УДК: 528.94 **DOI: 10.35595/2414-9179-2022-2-28-261-275**

И.С. Кузнецов[1], А.С. Алексейкова[2], П.К. Яблонский[3], Е.А. Паниди[4]

ИНТЕГРАЦИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СУЩЕСТВУЮЩИЕ МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ, УПРАВЛЕНИЕ ПОТОКАМИ ДАННЫХ

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено содержание и некоторые результаты исследования, связанного с интеграцией геоинформационной системы (ГИС), развиваемой на основе программного обеспечения QGIS, с используемыми в медицинских организациях России медицинскими информационными системами (МИС). В частности, с МИС, работающими с системой управления медицинскими базами данных Barclay (СУБМД Barclay). В рамках исследования предложена трехступенчатая система обмена медицинскими пространственными данными в интегрированной МИС-ГИС, разработаны средства и методы преобразования и передачи данных между участниками процессов управления медицинскими данными. Исследование реализовано на основе данных противотуберкулезной службы города Санкт-Петербурга, в работу вовлечены специалисты ФБГУ СПб НИИФ (Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии) и СПб ГБУЗ ГПТД (Санкт-Петербургский Городской противотуберкулезный диспансер). Разработанные средства позволяют обеспечить мониторинг и изучение пространственного распределения и динамики случаев инфицирования туберкулезом и сопутствующими заболеваниями. Исследование выполняется в масштабе крупного города, на примере Санкт-Петербурга (Россия). В результате проделанной к настоящему времени работы выполнено внедрение геоинформационных средств в деятельность медицинских служб города; обеспечено оперативное определение и закрепление на карте территорий с максимальным риском распространения социально-значимых заболеваний; обеспечен сбор и представление пользователю (врачу) и контролирующему лицу объективной информации о заболеваниях не только по административным единицам (районам и муниципалитетам), но и по отдельным домам и квартирам, в форме интуитивно понятных картографических изображений; обеспечена помощь медицинским специалистам в формировании эффективной системы профилактики заболеваний и выявлении сильных и слабых элементов системы борьбы с заболеваниями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: медицинские пространственные данные, МИС-ГИС, управление пространственными данными, QGIS, Barclay

---

[1] Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра картографии и геоинформатики, 10-я линия В.О., д. 33–35, 197761, Санкт-Петербург, Россия; Санкт-Петербургский Городской противотуберкулезный диспансер, Звёздная ул., 12, 196158, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail:* **ilya.kuznetsov.ilya@gmail.com; st062514@student.spbu.ru**

[2] Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра картографии и геоинформатики, 10-я линия В.О., д. 33–35, 197761, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail:* **anastasia.alekseikova@yandex.ru; st062524@student.spbu.ru**

[3] Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии, Лиговский проспект, д. 2–4, 191036, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail:* **info@spbniif.ru**

[4] Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, кафедра картографии и геоинформатики, 10-я линия В.О., д. 33–35, 197761, Санкт-Петербург, Россия; *e-mail:* **panidi@ya.ru; e.panidi@spbu.ru**

Ilia S. Kuznetsov[1], **Anastasia S. Alekseikova**[2], **Petr K. Yablonsky**[3], **Evgeny A. Panidi**[4]

INTEGRATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS INTO IN-USE MEDICAL INFORMATION SYSTEMS, DATA FLOW MANAGEMENT

ABSTRACT

The article discusses content and some results of a study devoted to the integration of a geographic information system (GIS) with medical information systems (MIS). The GIS is developed upon the basis of QGIS software. The MISs used in Russian medical organizations are discovered, particularly the MISs based upon the Barclay medical database management system (Barclay DBMS). Within the study framework, a three-tier system for the medical geospatial data exchange in an integrated MIS-GIS was proposed; tools and methods were developed for data conversion and transmitting between participants involved into in the medical data management processes. The study is carried out upon data of the St. Petersburg city tuberculosis service; specialists of the SPbNIIF (St. Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology) and SPbCTD (St. Petersburg City Tuberculosis Dispensary) are involved in the research. Developed tools make it possible to monitor and study the spatial distribution and dynamics of of tuberculosis infection cases and concomitant diseases. The study is carried out on the scale of a large city, on the example of St. Petersburg (Russia). As a result of the work done, the implementation of GIS tools into the work of the city medical services has carried out; has ensured prompt detection and mapping of areas having maximal risk of the socially significant diseases spread; has ensured collection and representation to the user (doctor) and to the controlling persons of objective information on diseases structured not only by administrative units (districts and municipalities), but by individual houses and apartments also; the data is represented in the form of intuitive cartographic images; assistance is provided to medical specialists in the formation of an effective disease prevention system and in the identification of strong and weak elements of the disease control system.

KEYWORDS: medical geospatial data, MIS-GIS, geospatial data management, QGIS, Barclay

ВВЕДЕНИЕ

Медико-географические и медико-картографические исследования имеют давнюю историю и занимают важное место в системе противодействия социально значимым заболеваниям [*Mayer*, 1983; *Gordon*, *Womersley*, 1997; *Stampach et al.*, 2010; *Чистобаев*, *Семенова*, 2013; *Schweikart*, *Kistemann*, 2013; *Малхазова и др.*, 2016]. В данные исследования вовлечены специалисты различных направлений и отраслей теоретической и практической медицины и географии. При этом в последние десятилетия естественным образом произошел переход от применения собственно картографического моделирования при анализе медицинских

[1] Saint Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, Department of Cartography and Geoinformatics, 10th Line V.O., 33–35, 197761, St. Petersburg, Russia; Saint Petersburg City Tuberculosis Dispensary, Zvezdnaya str., 12, 196158, St. Petersburg, Russia; *e-mail*: **ilya.kuznetsov.ilya@gmail.com; st062514@student.spbu.ru**

[2] Saint Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, Department of Cartography and Geoinformatics, 10th Line V.O., 33–35, 197761, St. Petersburg, Russia; *e-mail*: **anastasia.alekseikova@yandex.ru; st062524@student.spbu.ru**

[3] Saint Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, Ligovsky Avenue, 2–4, 191036, St. Petersburg, Russia; *e-mail*: **info@spbniif.ru**

[4] Saint Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, Department of Cartography and Geoinformatics, 10th Line V.O., 33–35, 197761, St. Petersburg, Russia, *e-mail*: **panidi@ya.ru; e.panidi@spbu.ru**

данных к (гео-)информационно-картографическому моделированию [*Gatrell*, *Bailey*, 1996; *Jeefoo*, *Tripathi*, 2011; *Rizwan et al.*, 2018].

Вместе с тем, потребности в дальнейшей информатизации и в применении новых, более совершенных и передовых, методов управления данными (в том числе пространственными) в сфере здравоохранения продолжают возрастать [*Richterich*, 2017; *Qi et al.*, 2018; *Franch-Pardo et al.*, 2020; *Голованова*, 2020]. Приоритетными направлениями развития российского здравоохранения, в частности, являются:

1. Совершенствование учета и отчетности в отношении социально значимых заболеваний, таких как туберкулез, ВИЧ, вирусные гепатиты В и С и др.

2. Мониторинг социально значимых заболеваний с целью обеспечения химической и биологической безопасности населения.

3. Совершенствование организации работы в очагах социально значимых заболеваний, учет факторов, сопутствующих повышенной опасности очага, например, наличие коморбидных (совместно выявленных) инфекций.

Следствием развития программных средств геоинформационных систем (ГИС), в особенности свободно распространяемых программных средств, стало расширение возможностей применения информационно-картографического моделирования и геоинформационного картографирования как доступного инструмента для анализа и визуализации данных, имеющих пространственную составляющую, в частности для создания тематических карт. В медицине геоинформационные системы используют для решения следующих задач:

1. Оценка обеспеченности населения медицинскими ресурсами и кадрами.

2. Мониторинг развития заболеваний во времени и пространстве, составление прогнозов.

3. Представление обобщенной статистической информации по территории с использованием картографической визуализации и картографического метода исследований.

4. Изучение экологических и социальных предпосылок развития болезней, их корреляции с реальными ареалами.

5. Поддержка медицинского сообщества в подготовке материалов по оздоровлению территорий.

Именно на поддержку медицинского сообщества (в том числе его управленческого звена) направлено данное, рассматриваемое в настоящей статье, исследование [*Kuznetsov et al.*, 2020; *Kuznetsov et al.*, 2021], связанное с интеграцией геоинформационной системы, построенной на базе ГИС QGIS[1], с медицинскими базами данных и медицинской информационной системой (МИС). Внедрение ГИС при работе с пространственными данными о социально значимых заболеваниях в практику противотуберкулезной службы города Санкт-Петербурга выполняется силами специалистов ФБГУ СПб НИИФ (Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии) и СПб ГБУЗ ГПТД (Санкт-Петербургский Городской противотуберкулезный диспансер) в течение последних трех лет. За это время был накоплен значимый опыт в сфере применения геоинформационных систем и расширения их базовых функциональных возможностей для удовлетворения всех потребностей первичного, научно-методического и управленческого звеньев медицинских организаций.

Выполнение данной исследовательской работы основывается на Указе Президента Российской Федерации от 11 марта 2019 г. № 97 «Об основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности

[1] https://qgis.org (дата обращения 30.04.2022).

на период до 2025 года и дальнейшую перспективу»[1]. В данном указе прямо обозначена необходимость применения геоинформационных средств: «проведение фундаментальных исследований, направленных на обеспечение раннего выявления новых и известных патогенов, а также развитие молекулярной эпидемиологии и создание геоинформационных систем для оперативного реагирования на биологические угрозы».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На начальных этапах исследования развиваемая геоинформационная система обеспечивала исключительно визуализацию медицинских пространственных данных. Данные извлекались из общегородских и диспансерных отчетов и журналов пациентов вручную, после чего геокодировались [*Обухов, Паниди*, 2021; *Kuznetsov et al.*, 2020] и сохранялись в форме картографических слоев ГИС. Технологическая цепочка передачи данных оказывалась несовершенной по ряду причин, помимо собственно значительного количества неавтоматизированных операций. В частности, в связи с отсутствием строгой модели базы пространственных данных очагов заболеваний и ведением исходных медицинских документов в форматах, не пригодных к автоматизированному (быстрому) экспорту/импорту данных. Схема обмена данными (рис. 1), тем не менее, уже на первых этапах исследования обеспечивала относительно быстрое агрегирование исходных медицинских данных для совместного анализа и передачи в управленческое звено в полуавтоматическом режиме.

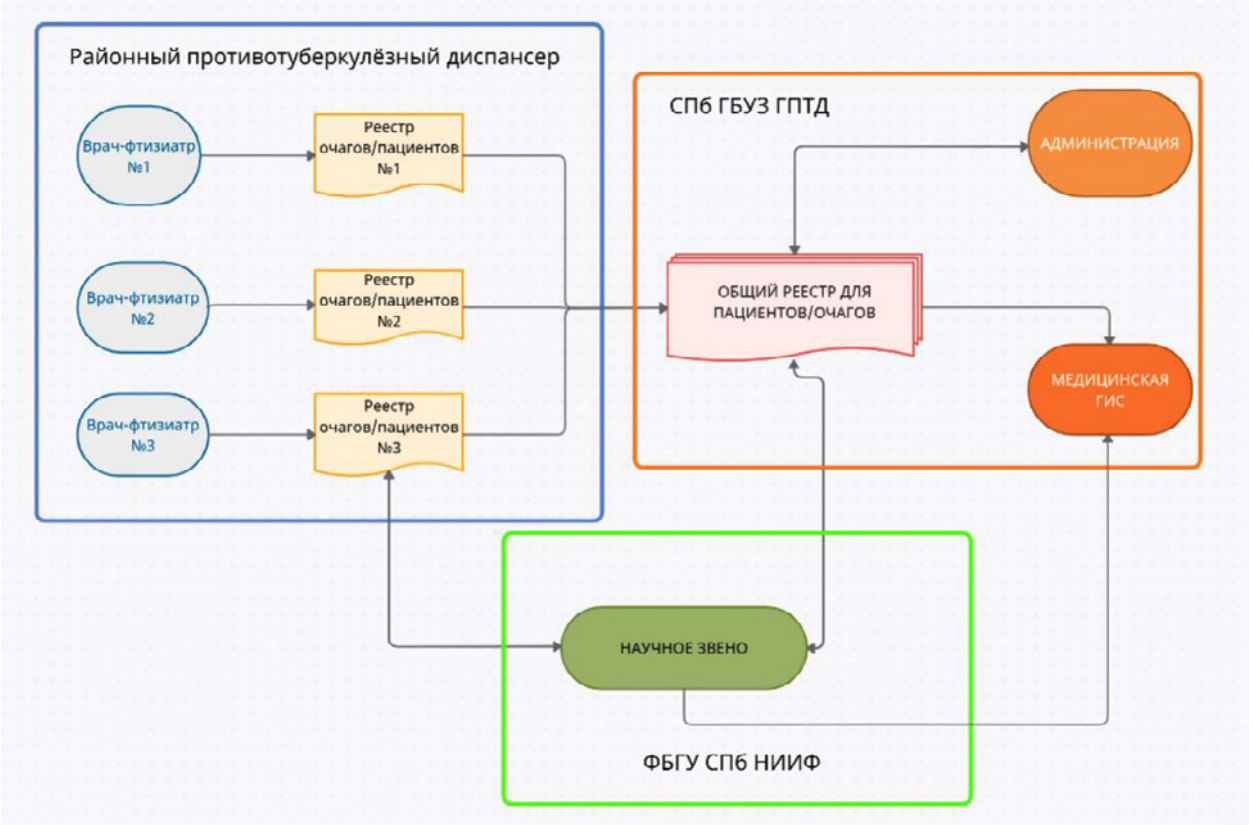

Рис. 1. Базовая система обмена данными при наполнении и использовании ГИС социально значимых заболеваний

Fig. 1. Initial data exchange system for socially significant diseases GIS formation and use

[1] http://www.kremlin.ru/acts/bank/44066 (дата обращения 30.04.2022).

В результате выполнения работ по прототипированию ГИС социально значимых заболеваний были выявлены и формализованы следующие слабые места создаваемой системы, являющиеся в то же время направлениями ее развития и дальнейших исследований:

1. Отсутствие гибкости системы: включение новых элементов данных было затруднено или оказывалось невозможным, ГИС была обособлена от системы сбора данных.

2. Базовой задачей системы первоначально являлась сдача документации в административные органы, углубленная аналитическая работа с данными не была организована.

3. Не было технически обеспечено управление структурой базы данных, отсутствовал функционал по контролю за собираемыми данными.

4. Отсутствие выстроенной технологии сбора исходных медицинских данных. Данные из общих реестров во многих случаях оказывались неполными или недостаточными, что вело к необходимости ручного извлечения информации напрямую из первичных источников (документации районных диспансеров).

5. Наличие в районных туберкулезных диспансерах собственных наработок, связанных с использованием ГИС, информационно не интегрирующихся друг с другом.

На этапе прототипирования ГИС решались сугубо поисковые задачи исследования возможностей ГИС при сопровождении медицинской деятельности (например, отражение на карте пространственного распределения множественных случаев инфицирования или случаев с коморбидностью) и незначительное число практических (медицинских) задач, связанных с обобщением данных в форме тематических карт. Модель базы данных на этом этапе не могла в полной мере отвечать тем задачам, которые ставятся, в частности, перед фтизиатрическим сообществом. Принято решение разработать и предложить к внедрению в противотуберкулезной службе Санкт-Петербурга усовершенствованную схему обмена данными.

Процесс сбора данных, начиная от врача-фтизиатра на участке и заканчивая отделом сбора и обработки данных диспансеров (выполняет организационно-методический отдел СПб ГБУЗ ГПТД), полностью переработан и получил рабочее наименование «трехступенчатая архитектура передачи медицинских пространственных данных». Предложены:

1. Новые для медицинского сообщества модели баз медицинских данных, часть из которых впервые внедряется в противотуберкулезной службе Санкт-Петербурга.

2. Новые для медицинского сообщества модели картографических и пространственных медицинских данных, а также методы их хранения и передачи пользователям.

3. Приемы картографического отображения медицинских данных.

4. В систему обмена данными предложено включить не только непосредственных исполнителей работ (операторов данных), но и управленческие кадры учреждений для осуществления контроля за исполнителями.

В результате сформирован поток обмена данными между врачом-фтизиатром на участке (пользователем), организационно-методическим отделом СПб ГБУЗ ГПТД (агрегатором и обработчиком данных) и управленческими кадрами вовлеченных организаций. Геоинформационные системы, наполняемые информацией из действующих систем управления медицинскими базами данных, стало возможным включить в систему по борьбе с туберкулезом в Санкт-Петербурге.

Трехступенчатая архитектура обмена данными стала существенно отличаться от предшествующей схемы обмена. Она включила в себя ступень исполнителя, ступень контролера и ступень руководителя. Связность этих уровней обеспечивают медицинская информационная система и геоинформационная система (МИС-ГИС). Обобщенно взаимодействие ступеней представлено на рисунке 2. Благодаря такому подходу, существующая

иерархическая модель обмена данными (вверх от исполнителя к руководителю), уступает место системе с обратной связью. В ней исполнитель, контролер и руководитель имеют доступ ко всей собираемой информации, так обеспечивается поток информации от контролера к исполнителю.

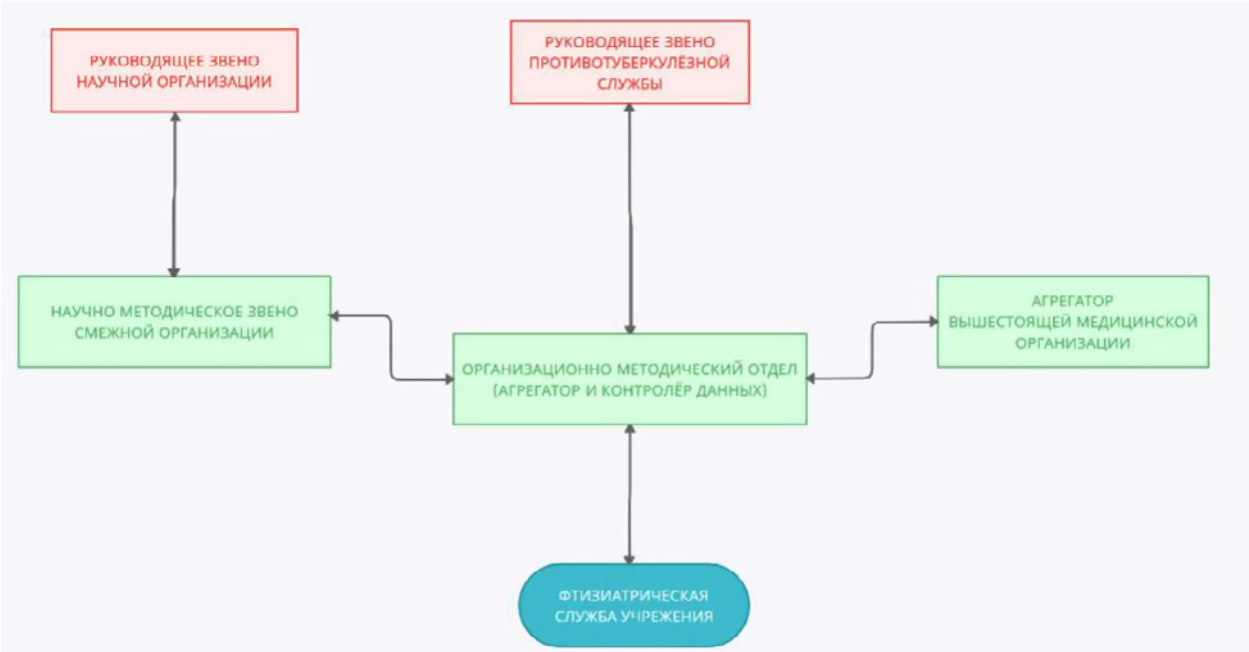

Рис. 2. Взаимодействие при использовании трехступенчатой архитектуры передачи медицинских пространственных данных

Fig. 2. Interaction when using a three- tier architecture for the transmission of medical spatial data

Техническая реализация трехступенчатой архитектуры предполагает обобщение данных посредством применяющихся уже продолжительное время медицинских информационных систем и геоинформационных систем, использовавшихся в разрабатываемой предметной области ранее только в научных целях. Внедрение предложенной структуры выполняется на базе СПб ГБУЗ ГПТД, специалисты из ФБГУ СПб НИИФ привлекаются как консультанты при формировании внедряемых моделей баз данных. Силами организационно-методического отдела СПб ГБУЗ ГПТД формируются доработанные с учетом опыта практического применения медицинские базы данных. Для управления данными используется свободно распространяемая система управления медицинскими базами данных Barclay (СУБМД Barclay) [*Белиловский*, *Борисов*, 2021; *Плиева,* 2020]. Данный программный комплекс предназначен для формирования полицевых медицинских баз данных по регистрации, диспансерному слежению и контролю лечения контингента медицинских учреждений, в частности противотуберкулезных медицинских организаций. СУБМД Barclay обеспечивает сбор и обработку полицевой информации (рис. 3), формирование и расчет отчетных форм в виде таблиц, списков и журналов, отбор данных по произвольному простому и составному условию, в том числе для получения по этому условию отчетных форм.

Ключевая задача применения СУБМД Barclay в работе СПБ ГБУЗ ГПТД состоит в организации на его основе системы формирования и ведения баз данных об очагах туберкулезной инфекции, с последующим их выводом в конвертируемый промежуточный формат (на основе таблиц Excel), импортом и геокодированием в QGIS.

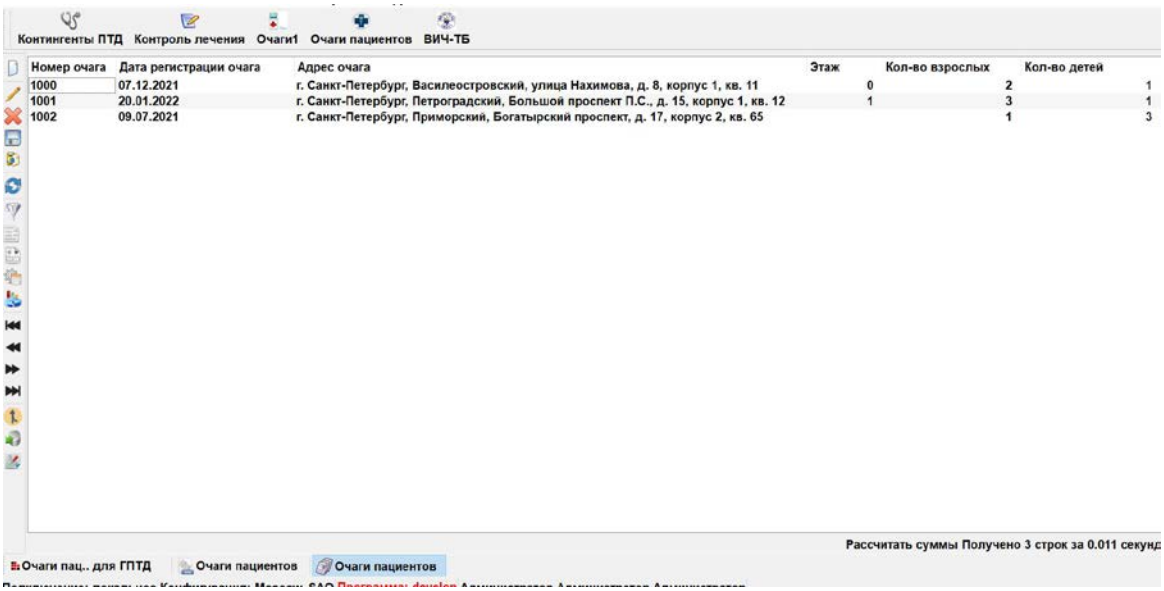

Рис. 3. Образец окна базы данных очагов инфекций (не содержит персональных данных)
Fig. 3. Sample of the infections foci database window (does not contain personal data)

С помощью СУБМД Barclay медперсонал противотуберкулезных учреждений всех районов Санкт-Петербурга ведет учет пациентов и очагов заболеваний. Затем, в соответствии с установленными сроками сдачи документации, медицинские специалисты автоматизировано отправляют собранные данные в организационно-методический отдел ГПТД, где другие специалисты обрабатывают их на предмет ошибок с последующим формированием готовой к анализу базы данных. Дополнительно данные преобразуются в пространственный формат, позволяющий работать с информацией в ГИС.

QGIS была выбрана для интеграции в систему противотуберкулезной службы, в первую очередь, в связи с открытостью ее исходного кода. В рамках настоящего исследования данная ГИС уже в течение 3 лет задействуется в структуре городской противотуберкулезной службы Санкт-Петербурга. В процессе внедрения сформированы и зарегистрированы несколько наборов медицинских пространственных данных, разработан модуль для геокодирования адресов пациентов (включен в российский реестр программ для ЭВМ).

Геоинформационное картографирование, выполняемое, таким образом, в среде QGIS на основе создаваемых баз данных, стало в противотуберкулезной службе Санкт-Петербурга новым инструментом обеспечения мониторинговой и аналитической работы. Особое место в создаваемой системе картографирования занимает разработка моделей, дополненных до (псевдо)трехмерных, которые позволяют выполнять картографическую визуализацию с детализацией до отдельных квартир в доме.

На основе формируемых баз данных создаются тематические карты и слои (примеры, иллюстрирующие различные способы визуализации, представлены на рисунке 4) отображающие:

1. Обобщенную информацию о заболеваемости на конкретной административной территории.

2. Суммарно выявленные случаи социально значимых заболеваний на территории районов.

3. Случаи с коморбидностью социально значимых заболеваний.

4. Случаи особо опасных очагов, для которых требуется (псевдо)трехмерное представление жилых зданий.

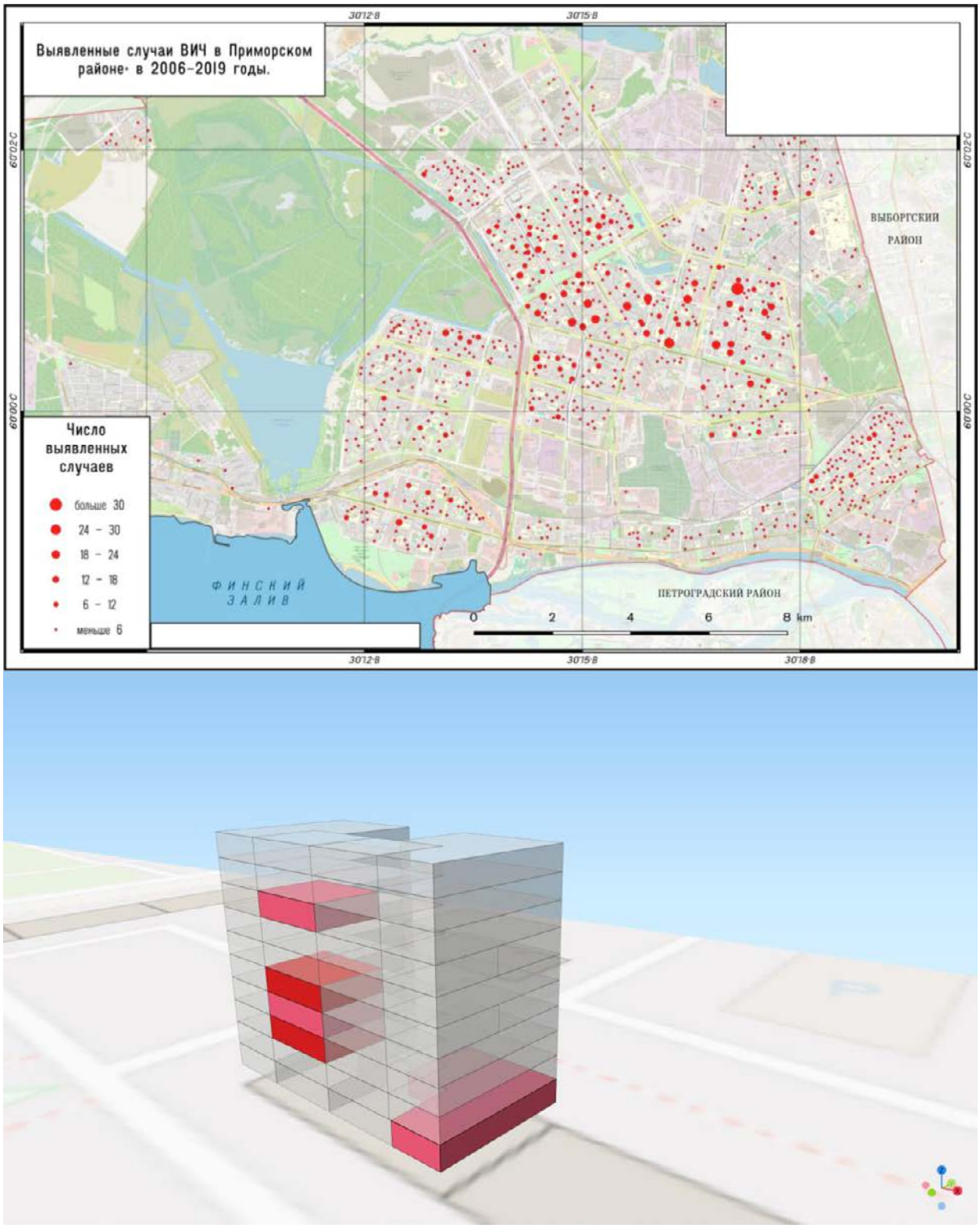

Рис. 4. Картографическая визуализация суммарно выявленных случаев социально значимых заболеваний (вверху) и особо опасного очага (внизу)

Fig. 4. Cartographic visualization of the total socially significant diseases identified cases (up) and a particularly dangerous focus (down)

Дополнительно к приемам картографического отображения медицинских данных разработан прототип библиотеки условных знаков и цветовых шкал для медицинских электронных карт, которые создаются в рамках исследования и использования внедряемой информационной системы (рис. 5).

Показатель заболеваемости туберкулёзом	polygon	Полигональный УЗ. Положение определяется границами территорий. Градуированный знак, число классов (рангов) не более 4 или 6. Прозрачность слоя 80%, заливка сплошная, без обводки		#0571b0 #76b4d5 #cfe3ed #f6d7c8 #ec846e #ca0020	УЗ применяется для территорий и отражает количество впервые выявленных случаев туберкулёза по отношению к населению района в расчёте на 100.000 или 10.000 человек.	shp shx prj dbf
Показатель распространённости туберкулёза	polygon	Полигональный УЗ. Положение определяется границами территорий. Градуированный знак, число классов (рангов) не более 4 или 6. Прозрачность слоя 80%, заливка сплошная, без обводки		#5e3c99 #a195c7 #dcd9e9 #fadebc #f9a74f #c66101	УЗ применяется для территорий и отражает количество пациентов под наблюдением специалистов диспансеров по отношению к населению района в расчёте на 100.000 или 10.000 человек.	shp shx prj dbf
Показатель смертности от туберкулёза	polygon	Полигональный УЗ. Положение определяется границами территорий. Градуированный знак, число классов (рангов) не более 4 или 6. Прозрачность слоя 80%, заливка сплошная, обводка 0,1 чёрная		#fafafa #c9c9c9 #989898 #676767 #363636 #050505	УЗ применяется для территорий и отражает число умерших от туберкулёза пациентов по отношению к населению района в расчёте на 100.000 или 10.000 человек.	shp shx prj dbf

Рис. 5. Фрагмент библиотеки условных знаков для карт медицинской противотуберкулезной службы Санкт-Петербурга

Fig. 5. Fragment of the map signs library used for the maps compiled by the tuberculosis medical service of St. Petersburg

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С учетом различий в потребностях отдельных специалистов, вовлеченных в систему обмена данными, а также отдельных ограничений, связанных с конфиденциальностью данных, все картографические материалы (слои электронных карт) разделяются на три категории:

I. Карты и слои электронных карт регионального уровня

На этом уровне данные по социально значимым заболеваниям агрегируются максимально – на уровне региона или района, это обобщенные демонстрационные изображения. Данный уровень представления информации является актуальным для административного звена вовлеченных организаций или может быть использован в презентационных целях для формирования обзорных изображений. Пример карты, отражающей региональные показатели туберкулеза, приведен на рисунке 6.

II. Карты и слои электронных карт районного уровня

В настоящее время это наиболее объемный и проработанный массив данных, остающийся во многом уникальным. Цель картографической визуализации, выполняемой на данном уровне, состоит в отражении случаев заболевания с точностью до отдельного жилого здания (рис. 7). Эти данные являются крайне актуальными для контролера и руководителя организации. Так же на картах данного уровня представления отражаются агрегированные показатели заболеваемости, позволяющие выявить наиболее пораженные территории. Мультимасштабность и возможность применения оверлейных операций при работе с данными, позволяет так же выявить и отобразить случаи с коморбидностью, провести ретроспективный анализ развития заболеваемости.

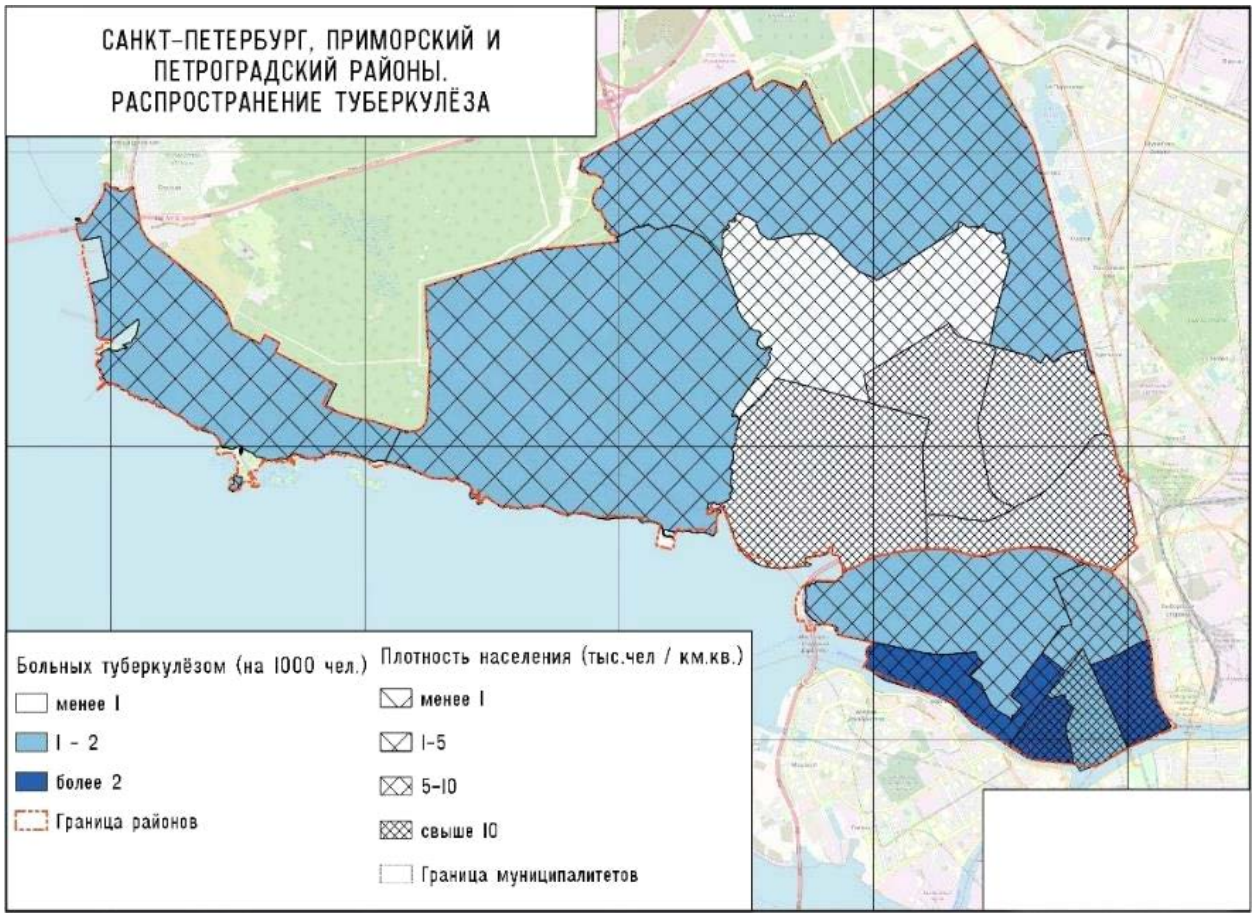

Рис. 6. Пример карты распространения туберкулеза в одном из районов города
Fig. 6. Example of a map of the tuberculosis spread in one of the city districts

III. Карты и слои электронных карт участкового (придомового) уровня

Подходы к визуализации на данном уровне в настоящее время продолжают дорабатываться. На этом уровне выполняется представление данных с повышенной точностью – отображаются отдельные квартиры в наиболее пораженных домах. Схемы и карты этого уровня занимают особое место в работе первичного звена, поскольку позволяют с максимально доступной точностью отобразить обобщенную информацию о пациентах и очагах.

Для визуализации применяется, в частности, метод построения изображения зданий, дополненного до (псевдо)трехмерного (рис. 8). Схемы расположения квартир устанавливаются по открытым источникам, либо (в случае нетиповой застройки) при непосредственном посещении объекта врачом. Массивы данных этого уровня в настоящее время продолжают обрабатываться с целью покрытия всей территории города.

Картографические слои, имеющиеся в системе, обновляются по мере получения новых сведений, а используемая система обмена данными позволяет не просто создать и обработать пространственные данные в ГИС, но и автоматически вернуть пользователю (врачу) обработанные картографические материалы в понятном и наглядном виде, что является одним из преимуществ МИС-ГИС перед классическими МИС.

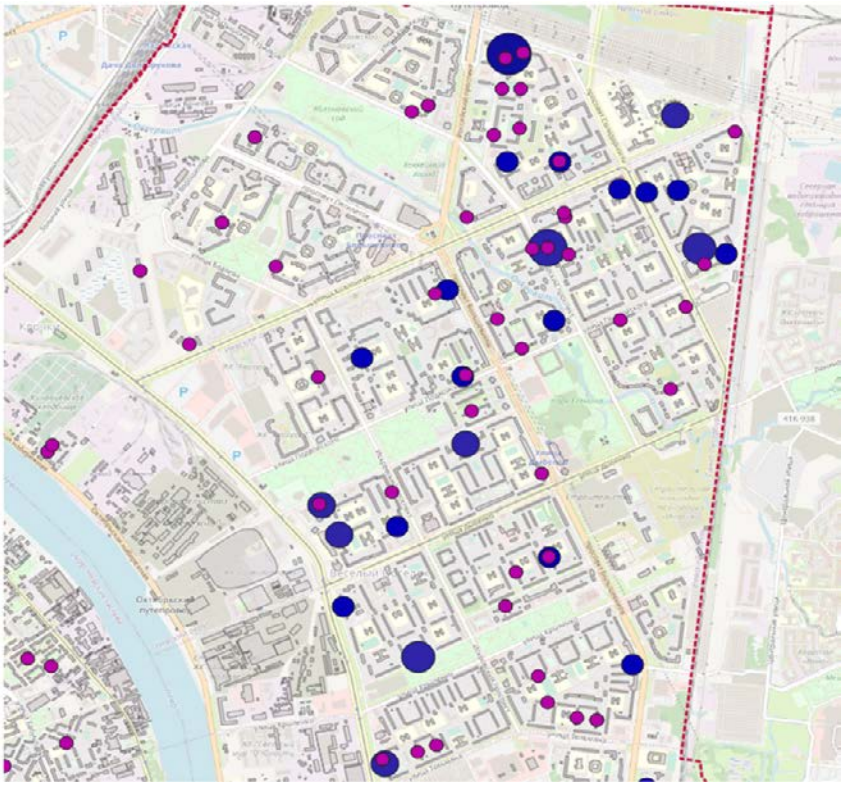

Рис. 7. Фрагмент изображения карты с множественными случаями туберкулеза (синие пунсоны) и их пересечения со случаями туберкулеза с лекарственной устойчивостью (фиолетовые пунсоны)

Fig. 7. A fragment of a map image representing multiple tuberculosis cases (blue signs) and their intersection with drug-resistant tuberculosis cases (purple signs)

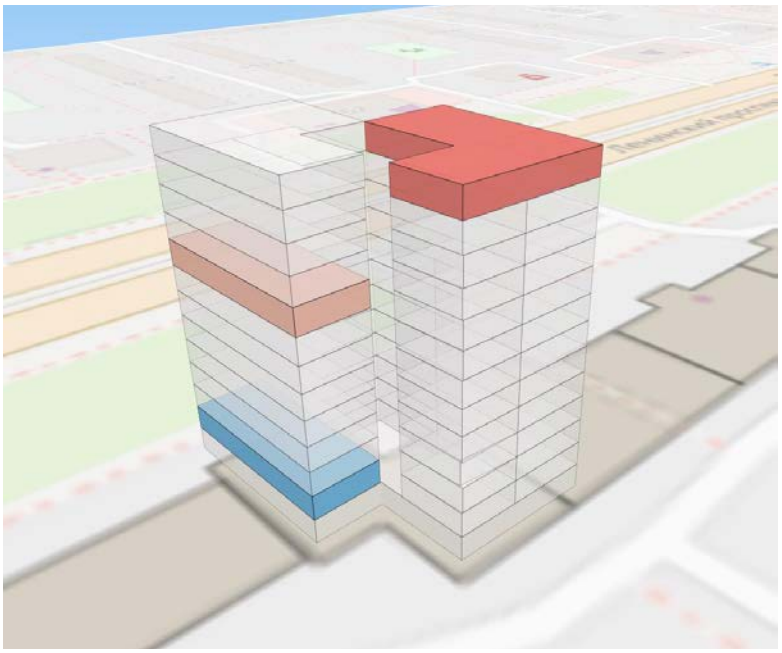

Рис. 8. Пример (псевдо)трехмерного изображения подъезда, в котором наблюдаются очаги ВИЧ (красная квартира) и туберкулеза (синяя квартира)

Fig. 8. An example of a (pseudo)three-dimensional image of multiflat building block where HIV foci (red apartment) and tuberculosis foci (blue apartment) are observed

Сформированные пространственные данные загружаются на сервер головной организации (СПБ ГБУЗ ГПТД), а подчиненные диспансеры получают возможность использовать готовые пространственные данные, подключаясь из своих персональных ГИС к серверу ГПТД. Этот этап обеспечивается при помощи технологии WFS (Web Feature Service[1]). Таким образом, в рамках информационного обмена (рис. 9) информация переходит от врача в головную организацию, сначала к врачу-методисту, затем к картографу, после чего автоматически становится вновь доступной уже в виде «для пользователя» в среде ГИС. При этом важно отметить, что ГИС используется совместно с МИС. МИС обеспечивает в первую очередь сбор и хранение данных, а ГИС – их обработку, анализ и представление в понятном графическом или картографическом виде для любого участника обмена данными. Графическая подробная визуализация новой схемы приведена ниже:

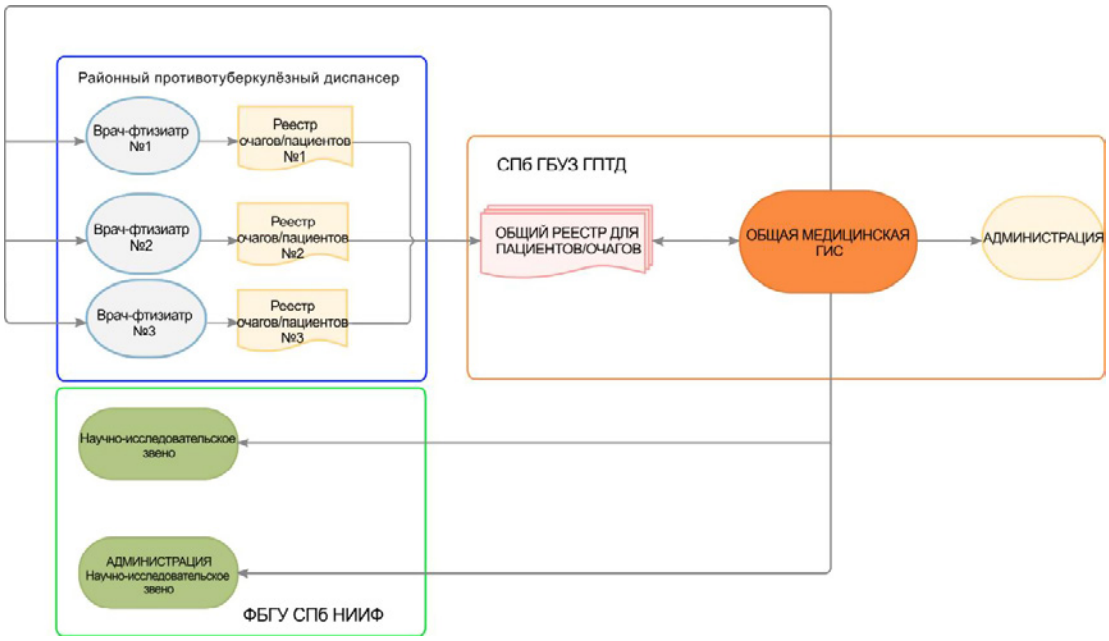

Рис. 9. Трехступенчатая система обмена данными при наполнении и использовании ГИС социально значимых заболеваний

Fig. 9. Three-tier data exchange system for socially significant diseases GIS formation and use

ВЫВОДЫ

Новая система обмена данными, предложенная в рамках исследования, на сегодня не имеет аналогов и не реализована ни в одном другом бюджетном медицинском учреждении Российской Федерации. В виду безальтернативности предлагаемого решения (в настоящее время в Санкт-Петербурге не существует медицинских информационных систем, имеющих инструментарий для управления пространственными данными), разрабатываемая МИС-ГИС оказывается актуальной и востребованной.

Практическая ценность внедрения геоинформационных средств в работу медицинских служб города и предложенной системы обмена данными состоит в:

1. Оперативном определении и закреплении на карте территорий с максимальным риском распространения социально-значимых заболеваний.

[1] https://www.ogc.org/standards/wfs (дата обращения 30.04.2022).

2. Сборе и представлении пользователю (врачу) и контролирующему лицу объективной информации о заболеваниях не только по административным единицам (районам и муниципалитетам), но по отдельным домам и квартирам, в форме интуитивно понятных картографических изображений.

3. Развитии системы мониторинга заболеваемости на уровне ответственных учреждений с использованием картографических методов.

4. Обеспечении помощи медицинским специалистам в формировании эффективной системы профилактики заболеваний и выявлении сильных и слабых элементов системы борьбы с заболеваниями.

БЛАГОДАРНОСТИ

Материал подготовлен при поддержке Санкт-Петербургского государственного университета, СПбГУ PureID: 98753720.

ACKNOWLEDGEMENTS

The paper preparing was funded by the Saint Petersburg State University, SPbU PureID: 98753720.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Белиловский Е.М., Борисов С.Е.* Организация эпидемиологического мониторинга туберкулеза в городе Москве. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2021. Т. 29. № S2. С. 1275–1280. DOI: 10.32687/0869-866X-2021-29-s2-1275-1280.
2. *Голованова М.Н.* Совершенствование противотуберкулезных мероприятий с помощью компьютерной программы мониторинга очагов туберкулеза. Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, Ярославль, 2020. 137 с.
3. *Малхазова С.М., Миронова В.А., Пестина П.В., Орлов Д.С.* Новые и возвращающиеся инфекции в России: медико-географический аспект. Вестник Московского университета. Серия 5: География. 2016. № 5. С. 24–32.
4. *Обухов Л.А., Паниди Е.А.* О контроле корректности при геокодировании почтовых адресов. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2021. Т. 27. Ч. 2. С. 114–127. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-114-127.
5. *Плиева С.Л.* Прогнозирование рецидивов туберкулеза органов дыхания в современных условиях. Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, Москва, 2020. 137 с.
6. *Чистобаев А.И., Семенова З.А.* Медико-географическое картографирование в бывшем СССР и современной России. Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 7: Геология. География. 2013. № 4. С. 109–112.
7. *Franch-Pardo I., Napoletano B.M., Rosete-Verges F., Billa L.* Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. Science of the Total Environment. 2020. Vol. 739. Article 140033. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140033.
8. *Gatrell A.C., Bailey T.C.* Interactive spatial data analysis in medical geography. Social Science and Medicine. 1996. Vol. 42 (6). P. 843–855. DOI: 10.1016/0277-9536(95)00183-2.
9. *Gordon A., Womersley J.* The use of mapping in public health and planning health services. Journal of Public Health. 1997. Vol. 19 (2). P. 139–147. DOI: 10.1093/oxfordjournals.pubmed.a024601.
10. *Jeefoo P., Tripathi K.N.* Dengue risk zone index (DRZI) for mapping dengue risk areas. International Journal of Geoinformatics. 2011. Vol. 7 (1). P. 53–62.

11. *Kuznetsov I., Panidi E., Kikin P., Kolesnikov A., Korovka V., Galkin V.* Issues of geographic information systems and thematic mapping application to analysis of epidemiological situation in large cities. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2021. Vol. XLIII-B4-2021. P. 287–292. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2021-287-2021.
12. *Kuznetsov I., Panidi E., Kolesnikov A., Kikin P., Korovka V., Galkin V.* GIS-based infectious disease data management on a city scale, case study of St. Petersburg, Russia. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2020. Vol. XLIII-B3-2020. P. 1463–1467. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2020-1463-2020.
13. *Kuznetsov I., Panidi E., Korovka V., Galkin V., Voronov D.* Web-based representation and management of infectious disease data on a city scale, case study of St. Petersburg, Russia. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2020. Vol. XLIV-3/W1-2020. P. 87–91. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIV-3-W1-2020-87-2020.
14. *Mayer J.D.* The role of spatial analysis and geographic data in the detection of disease causation. Social Science and Medicine. 1983. Vol. 17 (16). P. 1213–1221. DOI: 10.1016/0277-9536(83)90014-X.
15. *Qi Y., Guo K., Zhang C., Guo D., Zhi Z.* A VGI-based foodborn disease report and forecast system. Proceedings of the 4th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Safety and Resilience. 2018. Article a18. DOI: 10.1145/3284103.3284124.
16. *Richterich A.* Digital health mapping: Big data utilization and user involvement in public health surveillance. Geographies of Digital Culture. 2017. P. 144–185. DOI: 10.4324/9781315302959_10.
17. *Rizwan M., Dass S.C., Asirvadam V.S., Gill B.S., Sulaiman L.H.* DenMap: a Dengue surveillance system for Malaysia. Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 1123. Issue 1. Article 012045. DOI: 10.1088/1742-6596/1123/1/012045.
18. *Schweikart J., Kistemann T.* Mapping health and health care [Kartographie der Gesundheit]. Kartographische Nachrichten. 2013. Vol. 63 (1). P. 3–11 (in German).
19. *Stampach R., Konecny M., Kubicek P., Geryk E.* Dynamic cartographic methods for visualisation of health statistics. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. 2010. Article 199089. P. 431–442. DOI: 10.1007/978-3-642-03294-3_27.

REFERENCES

1. *Belilovsky E.M., Borisov S.E.* Organization of epidemiological monitoring of tuberculosis in the city of Moscow. Problems of Social Hygiene, Public Health and History of Medicine. 2021. Vol. 29 (S2). P. 1275–1280. DOI: 10.32687/0869-866X-2021-29-s2-1275-1280 (in Russian).
2. *Chistobayev A.I., Semenova Z.A.* Medico-geographical mapping in the former USSR and modern Russia. Vestnik SanktPeterburgskogo Universiteta, Seriya Geologiya i Geografiya. 2013. Vol. 4. P. 109–112 (in Russian).
3. *Franch-Pardo I., Napoletano B.M., Rosete-Verges F., Billa L.* Spatial analysis and GIS in the study of COVID-19. A review. Science of the Total Environment. 2020. Vol. 739. Article 140033. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.140033.
4. *Gatrell A.C., Bailey T.C.* Interactive spatial data analysis in medical geography. Social Science and Medicine. 1996. Vol. 42 (6). P. 843–855. DOI: 10.1016/0277-9536(95)00183-2.
5. *Golovanova M.N.* Improvement of anti-tuberculosis actions using a computer program for monitoring tuberculosis foci. Dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences. Yaroslavl, 2020. 137 p. (in Russian).

6. *Gordon A., Womersley J.* The use of mapping in public health and planning health services. Journal of Public Health. 1997. Vol. 19 (2). P. 139–147. DOI: 10.1093/oxfordjournals.pubmed.a024601.
7. *Jeefoo P., Tripathi K.N.* Dengue risk zone index (DRZI) for mapping dengue risk areas. International Journal of Geoinformatics. 2011. Vol. 7 (1). P. 53–62.
8. *Kuznetsov I., Panidi E., Kikin P., Kolesnikov A., Korovka V., Galkin V.* Issues of geographic information systems and thematic mapping application to analysis of epidemiological situation in large cities. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2021. Vol. XLIII-B4-2021. P. 287–292. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B4-2021-287-2021.
9. *Kuznetsov I., Panidi E., Kolesnikov A., Kikin P., Korovka V., Galkin V.* GIS-based infectious disease data management on a city scale, case study of St. Petersburg, Russia. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2020. Vol. XLIII-B3-2020. P. 1463–1467. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2020-1463-2020.
10. *Kuznetsov I., Panidi E., Korovka V., Galkin V., Voronov D.* Web-based representation and management of infectious disease data on a city scale, case study of St. Petersburg, Russia. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. 2020. Vol. XLIV-3/W1-2020. P. 87–91. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIV-3-W1-2020-87-2020.
11. *Malkhazova S.M., Mironova V.A., Pestina P.V., Orlov D.S.* Emerging and re-emerging infections in Russia: A medico-geographical aspect. Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 5: Geografiya. 2016. Vol. 5. P. 24–32 (in Russian).
12. *Mayer J.D.* The role of spatial analysis and geographic data in the detection of disease causation. Social Science and Medicine. 1983. Vol. 17 (16). P. 1213–1221. DOI: 10.1016/0277-9536(83)90014-X.
13. *Obuhov L., Panidi E.* Toward correctness control of postal addresses geocoding InterCarto. InterGIS. GI support of sustainable development of territories: Proceedings of the International conference. Moscow: MGU, Faculty of Geography. 2021. Vol. 27. Part 2. P. 114–127. DOI: 10.35595/2414-9179-2021-2-27-114-127 (in Russian).
14. *Plieva S.L.* Prediction of respiratory tuberculosis relapses in modern conditions. Dissertation for the degree of Candidate of Medical Sciences. Moscow, 2020. 137 p. (in Russian).
15. *Qi Y., Guo K., Zhang C., Guo D., Zhi Z.* A VGI-based foodborn disease report and forecast system. Proceedings of the 4th ACM SIGSPATIAL International Workshop on Safety and Resilience. 2018. Article a18. DOI: 10.1145/3284103.3284124.
16. *Richterich A.* Digital health mapping: Big data utilization and user involvement in public health surveillance. Geographies of Digital Culture. 2017. P. 144–185. DOI: 10.4324/9781315302959_10.
17. *Rizwan M., Dass S.C., Asirvadam V.S., Gill B.S., Sulaiman L.H.* DenMap: a Dengue surveillance system for Malaysia. Journal of Physics: Conference Series. 2018. Vol. 1123. Issue 1. Article 012045. DOI: 10.1088/1742-6596/1123/1/012045.
18. *Schweikart J., Kistemann T.* Mapping health and health care [Kartographie der Gesundheit]. Kartographische Nachrichten. 2013. Vol. 63 (1). P. 3–11 (in German).
19. *Stampach R., Konecny M., Kubicek P., Geryk E.* Dynamic cartographic methods for visualisation of health statistics. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. 2010. Article 199089. P. 431–442. DOI: 10.1007/978-3-642-03294-3_27.