров качества окружающей среды урбанизированных территорий в условиях повышенной антропогенной нагрузки // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10, № 2 (13). С. 520-525.
12. Куролап С.А., Клепиков О.В., Виноградов П.М., Гриценко В.А. Геоинформационное обеспечение региональной системы медико-экологического мониторинга // Балтийский регион. 2016. № 8 (4). С. 146-167.
13. Эколого-географический атлас-книга Воронежской области / под ред. В.И. Федотова. Воронеж: Изд-во ВГУ, 2013. 512 с.
14. Грозаву И.И., Курбанбаева Д.Ф., Шматко А.Д. Возможности совершенствования социально-гигиенического мониторинга с помощью информационных технологий // NovaInfo.Ru. 2016. Т. 2, № 54. С. 311-316.
15. Карелин А.О., Ломтев А.Ю., Горбанёв С.А., Еремин Г.Б., Новикова Ю.А. Применение географических информационных систем для совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора и социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96, № 7. С. 620-622.
16. Мадеева Е.В., Ханхареев С.С., Багаева Е.Е., Болوشيнова А.А. Применение геоинформационных систем при ведении социально-гигиенического мониторинга и обосновании управленческих решений // Санитарный врач. 2014. № 5. С. 16-19.

Поступила в редакцию 31.07.2018

Клепиков Олег Владимирович, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», заведующий отделением информационных технологий организационно-методического отдела ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» 394038, Россия, г. Воронеж, ул. Космонавтов, 21
E-mail: klepa1967@rambler.ru

Мамчик Николай Петрович, доктор медицинских наук, профессор, заместитель главного врача ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» 394038, Россия, г. Воронеж, ул. Космонавтов, 21
E-mail: san@sanep.vrn.ru

Колнет Ирина Владимировна, кандидат медицинских наук, заведующая отделом социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» 394038, Россия, г. Воронеж, ул. Космонавтов, 21
E-mail: sgm@sanep.vrn.ru

Куролап Семен Александрович, доктор географических наук, профессор, декан факультета географии, геоэкологии и туризма ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» 394018, Россия, г. Воронеж, Университетская пл., 1
E-mail: skurolap@mail.ru

Хорпякова Татьяна Владимировна, кандидат географических наук, доцент кафедры управления повседневной деятельностью подразделений Военного учебно-научного центра военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» 394064, Россия, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а
E-mail: tanyavvsvva@mail.ru

O.V. Klepikov, N.P. Mamchik, I.V. Colnet, S.A. Kurolap, T.V. Khorpjakova
APPLICATION OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN REGIONAL SYSTEMS
OF ENVIRONMENTAL MONITORING AND POPULATION HEALTH MONITORING

The article analyzes the results of practical testing of elements and means of GIS-technologies in the regional system of socio-hygienic monitoring. The main tasks to be solved based on the application of geographic information systems and their elements are the analysis of information on the level of pollution of environmental objects - air, drinking water, soil in a residential area at monitoring sampling points; modeling of the level of air pollution and noise; the construction of cartograms and cartodiagrams illustrating the incidence of the population in certain administrative territories of the Voronezh region. Three scientific research projects have been successfully implemented with the use of GIS technologies: 1) «Assessment of the health risk of the population of the city of Voronezh from the effects of chemicals polluting air» (it has been established that the most unfavorable situation with a potentially dangerous carcinogenic effect for the population is indicated by formaldehyde and chromium oxide in the industrial left-bank sector of the city); 2) «Assessment of the health risk of the population of the Voronezh Region from the effects of chemicals polluting drinking water» (calculations showed that non-carcinogenic risk in some areas exceeds the permissible level from exposure to iron, boron, fluorine, nitrates and nitrites); 3) «Assessment of the risk to public health from the effects of traffic noise» (the greatest sensitivity to noise of the cardiovascular system has been marked). The use of GIS-technologies raises the quality of making managerial decisions to ensure environmental safety of the population.

Keywords: geographical information systems, monitoring of the environment, monitoring of the morbidity of the population, assessment of the health risk.

REFERENCES

1. Ganieva I.A., Izhmulkina E.A., Zen'kov I.V. [Development of information and analytical system for monitoring the impact of the coal industry on the environment and forecasting the timing of pollution neutralization and restoration of biological productivity of man-made landscapes] in *Gornyj informacionno-analiticheskij bjulletenij (nauchno-tehnicheskij zhurnal)*, 2015, no.1-2, pp. 190-203 (in Russ.).
2. Dega N.S., Onischenko V.V., Bajchorova E.M., Uzdenov U.B. [Modeling of air pollution in the territory of Karachay-Cherkessia] in *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 2017, no. 7, pp. 64-70 (in Russ.).
3. Evsjukov A.A. [Cartographic representation of environmental monitoring data based on OLAP] in *Reshetnevskie chtenija*, 2015, vol. 2, no. 19, pp. 213-215 (in Russ.).
4. Larina G.E. [Information support of the procedure of environmental management in agricultural production] in *Fundamental'nye issledovanija*, 2015, no. 2-2, pp. 293-298 (in Russ.).
5. Nijazgulov U.D., Chovrebov E. S. [Formation of a complex system of waste management and geo-information systems of waste monitoring] in *Kachestvo. Innovacii. Obrazovanie*, 2017, no. 12 (151), pp. 56-61 (in Russ.).
6. P'jankov S.V., Maksimovich N.G., Hajrulina E.A., Shihov A.N., Abdullin R.K. [Application of GIS technologies for assessment and forecast of ecological situation in coal-mining areas with critical technogenic load] in *InterKarto/InterGIS*, 2017, vol. 23, no. 3, pp. 154-167 (in Russ.).
7. Sedyh S.A. [Creation of a geo-information system of environmental monitoring in the TRANS-Baikal national Park] in *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*, 2015, no. 2 (97), pp. 89-94 (in Russ.).
8. Kurolap S.A., Jakovenko N.V., Komov I.V. [Information technology in assessing the probability of natural hazards] in *Problemy regional'noj oekologii*, 2016, no. 6, no. 101-104 (in Russ.).
9. Struchkova G.P., Kapitonova T.A. [Formation of geoinformation database in solving problems of natural and technological safety as a factor of sustainable development of the territory] in *Politematičeskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, no. 98, pp. 353-363 (in Russ.).
10. Lunev B.S., Krasil'nikov P.A., Ilarionov S.A., Spasskij B.A., Naumov V.A. [Mapping of the territory during the geoeological monitoring by means of GIS] in *Fundamental'nye issledovanija*, 2014, no. 11-1, pp. 89-93 (in Russ.).
11. Eprincev S.A., Shekojan S.V. [Study of quality parameters of the environment of the urbanized territories under conditions of high anthropogenic load] in *Geopolitika i oekogeodinamika regionov*, 2014, vol. 10, no. 2 (13), pp. 520-525 (in Russ.).
12. Kurolap S.A., Klepikov O.V., Vinogradov P.M., Gricenko V.A. [Geographic information support of the regional system of medical and environmental monitoring] in *Baltijskij region*, 2016, no. 8 (4), pp. 146-167 (in Russ.).
13. *Ekologo-geograficheskij atlas-kniga Voronezhskoj oblasti [Ecologo-geographical Atlas-a book of the Voronezh region]*, Fedotov V.I. (ed.), Voronezh: Izdatel'stvo VGU, 2013, 512 p. (in Russ.).
14. Grozavu I.I., Kurbanbaeva D.F., Shmatko A.D. [Opportunities to improve social and hygienic monitoring with the help of information technologies] in *NovaInfo.Ru*, 2016, vol. 2, no. 54, pp. 311-316 (in Russ.).

15. Karelin A.O., Lomtev A.Ju., Gorbanjov S.A., Eremin G.B., Novikova Ju.A. [*Application of geographical information systems for improvement of sanitary and epidemiological surveillance and social and hygienic monitoring*] in *Gigiena i sanitarija*, 2017, vol. 96, no. 7, pp. 620-622 (*in Russ.*).
16. Madeeva E. V., Hanhareev S. S., Bagaeva E. E., Boloshinova A. A. [*The use of geographic information systems in the conduct of social and hygienic monitoring and justification of management decisions*] in *Sanitarnyj vrach*, 2014, no. 5, pp. 16-19 (*in Russ.*).

Received 31.07.2018

Klepikov O.V., Doctor of Biology, Professor, professor of the Department of Geocology and Environmental Monitoring
Voronezh State University
Head of the Information Technologies Department of the organizational and methodical department
FBU Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh Region
Kosmonavtov st., 21, Voronezh, Russia, 394038
E-mail: klepa1967@rambler.ru

Mamchik N.P., Doctor of medical sciences, Professor,
deputy chief doctor of the Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh Region
Kosmonavtov st., 21, Voronezh, Russia, 394038
E-mail: san@sanep.vrn.ru

Kolnet I.V., Candidate of medical science, Head of the department of social and hygienic monitoring
Center for Hygiene and Epidemiology in the Voronezh Region
Kosmonavtov st., 21, Voronezh, Russia, 394038
E-mail: sgm@sanep.vrn.ru

Kurolap S.A., Doctor of Geography, Professor, Head of the Department of geocology and environmental monitoring of the Faculty of geography, geocology and tourism
Voronezh State University
Universitetskaya sq., 21, Voronezh, Russia, 394018
E-mail: skurolap@mail.ru

Khorpakova T.V., Candidate of Geography, Associate Professor
210 Department of the daily activities of the units Military Training Center of the Air Force
“Air Force Academy named after Professor N.Ye. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin”
Bolshakova st., 54a, Voronezh, Russia, 394064
E-mail: tanyavvsvva@mail.ru