

Карелин А.О.<sup>1,2</sup>, Ломтев А.Ю.<sup>1,4</sup>, Горбанёв С.А.<sup>3</sup>, Еремин Г.Б.<sup>1,4</sup>, Новикова Ю.А.<sup>3</sup>

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА И СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

<sup>1</sup> ООО «Институт проектирования, экологии и гигиены», 197022, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова» Минздрава России, 197022, Санкт-Петербург;

<sup>3</sup> ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург;

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, 191015, Санкт-Петербург

*В статье представлен анализ причин и возможностей использования географических информационных систем (ГИС) в области санитарно-эпидемиологического надзора и социально-гигиенического мониторинга. Обсуждаются основные достоинства ГИС для установления связей между здоровьем населения и загрязнением окружающей среды. Излагаются требования к картам и базам данных. Рассматриваются неопределенности и проблемы баз данных по здоровью населения и состоянию окружающей среды. Показаны значение ГИС для разработки и обоснования санитарно-защитных зон и перспективы их использования в Северо-Западном регионе.*

**Ключевые слова:** географические информационные системы; карты; базы данных; санитарно-эпидемиологический надзор; социально-гигиенический мониторинг; окружающая среда; здоровье населения; неопределенности баз данных; Роспотребнадзор.

**Для цитирования:** 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; 96(7): 620-622. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-620-622>

**Для корреспонденции:** Карелин Александр Олегович, науч. консультант ООО «Институт проектирования, экологии и гигиены», 197022, Санкт-Петербург. E-mail: [karelin52@mail.ru](mailto:karelin52@mail.ru).

Karelin A.O.<sup>1,2</sup>, Lomtev A.Yu.<sup>1,3</sup>, Gorbanev S.A.<sup>3</sup>, Yeremin G.B.<sup>1,4</sup>, Novikova Yu.A.<sup>3</sup>

## THE USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS (GIS) FOR IMPROVING SANITARY-EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE AND SOCIO-HYGIENIC MONITORING

<sup>1</sup>Limited Liability Company «Institute of Design, Ecology and hygiene», Saint-Petersburg, 197022, Russian Federation;

<sup>2</sup>I.P. Pavlov the First Saint-Petersburg State Medical University, Saint-Petersburg, Russia, 197022, Russian Federation;

<sup>3</sup>North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, Russia 191036, Russian Federation;

<sup>4</sup>I.I. Mechnikov North-West State Medical University, Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation

*The article represents the analysis of reasons and possibilities of the usage of the geographic information systems (GIS) in the field of the sanitary-epidemiological surveillance and the social-hygienic monitoring. There are discussed the main advantages of GIS for the establishment of relations between health of the population and the environmental pollution. Requirements to maps and databases are given. Uncertainties and problems of databases on health of the population and state of environment are under consideration. Value of GIS for spatial planning and justification of sanitary protection zones and the prospects of their use in the Northwest region are shown.*

**Key words:** geographic information systems; maps; database; sanitary-epidemiological surveillance; social-hygienic monitoring; environment; health of population; uncertainties of database; Russian Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing.

**For citation:** Karelin A.O., Lomtev A.Yu., Gorbanev S.A., Yeremin G.B., Novikova Yu.A. The use of geographic information systems (gis) for improving sanitary-epidemiological surveillance and socio-hygienic monitoring. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(7): 620-622. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-620-622>

**For correspondence:** Aleksandr O. Karelin, Scientific consultant of the Limited Liability Company «Institute of Design, Ecology and Hygiene», Saint-Petersburg, 197022, Russian Federation. E-mail: [karelin52@mail.ru](mailto:karelin52@mail.ru)

### Information about authors:

Karelin A.O. <http://orcid.org/0000-0003-2467-7887>; Lomtev A.Yu. <http://orcid.org/0000-0003-3183-2582>;

Gorbanev S.A. <http://orcid.org/0000-0002-5840-4185>; Yeremin G.B. <http://orcid.org/0000-0002-1629-5435>;

Novikova Yu.A. <http://orcid.org/0000-0003-4752-2036>.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: 15.03.17

Accepted: 05.07.17

В настоящее время термин «географические информационные системы», или «геоинформационные системы» (ГИС) (Geographic Information System, GIS), прочно укрепился в научных кругах, отраслях и сферах деятельности, связанных с планированием и управлением территориями, объектами и процессами, пространственно-ориентированными на местности и во времени. За 50 лет своего существования изменились

не только сами ГИС, но и их назначение. Первоначально ГИС были разработаны военными ведомствами СССР и США как часть системы наведения ракет, позже они стали использоваться для целей земельного кадастра и картографирования. Первая коммерческая система для картографирования Interactive Graphics Design System компании M&S Computing была продана в 1974 г. [1].

ГИС представляют собой компьютерные программные продукты, предназначенные для сбора, хранения, анализа, графической визуализации и распространения пространственно-координированных данных о различных объектах, явлениях природы и общества. Хранителями этих огромных массивов информации являются электронные (компьютерные) карты, атласы и другие картографические произведения. Оперируя различными типами данных, такими как атрибутивные, топографические, дистанционного зондирования, тематические, пространственные, ГИС позволяют построить наиболее полную картину реальной ситуации и произвести ее подробный анализ.

Одной из задач федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора является «статистическое наблюдение в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения... в том числе наблюдение за состоянием заболеваемости инфекционными и массовыми неинфекционными заболеваниями (отравлениями) в связи с вредным воздействием факторов среды обитания на человека... а также формирование открытых и общедоступных государственных информационных ресурсов»<sup>1</sup>.

Учитывая, что сбор, накопление и визуализация информации – это основные функции ГИС, не вызывает сомнения их значение для решения данной задачи.

ГИС являются эффективным инструментом при ведении социально-гигиенического мониторинга (СГМ), так как с их помощью могут проводиться комплексная обработка информации, содержащей различные виды цифровых данных, семантическое, имитационное, геометрическое, эвристическое моделирование материалов, полученных на основе систем автоматизированного проектирования и документационного обеспечения.

Основными преимуществами использования геоинформационных технологий в практике санитарно-эпидемиологического надзора и СГМ являются:

- возможность постоянной актуализации цифровых картографически привязанных материалов и семантических баз данных;
- научное обоснование предложений для принятия органами исполнительной власти управленческих решений по устранению вредных воздействий факторов среды обитания человека и проектных предложений за счет возможности взаимодействия с разнообразными источниками достоверной пространственной информации;
- возможность моделирования и «проигрывания» большого количества вариантов развития санитарно-эпидемиологической ситуации на территории, а также их наглядного представления;
- эффективное использование материалов градостроительного и экологического мониторинга в СГМ;
- возможность сопоставления картографического и семантического материала санитарно-эпидемиологического надзора и СГМ с другими территориальными ГИС.

По территориальному охвату ГИС подразделяют на глобальные, национальные (зачастую имеющие статус государственных), региональные, субрегиональные, муниципальные и локальные. В зависимости от этого масштабный ряд варьируется в широком диапазоне: от 1: 100 000 000 до 1: 1000 – и анализируемые материалы могут быть представлены в более или менее генерализованном виде. В практике санитарно-эпидемиологического надзора наиболее часто используются региональные, муниципальные и локальные ГИС, хотя для сравнительного анализа в ряде случаев могут применяться и информационные системы более крупных масштабов.

Создавая ГИС для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, нужно отчетливо представлять задачи, которые будут решаться с ее помощью.

Составными частями любой ГИС являются:

- система ввода;
- графическая база данных;
- тематическая база данных (описательные или атрибутивные данные);
- система визуализации;
- система управления и обработки данных;
- система вывода.

<sup>1</sup> Положение о федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом надзоре, утв. Постановлением Правительства РФ от 05.06.2013 № 476 «О вопросах государственного контроля (надзора) и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».

Основная часть ГИС – база данных – состоит из двух взаимосвязанных информационных компонентов: картографической базы данных, описывающих форму и взаиморасположение картографических объектов в определенной проекции (системе координат) и атрибутивной базы данных, содержащей описание реквизитов объектов, их количественные и качественные характеристики, а также некоторые дополнительные данные, которые не могут быть непосредственно отображены на карте, например описание территории, профили, результаты анализов и обследований и т.п.

Создание надежной географической подсистемы, которая давала бы возможность вывода на экран карты интересующего географического региона, является первоочередной задачей при построении любой ГИС. Геоинформационное картографирование предполагает наличие в базах данных полного комплекта карт планируемой к исследованию территории в цветном варианте, так как топографические карты несут большой объем информации, заключенной именно в цвете. При создании электронной картографической поддержки в зависимости от специфики могут использоваться различные подходы, которые имеют свои плюсы и минусы [2]. Компьютерная обработка растровых изображений состоит в работе не с контуром объекта, а с каждой из точек, составляющих изображение объекта. Для работы же с объектами растровое изображение переводится в цифровую векторную форму, в которой объекты представлены в виде набора векторов определенной длины и ориентировки. В цифровом виде объекты выражаются координатами (X и Y): точка – одной парой координат; линия – двумя парами координат (начала и конца линии); кривые (ломаные) линии – набором координат прямых отрезков; полигоны – ломаными линиями, образующими замкнутый контур. Карта в цифровом виде – совокупность графических объектов, выраженных координатами.

Картографическое изображение в ГИС представляет собой набор информационных слоев, на каждом из которых расположены однородные объекты. Например, общегеографическая карта будет состоять из слоев гидрографии, рельефа, почвенно-растительного покрова, дорожной сети, населенных пунктов и границ. В некоторых ГИС структура слоев жестко связана с электронными типами объектов, то есть на одном слое представлены все точечные объекты, на другом – все площадные (полигональные), на третьем – линейные. Работа может производиться как на отдельных слоях карты, так и на совмещенных слоях – всех или в различных их комбинациях [3].

Важнейшим звеном для любых ГИС, в том числе актуализирующих информацию, полученную при ведении санитарно-эпидемиологического надзора и СГМ, является качество информации, составляющей атрибутивную базу данных. Используя имеющиеся источники статистической информации, необходимо учитывать различия в определениях, применяемых в источниках информации, в охвате единиц наблюдения, в точности сбора информации; проблемы, возникающие при комбинировании данных из разных источников для получения необходимых показателей.

Основные неопределенности при проведении анализа реальной экспозиции факторов среды обитания связаны со слабостью мониторинговой и аналитической базы практически на всей территории Российской Федерации. Если в отношении космогеофизических и метеорологических факторов ситуация в целом обстоит относительно благополучно, то анализ загрязнения атмосферного воздуха, воды источников централизованного и нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, воздуха внутри помещений, почвы населенных мест не отвечает современным требованиям.

Нередко выбор показателей, контролирующих состояние факторов среды обитания, носит произвольный характер; кратность отбора проб атмосферного воздуха в рамках СГМ не позволяет сделать обоснованные выводы о среднесуточных концентрациях; возникают бюрократические трудности при попытках интеграции данных, получаемых различными ведомствами, и т.п. Еще более сложным является вопрос оценки получаемых населением индивидуальных доз, концентраций и суточных нагрузок. Индивидуальные мониторы по-прежнему остаются чрезвычайно редким оборудованием и не используются при ведении СГМ. Как показали наши исследования, в этих условиях применение ГИС-технологий дает хорошие результаты, так как позволяет персонифицировать химические и физические нагрузки, дает возможность построить карты загрязнения. Несомненно, этот метод, базирующийся на усредненных законо-

мерностях и распределениях, имеет некоторую степень неопределенности, но она существенно ниже, чем в случаях распространения на целый район или даже город данных, полученных на нескольких постах или точках наблюдения.

Вопрос анализа здоровья населения не менее сложен. Основанные на данных официальной медицинской статистики сплошные наблюдения имеют низкую степень точности. Многие люди в случаях заболевания не обращаются в поликлиники и клиники, лечатся в частных учреждениях, которые не представляют свои данные по обращаемости и заболеваемости в органы медицинской статистики, по результативности лечения – в государственные органы. Анализ показателей, характеризующих уровень донозологических состояний и степень здоровья, еще более труден, что прежде всего связано с адекватностью метода оценки здоровья, определения того, насколько показатель связан с состоянием здоровья и какая мера отклонения может свидетельствовать о сдвигах в его состоянии.

В ГИС обязательно имеется система управления базами данных, которая обеспечивает поиск, сортировку, удаление, исправление и анализ баз данных. Совокупности баз данных и систем управления образуют банки данных.

Возможность моделирования и прогнозирования санитарно-эпидемиологических ситуаций для принятия обоснованных управленческих решений – это одно из важнейших достоинств ГИС. Но на этапе моделирования возникает группа неопределенностей. Сложность построения адекватной модели обусловлена тем, что система «окружающая среда – здоровье населения» является диффузной, то есть в ней объективно затруднено разграничение действия различных переменных. В связи с этим достоверность модели, а следовательно, и точность прогноза зависят от качества информации, используемой при построении модели. Ошибочные модели и подготовленные на их основе прогнозы приводят к принятию неверных управленческих решений.

Для оптимальной информационной поддержки качества принимаемых решений необходимо различать как минимум четыре типа состояний: фактическое, нормативное, плановое и вероятностное при отклонении от планового. Каждое из этих состояний может быть исходным или производным.

Использование региональных и муниципальных ГИС позволяет разделить управленческую деятельность на три категории:

– стратегическое планирование – процесс принятия решений относительно целей и стратегий организации, изменения целей, использования ресурсов;

– управленческий контроль – процесс, посредством которого обеспечиваются получение ресурсов и их эффективное использование;

– оперативный контроль – процесс обеспечения эффективного и квалифицированного выполнения конкретных задач.

Органами и учреждениями Роспотребнадзора ГИС широко используются при выполнении эколого-гигиенических исследований состояния здоровья населения и уровней загрязнения факторов среды обитания в регионах с высокой промышленной нагрузкой. С целью развития этого направления в 2016 г. ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» («СЗНЦ гигиены и общественного здоровья») была предложена концепция создания системы межрегионального социально-гигиенического мониторинга на территории Северо-Западного федерального округа. В рамках этой системы планируется применение ГИС в совокупности с мощным программно-аналитическим аппаратом, позволяющим выявлять и устанавливать наличие причинно-следственных связей между показателями заболеваемости населения и факторами среды обитания на территории нескольких субъектов федерального округа с учетом трансграничных переносов.

ГИС показали высокую значимость при обосновании достаточности размеров санитарно-защитных зон промышленных предприятий 1-го, 2-го классов опасности, а также размеров санитарных разрывов и санитарно-защитных зон для аэропортов, аэродромов и вертодромов. Применение ГИС позволяет эффективно и адекватно отобразить территориальное распределение уровней риска как в связи с воздействием химических веществ в атмосферном воздухе, так и в связи с воздействием физических факторов (шум), что дает возможность оперативно выделить территории с приемлемыми и неприемлемыми уровнями риска, оценить численность населения, подвергающегося воздействию этих уровней, и непосредственно получить значения популяционного риска.

Не менее перспективным направлением представляется использование ГИС при разработке и внедрении информационно-аналитической программы по учету источников электромагнитных полей и шума на территории субъектов РФ, разработкой которой занимается ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» совместно с Управлением Роспотребнадзора по Свердловской области. Данная программа позволит оценивать и комплексное воздействие шумового и электромагнитного фактора на здоровье населения в условиях плотной городской застройки, оперативно прогнозировать уровни неприемлемого риска и выбирать наиболее оптимальные места для размещения объектов – источников шума и ЭМИ.

При реализации риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора использование ГИС позволяет проводить классификацию субъектов надзора по категориям риска с учетом населения, находящегося под воздействием.

Результатом дальнейшего развития геоинформационного картографирования является виртуальное картографирование – создание изображений, сочетающих свойства карт, перспективных снимков, блок-диаграмм и компьютерной анимации, которое должно быть внедрено в деятельность органов и учреждений, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор и СГМ.

## Заключение

ГИС являются эффективным инструментом при проведении санитарно-эпидемиологического надзора и СГМ. Они также находят применение при выполнении эколого-гигиенических исследований состояния здоровья населения и уровней загрязнения факторов среды обитания с целью выявления связей между показателями заболеваемости населения и этими факторами. ГИС значительно улучшают качество работ по обоснованию достаточности размеров санитарно-защитных зон промышленных предприятий. К основным достоинствам ГИС относятся возможность постоянной актуализации баз данных с привязкой к картографическим материалам, моделирования и прогнозирования большого количества вариантов развития санитарно-эпидемиологических ситуаций, использования для СГМ и санитарно-эпидемиологического надзора материалов градостроительного и экологического мониторинга и других территориальных ГИС. При этом необходимо понимать, что ГИС являются инструментом и их качество определяется качеством информации, составляющей базы данных. Недостатки в сборе, обработке, анализе оперативной информации о состоянии окружающей среды и здоровья населения снижают результативность ГИС. Быстрое развитие информационных технологий, в частности в области геоинформационного картографирования, позволяет прогнозировать интенсификацию использования ГИС при проведении санитарно-эпидемиологического надзора и СГМ.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Журкин И.Г., Шайтура С.В. Геоинформационные системы: Учебное пособие. М.: КУДИЦ-ПРЕСС; 2009.
2. Марчук А.Г. Применение географических информационных систем для моделирования природных и антропогенных катастроф. *Вычислительная техника*. 1996; 1(3): 57–65.
3. Амосов М.Ф. Информационные системы в структуре информационного управления в органах власти муниципальных образований. *Economic sciences. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2016; (2): 506–10.

## References

1. Zhurkin I.G., Shaytura S.V. *Geographic Information Systems: Tutorial [Geoinformatsionnye sistemy: Uchebnoye posobie]*. Moscow: KUDITS-PRESS; 2009. (in Russian)
2. Marchuk A.G. Application of geographical information systems for modeling of natural and anthropogenous disasters. *Vychislitel'naya tekhnika*. 1996; 1(3): 57–65. (in Russian)
3. Amosov M.F. Information systems in structure of information control in authorities of municipalities. *Economic sciences. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2016; (2): 506–10. (in Russian)