



Геоинформатика,
картография

Методология ретроспективного и оперативного анализа заболеваемости в ГИС «Эпидемиологический атлас России»

АФФИЛИАЦИИ

¹ Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. академика И.Н. Блохиной» Роспотребнадзора, Нижний Новгород, Россия

² Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, Москва, Россия

✉ sarskov@bk.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Побединский Г.Г., Ефимов Е.И., Сарсков С.А., Вьюшков М.В. Методология ретроспективного и оперативного анализа заболеваемости в ГИС «Эпидемиологический атлас России» // Пространственные данные: наука и технологии. 2022. № 13. С. 74–94. DOI:10.30533/scidata-2022-13-06.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

электронный эпидемиологический атлас, геоинформационные системы в эпидемиологии, структура инфекционной заболеваемости, анализ заболеваемости

Г.Г. Побединский^{1,2}✉, Е.И. Ефимов¹,
С.А. Сарсков¹, М.В. Вьюшков¹

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены основные этапы становления и развития в ФБУН ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора научного направления геоинформационные технологии в эпидемиологическом надзоре за инфекционной заболеваемостью. Приведены основные результаты НИР, выполненных в рамках Отраслевых научно-исследовательских программ Роспотребнадзора на 2016–2020 гг. и 2021–2025 гг. Перечислены этапы разработки территориально распределенного геоинформационного программного комплекса «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации» (ГИС «Эпидемиологический атлас России»), а также его структура. Раскрыта методология ретроспективного эпидемиологического анализа, включающего анализ уровня, структуры и динамики инфекционной заболеваемости, приводящегося с целью обоснования перспективного планирования профилактических и противоэпидемических мероприятий. Показано, что основой ретроспективного эпидемиологического анализа являются многолетние базы данных о заболеваемости, с определенным пространственным и временным разрешением. Рассмотрены условия применения методов ретроспективного и оперативного эпидемиологического анализа и их сочетания для прогнозирования эпидемического процесса в ГИС «Эпидемиологический атлас России».

1 Введение

По территориальному охвату медико-географические атласы, ГИС и геопорталы принято разделять на атласы мира, материков и отдельных крупных географических районов, отдельных государств, региональные [1].

Классическим примером медико-географического атласа мира является Всемирный атлас эпидемических заболеваний (англ. — World Atlas of Epidemic Diseases)¹, представляющий собой своевременный научный обзор более пятидесяти наиболее важных эпидемических заболеваний начала XXI века. Примером аналогичного геопортала является сайт Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) (англ. — World Health Organization (WHO)), на котором реализована страница Dashboard «Панель мониторинга коронавируса ВОЗ (COVID-19)» (англ. — «WHO Coronavirus (COVID-19)»)², и представлена обзорная тематическая карта мира отображения заболеваемости COVID-19, а также эпидемические кривые по регионам мира.

Примером геопорталов крупных географических районов могут служить страница сайта ВОЗ «Ситуация с COVID-19 в Европейском регионе ВОЗ (англ. — «COVID-19 situation in the WHO European Region»)» (Рис. 1), которая позволяет представить в табличном и картографическом видах ситуацию по заболеваемости по всему Европейскому региону ВОЗ или по отдельным странам³.

Примером медико-географических атласов, охватывающих всю территорию Российской Федерации, является Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни»^{4,5}. Одной из первых карт атласа является «Картографическая изученность природноочаговых болезней», где показаны территории охвата региональных атласов, таких как, «Медико-географический атлас Красноярского края»⁶, «Ландшафтно-эпидемиологического атласа Европейской

1 Andrew Cliff, Peter Haggett, Matthew Smallman-Raynor. World Atlas of Epidemic Diseases // Oxford University Press, Inc., 2004. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003181733> (дата обращения: 20.05.2022).

2 WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://covid19.who.int/> (дата обращения: 20.05.2022).

3 COVID-19 situation in the WHO European Region. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://who.maps.arcgis.com/apps/dashboards/ead3c6475654481ca51c248d52ab9c61> (дата обращения: 20.05.2022).

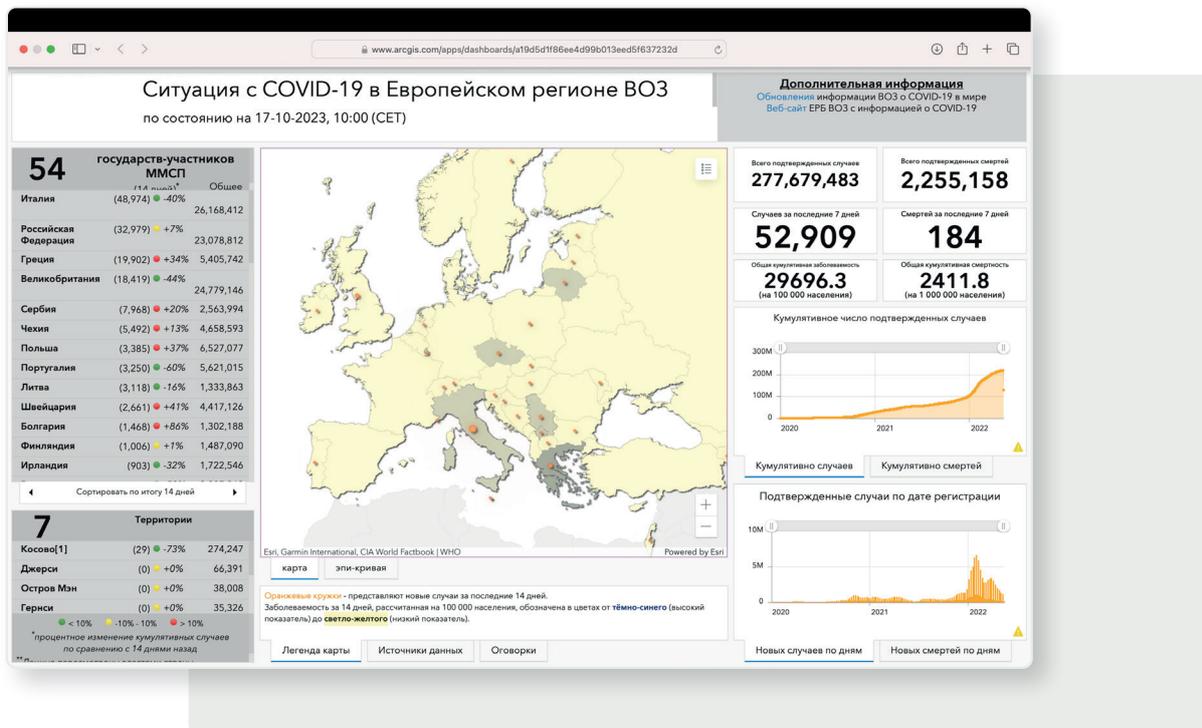
4 Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни» / Т.В. Ватлина, Т.В. Котова, С.М. Малхазова, и др. Под ред. С.М. Малхазовой. М.: Географический факультет МГУ, 2015. 208 с. EDN: VTIBRN.

5 Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни». 2-е издание, исправленное и дополненное / Т.В. Ватлина, Т.В. Котова, С.М. Малхазова, и др. Под ред. С.М. Малхазовой. М.: Географический факультет МГУ, 2017. 216 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008886198> (дата обращения: 20.05.2022).

6 Медико-географический атлас Красноярского края / В.П. Поспелов, под ред. М.И. Жарикова. Красноярск, 1970. 41 с.: цв., карты, текст. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/search#q=008935858> (дата обращения: 20.05.2022).

Рис. 1 Пример тематической карты «Интенсивность заболевания, вторая неделя 2019» на сайте «Ситуация с COVID-19 в Европейском регионе ВОЗ».

Fig. 1 Thematic map “Disease intensity, second week of 2019” on the website “COVID-19 situation in the WHO European Region”.



части РСФСР, Урала и Крымской области УССР⁷ и другие, а также перечислены атласы, охватывающие всю территорию РФ:

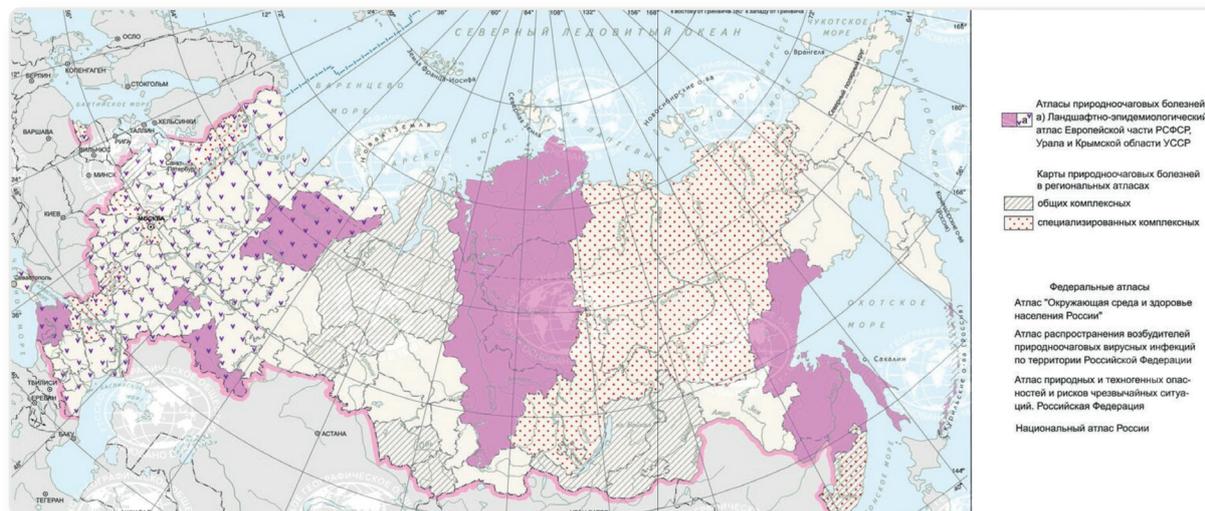
- Атлас «Окружающая среда и здоровье населения России»⁸,
- Атлас распространения возбудителей природно-очаговых вирусных инфекций на территории Российской Федерации⁹ (Рис. 2),
- Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации¹⁰,

⁷ Ландшафтно-эпидемиологический атлас Европейской части РСФСР, Урала и Крымской области УССР / В.П. Поспелов. М.: 1987. 1 атл. (162 с.): цв.: карты, текст, табл., диагр. + прил. (2 л. между с. 136, 137) + прил. (25 с. табл.). Таблица ландшафтно-эпидемиологического районирования Европейской части РСФСР, Урала и Крымской области УССР (с показателями риска заболевания, заражения). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01008256934> (дата обращения: 20.05.2022).

⁸ Окружающая среда и здоровье населения России. Атлас / Ю.Е. Абросимова, В.В. Артюхов, С.П. Ермаков, и др. Под редакцией М. Фешбаха. М.: Паимс, 1995. 448 с. EDN: OWBTEL.

⁹ Атлас распространения возбудителей природно-очаговых вирусных инфекций на территории Российской Федерации. / Д.К. Львов, П.Г. Дерябин, В.А. Аристова, и др. М.: Научно-практический центр традиционной медицины Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2001. 192 с. EDN: TZNGOH.

¹⁰ Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации / М.Т. Абшаев, М.Б. Агзагова, А.Х. Аджиев, и др. Отв. ред.: С.К. Шойгу. М.: ДИК, 2010. 696 с. EDN: VHKUNT. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006622175> (дата обращения: 20.05.2022).

Рис. 2 Картографическая изученность природноочаговых болезней**Fig. 2** Cartographic study of natural focal diseases.

— Национальный атлас России¹¹.

Примером аналогичного геопортала является сайт Научно-исследовательского института гриппа имени А.А. Смородинцева Минздрава России. Страница сайта «Ситуация по гриппу в России и мире» содержит еженедельно обновляемую эпидемиологическую информацию по гриппу (**Рис. 3**). Недельная ситуация в России представлена на тематической карте и дополнена еженедельной аналитической справкой. Ситуация в мире представлена только аналитическими справками по укрупненным регионам¹².

В последнее время наметилась явная тенденция пространственной и тематической детализации медико-географических исследований. Это подтверждается значительным количеством работ, посвященных результатам медико-географических исследований отдельных нозологий в конкретных регионах [1].

Исследование возможностей применения геоинформационных технологий для анализа эпидемиологической ситуации в Приволжском федеральном округе (ПФО) было выполнено совместно с ФБУН ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора (ННИИЭМ) и АО «Верхневолжское аэрогеодезическое

11 Национальный атлас России в четырех томах / Гл. ред. кол.: А.В. Бородко (пред.), В.В. Свешников (гл. ред.), и др. М.: Роскартография, 2004–2008. 4 т.: цв., карты, текст, табл., граф., профили, разрезы, фот., ил. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003018778> (дата обращения: 20.05.2022).

12 Ситуация по гриппу в России и мире. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://influenza.spb.ru/system/epidemic_situation/situation_on_a_flu/ (дата обращения: 20.05.2022).

Рис. 3 Пример тематической карты «Данные за неделю с 07.01.2019 по 13.01.2019» блока «Ситуация по гриппу в России и мире».

Fig. 3 Thematic map “Data for the week: 01.07.2019 – 01.13.2019” of the block “Influenza situation in Russia and the world”.

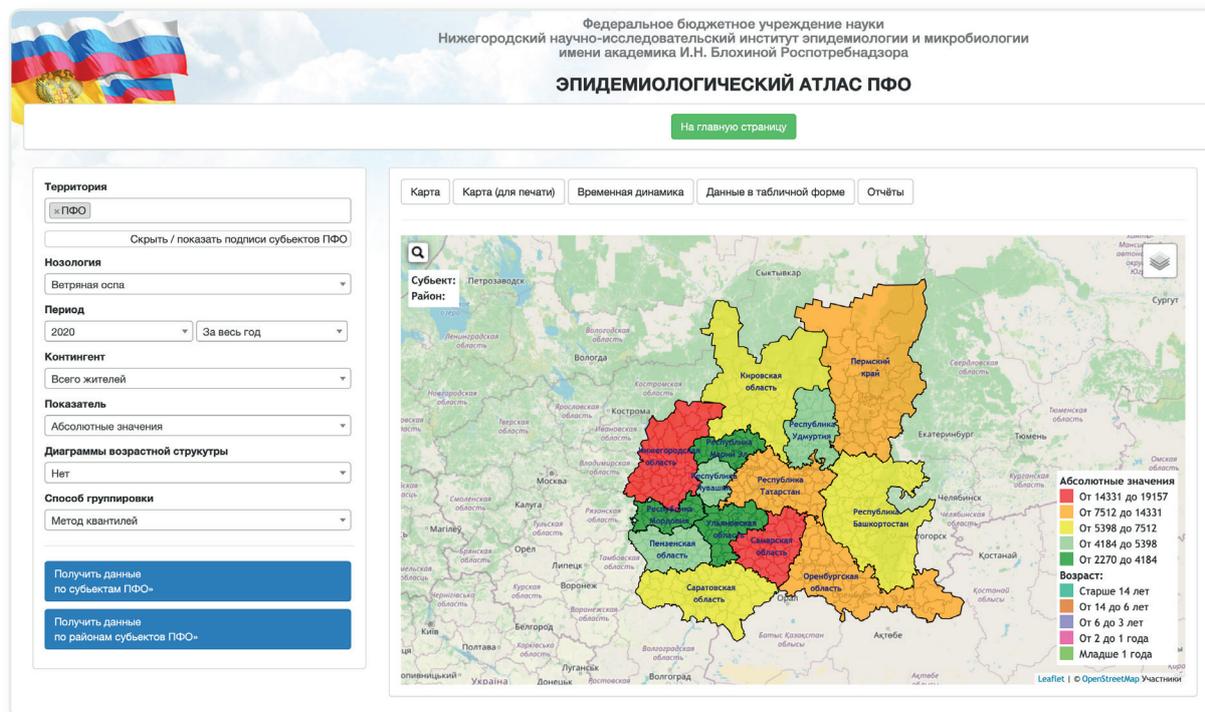


предприятие» (ВАГП) в начале 2000-х гг.^{13, 14, 15} [2–4]. Основой для такого исследования были работы ВАГП по созданию атласа «Российская Федерация. Приволжский федеральный округ» (Рис. 4) в полиграфическом^{16, 17, 18} [5] и электронном

-
- 13 Ефимов Е.И., Корнилова Л.В., Рябикова Т.Ф., Никитин П.Н. Разработка геоинформационного проекта «Эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа». // Великие реки 2004: Материалы Международного научно-промышленного форума, Н. Новгород, ННГАСУ, 2004. с. 512–514. EDN: WAVOLV.
- 14 Ефимов Е.И., Рябикова Т.Ф., Побединский Г.Г. и др. Внедрение электронного эпидемиологического атласа Приволжского федерального округа в практику работы санитарно-эпидемиологической службы // Великие реки 2005: Тезисы докладов Международного конгресса «Великие реки 2005», Н. Новгород, ННГАСУ, 2005. Т.1. С. 334–335. EDN: YVDYWM.
- 15 Рябикова Т.Ф., Ефимов Е.И., Побединский Г.Г., Никитин П.Н. Геоинформационный проект «Эпидемиологический атлас по вирусным гепатитам Приволжского Федерального округа» // Вирусные гепатиты — проблемы эпидемиологии, диагностики, лечения и профилактики: VI Всероссийская научно-практическая конференция. М., 2005. С. 294–297. EDN: VYKKGX.
- 16 Российская Федерация. Приволжский федеральный округ: Атлас / Ред.: В.Ю. Зорин, (пред.), Г.Г. Побединский, М.А. Базина и др. Н. Новгород: ВАГП, 2001. 52 с. 21 цв. карт. EDN: XUWLZB. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/search?q=006621617> (дата обращения: 20.05.2022).
- 17 Атлас «Российская Федерация. Приволжский федеральный округ» / С.Г. Новиков, Г.Г. Побединский, М.А. Базина и др., 2-е изд. Н. Новгород: ВАГП, 2003. 132 с. 58 цв. карт. EDN: XUUIYX.
- 18 Побединский Г.Г., Базина М.А. Атлас «Российская Федерация. Приволжский федеральный округ» // Великие реки 2002: Генеральные доклады, тезисы докладов международного конгресса. Н. Новгород: ННГАСУ, 2003. С. 394–395. EDN: URMPCL.

Рис. 4 «Электронный эпидемиологический атлас Приволжского Федерального округа».

Fig. 4 “Electronic epidemiological atlas of the Volga Federal District.”



виде^{19, 20} [6], а затем и геоинформационной системы органов государственной власти ПФО^{21, 22} с одной стороны, а также эпидемиологический мониторинг инфекционной заболеваемости населения 14 субъектов ПФО, традиционно проводимый в ННИИЭМ, с другой [7].

Опыт создания и эксплуатации электронного эпидемиологического атласа ПФО не только подтвердил актуальность данного направления для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, но и показал востребованность полученных результатов практическим звеном организаций

19 Электронный атлас «Российская Федерация. Приволжский федеральный округ» / С.Г. Новиков, Г.Г. Побединский, М.А. Базина и др. Н. Новгород: ВАГП, 2002. CD-ROM эл. карты, справ. инфор., фото- видеоматериалы.

20 Электронный атлас «Российская Федерация. Приволжский федеральный округ» / С.Г. Новиков, Г.Г. Побединский, М.А. Базина и др. 2-е изд. Н. Новгород: ВАГП, 2003. CD-ROM эл. карты, справ. инфор., фото- видеоматериалы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/search#q=004323036> (дата обращения: 20.05.2022).

21 Побединский Г.Г., Корнилова Л.В., Шкидина Т.И. и др. Концепция ГИС — органов государственной власти Приволжского федерального округа // Великие реки 2005: Тезисы докладов Международного конгресса. Н. Новгород, 2005. Т. 1. С. 344–346. EDN: XQHKYX.

22 Побединский Г.Г., Мартыанов Н.А., Корнилова Л.В. Работы по созданию геоинформационной системы органов государственной власти Приволжского федерального округа «ГИС ПФО» // Великие реки 2006: Тезисы докладов. Н. Новгород: ННГАСУ, 2006. С. 334–335. EDN: URNEQS.

здравоохранения и Роспотребнадзора. Основные результаты были доложены на II-й Всероссийской конференции «Геоинформационные системы в здравоохранении РФ: данные, аналитика, решения» 24–25 мая 2012 г. [8], других научных конференциях^{13, 14, 15, 23} [9, 10] и подробно рассмотрен в публикациях, раскрывающих опыт разработки и ведения ГИС «Электронный эпидемиологический атлас ПФО» [2, 3]. Можно выделить следующие этапы развития в НИИЭМ научного направления геоинформационные технологии в эпидемиологии [2–4]:

- I. Начальный этап 2000–2005 гг. Экспериментальные работы^{13, 14, 15} [11].
- II. Создание методологических основ 2006–2010 гг.²⁴ [9].
- III. Электронный эпидемиологический атлас ПФО 2011–2015 гг. [10].
- IV. Развитие проекта 2016–2018 гг. [11–13].
- V. Электронный эпидемиологический атлас России 2019–2025 гг.²⁵ [14, 15].

Исследование лучших отечественных практик применения пространственных данных, данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий, выполненные Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) в рамках НИР «Исследование и прогнозирование потребностей экономики в пространственных данных, данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологиях, а также услугах, сервисах и продуктах, созданных на их основе» позволило выделить 15 лучших отечественных практик внедрения их в деятельность. Эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа вошел в их число [16].

2 Материалы и методы

В эпидемиологии принято различать ретроспективный и оперативный эпидемиологический анализ. Ретроспективный эпидемиологический анализ включает анализ уровня, структуры и динамики инфекционной заболеваемости, которая проводится с целью обоснования перспективного планирования профилактических и противоэпидемических мероприятий. Как правило, его проводят по итогам календарного года. В ходе ретроспективного эпидемиологического анализа применяются такие методические приемы: описательно-оценочные, аналитические, экспериментальные, математическое моделирование.

23 Ефимов Е.И., Рябикова Т.Ф., Побединский Г.Г. и др. Электронный эпидемиологический атлас ПФО как средство наглядной визуализации аналитических данных // Великие реки 2006: Генеральные доклады. Тезисы докладов. Н. Новгород: ННГАСУ, 2006. С. 319–320. EDN: XGDYSZ.

24 Потехина Н.Н., Ковалишена О.В., Пискарев Ю.Г. и др. Основы ретроспективного анализа инфекционной заболеваемости: учеб. пособие для студентов мед. вузов / Под ред.: В.В. Шкарина, Р.С. Рахманова. Н. Новгород: Изд-во НижГМА, 2009. 160 с. EDN: QLUXOF.

25 Ефимов Е.И., Побединский Г.Г. О новой концепции Эпидемиологического атласа // Великие реки 2018: Труды научного конгресса 20-го Международного научно-промышленного форума. Н. Новгород: ННГАСУ, 2018. Т. 1. С. 304–309. EDN: YLUCTR.

Оперативный эпидемиологический анализ является логическим продолжением ретроспективного эпидемиологического анализа и представляет собой динамическую оценку состояния и тенденций развития эпидемического процесса для уточнения мероприятий по профилактике. В оперативном эпидемиологическом анализе выделяют два направления, предусматривающие анализ информации, непосредственно отображающей состояние и тенденции развития эпидемического процесса и информации, содержащей опосредствованные признаки проявления эпидемического процесса.

Наиболее часто встречающимся методом статистического анализа в эпидемиологии является ретроспективный анализ случаев инфекционной заболеваемости. До недавнего времени аналитико-прогностическая информация в геоинформационных системах эпидемиологической направленности основывалась на ретроспективных данных о количестве заболевших и не учитывала динамику изменения факторов среды. Современное состояние применения геоинформационных технологий в эпидемиологии характеризуется разработкой комплексных оценок факторов риска.

2.1 Объемы информации и структура баз данных

Собранная и систематизированная статистически достоверная **информация об инфекционной заболеваемости населения в ПФО за период 2010–2021 гг.** характеризуется такими показателями:

- тематическая детализация — 123 нозологии,
- пространственная детализация — 14 субъектов РФ и 542 административных единицы следующего уровня (муниципальные районы),
- временная детализация информации: о заболеваемости — 1 месяц, о численности населения — 1 год.

Информация структурирована в базах данных (БД) по субъектам РФ в пределах федерального округа. В ПФО 12 баз данных включают информацию за 2010–2021 гг., одна база данных (Оренбургская область) 2013–2021 гг. и одна база данных (Республика Мордовия) 2015–2021 гг.

Базы данных ГИС «Эпидемиологический атлас России», согласованные по единым классификаторам и форматам хранения, содержат административно-территориальную, геопространственную, статистическую и эпидемиологическую информацию и предусматривают следующие самостоятельные структуры:

- БД уровня субъекта Российской Федерации;
- БД уровня федерального округа;
- БД уровня Российской Федерации.

Структура таблиц БД позволяет получить БД следующего уровня с необходимым и достаточным обобщением информации по территориям, а также позволяет осуществлять контроль, корректировки и резервное копирование.

В БД ГИС «Эпидемиологический атлас России» предусмотрены три группы таблиц:

I группа	однократно формируемые таблицы наименований и кодов федеральных округов, субъектов РФ, муниципальных образований, таблиц формы федерального статистического наблюдения «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», таблиц наименований и кодов заболеваний, групп заболеваний, нормативных документов, территориальных управлений и центров мониторинга Роспотребнадзора
II группа	ежегодно дополняемые новыми данными таблицы численности населения муниципальных образований и субъектов РФ, таблицы средних многолетних уровней заболеваемости
III группа	ежемесячно дополняемые новыми данными таблицы инфекционной заболеваемости в разрезе муниципальных образований и субъектов РФ

Преимуществами новой структуры баз данных являются:

- структура БД универсальна для всех округов, не зависит от количества субъектов в округе, позволяет изменять состав или структуру округов или субъектов РФ;
- структура таблиц БД не требует пересмотра при изменении отчетных форм; появление новых таблиц, строк или граф задается через интерфейс программы;
- в таблицах с данными отсутствуют нулевые и пустые значения.

Созданная, новая структура БД ГИС «Эпидемиологический атлас России» позволит провести практически без изменений тиражирование и установку системы во всех округах РФ, создать интегрированную базу данных в целом по России.

2.2 Совершенствование аналитических методов и технологий

Исследование пространственно-временной структуры инфекционной заболеваемости — актуальная и важнейшая проблема современной эпидемиологии. Разработка новых теоретических представлений о самой сущности структурно-функциональной организации инфекционной заболеваемости, анализ пространственного распределения отдельных нозологических форм и характера их многолетних тенденций заболеваемости и распространенности, комплексная эпидемиологическая оценка территории — это главные задачи практической

эпидемиологии, но методология данного вида деятельности специалиста-эпидемиолога разработана и применяется недостаточно, что требует особого внимания и оптимизации подходов [17].

Аналитический блок ГИС «Эпидемиологический атлас России» позволяет на основе ретроспективного эпидемиологического анализа²⁴ информации БД получать предварительный прогноз заболеваемости по отдельным территориям и нозологиям. Результаты анализа, прогноз и его соответствие фактической заболеваемости с 2019 года публикуется в ежегодном информационном бюллетене «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях населения Приволжского федерального округа», который включен в научную электронную библиотеку eLIBRARY с доступом к полному тексту^{26, 27, 28, 29}.

Для реализации методов оперативного эпидемиологического анализа требуется принципиальное изменение структуры информации о заболеваемости в части повышения пространственной и временной детализации, разработка новой структуры баз данных и новой системы получения оперативной информации об инфекционных и паразитарных заболеваниях.

В 2019–2020 гг. были выполнены экспериментальные работы по организации и проведению картографического учета в геоинформационной системе инфицированных в период подъема заболеваемости геморрагической лихорадкой с почечным синдромом (ГЛПС) в ПФО в 2019 г., ситуации с COVID-19 в 2019–2020 гг.

Были разработаны прототипы разделов эпидемиологического атласа «Мониторинг заболеваемости ГЛПС» и «Мониторинг заболеваемости COVID-19» [18, 19] (Рис. 5) и осуществлена проверка возможности размещения данных, представляемых Управлением Роспотребнадзора по Нижегородской области. В локальную базу данных «Мониторинг заболеваемости COVID-19» были включены следующие данные: координаты места нахождения инфицированного, описание места локализации, включающее наименование области, района, населенного пункта, улицы, дома, эпидномер, дата заболевания

26 Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях населения Приволжского федерального округа за 2018 год. Информационный бюллетень № 9. / Е.И. Ефимов, Г.Г. Побединский, В.И. Ершов, М.В. Вьюшков, С.А. Сарсков. Н. Новгород: ФБУН ННИИЭМ, 2019. 55 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://epid-atlas.nniem.ru/txt_data/pdf/informatsionny-byulleten2018.pdf/ (дата обращения: 20.05.2022). EDN: AKNKIU.

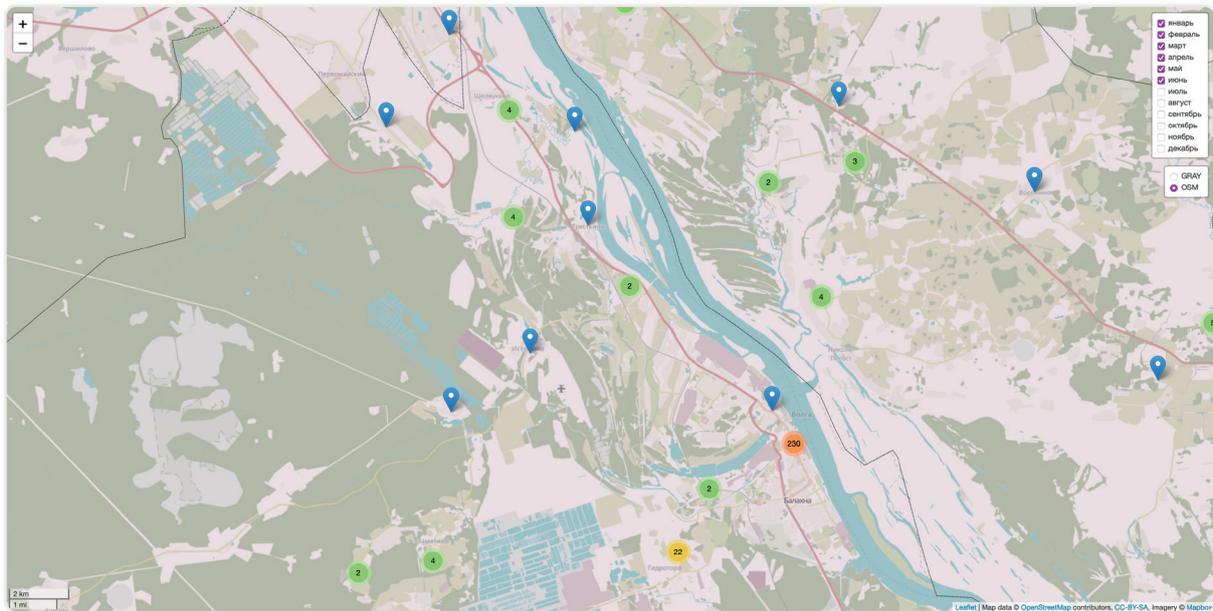
27 Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях населения Приволжского федерального округа за 2019 год. Информационный бюллетень № 10. / Е.И. Ефимов, Г.Г. Побединский, В.И. Ершов, М.В. Вьюшков, С.А. Сарсков. Н. Новгород: ННИИЭМ, 2020. 130 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://epid-atlas.nniem.ru/txt_data/pdf/informatsionny-byulleten2019.pdf (дата обращения: 20.05.2022). EDN: FVPBEX.

28 Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях населения Приволжского федерального округа за 2020 год. Информационный бюллетень № 11. / Е.И. Ефимов, Г.Г. Побединский, В.И. Ершов, М.В. Вьюшков, С.А. Сарсков. Н. Новгород: ННИИЭМ, 2021. 139 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://epid-atlas.nniem.ru/txt_data/pdf/informatsionny-byulleten2020.pdf (дата обращения: 20.05.2022). EDN: TOZBVT.

29 Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях населения Приволжского федерального округа за 2021 год. Информационный бюллетень № 12. / Е.И. Ефимов, Г.Г. Побединский, С.А. Сарсков, М.В. Вьюшков. Н. Новгород: ННИИЭМ, 2021. 139 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nniem.ru/file/publicat/2021/nniem-inf-byulleten-n-11-po-inf-i-parazit-zabolevaniya-v-pfo-v-2020.pdf> (дата обращения: 20.05.2022). EDN: TOZBVT.

Рис. 5 Пример картографического отображения заболеваемости COVID-19 в июне 2020 г. по Нижегородской области.

Fig. 5 Cartographic display of the COVID-19 incidence in June 2020, Nizhny Novgorod region.



и дата подтверждения. Координаты места нахождения инфицированного определяются по почтовому адресу (без указания квартир) с использованием функции геокодирования.

Модуль картографического отображения позволял осуществить выбор картографической основы, выбор месяца (или группы месяцев), изменение масштаба отображения, группировку инфицированных при уменьшении масштаба, вывод на экран справочной информации при нажатии на условное обозначение инфицированного, вывод на экран названия района (функция востребована при увеличении масштаба отображения).

Экспериментальные работы показали, что временная детализация должна быть не менее 1 недели, а в идеальном случае 1 день. Система получения оперативной информации о заболеваниях также должна быть существенно изменена в части сокращения времени поступления информации. Кроме того, была выявлена существенная зависимость качества работы модуля картографической визуализации от полноты исходных данных. Искажения и пропуски в почтовом адресе приводят к непредсказуемым последствиям в работе функции геокодирования и, соответственно, модуля картографической визуализации.

3 Результаты и обсуждение

В результате работ, проведенных лабораторией ГИС-технологий и биоинформатики сформированы базы данных об инфекционной и паразитарной заболеваемости населения в Приволжском федеральном округе по субъектам РФ в пределах федерального округа за период 2010–2021 гг. (база данных по Оренбургской области за 2013–2021 гг. и по Республике Мордовия за 2015–2021 гг.).

Большинство современных разработок в сфере медицинской географии защищено путем регистрации результатов интеллектуальной деятельности в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатенте). Так, например, фундаментальное медико-географическое произведение «Целебные источники и растения: медико-географический атлас России»³⁰ защищено тремя свидетельствами о государственной регистрации баз данных [20–22].

Ежемесячно обновляемые базы данных ГИС «Эпидемиологический атлас ПФО» один раз в год проходят государственную регистрацию в Роспатенте [23–26]. Созданная в 2020 г. и обновленная в 2021 г. база данных «Справочник болезней ГИС «Эпидемиологический атлас России» защищена двумя свидетельствами о государственной регистрации баз данных [27, 28]. Ежегодную государственную регистрацию в Роспатенте проходят 14 баз данных «Электронный эпидемиологический атлас» по субъектам ПФО РФ.

4 Обсуждение

Реализованный в 2005–2018 гг. геоинформационный проект «Эпидемиологический атлас ПФО», является ярким примером совмещения статистического анализа и картографической визуализации данных в мониторинге инфекционной заболеваемости. Разрабатываемый территориально распределенный геоинформационный программный комплекс «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации» (ГИС «Эпидемиологический атлас России») предназначен для совершенствования методов аналитической обработки и представления статистической и оперативной информации об инфекционных и паразитарных болезнях, детализированной и объективной эпидемиологической информации по отдельным нозологиям в системе мониторинга, лабораторной диагностики инфекционных и паразитарных болезней и индикации патогенные биологические агенты (ПБА) в РФ. Также констатируется завершение в 2020 г. НИР «Разработка территориально распределенного

30 Целебные источники и растения: медико-географический атлас России / гл. ред. С.М. Малхазова. М.: Географический факультет МГУ, 2019. 304 с.: цв., карты, текст, табл., диагр., граф., ил. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/ru/search#q=010011161> (дата обращения: 20.05.2022).

геоинформационного программного комплекса «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации, а также работа по «Территории федерального округа» в рамках Отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2016–2020 гг.³¹ и продолжающей ее НИР «Разработка территориально распределенного геоинформационного программного комплекса «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации. Территория Российской Федерации» в рамках Отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2021–2025 гг.³² являются очередным этапом развития в ННИИЭМ научного направления геоинформационные технологии в эпидемиологическом надзоре за инфекционной заболеваемостью.

Разработка ГИС «Эпидемиологический атлас России» выполняется пятью этапами:

1. Разработка и утверждение Технического задания ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория Российской Федерации», включая уточнение структуры атласа, входных и выходных данных, методов решения задач, обоснование целесообразности применения ранее разработанных программ, определение требований к техническим средствам.
2. Разработка основного модуля ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория Российской Федерации», обеспечивающего работу с информацией о нозологиях формы федерального статистического наблюдения, включая испытания системы и ее регистрацию в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.
3. Внедрение основного модуля ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория Российской Федерации», обеспечивающего работу с информацией о нозологиях формы федерального статистического наблюдения в Научно-методические центры по мониторингу за возбудителями инфекционных и паразитарных болезней II–IV групп патогенности (ФБУН Роспотребнадзора).
4. Разработка тематического модуля ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория Российской Федерации», обеспечивающего углубленную работу со специальной эпидемиологической информацией по отдельным нозологиям, включая испытания системы и ее регистрацию в Едином реестре российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных.

31 Отраслевая научно-исследовательская программа Роспотребнадзора на 2016–2020 гг. «Проблемно-ориентированные научные исследования в области эпидемиологического надзора за инфекционными и паразитарными болезнями». Утверждена приказом Роспотребнадзора от 13 января 2016 г. № 5.

32 Отраслевая научно-исследовательская программа Роспотребнадзора на 2021–2025 гг. «Научное обеспечение эпидемиологического надзора и санитарной охраны территории Российской Федерации, создание новых технологий, средств и методов контроля и профилактики инфекционных и паразитарных болезней». Утверждена приказом Роспотребнадзора от 24 декабря 2020 г. № 869.

5. Внедрение тематического модуля ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория Российской Федерации», в Научно-методические центры по мониторингу за возбудителями инфекционных и паразитарных болезней II–IV групп патогенности (ФБУН Роспотребнадзора), для работы специалистов со специальной эпидемиологической информацией.

Результаты работ на 1–3 этапах (2021–2023 гг.) позволят выполнять аналитическую обработку и картографическое представление информации федерального статистического наблюдения «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» с пространственным разрешением от муниципального района до субъектов РФ, федеральных округов и Российской Федерации в целом.

В этот период планируется выполнение экспериментальных работ по исследованию возможностей выполнения оперативного эпидемиологического анализа, включая разработку новой структуры баз данных и новой системы получения оперативной информации об инфекционных и паразитарных заболеваниях.

Результаты работ на 3–4 этапах (2024–2025 гг.) разработки ГИС «Эпидемиологический атлас России» позволят выполнять углубленную работу со специальной эпидемиологической информацией по отдельным нозологиям, включая COVID-19 и другие неожиданные эпидемические события.

В этот период планируется отработка системы получения оперативной информации об инфекционных и паразитарных заболеваниях для оперативного эпидемиологического анализа и наполнение новой структуры баз данных.

5 Выводы

Реализованная в Приволжском федеральном округе ГИС «Эпидемиологический атлас России» позволяет содействовать практическому звену санитарно-эпидемиологической службы округа в выработке решений для реагирования на изменение санитарно-эпидемиологической обстановки в контексте эпидемиологического надзора актуальных для округа инфекционных нозологий. Результаты ретроспективного анализа и предварительного прогноза, обобщенные в ежегодном информационном бюллетене «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях населения Приволжского федерального округа», размещаемом на сайте атласа, являются востребованным информационным ресурсом.

Планируемые работы по исследованию возможностей выполнения оперативного эпидемиологического анализа, сочетание методов ретроспективного и оперативного эпидемиологического анализа позволят повысить достоверность прогнозирования эпидемического процесса в ГИС «Эпидемиологический атлас России».

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках Отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2021–2025 гг.³³.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Побединский Г.Г., Ефимов Е.И., Сарсков С.А. и др. Современное состояние и направления развития ГИС эпидемиологического направления. Аналитический обзор. Н. Новгород: ННИИЭМ, 2021. 171 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nniem.ru/file/publicat/2021/analiticheskiy-obzor-gis-2021-v2.pdf> (дата обращения: 20.05.2022). EDN: RIMYWU.
2. Ершов В.И., Ефимов Е.И., Побединский Г.Г. Опыт разработки и ведения ГИС «Электронный эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа» // Здоровье населения и среда обитания. 2019. № 8 (317). С. 11–19. DOI:10.35627/2219-5238/2019-317-8-11-19.
3. Ефимов Е.И., Побединский Г.Г. Опыт разработки ГИС «Электронный эпидемиологический атлас» // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2020. Т. 1. № 2. С. 3–18. DOI:10.33764/2618-981X-2020-1-2-3-18.
4. Вьюшков М.В., Зайцева Н.Н., Ефимов Е.И. и др. Геоинформационные технологии в эпидемиологии – актуальное научное направление деятельности ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 4 (337). С. 31–42. DOI:10.35627/2219-5238/2021-337-4-31-42.
5. Побединский Г.Г., Корнилова Л.В. Атлас «Приволжский федеральный округ» // Геодезия и картография. 2003. № 2. С. 39–43. EDN: XQIPWH.
6. Побединский Г.Г. Электронный атлас «Российская Федерация. Приволжский федеральный округ» // Электронная Земля, Электронная Россия, Электронная Москва: методология и технология. 2002. С. 67–71. UVGLFQ.
7. Петров Е.Ю., Ефимов Е.И., Казанская Г.М. и др. Эпидемиологическая ситуация и состояние инфекционной заболеваемости в Приволжском федеральном округе // Нижегородский медицинский журнал. 2002. № 2. С. 126–129. EDN: VYOLAJ.
8. Ефимов Е.И., Никитин П.Н., Ершов В.И. Электронный эпидемиологический атлас ПФО. Опыт создания. перспективы использования в противоэпидемической практике // Геоинформационные системы в здравоохранении РФ: данные, аналитика, решения: труды 1-й и 2-й Всероссийских конференций с международным участием, Санкт-Петербург. М.: Береста, 2013. С. 120–122. EDN: VYKNDN.
9. Ефимов Е.И., Еруков С.В., Ершов В.И. Методологические основы разработки и функционирования географической информационной системы для целей мониторинга за эпидемиологической ситуацией // Научное обеспечение

³³ Отраслевая научно-исследовательская программа Роспотребнадзора на 2021–2025 гг. «Научное обеспечение эпидемиологического надзора и санитарной охраны территории Российской Федерации, создание новых технологий, средств и методов контроля и профилактики инфекционных и паразитарных болезней». Утверждена приказом Роспотребнадзора от 24 декабря 2020 г. № 869.

- противоэпидемической защиты населения. Материалы юбилейной Всероссийской научно-практической конференции. Н. Новгород: ННИИЭМ, 2009. С. 72–73. EDN: VVYFSZ.
10. Солнцев Л.А. Практическая реализация системы представления и оценки эпидемиологической ситуации в формате электронного атласа // Современные проблемы эпидемиологии и гигиены. Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. СПб.: НИИЭМ им. Пастера. 2015. С. 188–189. EDN: VUINM.
 11. Ефимов Е.И., Рябикова Т.Ф., Побединский Г.Г. и др. Внедрение электронного эпидемиологического атласа ПФО в практику работы санитарно-эпидемиологической службы. // Новые технологии в профилактике, диагностике, эпиднадзоре и лечении инфекционных заболеваний. Материалы научной конференции, посвященной 85-летию со дня рождения академика РАМН И.Н. Блохиной. Н. Новгород: Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 2006. С.87–88. EDN: VYFEJV.
 12. Солнцев Л.А., Филатова Е.Н. Электронная система хранения, представления и анализа эпидемиологической информации масштаба федерального округа // Современные проблемы эпидемиологии и гигиены. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора М.: Грифон. 2016. с. 201–203. EDN: WXECPX.
 13. Солнцев Л.А., Зайцева Н.Н., Ефимов Е.И. Электронная система хранения, представления и анализа эпидемиологической информации масштаба федерального округа // Современные технологии в медицине. 2017. № 4. С. 170–176. DOI:10.17691/stm2017.9.4.21.
 14. Побединский Г.Г., Сарсков С.А. Геоинформационные системы и технологии в противоэпидемической практике. Интеграция пространственных данных в целях эпидемиологического мониторинга территорий // ФБУН ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной. Н. Новгород, 2019. 59 с. Деп. ВИНТИ РАН 16.12.2019, № 118-В2019. DOI:10.36535/0202-6120-2020-01-118-2019.
 15. Ефимов Е.И., Побединский Г.Г., Ершов В.И. и др. Разработка методических подходов к созданию ГИС «Эпидемиологический атлас России». Н. Новгород, 2019. 113 с. Деп. ВИНТИ РАН 16.12.2019, № 119-В2019. DOI:10.36535/0202-6120-2020-01-119-2019.
 16. Белогурова Е.Б., Воробьев В.Е., Гвоздев О.Г. и др. Пространственные данные: потребности экономики в условиях цифровизации / Под. ред. В.Г. Бондур, Л.М. Гохберг. М.: НИУ ВШЭ, 2020. 128 с. EDN: FUWWUJ.
 17. Болотин Е.И., Ананьев В.Ю., Федорова С.Ю. Инфекционная заболеваемость: некоторые теоретические и практические обобщения // Здоровье населения и среда обитания. 2011. № 1. С. 27–30. EDN: NDADJL.
 18. Побединский, Г.Г., Сарсков С.А., Вьюшков М.В. Прототип раздела эпидемиологического атласа «Мониторинг заболеваемости COVID-19» // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: Материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых

ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием. Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. с. 394–402. EDN: CJJOIW.

19. Побединский Г.Г., Сарсков С.А., Вьюшков М.В. Мониторинг и ретроспективный анализ эпидемиологической ситуации, связанной с COVID-19 // Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены: Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. Екатеринбург: ЕМНЦ ПОЗРПП, 2021. С. 76–78. EDN: IEPМНJ.

АВТОРЫ

Побединский Геннадий Германович

Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. академика И. Н. Блохиной» Роспотребнадзора, Нижний Новгород, Россия
лаборатория ГИС-технологий и биоинформатики
канд. техн. наук

 0000-0002-9738-8165

Ефимов Евгений Игоревич

Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. академика И. Н. Блохиной» Роспотребнадзора, Нижний Новгород, Россия
д-р мед. наук, профессор

 0000-0001-7589-1694

Сарсков Станислав Александрович

Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. академика И. Н. Блохиной» Роспотребнадзора, Нижний Новгород, Россия
лаборатория ГИС-технологий и биоинформатики

 0000-0002-5221-0638

Вьюшков Михаил Владимирович

Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. академика И. Н. Блохиной» Роспотребнадзора, Нижний Новгород, Россия
лаборатория ГИС-технологий и биоинформатики

 0000-0002-7763-8198

Поступила 01.02.2022. Принята к публикации 10.12.2022. Опубликовано 25.12.2022.

UDC 911,6; 614,4

DOI:10.30533/scidata-2022-13-06



Incidence in GIS “Epidemiological atlas of Russia”: methodology of retrospective and operational analysis

Gennady G. Pobedinsky²✉, Evgeniy I. Efimov¹,
Stanislav A. Sarskov¹, Mikhail V. Vyushkov¹

AFFILIATIONS

¹ Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Nizhny Novgorod, Russia

² Russian Institute of Geodesy, Cartography and Land Management, Moscow, Russia

✉ sarskov@bk.ru

CITATION

Pobedinsky GG, Efimov EI, Sarskov SA, Vyushkov MV. Incidence in GIS “Epidemiological atlas of Russia”: methodology of retrospective and operational analysis. *Spatial Data: science, research and technology*. 2022;13: 74–94. DOI:10.30533/scidata-2022-13-06.

KEY WORDS

electronic epidemiological atlas, geographic information systems in epidemiology, structure of infectious morbidity, morbidity analysis

ABSTRACT

The article considers the main stages of formation and development of the scientific sphere in geographic information technologies for the epidemiological surveillance of infectious diseases in Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology. The key results of the research are carried out within the industry scientific research programs of Rospotrebnadzor for 2016–2020 and 2021–2025 and they are also presented in the paper. The stages of development in the geographically distributed geoinformation software complex “Electronic Epidemiological Atlas of the Russian

Federation" (GIS "Epidemiological Atlas of Russia"), as well as its structure are mentioned by the authors. The methodology of the retrospective epidemiological analysis performed to substantiate the long-term planning of preventive and anti-epidemic measures and including the analysis of the level, structure and dynamics of infectious morbidity is disclosed. It is shown that the basis of retrospective epidemiological analysis is multiyear databases on morbidity, with a certain spatial and temporal resolution. The conditions for the use of the methods (retrospective and operational epidemiological analysis) and their combination for predicting the epidemic process in the GIS "Epidemiological Atlas of Russia" are considered as well.

REFERENCES

1. Pobedinsky GG, Efimov EI, Sarskov SA, et al. The current state and directions of development of GIS epidemiological direction. Analytical review. Nizhny Novgorod; 2021. 171 p. (In Russian) URL: <https://www.nniem.ru/file/publicat/2021/analiticheskiy-obzor-gis-2021-v2.pdf>. (Accessed: 20.05.2022).
2. Ershov VI, Efimov EI, Pobedinsky GG. Experience in the development and maintenance of GIS "Electronic Epidemiological Atlas of Volga Federal District". *Public Health and Life Environment*. 2019; 8(317): 11–19. (In Russian). DOI:10.35627/2219-5238/2019-317-8-11-19.
3. Efimov EI, Pobedinsky GG. Experience in the development of GIS "Electronic Epidemiological Atlas". Interexpo GEO-Siberia. XVI International Scientific Congress. Proceedings of National Scientific Conference "Geodesy, geoinformatics, cartography, surveying". Novosibirsk. 2020; 2: 3–18. (In Russian). DOI:10.33764/2618-981X-2020-1-2-3-18.
4. Vyushkov MV, Zaitseva NN, Efimov EI. Geoinformation technologies in epidemiology is an actual scientific field of activity of the NNIEM named after him. academician I. N. Blokhina. *Public Health and Life Environment*. 2021; 4(337): 31–42. (In Russian). DOI:10.35627/2219-5238/2021-337-4-31-42.
5. Pobedinsky GG, Kornilova LV. Atlas "Volga Federal District". *Geodesy and Cartography*. 2003; 2: 39–43. (In Russian).
6. Pobedinsky GG. Electronic Atlas "Russian Federation. Volga Federal District". Electronic Earth, Electronic Russia, Electronic Moscow: methodology and technology. *Proceedings of the First All-Russian scientific and practical seminar*. Moscow. 2002; 67–71. (In Russian).
7. Petrov EYu, Efimov EI, Kazanskaya GM, et al. The epidemiological situation and the state of infectious morbidity in Volga Federal District. *Nizhny Novgorod Medical Journal*. 2002; 2: 126–129. (In Russian).
8. Efimov EI, Nikitin PN, Yershov VI. Electronic Epidemiological Atlas of the Volga Federal District. *The experience of creating prospects for use in anti-epidemic practice. Geoinformation systems in healthcare of the Russian Federation: Data, Analytics, Solutions. Proceedings of the 1st and 2nd All-Russian Conferences*. 2013; 120–122. (In Russian).
9. Efimov EI, Erukov SV, Ershov VI. Methodological foundations of the development and operation of a geographical information system for monitoring the epidemiological situation. *Scientific provision of anti-epidemic protection of the population. Proceedings of the Anniversary All-Russian Scientific and Practical Conference*. 2009; 72–73. (In Russian).

10. Solntsev LA. Practical implementation of the system of presentation and assessment of the epidemiological situation in the format of an electronic atlas. Modern problems of epidemiology and hygiene. *Proceedings of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference of young scientists and specialists of Rospotrebnadzor*. 2015; 188–189. (In Russian).
11. Efimov EI, Ryabikova TF, Pobedinsky GG, et al. Introduction of the electronic epidemiological atlas of Volga Federal District into the practice of the sanitary and epidemiological service. *New technologies in prevention, diagnosis, surveillance and treatment of infectious diseases: Proceedings of the scientific conference dedicated to the 85th anniversary of birth Academician of the Russian Academy of Medical Sciences I.N. Blokhina*. 2006; 87–88. (In Russian).
12. Solntsev LA, Filatova EN. Electronic system of storage, presentation and analysis of epidemiological information on the scale of the federal district. *Proceedings of the VIII All-Russian Scientific and Practical Conference of young scientists and specialists of Rospotrbenadzor*. 2016; 201–203. (In Russian).
13. Solntsev LA, Zaitseva NN, Efimov EI. Electronic system of storage, presentation and analysis of epidemiological information on the scale of the Federal District. *Modern technologies in medicine*. 2017;4: 170–176. (In Russian). DOI:10.17691/stm2017.9.4.21.
14. Pobedinsky GG, Sarskov SA. *Geoinformation systems and technologies in antiepidemic practice. Integration of spatial data for the purposes of epidemiological monitoring of territories*. Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology. 2019; 59. Deposited by VINITI – Russian Academy of Sciences on 16.12.2019. No. 118-B2019. (In Russian). DOI:10.36535/0202-6120-2020-01-118-2019.
15. Efimov EI, Pobedinsky GG, Ershov VI, et al. *Development of methodological approaches to the creation of GIS "Epidemiological Atlas of Russia"*. Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology. 2019; 113. Deposited by VINITI – Russian Academy of Sciences on 16.12.2019. No. 119-B2019. (In Russian). DOI:10.36535/0202-6120-2020-01-119-2019.
16. Belogurova EB, Vorobyov EB, Gvozdev OG, et al. *Spatial data: needs of the economy in the conditions of digitalization*. Rosreestr, HSE University, Research Institute "Aerospace". Moscow: HSE University. 2020; 128. (In Russian).
17. Bolotin EI, Ananyev VYu, Fedorova SYu. Infectious morbidity: some theoretical and practical generalizations. *Public Health and Life Environment*. 2011;1: 27–30. (In Russian).
18. Pobedinsky GG, Sarskov SA, Vyushkov MV. Prototype of the section of the epidemiological atlas "Monitoring the incidence of COVID-19". *Fundamental and applied aspects of public health risk analysis: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Internet Conference of Young Scientists and Specialists of Rospotrebnadzor*. Perm: Publishing House of Perm National Research Polytechnic University. 2020; 394 – 402. (In Russian).
19. Pobedinsky GG, Sarskov SA, Vyushkov MV. Monitoring and retrospective analysis of the epidemiological situation associated with COVID-19. *Modern problems of epidemiology, microbiology and hygiene: Proceedings of the XIII All-Russian Scientific*

and Practical Conference of Young Scientists and Specialists of Rospotrebnadzor.
Yekaterinburg: EMNC POSRPP. 2021; 76–78. (In Russian).

AUTORS

Gennady G. Pobedinsky

Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Nizhny Novgorod, Russia

GIS Technology and Bioinformatics Laboratory

Ph.D. in Engineering

 0000-0002-9738-8165

Evgeniy I. Efimov

Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Nizhny Novgorod, Russia

DMSc, Professor

 0000-0001-7589-1694

Stanislav A. Sarskov

Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Nizhny Novgorod, Russia

GIS Technology and Bioinformatics Laboratory

 0000-0002-5221-0638

Mikhail V. Vyushkov

Academician I.N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Nizhny Novgorod, Russia

GIS Technology and Bioinformatics Laboratory

 0000-0002-7763-8198

Submitted: February 1, 2022. Accepted: December 10, 2022. Published: December 25, 2022.