

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ГИС «ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АТЛАС»

Евгений Игоревич Ефимов

ФБУН ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора, 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Малая Ямская, д. 71, доктор медицинских наук, директор, тел. (831)469-79-01, e-mail: micro@nniiem.ru

Геннадий Германович Побединский

ФБУН ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора, 603950, Россия, г. Нижний Новгород, ул. Малая Ямская, д. 71, кандидат технических наук, зав. лабораторией ГИС-технологий и биоинформатики, тел. (831)469-79-59, e-mail: lab.gis@nniiem.ru

Примером статистического анализа данных о заболеваемости геоинформационный проект «Эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа», к разработке которого приступили в начале 2000-х годов специалисты ФБУН ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной Роспотребнадзора и АО «Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие» В работе рассмотрены основные этапы разработки геоинформационного проекта и полученные результаты. В 2019 г. Эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа вошёл в число 15 лучших отечественных практик внедрения в деятельность пространственных данных, данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий. В целях эффективного использования имеющегося опыта разработки и применения геоинформационной системы, дальнейшего ее совершенствования, расширения функций для применения в других федеральных округах специалисты ФБУН ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной Роспотребнадзора выполняют НИР «Разработка территориально распределенного геоинформационного программного комплекса «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации». В рамках новой НИР разработана Концепция создания ГИС «Эпидемиологический атлас России». В феврале 2020 г. были проведены предварительные испытания подсистемы ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория федерального округа», завершается работа по устранению замечаний и идет подготовка к приемочным испытаниям.

Ключевые слова: электронный эпидемиологический атлас, геоинформационная система, геоинформационные системы и технологии.

EXPERIENCE IN DEVELOPING GIS "ELECTRONIC EPIDEMIOLOGICAL ATLAS"

Evgeniy I. Efimov

Academician I. N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, 71 Malaya Yamskaya Street, Nizhny Novgorod, 603950, Russia, D.Sc., Director, phone: (831)469-79-01, e-mail: micro@nniiem.ru

Gennady G. Pobedinsky

Academician I. N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology, 71 Malaya Yamskaya Street, Nizhny Novgorod, 603950, Russia, Ph.D. Chief of the Laboratory of GIS-Technologies and Bioinformatics, phone: (831)469-79-59, e-mail: lab.gis@nniiem.ru

The paper considers main stages of developing a geoinformation project and results obtained. In 2019 the epidemiological Atlas of the Volga Federal District was among the 15 best Russian practices for implementing spatial data, remote sensing data, and geoinformation technologies. In order to effectively use the existing experience in developing and applying the geoinformation system, further improve it, and expand its functions for use in other federal districts, specialists of the Academician I. N. Blokhina Nizhny Novgorod Scientific Research Institute of Epidemiology and Microbiology perform research "Development of geographically distributed geoinformation software complex "Electronic epidemiological Atlas of the Russian Federation". As part of the new research, the Concept of creating a GIS "Epidemiological Atlas of Russia" was developed. In February 2020, preliminary tests of the GIS subsystem "Epidemiological Atlas of Russia. The territory of the federal district", work was completed to eliminate the comments and preparations for acceptance tests.

Key words: electronic epidemiological atlas, GIS, geographic information systems and technologies.

Введение

Геоинформационное обеспечение мониторинга за инфекционными болезнями является одним из приоритетных научных направлений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). Опыт создания и эксплуатации электронного эпидемиологического атласа Приволжского федерального округа (ПФО) подтвердил актуальность этого направления для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и востребованность результатов практическим звеном санэпидслужбы. В настоящей статье кратко рассмотрены работы 2000–2018 гг. [1] и более подробно раскрыты перспективные исследования по разработке Эпидемиологического атласа Российской Федерации.

Разработка геоинформационного проекта «Эпидемиологический атлас ПФО» была начата в начале 2000-х гг. ФБУН ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной Роспотребнадзора совместно с АО «Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие». В работе принимали активное участие территориальные управления Роспотребнадзора и ФГУЗ «Центры гигиены и эпидемиологии» в субъектах Российской Федерации Приволжского федерального округа (ПФО) [2, 3].

Решение о создании атласа было принято на секции по санитарно-эпидемиологическому благополучию Координационного совета по здравоохранению в округе и одобрено представителем Минздрава России в ПФО [3]. Атлас должен был состоять из двух частей, в которых располагалась бы информация:

- о структуре, уровне и динамике заболеваемости актуальными нозологическими формами (многолетней и годовой);
- о силах и средствах противоэпидемической защиты населения.

Пространственная разрешающая способность атласа планировалась не ниже районного деления субъектов округа.

На первом этапе использовался пакет программ эпидемиологического анализа, геоинформационная система ГИС MapInfo Professional 6.0, а также подготовленные Верхневолжским аэрогеодезическим предприятием электронные карты.

Первые же попытки обработки и представления традиционных эпидемиологических данных с помощью нового методологического подхода позволили получить значительно более наглядную и, что самое главное, дополнительную информацию. На примере вирусного гепатита В были показаны территории Нижегородской области с наиболее напряженной эпидемиологической ситуацией по этой нозологической форме.

Наглядное представление материалов по уровню носительства HBsAg и заболеваемостью острым вирусным гепатитом В позволило уже на том этапе сделать обоснованный вывод о явных недостатках в диагностике заболевания в ряде районов области [3–4].

К 2005 г. в атласе были использованы материалы, представленные по официальному запросу, территориальными управлениями Роспотребнадзора по субъектам ПФО, включавшие информацию по заболеваемости острыми вирусными гепатитами А, В, С, хроническими гепатитами В, С и носительстве вирусов гепатитов В и С за 1998–2004 гг., а также данные из информационных сборников статистических и аналитических материалов федерального уровня [4, 5]. Материалы содержали показатели заболеваемости по районам областей и республик ПФО, возрастную и социально-профессиональную структуру заболевших, установленные пути передачи инфекции, данные по обследованию групп риска на маркеры вирусных гепатитов, а также охват населения средствами иммунопрофилактики.

С целью объединения в единую систему комплексной информации по каждой территории и округа в целом первичные данные обрабатывались по разработанному единому алгоритму. В дальнейшем был использован пакет программ по ретроспективному эпидемиологическому анализу. Обработанные данные передавались в ГИС MapInfo.

На электронных картах атласа было наглядно отображено распределение заболеваемости той или иной формой ВГ по годам, а также по районам каждой территории. Было показано, как меняется возрастная структура лиц среди заболевших вирусными гепатитами, проиллюстрирована смена путей передачи гепатитов В и С в регионах округа. Так, если в 1998–1999 гг. преобладал парентеральный путь передачи инфекции, то в последующие годы начал превалировать половой путь. Картографическая обработка информации позволила впервые выявить несоответствие в заболеваемости острыми, хроническими гепатитами В и С и носительством вирусов этих инфекций. Было показано, что на одного больного с острым гепатитом В или С приходится 3 - 4 и более больных хроническим гепатитом В или С и в десятки раз большее количество носителей вируса гепатитов В и С. Был сделан вывод о бессимптомном формировании хронических форм гепатитов и носительства возбудителей заболевания у лиц, не имеющих в анамнезе соответствующей острой формы инфекции [5].

Работа не финансировалась из федерального бюджета и была выполнена как инициативная, за счет собственных средств участников.

Создание методологических основ проекта 2006–2010 гг.

Новый этап развития геоинформационного проекта был связан с постановкой и выполнением НИР «Разработка геоинформационного проекта «Электронный эпидемиологический атлас Приволжского Федерального округа». Целью НИР было создание эпидемиологического электронного атласа округа по наиболее актуальным инфекциям.

На этом этапе в 2006–2010 гг. были отработаны методологические основы разработки и функционирования географической информационной системы для целей мониторинга за эпидемиологической ситуацией [6], а также методология ретроспективного анализа инфекционной заболеваемости с использованием материалов атласа [7].

В результате выполнения НИР были разработаны:

- методические подходы к получению, хранению и переработке информации о заболеваемости населения Приволжского федерального округа актуальными инфекциями;
- электронный эпидемиологический атлас округа, позволяющий осуществлять графический анализ эпидемиологической информации, полученной из регионов.

С использованием пакета программ по эпидемиологическому анализу, ГИС MapInfo Professional 6.0, а также электронных карт Верхневолжского аэрогеодезического предприятия, были созданы две части атласа:

- часть I. «Электронный эпидемиологический атлас ПФО по избранным нозологическим формам инфекций, в их числе вирусные гепатиты А, В, С, ВИЧ, острые кишечные инфекции, грипп и острые инфекции верхних дыхательных путей»;
- часть II. «Информация о силах и средствах противоэпидемической защиты населения в Нижегородской области» [8].

Для продолжения работы требовалось лицензионные версии геоинформационной системы ГИС MapInfo Professional 6.0. для всех рабочих мест, получить лицензионную картографическую основу. Для упорядочения сбора информации о заболеваемости населения в соответствии с приказами Руководителя Роспотребнадзора от 16 октября 2006 г. № 335 и от 21 февраля 2012 г. № 121 были проведены совещания на темы:

- «Программное обеспечение статистического учета заболеваемости», 19 марта 2007 г.;
- «Программное обеспечение учета, анализа и контроля инфекционной заболеваемости в Приволжском федеральном округе», 10 апреля 2012 г.

Электронный эпидемиологический атлас ПФО 2011–2015 гг.

Новый этап развития геоинформационного проекта был связан с необходимостью наполнения атласа данными по новым нозологиям. Для исключения лицензионных отчислений правообладателю программного обеспечения был

проработан вопрос перехода на использование программных продуктов с открытым исходным кодом.

Работы этого этапа НИР выполнялись в рамках Отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2011–2015 гг. «Научные исследования и разработки с целью обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и снижения инфекционной заболеваемости в Российской Федерации».

В результате работ, осуществляемых в 2011–2015 гг., был основательно расширен электронный эпидемиологический атлас ПФО по избранным нозологическим формам инфекций. Были сформированы 8 разделов первой части атласа: четыре раздела работы 2006–2010 гг.:

- вирусные гепатиты А, В, С;
- ВИЧ-инфекция;
- острые кишечные инфекции;
- острые инфекции верхних дыхательных путей и грипп.

Четыре раздела работы 2011–2015 гг.:

- дифтерия;
- менингококковая инфекция;
- природно-очаговые инфекции (клещевой вирусный энцефалит, клещевой боррелиоз, геморрагическая лихорадка с почечным синдромом, лептоспироз);
- туберкулез.

На рисунке 1 приведен пример картографического представления заболеваемости населения геморрагической лихорадкой с почечным синдромом (ГЛПС) в 2014 г. из первой части атласа, а на рис. 2 сведения об учреждениях, участвующих в противоэпидемической защите населения Нижегородской области (ЦРБ, отделы территориального управления Роспотребнадзора и НИИ) из второй части атласа.

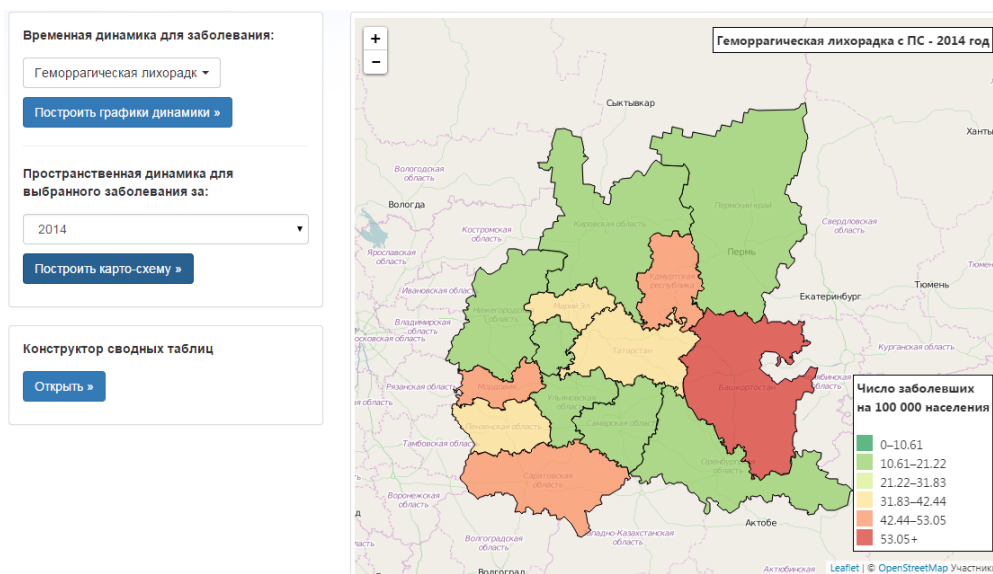


Рис. 1. Электронный эпидемиологический атлас ПФО. Заболеваемость населения округа ГЛПС в 2014 г.

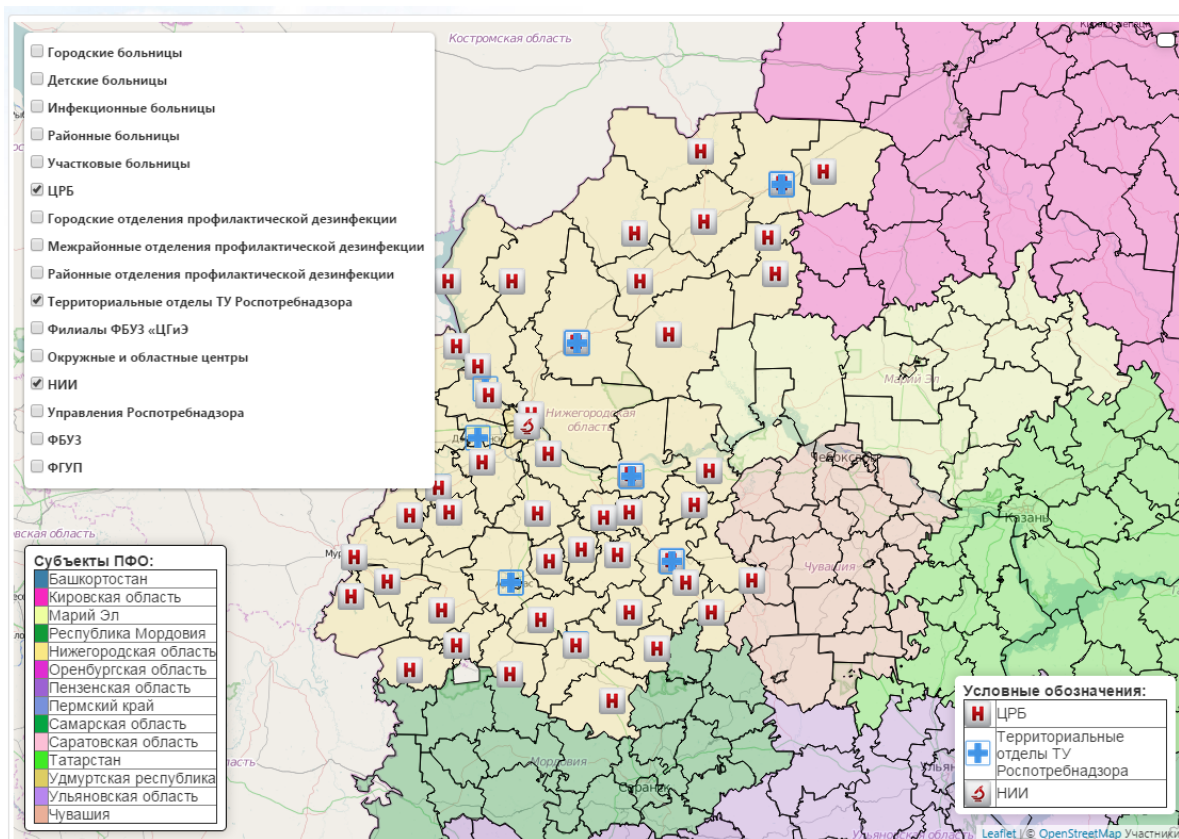


Рис. 2. Электронный эпидемиологический атлас ПФО. Силы и средства противоэпидемической защиты населения Нижегородской области (ЦРБ, отделы территориального управления Роспотребнадзора и НИИ)

Пользовательский интерфейс реализован с использованием web-сервиса. Это позволило снять ограничения на доступ к системе. При этом пользователю достаточно иметь самое простое оборудование и доступ в сеть Internet. Были также сняты функциональные ограничения – ядром сервиса являлась полнофункциональная инструментальная ГИС. Фактически, с точки зрения пользователя, атлас представлен как веб-сайт. Интерфейс пользователя реализован на базе фреймворка Bootstrap. Для визуализации графиков используются библиотеки D3.js и Google Charts. Картографическая часть реализована на базе библиотеки Leaflet.js. Функциональность интерфейса была протестирована на основных современных браузерах: Firefox, Chrome, Safari, Opera, IE9+, Android and iOS. Функциональное ядро атласа составляет база данных (БД), реализованная на основе СУБД MySQL, в которой вся информация храниться в виде связанных таблиц. С помощью языка PHP данные извлекаются и формируются сводные таблицы, графики временной динамики и карты [9]. База данных «Электронный эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа» прошла процедуру государственной регистрации в Роспатенте [10].

Развитие проекта в 2016–2018 гг.

НИР «Совершенствование эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекциями в ПФО с использованием ГИС-технологий» выполнялась в 2016–2018 гг. в рамках мероприятия 1.9.1. «Развитие и внедрение в практику эпидемиологического надзора ГИС-технологий с целью слежения за эпидемическим процессом», раздела 1.9. «ГИС-технологии в эпидемиологическом надзоре» Отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2016–2020 гг. «Проблемно-ориентированные научные исследования в области эпидемиологического надзора за инфекционными и паразитарными болезнями».

На этом этапе были решены следующие задачи [11, 12]:

1. Разработан протокол получения исходных данных из Центров гигиены и эпидемиологии и/или территориальных управлений Роспотребнадзора в субъектах Российской Федерации Приволжского федерального округа (ПФО). В качестве обменного формата выбран формат электронных таблиц XLS (XLSX). Здесь следует учесть, что для учета заболеваемости применяют различное программное обеспечение: программа «Анализ популяционной заболеваемости» (АПЗ), программа АС «СТАТИСТИКА РОСПОТРЕБНАДЗОР» (КРИСТА), а также программные решения, разработанные собственными силами, при этом данные в каждом программном продукте хранятся в собственном формате.

2. Спроектирована и реализована структура базы данных, включающая:

- пространственные данные по границам административных единиц (округа, субъекта);
- справочники административных единиц (округа, субъекта);
- справочник инфекций;
- данные по числу случаев заболеваний;
- данные по численности населения.

Для базы данных эпидемиологического атласа использована свободная реляционная система управления базами данных MySQL, входящая в состав серверов WAMP, AppServ, LAMP, Денвер, XAMPP, VertrigoServ и ряд других. Как правило, MySQL используется в качестве сервера, к которому обращаются локальные или удаленные клиенты, но с использованием библиотеки внутреннего сервера можно включать MySQL в автономные программы;

3. Создана графическая оболочка для работы с базой данных на основе Leaflet, которая является программным обеспечением с открытым исходным кодом. Leaflet написана на языке JavaScript, поддерживает большинство мобильных и стационарных платформ из числа тех, что поддерживают HTML5 и CSS3 и предназначена для отображения карт на веб-сайтах.

В качестве картографической основы используется открытый картографический сервис OpenStreetMap [11, 12].

Исходными данными для создания базы эпидемиологического атласа послужили отчеты по форме федерального статистического наблюдения № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» [13, 14].

В результате реорганизации БД на 2016–2018 гг. в новой структуре атласа были образованы 14 самостоятельных БД, соответствующих отдельным субъектам РФ в ПФО и содержащих информацию по заболеваемости 123 инфекциями населения 542 административных единиц 14 субъектов Российской Федерации в Приволжском федеральном округе с временным разрешением один месяц, данные по численности населения и возрастным контингентам с временным разрешением один год. 12 баз данных Эпидемиологического атласа включают архивные массивы данных 2010–2017 гг., одна БД (Оренбургская область) 2013–2017 гг. и одна БД (Республика Мордовия) 2015–2017 гг.

Пример тематической карты заболеваемости клещевым боррелиозом (болезнь Лайма) в 2018 г. приведен на рис. 3. Пример предварительного прогноза и фактической заболеваемости в 2018 г. геморрагической лихорадкой с почечным синдромом (ГЛПС) приведен на рис. 4.

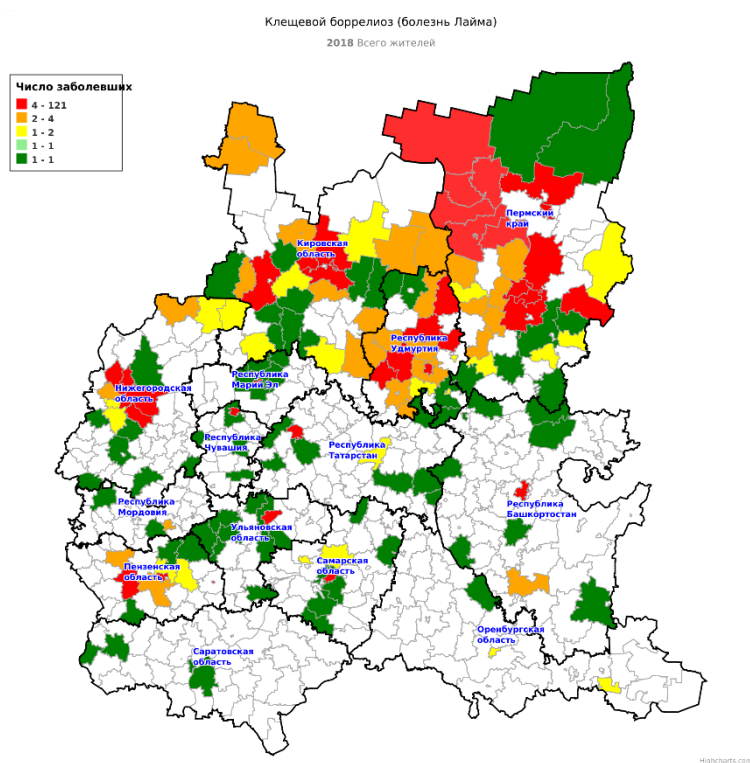


Рис. 3. Тематическая карта заболеваемости клещевым боррелиозом (болезнь Лайма) в 2018 году

База данных «Электронный эпидемиологический атлас ПФО (по материалам 2017 года)» содержит версии международного классификатора болезней для приведения отчетов субъектов Российской Федерации в ПФО к единому классификатору в соответствии с требованиями нормативных документов. База данных также содержит картографическую компоненту, а именно данные по наименованиям и кодам административных единиц субъектов Российской Федерации в ПФО, в т. ч. пространственные координаты административных границ. База

данных позволяет работать совместно с 14 самостоятельными БД по субъектам Российской Федерации в ПФО, а также с тематическими БД. Она позволяет формировать пространственные выборки с последующим представлением в виде тематических карт округа, отдельных субъектов Российской Федерации.

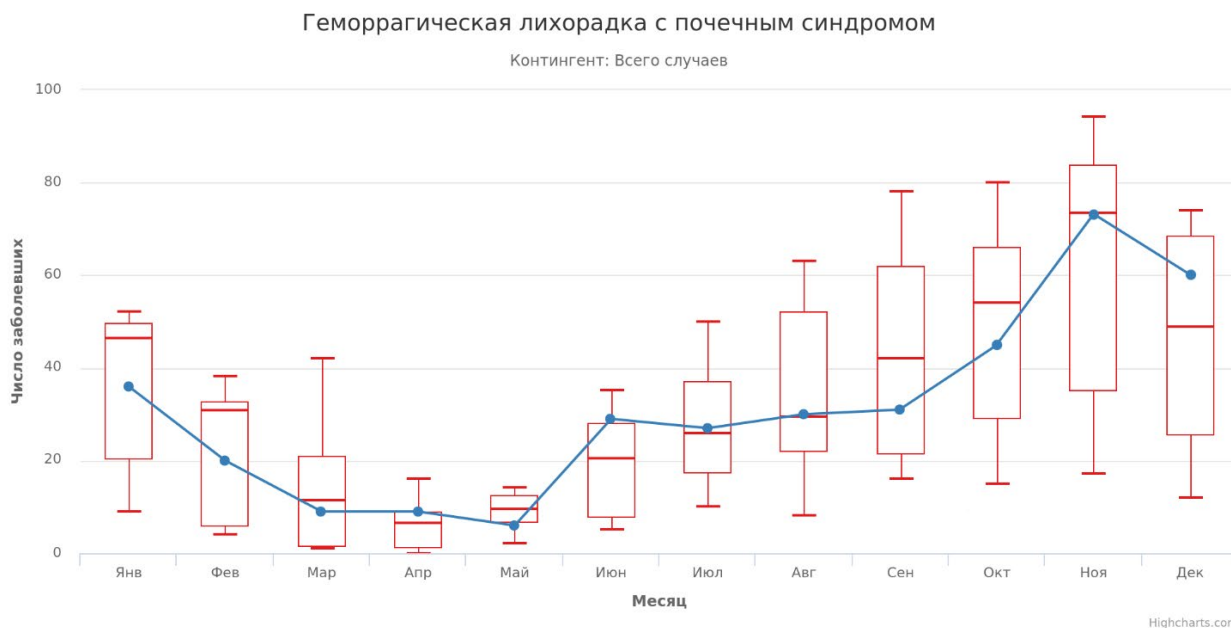


Рис. 4. Предварительный прогноз и фактическая заболеваемость ГЛПС в 2018 г.

Общая структура БД Эпидемиологического атласа ПФО представлена на рис. 5.

Постоянно ведется работа по государственной регистрации баз данных ГИС «Эпидемиологический атлас ПФО». В июле 2015 г. получено первое свидетельство о государственной регистрации базы данных «Электронный эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа» [10].

Свидетельства Федеральной службы по интеллектуальной собственности на 14 баз данных «Электронный эпидемиологический атлас субъекта Российской Федерации Приволжского федерального округа по материалам 2016 года» получены в ноябре–декабре 2017 г.

В августе–ноябре 2018 г. получены свидетельства о государственной регистрации 14 баз данных по материалам 2017 года и отдельной БД «Электронный эпидемиологический атлас ПФО (по материалам 2017 года)» [15].

В ноябре–декабре 2019 г. получены свидетельства о государственной регистрации 14 баз данных по материалам 2018 года и отдельной БД «Электронный эпидемиологический атлас ПФО (по материалам 2018 года)» [16].

Доступ к «Эпидемиологическому атласу Приволжского федерального округа» возможен двумя способами:

- раздел «Эпидемиологический атлас» на главной странице сайта ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной. <http://www.nniem.ru/>;

- главная страница сайта «Эпидемиологический атлас ПФО». <http://epid-atlas.niiem.ru/> [17].

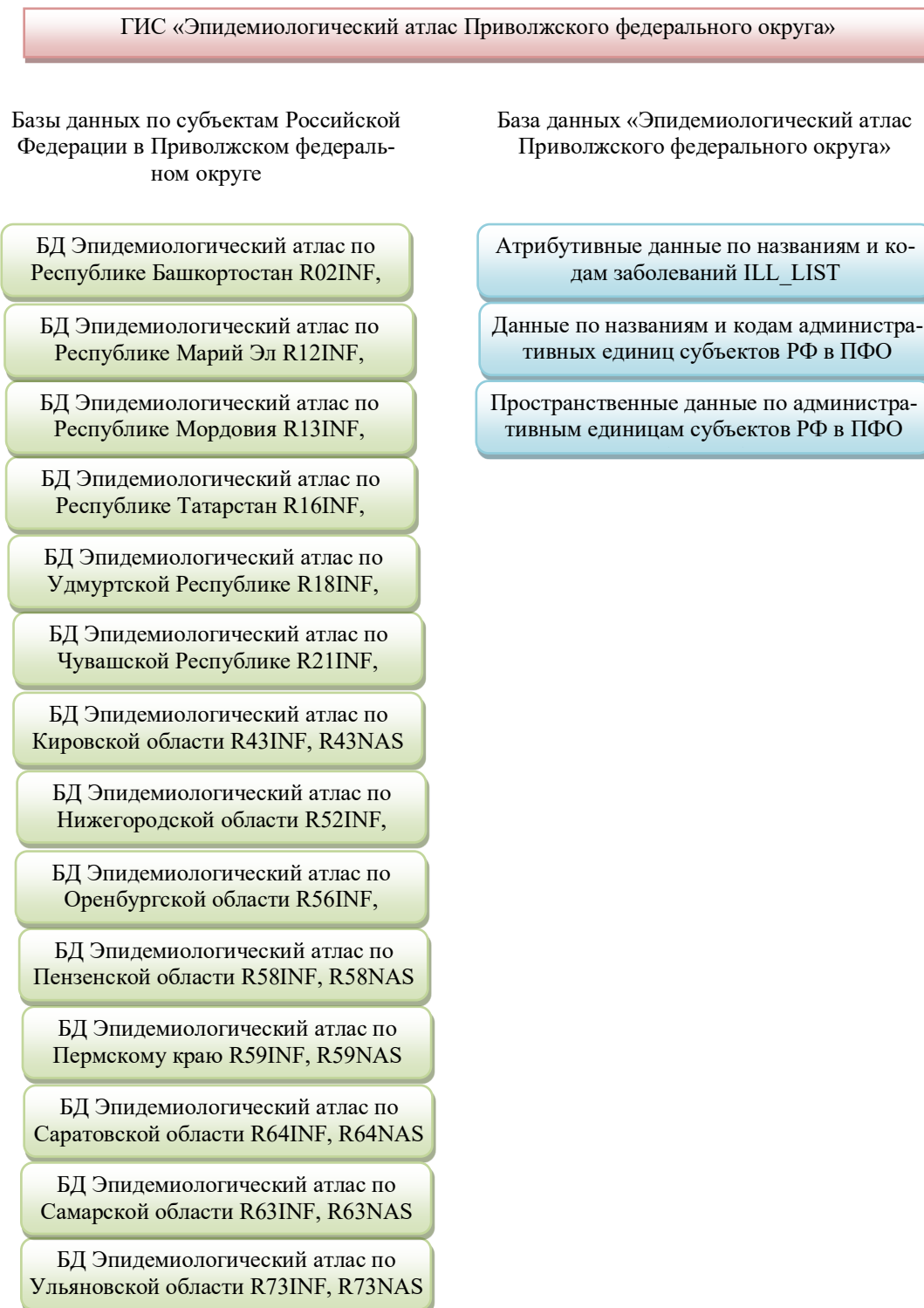


Рис. 5. Общая структура баз данных «Эпидемиологического атласа Приволжского федерального округа»

Направления развития проекта

Актуальность данного научного направления подтверждается тем, что доклады по тематике применения ГИС-технологий в здравоохранении присутствуют не только на тематических конференциях, таких как Всероссийские конференции «Геоинформационные системы в здравоохранении РФ: данные, аналитика, решения» [18]. Медицинская тематика применения ГИС-технологий рассматривается на многих значимых мероприятиях в сфере применения геоинформационных систем и технологий, например, на ежегодных конференциях ИнтерКарто/ИнтерГИС [19]. Конференция Esri ГИС для здравоохранения и социальных служб (Esri Health and Human Services GIS Conference) проводится в США с 2001 г. [20].

Журнал ArcReview компании Esri (США) – производителя геоинформационных систем ArcInfo, ArcGIS регулярно публикует статьи по тематике применения ГИС-технологий в здравоохранении. В 2012 г. вышел тематический номер журнала «ГИС в здравоохранении и медицине» [21], а в 2017 г. – тематический номер «ГИС и здоровье общества» [22].

Согласно анализу, выполненному в рамках научно-исследовательской работы [23] в 2018–2019 гг. Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) по заказу Росреестра, Эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа вошёл в число 15 лучших отечественных практик внедрения в деятельность пространственных данных, данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий [24]. Предложения по развитию проекта были сформулированы в работах [12, 25].

В целях эффективного использования имеющегося опыта разработки и применения ГИС «Эпидемиологический атлас ПФО», дальнейшего ее совершенствования, расширения функций для применения в других федеральных округах специалисты ФБУН ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной Роспотребнадзора в 2019–2020 гг. выполняют НИР «Разработка территориально распределённого геоинформационного программного комплекса «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации. Территория федерального округа», рег. № НИОКР АААА-А19-119011790218-8 [7]. В рамках новой НИР были выполнены патентные исследования и подготовлен аналитический обзор [26, 27], сформулированы методические подходы к созданию ГИС «Эпидемиологический атлас России» [28, 29] и разработаны следующие документы:

- Концепция создания территориально распределённого геоинформационного программного комплекса «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации» (ГИС «Эпидемиологический атлас России»);

- Техническое задание на разработку территориально распределённого геоинформационного программного комплекса ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория федерального округа»;

- Специальное программное обеспечение ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория федерального округа»;

- Комплект программной документации. ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория федерального округа».

В соответствии с Концепцией создания территориально распределенного геоинформационного программного комплекса «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации» (ГИС «Эпидемиологический атлас России»), предусмотрено два уровня реализации окружной и федеральной и, соответственно, разработка двух подсистем:

- федерального округа;
- Российской Федерации.

На уровне федерального округа разрабатывается подсистема «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации. Территория федерального округа» – окружной уровень ГИС «Эпидемиологический атлас России».

На уровне Российской Федерации разрабатывается подсистема «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации. Территория Российской Федерации» – федеральный уровень ГИС «Эпидемиологический атлас России».

Территориально распределенный геоинформационный программный комплекс «Электронный эпидемиологический атлас Российской Федерации» (ГИС «Эпидемиологический атлас России») предназначен для применения на уровне:

- федерального округа в органах государственного и муниципального управления, в территориальных надзорных органах и учреждениях Роспотребнадзора, в медицинских организациях субъектов Российской Федерации;
- Российской Федерации в федеральных органах исполнительной власти, в надзорных органах и учреждениях Роспотребнадзора, в медицинских организациях Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Подсистема ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория федерального округа» разрабатывается в рамках действующей НИР Рег. № НИОКР АААА-А19-119011790218-8 в соответствии с Отраслевой научно-исследовательской программой Роспотребнадзора на 2016–2020 гг. «Проблемно-ориентированные научные исследования в области эпидемиологического надзора за инфекционными и паразитарными болезнями».

Разработка подсистемы ГИС «Эпидемиологический атлас России. Территория Российской Федерации» предполагается в рамках новой НИР в соответствии с Отраслевой научно-исследовательской программой Роспотребнадзора на 2021–2025 гг. [28, 29].

Заключение

До недавнего времени аналитико-прогностическая информация в ГИС эпидемиологической направленности основывалась на ретроспективных данных о числе заболевших и не учитывала динамику факторов среды [8, 11, 12, 30]. В настоящее время при использовании геоинформационных технологий в эпидемиологии характерна разработка комплексных оценок факторов риска совместно с ретроспективным анализом. В качестве примера реализации многофакторной системы в сфере эпидемиологии можно рассматривать геопортал ЕЗ [31]. Цель создания геопортала

ЕЗ – содействие геопространственному моделированию инфекционных заболеваний в Европе и его интеграции в общественное здравоохранение. Наборы геопространственных данных, содержащиеся на геопортале ЕЗ, охватывают потенциальные детерминанты различных инфекционных заболеваний в Европе в самом широком смысле. Они включают: климатические параметры, наблюдавшиеся в прошлом, текущие и прогнозируемые в будущем (сценарии изменения климата); особенности ландшафта и землепользования; социально-экономические данные. Геопортал ЕЗ разработан в соответствии с рекомендациями Директивы Европейского парламента и Совета Европейского Союза 2007/2/ЕС от 14 марта 2007 г. об установлении инфраструктуры пространственной информации в ЕС (INSPIRE), чтобы обеспечить надежность и сопоставимость данных.

Учитывая сложившуюся ситуацию в современном состоянии использования геоинформационных технологий в эпидемиологии, можно сформулировать 4 основных направления дальнейшей работы [1, 27, 28, 29]:

- I. Совершенствование структуры и содержания баз данных;
- II. Совершенствование аналитических методов и технологий;
- III. Совершенствование методов и технологий многофакторного медико-географического прогнозирования;
- IV. Совершенствование средств и методов визуализации различных тематических данных.

При этом особое внимание будет уделено решению следующих задач:

- расширение информационной базы. использование новых форм федерального статистического наблюдения за инфекционными и паразитарными болезнями, а также детализированной эпидемиологической информации по отдельным нозологиям;
- исследование возможностей использования данных о серологическом мониторинге состояния коллективного иммунитета против управляемых инфекций;
- исследование возможностей использования данных о микробиологическом мониторинге;
- повышение информативности картографической основы в части дорожной сети, водных и лесных объектов, границ промышленных и урбанизированных территорий;
- исследование возможностей использования тематических данных внешних баз данных;
- исследование возможностей использования пространственного анализа заболеваемости на сопредельных территориях;
- исследование возможностей совершенствования пространственного анализа заболеваемости с учетом естественных границ, природных ареалов и транспортных коммуникаций;
- использование многофакторных вариантов анализа;
- разработка и исследование методов прогнозирования заболеваемости с учетом медико-биологических факторов;

- разработка и исследование методов прогнозирования заболеваемости с учетом климатических факторов;
- разработка и исследование методов прогнозирования заболеваемости с учетом географических факторов;
- разработка количественных критериев эпидемиологической активности для каждого инфекционного и паразитарного заболевания для своевременного выявления изменений эпидемиологической обстановки;
- анализ существующих систем условных обозначений и подготовка предложений по унификации обозначений на медико-географических картах;
- исследование возможностей применения специальных видов картографических проекций, трехмерных и динамических картографических отображений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 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. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39275403>
2. Мартыненко А. И., Побединский Г. Г. Методология создания ГИС «Экология и здоровье населения Нижегородской области». / География населения и расселения: история и современность: Материалы межрегиональной научно-практической конференции (Нижний Новгород, 22–24 декабря 1999 г.). – Нижний Новгород: Нижегородский гуманитарный центр, 1999, с. 179-180. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35086689>
3. Разработка геоинформационного проекта «Эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа». / Е. И. Ефимов, Л. В. Корнилова, Т. Ф. Рябикова, П. Н. Никитин / Международный научно-промышленный форум «Великие реки ' 2004». Генеральные доклады, тезисы докладов. Нижний Новгород, ННГАСУ, 2004, с. 512-514. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26176914>
4. Геоинформационный проект «Эпидемиологический атлас по вирусным гепатитам Приволжского Федерального округа»/ Т. Ф. Рябикова, Е. И. Ефимов, Г. Г. Побединский, П. Н. Никитин // В сборнике: «Вирусные гепатиты – проблемы эпидемиологии, диагностики, лечения и профилактики. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (Москва 24–25 мая 2005 г.)». М.: 2005, с. 294-297. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26065902>
5. Электронный эпидемиологический атлас ПФО как средство наглядной визуализации аналитических данных/ Е. И. Ефимов, Т. Ф. Рябикова, Г. Г. Побединский, П. Н. Никитин, Л. В. Корнилова / Международный научно-промышленный форум «Великие реки- 2006». Генеральные доклады, тезисы докладов. Нижний Новгород, ННГАСУ, 2006, с. 319 – 320. <https://elibrary.ru/item.asp?id=27608295>
6. Ефимов Е. И., Еруков С. В., Ершов В. И. Методологические основы разработки и функционирования географической информационной системы для целей мониторинга за эпидемиологической ситуацией // В сборнике: Научное обеспечение противоэпидемической защиты населения. Материалы юбилейной Всероссийской научно-практической конференции (Нижний Новгород, 15–17 июня 2009 г.). Нижний Новгород: ННИИЭМ. 2009. С. 72–73. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25953109>
7. Основы ретроспективного анализа инфекционной заболеваемости: учеб. пособие для студентов мед. вузов / Н. Н. Потехина, О. В. Ковалишена, Ю. Г. Пискарев, В. А. Никифоров, В. И. Ершов, Д. Б. Гришин, Д. К. Божатков; ред.: В. В. Шкарин, Р. С. Рахманов. – Н. Новгород : Изд-во НижГМА, 2009. – 160 с. – ISBN 978-5-7032-0754-3 <https://elibrary.ru/item.asp?id=19549619>
8. Ефимов Е. И., Ершов В. И., Никитин П. Н. Применение ГИС-технологий в противоэпидемической защите населения ПФО // 12-й Международный научно-промышленный

форум «Великие реки'2010». Труды конгресса. В 2 томах. Т. 1. Нижний Новгород, ННГАСУ, 2011. С. 279–281. <https://elibrary.ru/item.asp?id=25561598>

9. Разработка геоинформационного проекта – электронный эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа (ПФО) (2011-2015 гг.) [Текст]: отчет о НИР (заключ.): / ФБУН ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной; рук. Е. И. Ефимов. – Нижний Новгород, 2015. – 34 с. – исполн. В. И. Ершов, Л. А. Солнцев, Н. Н. Зайцева, С. Ю. Кашников, Н. Е. Мартынова. – Библиогр.: с. 32 – 34. – № ГР АААА-Б16-216022570159-0. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosrid.ru/ikrbs/KFPCUQ2NCZGBMMJMGDFACZE6> (дата обращения: 24.04.2020). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41255486>

10. Электронный эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа. / Солнцев Л. А., Зайцева Н. Н., Ершов В.И., Ефимов Е. И. / Свидетельство о регистрации базы данных RUS 2015621143. Заявл. 05.06.2015. Оpubл. 20.08.2015 http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=DB&rn=3814&DocNumber=2015621143&TypeFile=html. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35389462>

11. 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. <http://www.stm-journal.ru/ru/numbers/2017/4/1402/pdf>. <https://elibrary.ru/item.asp?id=32325252>

12. Совершенствование эпидемиологического надзора за природно-очаговыми инфекциями в ПФО с использованием ГИС-технологий [Текст]: отчет о НИР (заключ.): / ФБУН ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной; рук. Е. И. Ефимов. – Нижний Новгород, 2018. – 42 с. – исполн. Г. Г. Побединский, Л. А. Солнцев, В. И. Ершов. – Библиогр.: с.35 – 40. – № ГР АААА-Б18-218122090154–9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosrid.ru/ikrbs/AF51M6I6TRQLVGPVAVDGBYCSJ> (дата обращения: 24.04.2020). <https://elibrary.ru/item.asp?id=41255483>

13. Приказ Федеральной службы государственной статистики от 28 января 2014 г. № 52 «Об утверждении статистического инструментария для организации Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека федерального статистического наблюдения за заболеваемостью населения инфекционными и паразитарными болезнями и профилактическими прививками».

14. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 2 декабря 2014 г. № 1203 «Об утверждении инструкций по заполнению форм федерального статистического наблюдения».

15. Электронный эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа (по материалам 2017 года). / Л. А. Солнцев, Н. Н. Зайцева, Е. И. Ефимов, Г. Г. Побединский // Свидетельство о регистрации базы данных RUS 2018621866. Заявл. 08.11.2018. Оpubл. 22.11.2018. Бюл. № 12. http://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=DB&rn=3814&DocNumber=2018621866&TypeFile=html. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36444328>

16. Электронный эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа (по материалам 2018 года). / Е. И. Ефимов, Н. Н. Зайцева, М. В. Вьюшков, Г. Г. Побединский, С. А. Сарсков // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2019622175. Заявл. 12.11.2019. Оpubл. 26.11.2019. Бюл. № 12. https://www1.fips.ru/fips_servl/fips_servlet?DB=DB&rn=3814&DocNumber=2019622175&TypeFile=html. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41531428>

17. Электронный эпидемиологический атлас Приволжского федерального округа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://epid-atlas.nniiem.ru/> (дата обращения: 24.04.2020).

18. Всероссийская конференция «ГИС в здравоохранении РФ: данные, аналитика, решения» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://gishealth.ru/?page_id=441 (дата обращения: 24.04.2020).

19. Материалы Международной конференции «ИнтерКарто/ИнтерГИС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://intercarto.msu.ru/jour/index.php?lang=ru> (дата обращения: 24.04.2020).

20 Esri Health and Human Services GIS Conference [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.esri.com/en-us/about/events/health-human-services-conference/overview> (дата обращения: 24.04.2020).

21 Журнал ArcReview. Тематический выпуск «ГИС в здравоохранении и медицине». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/list.php?SECTION_ID=221 (дата обращения: 24.04.2020).

22 Журнал ArcReview. Тематический выпуск «ГИС и здоровье общества» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.esri-cis.ru/news/arcreview/list.php?SECTION_ID=1098 (дата обращения: 24.04.2020).

23 Исследование и прогнозирование потребностей экономики в пространственных данных, данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологиях. URL: <https://pd.gosreforma.ru/> (дата обращения: 24.04.2020)

24 Лучшие практики создания геоинформационных систем, формирования пространственных данных, данных дистанционного зондирования Земли. URL: <https://pd.gosreforma.ru/practices/> (дата обращения: 24.04.2020).

25 Ефимов Е. И., Побединский Г. Г. О новой концепции Эпидемиологического атласа. / 20-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки'2018». Труды научного конгресса. В 3 т. Т. 1. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2018. - с. 304 - 309. ISBN 978-5-528-00299-6; 978-5-528-00300-9. <http://www.nngasu.ru/word/reki2018/velikie-reki-2018-1.pdf>. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36316643>. https://elibrary.ru/download/elibrary_36316552_70835091.pdf

26 Побединский Г. Г., Сарсков С. А. Медицинская география. Современное состояние и направления развития / 21-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки'2019». Труды научного конгресса. В 3 т. Т. 1. - Нижний Новгород: ННГАСУ, 2019. - с. 272 – 281. ISBN 978-5-528-00360-3; 978-5-528-00361-0. <https://cloud.mail.ru/stock/bs5fREw-rnAcMmwyGB6tzXXM7>. <http://www.nngasu.ru/about/cooperation/ForumXXI.php>. <https://elibrary.ru/item.asp?id=41146619>

27 Побединский Г. Г., Сарсков С. А. Геоинформационные системы и технологии в противозидемической практике. Интеграция пространственных данных в целях эпидемиологического мониторинга территорий // ФБУН ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной. – Нижний Новгород, 2019. – 59 с. – Деп. ВИНТИ РАН 16.12.2019, № 118-B2019. DOI: 10.36535/0202-6120-2020-01-118-2019. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42318823>

28 Разработка методических подходов к созданию ГИС «Эпидемиологический атлас России» [Текст]: отчет о НИР (промежут.): / ФБУН ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной; рук. Е. И. Ефимов. – Нижний Новгород, 2019. – 116 с. – исполн. Г. Г. Побединский, В. И. Ершов, М. В. Вьюшков, С. А. Сарсков, Ю. Р. Белых. – Библиогр.: с.38 – 43. – № ГР АААА-Б19-219120590046-7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosrid.ru/ikrbs/9GZMA2RJ4KYAZND5D7ZQIKKT> (дата обращения: 24.04.2020). <https://elibrary.ru/item.asp?id=41681676>

29 Разработка методических подходов к созданию ГИС «Эпидемиологический атлас России» / Е. И. Ефимов, Г. Г. Побединский, В. И. Ершов, М. В. Вьюшков, С. А. Сарсков, Ю. Р. Белых // ФБУН ННИИЭМ им. академика И. Н. Блохиной. – Нижний Новгород, 2019. – 113 с. – Библиогр.: с.38 – 43. – Деп. ВИНТИ РАН 16.12.2019, № 119-B2019. DOI: 10.36535/0202-6120-2020-01-119-2019. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42318824>

30 Лабораторная диагностика гриппа и ОРВИ // ФГБУ «НИИ гриппа им. А. А. Смородинцева» Минздрава России [сайт]. URL: https://influenza.spb.ru/system/epidemic_situation/laboratory_diagnostics/ (дата обращения: 24.04.2020).

31 Геопортал ЕЗ Европейской сети по окружающей среде и эпидемиологии (ЕЗ Geoporta European Environment and Epidemiology Network). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e3geoportal.ecdc.europa.eu/SitePages/Home.aspx> (дата обращения: 24.04.2020).

© Е. И. Ефимов, Г. Г. Побединский, 2020