

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

e-ISSN 2782-6678

Published by  
MIIGAIK since 2008

# Пространственные данные: наука и технологии

Spatial Data: science, research and technology

14 | 04 | 2023

Научное издание  
Московского государственного университета  
геодезии и картографии (МИИГАиК)

# Пространственные данные: наука и технологии

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

14 | 04 | 2023

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 нефтегазопромышленная 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](http://spacejournal.ru)

## СВИДЕТЕЛЬСТВО О СМИ

серия Эл № ФС77-85558  
(сетевое СМИ)

## ИНДЕКСИРОВАНИЕ

РИНЦ  
(НЭБ eLIBRARY.RU)

# 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](http://spacejournal.ru)

# Редакционная коллегия

## Редакция

Отдел наукометрии  
и издательской  
деятельности

## Выпускающий редактор:

Завалишина Е.В.

## Научный редактор:

Врублевская Е.П.

## 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

е-mail:

[info@spacejournal.ru](mailto:info@spacejournal.ru)

## Подписано в печать

29.12.2023.

Гарнитура Ubuntu.

© МИИГАиК

## Главный редактор

**Камынина Надежда Ростиславовна**

д-р экон. 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 геогр. 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 техн. 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)

# Editorial Board

## Editorial Office

Department  
of Scientometrics  
and Publication

## Project Management by:

Ekaterina V. Zavalishina

## Edited by:

Ekaterina P. Vrublevskaya

## 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](mailto:info@spacejournal.ru)

## Published:

29.12.2023.

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)

# Содержание

<b>Кливлеев И.А., Миклашевская О.В.</b> Исследование процедур использования земель специального назначения с разработкой технологических схем по комплексному учету гражданских и воинских захоронений	<b>8</b>
<b>Атаманов С.А., Григорьев С.А., Косаруков З.С., Чуприн М.С.</b> Перспективы развития системы учета недвижимости	<b>28</b>
<b>Лебедев Е.Д., Груздев С.С.</b> Совершенствование технологий повышения качества открытых данных цифровых моделей рельефа для урбанизированных территорий	<b>47</b>

# Contents

<b>Klivleev I.A., Miklashevskaya O.V.</b> Investigation of procedures for the use of special-purpose lands with the development of technological schemes for the integrated accounting of civil and military graves	<b>8</b>
<b>Atamanov S.A., Grigoriev S.A., Kosarukov Z.S., Chuprin M.S.</b> Prospects for the development of the real estate cadastral registration system	<b>28</b>
<b>Lebedev E.D., Gruzdev S.S.</b> Improving technologies for enhancing the quality of open data in digital terrain models for urbanized areas	<b>47</b>



# Исследование процедур использования земель специального назначения с разработкой технологических схем по комплексному учету гражданских и воинских захоронений

И.А. Кливлеев<sup>1</sup>✉, О.В. Миклашевская<sup>1</sup>

## АФФИЛИАЦИИ

<sup>1</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия  
✉ garrigaller89@gmail.com

## ЦИТИРОВАНИЕ

Кливлеев И.А., Миклашевская О.В. Исследование процедур использования земель специального назначения с разработкой технологических схем по комплексному учету гражданских и воинских захоронений // Пространственные данные: наука и технологии. 2023. Т. 14. № 4. С. 8–27. DOI:10.30533/scidata-2023-14-15.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

земельные участки специального назначения, захоронения, кладбища, земельные участки историко-культурного назначения, земли населенных пунктов, территориальное зонирование, правила землепользования и застройки, реестровый учет

## АННОТАЦИЯ

Современная нормативно-правовая основа использования земель под захоронения отличается отсутствием единства инструментов и механизмов, применяемых при эксплуатации захоронений; многие из существующих полномочий по управлению такими земельными участками переданы субъектам и муниципальным образованиям, которые ввиду отсутствия единых федеральных стандартов вынуждены прибегать к прецедентному праву. В статье анализируется системная неспособность административных

единиц самостоятельно решать правовые и методологические задачи в условиях отсутствия федеральных стандартов, что создает проблемы для дальнейшей верификации и гармонизации сведений о земельных участках и режимах их использования, а также приводит к усложнению процесса мониторинга их состояния. Авторами разработаны технологические схемы по комплексному учету земель гражданских и воинских захоронений и санитарно-эпидемиологические принципы для их содержания, а также предложены рекомендации по стандартизации методологии выявления ранее неизвестных гражданских и воинских захоронений. Происходящие в настоящее время события требуют проработки механизмов обнаружения мест воинских захоронений, разработки действующих алгоритмов и схем в сфере обнаружения, каталогизации и паспортизации воинских захоронений.

## 1 Введение

Актуальность рассматриваемой в статье тематики исследования обусловлена разрозненностью правовых норм в сфере использования земельных участков специального назначения, предназначенных для эксплуатации в качестве земель захоронений. Отсутствие четких алгоритмов действий в отношении земельных участков захоронений также затрудняет их каталогизацию и учет.

Существующая нормативно-правовая основа использования земельных участков под захоронения несовершенна и разрозненна: федеральные законы трактуют положения о таких участках по-разному, не имея при этом ни строго сформулированного единого понятийного аппарата, ни единого общего для системы режима эксплуатации таких земель, что является источником разночтений и нормативно-правовых коллизий и ошибок.

Строгость нормативно-правовых режимов объектов захоронений в совокупности с недостаточной их проработанностью резко снижают гибкость и эффективность системы эксплуатации земель захоронений, а также повышают риски возникновения конфликта интересов.

Административно-территориальное непостоянство муниципальных образований, на чье ведение законодательно возложена большая часть похоронной инфраструктуры, во многом препятствует централизации и гармонизации последней, что ведет к обширному перечню проблем начиная с создания самовольных кладбищ и заканчивая нелегальными и противозаконными действиями в сфере эксплуатации земельных участков захоронений.

Следует отметить, что земельные ресурсы являются невосполнимыми и ограниченными в количестве природными и экономическими ресурсами (в условиях постоянно растущих потребностей), а участки земель захоронений выведены из свободного рыночного оборота и не подлежат вторичному использованию,

что требует более ответственного подхода как к планированию территорий, так и организации и эксплуатации земель захоронений с соблюдением традиций.

Целью исследования, результаты которого отражены в данной статье, является разработка технологических схем процесса комплексного учета гражданских и воинских захоронений, а также анализ законодательства и выявление проблематики учета земель специального назначения (земель захоронений).

В статье исследуется и оценивается существующая нормативно-правовая база выявления ранее неизвестных захоронений и эксплуатации земельных участков под захоронения в субъектах РФ с целью поиска оптимального решения проблем в условиях недостаточно глубокой проработки федеральных нормативно-правовых актов, а также приводятся рекомендации по введению единой методики обнаружения ранее неизвестных воинских и гражданских захоронений.

**Задачи статьи:**

- анализ имеющихся методик обнаружения и постановки на учет ранее неизвестных земель захоронений;
- выявление, систематизация и анализ основных нормативно-правовых актов, регулирующих использование земель специального назначения для организации территории земель захоронений в РФ;
- разработка рекомендаций по улучшению законодательной и методологической базы.

## 2 Материалы и методы

Авторами проведен анализ правового режима и нормативно-правового обеспечения процедур использования земельных участков, предназначенных под гражданские и воинские захоронения на территории РФ (федеральные законы, а также нормативно-правовые акты субъектов РФ и муниципальных образований).

Эмпирическим методом является анализ паспортов гражданских и воинских захоронений.

Порядок проведения поисковых работ ранее неизвестных воинских захоронений детально не регламентирован.

Порядок действий при обнаружении ранее неучтенных гражданских захоронений существующим законодательством не подразумевается вовсе.

В статье 8 закона № 4292-1<sup>1</sup> указано, что поисковые работы «организуются и проводятся общественно-государственными объединениями, общественными объединениями, уполномоченными на проведение такой работы»; согласно статье 11 о полномочиях органов государственной власти координация

---

<sup>1</sup> Статья 8 Закона № 4292-1 «Об увековечении памяти погибших при защите Отечества».

мероприятий поисковых работ осуществляется Министерством обороны РФ с оказанием помощи со стороны органов военного управления.

Поскольку большая часть ответственности и обязанностей за похоронное дело в РФ возложена на органы местного самоуправления, а многие важнейшие процедуры, связанные с эксплуатацией земель захоронений начиная с процедур обнаружения и заканчивая благоустройством детально не проработаны, возникает множество проблем, которые не могут быть качественно решены ни на уровне местного самоуправления, ни на уровне субъектов РФ.

Децентрализация системы управления похоронным делом вынуждает каждое принимающее в нем участие учреждение издавать собственные нормативно-правовые акты в рамках делегированных им полномочий, что приводит к высокой степени неорганизованности системы в условиях частых и краткосрочных ведомственных реформ.

На сегодняшний день действует изданный Министерством обороны РФ указ от 19 ноября 2014 г. № 845 «Об утверждении Порядка организации и проведения поисковой работы общественно-государственными объединениями, общественными объединениями, уполномоченными на проведение такой работы, осуществляемой в целях выявления неизвестных воинских захоронений и непогребенных останков, установления имен погибших и пропавших без вести при защите Отечества и увековечения их памяти».

Уполномоченным федеральным органом исполнительной власти на осуществление учета ранее неизвестных воинских захоронений является Министерство обороны РФ<sup>2</sup>.

Формально законом<sup>3</sup> предусмотрены процедуры паспортизации в случаях обнаружения ранее неизвестных воинских захоронений, а также рекомендованы формы документов, составляемых по итогам осуществления процедур.

Однако в итоге процедуры описываются лишь в общих чертах и носят рекомендательный характер — на практике этого оказывается недостаточно для качественной работы системы, и различные субъекты РФ принимают собственные нормативно-правовые акты о порядке организации поисковых работ ранее неизвестных воинских захоронений.

---

2 Согласно Указу Президента РФ от 22 января 2006 г. № 37 «Вопросы увековечения памяти погибших при защите Отечества».

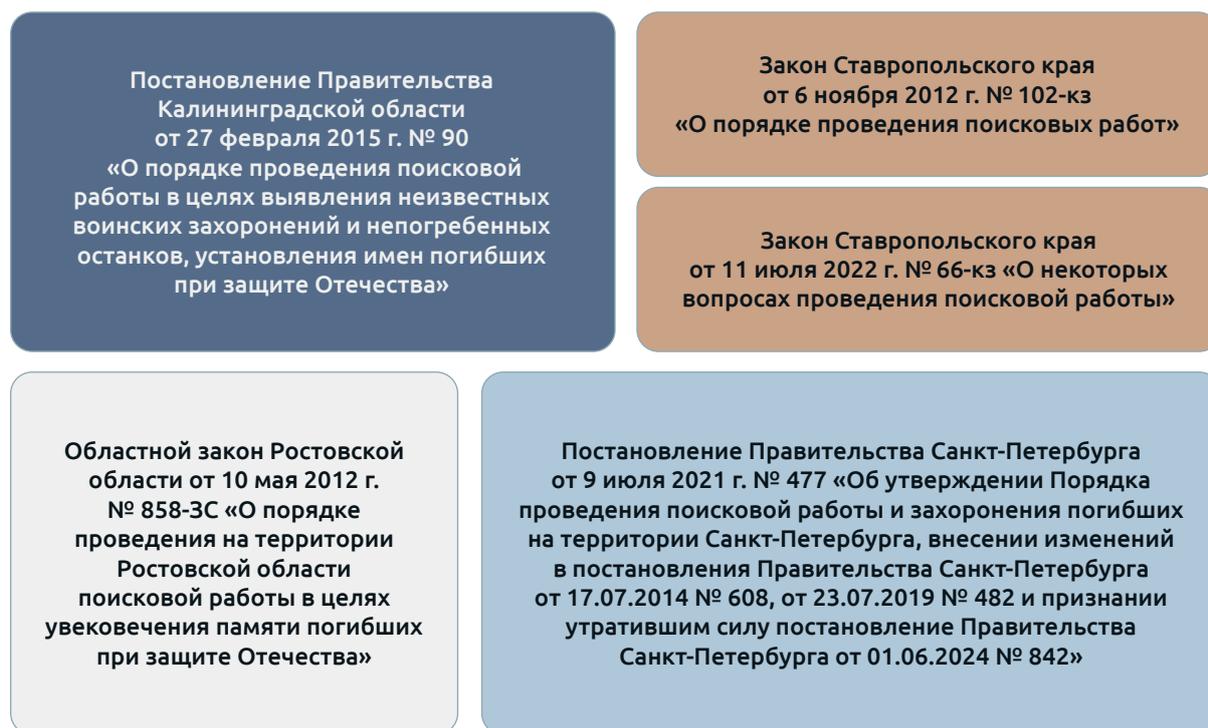
3 Приказ министра обороны РФ от 14 октября 2021 г. № 605 «Об установлении Порядка паспортизации и централизованного учета воинских захоронений»; Указ Министерства Обороны РФ от 19 ноября 2014 г. № 845 «Об утверждении Порядка организации и проведения поисковой работы общественно-государственными объединениями, общественными объединениями, уполномоченными на проведение такой работы, осуществляемой в целях выявления неизвестных воинских захоронений и непогребенных останков, установления имен погибших и пропавших без вести при защите Отечества и увековечения их памяти».

В настоящее время перед регионами поставлена задача<sup>4</sup> выявить и благоустроить ранее неизвестные воинские захоронения, однако игнорируется отсутствие нормативно-правовой основы.

На **рис. 1** продемонстрированы нормативно-правовые акты различных субъектов, сравнение которых представлено в **табл. 1**.

**Рис. 1** Нормативно-правовые акты субъектов РФ

**Fig. 1** Normative-legal acts of the Russian Federation subjects



**Таблица 1** Сравнение нормативно-правовых актов субъектов о порядке организации поисковых работ ранее неизвестных воинских захоронений

**Table 1** Comparison of legal acts of subjects on the procedure of organization of search operations of previously unknown military graves

Субъект	Калининградская область	Ставропольский край		Ростовская область	Санкт-Петербург
<b>Документ</b>	Постановление Правительства Калининградской области от 27.02.2015 № 90	Закон Ставропольского края от 06.11.2012 № 102-кз	Закон Ставропольского края от 11.07.2022 № 66-кз	Областной закон Ростовской области от 10.05.2012 № 858-ЗС	Постановление правительства Санкт-Петербурга от 09.07.2021 № 477
<b>Действует</b>	Да	Нет	Да	Нет	Да

<sup>4</sup> Федеральная Целевая Программа «Увековечение памяти погибших при защите Отечества на 2019–2024 годы».

Субъект	Калининградская область	Ставропольский край		Ростовская область	Санкт-Петербург
<b>Термины, понятия; процедуры; требования</b>					
<b>Неизвестные воинские захоронения</b>	Отсутствует	Отсутствует		Место погребения погибших воинов (останков погибших воинов) в одиночных или братских могилах, произведенного в перерывах между боями или в процессе боевых действий однополчанами или местным населением, не зарегистрированное (не находящееся на учете) в установленном порядке в органах местного самоуправления	Обнаруженные в ходе поисковых работ места погребения с останками погибших при защите Отечества, информация о которых имеется в государственной информационной системе «Память народа» и (или) в архивных учреждениях и содержит сведения о захоронении обнаруженных погибших при защите Отечества в обнаруженном месте погребения
<b>Непогребенные останки</b>	Останки погибших при защите Отечества, которые по разным причинам остались незахороненными	Отсутствует		Отсутствует	Останки погибших при защите Отечества, обнаруженные в ходе поисковых работ
<b>Поисковая деятельность</b>	Целенаправленная (полевая, архивная, исследовательская) работа по выявлению неизвестных захоронений погибших при защите Отечества и непогребенных останков, а также установлению имен погибших при защите Отечества, их родственников	Практическая работа непосредственно на местах бывших боевых действий по поиску неизвестных воинских захоронений и непогребенных останков погибших	Отсутствует	Целенаправленная (полевая, архивная, исследовательская) работа по выявлению неизвестных воинских захоронений и непогребенных останков защитников Отечества, последующему их захоронению (перезахоронению), а также установлению сведений о погибших или пропавших без вести при защите Отечества или военнослужащих армий других государств (далее – погибшие или пропавшие без вести)	Деятельность на территориях боевых действий, концентрационных лагерей и возможных захоронений жертв массовых репрессий, осуществляемая в соответствии с действующим законодательством, направленная на увековечение памяти погибших при защите Отечества, в целях выявления неизвестных воинских захоронений и непогребенных останков, установления имен погибших и пропавших без вести при защите Отечества и увековечения их памяти на территории Санкт-Петербурга

Субъект	Калининградская область	Ставропольский край		Ростовская область	Санкт-Петербург
Количество терминов	18	3	0	3	9
Перечень работ (процедур)	Да	Нет		Да	Да
Квалификационная подготовка (требования)	Да	Да	Отсутствует	Да	Да

Как видно из **табл. 1**, регионы оказываются не в состоянии самостоятельно выработать единую, полную и постоянную нормативно-правовую и методологическую основу для обнаружения и дальнейшего благоустройства и эксплуатации ранее неизвестных воинских захоронений.

Проблемы наблюдаются во всех категориях: от несоответствия полноты понятийных аппаратов нормативно-правовых актов двух разных субъектов и проработанности вопросов методологии до совершенного отсутствия в субъектах действующих нормативно-правовых актов в обозначенной проблематике.

### 3 Результаты

Строгость нормативно-правовых режимов объектов захоронений в совокупности с недостаточной их проработанностью резко снижают гибкость и эффективность системы эксплуатации земель захоронений, а также повышают риски возникновения конфликта интересов.

Отсутствие правомерно зарегистрированных земельных участков гражданских и воинских захоронений препятствует дальнейшему созданию реестра захоронений, делает невозможной регистрацию погребения умерших и ведения единой и полной базы данных. Децентрализация также сильно снижает качество и эффективность инфраструктуры похоронного дела.

Процедура реестрового и государственного кадастрового учета (ГКУ) с последующей государственной регистрацией прав для ранее неизвестных земель захоронений всех прочих видов остается нерегламентированной; поскольку отсутствие строгого предписания не отменяет необходимость в постановке на учет обнаруживаемых земель захоронений, это вынуждает субъекты и муниципальные образования разрабатывать собственные прецеденты из имеющихся, часто противоречивых или невзаимосвязанных нормативно-правовых механизмов для учета земельных участков захоронений и находящихся на них кладбищ, что крайне негативно сказывается на системности и нормативно-правовой основе

эксплуатации земель захоронений, так как часто административно реформируемые органы местного самоуправления оказываются не в силах поддерживать постоянство и актуальность реестровых сведений и учет соответствующих земель.

В качестве отдельной проблемы следует отметить неэффективность классификации земель гражданских и воинских захоронений и их отнесения к конкретной категории земель, что также затрудняет их учет:

- Земельный кодекс РФ относит их к землям особо охраняемых территорий историко-культурного значения;
- Гражданский кодекс РФ относит их к зонам специального назначения и (или) зонам особо охраняемых территорий земель населенных пунктов;
- на землях иного специального назначения (землях промышленности, энергетики, транспорта... и иного специального назначения)<sup>5</sup>.

## 4 Обсуждение

В табл. 2 представлены итоговые варианты технологических схем по обнаружению и дальнейшему благоустройству и эксплуатации земельных участков под гражданскими и воинскими захоронениями.

**Таблица 2** Порядок комплексного учета земель воинских захоронений

**Table 2** The procedure of complex accounting of land of military burial sites

Порядок комплексного учета земель воинских захоронений			
I	Выявление земель воинских захоронений	Поисковые работы	
		Эксгумация	
II	Захоронение эксгумированных останков	На имеющихся территориально-административных единицах	На военных мемориальных кладбищах
			Участках захоронений погибших при защите Отечества на общественных кладбищах участках, зарезервированных для этих целей на территории кладбищ, преимущественно вблизи с местом их обнаружения
			Участках, зарезервированных для этих целей на территории кладбищ, преимущественно вблизи с местом их обнаружения
<b>Создание воинского мемориального захоронения</b>			
III	Каталогизация	Паспортизация	
		Уточнение	
		Синхронизация	

<sup>5</sup> В письме Минэкономразвития № Д23и-4875 от 6 сентября 2018 г. Департамента недвижимости по Санкт-Петербургу.

## ПОРЯДОК КОМПЛЕКСНОГО УЧЕТА ЗЕМЕЛЬ ВОИНСКИХ ЗАХОРОНЕНИЙ

Предполагает выполнение трех основных этапов:

- 1) **выявление** ранее неизвестного воинского захоронения с последующими эксгумацией и установлением личностей погибших;
- 2) **перезахоронение** останков погибших на уже имеющихся в территориально-административной единице пригодных для этого захоронениях (кладбищах) — в этом случае модули постановки земельного участка на соответствующий ГКУ, а также постановка захоронения (кладбища) на реестровый учет являются уже осуществленными; либо создание нового места захоронения (кладбища) с выделением под него соответствующего земельного участка (**подлежащего ГКУ**) и проектированием и строительством в соответствии с санитарно-эпидемиологическими и инженерными требованиями захоронения (кладбища) с постановкой его на соответствующий **реестровый учет**;
- 3) **каталогизация** (учет) погребенных останков — создание индивидуальных учетных карточек погребенных с привязкой к соответствующему месту погребения.

В связи с тем, что ранее неизвестные воинские захоронения представляют собой **непогребенные** останки погибших [в отличие от ранее неучтенных (неизвестных) гражданских захоронений, представляющих собой неучтенные кладбища], для данного типа захоронений должен быть предусмотрен уникальный для него модуль выявления: в его состав входят поисковые работы по обнаружению останков и эксгумация (**табл. 3**)<sup>6</sup>.

Согласно проекту организация и проведение поисковых работ возлагаются на уполномоченный орган исполнительной власти субъекта в области похоронного дела (при участии территориальных органов власти в области обороны) — именно он должен располагать соответствующим исполнительным подразделением по вопросам воинских захоронений.

В **табл. 3** представлена и технологическая схема эксгумационных работ, которые завершают порядок выявления ранее неизвестных воинских захоронений.

Результат работы по данному модулю представляет собой обширный пакет документации, из которой особую значимость имеет **список установленных имен погибших**, так как именно он закладывает необходимую основу для последующего сбора сведений о погибших и создания соответствующего реестра.

Далее следует модуль захоронения эксгумированных останков погибших. Захоронение таких останков следует проводить на **уже имеющихся**

---

<sup>6</sup> Кливлеев И.А. Выпускная квалификационная работа «Проблематика учета земельных участков специального назначения» М.: МИИГАиК, 2023. 102 с.

в территориально-административной единице пригодных для этого кладбищах; в иных случаях — за неимением предназначенных для этого мест погребения на соответствующих кладбищах — **на вновь создаваемых** в строгом соответствии со всеми проектными, инженерными и санитарно-эпидемиологическими требованиями воинских захоронениях с предварительным выделением и постановкой на ГКУ земельного участка. Эксгумированные останки в этот период должны оставаться в соответствующем центре судебно-медицинских и криминалистических экспертиз.

**Таблица 3** Технологическая схема поисковых и эксгумационных работ

**Table 3** Technological scheme of search works and exhumations

		Поисковые работы																																					
1	<b>Подготовка и организация поисковых работ</b>	Прием заявлений общественно-государственных объединений, общественных объединений на формирование <b>поисковых отрядов</b> и их паспортизация как уполномоченных лиц																																					
		Формирование проекта плана поисковых мероприятий на следующий год																																					
		<div style="text-align: center;"> <p>УТВЕРЖДАЮ (руководитель общественно-государственного (общественного) объединения)</p> <p>_____ 20__ г.</p> <p><b>ПЛАН</b> <b>проведения поисковых работ</b></p> <p>(наименование уполномоченного общественно-государственного (общественного) объединения и субъекта Российской Федерации) на _____ год</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>N п/п</th> <th>Наименование субъекта Российской Федерации (иностранного государства), на территории которого планируется проводить поисковые работы</th> <th>Наименование уполномоченного общественно-государственного (общественного) объединения, которое будет проводить поисковые работы</th> <th>Численность (чел.)</th> <th>Наименование мероприятия</th> <th>Место проведения (населенные пункты, координаты (при проведении полевых поисковых работ))</th> <th>Сроки проведения</th> <th>Количество участников</th> <th>Основные технические средства</th> <th>Примечание</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> </tr> </tbody> </table> <p>_____ (должность, подпись, инициалы, фамилия)</p> <p>__ __ 20__ г.</p> </div>								N п/п	Наименование субъекта Российской Федерации (иностранного государства), на территории которого планируется проводить поисковые работы	Наименование уполномоченного общественно-государственного (общественного) объединения, которое будет проводить поисковые работы	Численность (чел.)	Наименование мероприятия	Место проведения (населенные пункты, координаты (при проведении полевых поисковых работ))	Сроки проведения	Количество участников	Основные технические средства	Примечание	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
		N п/п	Наименование субъекта Российской Федерации (иностранного государства), на территории которого планируется проводить поисковые работы	Наименование уполномоченного общественно-государственного (общественного) объединения, которое будет проводить поисковые работы	Численность (чел.)	Наименование мероприятия	Место проведения (населенные пункты, координаты (при проведении полевых поисковых работ))	Сроки проведения	Количество участников	Основные технические средства	Примечание																												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																														
Обучение и повышение квалификации участников поисковых отрядов, проверка знаний техники безопасности																																							
Составление смет, установление источников финансирования, определение материально-технического обеспечения																																							
Согласование																																							

2	Проведение исследовательской поисковой работы	Изучение информации, размещенной в военных архивах, музеях и частных коллекциях, о территории ведения боевых действий и возможных местах захоронений погибших при защите Отечества в областях, связанных с проведением поисковых работ
		Изучения местности в предполагаемых местах проведения поисковых работ, выявление плановых санитарных, боевых и стихийных неучтенных и не обозначенных на местности воинских захоронений
		Розыск родственников погибших при защите Отечества, личность которых установлена в ходе поисковых работ
3	Проведение полевых поисковых работ	Обследование мест падения боевых и транспортных самолетов, мест гибели военных кораблей, судов и иных плавучих средств
		Обследование территорий бывших лагерей военнопленных и перемещенных лиц на предмет наличия захоронений
		Обнаружение мест массовой гибели военнослужащих при защите Отечества
<b>Эксгумация</b>		
1	Эксгумация	Эксгумация и вынос участниками поисковых отрядов обнаруженных останков погибших при защите Отечества к месту сбора на территории поискового лагеря
		Составление отдельных протоколов и карт эксгумации, именных листов и иных документов в соответствии с требованиями действующего законодательства по каждому факту обнаружения останков погибших при защите Отечества
		Рекультивация места раскопов после проведения полевых работ
2	Документация	Журнал учета найденных останков погибших, их документов, наград, личных вещей и других предметов
		Журнал учета найденных стрелкового оружия, боеприпасов, техники [с последующей их передачей в У(О)МВД]
		Акт передачи найденных вооружения, техники и их фрагментов
		Акт передачи найденных предметов и изделий
		Отчет о проведении поисковых мероприятий за прошедший год
		Акт о проведении поисковых работ
		Список установленных имен погибших

В табл. 4 представлен модуль каталогизации, который выполняется **после проведения захоронения.**

Процедура каталогизации (как первичной, так и для внесения вновь погребенных погибших) начинается с инвентаризации мест погребения, в ходе которой на каждого погребенного заводится индивидуальная учетная карточка с указанием соответствующего ему места погребения на кладбище.

Параллельно с этим осуществляются поиск и сбор сведений, необходимых для заполнения индивидуальной учетной карточки погребенного.

Собранные сведения проверяются и систематизируются, приводятся к единообразным формам учета, созданные базы данных формализуются — результатом каталогизации является согласованная и утвержденная администрацией кладбища актуальная и достоверная база данных о местах погребения и погребенных.

**Таблица 4** Технологическая схема каталогизации

**Table 4** Technological scheme of cataloguing

Каталогизация			
1	Паспортизация	Проведение инвентаризации захоронений; изучение актуальной информации собранных источников на предмет	сравнения количества указанных захоронений (мест погребения)
			сравнения информации из разных источников о погребенных
			выявления неточностей и уникальной информации
		Создание индивидуальных учетных карточек	
2	Уточнение	Сравнение списков с реестрами захоронений вышестоящих инстанций иных органов власти и устранение неточностей	Систематизация всех собранных сведений при проведении архивно-розыскной и поисково-исследовательской работы
			Формализация структуры индивидуальных учетных карточек и сведений в них содержащихся
3	Согласование		

## ПОРЯДОК КОМПЛЕКСНОГО УЧЕТА ЗЕМЕЛЬ ГРАЖДАНСКИХ ЗАХОРОНЕНИЙ

Порядок комплексного учета земель гражданских захоронений — сложный комплекс процедур, направленный на выявление ранее неизвестных (неучтенных) гражданских захоронений, определение границ земельного участка, его постановки на ГКУ и внесение в реестр захоронений (кладбищ), определение границ участков мест погребения, инвентаризацию мест погребения, создание индивидуальных учетных карточек погребенных и внесение сведений о них в соответствующие информационные реестры (**табл. 5**).

**Таблица 5** Порядок комплексного учета земель гражданских захоронений

**Table 5** The procedure of complex accounting of land of civil sites

Порядок комплексного учета земель гражданских захоронений			
I	Выявление земель гражданских захоронений	Инвентаризация захоронений	Установление границ
II	Каталогизация	Паспортизация	
		Уточнение	
		Синхронизация	
III	Инженерное обустройство нарушенных земель		
IV	Закрытие места захоронения		
Создание гражданского захоронения			

В табл. 6 представлена технологическая схема инвентаризации гражданских захоронений. В отличие от ранее неизвестных воинских захоронений, ранее неизвестные (неучтенные) гражданские захоронения представляют собой исторически самовольно образованные места захоронения.

**Таблица 6** Технологическая схема инвентаризации гражданских захоронений

**Table 6** Technological scheme of civil graves inventory

Инвентаризация			
1	Инвентаризация земель захоронений	Решение о проведении инвентаризации уполномоченным органом местного самоуправления	
		Правовое урегулирование	Заключение муниципального контракта (договора) на выполнение работ (оказание услуг) по проведению инвентаризации
			Проведение инвентаризации непосредственно уполномоченным органом посредством создания комиссии
		Установление размеров и координат границ земельных участков, нумерация и фотофиксация	
2	Инвентаризация мест захоронений (погребений)	Изучение сведений книг регистрации захоронений, книг регистрации надмогильных сооружений (надгробий), обследование кладбищ (мест погребения)	
		Составление инвентаризационной описи	
		Формализация структуры индивидуальных учетных карточек и сведений, в них содержащихся	Одиночное
			Родственное
			Семейное
			Воинское
Фотофиксация мест погребения			
Выявление бесхозяйных мест погребения, неизвестных мест погребения, незарегистрированных захоронений			

3	Согласование	Сопоставление сведений книг регистрации, надмогильных сооружений (надгробий) со сведениями обследования захоронения
		Создание единой формализованной базы данных
4	Документация	Опись выявленных мест погребения
		Каталог координат
		Акт о проведении инвентаризации
		База данных захоронения

Важно учесть, что подобного рода места захоронения созданы без учета проектных, инженерных, а также санитарно-эпидемиологических требований и нормативов, а значит, могут быть потенциально опасны для окружающей среды, здоровья и жизнедеятельности людей, работающих и проживающих рядом с такими захоронениями.

Для подобного рода захоронений, однако, не требуется проведение эксгумационных работ и перезахоронения эксгумированных останков. Обусловлено это в первую очередь **невыполнимостью данных мероприятий по следующим причинам:**

- согласно санитарно-эпидемиологическим нормам кладбищенский период (период минерализации тела усопшего) составляет порядка 15–20 лет — ранее этого периода проведение раскопок и вскрытия могилы не допускается. Для ранее неизвестных (неучтенных) гражданских захоронений это важно, поскольку неизвестно, как давно были осуществлены захоронения;
- по этическим соображениям процедуры эксгумации и перезахоронения, пусть и юридически незарегистрированных погребений, необходимо совершать с полного согласия родственников усопших, чей розыск и согласование с ними представляются невыполнимыми и нецелесообразными.

Именно поэтому наиболее рациональным и безопасным решением является закрытие места погребения с предварительной легитимизацией захоронения посредством определения границ земельного участка и постановкой его на ГКУ, включение захоронения в соответствующий реестр захоронений с особой пометкой и более строгим санитарно-эпидемиологическим режимом, инвентаризацией, каталогизацией и узакониванием произведенных ранее погребений.

Инвентаризация организуется и проводится уполномоченным органом местного самоуправления самостоятельно или посредством заключения договора по проведению инвентаризации.

Инвентаризация мест захоронения (кладбищ) включает в себя установление границ земельного участка, подготовку кадастровой документации и его постановку на ГКУ.

Инвентаризация мест погребения (могил) включает в себя составление инвентаризационной описи, в которой указываются сведения, представленные в **табл. 6**.

Проводится проверка сведений с иными информационными реестрами, собираются и уточняются сведения о погребенных; как и в случае с воинскими захоронениями, собранные сведения проверяются и систематизируются, приводятся к единообразным формам учета, созданные базы данных формализуются — результатом инвентаризации является согласованная и утвержденная администрацией органа местного самоуправления актуальная и достоверная база данных о местах погребения и погребенных (см. **табл. 6**).

После проведения инвентаризации кладбище закрывается, дальнейшие захоронения на его территории, а также подзахоронения запрещаются; санитарно-эпидемиологическая служба проводит оценку санитарно-эпидемиологического и инженерного состояния кладбища и его влияния на окружающую среду.

По результатам оценки выносится заключение об актуальном состоянии захоронения, определяются возможные в сложившихся условиях мероприятия по компенсации и уменьшению вреда окружающей среде и местам жизнедеятельности человека; заключается договор подряда со строительной компанией, на которую возлагаются обязанности по осуществлению инженерного обустройства захоронения согласно принятым к исполнению санитарно-эпидемиологической службой мероприятиям.

По итогам создания единой базы данных мест погребения (как воинских, так и гражданских) на каждое место погребения (погребенного) заводится индивидуальная учетная карточка, содержащая обязательные и дополнительные сведения (**рис. 2**).

**Рис. 2** Сведения о погребенных, подлежащие учету

**Fig. 2** Information on buried persons to be taken into account



## 5 Выводы

Существующая ныне нормативно-правовая основа выявления, учета и благоустройства ранее неизвестных захоронений проработана не в полной мере: отсутствует единство методологии указанных процедур для воинских захоронений, для гражданских захоронений она вовсе не предусмотрена, хотя реальная практика требует их наличия<sup>7</sup>.

Необходимы комплексное переосмысление имеющихся механизмов для обеспечения ее работы, а также совершенствование нормативно-правовой основы в целях исключения юридических противоречий с учетом основных аспектов в сфере управления земельными и информационными ресурсами [1–10].

### БИБЛИОГРАФИЯ

1. Миклашевская О.В., Сизов А.П. Основы кадастра недвижимости. М.: Кнорус, 2020. 176 с.
2. Барсукова Г.Н., Яроцкая Е.В., Юрченко К.А. Управление земельными ресурсами. Краснодар: КубГАУ, 2021. 288 с.
3. Липски С.А. Земельное право. М.: Кнорус, 2017. 340 с.
4. Илюшина Т.В., Миклашевская О.В., Сизов А.П. Правовое обеспечение землеустройства и кадастров. М.: Академия, 2019. 283 с.
5. Сотникова Л.В., Халилова А.Р. Проблемы правового режима земель воинских и гражданских захоронений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1653770652> (дата обращения: 12.11.2023).
6. Болтанова Е.С., Романова К.А. Определение понятия земель гражданских и военных захоронений // Российское правоведение: Трибуна молодого ученого. Вып. 14. Томск: Изд-во Томского университета, 2014.
7. Миклашевская О.В. Совершенствование муниципального земельного контроля в Московском регионе // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2021. № 2 (166). С. 32–37.
8. Сизов А.П., Лелюхина А.М., Илюшина Т.В. и др. Государственные учетные системы по управлению и развитию территорий Российской Федерации (кадастры, реестры, регистры). М.: Кнорус, 2022. 208 с.
9. Миклашевская О.В. Развитие и модернизация системы контроля за использованием земель как перспективного механизма повышения эффективности управления земельными ресурсами РФ // Актуальные вопросы землепользования и управления недвижимостью: сборник статей II Национальной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2020. С. 58–67.

---

<sup>7</sup> Кливлеев И.А. Выпускная квалификационная работа «Проблематика учета земельных участков специального назначения» М.: МИИГАиК, 2023. 102 с.

10. Миклашевская О.В., Чмутова А.А. Проблематика учета бесхозяйных недвижимых вещей в современной системе кадастрового учета недвижимости // Актуальные проблемы геодезии, кадастра, рационального земле- и природопользования: материалы III Международной научно-практической конференции. Тюмень, 2020. С. 10–17.

## **АВТОРЫ**

### **Кливлеев Илья Александрович**

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  
 0000-0003-3382-5204

Поступила 15.11.2023. Online First 21.12.2023.

UDC 322.3 : 332.7 : 311.4

DOI:10.30533/scidata-2023-14-15



# Investigation of procedures for the use of special-purpose lands with the development of technological schemes for the integrated accounting of civil and military graves

Ilya A. Klivlev<sup>1</sup>✉, Olga V. Miklashevskaya<sup>1</sup>

## AFFILIATIONS

<sup>1</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

✉ garrigaller89@gmail.com

## CITATION

Klivlev IA, Miklashevskaya OV. Investigation of procedures for the use of special-purpose lands with the development of technological schemes for the integrated accounting of civil and military graves. *Spatial Data: science, research and technology*. 2023;14(4): 8–27. DOI:10.30533/scidata-2023-14-15.

## KEYWORDS

special purpose land, burial sites, cemeteries, historical and cultural land, land of settlements, territorial zoning, land use and development rules, registry accounting

## ABSTRACT

The current legal framework for the use of land for burial is characterized by a lack of uniformity in the tools and mechanisms used for the management of burial grounds; Many of the existing powers to administer such land have been transferred to entities and municipalities that do not have uniform federal standards and have to resort to case law. The article identifies

the systemic inability of administrative units to independently solve legal and methodological problems in the absence of federal standards, which creates huge problems for further verification and harmonization of information about land plots and their use regimes, as well as leads to complications of monitoring them. The article develops technological schemes for the integrated accounting of lands of civil and military graves and develops sanitary and epidemiological principles for their maintenance, also offers recommendations on standardization of the methodology of identification of previously unknown civilian and military graves. The current events require the elaboration of mechanisms for the detection of military burial sites, the development of existing algorithms and schemes in the field of detection, cataloging and certification of military graves.

## REFERENCES

1. Miklashevskaya OV, Sizov AP. *Osnovy kadastra nedvizhimosti* [Fundamentals of real estate cadastre]. Moscow: Knorus; 2020. 176 p. (In Russian).
2. Barsukova GN, Yarotskaya EV, Yurchenko KA. *Upravlenie zemel'nymi resursami* [Land management]. Krasnodar: KSAU; 2021. 288 p. (In Russian).
3. Lipski SA. *Zemel'noe pravo* [Land law]. Moscow: Knorus; 2017. 340 p. (In Russian).
4. Ilyushina TV, Miklashevskaya OV, Sizov AP. *Pravovoe obespechenie zemleustroistva i kadastr* [Legal support of land management and cadastre]. Moscow: Akademia; 2019. 283 p. (In Russian).
5. Sotnikova LV, Khalilova AR. *Problemy pravovogo rezhima zemel' voinskih i grazhdanskikh zakhoroneni* [Problems of the legal regime of military and civil burial grounds]. Available from: <https://sci-article.ru/stat.php?i=1653770652> (Accessed: 12 November 2023). (In Russian).
6. Boltanova ES, Romanova KA. *Opredelenie ponyatiya zemel' grazhdanskikh i voennykh zakhoroneni* [Definition of the concept of lands of civil and military graves]. *Russian Jurisprudence: The Tribune of a young scientist*. Iss. 14. Tomsk: Tomsk University Press; 2014. (In Russian).
7. Miklashevskaya OV. Improving municipal land control in the Moscow region. *Use and protection of natural resources in Russia*. 2021;2(166): 32–37. (In Russian).
8. Sizov AP, Lelyukhina AM, Ilyushina TV, et al. *Gosudarstvennye uchetye sistemy po upravleniyu i razvitiyu territorii Rossiiskoi Federatsii (kadastry, reestry, registry)* [State accounting systems for the management and development of territories of the Russian Federation (cadastres, reestr, registers)]. Moscow: Knorus; 2022. 208 p. (In Russian).
9. Miklashevskaya OV. *Razvitie i modernizatsiya sistemy kontrolya za ispol'zovaniem zemel' kak perspektivnogo mekhanizma povysheniya effektivnosti upravleniya zemel'nymi resursami RF* [Development and modernization of the land use control system as a promising mechanism for improving the efficiency of land management in the Russian Federation]. *Topical issues of land use and real estate management: Proceedings of the II National Scientific and Practical Conference*. Ekaterinburg; 2020. P. 58–67. (In Russian).

10. Miklashevskaya OV, Chmutova AA. Problematika ucheta beskhozyainykh nedvizhimykh veshchei v sovremennoi sisteme kadastravogo ucheta nedvizhimosti [The problems of accounting for ownerless immovable property in the modern system of cadastral registration of real estate]. *Actual problems of geodesy, cadastre, rational land and nature management: Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference*. Tyumen; 2020. P. 10–17. (In Russian).

## **AUTHORS**

### **Ilya A. Klivleev**

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia  
Department of Land Management and Cadastre, Faculty of Territory Management

### **Olga V. Miklashevskaya**

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia  
Department of Land Management and Cadastre, Faculty of Territory Management

 0000-0003-3382-5204

**Submitted: November 15, 2023. Online First : December 21, 2023.**



# Перспективы развития системы учета недвижимости

С.А. Атаманов<sup>1</sup>✉, С.А. Григорьев<sup>1</sup>,  
З.С. Косаруков<sup>1</sup>, М.С. Чуприн<sup>1</sup>

## АФФИЛИАЦИИ

<sup>1</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия  
✉ progeo@yandex.ru

## ЦИТИРОВАНИЕ

Атаманов С.А., Григорьев С.А., Косаруков З.С., Чуприн М.С. Перспективы развития системы учета недвижимости // Пространственные данные: наука и технологии. 2023. Т. 14. № 4. С. 28–46. DOI:10.30533/scidata-2023-14-16.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

автоматизация, актуализация данных, единая государственная информационная система, машиночитаемое право, реестровая модель, пространственные объекты, цифровизация, цифровая трансформация, информационные модели, кадастровый учет, пространственные данные, трехмерная модель, трехмерный кадастр, учет местоположения границ

## АННОТАЦИЯ

Перспективы развития системы учета недвижимости в России в контексте цифровой трансформации и оказания государственных услуг связаны с автоматизацией и цифровизацией процессов. Одной из основных проблем является унификация данных и классификаторов. За последние десятилетия сложились различные подходы к описанию зданий и сооружений в информационных ресурсах: учет жилищного фонда в виде поэтажных планов и экспликаций; формирование электронных паспортов Государственной информационной системы жилищно-коммунального хозяйства; учет зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства и помещений в виде совокупности разрозненных планов и наборов закоординированных внешних контуров.

Несмотря на то, что трехмерный учет объектов недвижимости имеет ряд преимуществ, его высокая себестоимость и отсутствие практической необходимости ограничивают его применение на практике исключительно для целей кадастра. Можно выделить несколько сценариев сопряжения данных Государственной информационной системы для обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации и Единого государственного реестра недвижимости в части объектов капитального строительства, так как ожидается более тесное взаимодействие между этими информационными системами.

## 1 Введение

События и принимаемые решения последних лет показывают общее направление развития системы учета в России: цифровая трансформация ведения информационных ресурсов и систем, оказания государственных и муниципальных услуг.

За 2000-е и 2010-е годы все отраслевые ведомства прошли путь от точечной автоматизации труда исполнителей до цифровизации документооборота. В несколько итераций были созданы многочисленные информационные системы, позволившие перевести часть услуг в электронный вид. Постепенно сформировалась система консолидации сведений о границах различных пространственных объектов в реестре границ Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН).

В 2020-х годах начался этап переосмысления учета ресурсов и деятельности ведомств в целом. Появилось понимание, что **развитие технологий позволяет по-новому взглянуть на организацию работы с данными.**

- Минстрой России приступил к активной фазе формирования «цифровой вертикали строительной отрасли», в рамках которой региональные государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности (ГИСОГД) в дополнение к учету градостроительной документации должны не просто формировать разрешительную документацию, а стать комплексными системами учета информационных моделей объектов капитального строительства (ОКС).
- Росреестр объединил практически все подведомственные организации в публично-правовую компанию «Роскадастр», которая позиционируется как «оператор» всех пространственных данных. В рамках новой Государственной программы «Национальная система пространственных данных» в дополнение к Единой электронной картографической основе создается Единая цифровая платформа, данные в которую из своих информационных ресурсов передают все ведомства и региональные структуры.
- Минцифры России стимулирует ведомства скорее переносить свои информационные системы на единую платформу «ГосТех». Для этого на первом

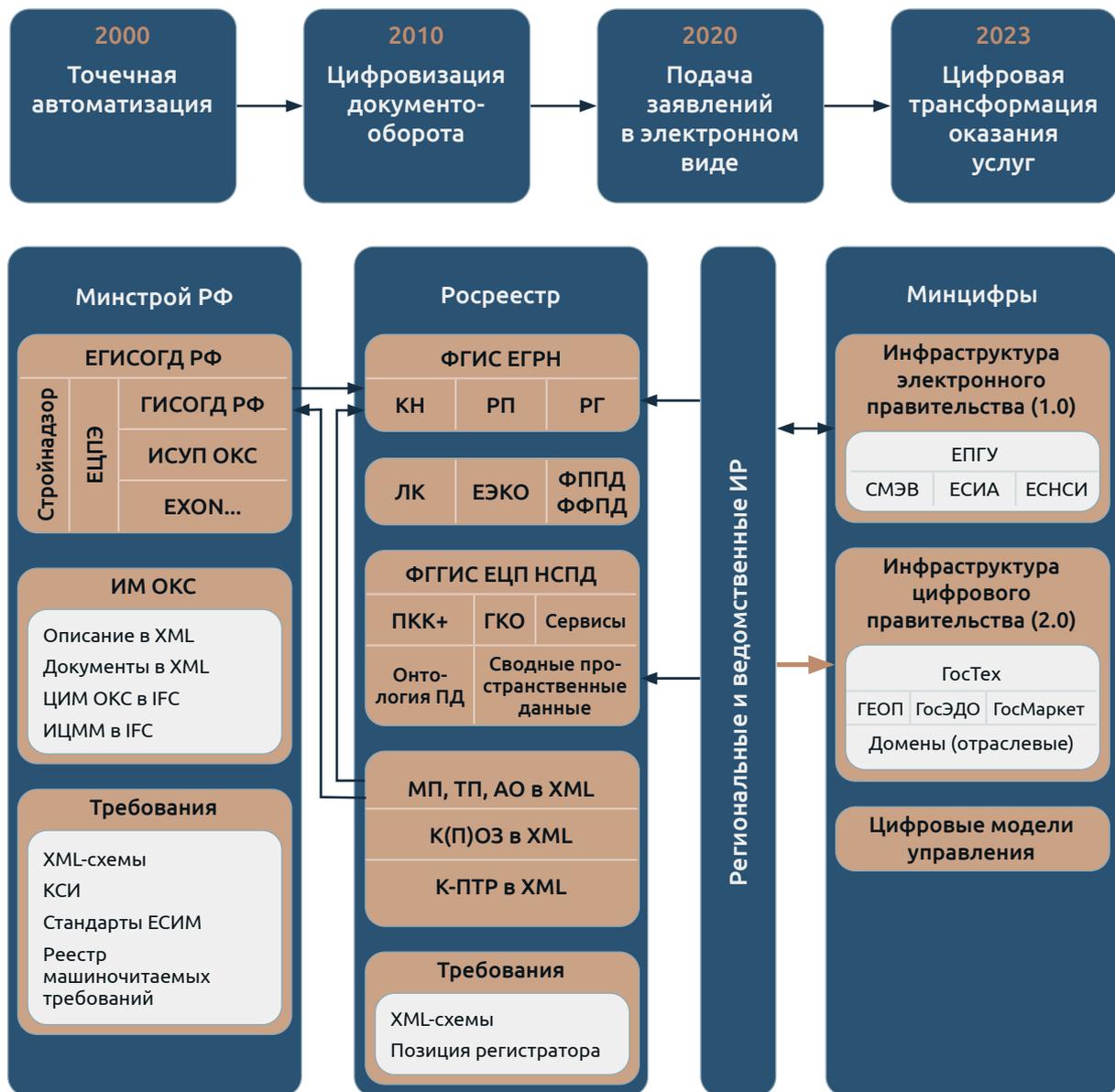
шаге выполняется проектирование «доменных» (отраслевых) информационных сущностей — клиентов, их потребностей, клиентских путей, услуг и функций.

Так постепенно становятся видны **очертания будущей предполагаемой системы учета ресурсов (рис. 1):**

- ведомства и региональные структуры используют единую информационную платформу Минцифры России, которая предоставляет вычислительные мощности и типовые программные модули для организации работ исполнителей;

**Рис. 1** Общая схема действующих информационных систем и ресурсов

**Fig. 1** General diagram of existing information systems and resources



- данные из ведомственных и региональных информационных ресурсов передаются (дублируются) в Единую цифровую платформу «Национальная система пространственных данных» (ЕЦП НСПД);
- Роскадастр предоставляет заинтересованным потребителям инструменты для работы с пространственными данными из Единой электронной картографической основы (ЕЭКО) и ЕЦП НСПД (веб-компонент, база знаний и др.).

Известной и признанной проблемой является дублирование данных в реестрах и как несовпадения значений характеристик одного и того же объекта, так и различия в правилах их описания. Однако введение некоего единого классификатора является одной из наиболее сложных проблем на пути общей цифровизации из-за ведомственной разобщенности. **Попытки унифицировать пространственные данные** предпринимаются сегодня с разных сторон, например:

- Минстрой России в качестве раздела будущей ЕГИСОГД РФ создает Классификатор строительной информации (КСИ);
- Минцифры России требует от министерств регистрировать справочники в Единой системе нормативной справочной информации (ЕСНСИ);
- Роскадастр упорядочивает данные, поступающие в ЕЦП НСПД, и экспериментирует с созданием общей онтологии пространственных объектов и данных.

В результате один из подходов станет ведущим, и другим ведомствам потребуется подстроиться под него.

Выделяют еще несколько **технологических трендов, оказывающих заметное влияние на деятельность отраслевых ведомств** и, соответственно, учет недвижимости:

- положения нормативно-правовых и нормативно-технических актов оцифровываются в наборы структурированных требований в парадигме машиночитаемого права;
- если ранее был начат переход на реестровую модель (от свидетельств к выпискам из реестра), то теперь носителями официальных сведений становятся актуализируемые информационные модели учитываемых объектов;
- такие модели с дополнительной, актуализируемой в режиме, близком к реальному времени, информацией становятся цифровыми двойниками объектов и территорий;
- если в 2010-х годах все государственные и муниципальные услуги алгоритмизировались, формализовывались, очищались от излишних шагов и промежуточных документов, то теперь наступает период «гиперавтоматизации» рабочих процессов с помощью искусственного интеллекта, под которым понимают разнообразные технологии в основном на базе машинного обучения.

**Вместе с тем нельзя не отметить существенные проблемы, в частности:**

- существует некоторый перекоп в сторону цифровизации при недостаточных усилиях по решению практических отраслевых проблем;
- все более ощутима государственная монополизация ряда направлений деятельности;
- до сих пор не выработаны подходы и принципы построения новой системы землеустройства.

Согласно действующим сводам правил, информационное моделирование ОКС — процесс создания и использования информации в целях координации входных данных, организации совместного производства и хранения данных, а также их использования для различных целей — от обоснования инвестиций до организации сноса. Результатом является информационная модель как единый достоверный источник информации по объекту на протяжении его жизненного цикла<sup>1</sup>.

Основной вопрос — что представляет собой эта информационная модель, и на него в настоящее время нет установленного в действующих нормативно-правовых и нормативно-технических документах ответа.

К концу 2000-х годов с экспансией на российский рынок компании Autodesk на государственном уровне стали обсуждаться потенциальные положительные эффекты от применения «классических» BIM<sup>2</sup>-технологий в строительстве, и в 2014 году появился первый официальный программный документ<sup>3</sup>. Однако позже стала превалировать концепция информационной модели как структурированного описания общих характеристик здания или сооружения с приложением к ней градостроительной разрешительной документации и трехмерной BIM-модели.

Основополагающим нормативно-правовым актом в области информационного моделирования стал Федеральный закон № 151-ФЗ от 27 июня 2019 г., которым в Градостроительный кодекс были введены ключевые понятия «информационная модель ОКС» и «классификатор строительной информации» (КСИ), в соответствии с которым должно осуществляться моделирование.

Согласно новому порядку<sup>4</sup> градостроительной деятельности головной системой, в которую аккумулируются все данные, должна стать ЕГИСОГД, разрабатываемая на основе несостоявшейся ГИСОГД РФ. Ниже по иерархии находятся региональные ГИСОГД, Единая цифровая платформа экспертизы

1 СП 301.1325800.2017 «Свод правил. Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами».

2 Англ. — «Building Information Model» – информационная модель здания (информационное моделирование зданий).

3 Решение президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию (Протокол заседания № 2 от 04.03.2014).

4 Федеральный закон от 19 декабря 2022 г. № 541-ФЗ «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и статью 18.1 Федерального закона „О защите конкуренции“».

(ЕЦПЭ), информационные системы органов регионального государственного строительного надзора.

Как связующее звено во множестве градостроительных, учетных и прикладных информационных систем, сведения в которых учитываются при строительстве, разрабатывается ИСУП ОКС, которая должна обмениваться структурированными данными как со всеми ними, так и со множеством специализированных прикладных коммерческих информационных систем, облегчающих работу специалистов, в той или роли участвующих в строительстве. Данная схема интеграции получила название «цифровая вертикаль сопровождения инвестиционно-строительного процесса», или «цифровая вертикаль строительной отрасли».

Усилиями Минстроя России ИСУП ОКС постепенно внедряется на территории всей страны. Данные об ОКС строительства в нее загружаются через коммерческое программное обеспечение. В результате информационная модель здания сегодня выглядит скорее как совокупность переведенных в электронный (XML) вид документов, которые передаются между всеми заинтересованными органами власти и организациями через инфраструктуру обеспечения градостроительной деятельности.

Параллельно усилиями множества технических комитетов и инициативных групп (ТК 465 Минстроя РФ, ТК 705 на базе BIM-Ассоциации, ОЦКС ГК Росатом, ГК «СиСофт», ТК 505 от АО «ДОМ.РФ») с переменным успехом постепенно формируется система стандартов многомерного информационного моделирования зданий и сооружений, т.е. создания «цифровых информационных моделей» на основе международного стандарта обмена данными IFC, но с применением национальных расширений и кодирования элементов и атрибутов согласно единому классификатору строительной информации.

Собственные стандарты разрабатывают региональные органы государственной экспертизы, среди которых можно отдельно отметить ГАУ «Московская государственная экспертиза» и Санкт-Петербургское ГАУ «Центр государственной экспертизы». Разрабатываются и отраслевые нормы. Например, на ОКС транспортной инфраструктуры ГК «Российские автомобильные дороги» распространяется действие СТО АВТОДОР 8.11–2023.

Заменить множество разработанных за эти годы разрозненных и противоречивых нормативно-технических документов должна новая Единая система информационного моделирования (ЕСИМ), однако до ее становления понадобится время. В настоящее время утвержден основополагающий ГОСТ Р 10.00.00.00-2023 «ЕСИМ. Основные положения» и ПНСТ «Требования к цифровым информационным моделям объектов непромышленного назначения. Часть 1. Жилые здания».

С учетом вышесказанного авторами предлагается сформулировать определение широко используемого в России в противовес общемировому «BIM» понятия технологии информационного моделирования как совокупности приемов,

способов, методов, операций и процессов создания информационных и цифровых информационных моделей ОКС.

**Преимущества выстраиваемой системы очевидны:**

- BIM-технологии успешно применяются при проектировании и строительстве во всем мире;
- унифицированные форматы обмена данными облегчают взаимодействие между застройщиками, подрядчиками, согласующими и контролирующими органами власти;
- единое информационное пространство упрощает документооборот;
- передача моделей по восходящей вертикали вплоть до ЕГИСОГД обеспечивает органы власти информацией, необходимой для принятия организационных и управленческих решений.

**Однако существуют нерешенные вопросы:**

- не сформулированы единые требования к формированию как информационных, так и цифровых информационных моделей;
- не введены в эксплуатацию все государственные информационные системы;
- сохраняется недостаток узкоспециализированного российского прикладного программного обеспечения;
- перевод разрешительной документации в электронный вид является скорее промежуточной формой цифровизации существующих процессов, чем действительной цифровой трансформацией строительной отрасли;
- разработчики классификатора строительной информации сталкиваются с трудностями кодирования большого объема информации.

В целом цифровая трансформация затронула все направления учета недвижимости. В сферах градостроительного планирования это перевод всех информационных ресурсов в электронный вид, централизация информационных систем, совершенствование межведомственного и межсистемного взаимодействия, обеспечение публичности градостроительной информации посредством размещения в Федеральной государственной информационной системе территориального планирования (ФГИС ТП) и публичных подсистемах ГИСОГД [1].

## 2 Материалы и методы

Обсуждение учета местоположения границ объектов недвижимости в трехмерном виде идет десятилетия. Вышло немало научно-исследовательских работ, на основе зарубежного опыта проводились практические эксперименты. Можно выделить работы А.В. Чернова о формировании трехмерного кадастра [2], И.И. Снежко об особенностях построения моделей объектов недвижимости [3], А.И. Гиниятова о сопутствующем геодезическом обеспечении [4], К.А. Литвинцева

об использовании стереомоделей местности [5], Д.Н. Ветошкина о применении в среде «умного города» [6], Н.С. Беглярова о категоризации объектов и геодезическом сопровождении [7]. Из новых актуальных обзоров научной литературы стоит отметить работу J.M. Paasch и J. Paulsson [8], в которой выявлены основные тренды, в том числе развитие положений Land Administration Domain Model (LADM), стандартов INTERLIS, LandInfra, CityGML, BIM-технологий и 4D-кадастра. В работе J. Shahidinejad, M. Kalantari, A. Rajabifard [9] приведен анализ баз данных, используемых для хранения соответствующих пространственных данных. В.А. Болдырев и соавт. приводят обзор рисков, связанных с развитием кадастра [10].

В рамках совместного проекта «Создание модели трехмерного кадастра недвижимости в России»<sup>5</sup> между Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии и Агентством кадастра, регистрации земель и картографии Нидерландов в 2010–2012 годах на основе положений ISO 19152:2012 «Географическая информация. Административная модель земельных угодий (LADM)» были созданы трехмерные модели бизнес-центра, многоквартирного дома и газопровода в Нижнем Новгороде. Для визуализации и взаимодействия с 3D-объектами было необходимо использовать отдельный плагин к браузеру «BS Contact».

Следует отметить экспериментальную форму кадастрового паспорта, разработанную «ГУ БТИ-24» и студией Артемия Лебедева<sup>6</sup>. В ней помещения предлагалось описывать в виде трехмерных парцелл, границы которых проходят по внутренним поверхностям стен. Схожий проект генерации трехмерных паспортов предлагала компания Rubius<sup>7</sup>, но заметного развития эти инициативы не получили.

В 2018 году в рамках проекта «3D-кадастр» «Лаборатории будущего» на базе Росреестра была озвучена возможность трехмерного представления объектов недвижимости<sup>8</sup>. Сегодня по действующим требованиям<sup>9</sup> кадастровый инженер имеет право дополнить описание местоположения ОКС по желанию заказчика в виде 3D-модели объекта (DXF, RVT, PLN, SKP), но ввиду высокой стоимости и отсутствия практического смысла этот подход не используется. Желающие

5 Russian-Dutch project 3D cadastre modelling in Russia. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.oicrf.org/-/russian-dutch-project-3d-cadastre-modelling-in-russia> (дата обращения: 28.11.2023).

6 Трехмерный кадастровый паспорт ГУ БТИ-24 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.artlebedev.ru/bti24/plans/> (дата обращения: 25.11.2023).

7 Система автоматизированного создания трехмерных кадастровых паспортов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rubius.com/ru/company/news/sistema-avtomatizirovannogo-sozdaniya-tryohmernih-kadastrovyyh-pasportov> (дата обращения: 25.11.2023).

8 Максим Орешкин принял участие в открытии «Лаборатории будущего» на базе Росреестра [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.economy.gov.ru/material/news/maksim\\_oreshkin\\_prinya\\_luchastie\\_v\\_otkrytii\\_laboratorii\\_budushchego\\_na\\_baze\\_rosreestra.html](https://www.economy.gov.ru/material/news/maksim_oreshkin_prinya_luchastie_v_otkrytii_laboratorii_budushchego_na_baze_rosreestra.html) (дата обращения: 25.11.2023).

9 Приказ Росреестра от 15.03.2022 № П/0082 «Об установлении формы технического плана, требований к его подготовке и состава содержащихся в нем сведений».

должны описать сведения о глубине и высоте всех конструктивных элементов (строительных конструкций), привести координаты точек пересечения проекций конструкций и контуров объекта, глубину (высоту) строительных конструкций. Увидеть результат моделирования на портале Росреестра, в выписке или на публичной кадастровой карте нельзя.

В качестве аргументов в пользу трехмерного кадастра обычно приводят примеры архитектурно сложных зданий, отдельные элементы которых свисают или находятся друг над другом. Это становится юридической проблемой, если такая часть находится над чужим земельным участком. Однако такие ситуации не настолько распространены и существенны, чтобы оправдать затраты на полноценное трехмерное описание объектов недвижимости исключительно при кадастровом учете.

**Следует выделить сложившиеся подходы к описанию в информационных ресурсах зданий и сооружений (рис. 2):**

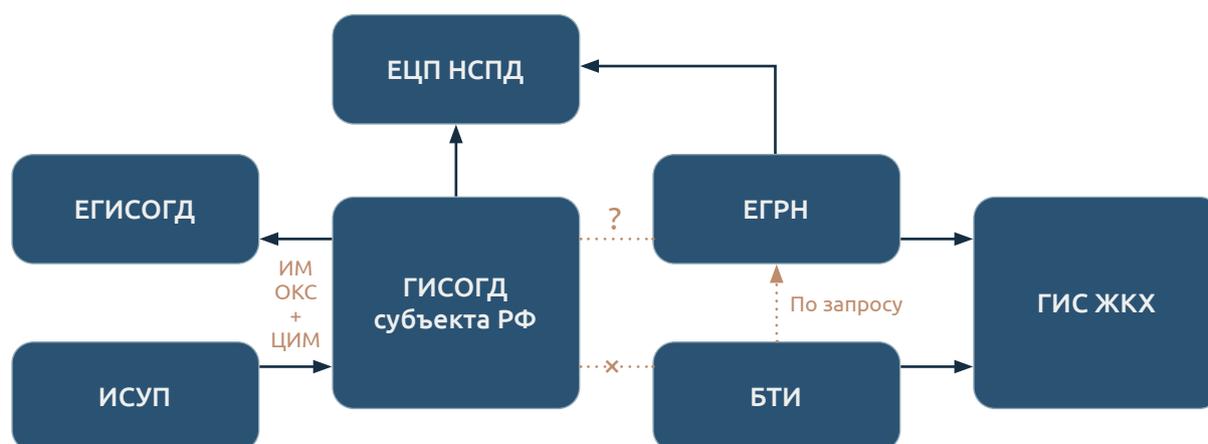
- разрозненные организации технической инвентаризации и их региональные сети ведут учет жилищного фонда в целях контроля за эксплуатацией в виде строго упорядоченных в пределах ОКС поэтажных планов и экспликаций. Федеральная значимость этой формы учета снизилась с вступлением в силу закона № 608-ФЗ от 19 декабря 2023 г., согласно которому перепланировка влечет необходимость внесения изменений в сведения ЕГРН, а не в технический паспорт. Отличительной особенностью системы учета является фиксация легального (черные линии) и незаконного (красные линии) состояний объектов;
- для объектов жилищного фонда сведения из ЕГРН и баз данных БТИ должны передаваться для формирования электронных паспортов ГИС ЖКХ. В целях совершенствования этой системы в сентябре 2023 года были приняты новые нормативно-правовые акты. С их реализацией ГИС начнет трансформацию в единую систему государственного учета жилищного фонда согласно Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства РФ на период до 2030 года;
- в ЕГРН ведется учет зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства и помещений, машино-мест в них как объектов недвижимости в виде совокупности разрозненных и не согласованных между собой планов, наборов закоординированных внешних контуров ОКС, графических контуров помещений. Эта форма учета ориентирована на защиту прав, информационное обеспечение налогообложения и не может отображать фактическое незаконное состояние объекта;
- информационные (XML) и цифровые информационные (IFC) модели ОКС постепенно начинают использоваться при строительстве в рамках градостроительной деятельности. Концептуально заложена эволюция описания местоположения всех элементов здания по мере смены этапов жизненного

цикла и соответствующих уровней проработки моделей. Другими словами, сначала информационная модель описывает проектные границы, затем разрешенные, затем фактические по исполнительной съемке;

- данные из ЕГРН и ГИСОГД подлежат передаче в создаваемую Росреестром ФГГИС ЕЦП НСПД для последующего анализа и использования в прикладных онлайн-сервисах.

Рис. 2 Взаимосвязь отраслевых информационных ресурсов

Fig. 2 Interrelation of industry information resources



### 3 Результаты и обсуждение

В настоящее время есть **два официальных поручения предусмотреть сопряжение данных ГИСОГД и ЕГРН в части ОКС:**

- упоминание о возможном статусе кадастрового учета сведений в ГИСОГД (приказ Минстроя России № 433/пр от 6 августа 2020 г.);
- задача доработки функциональности систем Росреестра, используемых для кадастрового учета, землеустройства, мониторинга, для обеспечения формирования и ведения информационных моделей (план мероприятий № 12012п-П49 от 12 ноября 2021 г.).

В перспективе можно ожидать более тесного взаимодействия между ГИСОГД и ЕГРН, поскольку оба ресурса содержат или должны содержать пространственные данные, связанные с объектами недвижимости. В определенной степени в ЕГРН относительно ОКС должны присутствовать аналогичные данные, что позволяет теоретически определять пространственные характеристики в соответствии с едиными стандартами. В первую очередь речь идет о пространственных данных, таких как информация о местоположении контура ОКС, его поэтажных планах, которые, в свою очередь, служат основой для расчета площади

по различным методикам в зависимости от поставленных задач. Вместе с тем в настоящее время существуют разрозненные и несогласованные требования по сбору и обработке пространственных данных для различных целей подготовки градостроительной или кадастровой документации.

Целесообразно выделить потенциальные способы сопоставления данных в описанных выше информационных ресурсах в целях регистрации прав. (Использование сведений ЕЭКО о зданиях и сооружениях учитываться не будут, поскольку имеют информационное значение.)

### 3.1 Развитие 2D-кадастра (вариант 1)

В этом сценарии совершенствуется методика учета внутренней планировки зданий и сооружений за счет перехода от растровых планов к учету границ помещений в виде набора замкнутых полигонов на поэтажном плане.

Данный подход позволит повысить технологичность кадастровых работ, сделает возможным повторное использование данных кадастра, в том числе при перепланировке. При вводе в эксплуатацию зданий одновременно с кадастровым учетом помещений данные из технического плана в векторном виде позволят автоматически актуализировать цифровую информационную модель в части описания площадей помещений и их границ, а в случае расхождений с проектными данными цифровой информационной модели (ЦИМ) дадут возможность автоматически выявлять коллизии в данных модели и вносить корректировки в соответствии с общей концепцией применения технологий информационного моделирования.

### 3.2 Формальное развитие 3D-кадастра (вариант 2)

В этом сценарии совершенствуются технические требования к формированию полигональных, необъектных, непараметрических трехмерных моделей зданий и сооружений в рамках подготовки технического плана. При наличии строгого стандарта появится возможность визуализации объектов на публичной кадастровой карте и в выписках. Практический смысл можно обосновать возможностью повторного использования полигональных моделей, подготавливаемых на стадии согласования архитектурно-градостроительного облика. В качестве

примера можно привести **московские требования<sup>10</sup> к таким моделям, представляемым на рассмотрение регламентной комиссией с использованием АИС «Цифровой двойник»:**

- формат файла: только FBX;
- привязка в плане и высоте к МСК Москвы;
- рекомендуется не более 15 тыс. полигонов, не более 20 Мб, без ошибок в геометрии;
- только внешний вид — без внутренних конструкций и коммуникаций.

Следует отметить, что эти полигональные модели подготавливаются не для использования в ГИСОГД, а для предварительного согласования облика и цифрового мастер-планирования. Поскольку ЕГРН в силу учета только поставленных на кадастровый учет объектов не может заменить региональный «цифровой двойник», такие модели в кадастре несут скорее эстетическую роль. Если не решить техническую проблему автоматического выделения из полигональной модели регистрируемых контуров, то их придется по-прежнему описывать отдельно.

В данном случае технологии информационного моделирования могут использоваться для создания исходной цифровой модели с дальнейшим экспортом полигональной модели.

### 3.3 Действительное развитие 3D-кадастра (вариант 3)

В этом сценарии необходимо внедрить представление топологически верной структуры ОКС, например как совокупности 3D-парцелл. Они могут представлять собой отдельные обособленные помещения (комнаты), поверх которых может лежать слой виртуальных правовых границ.

Формирование таких моделей затратно и, скорее всего, не может быть экономически целесообразным при использовании только в целях регистрации прав. Однако **это представляется осуществимым при общей реформе**, например:

- формирование парцелл может стать эволюцией поэтажных планов бюро технической инвентаризации. В этом случае окончательно исчезнет необходимость в отдельном учете жилищного фонда;
- парцеллы могут автоматизированно формироваться из цифровых информационных моделей введенных в эксплуатацию зданий и сооружений.

---

<sup>10</sup> Распоряжение ДИТ Москвы и Москомархитектуры № 64-16-192/23/769 от 19 апреля 2023 г.

### 3.4 Трансформирование реестра прав (вариант 4)

В этом сценарии становится возможной регистрация прав на объекты, описанные не только в кадастре недвижимости, но и в форме цифровых информационных моделей в ГИСОГД.

Для этого в классификатор строительных ресурсов должны быть включены необходимые для описания границ права элементы и атрибуты. В таком случае либо при регистрации права будут фиксироваться присвоенные в ГИСОГД уникальные идентификационные номера этих пространственных объектов, либо, наоборот, в информационную модель будут вноситься присвоенные органом регистрации кадастровые номера или иные специальные идентификаторы.

**В этом случае потребуется решить ряд возникающих вопросов, в частности:**

- по информационной модели необходимо установить точное местоположение ОКС для определения положения относительно земельного участка и других пространственных объектов. Это может быть решено либо проецированием всех или отдельных конструктивных элементов (пятно застройки), либо экспортом данных из специализированного элемента модели;
- после ввода в эксплуатацию на основе исполнительной модели (уровень проработки С2) должна формироваться эксплуатационная (D), в которую могут вноситься текущие изменения, например в связи с перепланировками. В настоящее время для передачи данных в ИСУП ОКС необходимо использовать дорогостоящее коммерческое программное обеспечение, что доступно только застройщику. Предстоит разработать методику незатратного внесения изменений в «утверждаемую» ЦИМ существующего здания;
- если в ЕГРН не будет храниться копия информационной модели, с элементом которой ассоциирована запись о праве, возникает дополнительный риск потери, повреждения или изменения данных, размещенных в ином информационном ресурсе (ГИСОГД). Копирование же ведет к дублированию данных со своими потенциальными негативными последствиями.

### 3.5 Единый пространственный объект (вариант 5)

В этом, наиболее сложном, сценарии, который требует глобальной и радикальной трансформации работы с пространственными данными, предполагается

совместная работа всех ведомств по учету характеристик одного и того же объекта. Для того, чтобы полностью убрать дублирование данных, необходимо перейти на использование единых информационных моделей зданий, сооружений и т.д., к которым обращаются ведомства и заинтересованные лица с запросами как на чтение, так и на изменение сведений в рамках своих полномочий, например при оказании услуг в рамках проекта по строительству<sup>11</sup>.

**Учет таких моделей** может быть реализован разными способами, например:

- с помощью специально созданного централизованного хранилища;
- посредством распределенного реестра, узлы которого принадлежат отдельным ведомствам.

В рамках единой модели понадобится использование и единых требований к их формированию, классификаторы самих объектов, их идентификаторов, атрибутов, форматов значений, выраженных через значения атрибутов взаимосвязей.

Сегодня видимым этапом пути к формированию такого потенциально возможной государственной онтологии пространственных данных является упорядочивание ведомственных решений и подходов в рамках государственной программы «Национальная система пространственных данных»<sup>12</sup>, а в будущем — в рамках специального домена Единой цифровой платформы РФ «ГосТех»<sup>13</sup>.

## 4 Выводы

При оформлении документации в отношении ОКС на любом этапе его жизненного цикла используются пространственные данные. В перспективе следует ожидать более глубокой связи между ГИСОГД и ЕГРН, так как оба ресурса содержат пространственные данные в отношении объектов недвижимости.

Концепция применения технологий информационного моделирования предусматривает наличие эксплуатационной модели объекта. В какой-то мере в ЕГРН в отношении ОКС должны содержаться аналогичные сведения, что дает теоретическую возможность определять пространственные характеристики по единым требованиям. Речь в первую очередь идет о пространственных данных, таких как сведения о местоположении контура ОКС, его поэтажных планах, которые, в свою очередь, служат основой для расчета площади по различным методикам в зависимости от задач. Таким образом, можно сделать вывод о необходимости

11 Статья 5.2 Градостроительного кодекса Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ.

12 Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2021 г. № 2148 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации „Национальная система пространственных данных“».

13 Распоряжение Правительства РФ от 21 октября 2022 г. № 3102-р «Об утверждении Концепции создания и функционирования единой цифровой платформы Российской Федерации „ГосТех“ и плана мероприятий („дорожной карты“) по ее созданию».

сбора одинакового набора пространственных данных для формирования эксплуатационной модели объекта капитального строительства и последующего кадастрового учета, несмотря на то что на сегодняшний день существуют разрозненные и несогласованные требования по сбору и обработке пространственных данных при подготовке градостроительной или кадастровой документации.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Тарарин А.М. Цифровая трансформация градостроительной деятельности // Вестник Сибирского государственного университета геосистем и технологий (СГУГиТ). 2021. Т. 26. № 1. С. 110–121. DOI:10.33764/2411-1759-2021-26-1-110-121.
2. Чернов А.В. Разработка и исследование методики формирования трехмерного кадастра объектов недвижимости: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2018. 159 с.
3. Снежко И.И. Методика расчета точности построения моделей объектов недвижимости в 3D кадастре: дис. ... канд. техн. наук. М., 2014. 140 с.
4. Гиниятов А.И. Разработка методики геодезического обеспечения кадастровых работ для создания и ведения 3D-кадастра недвижимости: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2023. 132 с.
5. Литвинцев К.А. Разработка методики совершенствования информационного обеспечения кадастра недвижимости с использованием стереомоделей местности: дис. ... канд. техн. наук. М., 2021. 147 с.
6. Ветошкин Д.Н. Разработка усовершенствованной модели земельно-информационной системы муниципального образования: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2021. 147 с.
7. Бегляров Н.С. Разработка методики сбора трехмерных кадастровых данных объектов недвижимости на урбанизированных территориях: дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2022. 187 с.
8. Paasch J.M., Paulsson J. Trends in 3D cadastre — A literature survey // Land use policy. 2023. Vol. 131. DOI:10.1016/j.landusepol.2023.106716.
9. de Vries W.T., Soeksmantono B., Suwardhi D (eds.). Developments of 3D Cadastres // Geospatial Science for Smart Land Management: An Asian Context. Boca Raton: CRC Press; 2023. P. 100.
10. Болдырев В.А., Сварчевский К.Г., Клепалова Ю.И. Трехмерный кадастр недвижимости: риски, связанные с цифровыми инновациями // Вестник Санкт-Петербургского университета. Право. 2024. Т. 15. № 1. С. 275–293. DOI:10.21638/spbu14.2024.118.

## АВТОРЫ

**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

**Григорьев 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

 0000-0002-6591-9195

**Косаруков Закир Сергеевич**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

(МИИГАиК), Москва, Россия

кафедра землеустройства и кадастров, факультет управления территориями

 0009-0009-3588-3345

**Чуприн Максим Сергеевич**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

(МИИГАиК), Москва, Россия

кафедра землеустройства и кадастров, факультет управления территориями

 0009-0001-7283-734X

Поступила 10.12.2023. Online First 21.12.2023.

UDC 347.2

DOI:10.30533/scidata-2023-14-16



# Prospects for the development of the real estate cadastral registration system

Sergey A. Atamanov<sup>1</sup>✉, Sergey A. Grigoriev<sup>1</sup>,  
Zakir S. Kosarukov<sup>1</sup>, Maksim S. Chuprin<sup>1</sup>

## AFFILIATIONS

<sup>1</sup>Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

✉ npogeo@yandex.ru

## CITATION

Atamanov SA, Grigoriev SA, Kosarukov ZS, Chuprin MS. Prospects for the development of the real estate cadastral registration system. *Spatial Data: science, research and technology*. 2023;14(4): 28–46. DOI:10.30533/scidata-2023-14-16.

## KEYWORDS

automation, data updating, unified state information system, machine-readable law, registry model, spatial objects, digitalization, digital transformation, information models, cadastral accounting, spatial data, three-dimensional model, three-dimensional cadastre, accounting for the location of borders

## ABSTRACT

Prospects for the development of the real estate accounting system in Russia in the context of digital transformation and the provision of public services are visible based on an analysis of the experience of recent years and are associated with automation and digitalization of processes. One of the main problems is the unification of data and classifiers. Over the past decades, various approaches to the description of buildings and structures in information resources

have emerged: accounting of the housing stock in the form of floor plans and explications; generation of electronic passports of State information system for housing and communal services; accounting of buildings, structures, unfinished construction objects and premises in the form of a set of disparate plans and sets of coordinated external contours. Although three-dimensional accounting of real estate objects has a number of advantages, its high cost and lack of practical necessity limit its use in practice solely for cadastre purposes. Several scenarios can be identified for pairing State information system for urban planning activities and Unified State Register of Real Estate data regarding capital construction projects, since closer interaction between these information systems is expected.

## REFERENCES

1. Tararin AM. Digital transformation of urban planning. *Vestnik SSUGT*. 2021;26(1): 110–121. (In Russian). DOI:10.33764/2411-1759-2021-26-1-110-121.
2. Chernov AV. *Razrabotka i issledovanie metodiki formirovaniya trekhmernogo kadastra ob"ektov nedvizhimosti* [Development and research of a methodology for the formation of a three-dimensional cadastre of real estate objects] [dissertation]. Novosibirsk; 2018. 159 p. (In Russian).
3. Snezhko II. *Metodika rascheta tochnosti postroeniya modelei ob"ektov nedvizhimosti v 3D kadastrе* [Methodology for calculating the accuracy of constructing models of real estate objects in a 3D cadastre] [dissertation]. Moscow; 2014. 140 p. (In Russian).
4. Giniyatov AI. *Razrabotka metodiki geodezicheskogo obespecheniya kadastrykh rabot dlya sozdaniya i vedeniya 3D-kadastra nedvizhimosti* [Development of a methodology for geodetic support of cadastral works for the creation and maintenance of a 3D real estate cadastre] [dissertation]. Novosibirsk; 2023. 132 p. (In Russian).
5. Litvintsev KA. *Razrabotka metodiki sovershenstvovaniya informatsionnogo obespecheniya kadastra nedvizhimosti s ispol'zovaniem stereomodelei mestnosti* [Development of a methodology for improving the information support of the real estate cadastre using stereo terrain models] [dissertation]. Moscow; 2021. 147 p. (In Russian).
6. Vetoshkin DN. *Razrabotka usovershenstvovannoi modeli zemel'no-informatsionnoi sistemy munitsipal'nogo obrazovaniya* [Development of an improved model of the municipal land information system] [dissertation]. Novosibirsk; 2021. 147 p. (In Russian).
7. Beglyarov NS. *Razrabotka metodiki sbora trekhmernykh kadastrykh dannykh ob"ektov nedvizhimosti na urbanizirovannykh territoriyakh* [Development of a methodology for collecting three-dimensional cadastral data of real estate objects in urbanized areas] [dissertation]. Novosibirsk; 2022. 187 p. (In Russian).
8. Paasch JM, Paulsson J. *Trends in 3D cadastre — A literature survey*. Land use policy. 2023;131. DOI:10.1016/j.landusepol.2023.106716.
9. de Vries WT, Soeksmantono B, Suwardhi D (eds.). Developments of 3D Cadastres. In: *Geospatial Science for Smart Land Management: An Asian Context*. Boca Raton: CRC Press; 2023. P. 100.

10. Boldyrev VA., Svarchevsky KG., Klepalova Yul. 2024. 3D real estate cadastre: Risks associated with digital innovation. *Vestnik of Saint Petersburg University. Law.* 2024;1: 275–293. (In Russian). DOI:10.21638/spbu14.2024.118.

## AUTHORS

### **Sergey A. Atamanov**

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia  
Department of Land Management and Cadastres, Faculty of Territory Management  
Dr. Sci. (Engineering), Professor

 0000-0002-9805-1978

### **Sergey A. Grigoriev**

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia  
Department of Land Management and Cadastres, Faculty of Territory Management  
Dr. Sci. (Engineering), Professor

 0000-0002-6591-9195

### **Zakir S. Kosarukov**

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia  
Department of Land Management and Cadastres, Faculty of Territory Management

 0009-0009-3588-3345

### **Maksim S. Chuprin**

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia  
Department of Land Management and Cadastres, Faculty of Territory Management

 0009-0001-7283-734X

**Submitted: December 10, 2023. Online First: 21, 2023.**



# Совершенствование технологий повышения качества открытых данных цифровых моделей рельефа для урбанизированных территорий

Е.Д. Лебедев<sup>1</sup>✉, С.С. Груздев<sup>1</sup>

## АФФИЛИАЦИИ

<sup>1</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия  
✉ z.lebedev.1998@yandex.ru

## ЦИТИРОВАНИЕ

Лебедев Е.Д., Груздев С.С. Совершенствование технологий повышения качества открытых данных цифровых моделей рельефа для урбанизированных территорий // Пространственные данные: наука и технологии. 2023. Т. 14. № 4. С. 47–61. DOI:10.30533/scidata-2023-14-07.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

сверточная нейронная сеть, ЦМР, радиолокационная съемка, SAGA GIS, очистка данных

## АННОТАЦИЯ

Данное исследование посвящено решению проблем, связанных с повышением качества обработки и анализа открытых данных, связанных с цифровыми моделями рельефа. Особое внимание уделено урбанизированным территориям. Рассмотрены современные технологии, направленные на повышение точности и качества представленных геоданных. Проведен анализ существующих глобальных цифровых моделей рельефа и сделан их обзор. На основе данных Advanced Land Observing Satellite (ALOS), выбранных с помощью предложенного в статье метода оценки сформирована обучающая выборка, которая будет использоваться для тестирования инновационного подхода с применением нейронных сетей. Рассмотрено применение гибридной нейросетевой архитектуры,

состоящей из блоков извлечения координатной информации и обработки посредством глубокого обучения модели. Данный подход позволяет более эффективно учитывать особенности урбанизированной местности и обеспечивает более точные результаты анализа. Проведенная работа имеет большое практическое значение для различных областей, таких как градостроительство и управление территориями, способствуя получению надежных данных о рельефе.

# 1 Введение

В рамках общего тренда развития цифровой экономики существует потребность в агрегации существующих источников открытых данных и критическом анализе их качества. Особенная роль в процессе цифровой трансформации отводится геоданным, поскольку именно благодаря координатной привязке можно проследить локальные тренды, систематизировав в единой геопространственной модели разрозненные факторы среды [1].

Наиболее востребованы, с точки зрения геопространственного анализа, данные цифровых моделей рельефа (ЦМР). Они **применяются во многих общественно значимых сферах жизни**, таких как:

- агробизнес и лесное хозяйство. Для сельского и лесного хозяйства важно располагать информацией о рельефе при планировании участков для сельскохозяйственных культур и определении оптимальных мест для лесозаготовок;
- интеграция в бизнес-услуги (оптимизация геосервисов). Геолокационные приложения и сервисы стали неотъемлемой частью повседневной жизни. Данные ЦМР используются для создания точных карт и навигационных систем;
- управление территорией и городским развитием. Государственные структуры используют данные ЦМР для планирования развития городской инфраструктуры, регулирования зон строительства и природоохранных зон.

Также значима роль данных ЦМР в прикладных научных исследованиях. Общеизвестно, что точность ортофотопланов в значительной степени зависит от точности применяемой ЦМР. Создание ЦМР с необходимой точностью для ортотрансформации отдельных высокоразрешающих космических снимков (например, IKONOS, QuickBird, WorldView-1, WorldView-2) с использованием стандартных методов оцифровки топографических карт требует существенных временных и финансовых ресурсов, поэтому представляется целесообразным использование общедоступной ЦМР в целях ортотрансформации высокоразрешающих космических снимков с ограниченными углами надирной съемки. Этот

подход позволяет полностью устранить необходимость создания локальных моделей на основе картографических данных [2].

По этим причинам активно разрабатываются и совершенствуются методы повышения качества данных ЦМР. Особенно перспективные результаты могут быть достигнуты посредством использования нейросетевого подхода [3].

**Целью** данного исследования является разработка экспериментального подхода к проблеме повышения качества ЦМР.

**Задачи исследования:**

- обзор и анализ существующих общедоступных ЦМР;
- разработка методов сбора и подготовки (очистки) данных;
- подготовка набора данных для машинного обучения;
- выбор нейросетевой архитектуры и проведение эксперимента.

## 2 Материалы и методы

Концепция открытых данных предполагает соблюдение нескольких критериев качества, наиболее важными из которых являются: первичность публикуемых данных, обеспечение непрерывного доступа к ним, гарантия полноты публикуемых и своевременности их обновления.

Для контроля качества необходимо проверить, насколько поставляемые ЦМР соответствуют рассматриваемым критериям.

Для тестирования были выбраны **наиболее популярные и доступные наборы данных глобальных ЦМР**, сформированные посредством радиолокационной съемки:

- ALOS (Advanced Land Observing Satellite) получен японским космическим агентством в ходе миссий ALOS-1 и ALOS-2, которые проводились с 2006 по 2014 год<sup>1</sup>;
- SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) сформирован в ходе международной космической миссии под руководством НАСА в 2000 году<sup>2</sup>;

---

1 Japan Aerospace Exploration Agency. ALOS World 3D 30 meter DEM. V3.2, Jan 2021. Distributed by OpenTopography. 2021. DOI:10.5069/G94M92NB. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://portal.opentopography.org/datasetMetadata?otCollectionID=OT.112016.4326.2> (дата обращения: 20.01.2023).

2 NASA Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global. Distributed by OpenTopography. 2013. DOI:10.5069/G9445JDF. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://portal.opentopography.org/datasetMetadata?otCollectionID=OT.042013.4326.1> (дата обращения: 20.01.2023).

- Copernicus Global DSM (Digital Surface Model) создан немецким аэрокосмическим центром на основе съемки, полученной в ходе миссии TanDEM-X в 2007 году<sup>3</sup>.

Полученные в ходе дистанционного зондирования Земли данные неизбежно подвергаются предварительной обработке перед публикацией [4]. Этапы, методы и параметры манипуляций, производимых с данными, зачастую неизвестны конечному пользователю.

Принято различать два вида обработанных данных ЦМР: цифровая модель поверхности (DSM) и цифровая модель местности (англ. — «Digital Terrain Model», DTM).

DSM включает в себя здания, деревья и другие объекты, находящиеся на поверхности земли.

DTM, напротив, описывает фактическую топологию поверхности земли, исключая объекты, находящиеся на ней, такие как здания и деревья. Эта модель предоставляет более «чистое» представление рельефа, что делает ее полезной для анализа гидрологии, землеустройства, геологии и других областей, где важны только морфологические параметры местности.

В зависимости от методов предварительной обработки и поставляемого продукта различаются визуальные артефакты, которые вносят дополнительные искажения в данные.

На **Рисунке 1** представлен квартал города Москвы. Для примера взяты две модели — ALOS и SRTM с пространственным разрешением 30 м и картографические

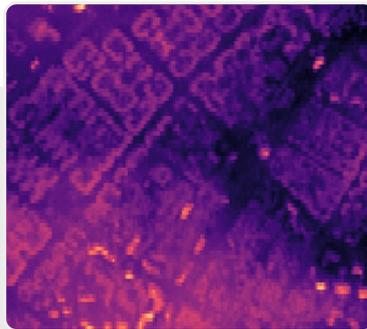
**Рис. 1** Тестовый квартал

**Fig. 1** Testing area

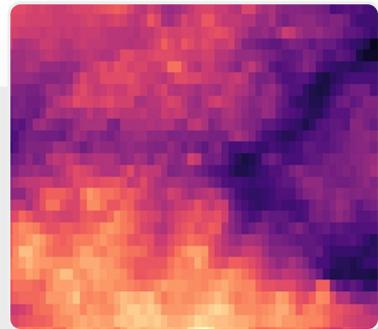
**Фрагмент электронной карты OSM**



**ALOS**



**SRTM**



<sup>3</sup> European Space Agency, Sinergise. Copernicus Global Digital Elevation Model. Distributed by OpenTopography. 2021. DOI:10.5069/G9028PQB. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://portal.opentopography.org/datasetMetadata?otCollectionID=OT.032021.4326.1> (дата обращения: 20.01.2023).

материалы OpenStreetMap (OSM) для визуализации городской застройки и определения ее влияния на представленные модели.

Как видно, данные SRTM имеют ярко выраженные артефакты, являющиеся следствием грубой фильтрации и сглаживания. В то же время ALOS, имеющий большую детализацию, более подвержен влиянию шумов, вследствие чего могут порождаться ложные «пятна» высоты.

Таким образом, пространственное разрешение рельефа не является объективным критерием для оценки качества и сравнения различных ЦМР.

## 2.1 Анализ пространственного спектра

Поскольку нельзя полагаться исключительно на пространственное разрешение рельефа, необходимо использовать объективные методы оценки. Это позволит провести сравнение различных ЦМР вне зависимости от предварительной обработки. Один из простых и надежных методов — анализ пространственного спектра, который позволяет определить реальное разрешение.

Анализ пространственного спектра рельефа — метод исследования частотных характеристик изменений высот поверхности земли на различных масштабах. Он позволяет анализировать, какие частоты изменения высоты преобладают в определенной области, что может дать представление о структуре местности [5].

За основу было взято дискретное преобразование Фурье, выполненное на разных масштабах на исследуемых участках [6]. Поскольку форма предполагаемого спектра рельефа для разных масштабов обусловлена его фрактальной размерностью, фактическое пространственное разрешение рельефа совпадает с наименьшим масштабом, на котором его фрактальный спектр постоянен.

Были выбраны тестовые участки с хорошо выраженными формами рельефа в европейской части России. Результаты анализа пространственного спектра тестовых ЦМР представлены в **Таблице 1**.

Общая тенденция показывает, что использование данных от ALOS с разрешением 30 м демонстрирует наилучшие результаты с высоким коэффициентом

**Таблица 1** Результаты анализа пространственного спектра тестовых ЦМР

**Table 1** The results of the analysis of the spatial spectrum of the test DEM

Параметр	Значение для ЦМР				
	Copernicus Global DSM		SRTM		ALOS
Разрешение, м	30	90	30	90	30
Коэффициент детерминации $R^2$ , %	98	72	72	71	99

детерминации  $R^2$ , что свидетельствует о близком соответствии между ожидаемым спектром рельефа и измеренными данными. Сравнительно низкие коэффициенты детерминации для SRTM и Copernicus Global DSM с разрешением 90 м указывают на потерю деталей и точности из-за более низкого реального разрешения данных.

Таким образом, произведена оценка качества данных и выявлены ЦМР, обладающие наименьшими искажениями для машинного обучения.

## 2.2 Формирование набора данных

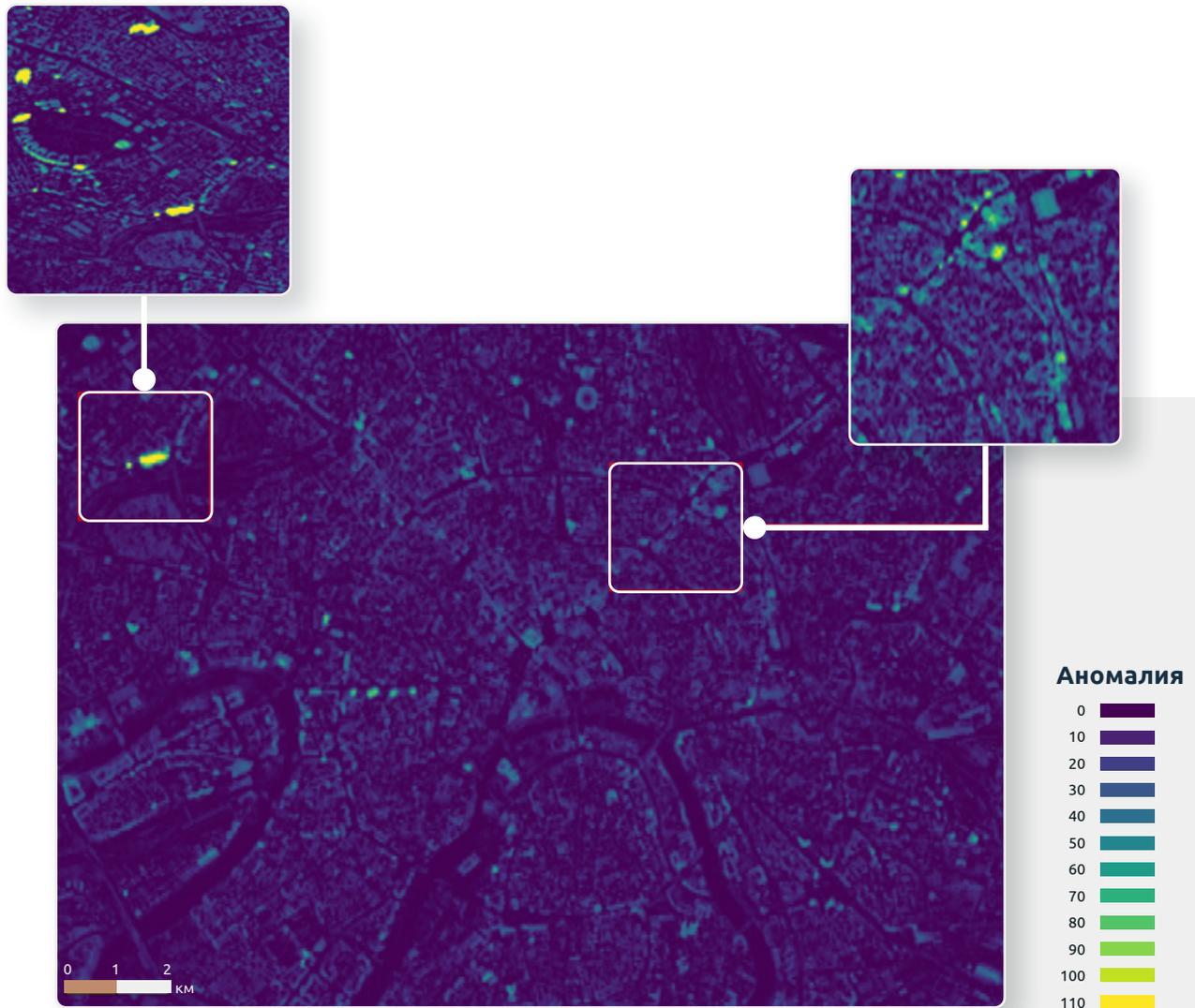
Составление ЦМР для урбанизированных территорий при помощи радиолокационных данных представляет собой сложный процесс из-за специфики ландшафтов этих областей. В частности, в урбанизированной местности встречаются как искусственно созданные временные понижения, так и повышения (**Рис. 2**). В сущности, поставляемые данные являются сглаженными цифровыми моделями поверхности (DSM). Ранее выявлено, что данные с наименьшей предварительной обработкой можно получить из набора ALOS.

Для создания надежной обучающей выборки был последовательно проведен итерационный процесс по очистке данных с использованием инструментов программного обеспечения SAGA GIS. **Этот процесс включает пять этапов**, помогающих устранить аномалии высот в исходных радиолокационных данных и получить более точное представление о поверхности:

1. Фильтрация рельефа от шума по углу наклона поверхности (англ. — «DTM Filter — slope-based»). Данный этап включает применение инструмента фильтрации рельефа на основе угла наклона. Это позволяет удалить из данных вертикальные структуры, такие как здания, машины, деревья и др., а также случайные отклонения, которые могут быть обусловлены различными искажениями. Таким образом, на выходе получается более чистый и сглаженный набор данных, где основное внимание привлекают изменения в структуре рельефа.
2. Интерполяция значений с закрытием пробелов (англ. — «Close Gaps with Stepwise Resampling»). Неизбежно возникают недостающие значения или разрывы в данных, которые могут исказить представление о рельефе. Применение техники интерполяции с пошаговым изменением разрешения позволяет заполнить эти пробелы и восстановить непрерывный характер данных.
3. Заливка углублений, также известных как ямы, в поверхности (англ. — «Fill Sinks — Wang & Liu») [7]. Это ключевой этап процесса обработки данных.

Рис. 2 Аномалии высот ЦМР

Fig. 2 Elevation anomalies of the DEM



Данный инструмент позволяет корректно устранить искусственные углубления, такие как котлованы, чтобы создать более точную ЦМР.

4. Фильтрация результатов от мелкого шума (англ. — «Gaussian Filter»). В процессе обработки данных возможно появление незначительного шума, который может внести дополнительные артефакты. Применение гауссовского фильтра позволяет сгладить эти незначительные вариации, сохраняя важные черты рельефа.
5. Перепроецирование и изменение пространственного разрешения (англ. — «Coordinate Transformation — Grid»). Используется для обеспечения

согласованности данных и удобства анализа. Применение данного инструмента гарантирует, что все данные будут иметь одинаковые географическую основу и разрешение.

Таким образом, путем подбора локальных параметров преобразований в зависимости от типа городской застройки и ее плотности к каждому участку можно сформировать обучающую выборку из DSM и DTM.

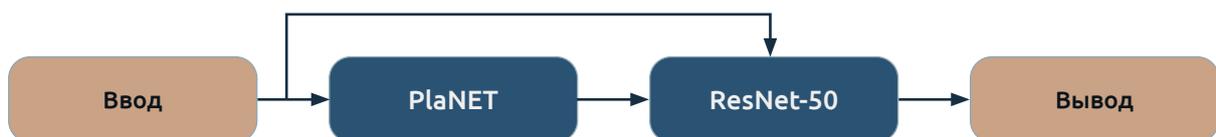
## 2.3 Нейросетевая архитектура

Обработка геоданных с использованием нейронных сетей имеет ряд уникальных особенностей. Пространственные паттерны, присущие ЦМР для локальных участков, могут быть выявлены при помощи сверточных нейронных сетей (англ. — «Convolutional neural network», CNN). Однако в случае достаточно широкого пространственного охвата могут возникнуть проблемы смешения признаков между разными территориями. По этим причинам необходимо производить кодирование координатной информации в изображениях для улучшения качества обучения нейросети.

Предлагается произвести тестирование гибридной нейросети, состоящей из двух сегментов: PlaNET и ResNet-50 (Рис. 3).

Рис. 3 Нейросетевая архитектура

Fig. 3 Neural network architecture



PlaNET — модель глубокого обучения, которая использует сверточные нейронные сети для интерпретации данных снимков Земли и определения географической локации этих снимков без использования геометок [8]. Предполагается, что PlaNET обеспечивает контекст для данных рельефа, помогая ассоциировать их с конкретными урбанизированными территориями.

ResNet-50 отвечает за распознавание и удаление визуальных артефактов ЦМР [9]. Модель наиболее приспособлена к данной задаче, поскольку благодаря использованию метода «skip connection» (архитектурный элемент в глубоких нейронных сетях, который представляет собой прямое соединение между входом и выходом слоя) решена проблема затухающих градиентов, и могут быть эффективно обучены все слои.

Ожидается, что гибридная нейросеть, объединяющая PlaNET и ResNet-50, окажется мощным инструментом для обработки геоданных и улучшения качества цифровых карт и снимков местности (ЦМР). При сочетании этих двух компонентов можно ожидать синергетического эффекта.

### 3 Результаты

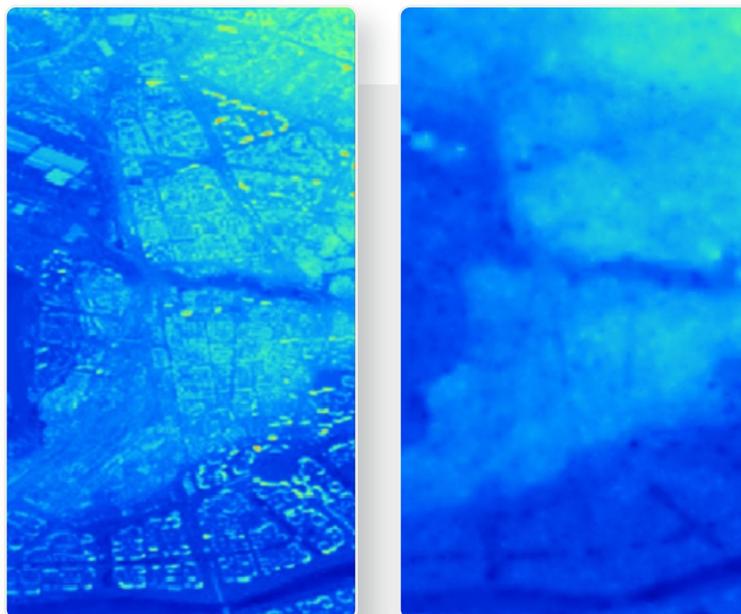
Предложенная методика итерационного процесса обработки данных была апробирована на данных ALOS. В результате работ был сформирован набор данных, имеющий следующие характеристики:

- 14 112 изображений;
- размер 128×128 пикселей;
- формат GeoTIFF;
- пространственное разрешение 30 м;
- данные по европейской части России.

На основе распределения данных была создана пространственная сетка ячеек, разделенная на 30 частей. Таким образом, сегмент PlaNET должен был прогнозировать принадлежность к одной из них и передавать информацию о результате для дальнейшей обработки в ResNet-50, совмещая с данными ЦМР (**Рис. 4**).

**Рис. 4** Входные и выходные данные ЦМР

**Fig. 4** The input and output DEM



Рассмотренная нейросетевая модель была скомпилирована и обучена на компьютере, оснащённом процессором Ryzen 7 5800H, видеокартой GeForce RTX 3050 Ti, 16 Гб оперативной памяти. Выбранная метрика — RMSE. Размер батча — 16, количество эпох — 100.

Сначала был предварительно обучен на одноканальных изображениях размера 128×128 пикселей сегмент PlaNET, который стабилизировался на 80-й эпохе с результатом классификации 76,6 %. Последующая настройка ResNet-50 производилась с масштабированием (уменьшением) темпа обучения начиная с 55-й эпохи и позволила добиться погрешности 3,5 м для тестовых участков.

## 4 Обсуждение

Вопрос получения точных ЦМР для урбанизированных территорий с наименьшими затратами остается открытым. Нейросетевой подход может обеспечить автоматизацию процесса перехода от цифровой модели местности к цифровой модели рельефа, учитывающей пространственные закономерности для заданного региона.

Рассмотренная нейросетевая архитектура предусматривает решение проблемы оптимизации моделей с учетом координатной специфики геоданных. Такой подход минимизирует этап предварительной обработки и позволяет упростить и ускорить процесс анализа глобальных ЦМР.

Извлечение пространственных признаков при помощи PlaNET в сочетании с мощностью ResNet-50 позволяет эффективно решать задачу поиска аномалий в геоданных с последующей их корректировкой.

Созданный набор данных планируется к публикации в создаваемом разделе «Цифрового навигатора» в рамках деятельности лаборатории открытых данных Московского государственного университета геодезии и картографии.

## 5 Выводы

Проведен комплексный анализ источников открытых данных (ALOS, SRTM, Copernicus), используемых для создания ЦМР. В наборе SRTM выявлены значительные артефакты на уровне пикселей, что существенно снижает его практическую применимость, в то время как данные ALOS и Copernicus практически лишены подобных проблем, что делает их предпочтительными для использования в геоинформационных исследованиях. Данные наблюдения также подтверждаются посредством анализа пространственного спектра рельефа.

На основе анализа исследовательского материала был сформирован пул алгоритмов в рамках единого подхода обработки данных рельефа в программном обеспечении SAGA GIS. При формировании обучающей выборки были учтены специфические особенности городской среды для европейской части России. Все этапы обработки направлены на формирование максимально достоверной информации о морфометрических особенностях ландшафта.

Предложенный нейросетевой подход может быть использован в целях автоматизации процедур коррекции как для данных радиолокационной съемки, так и для прочих данных дистанционного зондирования.

Следует отметить, что данный подход может быть модифицирован посредством внесения изменений в архитектуру. Ключевой же концепцией является создание специфичной разметки данных при помощи пространственной сетки и обучение фрагмента нейросети прогнозированию положения данных в ее пределах.

## БИБЛИОГРАФИЯ

1. Розенберг И.Н., Дулин С.К., Дулина Н.Г. Геоинформационная система — инструмент цифровой трансформации геоданных // Системы и средства информатики. 2022. Т. 32. № 1. С. 46–54. DOI:10.14357/08696527220104.
2. Оньков И.В. Оценка точности высот SRTM для целей ортотрансформирования космических снимков высокого разрешения // Геоматика. 2011. № 3. С. 40–46.
3. Yifan Z., Wenhao Y. Comparison of DEM Super-Resolution Methods Based on Interpolation and Neural Networks // Sensors. 2022. Vol. 22(3). P. 745. DOI:10.3390/s22030745/.
4. Карачевцева И.П., Дубов С.С., Андреев М.В. и др. Открытые пространственные данные для исследования территорий и цифровые сервисы доступа к ним // Космические аппараты и технологии. 2023. Т. 7. № 2(44). С. 142–152. DOI:10.26732/j.st.2023.2.07.
5. Голицын Г.С. Особенности спектра рельефа поверхности Луны и планет // Астрономический вестник. Исследования Солнечной системы. 2021. Т. 55. № 1. С. 34–37. DOI:10.31857/S0320930X21010035.
6. Сергеев И.С., Егоров И.В., Глебова А.Б. Спектральный анализ рельефа для решения прогнозно-поисковых задач на примере рифтовой зоны Срединно-Атлантического хребта // Геоморфология. 2020. № 4. С. 34–44. DOI:10.31857/S0435428120040094.
7. Wang L., Liu H. An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling // International Journal of Geographical Information Science. 2006. Vol. 20. P. 193–213. DOI:10.1080/13658810500433453.
8. Chaohui T., Qingxin Z., Wenju W., et al. PLANET: Improved Convolutional Neural Networks with Image Enhancement for Image Classification. // Mathematical Problems in Engineering. 2020. Vol. 2020. P. 1–10. DOI:10.1155/2020/1245924.
9. He K., Zhang X., Ren S., Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition // Proceedings of 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2015. P. 770–778. DOI:10.1109/CVPR.2016.90.

## **АВТОРЫ**

### **Лебедев Евгений Денисович**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»  
(МИИГАиК), Москва, Россия  
кафедра прикладной информатики,  
факультет геоинформатики и информационной безопасности  
 0000-0002-4135-8709

### **Груздев Сергей Сергеевич**

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»  
(МИИГАиК), Москва, Россия  
кафедра геоинформационных систем и технологий, факультет геоинформатики  
и информационной безопасности  
 0009-0001-1708-4744

**Поступила 07.08.2023. Online First 21.12.2023.**

UDC 004.93: 528.8

DOI:10.30533/scidata-2023-14-07



# Improving technologies for enhancing the quality of open data in digital terrain models for urbanized areas

Evgenie D. Lebedev<sup>1</sup>✉, Sergey S. Gruzdev<sup>1</sup>

## AFFILIATIONS

<sup>1</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

✉ z.lebedev.1998@yandex.ru

## CITATION

Lebedev ED, Gruzdev SS. Improving technologies for enhancing the quality of open data in digital terrain models for urbanized areas. *Spatial Data: science, research and technology*. 2023;14(4): 47–61. DOI:10.30533/scidata-2023-14-07.

## KEYWORDS

convolutional neural network (CNN), DEM, radar survey, SAGA GIS, data cleaning

## ABSTRACT

This study is dedicated to addressing the challenges associated with enhancing the processing and analysis of open data related to digital terrain models, with a specific focus on urbanized areas. The research investigates contemporary technologies aimed at advancing the accuracy and quality of presented geospatial data. The study conducts a comprehensive review and analysis of existing global digital terrain models. Through the application of the proposed evaluation method, the ALOS dataset is selected as the primary data source. Based on this dataset, a meticulously constructed training set is developed to facilitate the experimentation of an innovative neural network approach.

The research delves into the implementation of a hybrid neural network architecture, strategically composed of distinct modules for extracting coordinate information and subsequent processing through a deep model. This approach synergistically leverages the strengths of each module to more effectively account for the intricate features of urbanized landscapes, thereby yielding substantially enhanced precision in analysis outcomes. The practical implications of this research are profound and extend across various domains, notably urban planning and territorial management.

## REFERENCES

1. Rozenberg IN. Geoinformatsionnaya sistema — instrument tsifrovoy transformatsii geodannykh [Geographic information system — tool for digital geodata transformation]. *Systems and Means of Informatics*. 2022;32(1): 46–54. (In Russian). DOI:10.14357/08696527220104.
2. Onkov IV. Otsenka tochnosti vysot SRTM dlya tselei ortotransformirovaniya kosmicheskikh snimkov vysokogo razresheniya [Estimation of the accuracy of SRTM heights for the purposes of orthotransformation of high-resolution satellite images]. *Geomatics*. 2011;3: 40–46. (In Russian).
3. Yifan Z, Wenhao Y. Comparison of DEM Super-Resolution Methods Based on Interpolation and Neural Networks. *Sensors*. 2022;22(3): 745. DOI:10.3390/s22030745/.
4. Karachevceva IP, Dubov CC, Andreev MV., et al. Otkrytye prostranstvennye dannye dlya issledovaniya territorii i tsifrovye servisy dostupa k nim [Open spatial data for the study of territories and digital access services to them]. *Spacecrafts & Technologies*. 2023;7:2(44): 142–152. (In Russian). DOI:10.26732/j.st.2023.2.07.
5. Golitsyn GS. Osobennosti spektra rel'efa poverkhnosti Luny I planet [Features of the surface relief spectrum of the Moon and planets]. *Solar System Research*. 2021;55(1): 34–37. DOI:10.31857/S0320930X21010035.
6. Sergeev IS, Egorov IV, Glebova AB. Spektral'nyi analiz rel'efa dlya resheniya prognozno-poiskovykh zadach na primere riftovoi zony Sredinno-Atlanticheskogo khrebta [Spectral analysis of the relief for solving predictive search tasks using the example of the rift zone of the Mid-Atlantic ridge]. *Geomorfologiya*. 2020;4: 34–44. (In Russian). DOI:10.31857/S0435428120040094.
7. Wang L, Liu H. An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling. *International Journal of Geographical Information Science*. 2006;20: 193–213. DOI:10.1080/13658810500433453.
8. Chaohui T, Qingxin Z, Wenlin H, et al. PLANET: Improved Convolutional Neural Networks with Image Enhancement for Image Classification. *Mathematical Problems in Engineering*. 2020;2020: 1–10. DOI:10.1155/2020/1245924.
9. He K, Zhang X, Ren S, Sun J. Deep Residual Learning for Image Recognition. Proceedings of 2016 IEEE *Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. 2015: 770–778. DOI:10.1109/CVPR.2016.90.

## **AUTHORS**

### **Evgenie D. Lebedev**

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia  
Department of Applied Computer Science,  
Faculty of Geoinformatics and Information Security

 0000-0002-4135-8709

### **Sergey S. Gruzdev**

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia  
Department of Geoinformation Systems and Technologies,  
Faculty of Geoinformatics and Information Security

 0009-0001-1708-4744

**Submitted: August 7, 2023. Online First: 21, 2023.**