Издается
Московским
государственным
университетом
геодезии
и картографии
(МИИГАиК)
с 2008 года

Published by
MIIGAiK since 2008

e-ISSN 2782-6678

Пространственные данные: наука и технологии

Spatial Data: science, research and technology

13 | 2022

Научное издание
Московского государственного университета
геодезии и картографии (МИИГАиК)

Пространственные данные: наука и технологии

Scientific peer-reviewed journal
"Spatial Data: science, research and technology"

13 | 2022

Москва, Россия
Moscow, Russia

О журнале

ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ
Научный журнал «Пространственные данные: наука и технологии»

СОКРАЩЕННОЕ НАЗВАНИЕ
«Пространственные данные: наука и технологии»

МЕЖДУНАРОДНОЕ НАЗВАНИЕ
«Spatial Data: science, research and technology»

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ
геодезия, геоинформатика, картография, землеустройство, кадастр, мониторинг земель, геоэкология, геофизика, маркшейдерское дело, горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, системный анализ, машинное обучение, искусственный интеллект

УЧРЕДИТЕЛЬ, ИЗДАТЕЛЬ
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК)

ЛИЦЕНЗИЯ
материалы журнала распространяются в открытом доступе по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

СТРАНА, ГОРОД
Россия, Москва

ДАТА ОСНОВАНИЯ
2008 год

ПЕРИОДИЧНОСТЬ
4 выпуска в год

ЯЗЫКИ
русский язык (полнотекстовая версия), английский язык (метаданные)

e-ISSN
2782-6678

ВЕБ-САЙТ
spacejournal.ru

СВИДЕТЕЛЬСТВО О СМИ
серия Эл № ФС77-85558 (сетевое СМИ)

ИНДЕКСИРОВАНИЕ
РИНЦ (НЭБ eLIBRARY.RU)

Редакционная коллегия

Редакция
Отдел наукометрии и издательской деятельности

Выпускающий редактор:
Завалишина Е.В.
Научный редактор:
Завалишина Е.В.
Технический редактор:
Журавлёва Е.Д.
Компьютерная верстка:
Леднёва С.В.
Дизайн-макет обложки:
Леднёва С.В.

Учредитель и издатель
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

Адрес
105064, Москва, Гороховский пер., 4

e-mail:
info@spacejournal.ru

Подписано в печать
25.12.2022.

Гарнитура Ubuntu.

© МИИГАиК

Главный редактор

Камынина Надежда Ростиславовна
д-р эконом. наук (Москва, Россия)

Заместитель главного редактора

Матерухин Андрей Викторович
д-р техн. наук (Москва, Россия)

Атаманов Сергей Александрович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Ашихмина Тамара Яковлевна д-р техн. наук (Киров, Россия)

Братков Виталий Викторович д-р геог. наук (Москва, Россия)

Булаева Нуржаган Маисовна д-р техн. наук (Махачкала, Россия)

Воробьёв Андрей Владимирович д-р техн. наук (Уфа, Россия)

Воробьёва Гульнара Равилевна д-р техн. наук (Уфа, Россия)

Вшивкова Ольга Владимировна д-р техн. наук (Москва, Россия)

Гайрабеков Ибрагим Гиланиевич д-р техн. наук (Грозный, Россия)

Гарбук Сергей Владимирович канд. техн. наук (Москва, Россия)

Григорьев Сергей Александрович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Гусев Владимир Николаевич д-р техн. наук (С.-Петербург, Россия)

Кашников Юрий Александрович д-р техн. наук (Пермь, Россия)

Колоденкова Анна Евгеньевна д-р техн. наук (Самара, Россия)

Кулагин Владимир Петрович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Малинников Василий Александрович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Пененко Алексей Владимирович д-р тех. наук (Новосибирск, Россия)

Розенберг Игорь Наумович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Сугаипова Лейла Супьяновна д-р техн. наук (Москва, Россия)

Темкин Игорь Олегович д-р техн. наук (Москва, Россия)

Сученко Владимир Николаевич д-р техн. наук (Москва, Россия)

Ульянов Сергей Викторович д-р физ.-мат. наук (Дубна, Россия)

Содержание

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

Вавулинская Д.Д., Миклашевская О.В. 5
Информационное обеспечение деятельности Росреестра по вопросам верификации и гармонизации сведений ФГИС ЕГРН

Семенская О.Н., Лелюхина А.М. 19
Совершенствование кадастрового учета земель лесного фонда

Сизов А.П., Миклашевская О.В., Илюшина Т.В., Атаманов С.А. 30
Создание веб-сервиса для исчисления средоформирующего потенциала территории на уровне субъекта Российской Федерации

ГЕОИНФОРМАТИКА, КАРТОГРАФИЯ

Баранова Н.А. 43
Возможности российского программного обеспечения для создания трехмерных карт

Синицына А.Л. 59
Обзор пространственных моделей в экономике

Побединский Г.Г., Ефимов Е.И., Сарсков С.А., Вьюшков М.В. 74
Методология ретроспективного и оперативного анализа заболеваемости в ГИС «Эпидемиологический атлас России»

ГЕОДЕЗИЯ

Кравчук И.М. 95
Особенности оценки точности результатов фазовых измерений спутниковыми приемниками

УДК 502.173, 528.44
DOI:10.30533/scidata-2022-13-01
CC BY

Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Информационное обеспечение деятельности Росреестра по вопросам верификации и гармонизации сведений ФГИС ЕГРН

Д.Д. Вавулинская[1]
О.В. Миклашевская[1]

АННОТАЦИЯ

Федеральные информационные ресурсы Росреестра, а именно Государственный кадастр недвижимости (ГКН) и Единый государственный реестр прав на недвижимое имущество (ЕГРП), длительный период времени являлись основой для формирования единой учетно-регистрационной системы. Данные ресурсы функционировали обособленно, поэтому их слияние и формирование единого информационного ресурса — Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН), привело к возникновению многочисленных ошибок. В свою очередь полученные по результатам совершения сделок с недвижимостью выписки из ЕГРН должны содержать полную и достоверную информацию. Необходимое своевременное устранение таких ошибок позволит улучшить функционирование рынка недвижимости, обеспечит гарантии зарегистрированным правам.
Практическая значимость проведенного исследования позволяет сформулировать вывод, что эффективность работы любой системы связана с возможностью быстрого обнаружения и исправления возникающих в процессе работы ошибок. Достоверность информации влияет на экономическую эффективность системы ЕГРН в целом (взимание платы возможно и должно осуществляться только за предоставление достоверных и актуальных сведений). Исправление ошибок, гармонизация и верификация сведений требуют времени и четкой технологии осуществления. Для этого были разработаны технологические схемы процедур исправления ошибок, схема классификации ошибок и рассмотрен пример из рабочей практики по исправлению сложных случаев ошибок в ЕГРН.

АФФИЛИАЦИИ

[1] Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
waw.fishka3@yandex.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Вавулинская Д.Д., Миклашевская О.В. Информационное обеспечение деятельности Росреестра по вопросам верификации и гармонизации сведений ФГИС ЕГРН // Пространственные данные: наука и технологии. 2022. № 13. С. 5–18. DOI:10.30533/scidata-2022-13-01.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

единый государственный реестр недвижимости, ЕГРН, Росреестр, техническая ошибка в записях ЕГРН, реестровая ошибка в сведениях ЕГРН, гармонизация сведений ЕГРН, верификация сведений в ЕГРН, кадастровый номер объекта недвижимости

1 Введение

Актуальность вопроса обусловлена в эффективности работы любой системы, связанной с возможностью быстрого обнаружения и исправления возникающих в процессе работы ошибок. Информационная система Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) не является исключением. В результате слияния двух информационных баз данных — Единого государственного реестра прав на недвижимое имущество (ЕГРП) и Государственного кадастра недвижимости (ГКН), начали образовываться задвоенные данные об одном и том же объекте недвижимого имущества — дубли. ЕГРН, как и любой другой информационный ресурс, содержит ошибки, которые часто не зависят от добросовестности работников органа регистрации прав. Реестровые ошибки могут возникать вследствие того, что ошибочные сведения содержатся в документах-основаниях, по которым данные были внесены в ЕГРН. Исправление ошибок и верификация сведений требует времени и технологий их выявления. При верификации данных происходит сопоставление сведений по характеристикам объектов, которые прошли гармонизацию, что является основой достоверной информации в ЕГРН, которая, в свою очередь, влияет на экономическую эффективность системы ЕГРН в целом (взимание платы возможно и должно осуществляться только за предоставление достоверных и актуальных сведений).[1]

Целью данной статьи является проведение исследования и анализа технологии исправления реестровых и технических ошибок, а также верификации сведений в системе ЕГРН на основании нормативно-правовых актов и практической деятельности Росреестра по Московской области.

Авторы обозначили следующие задачи для своего исследования:

- классификация и анализ основных видов ошибок и верификации сведений, которые содержатся в ЕГРН;
- изучение института нормативно-правового обеспечения, составляющего основу технологии исправления ошибок и верификации сведений;
- рассмотрение практических материалов деятельности Росреестра по верификации сведений и исправлению ошибок.[1]

2 Материалы и методы

Был проведен анализ нормативно-правового обеспечения деятельности Росреестра, а именно: Федерального закона от 13.07.2015 № 218–ФЗ

1 Вавулинская Д.Д. Выпускная квалификационная работа «Разработка научно-методического обеспечения процедур исправления технических и реестровых ошибок». М.: МИИГАиК, 2022. 65 с.

«О государственной регистрации недвижимости»[2], Приказов Росреестра № П/0310 от 19.08.2020[3], № П/0241 от 01.06.2021[4], № П/0509 от 30.12.2020[5].

Также были проанализированы научные публикации и диссертации ученых, которые занимались выявлением ошибок и их классификацией, например: Дорош М.П., Варламов А.А., Овчинникова А.Г. и другие [1–3, 5].

Эмпирическим методом является анализ протоколов заседаний рабочих групп Росреестра по Московской области.

2.1 Основная часть

Для более упрощенного отслеживания причины ошибок, а впоследствии и исправления их, была разработана схема классификации ошибок в Федеральной государственной информационной системе ЕГРН (ФГИС ЕГРН), которая представлена в **Таблице 1**. Классификация представляет собой группировку ошибок и разделение их по общим признакам. Структуризация была проведена посредством последовательного анализа информации о возникающих ошибках в системе ведения ЕГРН.[1]

Процесс гармонизации — проверка соответствий сведений об объектах недвижимости, находящихся в ГКН и ЕГРП, по кадастровым номерам, чтобы привести к единообразию объекты недвижимости в ЕГРН и присвоенные Федеральным государственным бюджетным учреждением «Федеральная кадастровая палата Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии» (ФГБУ ФКП) кадастровые номера при осуществлении государственного кадастрового учета (ГКУ).

Процесс верификации данных — сопоставление сведений по характеристикам объектов, которые прошли гармонизацию. Необходимость данной процедуры заключается в выявлении технических и реестровых ошибок в описании характеристик из-за некорректной отправки сведений из органов технической инвентаризации (ОТИ) в ФГБУ ФКП Росреестра и своевременного их устранения.

Ранее уже упоминалось, что слияние двух обособленных федеральных информационных ресурсов Росреестра привело к возникновению множества ошибок,

---

2 Федеральный закон от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182661/ (дата обращения: 01.03.2022).

3 Приказ Росреестра от 19.08.2020 г. № П/0310 «Об утверждении отдельных форм заявлений ...». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_362285/ (дата обращения: 01.03.2022).

4 Приказ Росреестра от 01.06.2021 г. № П/0241 «Об установлении порядка ведения ЕГРН, ...». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_387541/ (дата обращения: 01.03.2022).

5 Приказ Росреестра от 30.12.2020 г. № П/0509 «Об установлении порядка представления заявления о государственном кадастровом учете недвижимого имущества ...». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_383117/ (дата обращения: 01.03.2022).

Таблица 1 Классификация ошибок в ЕГРН.

Table 1 Classification of errors in the management system of Unified State Register of Real Estate.

ОШИБКИ		
«Грубая ошибка»	реестровая ошибка	ошибка измерений
		ошибка ОГВ и ОМСУ
		ошибка погрешности привязки к растрам
		ошибка с определением границ «как показал собственник»
		неполнота сведений
	нарушение пространственной привязки	ошибка привязки координат границ к ошибочным сведениям в ЕГРН
		незамкнутость контура
		самопересечение контура
		повторяющиеся точки
		пересечение точек при «ручном» режиме
Ошибка, связанная с ПО	ошибка после сбоев базы ЕГРН или новых версий ПО	
	взлом базы данных	
	опечатки оператора	
По дате возникновения	до 01.03.2008 г.	
	после 01.03.2008 г.	
По правовому признаку	неоднозначное трактование НПА	
	исправления несут вред и нарушают законность прав заинтересованных лиц	
	исправления не несут вред и нарушают законность прав заинтересованных лиц	
По виду характеристик ОН	вид ОН	
	вид жилого помещения	
	кадастровый номер	
	ранее присвоенные учетные номера	
	категория земель	
	вид разрешенного использования	
	сведения о вещных правах	
	сведения об ограничениях (обременениях)	
	адрес	
	описание местоположения	
	сведения о частях земельного участка	
	кадастровая стоимость	
	материал наружных стен и т.д.	

хотя объединение этих двух систем должно было уменьшить риски на рынке недвижимости и увеличить гарантии зарегистрированных прав.

На законодательном уровне было закреплено такое единство ГКН и ЕГРП (п. 6, ст. 12 ФЗ № 122 от 21.07.1997)[6]. И сведения ГКН были приравнены к сведениям Подраздела 1 ЕГРП, где был описан объект недвижимого имущества. А на основании ранее действующего п. 3 ст. 7 ФЗ № 221, сведения об общедоступных правах должны были считаться внесенными в ГКН. Но из-за того, что учет объектов недвижимости в разное время проводили разные органы (до 2001 г. учетом земельных участков (ЗУ) занимался Комитет по земельным ресурсам и землеустройству, а до апреля 2012 г. объектами капитального строительства (ОКС) занимался ОТИ), то была острая необходимость сопоставить идентичные объекты и привязать их друг к другу.[7] Вследствие чего с 2012 г. Росреестром проводятся работы по гармонизации сведений ЕГРП и ГКН и исправлению содержащихся в них ошибок. Эти работы не касаются зарегистрированных прав, а связаны только с описанием объектов недвижимости, при этом участие правообладателей не требуется.

Согласно приведенным выше определениям понятий гармонизации и верификации рассмотрим эти процедуры подробнее.

В настоящее время работы по гармонизации и верификации сведений ведутся отделом Повышения качества данных ЕГРН в Росреестре совместно с ФГБУ ФКП Росреестра, ОТИ и органами местного самоуправления. Этот процесс достаточно трудоемкий и долгий.

На первом этапе — гармонизация (сопоставление) — объекту из ЕГРП должна быть найдена пара в ГКН. Работы по гармонизации данных ЕГРП и ГНК зачастую во многих подразделениях проводятся в специальном программном комплексе — Территориальном информационном ресурсе (ТИР).

На этапе верификации характеристики гармонизированного объекта в ЕГРП и ГКН должны быть идентичны друг другу.

Предлагается к рассмотрению пример из рабочей практики. На повестку рабочей группы от 15.03.2019 г. был вынесен вопрос о верификации сведений ЕГРН в части восстановления статуса земельного участка с кадастровым номером 50:34:0050109:44, присвоенного данному земельному участку как дублирующему сведения о земельном участке 50:34:0050109:2337. В повестке рабочей группы — это Вопрос 3, фрагмент повестки рабочей группы представлен на **Рисунке 1**.

Проблема заключается в том, что за ошибкой кадастрового инженера последовала ошибка государственного регистратора при осуществлении учетно-регистрационных действий. И земельный участок с кадастровым номером 50:34:0050109:44

---

6 Федеральный закон от 21.07.1997 ФЗ № 122 «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15287/ (дата обращения: 01.03.2022).

7 Федеральный закон от 24.07.2007 ФЗ № 221 «О государственном кадастре недвижимости». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12054874/ (дата обращения: 02.03.2022).

Рис. 1 Повестка заседания рабочей группы от 15.03.2019.

Fig. 1 Agenda of the working group meeting dated 15.03.2019.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

1. Исполнение плана мероприятий по проведению работ по верификации сведений Единого государственного реестра недвижимости (далее - ЕГРН) в 2019 году.
2. Обращение , поступившее в Управление от 20.02.2019 в порядке личного приема № о рассмотрении вопроса верификации сведений ЕГРН в части восстановления статуса земельного участка с кадастровым номером 50:14:0070122:33, присвоенного данного земельному участку как дублирующему сведения о земельном участке 50:14:0070122:37.
3. Заявление о внесении в реестр объектов ЕГРН сведений о ранее учтенном объекте недвижимости входящий № поступившее в Управление от 02.03.2019, о рассмотрении вопроса верификации сведений ЕГРН в части восстановления статуса земельного участка с кадастровым номером 50:34:0050109:44, присвоенного данного земельному участку как дублирующему сведения о земельном участке 50:34:0050109:2337.
4. Поручение и.о. начальника Управления методического обеспечения и анализа в сфере регистрации прав и кадастрового учета по обращению исх. № от 06.03.2019.
5. Рассмотрение вопросов о проведении плановых работ, по исключению из сведений, содержащихся в ЕГРН объектов недвижимого имущества, не относящихся к объектам капитального строительства.
6. Иные вопросы.

ВЫСТУПИЛИ: Громова Т.А., Данилова И.Ю., Малахова И.А., Маслова Е.К.

стал архивным, а земельный участок с кадастровым номером 50:34:0050109:2337 был вместо первого включен как преобразованный земельный участок. Однако, это разные земельные участки, и связи между ними нет.[1]

Фрагмент справки с детальным рассмотрением вопроса представлен на **Рисунке 2**.

Рис. 2 Справка по обращению с целью внесения сведений в ЕГРН.

Fig. 2 Reference on the application for the purpose to include data to Unified State Register of Real Estate.

Вопрос №3

Заявление о внесении в ГКН сведений о ранее учтенном объекте недвижимости входящий № поступившее в Управление от 02.03.2019, о рассмотрении вопроса верификации сведений ЕГРН в части восстановления статуса земельного участка с кадастровым номером 50:34:0050109:44, присвоенного данного земельному участку как дублирующему сведения о земельном участке 50:34:0050109:2337.

02 марта 2019 года через Муниципальное автономное учреждение «Многофункциональный центр предоставления государственных и муниципальных услуг» поступило заявление о внесении в ГКН сведений о ранее учтенном объекте недвижимости входящий №

По итогам правовой экспертизы было выяснено, что земельный участок с кадастровым № 50:34:0050109:44 о постановке, которого просит заявитель, в порядке верификации по документу VER- был снят с кадастрового учета. А так же в последствии при постановке на учет земельного участка с кадастровым №50:34:0050109:2337 был включен в качестве предыдущего.

Прошу Вас рассмотреть на рабочей группе вопрос о восстановлении земельного в статусе «Актуальный» «Ранее учтенный». А так же отменить связь с земельным участком с кадастровым №50:34:0050109:2337.

Дополнительно сообщаем, что 25 февраля 2019 года заявитель обратился с обращением через сайт Росреестра (обращения граждан) №

Проанализировав сведения, содержащиеся в УИС КН установлено, что в результате ошибки кадастрового инженера при проведении мероприятий по исключению сведений об объектах имеющих статус предыдущий(преобразованные), Управлением удостоверен документ выборка по которому была осуществлены модулем УИС КН в автоматическом режиме.

По этому вопросу была проведена правовая экспертиза, и, так как выборка для верификации сведений была осуществлена модулем в унаследованной информационной системе ведения кадастра недвижимости (УИС КН) в автоматическом режиме, то земельный участок с кадастровым № 50:34:0050109:44 по документу VER-20**-**** был снят с кадастрового учета, а земельный участок с кадастровым номером 50:34:0050109:2337 был зарегистрирован вместо него.

В итоге по этому вопросу было вынесено следующее решение, которое представлено на **Рисунке 3**.

Управлению Росреестра по Московской области совместно с Филиалом «Федеральной кадастровой палаты» Росреестра по Московской области было определено провести работы по восстановлению статуса земельного участка с кадастровым номером 50:34:0050109:44. Также присвоить земельному участку с кадастровым номером 50:34:0050109:2337 статуса «Архивный». И связь между указанными земельными участками исключить.[1]

Рис. 3 Решение по Вопросу 3 в протоколе заседания рабочей группы от 06.09.2019 г.

Fig. 3 The decision on Issue 3, the record of the working group meeting dated 06.09.2019.

РЕШИЛИ:

Ошибка, допущенная кадастровым инженером, повлекла за собой ошибку, допущенную государственным регистратором, при осуществлении учетно-регистрационных действий.

Управлению совместно с Филиалом провести работы по восстановлению статуса земельного участка с кадастровым номером 50:34:0050109:44, и присвоению земельному участку с кадастровым номером 50:34:0050109:2337 статуса «Архивный». Связь между указанными земельными участками исключить.

В ходе проведения исследования авторами было рассмотрен ряд практических примеров верификации данных ЕГРН и на их основе разработаны действующие схемы технологии исправления технических и реестровых ошибок.[1]

СХЕМА ТЕХНОЛОГИИ ИСПРАВЛЕНИЯ ДУБЛЕЙ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ

1. Проверить количество записей и сверить характеристики объекта недвижимости в базе ГКН (обычно их 2).
2. Проверить объект в базе ЕГРН (обычно 1 запись).
3. В базе ЕГРН составить одну запись, а вторую сделать архивной на основании решения государственного регистратора.
4. Направить уведомление собственнику объекта недвижимости.

СХЕМА ТЕХНОЛОГИИ ИСПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ОШИБКИ

1. Проверка на соответствие сведений, содержащихся в документах–основаниях, сведениям содержащихся во ФГИС ЕГРН. Если выявлен факт наличия технической ошибки, допущенной регистрирующим органом при осуществлении ГКУ или ГРП, возникает необходимость принятия решения об исправлении технической ошибки.
2. Принятие решения об исправлении технической ошибки государственным регистратором.
3. Исправление технической ошибки государственным регистратором в течение 3 рабочих дней.
4. Направление уведомления собственнику объекта недвижимости органом регистрации прав.

СХЕМА ТЕХНОЛОГИИ ИСПРАВЛЕНИЯ РЕЕСТРОВОЙ ОШИБКИ В ОТНОШЕНИИ ПЛОЩАДИ ОБЪЕКТА НЕДВИЖИМОСТИ

1. Провести проверку на соответствие сведений, содержащихся в документах-основаниях, и сведений, включенных во ФГИС ЕГРН.
2. Направить запрос в БТИ, ФБГУ ФКП для предоставления дел правоустанавливающих документов с обязательным включением кадастрового паспорта объекта недвижимости.
3. Внесением государственным регистратором решения об исправлении ошибки.
4. Исправление реестровой ошибки государственным регистратором.
5. Направить уведомление собственнику объекта недвижимости.

3 Результаты

Исследование представляет собой систематизацию научных знаний о технологии исправления технических и реестровых ошибок и верификации сведений в системе ведения ЕГРН. Научное и прикладное значение результатов данного исследования заключается в сокращении времени исправления данных ошибок, а впоследствии и их численном уменьшении.

По результатам проделанного исследования **были решены следующие задачи:**

- проанализировано нормативно-правовое обеспечение, составляющее основу технологии исправления ошибок и верификации сведений;
- предложена классификация и анализ основных видов ошибок, которые содержатся в ЕГРН;
- рассмотрены практические материалы деятельности Росреестра по верификации сведений и исправлению ошибок.[1]

Результаты исследования предлагают несколько мер для улучшения работы ЕГРН. Во-первых, предлагается законодательно закрепить подробную классификацию видов ошибок для упрощения понимания, какие ошибки обнаружены и как их исправить. Во-вторых, необходимо внедрить алгоритмы исправления ошибок, чтобы процесс был автоматизирован и не требовал больших трудозатрат. В-третьих, нужно создать единообразное оформление документации, включая протокол рабочей группы по исправлению дублей для более простого и быстрого поиска нужной информации. Также предлагается структурировать документооборот в организации, чтобы эффективнее работать с документами, и с этой целью создать мобильное приложение для коммуникации между Росреестром и ФКП, которое облегчит взаимодействие и упростит процесс обмена информацией. Такие меры помогут улучшить работу с ЕГРН и сделать процесс более прозрачным и эффективным.

4 Обсуждение

На **Рисунке 4** представлен итоговый вариант технологической схемы по исправлению и выявлению ошибок в системе ведения ЕГРН. Для этого были изучены и проанализированы многие производственные материалы и практические примеры различных ошибок во ФГИС ЕГРН.

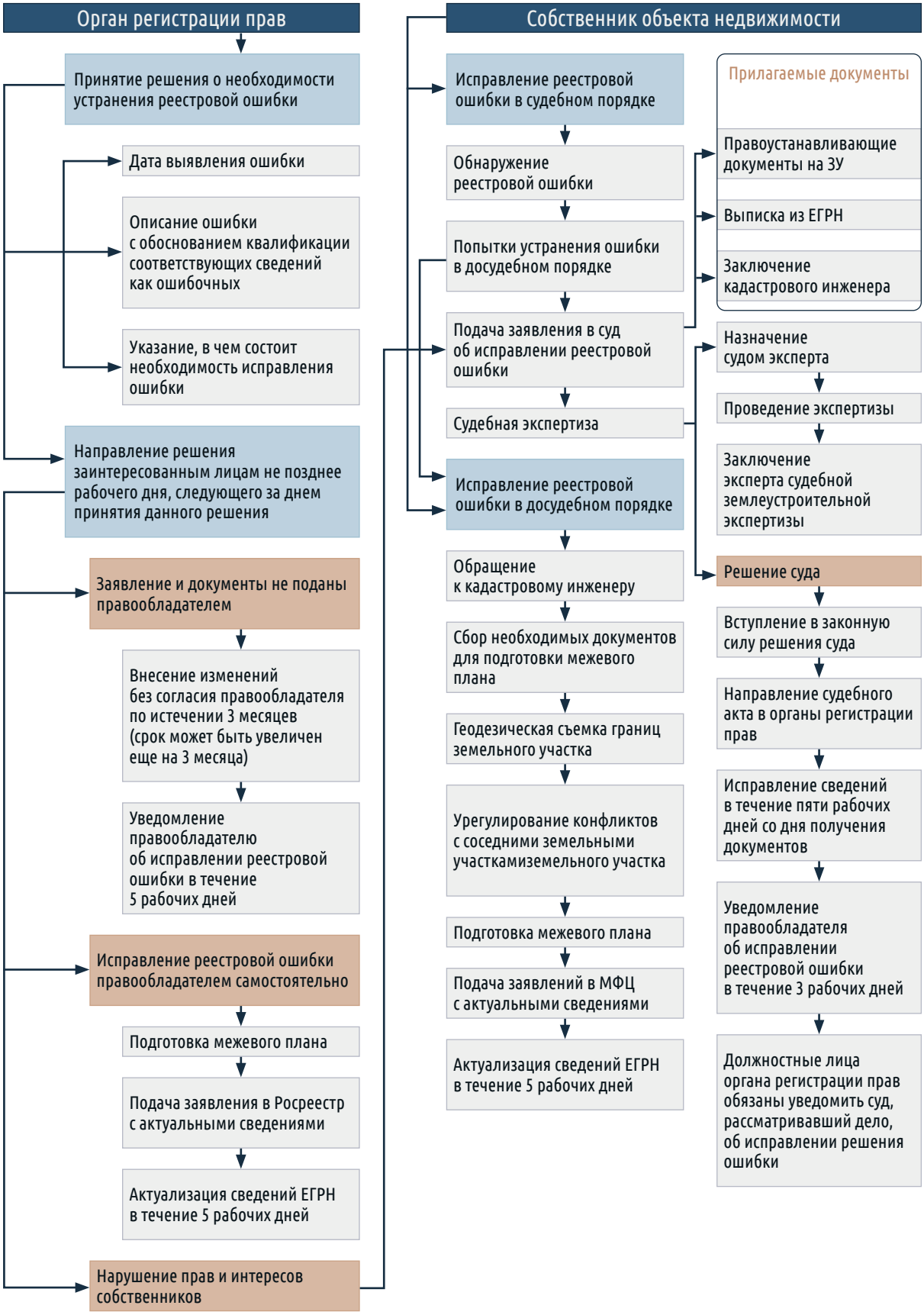
Так как на ФКП возложена обязанность определения координат границ ЗУ, в которых выявлена реестровая ошибка, и точность определения аналитическим методом не всегда достаточна для заявленных законом требований, то, чтобы избежать увеличения количества ошибок и облегчить финансовое бремя собственников объектов недвижимости, была создана ППК Роскадастр, которая должна объединить с 1 сентября 2022 г. следующие структуры: ФГБУ «ФКП Росреестра», ФГБУ «Центр геодезии, картографии и ИПД», АО «Ростехинвентаризацию — федеральное БТИ и АО «Роскартография», чтобы самостоятельно осуществлять кадастровые работы.[1]

5 Выводы

Для улучшения работы и создания полноценно функционирующей кадастровой системы в РФ можно использовать новейшие технологии для сбора, обработки, хранения и представления геодезических данных. Также необходимо усилить контроль со стороны государства над реализацией целевых программ. Кадастровая система РФ — это система учета и хранения информации о земельных участках, зданиях, сооружениях и иных объектах недвижимости, что делает

Рис. 4 Технологическая схема выявления и порядок исправления реестровых ошибок.

Fig. 4 Technological scheme for detecting and correcting registry errors.



эту систему важной частью государственного управления землей и имуществом, позволяет контролировать использование земельных ресурсов и регулировать строительство на территории страны.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Бриллиантовой А.Р. за помощь в разработке заключительной схемы исправления ошибок.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Дорош М.П. Разработка методики повышения достоверности кадастровой информации в Едином государственном реестре недвижимости: дис. канд. техн. наук: 25.00.26. Новосибирск, 2018. 147 с.
2. Овчинникова А.Г. Классификация ошибок в сведениях государственного кадастра недвижимости о земельных участках // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2013. № 2. С. 90–95.
3. Варламов А.А., Гальченко С.А., Антропов Д.В. Проблемы развития современных российских кадастровых систем в сфере недвижимости // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2017. №. 6 (189). С. 42–52.
4. Миклашевская О.В., Сизов А.П. Основы кадастра недвижимости. М.: Кнорус, 2020. 176 с.
5. Вавулинская Д.Д., Миклашевская О.В. Технология исправления технических и реестровых ошибок в процессе ведения ЕГРН // Труды XXIV Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 75-летию Победы в Великой Отечественной войне. Том I Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2020. С. 418–420.

АВТОРЫ

Вавулинская Дарья Дмитриевна
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра землеустройства и кадастров, факультет управления территориями

Миклашевская Ольга Витальевна
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра землеустройства и кадастров, факультет управления территориями

Поступила 01.09.2022. Принята к публикации 10.12.2022. Опубликована 25.12.2022.

UDC 502.173, 528.44
DOI:10.30533/scidata-2022-13-01

CC BY

Information support of Rosreestr activities on the issues of data verification and harmonization in Unified State Register of Real Estate (Federal State Information System)

Darya D. Vavulinskaya[1] ✉, **Olga V. Miklashevskaya**[1]

AFFILIATIONS

[1] Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
✉ waw.fishka3@yandex.ru

CITATION

Vavulinskaya DD, Miklashevskaya OV. Information support of Rosreestr activities on the issues of data verification and harmonization in Unified State Register of Real Estate (Federal State Information System). *Spatial Data: science, research and technology.* 2022;13: 5–18. DOI:10.30533/scidata-2022-13-01.

KEYWORDS

unified state register of real estate, Rosreestr, technical error, registry error, harmonization, verification, real estate object cadastral number

ABSTRACT

Federal information resources of Rosreestr – State Real Estate Cadastre and Unified State Register of Real Estate Property – were for a long period of time the basis for a new unified accounting and registration system. These resources functioned separately, so their integration and formation of a single data resource – Unified State Register of Real Estate – led to numerous errors. The need to eliminate them in due time will improve the functioning of real estate market, provide guarantees to the registered rights.
Extracts obtained as a result of real estate transactions from Unified State Register of Real Estate must contain complete and reliable information.

The practical significance of the research makes it possible to state that the efficiency of any system lies in the ability to quickly detect and correct errors that occur during the operation. Technological schemes of error correction procedures, the error classification scheme were developed for this purpose, as well as a case from the practice on correcting complex cases of errors in Unified State Register of Real Estate was considered.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their gratitude to Brilliantova A.R. for her help in developing the final error correction scheme.

REFERENCES

1. Dorosh MP. Development of a methodology for increasing the reliability of cadastral information in the Unified State Register of Real Estate. PhD thesis. Novosibirsk: 2018; 147 p. (In Russian).
2. Ovchinnikova AG. Classification of errors in the data of the state cadastre of real estate on land plots. *Izvestia vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2013;2: 90-95. (In Russian).
3. Varlamov AA, Galchenko SA, Antropov DV. Problems of development of modern Russian cadastral systems in the field of real estate. *Property relations in the Russian Federation.* 2017;6(189): 42-52. (In Russian).
4. Miklashevskaya OV, Sizov AP. *Fundamentals of real estate cadastre.* Moscow: Knorus; 2020. 176 p. (In Russian).
5. Vavulinskaya DD, Miklashevskaya OV. Technology of correction of technical and registry errors in the process of conducting the EGRN. *Proceedings of the XXIV International Symposium named after Usov MA for students and young scientists.* Tomsk Polytechnic University. 2020; 418-420. (In Russian).

AUTHORS

Darya D. Vavulinskaya
Moscow State University of Geodesy and Cartography
Department of Land management and cadastre, Faculty of Territory management

Olga V. Miklashevskaya
Moscow State University of Geodesy and Cartography
Department of Land management and cadastre, Faculty of Territory management

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

УДК 349.418
DOI:10.30533/scidata-2022-13-02
CC BY

Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Совершенствование кадастрового учета земель лесного фонда

О.Н. Семенская[1,2] ✉,
А.М. Лелюхина[2]

АННОТАЦИЯ

Одним из принципов лесного законодательства РФ является обеспечение рационального, многофункционального, бережного и постоянного использования лесов с целью удовлетворения потребностей граждан в лесах и лесных ресурсах. Степень рациональности использования лесных ресурсов напрямую зависит от принимаемых в их отношении управленческих решений. Такие решения в свою очередь базируются на имеющейся информации о лесных ресурсах. Важной составляющей информации о лесах являются сведения о площади и границах лесных земель. В настоящее время сведения о большинстве лесных участков содержатся в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) без координат границ, либо имеется информация о границах, которые пересекают границы земель других категорий. В результате проведенного исследования предложена система мер по совершенствованию кадастровых работ в отношении земель лесного фонда для обеспечения эффективного использования лесных ресурсов. Разработка предложений велась отдельно на каждом этапе кадастрового учета: сбор исходных данных, измерения на местности, подготовка документов, внесение сведений в ЕГРН. Предложенные меры позволят обеспечить полное соответствие сведений Государственного лесного реестра (ГЛР) и ЕГРН. Эффективное управление землями лесного фонда может быть реализовано при разработке методики их кадастрового учета. Такая методика должна учитывать необходимость внесения изменений в нормативно правовые акты, вид проводимых кадастровых работ, их заказчиков, финансирование, экономическую целесообразность, геодезическое обеспечение, требования к точности, порядок проведения и многие другие аспекты, что создает значительную сферу для исследований в этой области.

АФФИЛИАЦИИ

[1] Вологодский государственный университет, Вологда, Россия
[2] Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
✉ ya-kraeva@yandex.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Семенская О.Н., Лелюхина А.М. Совершенствование кадастрового учета земель лесного фонда // Пространственные данные: наука и технологии. 2022. № 13. С. 19–29. DOI:10.30533/scidata-2022-13-02.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

земли лесного фонда, кадастровый учет, Государственный лесной реестр, Единый государственный реестр недвижимости, лесоустройство, пересечение границ, реестровые ошибки

1 Введение

Согласно статистическим данным Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии на долю земель лесного фонда приходится 65,8 % всего земельного фонда РФ[1].

Леса в РФ по праву считаются уникальным национальным богатством ввиду своего экологического и экономического значения. Они благотворно влияют на состояние окружающей среды, создают благоприятную экологическую обстановку. Кроме того, леса являются источником древесины и других ресурсов, необходимых для многих отраслей промышленности и потребностей общества.

Одним из принципов лесного законодательства РФ является обеспечение рационального, многофункционального, бережного и постоянного использования лесов с целью удовлетворения потребностей граждан в лесах и лесных ресурсах[2]. Степень рациональности использования их напрямую зависит от принимаемых в их отношении управленческих решений. Такие решения, в свою очередь, базируются на имеющейся информации о лесных ресурсах. Кроме того, необходимо принимать во внимание непрерывные изменения такой информации, так как только достоверные актуальные сведения могут служить источником стратегически верных управленческих решений.

Важной составляющей информации о лесах являются сведения о площади и границах лесных земель. Точные сведения о местоположении лесных земель необходимы для предоставления лесов в аренду физическим и юридическим лицам, и, следовательно, для обеспечения рационального использования лесных ресурсов.

В настоящее время сведения о большинстве лесных участков содержатся в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) без координат границ. Кроме того, в отношении некоторых лесных участков имеется информация о границах, которые пересекают границы земель других категорий.

Вопросы кадастрового учета земель лесного фонда широко изучены в работах российских ученых за последние 10–15 лет. Однако в условиях постоянных изменений земельного и лесного законодательств РФ они быстро теряют свою актуальность. Кроме того, бóльшая часть подобных исследований направлена на устранение уже имеющихся в сведениях ЕГРН и Государственном лесном реестре (ГЛР) ошибок о землях лесного фонда. Помимо повышения качества имеющихся сведений, необходима эффективная система кадастрового учета, позволяющая в дальнейшем избежать возникновения подобных ошибок.

---

1 Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 году. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Госдоклад%20%20за%202019%20год.pdf (дата обращения: 10.08.2022).

2 Лесной кодекс РФ от 04.12.2006 № 200–ФЗ (ред. от 02.07.2021). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения: 10.08.2022).

Целью исследования является разработка системы мер по совершенствованию кадастровых работ в отношении земель лесного фонда для обеспечения эффективного использования лесных ресурсов.

2 Материалы и методы

Первоочередными задачами исследования являются детальное изучение существующего порядка кадастрового учета земель лесного фонда и выявление его несовершенств. Поскольку недостатки и проблемы кадастрового учета земель лесного фонда сложились главным образом в процессе его становления и развития, для решения этой задачи в первую очередь использовался исторический метод — была рассмотрена вся история ведения реестров лесных земель и изменения состава содержащихся в них сведений.

Ведение государственных реестров природных ресурсов, в том числе лесных и земельных, а также кадастровый учет земель лесного фонда основывается на нормативно-правовых актах. Изучение и сравнение уже утративших силу и действующих в настоящее время нормативно-правовых актов было выполнено общенаучным методом анализа и сравнительно-правовым методом.

На следующем этапе было рассмотрено правовое регулирование кадастрового учета земель лесного фонда и ведения государственных реестров, осуществляемое рядом федеральных законов[3].

В РФ так сложилось, что сведения о лесных землях содержатся в двух различных реестрах — ГЛР и ЕГРН, которые долгое время велись независимо друг от друга, что привело к несопоставимости их сведений.

ГЛР представляет собой систематизированный свод документированной информации о лесах, об их использовании, охране, защите, воспроизводстве, и о лесничествах. Для удобства ведения ГЛР и проведения лесоустройства лесной фонд разделен на территориальные единицы — лесничества. Лесоустройство проводится в целях обеспечения рационального ведения лесного хозяйства и лесопользования. Помимо прочего лесоустройство включает в себя проектирование лесничеств, то есть определение их границ, разделение территорий лесничеств на участковые лесничества, затем на лесные кварталы и лесотаксационные выделы[2].

Принимая во внимание тот факт, что лесным участком является земельный участок, который расположен в границах лесничеств и образован в соответствии с требованиями земельного и лесного законодательства, качество проведения

3 Земельный кодекс РФ от 25.10.2001 № 136–ФЗ; Федеральный закон «О введении в действие Земельного кодекса Российской Федерации» от 25.10.2001 № 137-ФЗ; Лесной кодекс РФ от 04.12.2006 № 200–ФЗ; Федеральный закон «О кадастровой деятельности» от 24.07.2007 № 221–ФЗ; Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 № 218–ФЗ.

лесоустройства напрямую оказывает влияние на достоверность информации содержащейся как в ГЛР, так и в ЕГРН. Однако в 1990-х годах из-за недостаточного финансирования, обусловленного сложной экономической ситуацией в стране, произошло снижение требований к точности работ, проводимых для целей лесоустройства, что негативно отразилось на качестве лесоустроительной документации [1, 2].

В результате, после вступления в силу Федерального закона «О государственном кадастре недвижимости» от 24.07.2007 № 221-ФЗ, большинство лесных участков, площади которых иногда достигали нескольких миллионов гектар, были внесены в государственный кадастр недвижимости (ГКН) либо без координат границ, либо как многоконтурные участки с многочисленными пересечениями как между собой, так и с земельными участками иных категорий [3].

Соответственно, после объединения с 1 января 2017 года Единого государственного реестра прав (ЕГРП) и ГКН в ЕГРН ранее возникшие ошибки в сведениях о лесных участках были воспроизведены в новом реестре.

Таким образом, **следствием расхождения данных ГЛР и ЕГРН были:**

1) многочисленные случаи пересечения границ лесных и земельных участков других категорий земель [4];
2) невозможность обеспечить достоверность сведений ЕГРН из-за отсутствия графических сведений о местоположении границ лесных участков при выполнении кадастровых работ, связанных с образованием новых земельных участков на землях лесного фонда [5].

Кроме того, недостоверность сведений ЕГРН о лесных участках распространилась и на смежные земельные участки иных категорий. Сложившаяся ситуация привела к возникновению многочисленных споров о правах между землепользователями, требующих рассмотрения в судебном порядке [6].

Для решения этих проблем в 2017 году был принят Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в целях устранения противоречий в сведениях государственных реестров и установления принадлежности земельного участка к определенной категории земель» от 29.07.2017 г. № 280-ФЗ, который получил широкую известность как Закон о лесной амнистии. Данным законом был установлен приоритет сведений ЕГРН над данными ГЛР. Положения закона также направлены на недопущение возникновения новых пересечений границ участков из-за неточного описания границ лесных участков — сведения о них больше не будут «автоматически» переноситься из ГЛР в ЕГРН.

В соответствии с данным законом начата работа по устранению имеющихся несоответствий между ЕГРН и ГЛР:

- уточнение границ таких земельных участков, которые не являются лесными, но учтены как такие в ГЛР;
- устранение реестровых ошибок в ЕГРН, возникших по причине воспроизведения в нем ошибочных сведений из ГЛР;

– снятие с кадастрового учета таких лесных участков, сведения о которых совпадают со сведениями ЕГРН об иных, уже учтенных лесных участках, что позволит устранить двойной учет одних и тех же участков.

Поскольку кадастровый учет включает в себя множество этапов, выполняемых различными субъектами кадастровой деятельности, его можно рассматривать как систему.

Системный подход к кадастровому учету позволил применить в исследовании метод декомпозиции. Применение данного специализированного метода заключается в отдельном выполнении различных задач в рамках основной — разработки предложений по совершенствованию порядка выполнения кадастровых работ и порядка внесения сведений в ЕГРН в отношении земель лесного фонда.

Такие задачи были сформулированы на основе подразделения системы кадастрового учета на этапы: сбор исходных данных, измерения на местности, подготовка документов, внесение сведений в ЕГРН. Разработку предложений по совершенствованию порядка на каждом из данных этапов целесообразно выполнять отдельно от других, поскольку каждый из них имеет свою специфику.

Применение описанных материалов и методов позволило выстроить логическую последовательность выполнения кадастровых работ и осуществления кадастрового учета земель лесного фонда, а также выявить оптимальные средства и способы их осуществления с точки зрения эффективного использования лесных ресурсов.

3 Результаты и обсуждение результатов

Недостаток установленных законом способов устранения ошибок в сведениях о лесных участках заключается в их несистемности, то есть исправления ошибок проводятся индивидуально, а не массово, соответственно ошибочные сведения в ЕГРН могут сохраняться еще долгие годы.

Для эффективного управления землями лесного фонда и других категорий в интересах государства и граждан необходимо массовое уточнение границ лесных участков, и соответственно, разработка путей реализации таких работ.

Реализацию такого массового уточнения границ лесных участков можно осуществить путем выполнения комплексных кадастровых работ. Финансирование в таком случае будет осуществляться за счет средств федерального бюджета, так как земли лесного фонда находятся в федеральной собственности.

Немаловажным является вопрос геодезического обеспечения таких кадастровых работ. При всем многообразии современного оборудования для определения местоположения объектов недвижимости вопрос сводится к необходимости выбора оптимального метода определения координат границ лесных участков,

исходя из экономической целесообразности и соблюдения необходимой точности [7].

Определение местоположения границ лесных участков является важнейшим этапом кадастровых работ. Для совершенствования кадастрового учета земель лесного фонда необходимо выяснить, какой из существующих методов определения координат характерных точек границ является оптимальным в отношении земель лесного фонда. Эта задача может быть осуществлена с помощью методов экспертных оценок.

Измерения на местности, являющиеся неотъемлемым этапом кадастровых работ, для земель лесного фонда основываются на результатах лесоустроительных работ. Поскольку лесоустроительная документация и сведения ГЛР фактически являются исходными данными при осуществлении кадастровых работ в отношении земель лесного фонда, их качество непосредственно оказывает влияние на достоверность всей системы кадастрового учета лесных земель. **Для обеспечения этого качества необходимо соблюдение следующих принципов ведения ГЛР:**

1) ведение ГЛР в системе координат, установленной для ведения ЕГРН в соответствующем субъекте РФ;
2) использование при ведении лесоустройства современного оборудования и методов определения координат границ, позволяющих соблюдать требования к точности установления границ земель лесного фонда;
3) установление с вышеуказанными требованиями к системе координат и точности не только границ лесничеств, но и границ участковых лесничеств, лесных кварталов и лесотаксационных выделов;
4) обеспечение грамотного соотношения границ лесных участков с границами единиц лесоустройства для удобства использования и предоставления в аренду лесных участков физическим и юридическим лицам.

Такие меры позволят осуществлять выдачу сведений из ГЛР в виде выписок в системе координат, установленной для ведения ЕГРН, что значительно упростит работу проектных организаций, обеспечит полное соответствие сведений реестров.

В соответствии с Федеральным законом «О кадастровой деятельности» от 24.07.2007 № 221-ФЗ подготовку документов, необходимых для внесения в ЕГРН сведений о земельных, в том числе и о лесных участках, осуществляет кадастровый инженер. Для качественного выполнения этого этапа работ специалист должен обладать достаточными знаниями о лесных землях и порядке ведения ГЛР. Соответствующие вопросы целесообразно освещать при подготовке кадров и проверять полученные знания при проведении квалификационного экзамена.

С целью гармонизации сведений ЕГРН и ГЛР, сохранения их сопоставимости в условиях постоянно меняющихся сведений необходимо усовершенствовать порядок межведомственного информационного взаимодействия между органами, осуществляющими ведение этих реестров.

Таким образом, совершенствование кадастрового учета земель лесного фонда возможно путем принятия системы мер, направленных на изменение земельного и лесного законодательств, обеспечения их рационального взаимодействия. Изменение лесного законодательства подразумевает модернизацию методов и способов лесоустройства и ведения ГЛР. Изменение требуется в части обновления требований к кадрам, выполняющим кадастровый учет земель лесного фонда. Только согласованные действия и применение вышеуказанных мер позволят улучшить работу межотраслевой системы кадастрового учета земель лесного фонда.

4 Выводы

Для совершенствования кадастрового учета земель лесного фонда необходимо не только рассмотреть существующий порядок кадастрового учета в РФ, но и изучить опыт кадастрового учета других стран. Отдельные элементы систем кадастрового учета других стран могут быть применены в новом порядке кадастрового учета в РФ с учетом местных особенностей.

Эффективное управление с целью рационального использования земель лесного фонда может быть реализовано только на базе полной и достоверной информации о лесных землях, содержащейся во всех государственных реестрах.

Достижение этого требования возможно при разработке эффективной методики кадастрового учета земель лесного фонда. Такая методика должна учитывать необходимость внесения изменений в нормативно правовые акты, вид проводимых кадастровых работ, их заказчиков, финансирование, экономическую целесообразность, геодезическое обеспечение, требования к точности, порядок проведения и многие другие аспекты, которые позволят упорядочить сведения о лесных землях.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Ващук Л.Н. О достоверности сведений государственного лесного реестра, изученности лесов и путях устранения выявленных недостатков // Сибирский лесной журнал. 2016. № 4. С. 26–38. DOI:10.15372/SJFS20160403.
2. Коновалова Л.В., Рудой Н.М. Проблемы кадастрового обеспечения лесоустроительных работ // Проблемы организации лесоустройства и пути их решения: Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора О.А. Харина. 2017. С. 36–43.

3. Хамадиярова Т.А., Лебедева О.А. Проблемы гармонизации сведений о лесных участках при создании единого государственного реестра недвижимости // Вестник Прикамского социального института. 2017. № 2 (77). С. 96–100.
4. Липски С.А. Противоречия информационных ресурсов о земле ведут к ошибочным решениям // Научные труды Вольного экономического общества России. 2019. № 2. С. 294–311.
5. Иванцова Е.А. Информационное обеспечение земель лесного фонда для их государственного кадастрового учета // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2018. № 3. С. 173–182.
6. Варламов А.А., Гальченко С.А., Рулева Н.П. Проблемы кадастрового учета земель лесного фонда // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2016. № 6(177). С. 53–61.
7. Краева О.Н. Методы определения координат, применяемые при межевании земельных участков лесного фонда // Инновационные технологии в науке и образовании: сборник статей VII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 246–249.
8. Краева О.Н. Проблема несоответствия сведений ЕГРН и ГЛР и пути ее решения // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XVII Международной научно-технической конференции. 2019. С. 71–73.
9. Бородина О.Б., Кузнецова С.Г. Актуальные проблемы государственного кадастрового учета земельных участков лесного фонда // Московский экономический журнал. 2019. № 1. DOI:10.24411/2413-046X-2019-11027.
10. Мезенина О.Б., Зуева О.В., Кюршеева О.В. Многослойный учет в ЕГРН лесных участков, образованных для целей недропользования // Московский экономический журнал. 2020. № 3. DOI:10.24411/2413-046X-2020-10195.

АВТОРЫ

Семенская Ольга Николаевна
ФГБУ ВО «Вологодский государственный университет» (ВоГУ), Вологда, Россия
кафедра городского кадастра и геодезии, инженерно-строительный институт
0000-0002-8042-4318

Лелюхина Анна Михайловна
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра землеустройства и кадастров, факультет управления территориями
кандидат технических наук, доцент
0000-0003-2166-6736

Поступила 14.07.2022. Принята к публикации 10.12.2022. Опубликована 25.12.2022.

UDC 347.2
DOI:10.30533/scidata-2022-13-02

CC BY

Improvement of cadastral registration of forest lands

Olga N. Semenskaya[1,2] ✉, **Anna M. Lelyukhina**[2]

AFFILIATIONS

[1] Vologda State University, Vologda, Russia
[2] Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
✉ ya-kraeva@yandex.ru

CITATION

Semenskaya ON, Lelyukhina AM. Improvement of cadastral registration of forest lands. *Spatial Data: science, research and technology*. 2022;13: 19–29. DOI:10.30533/scidata-2022-13-02.

KEYWORDS

forest lands, cadastral registration, State Forest Register, Unified State Register of Real Estate, forest management, border crossing, registry errors

ABSTRACT

Ensuring rational, multifunctional, careful and permanent use of forests in order to meet the needs of citizens in forests and forest resources is one of the principles of the Russian forest legislation. The rational use level of forest resources depends on management decisions. Such decisions are based on the data about forest resources. An important component of the information about forests is the information about the area and boundaries of forest lands. Currently, the information about many forest plots is contained in Unified State Register of Real Estate without coordinates of their borders, or there is information about borders that cross the borders of other land categories. As a result of the research, the system of measures to improve cadastral works in relation to forest lands is proposed by the authors to ensure the effective use of forest resources.

The development of proposals was carried out separately at each stage of cadastral registration: collection of initial data, measurements on the ground, preparation of documents,

entering information into Unified State Register of Real Estate. The proposed measures will ensure full compliance of the data in State Forest Register and Unified State Register of Real Estate. Effective management of forest fund lands can be implemented when developing a methodology for their cadastral registration. Such methodology should take into account the need to amend regulatory legal acts, the type of cadastral work, customers, financing, economic feasibility, geodetic support, accuracy requirements, the procedure for conducting and many other aspects. It leads to a great scope for further research.

REFERENCES

1. Vashchuk LN. On the reliability of the information of the State forest Register, the study of forests and ways to eliminate the identified shortcomings. *Siberian Forest Journal.* 2016;4: 26–38. DOI:10.15372/SJFS20160403.
2. Konovalova LV, Rudoy NM. Problems of cadastral support of forest management works. Problems of forest management organization and ways to solve them: *Materials of the All-Russian scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the birth of Professor Kharin OA*. 2017; 36–43.
3. Khamadiyarova TA, Lebedeva OA. Problems of harmonization of information on forest plots when creating a unified state register of real estate. *Bulletin of the Prikamsky Social Institute*. 2017;2 (77): 96–100.
4. Lipsky SA. Contradictions of information resources about the earth lead to erroneous decisions. *Scientific works of the Free Economic Society of Russia*. 2019;2: 294–311.
5. Ivantsova EA. Information support of forest fund lands for their state cadastral registration. *Interexpo Geo-Siberia.* 2018;3: 173–182.
6. Varlamov AA, Galchenko SA, Ruleva NP. Problems of cadastral registration of forest fund lands. *Property relations in the Russian Federation.* 2016;6(177): 53-61.
7. Kraeva ON. Methods of determining coordinates used in surveying land plots of the forest fund. *Innovative technologies in science and education: Collection of articles of the VII International Scientific and Practical Conference.* 2018; 246–249.
8. Kraeva ON. The problem of discrepancy between the data of the EGRN and GLR and ways to solve it. Actual problems of the development of the forest complex: *Materials of the XVII International Scientific and Technical Conference.* 2019; 71–73.
9. Borodina OB, Kuznetsova SG. Actual problems of state cadastral registration of forest land plots. *Moscow Economic Journal*. 2019;1. DOI:10.24411/2413-046X-2019-11027.
10. Mezenina OB, Zueva OV, Kurysheva OV. Multilayered accounting in the EGRN of forest plots formed for the purposes of subsoil use. *Moscow Economic Journal.* 2020;3. DOI:10.24411/2413-046X-2020-10195.

AUTHORS

Olga N. Semenskaya
Vologda State University, Vologda, Russia
Department of Urban Cadastre and Geodesy, Institute of Civil Engineering
0000-0002-8042-4318

Anna M. Lelyukhina
Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), Moscow, Russia
Department of Land Management and Cadastre, Faculty of Territorial Management
Ph.D. in Engineering, Associate Professor
0000-0003-2166-6736

Submitted: July 14, 2022. Accepted: December 10, 2022. Published: December 25, 2022.

УДК 502.173, 528.44
DOI:10.30533/scidata-2022-13-03
CC BY

Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Создание веб-сервиса для исчисления средоформирующего потенциала территории на уровне субъекта Российской Федерации

А.П. Сизов[1] ✉,
О.В. Миклашевская[1],
Т.В. Илюшина[1],
С.А. Атаманов[1]

АФФИЛИАЦИИ

[1] Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
✉ ap_sizov@mail.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Сизов А.П., Миклашевская О.В., Илюшина Т.В., Атаманов С.А. Создание веб-сервиса для исчисления средоформирующего потенциала территории на уровне субъекта Российской Федерации // Пространственные данные: наука и технологии. 2022. № 13. С. 30–42. DOI:10.30533/scidata-2022-13-03.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

баланс земель, ЕГРН, землеустройство, мониторинг земель, пространственное развитие, средоформирующий потенциал, веб-сервис

АННОТАЦИЯ

Анализ показателей динамики баланса земель различных категорий с использованием понятия «средоформирующего потенциала территории» (СФП) является одним из возможных вариантов реализации научной парадигмы «минимум исходной информации — максимум обоснованных обобщений». В данной статье рассматривается разработка программы для ЭВМ «Веб-сервис расчета средоформирующего потенциала территории», предназначенной для исследования изменения величины СФП территорий различных субъектов РФ. Величина средоформирующего потенциала территории может использоваться в качестве одного из индикаторов в комплексе показателей, характеризующих развитие территории и динамику баланса земель. Функциональные возможности программы: расчет средоформирующего потенциала; аккумулирование исходных данных; визуализация результатов расчетов, в том числе методами тематической картографии. Разработка подтверждена Свидетельством на программу для ЭВМ № 2021669739.

1 Введение

Величина средоформирующего потенциала (СФП) территории может использоваться в качестве одного из индикаторов в комплексе показателей, характеризующих пространственное развитие территории и изменение баланса земель.

Ввиду сложности алгоритмов исчисления СФП для территории субъектов Российской Федерации и множества поправочных коэффициентов на относительную ценность угодий с учетом их продуктивности необходимо создание специального программного продукта (средства исчисления), позволяющего производить необходимые расчеты.

Целью исследования является разработка и создание действующего веб-сервиса расчета СФП на уровне субъекта РФ. Веб-сервис расчета СФП территории предназначен для исследования изменения величины СФП для территорий различных субъектов РФ.

Помимо выполненных расчетов будет проиллюстрировано автоматизированное иллюминирование территории субъектов РФ по расчетным данным в соответствии с оценочной шкалой (картографическое отображение результатов работы веб-сервиса расчета). Автоматизированное иллюминирование территории по всем 85 субъектам РФ позволит получить наглядную карту-схему, выполненную в соответствии с оценочной шкалой.

2 Материалы исследования и программное обеспечение расчетов средоформирующего потенциала (СФП) территории

СФП территории — совокупность всех природных ресурсов, факторов и условий территории, обладающих средообразующими, средовоспроизводящими и средозащитными свойствами (включая климатические, геологические, гидрологические, земельные, почвенные и др.).

Величина СФП территории определяется закономерным сочетанием земельных угодий в составе земель конкретной территории и пропорциональна продуктивной способности земель, зависящей от климатических условий и вида угодий. Отражает способность компонентов территории к самовосстановлению и поглощению вредных веществ при реализации различного рода деятельности на землях различных категорий [1, 2].

Для проведения расчетов на основе данных о балансе угодий для территорий различных субъектов РФ была разработана программа «Веб-сервис расчета средоформирующего потенциала территории» (ВСР СФПТ).

Комплект задач ВСР СФПТ включает:

- аккумулирование исходных данных;
- проведение проверок гипотез, вырабатываемых при исчислении средоформирующего потенциала;
- выполнение исчисления величин СФП территорий субъектов РФ;
- визуализация результатов расчетов, в том числе методами тематической картографии.

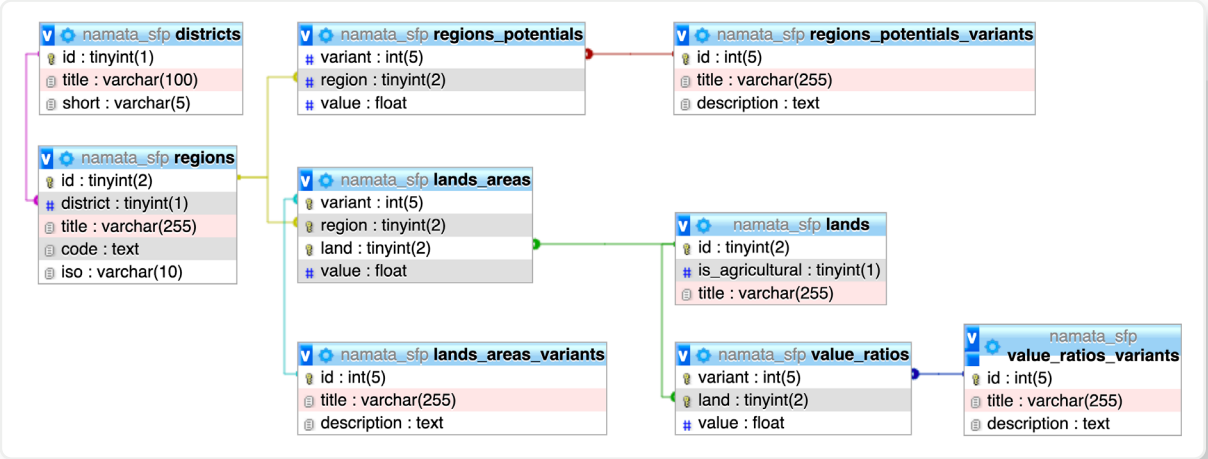
Интерфейс ВСР СФПТ доступен в сети Интернет[1] и для его использования необходимы логин и пароль.

Архитектура ВСР СФПТ представляет собой одностраничный веб-сайт с многопользовательским доступом. Серверная часть: PHP 7.3. Клиентская часть: javascript. СУБД: MySQL **(Рис. 1)**.

Данные передаются по протоколу HTTPS. Используется сертификат усиленной электронной подписи Let'sEncryptAuthority X3. Используется защищенный метод аутентификации, при котором пароли хэшируются и не хранятся в открытом виде.

Рис. 1 ER–диаграмма базы данных.

Fig. 1 ER database diagram.



Инструменты для расчета СФП распределены по вкладкам:

- вкладка «Данные»;
- вкладка «Отчет»;
- вкладка «Карта»;
- вкладка «Справка».

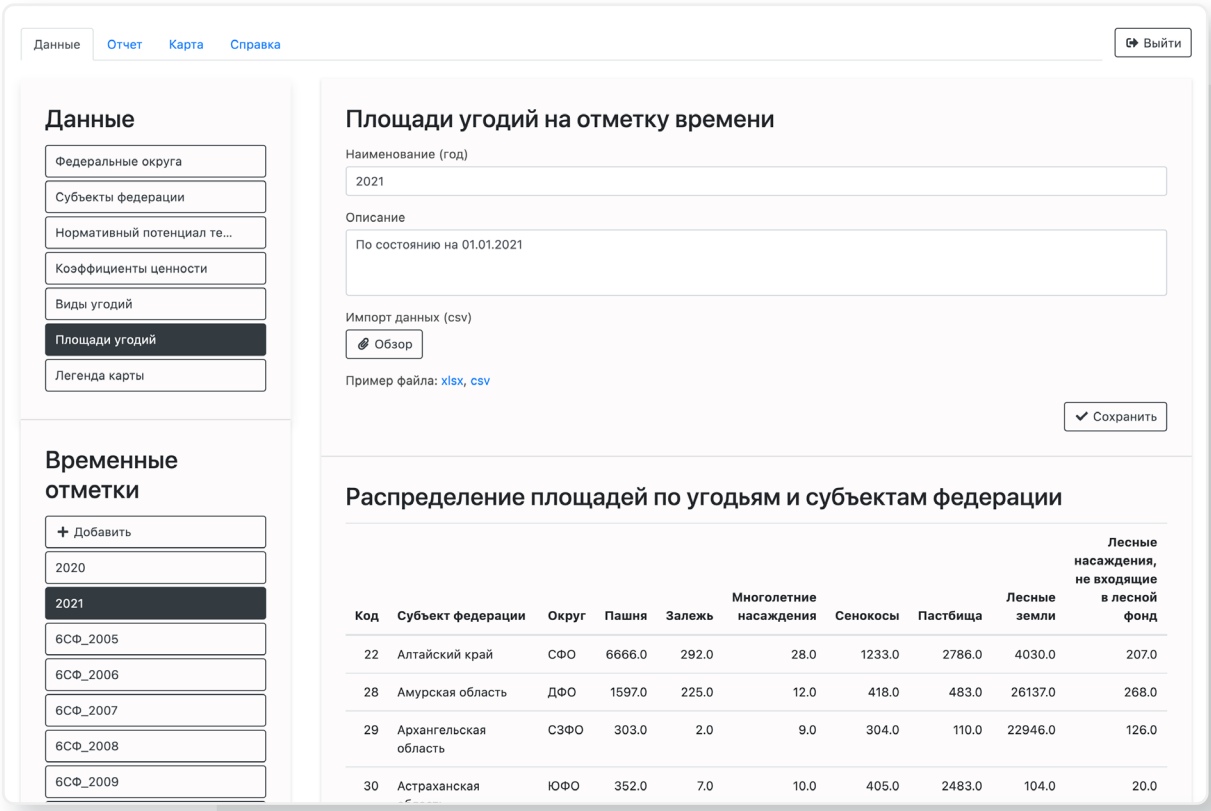
1 Веб-сервис расчета средоформирующего потенциала территорий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://sfp.feut.ru (дата обращения: 10.06.2022).

На вкладке «Данные» представлены исходные данные, используемые при расчете СФП. Пользователю с ролью «Гость» они доступны только для чтения, пользователь с ролью «Редактор» может редактировать некоторые показатели. Ряд данных можно сохранять в различных вариантах (версиях), что дает возможность проверять гипотезы и использовать при расчетах данные разных временных периодов.

В разделе «Площади угодий» реализован импорт данных из файла в формате *.csv. Интерфейс импорта данных о площадях угодий представлен на **Рисунке 2**. Исходные данные по площадям угодий для последующих расчетов получены согласно данным Росреестра[2].

Рис. 2 Интерфейс импорта данных о площадях угодий.

Fig. 2 Interface of the land area data import.



2 Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/ (дата обращения: 20.10.2022).

2.1 Расчет средоформирующего потенциала территории субъекта РФ

На вкладке «Отчет» представлена возможность выполнения расчета СФП на основе выбранных вариантов сохраненных исходных данных:

- усредненные удельные СФП;
- поправочные коэффициенты на относительную ценность угодий с учетом их продуктивности;
- площади угодий[3].

В результате формируется таблица, где для каждого субъекта РФ рассчитывается:

- суммарный СФП территории (млн баллов);
- исчисленный удельный СФП территории (балл/м²).

В качестве контрольных данных дополнительно отображаются формулы расчета с подставленными значениями.

Автоматизированное иллюминирование территории субъектов РФ по расчетным данным выполняется в соответствии с оценочной шкалой, представленной в разделе «Легенда» на вкладке «Данные».

При наведении на субъект Федерации во всплывающей подсказке отображается информация:

- идентификатор и наименование субъекта;
- суммарный СФП территории (млн баллов);
- исчисленный удельный СФП территории (балл/м²);
- качественная характеристика по оценочной шкале.

Расчеты осуществлялись по следующим формулам.

Основными исчисленными показателями являются: суммарный СФП территории субъекта РФ $P^{\text{сум_срф}}$ (млн баллов) и исчисленный актуальный удельный СФП территории субъекта РФ $P^{\text{уд_срф}}$ (балл/м²). Первый из них ($P^{\text{сум_срф}}$) является «валовым» показателем, прямо пропорциональным площади субъекта РФ, исчисляемым по формулам: (1) — в баллах и (2) — в млн баллов. Следовательно, сравнительный анализ распределения суммарного СФП не представляет интереса:

1
$$P^{\text{сум_срф}} = 10000000 \times P^{\text{уср_срф}} \times (S_i \times S_a + S_i \times S_f + S_i \times S_{pp} + S_i \times S_h + S_i \times S_{gl} + S_i \times S_{fl} + S_i \times S_{fs} + S_i \times S_{uw} + S_i \times S_b + S_i \times S_{ur} + S_i \times S_{sw} + S_i \times S_{bl} + S_i \times S_{ol})$$

или

2
$$P^{\text{сум_срф}} = 10 \times P^{\text{уср_срф}} \times (S_i \times S_a + S_i \times S_f + S_i \times S_{pp} + S_i \times S_h + S_i \times S_{gl} + S_i \times S_{fl} + S_i \times S_{fs} + S_i \times S_{uw} + S_i \times S_b + S_i \times S_{ur} + S_i \times S_{sw} + S_i \times S_{bl} + S_i \times S_{ol}),$$

3 Сведения о наличии и распределении земель в Российской Федерации на 01.01.2021. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvennyy-natsionalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/ (дата обращения: 20.10.2022).

где S_i — площади соответствующих земельных угодий в конкретном субъекте РФ.

S_a, S_f, S_{pp}, S_h, S_{gl}, S_{fl}, S_{fs}, S_{uw}, S_b, S_{ur}, S_{sw}, S_{bl}, S_{ol} — величины поправочных коэффициентов на относительную ценность угодий с учетом их продуктивности.

Второй показатель ($P^{\text{уд_срф}}$) исчисляется по формуле (3) — в баллах/м^2 и является приведенным к единице площади значением суммарного СФП для субъекта РФ:

$$P^{\text{уд_срф}} = \frac{P^{\text{сум_срф}}}{10000000 \times P_i}.$$

Для картографического отображения распределения величин удельного СФП по территории РФ в разрезе субъектов РФ применялась нижеприведенная оценочная шкала **(Табл. 1)**. Она использовалась для иллюминирования карты в качестве условных обозначений.

Таблица 1 Шкала оценочных характеристик величин удельного СФП на территории РФ.

Table 1 Scale of assessment characteristics for specific values of the environment-forming potential on the territory of the Russian Federation.

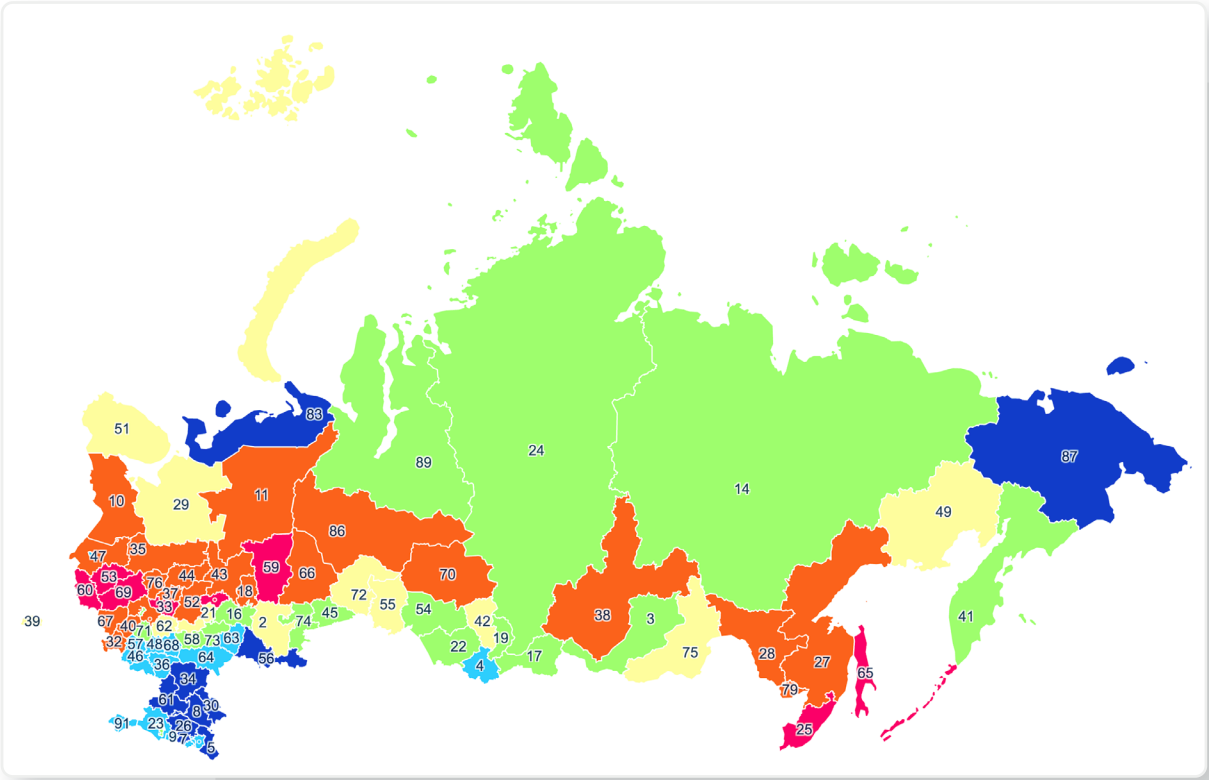
ID	Исчисленный удельный СФП территории $P^{\text{уд}}$, балл/м²	Качественная характеристика	Тон
1	0–749	минимальный	
2	750–999	очень низкий	
3	1000–1249	низкий	
4	1250–1499	средний/низкий	
5	1500–1749	средний/высокий	
6	1750–1999	высокий	
7	2000–2249	очень высокий	
8	2250–9999	максимальный	

3 Результаты

Ознакомиться с результатами расчетов можно во всплывающей при наведении на кнопку «субъект Федерации» информационной панели. В результате расчетов получены: исчисленный актуальный удельный СФП территории субъекта РФ $P^{\text{уд_срф}}$, балл/м², и суммарный СФП территории субъекта РФ $P^{\text{сум_срф}}$, млн баллов. Диапазон изменения суммарного СФП территории — от 1 091 428,2 (г. Севастополь) до 4 109 205 438 (Республика Саха) млн баллов. Второй показатель ($P^{\text{уд_срф}}$) также представлен в расчетах (в баллах/м^2). На **Рисунке 3** представлен увеличенный фрагмент экранной формы распределения величин СФП по территории РФ в разрезе ее субъектов (на 01.01.2020).

Рис. 3 Укрупненный фрагмент экранной формы распределения величин СФП по территории РФ в разрезе ее субъектов (01.01.2020).

Fig. 3 Enlarged fragment of the screen form for the distribution of the environment-forming potential values across the territory of the Russian Federation for its subjects (01.01.2020).



4 Обсуждение результатов внедрения веб-сервиса расчета СФП

Веб-сервис разработан в рамках государственного задания 0708-2020-0001 Минобрнауки России. Получено патентное свидетельство о регистрации интеллектуальной собственности на веб-сервис расчета средоформирующего потенциала территории **(Рис. 4)**. Под руководством профессора А.П. Сизова проводилась апробация работы программного средства «Веб-сервис расчета средоформирующего потенциала территории», выполняющего расчеты на основе данных о балансе угодий для территорий различных субъектов РФ.

Рис. 4 Свидетельство о регистрации интеллектуальной собственности.

Fig. 4 Certificate of the intellectual property registration.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

RU2021669739

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ РЕГИСТРАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ЭВМ

Номер регистрации (свидетельства):
2021669739
Дата регистрации: **02.12.2021**
Номер и дата поступления заявки:
2021664476 14.09.2021
Дата публикации и номер бюллетеня:
02.12.2021 Бюл. № 12
Контактные реквизиты:
7 916 354-21-31 Сергей,
sergey@atamanov.info

Автор(ы):
Атаманов Сергей Александрович (RU),
Григорьев Сергей Александрович (RU),
Илюшина Татьяна Владимировна (RU),
Косаруков Закир Сергеевич (RU),
Миклашевская Ольга Витальевна (RU),
Сизов Александр Павлович (RU),
Чуприн Максим Сергеевич (RU)
Правообладатель(и):
Атаманов Сергей Александрович (RU),
Миклашевская Ольга Витальевна (RU),
Сизов Александр Павлович (RU),
Чуприн Максим Сергеевич (RU),
Григорьев Сергей Александрович (RU),
Илюшина Татьяна Владимировна (RU),
Косаруков Закир Сергеевич (RU)

Название программы для ЭВМ:
Веб-сервис расчета средоформирующего потенциала территории

Реферат:
Программа предназначена для исследований изменения величины СФП для территорий различных субъектов РФ. Область применения: величина средоформирующего потенциала территории может использоваться в качестве одного из индикаторов в комплексе показателей, характеризующих развитие территории и изменение баланса земель. Функциональные возможности: проведение проверок гипотез, вырабатываемых при исчислении средоформирующего потенциала; аккумулирование исходных данных; визуализация результатов расчетов, в том числе методами тематической картографии.

Язык программирования: PHP, JavaScript

Объем программы для ЭВМ: 377 КБ

5 Выводы

Основная идея предстоящего развития исследований — переход от исчисления обобщенных величин СФП территорий на стратегическом уровне государственного управления на исчисление детализированных величин СФП на тактическом уровне управления регионом (субъекта РФ) и муниципальным образованием с дальнейшим исчислением детальных величин СФП на оперативном уровне управления отдельными землепользованиями [3–6].

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Сизов А.П., Кресникова Н.И., Сладкопевцев С.А., Братков В.В. Исчисление средоформирующего потенциала особо охраняемых территорий в границах сверхкрупного города в процессе государственного мониторинга его земель // Естественные и технические науки. 2018. № 11(125). С. 210–217.
2. Сизов А.П. Оценка средоформирующего потенциала территории населенных пунктов при осуществлении государственного мониторинга земель // Геодезия и картография. 2018. № 6. С. 43–50.
3. Илюшина Т.В., Сизов А.П., Беленко В.В. Использование ГИС MapInfo Professional для исчисления площадей зон затопления земель и средоформирующего потенциала территорий населенных пунктов // Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии. 2021. № 1. Т. 5. С. 319–324.
4. Лебедев Ю.В. Методология, принципы и практика оценки лесных экосистем // Лесной журнал. 2015. № 1. С. 9–20.
5. Лебедев Ю.В. Эколого-экономическая оценка средоформирующего потенциала лесных ландшафтов Красноярского края // География и природные ресурсы. 2013. № 2. С. 166–173.
6. Черных Е.Г. Оценка средоформирующего потенциала территории при осуществлении государственного мониторинга земель на примере Тюменского района Тюменской области // International agricultural journal. 2021. № 2. С. 156–161.

АВТОРЫ

Сизов Александр Павлович
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия,
кафедра землеустройства и кадастров, факультет управления территориями
д-р техн. наук, профессор
0000-0001-6175-0145

Миклашевская Ольга Витальевна
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия,
кафедра землеустройства и кадастров, факультет управления территориями
0000-0003-3382-5204

Илюшина Татьяна Владимировна
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия,
кафедра землеустройства и кадастров, факультет управления территориями
д-р геогр. наук, профессор
0000-0001-5756-6054

Атаманов Сергей Александрович
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия,
кафедра землеустройства и кадастров, факультет управления территориями
д-р техн. наук, профессор
0000-0002-9805-1978

Поступила 01.04.2022. Принята к публикации 10.12.2022. Опубликована 25.12.2022.

UDC 528:004.9:332.1
DOI:10.30533/scidata-2022-13-03

CC BY

Creation of a web service to calculate the environmental forming potential of the territory at the state level of the Russian Federation

Aleksander P. Sizov[1] ✉, **Olga V. Miklashevskaya**[1], **Tatyana V. Ilyushina**[1], **Sergey A. Atamanov**[1]

AFFILIATIONS

[1] Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
✉ ap_sizov@mail.ru

CITATION

Sizov AP, Miklashevskaya OV, Ilyushina TV, Atamanov SA. Creation of a web service to calculate the environmental forming potential of the territory at the state level of the Russian Federation. *Spatial Data: science, research and technology*. 2022;13: 30–42. DOI:10.30533/scidata-2022-13-03.

KEYWORDS

land balance, land management, land monitoring, spatial development, environmental potential, web service

ABSTRACT

The scientific paradigm “minimum initial information – maximum reasonable generalizations” can be implemented by analyzing the dynamics of the balance parameters of lands at various categories using the concept of the environment-forming potential for the territory. This article discusses the development of a computer program “Web service for calculating the environment-forming potential of the territory”, designed to study the change in value of the environment-forming potential for the territories of various Russian subjects. The value

of the environment-forming potential for the territory can be used as one of the indicators in the set of indicators characterizing the development of the territory and the dynamics of the land balance. The program functions are: calculation of the environment-forming potential; accumulation of initial data; visualization of calculation results, including methods of thematic cartography. The development is confirmed by the State Certificate for Computer Program No. 2021669739 (RU).

REFERENCES

1. Sizov AP, Kresnikova NI, Sladkopevtsev SA, Bratkov VV. Ischislenie sredoformiruyushchego potentsiala osobo okhranyaemykh territorii v granitsakh sverkhkrupnogo goroda v protsesse gosudarstvennogo monitoringa ego zemel' [Calculation of the environment-forming potential for specially protected areas within the boundaries of a super-large city in the process of state monitoring of its lands]. *Natural and technical sciences*. 2018;11: 210–217.
2. Sizov AP. Otsenka sredoformiruyushchego potentsiala territorii naselennykh punktov pri osushchestvlenii gosudarstvennogo monitoringa zemel' [Assessment of the environment-forming potential for the urban territory while state monitoring of lands]. *Geodesy and Cartography*. 2018;6: 43–50.
3. Ilyushina TV, Sizov AP, Belenko VV. Ispol'zovanie GIS MapInfo Professional dlya ischisleniya ploshchadei zon zatopleniya zemel' i sredoformiruyushchego potentsiala territorii naselennykh punktov [Using of GIS MapInfo Professional to calculate the areas of flood zones and the environment-forming potential of settlements]. *High-performance computing systems and technologies*. 2021;1(5): 319–324.
4. Lebedev YuV. Metodologiya, printsipy i praktika otsenki lesnykh ekosistem [Methodology, principles and practice of forest ecosystem assessment]. *Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal)*. 2015;1: 9–20.
5. Lebedev YuV. Ekologo-ekonomicheskaya otsenka sredoformiruyushchego potentsiala lesnykh landshaftov Krasnoyarskogo kraya [Ecological and economic assessment of the environment-forming potential for forest landscapes in Krasnoyarsk region]. *Geography and Natural Resources*. 2013;2: 166–173.
6. Chernykh EG. Otsenka sredoformiruyushchego potentsiala territorii pri osushchestvlenii gosudarstvennogo monitoringa zemel' na primere Tyumenskogo raiona Tyumenskoi oblasti [Assessment of the environment-forming potential for a territory while state monitoring of lands with the example of Tyumen district, Tyumen region]. *International agricultural journal*. 2021;2: 156–161.

AUTHORS

Aleksander P. Sizov
Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), Moscow, Russia
Department of Land Management and Cadastre, Faculty of Territory Management
Dr. Of Sciences, Professor
0000-0001-6175-0145

Olga V. Miklashevskaya
Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), Moscow, Russia
Department of Land Management and Cadastre, Faculty of Territory Management
0000-0003-3382-5204

Tatyana V. Ilyushina
Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), Moscow, Russia
Department of Land Management and Cadastre, Faculty of Territory Management
Dr. Of Sciences, Professor
0000-0001-5756-6054

Sergey A. Atamanov
Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), Moscow, Russia
Department of Land Management and Cadastre, Faculty of Territory Management
Dr. Of Sciences, Professor
0000-0002-9805-1978

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

УДК 528.91
DOI:10.30533/scidata-2022-13-04
CC BY

Геоинформатика, картография

Возможности российского программного обеспечения для создания трехмерных карт

Н.А. Баранова[1]

АННОТАЦИЯ

Трехмерные карты, как наиболее удачные с точки зрения их восприятия, используются в образовании на уровне средней школы при изучении дисциплин модуля наук о Земле. В отличие от геоинформационных систем (ГИС), трехмерные карты позволяют использовать их в учебном процессе без установки специализированного программного обеспечения и освоения педагогами и обучающимися дополнительных программных продуктов. В статье рассмотрены возможности получения трехмерных карт и иных геоизображений на основе трехмерной модели местности, приведены примеры использования их в школьном обучении. При создании трехмерных карт для учебных целей необходимо не только учесть требования к ним с точки зрения нормативных документов, но и в зависимости от способа их использования предложить программные средства, позволяющие создавать трехмерные картографические произведения в статическом, интерактивном или динамическом виде. С этой целью в статье проведен обзор российских программных средств для создания трехмерных карт, дан их сравнительный анализ с зарубежными аналогами. Рассмотрены возможности публикации готового картографического произведения в печатном или электронном виде. Исследование показало, что российские разработки по многим позициям достаточно конкурентоспособны.

АФФИЛИАЦИИ

[1] Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
nat.baranovaa@yandex.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Баранова Н.А. Возможности российского программного обеспечения для создания трехмерных карт // Пространственные данные: наука и технологии. 2022. №13. С. 43–58. DOI:10.30533/scidata-2022-13-04.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

цифровое моделирование рельефа, восприятие пространства, 3D-визуализация, геоинформационные системы, учебная деятельность

1 Введение

С развитием трехмерного картографирования и моделирования в настоящее время расширяется круг потребителей трехмерных картографических произведений, возрастает потребность в использовании 3D карт в градостроительстве, навигации, туризме, экологии, а также в образовании — среднем и высшем — при изучении дисциплин модуля наук о Земле. Использование геоинформационных систем (ГИС) в географическом образовании также является актуальным [1]. В научной литературе [2–4] ГИС находят применение как в учебном процессе в средней школе, так и при подготовке и повышении квалификации педагогических кадров. Однако применение ГИС требует от преподавателя изучения дополнительных программных продуктов, доработки рабочих программ учебных дисциплин, а от учебных заведений — современных компьютерных мощностей и программного обеспечения (ПО). В отличие от ГИС, трехмерные карты являются готовым картографическим произведением, что позволяет использовать их в учебном процессе без дополнительной подготовки педагогов и обучающихся.

В статье разбирается актуальная задача анализа возможностей российских программных средств, с помощью которых можно создавать разнообразные трехмерные карты для учебных целей. Кроме учета требований федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) и рабочих программ дисциплин модуля наук о Земле, картографические пособия, в частности, трехмерные карты, должны правильно и наглядно изображать рельеф местности. Программные средства, необходимые для создания трехмерных карт в учебных целях, должны позволять построить цифровую модель рельефа (ЦМР), а затем — трехмерную цифровую модель местности (ЦММ). Важно корректно отобразить тип рельефа, представить орографические особенности района, характер его расчлененности, подобрать наглядный способ для его отображения.

Для оценки результатов проведенного исследования использован метод сравнительного анализа; проведено сравнение и анализ отечественных и зарубежных программных средств.

2 Материалы и методы

2.1 Программные средства и технологические особенности создания трехмерных карт с использованием цифровой модели рельефа

Трехмерные геоизображения отображают три измерения (X,Y,Z). Первые два (X, Y) — координаты объектов на плоскости, а в качестве третьего измерения могут выступать различные показатели, например, тематические данные. В данной статье в качестве третьего измерения выступают значения высот (глубин) точек на поверхности Земли. Трехмерные карты и иные геоизображения, рассмотренные в статье, визуализированы с использованием ЦМР. Характер взаимодействия пользователя с трехмерной картой в этом случае осуществляется в виртуальном пространстве: интерактивно (интерактивные трехмерные карты, по которым можно виртуально перемещаться); динамически (динамические трехмерные карты) или с использованием технологии дополненной реальности (англ. — Augmented reality (AR)) [5].

Использование ЦМР для создания трехмерной цифровой модели местности возможно в:

1) системах автоматизированного проектирования (САПР);
2) программах для работы с 3D-графикой: 3D-пакеты, генераторы ландшафта, игровые движки;
3) фотограмметрических программах;
4) геоинформационных системах (ГИС).

Наиболее подходящими для создания трехмерных картографических произведений являются ГИС. Возможности работы с 3D-объектами, создание новых 3D-моделей и качественной отмывки (светотеневого оформления) рельефа в ГИС ограничены, поэтому в качестве дополнительного ПО рассмотрены программы трехмерной графики.

На трехмерных картах, представленных в виртуальном пространстве, предпочтительно выбрать методы и способы отображения рельефа, обладающие наибольшей наглядностью. Такими методами могут являться теневая пластика (способы: ахроматическая и цветная аналитическая отмывка, светотеневое изображение рельефа с использованием падающих теней) и гипсометрический метод [6].

Светотеневое оформление является наиболее выразительным приемом отображения рельефа на учебных картах. Моделирование поверхности как части природного ландшафта является выигрышным технологическим вариантом при создании интуитивно понятных электронных трехмерных карт

(интерактивных и динамических), статических трехмерных карт (для просмотра на экране и печатных), а также моделей виртуальной реальности в качестве дополнительного образовательного ресурса. При работе с рабочим набором в ГИС из программ 3D-графики, при необходимости, добавляют прочие элементы содержания карт, так как встроенные возможности ГИС ограничены.

В ГИС самым распространенным способом создания отмывки рельефа является аналитическая отмывка. В современных ГИС аналитическую отмывку (англ. — «hill shading») выполняют на основе использования функции «отражательной способности» (англ. — «reflectance») с использованием различных моделей [7]. **В программах трехмерной графики при создании трехмерных моделей местности широко используются:**

- анимация, например, «полет» над территорией;
- создание подробной 3D-сцены (виртуальная сцена — любое отдельно взятое состояние виртуальной реальности или модели, представляющего собой виртуальное пространство в трехмерном моделировании);
- создание карт-панорам с качественной отмывкой рельефа и использованием падающих теней.

Отмывка визуализируется с помощью инструмента «рендеринг»[1] (англ. — «rendering»), представляющего собой процесс получения растрового изображения из 3D-сцены с помощью алгоритмов компьютерной программы 3D-графики. «Рендеринг» позволяет одновременно со светотеневым оформлением рельефа местности выполнять текстурирование изображения. При работе с традиционными двухмерными картами растровая основа со светотеневым изображением рельефа обычно сохраняется в формате GeoTIFF (растровый формат с геопривязкой) для дальнейшей интеграции ее в ГИС. Для публикации готового картографического произведения в выбранных программных средствах создается макет для печати, либо карта сохраняется и экспортируется в электронном виде. Выбор формата зависит от способа дальнейшего использования карты: статического (на экране компьютера или в печатном виде), интерактивного или динамического.

2.2 Программные продукты для создания и практического применения трехмерных учебных карт

Для максимально эффективного использования цифровых возможностей в учебном процессе необходимо использовать современные средства обучения.

1 Баранова Н.А. Особенности создания трехмерных карт со светотеневым оформлением рельефа // Географическое изучение территориальных систем. Сборник материалов XVI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Пермь, 2022. С. 303–305.

Автором выявлены и проанализированы как российские, так и зарубежные примеры практического применения цифровых технологий для создания и использования трехмерных карт в области образования.

С помощью современных программных средств возможно создавать электронные и печатные карты, полученные на основе одного и того же набора данных. Например, в «Швейцарский атлас мира» для средней школы входят электронные учебные карты, интерактивные карты в веб-версии и печатная версия. Атлас является основным картографическим произведением, которое используется для обучения географии во всех средних школах Швейцарии (**Рис. 1**).

Рис. 1 Печатная версия «Швейцарского атласа мира» для средней школы.

Fig. 1 Printed edition of “Swiss World Atlas” for secondary school.

Веб-версия атласа постоянно обновляется — добавляются дополнительные материалы, публикуются новые статьи. Веб-версия содержит большой объем электронных карт, а также цифровой интерактивный глобус, позволяющий пользователю «вращать» виртуальную 3D-модель местности, менять масштаб, делать видимыми и скрывать слои с тематической информацией[2].

В 2020 году печатная версия указанного атласа была обновлена, добавлена возможность использования технологии дополненной реальности (AR) тематически связанными данными. Для реализации приложения использован AR-движок «Vuforia» и игровой движок «Unity» [8].

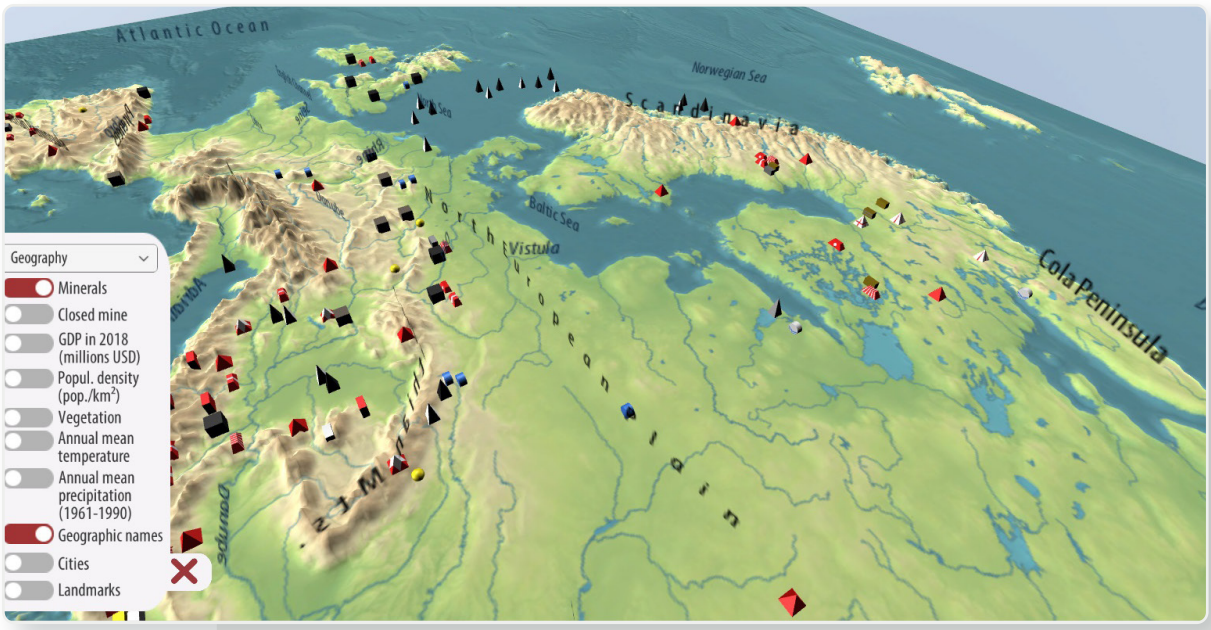
2 Swiss World Atlas. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://schweizerweltatlas.ch/en/ (дата обращения: 09.03.2022).

Основными зарубежными ГИС, которые используют для создания карт, является QGIS и ArcGIS. QGIS — система с открытым кодом. Для работы с трехмерными объектами используется модуль «Qgis2threejs». Программные средства ArcGIS предоставляют широкие возможности для создания, редактирования и публикации карт. Версия ArcGIS Pro поддерживает файлы CAD, BIM; возможен импорт трехмерных моделей различных форматов; представлен большой выбор инструментов геообработки, дополнительных модулей, различных возможностей публикации готового картографического произведения.

В качестве дополнительного материала для средней школы возможно использовать трехмерные карты, созданные с помощью программ трехмерной графики, что повышает качество визуализации. Например, проект Каталин Жолди (Dr. Katalin Zsoldi), докторанта кафедры картографии и геоинформатики Будапештского университета им. Лоранда Этвёша «Elsa 3D Maps» (**Рис. 2**), выполненный с помощью ArcGIS, модуля ArcGIS 3D Analyst и игрового движка «Unity» [9]. Проект содержит интерактивные карты Европы и Северной Америки, подробную трехмерную карту Будапешта, а также дополнительные картографические материалы[3].

Рис. 2 Пример интерактивной трехмерной карты проекта «Elsa 3D Maps».

Fig. 2 The example of an interactive 3D map from “Elsa 3D Maps” project.



3 Elsa 3D Maps: school maps for education. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://elsa3dmap.com/ (дата обращения: 05.03.2022).

В России в области образования трехмерные картографические произведения, не считая традиционных карт с отмывкой рельефа, используются достаточно редко. В средней школе представлено более десяти ГИС, предназначенных для учебных целей, в том числе с поддержкой трехмерного вида различных объектов. ГИС рассматриваются Л.Н. Макаровой[4] и другими учеными-методистами [10] как полифункциональное и комплексное средство обучения. Использование информационных технологий позволяет вести преподавание на более высоком научном уровне, интегрировать знания по предмету, а обучающимся ощущать себя активными участниками процесса обучения, получать новые навыки, умения, анализировать, сопоставлять и находиться в постоянном поиске новых знаний. Однако следует учитывать, что ГИС требует знаний и навыков не только у обучающихся, но и у преподавателей. Этим объясняется тот факт, что ГИС, в связи со сложностью интерфейса и необходимостью разработки методической базы для внедрения современных компьютерных технологий, используются недостаточно широко. В высших учебных заведениях применение современных картографических материалов носит характер отдельных экспериментов, что увеличивает время и трудозатраты на изучение новых компьютерных образовательных технологий. Таким образом, выявлена необходимость обеспечения образовательного процесса, особенно в высших учебных заведениях современными картографическими материалами, в том числе — интерактивными и динамическими трехмерными картами.

2.3 Отечественное ПО в области трехмерного картографирования

Использование российского ПО — одна из важных задач в настоящее время. Среди российских программ, специализирующихся на 3D-графике, нет генераторов ландшафта, однако, представлены игровые движки. Игровой движок «UNIGINE» — это платформа 3D-визуализации, созданная в 2005 году. Существует несколько версий программы, бесплатная версия движка — «Community». В программе возможно создание симуляторов, видеоигр и систем виртуальной реальности, а также 3D-визуализация. Как и в других программах трехмерной графики, для визуализации в движке используется инструмент «рендеринг», подходящий даже для компьютеров с ограниченным объемом видеопамяти[5].

Российские геоинформационные системы различны и разнообразны. Существует много ГИС, в том числе и специализированных (например, ГИС ИНТЕГРО).

4 Макарова Л.Н. Применение технических средств на уроках географии // Вопросы Интернет образования, 2006. № 36. 28 с.

5 Ландшафт (Landscape Terrain) – Документация UNIGINE. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://developer.unigine.com/ru/docs/latest/objects/objects/terrain/landscape_terrain/ (дата обращения: 11.03. 2022).

Средством работы с трехмерными моделями местности в ГИС «Панорама», является инструмент «Навигатор 3D»[6]. В программе можно свободно перемещаться по трехмерной модели в виртуальном пространстве, наклонять ее под нужным углом, опускаться и подниматься, менять освещение. Достоинством программы является возможность работы в синхронном режиме с трехмерной и двухмерной картами. ГИС «Панорама» обладает большими ресурсами для работы с цифровыми картами (топографическими, навигационными, морскими и др.), однако, возможности создания и загрузки сложных 3D-моделей ограничены.

Существуют российские ГИС, которые можно рассматривать как аналоги зарубежного ПО:

1) ГИС «Аксиома» — российский аналог MapInfo. Программы обладают схожим интерфейсом, множество функций реализовано схожим образом. Есть совместимость форматов с MapInfo.
2) NextGIS — российский аналог QGIS, система с открытым кодом. Функционал системы расширен с помощью дополнительных модулей NextGIS Web, NextGIS Mobile и NextGIS QGIS.
3) «НАША ГИС» — российский аналог ArcGIS. Пакет программных продуктов компании СибГеоПроект. Существует несколько приложений: Редактор, Вьювер, Сервер. «НАША ГИС» разработана в 2015 году в качестве замены продуктов компании ESRI ArcGIS.

3 Результаты

В результате проведенного сравнительного анализа технических возможностей программных средств выявлено, что ГИС «Панорама» позволяет создать 3D-сцену (виртуальную сцену) и выполнить «облет» территории. В программе ограничены возможности создания трехмерных карт со сложными 3D-моделями, наложением текстур и светотеневым оформлением рельефа. ГИС «Панорама» использует оригинальный классификатор, поэтому пользователю сложнее организовать систему взаимосвязей между объектами. Таким образом, для учебных целей желательно использовать ГИС, имеющие слоевую модель организации пространственных данных.

В связи с особенностью форматов и качеством визуализации были рассмотрены возможности ГИС с открытым кодом: NextGIS и QGIS и многофункциональные ГИС: ArcGIS и «НАША ГИС» (**Табл. 1**).

Если сравнивать российские и зарубежные ГИС с открытым кодом, то возможности программ для создания трехмерных карт на основе ЦМР схожи. Интерфейс программы NextGIS практически совпадает с QGIS (**Рис. 3**).

6 Трехмерная модель местности в ГИС «Панорама». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gisinfo.ru/3d/3d_model.htm (дата обращения: 11.03.2022).

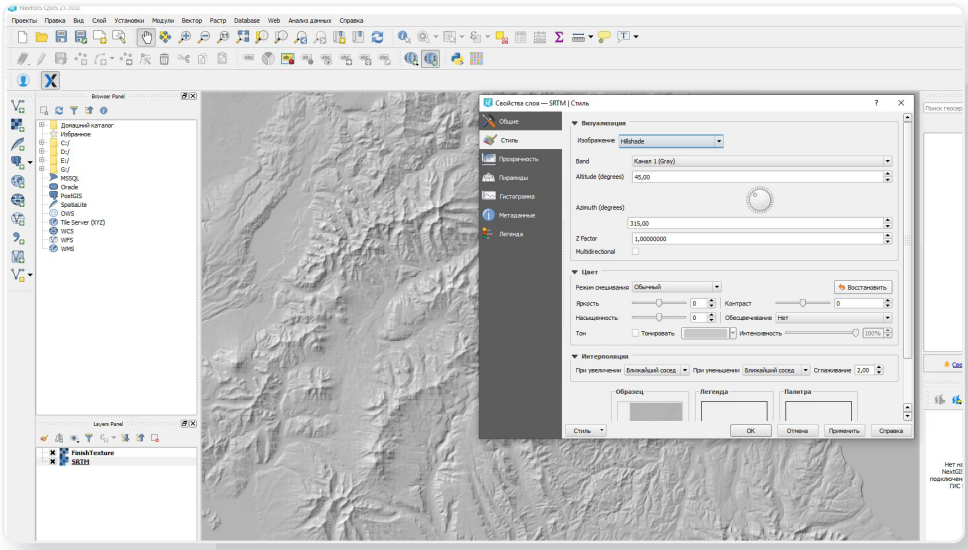
Таблица 1 Сравнение ГИС с открытым кодом NextGIS и многофункциональной ГИС «НАША ГИС» с зарубежными аналогами.

Table 1 Comparison of open source GIS NextGIS and multifunctional GIS “NASHA GIS” with foreign analogs.

Зарубежные ГИС		Российские ГИС	
ArcGIS	**QGIS**	**NextGIS**	**«НАША ГИС»**
Лицензия ПО			
Платная	Бесплатная	Бесплатная	Пробная версия (30 дней бесплатно), можно запросить лицензию по почте
Функционал для создания, загрузки готовой ЦМР; функционал для создания отмывки рельефа			
Есть	Есть	Есть	Есть
Возможность работы с 3D-моделями			
Есть встроенный модуль 3D Analyst, предоставляет возможности по созданию, редактированию и оформлению 3D-моделей	Есть встроенный модуль Qgis2threejs, визуализация отдельном окне, возможен экспорт изображения	Есть дополнительный модуль Qgis2threejs, возможен экспорт изображения	Отсутствует
Настройка 3D сцены			
Есть возможность задать параметры 3D-сцены и освещения	Есть изменение угла наклона и точки взгляда на 3D-сцену	Есть изменение угла наклона и точки взгляда на 3D-сцену	Отсутствует

Рис. 3 Интерфейс программы NextGIS.

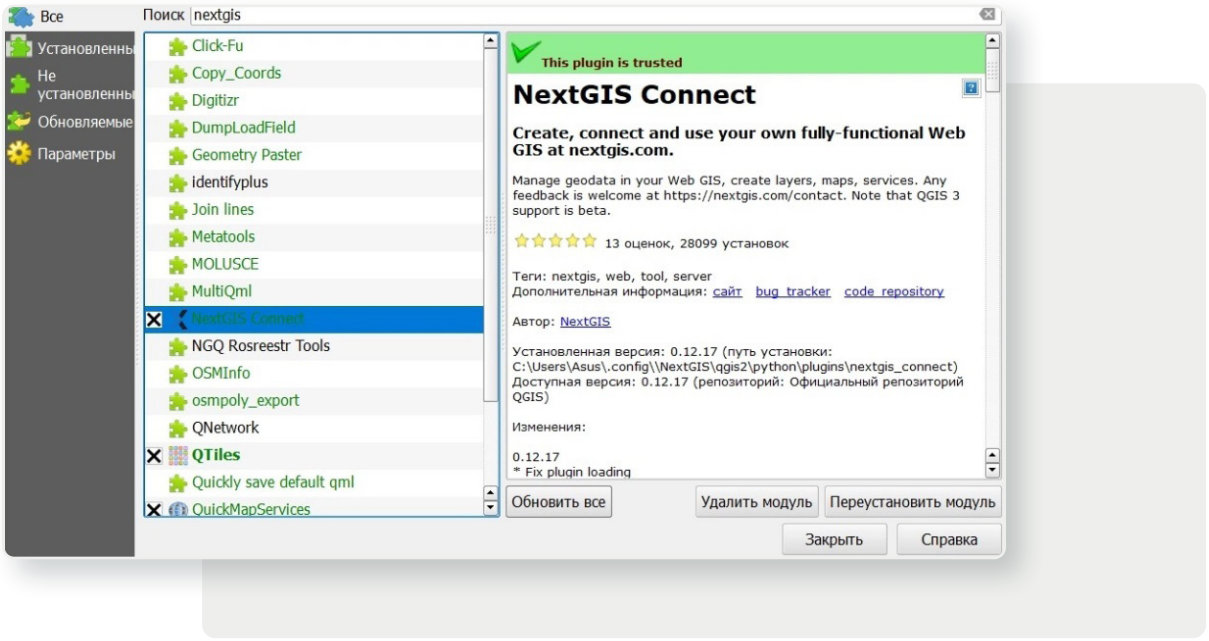
Fig. 3 Interface of NextGIS program.



Для создания 3D-сцены в обеих программах используется модуль «Qgis2threejs», но в NextGIS его необходимо загрузить дополнительно. QGIS и NextGIS позволяют создать и опубликовать интерактивную веб-карту. В случае использования российского ПО необходимо выгрузить проект карты через NextGIS QGIS с помощью NextGIS Connect (**Рис 4**).

Рис. 4 Загрузка модуля NextGIS Connect.

Fig. 4 Loading NextGIS Connect module.



На сервере NextGIS[7] в бесплатной версии нельзя опубликовать трехмерную карту, только двухмерную. Публикация трехмерной карты возможна на собственном сервере или на одном из поддерживающих веб-сайтов.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что «НАША ГИС» имеет функционал для создания отмывки рельефа, но не поддерживает работу с трехмерными картами, а позволяет работать только с двухмерными данными в форматах ArcGIS. Для просмотра рабочего набора из программы ArcGIS достаточно использовать приложение Вьювер, входящее в пакет программных продуктов «НАША ГИС». Для редактирования необходимо сохранить исходный файл в формат программы «НАША ГИС» — MAPDOC. Программа «НАША ГИС» подходит для создания двухмерных карт и карт, трехмерность на которых ощущается визуально, с помощью графических и технических средств.

В игровых движках, как российских, так и зарубежных, для качественной визуализации используют инструмент «рендеринг». Отмывка рельефа создается на основе исходной ЦМР, отсутствуют разрывы в экстремальных значениях.

7 Облачный сервис NextGIS. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://nextgis.com/ (дата обращения: 15.02.2022).

В игровом движке UNIGINE можно создать высококачественную 3D-визуализацию. Тем не менее, возможности создания трехмерной карты ограничены: отсутствуют настройки добавления и изменения системы координат. При необходимости создания сложных 3D-моделей объектов целесообразно использовать зарубежные программы. Плагин BlenderGIS программы 3D-графики Blender позволяет менять системы координат, загружать базовые карты, создавать трехмерную модель местности [8, 11].

4 Обсуждение результатов и выводы

В статье проведен сравнительный анализ отечественных и зарубежных ГИС, программ 3D графики. Рассмотрен российский аналог западных игровых движков — UNIGINE. Проанализированы возможности создания ЦМР, светотеневого оформления (отмывки) рельефа, 3D-моделей и электронных трехмерных карт. Выявлено, что трехмерные карты могут быть созданы с помощью отечественного программного обеспечения, что снижает зависимость от иностранных программ и Интернет-ресурсов. Такие карты могут быть представлены как в статическом виде (на экране компьютера или в печатном виде), так и в трехмерном цифровом виде (интерактивные трехмерные карты, динамические карты и анимации).

Программа «НАША ГИС» не поддерживает работу с трехмерными картами, однако ее можно использовать для работы с картами, визуально воспринимаемыми как трехмерные: перспективными, картами-панорамами и др. Трехмерные карты, созданные в отечественных ГИС, например, ГИС «Панорама», дают возможность так называемого «облета» местности и разбиения на «сцены». Создавать трехмерные карты в российских ГИС возможно с помощью дополнительных модулей. Однако в случае, если карта содержит сложные 3D-модели, целесообразно использовать программы 3D-графики. Например, зарубежная программа Blender позволяет создавать не только 3D-модели объектов, но и цифровые трехмерные модели местности с помощью плагина BlenderGIS.

Отечественные и зарубежные ГИС с открытым кодом аналогичны в части создания ЦМР и цифровой трехмерной модели местности, редактирования трехмерного картографического произведения. Публикация интерактивной или динамической трехмерной карты на сервере российской разработки NextGIS ограничена, но возможно опубликовать карту на своем сервере или другом сайте, поддерживающем веб-карты. В случае, если необходимо использовать интерактивную карту в автономном режиме, целесообразно воспользоваться ПО других производителей. Программные продукты ESRI, например, ArcGIS Enterprise, позволяют быстро опубликовать и использовать карты на экранах компьютеров и мобильных устройств, помещать их в настольные приложения

и веб-браузеры. Преимуществом версии является возможность просматривать карты без доступа в сеть Интернет.

Работа с интерактивной учебной картой в автономном режиме позволяет использовать ее на интерактивной доске в учебной аудитории или же познакомить обучающихся с картой при проецировании с компьютера. Для динамических карт созданную анимацию можно либо экспортировать в видеофайл, либо в покадровую последовательность изображений (GIF-анимация). Допускается сочетание на карте анимации и интерактивных элементов. У трехмерных учебных карт есть возможность встроиться в технологию виртуальной и дополненной реальности [12, 13] при условии изменения отображения элементов общегеографического и тематического содержания.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Крейдер О.А. ГИС как инструмент экологического образования // Геоинформатика. 2004. № 4. С. 37–42.
2. Летягин А.А. Современные информационные и коммуникационные технологии в процессе обучения географии // География в школе. 2007. № 4. С. 63–64.
3. Новенко Д.В. Использование геоинформационных технологий в школьном географическом образовании // География в школе. 2013. № 7. С. 36–40.
4. Федоровских А.В. ГИС-технологии как средство совершенствования содержания школьного географического образования // География в школе. 2018. № 1.
5. Ковалева О.В., Баранова Н.А. Трехмерное картографирование: подходы, методы, классификации // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2022. Т. 66. № 3. С. 77–91. DOI:10.30533/0536-101X-2022-66-3-77-91
6. Верещака Т.В., Ковалева О.В. Изображение рельефа на картах: теория и методы (оформительский аспект). М.: Науч. мир, 2016. 181 с.
7. Ковалева О.В. Совершенствование изображения рельефа на мелкомасштабных картах: дис. … канд. техн. наук: 25.00.33 «Картография». 2012. 218 с.
8. Schnürer R., Dind C., Schalcher S., Tschudi P., Hurni L. Augmenting Printed School Atlases with Thematic 3D Maps // Multimodal Technologies and Interaction. 2020. Vol. 4. № 2. 23 p. DOI:10.3390/mti4020023.
9. Zcoldi K. 3D and animation technologies in thematic cartography // Geodesy and Cartography. 2014. Vol. 7–8. № 66. P. 20–25. (In Hungarian).
10. Жигулина О.В., Бочарникова Э.А. Использование геоинформационных систем на уроках географии // Молодой ученый. 2014. № 12 (71). С. 255–257.
11. Флоринский И.В., Филиппов С.В. Трёхмерное моделирование рельефа: применение пакета Blender // ИнтерКарто/ИнтерГИС 24: Материалы Международной конференции, Петрозаводск, Бонн, Анкоридж, Ч. 2. 2018. С. 250–261. DOI:10.24057/2414-9179-2018-2-24-250-261.
12. Bandrova T. Designing of symbol system for 3D city maps // 20th International Cartographic Conference. 2001. P. 1002–1010.

13. Yonov N., Bandrova T. Using Augmented Reality to Make School Atlases More User-Friendly for Schoolchildren // Kartografija i Geoinformacije. 2021. Vol. 20. № 36. P. 4–15.

АВТОР

Баранова Наталья Александровна
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра визуализации геоданных и картографического дизайна
картографический факультет
0000-0002-7355-7315

Поступила 20.06.2022. Принята к публикации 10.12.2022. Опубликована 25.12.2022.

UDC 528.91
DOI:10.30533/scidata-2022-13-04

CC BY

Challenges of Russian software in creating 3D maps

Natalia A. Baranova[1]

AFFILIATIONS

[1] Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
nat.baranovaa@yandex.ru

CITATION

Baranova NA. Challenges of Russian software in creating 3D maps. *Spatial Data: science, research and technology*. 2022;13: 43-58. DOI:10.30533/scidata-2022-13-04.

KEYWORDS

digital terrain modelling, space perception, 3D-visualization, geoinformation systems, educational activity

ABSTRACT

This article considers possibilities of national software tools to create 3D maps for educational purposes. When creating 3D maps for academic purposes it is necessary to take into account the requirements for such maps and working programs of the disciplines in the Earth Sciences module, and to choose software that allows creating cartographic products in static, interactively or dynamically as well. The article presents a comparative analysis of national and foreign software tools for three-dimensional cartographic products created on the basis of a 3D terrain model. The author also considers the possibilities of the Russian software tools for academic 3D maps. The advantages and disadvantages of geoinformation systems (GIS) and 3D graphics programs were stated in the paper. It is concluded that a similar interface and capabilities of open GIS. Possibilities of GIS and game engines for creating 3D terrain models, 3D-scenes and the territory «flight around» by means of national software are considered.

REFERENCES

1. Krejder OA. GIS kak instrument jekologicheskogo obrazovanija [GIS as an instrumental and environmental education]. ***Geoinformatics***. 2004;4: 37–42. (In Russian).
2. Letjagin AA. Sovremennye informacionnye i kommunikacionnye tehnologii v processe obuchenija geografii [Modern information and communication technologies in geography education]. ***Geography at school.*** 2007;4: 63–64. (In Russian).
3. Novenko DV. Ispol'zovanie geoinformacionnyh tehnologij v shkol'nom geograficheskom obrazovanii [The use of geographic information systems school geographical education]. ***Geography at school***. 2013;7: 36–40. (In Russian).
4. Fedorovskih AV. GIS-tehnologii kak sredstvo sovershenstvovanija soderzhanija shkol'nogo geograficheskogo obrazovanija [GIS technologies as a means of improving the content of school geographical education]. ***Geography at school***. 2018; 1. (In Russian).
5. Kovaleva OV, Baranova NA. Trehmernoe kartografirovanie: podhody, metody, klassifikacii [Three-dimensional mapping: methods, approaches, classifications]. Izvestia vuzov. ***Geodesy and Aerophotosurveying.*** 2022;66(3): 77–91. DOI:10.30533/0536-101X-2022-66-3-77-91. (In Russian).
6. Vereshchaka TV, Kovaleva OV. ***Izobrazhenie rel'yefa na kartakh. Teoriya i metody (oformitel'skiy aspekt)*** [The image of the relief on the maps. Theory and methods (design aspect)]. Moscow: Scientific World Publ.; 2016. 184 p. (In Russian).
7. Kovaleva OV. ***Sovershenstvovanie izobrazheniya rel'efa na melkomasshtabnyh kartah*** [Improving the relief image on small-scale maps]. Ph.D thesis. Moscow: 2012; 218 p. (In Russian).
8. Schnürer R, Dind C, Schalcher S, Tschudi P, Hurni L. Augmenting Printed School Atlases with Thematic 3D Maps. ***Multimodal Technologies and Interaction***. 2020;4(2): 23. DOI:10.3390/mti4020023.
9. Zcoldi K. 3D and animation technologies in the thematic cartography. ***Geodesy and Cartography***. 2014;7–8(66): 20–25. (In Hungarian).
10. Zhigulina OV, Bocharnikova JeA. Ispol'zovanie geoinformacionnyh sistem na urokah geografii [The use of geographic information systems in geography classes]. ***Young Scientist.*** 2014;12(71): 255–257. (In Russian).
11. Florinsky IV, Filippov SV. Trjohmernoe modelirovanie rel'efa: primenenie paketa Blender [Three-dimensional terrain modeling: Application of the Blender package]. ***Proceedings of the International conference "InterCarto. InterGIS", Petrozavodsk, Bonn, Anchorage, Part 2.*** 2018;24(2): 250–261. (In Russian). DOI:10.24057/2414-9179-2018-2-24-250-261.
12. Bandrova T. Designing of symbol system for 3D city maps. ***Proceedings of the 20th International Cartographic Conference***. 2001;2: 1002–1010.
13. Yonov N, Bandrova T. Using Augmented Reality to Make School Atlases More User-Friendly for Schoolchildren. ***Cartography and Geoinformation***. 2021;20(36): 4–15.

AUTHOR

Natalia A. Baranova
Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK)
Department of Geodata Visualization and Cartographic Design, Cartography Faculty
0000-0002-7355-7315

Submitted: June 20, 2022. Accepted: December 10, 2022. Published: December 25, 2022.

УДК 528:004.9:332.1
DOI:10.30533/scidata-2022-13-05
CC BY

Геоинформатика, картография

Обзор пространственных моделей в экономике

А.Л. Синицына[1]

АННОТАЦИЯ

В связи с принятием в 2019 году по инициативе Минэкономразвития Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года повысился интерес к вопросам зарождения, развития и современной трансформации пространственных моделей в экономике. Настоящее исследование посвящено выявлению и краткому описанию основных траекторий развития пространственных моделей в экономике за последние два столетия — классических и многорегиональных моделей, теоремы пространственной невозможности Старрета, эмпирических (экспериментальных) исследований неравномерности пространственного развития, теории непрерывного пространства, новой экономической географии, новой городской экономики, пространственной эконометрики, имитационного моделирования в экономике, использования ГИС в пространственных моделях в экономике. Автором предложено структурирование пространственных моделей в экономике по ряду параметров (хронологии, траектории эволюции, странам, используемому пространству, сферам применения). Выполнено решение прикладной задачи на базе математической оценки определения пространственной ценности участка. Для исследования использованы открытые данные интернет ресурсов, нормативно-правовые и отраслевые документы, в том числе нацпроекты развития Российской Федерации, результаты исследований автора. Намечены направления планируемых исследований (расширение математического аппарата пространственной ценности участка с учетом многофункциональности его перспективного использования и его территориальной привязки: статуса, режима использования, текущего и перспективного состояния, ресурсов территории и т.д.)).

АФФИЛИАЦИИ

[1] Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
anna_sinitsyna@bk.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Синицына А.Л. Обзор пространственных моделей в экономике // Пространственные данные: наука и технологии. 2022. № 13. С. 59–73. DOI:10.30533/scidata-2022-13-05.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

пространственные модели, пространственное развитие, многорегиональные модели, модели территориального развития, обзор пространственных моделей, теория размещения

1 Введение

Пространственное развитие на сегодняшний день является интересным предметом для исследовательской деятельности. В последние годы растет число научно-исследовательских работ и нормативно-законодательных актов, затрагивающих вопросы территориальной организации экономической деятельности. В 2019 году по инициативе Минэкономразвития РФ принята Стратегия пространственного развития до 2025 года[1]. Стратегией определены задачи, принципы, приоритеты и основные направления пространственного развития России, сценарии пространственного развития, в том числе приоритетный (целевой) сценарий, перспективные центры экономического роста, макрорегионы, перспективные экономические специализации субъектов РФ, целевые показатели пространственного развития страны. Поэтому актуальным становится аналитический обзор пространственных моделей в экономике, выявление существующих проблем и разработка рекомендаций и предложений по перспективам развития территориальной организации экономической деятельности.

Цель настоящего исследования — аналитический обзор пространственных моделей в экономике. В рамках поставленной цели были решены следующие задачи: проведено исследование пространственных моделей в экономике, их структурирование, озвучена существующая проблематика, предложено решение прикладной задачи на базе математической оценки определения пространственной ценности участка, разработаны предложения и рекомендации по перспективам развития территориальной организации экономической деятельности.

В данной статье кратко освещены основные аспекты развития пространственных моделей в экономике Европы и США с 1826 года по настоящее время. Для исследования использовались открытые данные Интернет ресурсов, нормативно-правовые и отраслевые документы, в том числе нацпроекты развития Российской Федерации[2,3,4,5], а также результаты исследований автора.

---

1 Стратегия пространственного развития до 2025 года. Распоряжение от 13 февраля 2019 года № 207-р. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.html. (дата обращения: 20.06.2022).

2 Федеральный закон от 28 июня 2014 года № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».

3 Указ Президента России от 16 января 2017 года № 13 «Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года».

4 Указ Президента России от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

5 Новая модель экономического развития России: концепция формирования и реализации. М.: Издание Государственной Думы, 2016. 320 с.

2 Материалы и методы

Исследование велось в два этапа:

- **Этап 1** — формирование концепции при обзоре пространственных моделей в экономике за два столетия;
- **Этап 2** — сбор информации на базе открытых данных и аналитика полученных данных, их систематизация и выработка рекомендаций и предложений. Сложность второго этапа заключалась в следующем: во-первых, в поиске первоисточника информации, а не ссылки на нее в других работах; во-вторых, в выборе «опорных» или «контрольных» вех сбора данных. Процесс поиска показал, что информации по теме исследования много, часто она полностью или частично противоречива в разных источниках, что требует дополнительного времени на верификацию. Достаточно сложно определить границы исследования, так как пространственных моделей за рассматриваемый период в два столетия набралось много.

2.1 Обоснование концепции обзора пространственных моделей

Идея обзора пространственных моделей зародилась на кафедре экономика Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) в 2020 году. Экономика в техническом вузе имеет прикладной характер и призвана обосновывать и подкреплять комплексные решения в области землеустройства и геоинформационных технологий. В последние годы именно геоинформационные технологии и пространственное моделирование стали важным фактором формирования устойчивого развития территорий. А активная реализация Стратегии пространственного развития до 2025 года, необходимость знакомить с нею студентов и магистров МИИГАиК и обосновывать ее актуальность и ценность, а также доминирование проектных и исследовательских работ бакалавров, аспирантов и магистров в рамках траектории пространственных моделей по сути активировали необходимость формирования концепции обзора пространственных моделей в рамках научно-исследовательской работы. Появилась цель — создать свою пространственную модель, но сначала изучить исторический ракурс пространственных моделей, озвучить, что же уже теоретически разработано, что применено на практике, какова проблематика вопроса и что можно, собственно, предложить нового. Первоначальный подход к формированию концепции обзора пространственных моделей был достаточно прост и предполагал хронологический последовательный системный перебор

пространственных моделей разных стран. Так было установлено, что первые классические пространственные модели в экономике появились в начале XIX века. А вот дальнейшее исследование стало более интересным, так как было выявлено, что просто хронологического перебора для обзора будет явно недостаточно и надо вводить дополнительные принципы концепции, такие как: репрезентативность стран мира, эволюция самого пространства в моделях, области (сферы) применения, преемственность / непреемственность классических идей, прогрессивность и развитость во времени пространственных моделей.

2.2 Методы поиска информации и аналитика полученных сведений

Поиск информации для исследования оказался тоже тернист. Хотелось изучить европейские, американские и восточные (китайские, японские и т.д.) пространственные модели. В открытом доступе оказалась европейские и американские. Тему исследования восточной траектории пространственных моделей пришлось оставить для следующего раза. А в настоящем исследовании остановиться на европейских и американских пространственных моделях. Ниже по тексту приведен краткий аналитический обзор, полученный в рамках исследования. По факту канвой стала прогрессивность и развитость во времени и географии пространственных моделей.

Точкой отсчета обзора можно считать 1826 год. Отправной страной — Германию. Именно в это время и в этой стране зародилась первая классическая пространственная модель. Она базировалась на использовании линии, а чуть позже плоскости [1]. Иоганном Генрихом фон Тюненом в труде «Изолированное государство» в 1826 году [2] было выделено три ключевых фактора для пространственной модели сельскохозяйственного производства: транспортные расходы, производственные расходы, природные условия и ресурсы. Американский экономист Уолтер Айзард считал, что модель Тюнена стала фундаментом для зарождения и развития теории размещения (англ. — «economics of location») [3]. Модель Тюнена дополнил Вильгельм Лаунхардт диаграммой. Она демонстрировала рентную функцию, а Вильгельм Лаунхардт стал одним из основателей теории размещения производства [3]. Таким образом, определился принцип классических экономических пространственных моделей: чем дальше от ядра (фокуса, города), тем ниже цена земли и меньше возможная рента. Теория размещения продолжила развиваться как функционально и многогранно, так и географически: в начале XX века — Альфред Вебер (теория размещения промышленности, Германия), в 30–40-х годах XX века — Вальтер Кристаллер (теория центральных мест, Германия), Август Лёш (теория организации экономического пространства,

Германия), Торд Фолкесон Паландер (объединение пространственного анализа рынков и теории размещения производства, Швеция) и Гарольд Хотеллинг (модель линейного города, США).

Параллельно классической ветви во второй половине XX века формируется региональная экономика и региональная наука. Сам термин «региональная наука» ввел Уолтер Айзард [4]. На базе работ ученых Я. Тинбергена и Х. Боса (Нидерланды) и У. Айзарда (США) и с учетом существования кейнсианских макроэконометрических и леонтьевских межотраслевых моделей начинают появляться и развиваться многорегиональные пространственные модели в экономике. Многорегиональные модели в экономике используются и в XXI веке в разных странах. Так, в США наиболее известны системы IMPLAN I-O (Input-Output), NIEMO (National Interstate Economic Model) [5–7], RUBMRIO (Random-Utility-Based Multiregional Input-Output), в России — оптимизационные многорегиональные межотраслевые модели — ОМММ или модели А.Г. Гранберга. К многорегиональным моделям с применением решений естественно-научных дисциплин относятся гравитационные модели и энтропийные модели. Гравитационные модели перенесли в экономику закон всемирного тяготения классической механики следующим образом: межрегиональные потоки товаров и т.д. ставились в прямую зависимость от экономических потенциалов регионов-контрагентов и в обратную — от расстояний или затрат на перемещение. Например, американский экономист, Уильям Алонсо в 1964 году создал модель земельного рынка в городе и его окрестностях[6] на базе классической пространственной экономической модели Тюнена. К энтропийным моделям, спроецированным из термодинамики, в которых максимизация энтропии (ожидаемой информации) приводит к выявлению наиболее вероятного пространственного распределения потоков (товаров и т.д.) относится модель Вильсона (А. Дж. Вильсон, 1978 год [8]). Применяется для моделирования потоков в стохастических коммуникационных системах, многопродуктовых экономических системах, для построения моделей размещения с учетом предпочтения элементов. Наиболее известные примеры применения энтропийного подхода связаны с моделированием городских транспортных систем и размещением по территории городских подсистем [9, 10]. В 1967 г. Новосибирске были созданы первые экспериментальные прогнозы пространственной структуры национальной экономики СССР на период до 1975 г. на основе оптимизационной межрегиональной модели «затраты-выпуск» (ОМММ). Эмпирические (экспериментальные) исследования неравномерности пространственного развития на субфедеральном и муниципальном уровнях и агломерационных процессов, выполняемые Е.А. Коломак и А.Н. Буфетовой, осуществляются с помощью эконометрических методов, позволяющих оценить выполнение гипотез новой экономической географии для пространственной экономики России. Ю.П. Воронов доказал возможность

6 Пространственная модель города Уильяма Алонсо. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studme.org/1426111624454/ekonomika/prostranstvennaya_model_goroda_uilyama_alonso. (дата обращения: 20.06.2023).

применения математического аппарата диаграмм Вороного, до сих пор применяющегося в естественных науках, для анализа взаимовлияния в региональном развитии на уровне сельских и городских поселений[7].

Нужно отметить такую интересную выявленную в ходе исследования деталь, что пространственные модели не только развивались последовательно и параллельно, они еще совершали «обратные витки», «отступали назад» и проводили собственную трансформацию (самосовершенствование).

Например, теорема пространственной невозможности Старретта [11] была доказана в 1978 году. Оказалось, что классические пространственные экономические модели фактически преодолевали эту теорему. В них предполагалась либо неоднородность пространства (в модели Вебера заранее задано размещение рынков, в модели Тюнена задано место центрального рынка (города)), либо несовершенная конкуренция (в моделях Паландера и Хотеллинга монополистическая конкуренция), либо возрастающая отдача от масштаба (в моделях Лёша и Кристаллера) [12].

В моделях конца XX века появляется фактор непрерывности, многовекторности и синергетики и «работа» с пространством. География — США. Опять прослеживается не прямая, а «витиеватая» траектория прогрессивности и развитости пространственных моделей: с одной стороны, два шага вперед, с другой стороны, либо трансформация классических пространственных моделей, либо прямопротивоположная траектория развития. Так модели непрерывного пространства Бекмана — Пуу (1981–1985 гг.), Андерсона — Занга (1988 г.) являются по сути модернизированным вариантом классических пространственных моделей с точки зрения трансформации внутренней структуры современных городов или математической формализации непрерывного пространства. А ученые А.Е. Андерсон (США) и китайский экономист В.-Б. Занг в анализе структуры пространства опираются на теории хаоса и синергетики, растущее разнообразие пространственных процессов, многовекторность сценариев развития систем [13]. Макроэкономическая модель образования агломераций в условиях монополистической конкуренции и экономии от масштаба Диксита — Стиглица — Кругмана становится фундаментом для новой теории международной торговли (1999 г.) [14]. Модели новой экономической географии (модель торговли Диксита — Стиглица — Кругмана, модель Кругмана «центр — периферия», модель Кругмана — Венэблса и др.) основаны на посылках, прямо противоположных классическим пространственным моделям в экономике: наличие экстерналий, положительной отдачи от масштаба, положительных обратных связей.

Для конца XX века хотелось бы еще отметить модели в рамках новой городской экономики. В них анализируются внешние и агломерационные эффекты и подчеркивается значение трансакционных издержек. Изучается вариант, когда резиденты (фирмы и домохозяйства) конкурируют за место размещения в городе.

7 Моделирование и анализ долгосрочных перспектив пространственного развития экономики России и Сибири. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ieie.su/sci/scischool/school-granberg.html. (дата обращения: 20.06.2022).

Некоторые из этих моделей наследуют идеи модели Тюнена. **В пространственной эконометрике наблюдаются следующие траектории:**

1. фокус на пространственную корреляцию между ошибками наблюдений (пространственная автокорреляция);
2. спецификацию пространственного эффекта в эконометрических моделях;
3. оценивание моделей с пространственным эффектами; тестирование наличия пространственных эффектов.

Вклад внесли такие ученые как И. Фишер (США), Р. Фриш (Норвегия), Я. Тинберген (Нидерланды), Й. Шумпетер (австрийский и американский экономист), О.Н. Андерсон (Европа).

Во второй половине XX века с появлением и активным развитием вычислительной техники начались эксперименты по созданию географических информационных систем (ГИС-систем) сначала за рубежом, потом и в России. Новые технологии предоставили возможности создания баз пространственных данных: сбора, хранения, обработки, визуализации, обмена, распространения и использования в прикладных целях. Хотелось бы выделить работы таких российских специалистов в данной области как Гитис В.Г., Журкин И.Г., Карпик А.П., Кошкарев А.В., Кулагин В.П, Майоров А.А., Матерухин А.В., Пьянков С.В., Розенберг И.Н., Савиных В.П., Тикунов В.С., Цветков В.Я. и других, а также таких зарубежных ученых, как Goodchild M.F., Hoel E., Knoblock C.A., Shekhar S., Worboys M.F.

Важно в рамках обзора пространственных моделей в экономике озвучить имитационное моделирование. Оно является мощным инструментом исследования сложных систем в условиях неопределенности, позволяет рассматривать большое число альтернатив, улучшать качество управленческих решений и точнее прогнозировать их последствия [15–19]. Сейчас активно развиваются программные продукты, объединяющие возможности АОММИ и ГИС — имитационное моделирование (например, продукт AnyLogic, разработанный Санкт-Петербургской IT-компанией с таким же названием).

В настоящее время методы ГИС-систем активно используют для количественного отражения экономического пространства наряду с традиционными методами статистики, эконометрии, имитационного и нормативного моделирования. Использование ГИС-систем для пространственных моделей в экономике удобно в образовательных и исследовательских траекториях [20–25].

В XXI веке можно отметить активное развитие пространственных моделей в направлении применения современных цифровых систем и технологий: Big Data, виртуальной и дополненной реальности, сквозных технологий, электронных сервисов и систем. Важно, что большинство технологий является доступными, как для образовательных и учебных целей, так и для обычных пользователей. Это позволяет, с одной стороны, применять пространственные модели в учебно-образовательном процессе: реализовывать практические кейсы и осуществлять учебные проектно-исследовательские работы на высоком научном уровне, с другой стороны, легко и просто применять пространственные

модели для жизни каждый день: транспортная инфраструктура, логистика, бизнес, электронные сервисы (например, Росреестр, Госуслуги, МЭШ и т.д.).

3 Результаты

3.1 Прогрессивность и развитость пространственных моделей в экономике

При завершении описания настоящего исследования **можно выделить следующие результаты:**

1. Прослеживаются пять основных направлений функциональной трансформации пространственных моделей в экономике: классические модели (их можно условно обозначить как линейные пространственные модели или теорию размещения), многорегиональные пространственные модели, модели непрерывного пространства, ГИС-системы, цифровые пространственные модели (Табл. 1).

Таблица 1 Прогрессивность и развитость пространственных моделей.

Table 1 Spatial models: progressivity and development.

№	Направление функциональной трансформации	Ученые	Страны	Особенности
1	Классические модели (XIX–XX века)	И. фон Тюнен, В. Лаунхардт, А. Вебер, В. Кристаллер, А. Лёш, Т. Паландер, Г. Хотеллинг	Германия, Швеция, США	Линейные модели, модели размещения
2	Многорегиональные пространственные модели (XX–XXI века)	И. Фишер, Р. Фриш, Я. Тинберген, Й. Шумпетер, О. Андерсон, Х. Бос, У. Айзард, А.Дж. Вильсон, У. Алонсо, А.Г. Гранберг, В.И. Суслов, А.А. Цыплаков, Н.М. Ибрагимов, В.С. Костин, Д.Д. Доможиров, Л.В. Мельникова	США, Нидерланды, СССР, Россия	Линейно-программные модели
3	Модели непрерывного пространства (конец XX века)	Бекман, Пуу, Андерсон, Занг, А. Диксит, Дж. Стиглиц, Пол Кругман	США	Макроэкономические модели

№	Направление функциональной трансформации	Ученые	Страны	Особенности
4	ГИС-системы (конец XX – начало XXI века)	Гитис В.Г., Журкин И.Г., Карпик А.П., Кошкарев А.В., Кулагин В.П, Майоров А.А., Матерухин А.В., Пьянков С.В., Розенберг И.Н., Савиных В.П., Тикунов В.С., Цветков В.Я., Goodchild M.F., Hoel E., Knoblock C.A., Shekhar S., Worboys M.F.	Россия, США	Географические программные модели
5	Цифровые пространственные модели (XXI век)	В процессе исследования	В процессе исследования	2D, 3D

2. Появилось две траектории направлений трансформации: научная (образовательная и исследовательская) и бытовая (пользовательская).
3. Определилась необходимость проведения дополнительного исследования по темам: восточные корни пространственных моделей в экономике и обзор современных цифровых пространственных моделей в экономике.

3.2 Пространственная ценность участка (решение прикладной задачи на базе математической оценки определения пространственной ценности участка)

Основываясь на идее российского ученого А.С. Павлова о том, что проблемы определения ценности земельного участка можно выразить математически[8], было выполнено решение прикладной задачи на базе математической оценки определения пространственной ценности участка. А именно:

$$C_{gr} = \sum K \times (M_i / L_i^a),$$

где K — нормирующий множитель;
M_i — мощность близлежащих агломераций, например, численность населения городов;
L_i — расстояние от рассматриваемой точки до центров городов;
a — степень числа L_i.

8 Павлов А.С. Экономика строительства. Учебник и практикум для вузов в 2х тт. (1-е изд). М.: Юрайт, 2015.

То есть ценность участка быстро убывает с увеличением расстояния от крупного города или агломерации (например, г. Москвы), но если рядом располагается другой город (например, г. Одинцово или г. Чехов), то появляется новое слагаемое с меньшим M, но зато с коротким L, и ценность опять локально возрастает. Определение пространственной ценности участка, которое выражается математически, может быть полезно для оценки экономических перспектив застройки и иных перспектив развития территории.

4 Выводы

Проведено исследование пространственных моделей в экономике за последние два столетия на предмет прогрессивности и развитости. Выполнено решение прикладной задачи с использованием базовой модели.

Намечены направления планируемых исследований: восточные корни пространственных моделей в экономике; обзор современных цифровых пространственных моделей; расширение математического аппарата пространственной ценности участка с учетом многофункциональности его перспективного использования и его территориальной привязки (статуса, режима использования, текущего и перспективного состояния, ресурсов территории и т.д.).

БЛАГОДАРНОСТИ

Искренняя благодарность профессору ФГБУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», д-ру техн. наук, А.С. Павлову за ценные рекомендации по теме данного исследования.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Суслов В.И. Модели пространственной экономики: генезис, современное состояние, перспективы // Регион: экономика и социология. 2013. № 2 (78). С. 3–19.
2. Тюнен И.-Г. Изолированное государство. М.: Изд-во «Экономическая жизнь», 1926. 326 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://ia600804.us.archive.org/35/items/Tunen/Tunen.pdf. (дата обращения: 10.06.2022).
3. Блауг М. Экономическая теория использования пространства и классическая теория размещения производства // Экономическая мысль в ретроспективе. М.: Дело, 1994. С. 568–585.
4. Голубчик М.М., Евдокимов С.П., Максимов Г.Н., Носонов А.М. Региональные исследования и география (некоторые исходные положения). [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://artno.ucoz.ru/regissl.pdf. (дата обращения: 10.06.2022).

5. Baranov A., Dondokov Z., Slepenkova Yu. Construcion and using regional input-output models for analysis and forecasting of regions' economy development // Ideas and Ideals. 2016. Vol. 2. P. 66–85. DOI:10.17212/2075-0862-2016-4.2-66-85.
6. Regional science matters: studies dedicated to Walter Isard / ed. by Nijkamp P., Rose A., Kourtit K. // Regional Science Matters. Springer. 2015. 460 p. DOI:10.1007/978-3-319-07305-7.
7. Cho J.K., Gordon P., Moore J.E. II, et al. TransNIEMO: Economic Impact Analysis Using a Model of Consistent Interregional Economic and Network Equilibria // CESifo Working Paper Series, No. 4601. 2014. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.cesifo.org/en/publications/2014/working-paper/transniemo-economic-impact-analysis-using-model-consistent. (дата обращения: 10.06.2022).
8. Энтропийные методы моделирования сложных систем: пер. с англ. / А. Дж. Вильсон. М.: Наука, 1978. 247 с.
9. Имельбаев Ш.С., Шмульян Б.Л. Моделирование стохастических коммуникационных систем: доп. к пер. книги А. Дж. Вильсона. М.: Наука, 1978. С. 170–233.
10. Шмульян Б.Л. Энтропийная модель городской системы // Автоматика и телемеханика.1979. № 10. С. 70–83.
11. Starrett D. Market Allocations of Location Choice in A Model with Free Mobility // Journal of Economic Theory. 1978. Vol. 9. P. 418–448.
12. Труды Гранберговской конференции «Пространственный анализ социально-экономических систем: история и современность». Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2017. 526 с.
13. Тополева Т.Н. Генезис концептуальных подходов пространственной экономики: основополагающие теории, новые направления и перспективы исследований // Вестник российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. 2022. Т. 4(94). С. 94–130. DOI:10.21686/2413-2829-2022-4-94-130.
14. Dixit A., Stiglitz J. Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity // American Economic Review. 1977. Vol. 67. No. 3. P. 297–308.
15. Емельянов А.А. Структурный анализ и динамические имитационные модели в экономике. М.: Финансы и статистика, 1998.
16. Емельянов А.А., Власова Е.А. Имитационное моделирование в экономических информационных системах. М.: МЭСИ, 1998.
17. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978.
18. Naylor T. Machine simulation experiments with models of economic systems. Moscow, Publishing House «Mir». 1975.
19. Shannon R. Simulation of systems: science and art. Moscow Publishing House «Mir». 1978.
20. Ларин Ю.В., Краснопевцева Б.В., Синицына А.Л., Теняев Д.В., Фельдман И.А. Систематизация и анализ исходных данных для ГИС паркингов и парковок с целью разработки экономико-математической модели (на примере г. Москвы) // Сборник докладов 58-й научно-технической конференцией студентов, аспирантов и молодых ученых МИИГАиК. М.: МГУГиК, 2003. С. 213–219.
21. Синицына А.Л. Разработка экономико-математической модели в рамках ГИС ТСМ (на примере г. Москвы) // Материалы Международной конференции Интеркарто 11.

Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Ставрополь. 2005. С. 104–110.
22. Sinitsyna A.L., Shingareva K.B., Feldman I.A. GIS concept Development for the Road and Transport Complex of Megacity (Moscow as example) // Proceedings of the International Conference Intercarto 12. GIS for the sustainable development of territories. Kaliningrad. 2006. P. 168–171.
23. Синицына А.Л. Состояние и анализ ГИС ДТК мегаполиса (обзор отечественного опыта) // Материалы Международной конференции Интеркарто/ИнтерГИС 15. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. Пермь .2009. Т. 1. С. 133–142.
24. Синицына А.Л. Основные принципы построения ГИС ДТК мегаполиса (на примере города Москвы) // Материалы Международной конференции Интеркарто/ИнтерГИС 15. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт. 2009. С. 220–231.
25. Синицына А.Л. Сравнительный анализ управленческого аспекта ГИС ДТК мегаполиса (зарубежный опыт) // Материалы Международной научно-технической конференции «Геодезия, картография и кадастр — XXI век». Москва. 2009. С. 220–229.

АВТОР

Синицына Анна Львовна
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра экономики, факультет управления территориями
канд. экон. наук, доцент
0000-0002-5381-2163

Поступила 27.08.2022. Принята к публикации 10.12.2022. Опубликована 25.12.2022.

UDC 528:004.9:332.1
DOI:10.30533/scidata-2022-13-05
CC BY

Review of spatial models in economy

Anna L. Sinitsyna[1]

AFFILIATIONS

[1] Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
anna_sinitsyna@bk.ru

CITATION

Sinitsyna AL. Review of spatial models in economy. *Spatial Data: science, research and technology.* 2022;13: 59–73. DOI:10.30533/scidata-2022-13-05.

KEYWORDS

d spatial models, spatial development, multi-regional models

ABSTRACT

Spatial Development Strategy of the Rusian Federation 2025 was adopted in 2019 at the Economic Development Ministry Initiative. It defines tasks, principles, priorities and main directions of Russian spatial development. Therefore, an analytical review of spatial models in economy, identification of existing problems and e development of recommendations and proposals on the further development of economy-based territorial organization is becoming relevant. This article identifies and briefly characterizes the main development pathways of spatial models in economy over the past two centuries – classical, multi-regional, Starrett's Spatial Impossibility Theorem (Starrett), empirical (experimental) studies of uneven spatial development, continuous space, new economic geography, new urban economy, spatial econometrics , simulation modeling in economy, GIS application in spatial models used in economy. There is an attempt to structure spatial models in economy according to several parameters (time, direction of evolution, authors, space used, practical and theoretical results). The article also solves an applied problem based on the mathematical assessment of the region spatial value determination. The study includes open data from Internet resources, regulatory and industry documents, national development projects of the Russian Federation, and the results of the author's research. The future research aspects are outlined as well.

ACKNOWLEDGEMENTS

Special gratitude to Pavlov A.S., Dr. of Sciences, Professor of National Research University "Moscow State University of Civil Engineering" for valuable recommendations on the topic of the study.

REFERENCES

1. Suslov VI. Models of spatial economy: genesis, current state, prospects. ***Region: economics and sociology***. 2013;2(78): 3–19.
2. Tyunen IG. Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie [An isolated state]. 1926. URL: https://ia600804.us.archive.org/35/items/Tunen/Tunen.pdf. (Accessed: 10.06.2022).
3. Blaug M. ***Economic theory of space use and the classical theory of production location.*** Economic thought in retrospective. Moscow. 1994; 568–585.
4. Golubchik MM, Evdokimov SP, Maksimov GN, Nosonov AM. Regional studies and geography (some initial provisions). URL: https://artno.ucoz.ru/regissl.pdf. (Accessed: 10.06.2022).
5. Baranov A, Dondokov Z, Slepenkova Yu. Construcion and using regional input-output models for analysis and forecasting of regions' economy development. ***Ideas and Ideals.*** 2016;2: 66-85. DOI:10.17212/2075-0862-2016-4.2-66-85.
6. ***Regional science matters: studies dedicated to Walter Isard.*** Ed. by Nijkamp P, Rose A, Kourtit K. Springer; 2015. 460 p. DOI:10.1007/978-3-319-07305-7.
7. Cho JK, Gordon P, Moore JE II, et al. TransNIEMO: Economic Impact Analysis Using a Model of Consistent Interregional Economic and Network Equilibria . ***CESifo Working Paper Series,*** No. 4601. 2014. URL: https://www.cesifo.org/en/publications/2014/working-paper/transniemo-economic-impact-analysis-using-model-consistent. (Accessed: 10.06.2022).
8. ***Entropy methods of modeling complex systems***. Translated from English by Wilson AJ. Publishing House "Nauka"; 1978. 247 p.
9. Imelbaev ShS, Shmulyan BL. ***Modeling of stochastic communication systems.*** Supplement to the translation of the book by Wilson AJ. Publishing House "Nauka"; 1978; 170–233.
10. Shmulyan BL. Entropy model of the urban system. ***Automation and Telemechanics***. 1979;10: 70–83.
11. Starrett D. Market Allocations of Location Choice in A Model with Free Mobility. ***Journal of Economic Theory***. 1978;9: 418–448.
12. Spatial analysis of socio-economic systems: history and modernity. Proceedings of the Granberg conference. Novosibirsk; 2017. 526 p.
13. Topoleva TN. Genesis of conceptual approaches of spatial economics: fundamental theories, new trends and prospects of research. ***Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics.*** 2022;4(94): 94–130. DOI:10.21686/2413-2829-2022-4-94-130.
14. Dixit A, Stiglitz J. Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. ***American Economic Review***. 1977;67(3): 297–308.

15. Emelyanov AA. ***Structural analysis and dynamic simulation models in economics.*** Moscow: Publishing House “Finance and statistics”; 1998.
16. Emelyanov AA, Vlasova EA. ***Simulation modeling in economic information systems.*** Moscow: Publishing House “MESI”; 1998.
17. Buslenko NP. ***Modeling of complex systems.*** Moscow: Publishing House “Nauka”; 1978.
18. Naylor T. ***Machine simulation experiments with models of economic systems.*** Moscow: Publishing House “Mir”; 1975.
19. Shannon R. ***Simulation of systems: science and art.*** Moscow: Publishing House “Mir”; 1978.
20. Larin YuV, Krasnopevtseva BV, Sinitsyna AL, et al. Systematization and analysis of initial data for GIS of parking lots and parking lots in order to develop an economic and mathematical model (the example of Moscow). ***Proceedings of the 58th scientific and technical conference for students, graduate students and young scientists of MIIGAiK.*** Moscow; 2003. P. 213–219.
21. Sinitsyna AL. Development of Economic and Mathematic Model in Frames of Transport Component for Megapolice GIS (Moscow example). ***Proceedings of the International Conference Intercarto 11. Sustainable development of territories: GIS theory and practical experience.*** Stavropol; 2005. P. 104–110.
22. Sinitsyna AL, Shingareva KB, Feldman IA. GIS concept Development for the Road and Transport Complex of Megacity (Moscow as example). ***Proceedings of the International Conference Intercarto 12. GIS for the sustainable development of territories.*** Kaliningrad; 2006. P. 168–171.
23. Sinitsyna AL. Condition and Analysis of Megacity RTC GIS (The Russian Experience Review). ***Proceedings of the International Conference Intercarto/InterGIS 15. Sustainable development of territories: GIS theory and practical experience.*** Perm; 2009. P. 133–142.
24. Sinitsyna AL. Basic principles for constructing a GIS DTK of a metropolis (on the example of the city of Moscow). ***Proceedings of the International Conference Intercarto/InterGIS 15. Sustainable development of territories: GIS theory and practical experience.*** 2009; 220–231.
25. Sinitsyna AL. Comparative analysis of the managerial aspect of the GIS DTC of a metropolis (foreign experience) (article). ***Proceedings of the International Scientific and Technical Conference ”Geodesy, Cartography and Cadastre”.*** Moscow; 2009. P. 220–229.

AUTHOR

Anna L. Sinitsyna
Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), Moscow, Russia
Department of Economics, Faculty of Territory Management
Ph.D. in Economics, Associate Professor
0000-0002-5381-2163

Submitted: August 27, 2022. Accepted: December 10, 2022. Published: December 25, 2022.

УДК 528.94; 616-036.22
DOI:10.30533/scidata-2022-13-06
CC BY

Геоинформатика, картография

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

Г.Г. Побединский[1,2], Е.И. Ефимов[1], С.А. Сарсков[1], М.В. Вьюшков[1]

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

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 странам[3].

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).

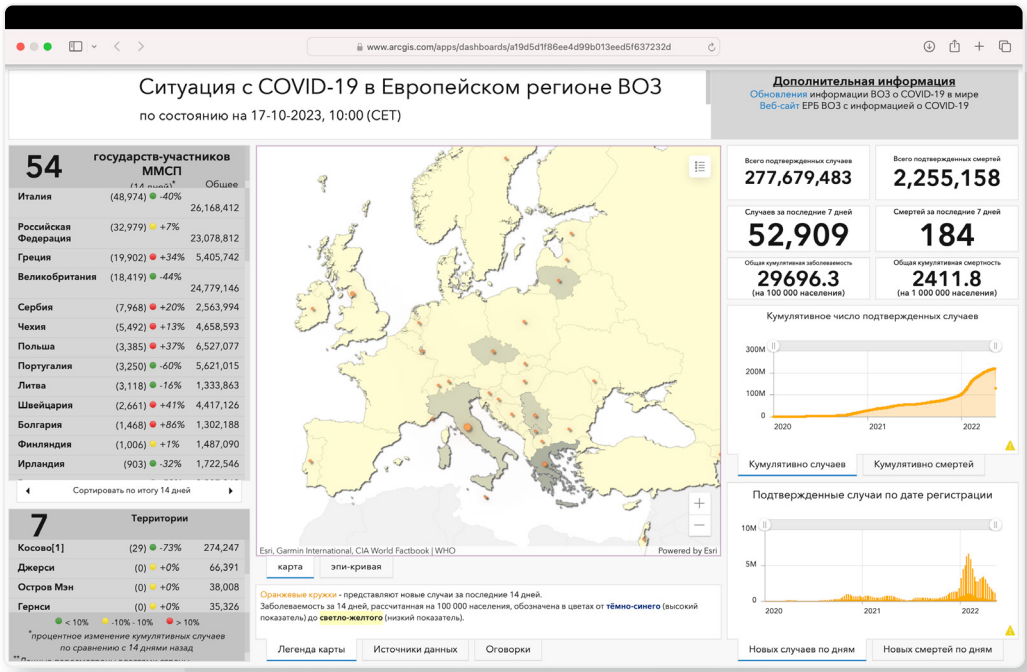
4 Медико-географический атлас России «Природноочаговые болезни» / Т.В. Ватлина, Т.В. Котова, С.М. Малхазова, и др. Под ред. С.М. Малхазовой. М.: Географический факультет МГУ, 2015. 208 с. EDN: VTIBRN.

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 УССР»[7] 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 Федерации[9] (**Рис. 2**),
- Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации[10],

---

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).

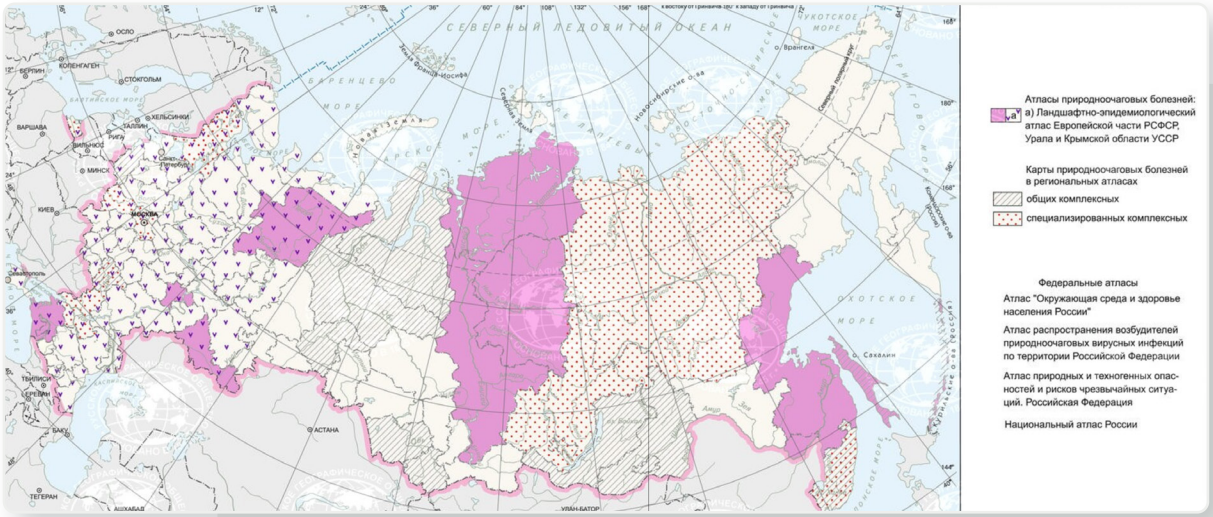
8 Окружающая среда и здоровье населения России. Атлас / Ю.Е. Абросимова, В.В. Артюхов, С.П. Ермаков, и др. Под редакцией М. Фешбаха. М.: Паимс, 1995. 448 с. EDN: OWBTEL.

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: VHKUHT. [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 России[11].

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 регионам[12].

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].

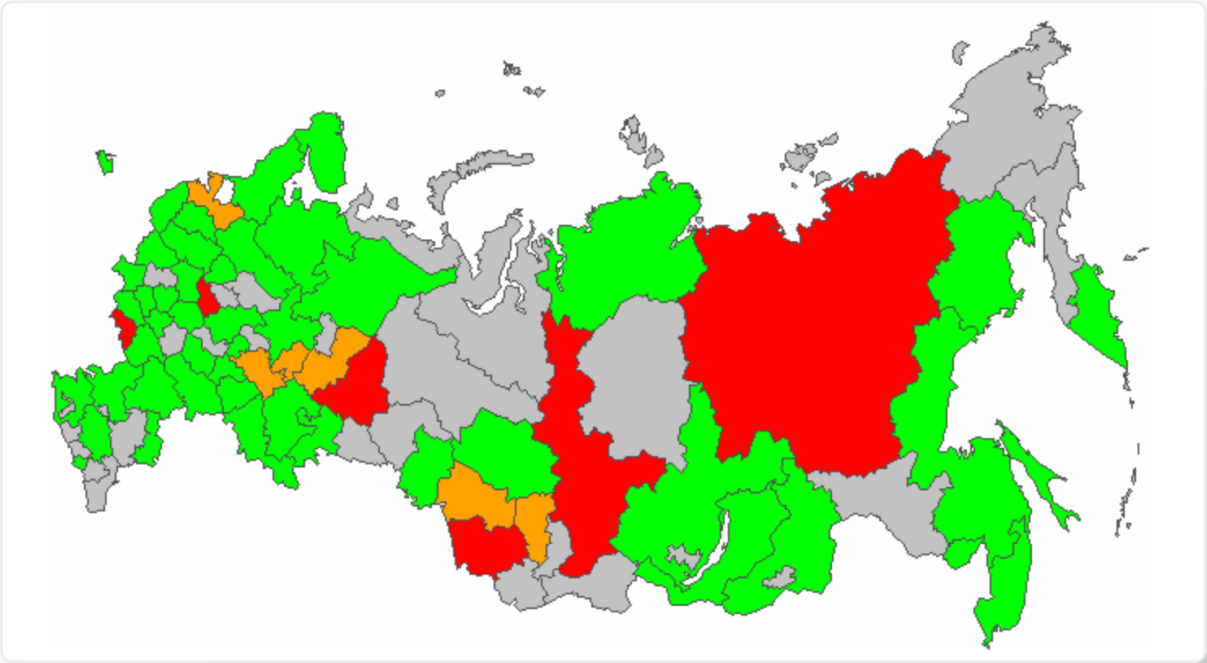
Исследование возможностей применения геоинформационных технологий для анализа эпидемиологической ситуации в Приволжском федеральном округе (ПФО) было выполнено совместно с ФБУН ННИИЭМ им. академика И.Н. Блохиной Роспотребнадзора (ННИИЭМ) и АО «Верхневолжское аэрогеодезическое

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.

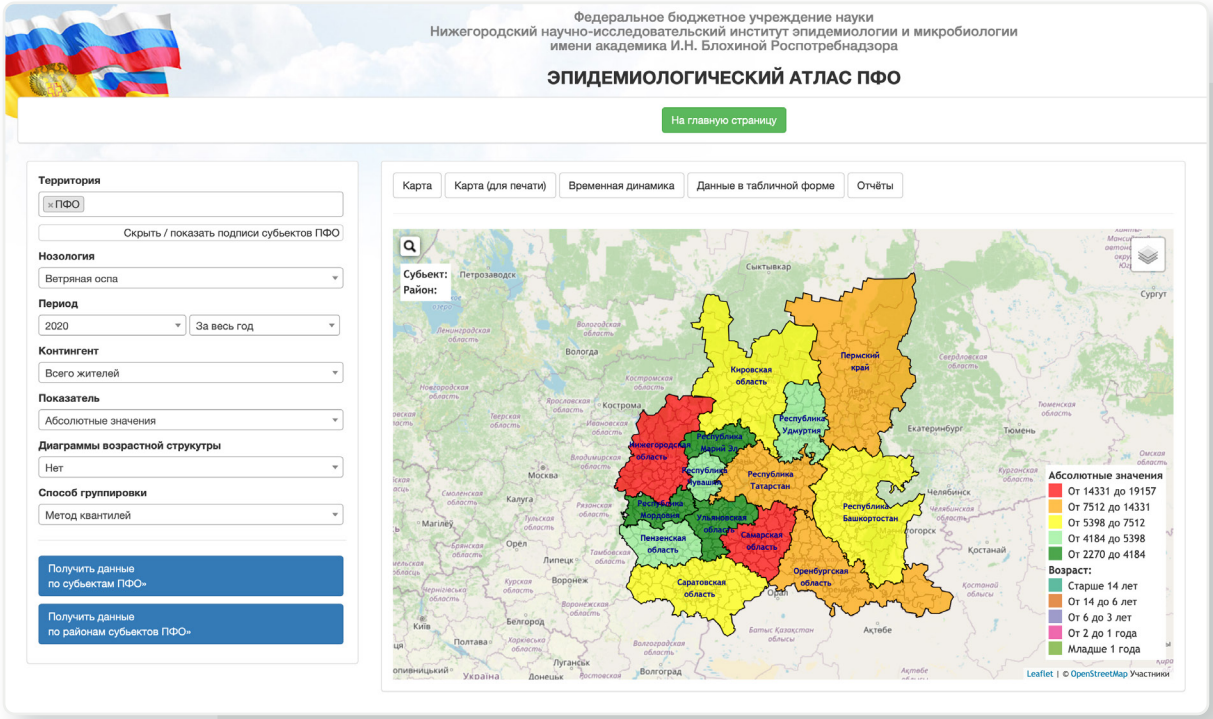
16 Российская Федерация. Приволжский федеральный округ: Атлас / Ред.: В.Ю. Зорин, (пред.), Г.Г. Побединский, М.А. Базина и др. Н. Новгород: ВАГП, 2001. 52 с. 21 цв. карт. EDN: XUWLZB. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://search.rsl.ru/ru/search#q=006621617 (дата обращения: 20.05.2022).

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: URMPCI.

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., Мартьянов 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 ННИИЭМ 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 анализа[24] 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 потребуется 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.nniiem.ru/txt_data/pdf/informatsionnyy-byulleten2018.pdf/ (дата обращения: 20.05.2022). EDN: AKNKIU.

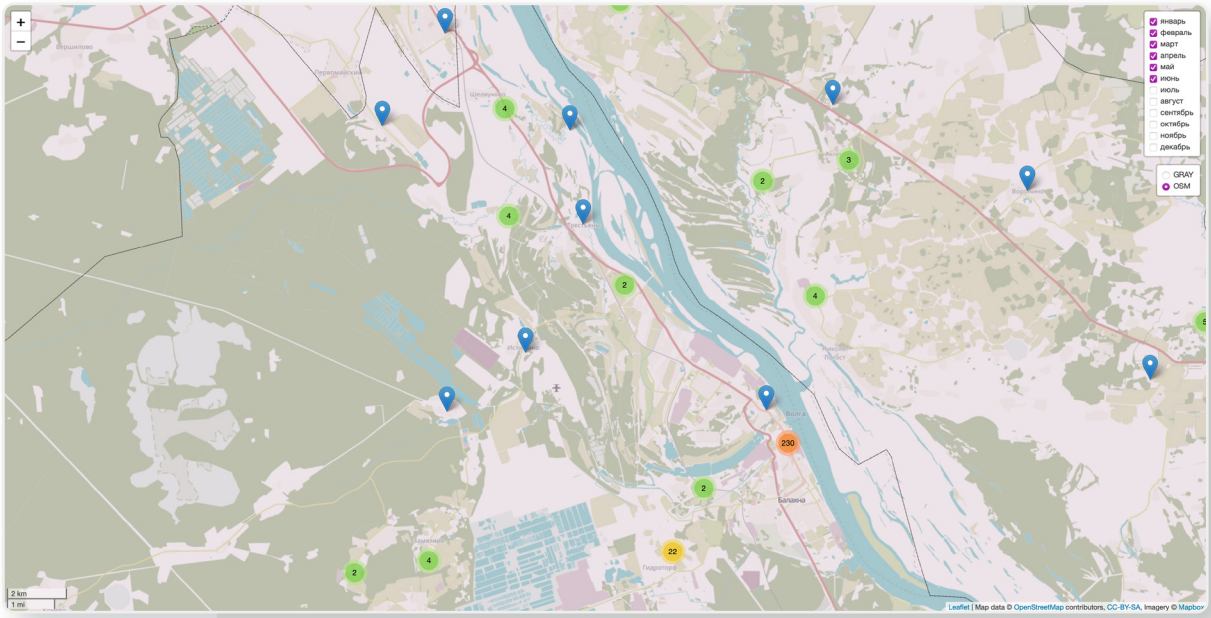
27 Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях населения Приволжского федерального округа за 2019 год. Информационный бюллетень № 10. / Е.И. Ефимов, Г.Г. Побединский, В.И. Ершов, М.В. Вьюшков, С.А. Сарсков. Н. Новгород: ННИИЭМ, 2020. 130 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://epid-atlas.nniiem.ru/txt_data/pdf/informatsionnyy-byulleten2019.pdf (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.nniiem.ru/txt_data/pdf/informatsionnyy-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.nniiem.ru/file/publicat/2021/nniiem-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.nniiem.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. ВИНИТИ 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. ВИНИТИ 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: IEPMHJ.

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. Опубликована 25.12.2022.

UDC 911,6; 614,4
DOI:10.30533/scidata-2022-13-06
CC BY

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

Gennady G. Pobedinsky[2] ✉, **Evgeniy I. Efimov**[1], **Stanislav A. Sarskov**[1], **Mikhail V. Vyushkov**[1]

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.nniiem.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 NNIIEM 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. Deposed 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.

УДК 528.2:629.78
DOI:10.30533/scidata-2022-13-07
CC BY

Геодезия

Особенности оценки точности результатов фазовых измерений спутниковыми приемниками

И.М. Кравчук[1]

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены основные источники ошибок при выполнении геодезических измерений спутниковыми методами, в том числе: ошибки эфемерид спутников, приводящих к неточному вычислению координат спутников на момент измерений; изменение скорости распространения электромагнитных волн в тропосфере и ионосфере, а также короткопериодические изменения скорости распространения радиоволн (флуктуации); изменение фазы принимаемого сигнала, вызванное приемом волн, отраженных от окружающих предметов; отклонения длин волн несущих частот от номинального значения; шумы электронных блоков приемников. Кроме этого, на точность вычисления определяемых величин влияет количество и расположение спутников на небосводе. Рассмотрены способы уменьшения влияния таких источников ошибок как: ошибки, обусловленные шумами электронных блоков приемников и шумами тропосферы и ионосферы (флуктуациями индекса преломления сред); ошибки влияния отраженных сигналов от окружающих объектов. Показано, что основное внимание необходимо уделить анализу влияния изменения скорости распространения электромагнитных волн в тропосфере и ионосфере, влиянию ошибок эфемерид спутников, а также учету отклонения длин волн несущих частот от номинального значения, что даст возможность разработать строгую оценку точности определяемых величин при выполнении геодезических измерений спутниковыми методами.

АФФИЛИАЦИИ

[1] Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
ivankrv@yandex.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Кравчук И.М. Особенности оценки точности результатов фазовых измерений спутниковыми приемниками // Пространственные данные: наука и технологии. 2022. № 13. С. 95–103. DOI:10.30533/scidata-2022-13-07.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

спутниковый приёмник, ГЛОНАСС, NAVSTAR GPS, GALILEO, система уравнений, разности координат, длительность сеанса, регистрация фазовых циклов, ошибки эфемерид, тропосфера, ионосфера, скорость распространения радиоволн, изменение фазы, длина волны, шумы электронных блоков, расположение спутников, PDOP, HDOP, VDOP, оценка точности

1 Введение

Современные спутниковые приемники позволяют одновременно принимать сигналы от нескольких десятков спутников, принадлежащих различным навигационным системам, таких как ГЛОНАСС, NAVSTAR GPS, GALILEO и некоторых других [1–7]. Кроме этого, спутниковые приемники обладают высоким быстродействием и большим объемом памяти. Это позволяет при обработке результатов полевых измерений сформировать систему уравнений, содержащую несколько сотен, а иногда и тысяч уравнений при определении всего четырех неизвестных: три координаты или три разности координат и длительность сеанса измерений. О необходимости введения четвертой неизвестной (длительности сеанса) было доложено на Международной научно-техническая онлайн конференции «Пространственные данные в условиях цифровой трансформации»[1] (2020 г.) и опубликована научная статья [8]. Доказано, что величина длительности сеанса измерений необходима для введения в систему уравнений условия одновременности начала и конца регистрации фазовых циклов. В процессе решения системы уравнений четвертая неизвестная (длительность сеанса) исключается за ненадобностью на начальной стадии обработки результатов измерений, однако при составлении системы уравнений она необходима.

Измерение длительности сеанса может служить дополнительным источником информации и позволяет создать новые методы спутниковых измерений [9]. Столь перспективный метод измерений необходимо обеспечить объективной методикой оценки точности, над чем необходимо добросовестно работать. Это позволит разработать более эффективные методики измерений, а также будет способствовать повышению точности и оперативности измерений. Цель данного исследования состоит в рассмотрении основных источников ошибок, методов уменьшения их влияния, равно как и выделении наиболее значимых из них, влияющих на точность определения искомых величин при фазовых измерениях.

Возвращаясь к обработке результатов полевых измерений и сформированной системе уравнений, следует обратить внимание на то, что весь массив измерений направлен на поиск наиболее вероятного значения координат или, при дифференциальном методе измерений, разностей координат. Решение такой задачи возможно при использовании специализированной компьютерной программы и компьютера соответствующей мощности.

---

1 Международная научно-техническая онлайн конференция «Пространственные данные в условиях цифровой трансформации» / International scientific and technical online conference «Spatial Data in the Context of Digital Transformation». [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.miigaik.ru/science/conference/mezhdunarodnaya-nauchno-tekhnicheskaya-onlayn-konferentsiya-prostranstvennye-dannye-v-usloviyakh-tsi/?bitrix_include_areas=Y&ysclid=lhgfxfw6hc649486300 (дата обращения: 14.06.2022).

Основными источниками ошибок, влияющих на точность определения искомых величин при фазовых измерениях, являются:

- ошибки эфемерид спутников приводящих к неточному вычислению координат спутников на момент измерений;
- изменение скорости распространения электромагнитных волн в тропосфере и ионосфере, а также короткопериодические изменения скорости распространения радиоволн (флуктуации);
- изменение фазы принимаемого сигнала, вызванное приемом волн, отраженных от окружающих предметов;
- отклонения длин волн несущих частот от номинального значения;
- шумы электронных блоков приемников.

Кроме этого, на точность вычисления определяемых величин влияет количество и расположение спутников на небосводе. С учетом приема сигналов большого числа спутников разных навигационных систем этот фактор практически достиг оптимального значения и его необходимо учитывать лишь в условиях ограниченной видимости небосвода (например, в городах).

2 Методика исследования

Учитывая сложность строгой оценки точности определяемых величин, разработана методика приближенной оценки точности, позволяющая оперативно прогнозировать ожидаемую точность результатов измерений. С этой целью введено понятие и термин DOP (англ. — «Dilution of Precision» — снижение точности), используемый для параметрического описания геометрического расположения спутников относительно антенны приемника.

Различают следующие варианты характеристики геометрического фактора[2] [10–15]:

- **PDOP** (англ. — «Position Dilution of Precision») — характеристика точности пространственного положения объекта (ошибка положения пункта в трехмерном пространстве);
- **HDOP** (англ. — «Horizontal Dilution of Precision») — характеристика точности положения объекта на «горизонтальной» плоскости (так как в трехмерном пространстве отсутствует понятие горизонта, имеется в виду точность положения объекта на поверхности Земли – точность определения широты и долготы объекта);
- **VDOP** (англ. — «Vertical Dilution of Precision») — характеристика точности определения геодезической высоты объекта.

Приведенные значения DOP используют как множитель для вычисления других ошибок, но для этого надо знать коэффициент пропорциональности, который

2 Голубев А.Н. Глобальные спутниковые навигационно-геодезические системы. М.: МИИГАиК, 2003. EDN: QKEAPT.

зависит от многих причин, в том числе и от методики полевых измерений.

Величину пространственного положения объекта PDOP рекомендуют вычислять по следующей формуле:

$$PDOP = \sqrt{(HDOP)^2 + (VDOP)^2}. \quad (1)$$

Такой прием трудно назвать полезным. Понятие средняя квадратическая ошибка положения пункта использовалась геодезистами в те времена, когда при выполнении вычислительных операций использовались таблицы логарифмов и механические арифмометры. Это позволяло приближенно, но с малыми затратами времени, разрабатывать проекты построения геодезических сетей и выполнять приблизительную предварительную оценку точности результатов полевых работ. Такие методы оценки точности применяли обычно в эскизных проектах. Среднюю квадратическую ошибку положения пункта вычисляли по следующим формулам:

Таблица 1 Рекомендуемые числовые значения DOP.

Table 1 Recommended DOP Numerical Values.

Значения DOP	Характеристика точности
<=1	идеальная
2–3	отличная
4–6	хорошая
7–8	средняя
9–20	ниже среднего
более 20	плохая

$$m_{x,y}^2 = m_x^2 + m_y^2, \quad (2)$$

$$m_{x,y,h}^2 = m_x^2 + m_y^2 + m_h^2. \quad (3)$$

Чаще использовалась формула (2), а использование формулы (3) предпочитали избегать. Для того, чтобы обосновать строгий вывод формул (2) и (3), необходимо выполнить оценку точности функций:

$$f_{(x,y)} = x + y;$$

$f_{(x,y,h)} = x + y + h$, где h — высота пункта.

Как правило ни на практике, ни в теории геодезии такие функции не встречаются. Область возможного положения оцениваемого пункта, вычисленного по формулам (1), (2) и (3, существенно завышена, и использование этих формул не имеет обоснования, тем более, что координаты могут иметь разную размерность, например, полярные координаты. Если известны такие характеристики предмета как вес и цвет, то бессмысленно искать единую характеристику для описания этого предмета на основе этих двух известных величин.

Каждая координата должна иметь самостоятельную точностную характеристику. Учитывая сложности строгой оценки точности результатов измерений

спутниковыми приемниками, сосредоточим внимание на анализе влияния основных источников ошибок на результаты фазовых измерений.

3 Результаты исследования

Ошибки, обусловленные шумами электронных блоков приемников и шумами тропосферы и ионосферы (флуктуациями индекса преломления сред), подчиняются законам случайных чисел, и ослабить их влияние в процессе измерений возможно путем увеличения числа повторных измерений и осреднения значений вычисляемых величин. Уменьшить влияния флуктуаций индекса преломления ионосферы также можно, выполняя ночные измерения. Ночью исключается ионизация верхних слоев атмосферы солнечной радиацией, и плотность электронов уменьшается практически в десять раз, соответственно уменьшается и флуктуация индекса преломления ионосферы.

Исключить или уменьшить влияния отраженных сигналов от окружающих объектов можно выбором удачного места расположения спутникового приемника или применив спутниковую антенну специальной конструкции, которая подавляет посторонние излучения.

4 Выводы

Таким образом, основное внимание необходимо уделить анализу влияния изменения скорости распространения электромагнитных волн в тропосфере и ионосфере, влиянию ошибок эфемерид спутников, а также учету отклонения длин волн несущих частот от номинального значения, что даст возможность разработать строгую оценку точности определяемых величин.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: в 2 т. Т. 1. М.: Картгеоцентр, 2005. 333 с.
2. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: в 2 т. Т. 2. М.: Картгеоцентр, 2006. 359 с.
3. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения GPS и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Картгеоцентр, 2004. 355 с.
4. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС. Под ред. В.Н. Харисова и др. М.: ИПРЖР, 1998. 399 с.

5. Лысенко А.А. Глобальная навигационная спутниковая система Галилео // Неделя науки Санкт-Петербургского государственного морского технического университета. 2019. Т. 1. № 1. 90 с. EDN: QHFONM.
6. Шукеева А.Н. Точное позиционирование с современными глобальными навигационными спутниковыми системами: GPS, ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou // Молодой ученый. 2019. № 3(241). С. 64–66. EDN: VIZTWF.
7. Grewal M.S., Andrews A.P., Barton C.G. Global Navigation Satellite Systems, Inertial Navigation, and Integration, 4th Edition. Wiley: 2020. 608 p.
8. Клюшин Е.Б., Кравчук И.М. Повышение обусловленности системы уравнений при обработке результатов фазовых измерений спутниковыми приемниками // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2020. Т. 64. No 3. С. 269–276. DOI:10.30533/0536-101X-2020-64-3-269-276.
9. Клюшин Е.Б., Кравчук И.М. Теоретические аспекты метода фазового зонда // Геодезия и картография. 2022. № 5. С.11–18. DOI:10.22389/0016-7126-2022-983-5-11-18.
10. Гордеев В.А., Раева О.С. Влияние геометрического фактора на точность спутникового позиционирования // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2018. № 3. С. 26–31. DOI:10.21440/0536-1028-2018-3-26-31.
11. Сальников Д.В., Журавлев Д.А., Прасько Г.А., Мешков И.С. Исследование геометрического фактора глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС, GPS и GALILEO // Альманах современной науки и образования. 2015. № 11(101). С. 94–100. EDN: UZHMHX.
12. Шануров Г.А., Остроумов В.З. Влияние геометрии спутниковых наблюдений на точность определения геодезических высот уровенных постов // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2004. № 1. С. 3–12. EDN: VGANWH.
13. Leick A. GPS Satellite Surveying. 3rd ed. New York: Wiley & Sons, Inc, 2004. 399 p.
14. Seeber G. Satellite Geodesy. 2nd completely revised and extended ed. Berlin — New York: Walter de Gruyter, 2003. 612 p.
15. Teunissen P.J.G., Kleusberg A. GPS for geodesy. Berlin: Springer, 1998. 655 p.

АВТОР

Иван Михайлович Кравчук
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии» (МИИГАиК), Москва, Россия
кафедра геодезии, геодезический факультет
канд. техн. наук
0000-0002-8842-8700

Поступила 01.02.2022. Принята к публикации 10.12.2022. Опубликована 25.12.2022.

UDC 528
DOI:10.30533/scidata-2022-13-07

Features of evaluating the accuracy for the results of phase measurements by means of satellite receivers

Ivan M. Kravchuk[1]

AFFILIATIONS

[1] Moscow State University Geodesy and Cartography, Russia, Moscow
ivankrv@yandex.ru

CITATION

Kravchuk IM. Features of evaluating the accuracy for the results of phase measurements by means of satellite receivers. *Spatial Data: science, research and technology*. 2022;13: 95–103. DOI:10.30533/scidata-2022-13-07.

KEY WORDS

satellite receiver, GLONASS, NAVSTAR GPS, Galileo, system of equations, coordinate difference, registration of phase cycles, ephemeride errors, troposphere, ionosphere, phase change, electronic blocks, location of satellites, PDOP, HDOP, VDOP, accuracy assessment

ABSTRACT

The article considers the main sources of errors when performing geodetic measurements by satellite methods, including: satellite ephemeris errors leading to inaccurate calculation of satellite coordinates at the time of measurements; change in the speed of propagation of electromagnetic waves in the troposphere and ionosphere, as well as short-term changes in the speed of propagation of radio waves (fluctuations); a change in the phase of the received signal caused by the reception of waves reflected from surrounding objects; deviations of wavelengths of carrier frequencies from the nominal value; noise of electronic units of receivers. In addition, the accuracy of calculating the determined quantities is affected by the number and location of satellites in the sky. The ways of reducing the influence of such sources of errors as: errors caused by the noise of the electronic units of the receivers and the noise of the troposphere and ionosphere (fluctuations of the refractive index of media);

errors of the influence of reflected signals from surrounding objects. It is shown that the main attention should be paid to the analysis of the influence of changes in the propagation velocity of electromagnetic waves in the troposphere and ionosphere, the influence of satellite ephemeris errors, as well as taking into account the deviation of carrier frequency wavelengths from the nominal value, which will make it possible to develop a rigorous assessment of the accuracy of the determined quantities when performing geodetic measurements by satellite methods.

REFERENCES

1. Antonovich KM. *Ispol'zovanie sputnikovykh radionavigatsionnykh sistem v geodezii* [The use of satellite radio navigation systems in geodesy]. Vol. 1. Moscow: Kartgeotsentr, 2005. 333 p.
2. Antonovich KM. *Ispol'zovanie sputnikovykh radionavigatsionnykh sistem v geodezii* [The use of satellite radio navigation systems in geodesy]. Vol. 2. Moscow: Kartgeotsentr, 2006. 359 p.
3. Genike AA, Pobedinsky GG. *Global'nye sputnikovye sistemy opredeleniya me-stopolozheniya GPS i ikh primenenie v geodezii* [Global satellite positioning systems GPS and their application in geodesy] 2nd ed. Moscow: Kartgeotsentr, 2004. 355 p.
4. *Global'naya sputnikovaya radionavigatsionnaya sistema GLONASS* [Global satellite radio navigation system GLONASS]. Ed. Kharisova VN, et al. Moscow: IPRZhR, 1998. 399 p.
5. Lysenko AA. Global'naya navigatsionnaya sputnikovaya sistema Galileo [Global navigation satellite system Galileo]. *Proceedings of Science Week of St. Petersburg State Maritime Technical University.* 2019;1(1). 90 p.
6. Shukeeva AN. Tochnoe pozitsionirovanie s sovremennymi global'nymi navigatsionnymi sputnikovymi sistemami: GPS, GLONASS, Galileo i BeiDou [Accurate positioning with modern global navigation satellite systems: GPS, GLONASS, Galileo and BeiDou]. *Molodoi uchenyi.* 2019;3(241): 64–66.
7. Grewal MS, Andrews AP, Barton C.G. *Global Navigation Satellite Systems, Inertial Navigation, and Integration.* 4th Edition. Wiley, 2020. 608 p.
8. Klyushin EB, Kravchuk IM. Increasing the conditionality of the system of equations when processing the results of phase measurements by satellite receivers. *Izvestia vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying.* 2020;64(3): 269–276. DOI:10.30533/0536-101X-2020-64-3-269-276.
9. Klyushin EB, Kravchuk IM. Theoretical aspects of the phase probe method. *Geodesy and Cartography.* 2022;5:11–18. DOI:10.22389/0016-7126-2022-983-5-11-18.
10. Gordeev VA, Raeva OS. Vliyanie geometricheskogo faktora na tochnost' sputnikovogo pozitsionirovaniya [The influence of the geometric factor on the accuracy of satellite positioning]. *Minerals and Mining Engineering.* 2018;3: 26–31. DOI:10.21440/0536-1028-2018-3-26-31.
11. Salnikov DV, Zhuravlev DA, Prasko GA, Meshkov IS. Issledovanie geometricheskogo faktora global'nykh navigatsionnykh sputnikovykh sistem GLONASS, GPS i GALILEO

[Study of the geometric factor of the global navigation satellite systems GLONASS, GPS and GALILEO]. ***Al'manakh sovremennoi nauki i obrazovaniya.*** 2015;11(101): 94–100.
12. Shanurov GA, Ostroumov VZ. Vliyanie geometrii sputnikovykh nablyudenii na tochnost' opredeleniya geodezicheskikh vysot urovennykh postov [Influence of the geometry of satellite observations on the accuracy of determining geodetic heights of level posts]. ***Izvestia vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying.*** 2004;1: 3–12.
13. Leick A. ***GPS Satellite Surveying.*** 3rd ed. New York: Wiley & Sons, Inc, 2004. 399 p.
14. Seeber G. ***Satellite Geodesy.*** 2nd completely revised and extended ed. Berlin — New York: Walter de Gruyter, 2003. 612 p.
15. Teunissen PJG., Kleusberg A. ***GPS for geodesy***. Berlin: Springer, 1998. 655 p.

AUTOR

Ivan M. Kravchuk
Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK), Moscow, Russia
Department of Geodesy, Faculty of Geodesy
Ph.D. in Engineering
0000-0002-8842-8700

Submitted: February 01, 2022. Accepted: December 10, 2022. Published: December 25, 2022.

About the journal

INTERNATIONAL TITLE
"Spatial Data: science, research and technology"

SUBJECT AREAS
Geodesy, geoinformatics, cartography, land management, cadastre, land monitoring, geoecology, geophysics, mining and oil and gas geology, system analysis, machine learning, artificial intelligence

FOUNDED AND PUBLISHED BY
Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGAiK)

LICENSE
The material is published on the basis of Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

INDEXING
Russian Science Citation Index (Scientific Electronic Library eLIBRARY.RU)

LOCATION
Moscow, Russia

ESTABLISHED IN
2008

FREQUENCY
quarterly scientific journal

LANGUAGES
Russian (main text), English (metadata)

e-ISSN
2782-6678

WEBSITE
spacejournal.ru

Editorial Board

Editorial Office
Department
of Scientometrics
and Publication

Project Management by:
Ekaterina V. Zavalishina
Edited by:
Ekaterina V. Zavalishina
Illustrations by:
Ekaterina D. Zhuravlyova
Layout design by:
Svetlana V. Ledneva
Cover design by:
Svetlana V. Ledneva

Founded
and published by
Moscow State University
of Geodesy and Cartography

Address
4, Gorokhovskiy pereulok,
Moscow, Russia, 105064

e-mail:
info@spacejournal.ru

Published:
25.12.2022

Font family: Ubuntu

© MIIGAiK

Editor-in-Chief
Nadezhda R. Kamynina
DSc (Moscow, Russia)

Deputy Editor-in-Chief
Andrei V. Materukhin
DSc (Moscow, Russia)

Tamara Ya. Ashikhmina DSc (Kirov, Russia)

Sergey A. Atamanov DSc (Moscow, Russia)

Vitaly V. Bratkov DSc (Moscow, Russia)

Nurzhagan M. Bulaeva DSc (Makhachkala, Russia)

Ibragim G. Gairabekov DSc (Grozny, Russia)

Sergey V. Garbuk PhD (Moscow, Russia)

Sergey A. Grigoriev DSc (Moscow, Russia)

Vladimir N. Gusev DSc (Saint-Petersburg, Russia)

Yuriy A. Kashnikov DSc (Perm, Russia)

Anna E. Kolodenkova DSc (Samara, Russia)

Vladimir P. Kulagin DSc (Moscow, Russia)

Vasiliy A. Malinnikov DSc (Moscow, Russia)

Alexey V. Penenko DSc (Novosibirsk, Russia)

Igor N. Rozenberg DSc (Moscow, Russia)

Vladimir N. Suchenko DSc (Moscow, Russia)

Leyla S. Sugaipova DSc (Moscow, Russia)

Igor O. Temkin DSc (Moscow, Russia)

Sergey V. Ulyanov DSc (Dubna, Russia)

Andrei V. Vorobev DSc (Ufa, Russia)

Gulnara R. Vorobeva DSc (Ufa, Russia)

Olga V. Vshivkova DSc (Moscow, Russia)

Contents

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING

Vavulinskaya D.D., Miklashevskaya O.V. 5
Information support of Rosreestr activities on the issues of data verification and harmonization in Unified State Register of Real Estate (Federal State Information System)

Semenskaya O.N., Lelyukhina A.M. 19
Improvement of cadastral registration of forest lands

Sizov A.P., Miklashevskaya O.V., Ilyushina T.V., Atamanov S.A. 30
Creation of a web service to calculate the environmental forming potential of the territory at the state level of the Russian Federation

GEOINFORMATICS, CARTOGRAPHY

Baranova N.A. 43
Challenges of Russian software in creating 3D maps

Sinitsyna A.L. 59
Review of spatial models in economy

Pobedinsky G.G., Efimov E.I., Sarskov S.A., Vyushkov M.V. 74
Incidence in GIS “Epidemiological atlas of Russia”: methodology of retrospective and operational analysis

GEODESY

Kravchuk I.M. 95
Features of evaluating the accuracy for the results of phase measurements by means of satellite receivers