

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

15 | 03 | 2024

Научное издание
Московского государственного университета
геодезии и картографии (МИИГАиК)

Пространственные данные: наука и технологии

Scientific peer-reviewed journal
"Spatial Data: Science, Research and Technology"

15 | 03 | 2024

Москва, Россия
Moscow, Russia

О журнале

ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ

Научный журнал «Пространственные данные:
наука и технологии»

СОКРАЩЕННОЕ НАЗВАНИЕ

«Пространственные данные:
наука и технологии»

МЕЖДУНАРОДНОЕ НАЗВАНИЕ

Spatial Data: Science, Research and Technology

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

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

УЧРЕДИТЕЛЬ, ИЗДАТЕЛЬ

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

ЛИЦЕНЗИЯ

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

СТРАНА, ГОРОД

Россия, Москва

ДАТА ОСНОВАНИЯ

2008 год

ПЕРИОДИЧНОСТЬ

4 выпуска в год

ЯЗЫКИ

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

e-ISSN

2782-6678

ВЕБ-САЙТ

www.miigaik.ru/journal

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

www.miigaik.ru/journal

Редакционная коллегия

Редакция

Отдел наукометрии
и издательской
деятельности

Выпускающий редактор:

Фомина Н.В.

Научный редактор:

Шишкина М.В.

Технический редактор:

Журавлёва Е.Д.

Компьютерная

верстка:

Леднёва С.В.

Дизайн-макет:

Леднёва С.В.

Учредитель и издатель

ФГБОУ ВО
«Московский
государственный
университет геодезии
и картографии»

Адрес

105064, Москва,
Гороховский пер., 4

e-mail:

info@spacejournal.ru

Подписано в печать
27.09.2024.

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 Равиловна 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:

Nina V. Fomina

Edited by:

Mariya V. Shishkina

Illustrations by:

Ekaterina D. Zhuravlyova

Layout design by:

Svetlana V. Ledneva

Cover design by:

Svetlana V. Ledneva

Founded

and published by

Moscow State University
of Geodesy and Cartography

Address

4, Gorokhovskiy pereulok,
Moscow, Russia, 105064

e-mail:

info@spacejournal.ru

Published:

27.09.2024.

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

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

- Трыскова А.Е., Атаманов С.А.** 8
Цифровая модель границ земельного участка как вид представления пространственных данных

ГЕОИНФОРМАТИКА, КАРТОГРАФИЯ

- Кравченко Т.В., Богданова О.В.** 29
Анализ геопорталов объектов археологического наследия Российской Федерации: вызовы и перспективы

- Мирмахмудов Э.Р., Тошенов Б.Ш., Тастемирова М.Г., Казахбаева М.А.** 43
О построении цифровой модели рельефа горного участка по ГНСС-измерениям

ГЕОДЕЗИЯ

- Зубарев В.А., Ознамец В.В.** 56
Работа инженера-геодезиста в службе заказчика: проблемы и их решение

Contents

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING

- Tryskova A.E., Atamanov S.A.** **8**
Digital model of land plot boundaries as a type of spatial data representation

GEOINFORMATICS, CARTOGRAPHY

- Kravchenko T.V., Bogdanova O.V.** **29**
Analysis of geoportals of archaeological heritage sites of the Russian Federation: challenges and prospects

- Mirmakhmudov E.R., Toshonov B.Sh., Tastemirova M.G., Kazakhbaeva M.A.** **43**
On the construction of a mountain area dem based on the GNSS measurement

GEODESY

- Zubarev V.A., Oznamets V.V.** **56**
The work of an engineer-surveyor in the customer's service: problems and their solution



Цифровая модель границ земельного участка как вид представления пространственных данных

А.Е. Трыскова¹✉, С.А. Атаманов¹

АФФИЛИАЦИИ

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
✉ aisa_tryskova@mail.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Трыскова А.Е., Атаманов С.А. Цифровая модель границ земельного участка как вид представления пространственных данных // Пространственные данные: наука и технологии. 2024. Т. 15. № 3. С. 8–28. DOI:10.30533/scidata-2024-15-12.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

пространственные данные, граница земельного участка, цифровая модель границ, информационная модель, описание местоположения границ, конфигурация земельного участка

АННОТАЦИЯ

В целях повышения качества, точности и полноты сведений об объектах недвижимости и дальнейшего развития системы кадастрового учета и регистрации прав постановлением Правительства РФ от 1 декабря 2021 г. № 1248 утверждена государственная программа «Национальная система пространственных данных». Согласно утвержденной программе, планируется объединить данные о пространственных объектах в одном информационном ресурсе. Пространственные данные о земельном участке включают в себя сведения о местоположении границ. Описание местоположения границ земельного участка в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) определяет юридический предел владения частью земной поверхности, с помощью которой можно установить земельный участок

в качестве индивидуально-определенной вещи. В настоящее время накопился большой объем документов, содержащих пространственные данные, созданные в разные периоды истории землепользования в России. Исторически сложилось, что пространственные данные о земельных участках зафиксированы на материальных носителях, таких как текстовое описание реальных объектов, каталоги координат, карты, схемы, чертежи и т. п. Получить источники пространственных данных о границах земельных участков сложно из-за обособленности и закрытости архивов, отсутствия единого порядка предоставления документов. Это отражается на достоверности источников пространственных данных. В статье изучена возможность создания единого информационного ресурса, содержащего достоверные сведения из источников пространственных данных. Цифровая модель границ земельного участка представлена как часть информационной модели земельного участка в ЕГРН.

1 Введение

По данным Росреестра, доля земельных участков, границы которых уточнены и воспроизведены в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) в соответствии с требованиями законодательства за 2023 год, составляет 69,63 %¹. Около 30 % земельных участков не имеют уточненных границ.

Среди учтенных в ЕГРН сведений о местоположении границ земельных участков содержится значительное количество реестровых ошибок. По данным Росреестра, их накопилось более 8,5 млн².

Содержащиеся в ЕГРН сведения о границах земельных участков используются во всех сферах деятельности, связанных с оборотом объектов недвижимости, и их качество оказывает влияние на земельно-имущественные отношения как между государством и гражданином, так и между частными землепользователями.

В целях повышения качества, точности и полноты сведений об объектах недвижимости и дальнейшего развития системы кадастрового учета и регистрации прав постановлением Правительства РФ от 1 декабря 2021 г. № 1248³ утверждена государственная программа «Национальная система пространственных данных». Согласно утвержденной программе, планируется объединить данные о пространственных объектах в одном информационном ресурсе.

1 Отчет о ходе реализации национальной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных» за 2023 год. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/17-upr/Отчет_no_ГП_НСПД_за_2023_год.pdf (дата обращения: 25.06.2024).

2 Сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rosreestr.gov.ru/press/archive/rosreestr-ispravil-bolee-1-mln-reestrovyykh-oshibok-bez-privlecheniya-sredstv-pravoobladateley/> (дата обращения: 25.06.2024).

3 Постановление Правительства РФ от 1 декабря 2021 г. № 1248 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации „Национальная система пространственных данных“» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/403170285/> (дата обращения: 25.06.2024).

Пространственные данные — данные о пространственных объектах, включающие сведения об их форме, местоположении и свойствах, в том числе указанные с использованием координат⁴. Сведения о форме и местоположении земельных участков представлены в виде информации о горизонтальных проходах частей границы, координат характерных точек, геодезических данных о дирекционных углах, румбах частей границы, о конфигурации участка. Подобная информация зафиксирована во множестве документов, различных по форме и содержанию.

В данной работе рассмотрена возможность цифровизации пространственных данных о границах земельных участков.

2 Материалы и методы

2.1 Представление пространственных данных в официальных информационных системах

Согласно ГОСТ Р 70846.2-2023, пространственные объекты — природные объекты, искусственные и иные объекты (в том числе здания, сооружения), местоположение которых может быть определено. Помимо границ земельных участков и объектов капитального строительства, подлежат установлению границы территорий, предназначенных для охраны земель, добычи полезных ископаемых и других природных ресурсов, охраны опасных объектов, объектов энергетики и коммунального хозяйства, объектов культурного наследия. Сбор, накопление и хранение пространственных данных о таких объектах осуществляется на специальных информационных ресурсах, ведение которых регламентировано нормативно-правовыми актами соответствующей отрасли.

2.1.1 ПРОБЛЕМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В ОФИЦИАЛЬНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В настоящее время насчитывается более тринадцати официальных геоинформационных систем⁵, в том числе федеральная государственная информационная

⁴ ГОСТ Р 70846.2-2023. Национальная система пространственных данных. Термины и определения. М.: Рос. ин-т стандартизации, 2023. 20 с.

⁵ Постановление Правительства РФ от 7 июня 2022 г. № 1040 «О федеральной государственной географической информационной системе «Единая цифровая платформа „Национальная система пространственных данных“» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/404817579> (дата обращения: 25.06.2024).

система ЕГРН (ФГИС ЕГРН). Данные ресурсы независимы друг от друга, находятся в распоряжении разных операторов. Например, государственный лесной реестр находится в ведении Федерального агентства лесного хозяйства, государственный водный реестр — в ведении Федерального агентства водных ресурсов, за ведение ФГИС ЕГРН отвечает Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 7 июня 2022 г. № 1040, накопленные пространственные данные из специальных отраслевых информационных ресурсов посредством информационного взаимодействия размещаются в федеральной государственной географической информационной системе «Единая цифровая платформа „Национальная система пространственных данных“» (ФГГИС ЕЦП НСПД).

Согласно ч. 1 ст. 10 218-ФЗ от 13 июля 2015 г. «О государственной регистрации недвижимости»⁶, информация о пространственных объектах (сведения о зонах с особыми условиями использования территорий, территориальных зонах, территориях объектов культурного наследия, территориях опережающего развития, зонах территориального развития в Российской Федерации, об игорных зонах, о лесничествах, об особо охраняемых природных территориях, о лесопарковых зеленых поясах, об особых экономических зонах, охотничьих угодьях, о Байкальской природной территории и ее экологических зонах, границы населенных пунктов, границы муниципальных образований) должна быть размещена в реестре границ ФГИС ЕГРН.

Передача данных от операторов отраслевых ГИС во ФГГИС ЕЦП НСПД осуществляется на основании соглашений об информационном взаимодействии. Для ведения ФГГИС ЕЦП НСПД, в соответствии с постановлением Правительства РФ от 7 июня 2022 г. № 1040, операторы становятся поставщиками пространственных данных и несут ответственность за достоверность, актуальность и полноту передаваемых данных. На **рис. 1** представлено взаимодействие лесного реестра, водного реестра и ФГИС ТП с ФГГИС ЕЦП НСПД и ФГИС ЕГРН.

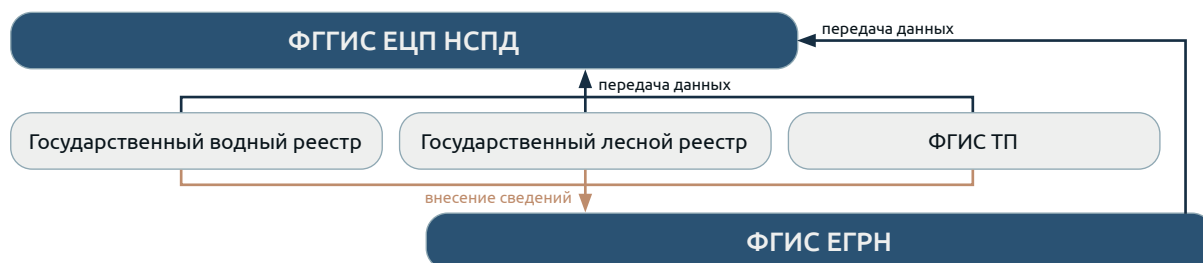
При наличии ответственности за достоверность, актуальность и полноту пространственных данных отсутствует система проверки соответствия загружаемых пространственных данных описанным критериям.

Учтенные в ЕГРН сведения о местоположении границ земельных участков считаются достоверными, юридически значимыми и используются для сопоставления со сведениями о других пространственных объектах из отраслевых ресурсов. Сведения о границах земельных участков из ФГИС ЕГРН также передаются во ФГГИС ЕЦП НСПД.

⁶ Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71029192/> (дата обращения: 25.06.2024).

Рис. 1 Схема информационного взаимодействия лесного реестра, водного реестра, ФГИС ТП с ФГГИС ЕЦП НСПД и ФГИС ЕГРН

Fig. 1 Scheme of information interaction of the Forest Registry, Water Registry, FSIS TP with FSIS SDP NSDS and FSIS USRER



Наличие множества пространственных объектов и информационных систем для их учета приводит к необходимости проверки пространственных данных, что увеличивает время и трудозатраты, необходимые для сбора, обработки и анализа информации при осуществлении кадастровых работ, планировки территорий, учета и мониторинга земель.

2.1.2 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СВЕДЕНИЙ ОБ ОБЪЕКТАХ НЕДВИЖИМОСТИ В ВИДЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

С развитием геоинформационных технологий осуществлять накопление, систематизацию и хранение информации о пространственных объектах стало возможно в виде информационных моделей. В работе В.В. Талапова, Е.А. Таныгиной [1] описана общая схема построения универсальной информационной модели объекта недвижимости. Универсальность информационной модели земельного участка состоит в том, что ее можно адаптировать под любой объект и цель.

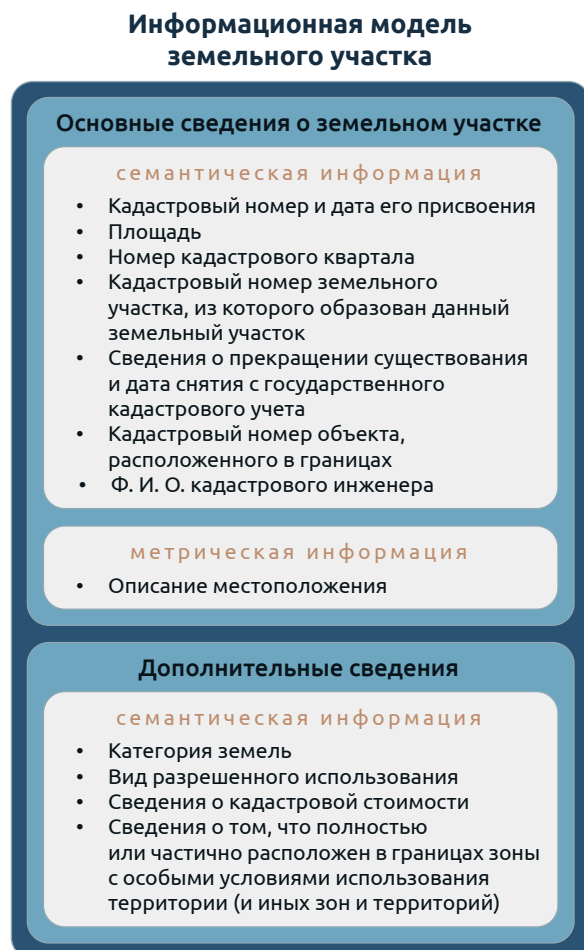
В работе А.А. Царенко, И.В. Шмидт, А.М. Латыповой [2] описана информационная модель административного района для определения его инвестиционной привлекательности. Обосновано создание трехмерной модели земельного участка с описанием пространства над земной поверхностью и под ней. На базе сведений кадастровой карты в режиме тематической карты представлены земельные участки для инвестирования.

Еще одно применение информационной модели для оценки земель сельскохозяйственного назначения описано в статье А.И. Солошенко и Е.П. Евтушковой [3]. Разработана модель сведений и данных, необходимых для кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения. В составе модели предусмотрено создание шаблонов земельных участков с описанием местоположения и иными качественными и количественными характеристиками.

Е.И. Аврунев, М.П. Дорош [4] предложили с помощью построения информационной модели объекта недвижимости выявлять и исправлять ошибки

Рис. 2 Информационная модель земельного участка

Fig. 2 Information model of the land plot



в ЕГРН, возникшие в результате переноса сведений из Государственного кадастра недвижимости в ЕГРН. Авто-рами создана информационная модель в среде Microsoft Office Access, состоящая из реляционных таблиц. Сведения, поступившие в ЕГРН, сравниваются с документами, при выявлении несоответствий помещаются в реляционные таблицы и через применение программного кода исправляются.

Существующую в ЕГРН информацию о земельном участке также можно представить в виде информационной модели, состоящей из основных и дополнительных сведений (**рис. 2**).

Важной частью основных сведений ЕГРН о земельном участке является метрическая информация объекта — описание местоположения границ, которое представлено плоскими прямоугольными координатами⁷. Площадь земельного участка, согласно Федеральному закону от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ, является площадью геометрической фигуры, образованной проекцией границ земельного участка

на горизонтальную плоскость. При наличии в информационной модели метрической информации осуществляется визуализация пространственных данных через создание геометрического отображения земельного участка (**рис. 3**). Посредством геометрического отображения земельного участка метрическая информация представляется в пространственном виде, а земельный участок — как пространственный объект. При сопоставлении геометрического отображения с картографической основой появляется возможность идентифицировать земельный участок относительно местности.

⁷ Приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 23 октября 2020 г. № П/0393 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74812016> (дата обращения: 25.06.2024).

Рис. 3 Визуализация пространственных данных

Fig. 3 Visualization of spatial data

Визуализация пространственных данных



В случае отсутствия в ЕГРН сведений об описании местоположения земельного участка информационная модель объекта является неполной. Не представляется возможным осуществить геометрическое отображение пространственных данных и визуализировать местоположение земельного участка.

Дополнительные сведения в информационной модели состоят из данных о виде разрешенного использования, о расположении объекта в различных зонах, территориях и иные сведения, важные для оборота и использования объекта недвижимости.

2.2 Значение границы земельного участка как объекта прав и важность цифровизации пространственных данных

Земля является неисчерпаемым ресурсом, не имеет амортизации, обладает уникальными свойствами нерукотворности и неуничтожимости в пространстве и времени⁸. Земля обладает вечным, по меркам обычного человека, жизненным циклом. Однако часть земной поверхности может стать вещью, земельным участком после приобретения характеристик (ч. 3 ст. 6 Земельного кодекса РФ).

Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» устанавливает, что признать земельный участок в качестве индивидуально-определенной вещи возможно при наличии сведений о нем в ЕГРН, в том числе описания местоположения границ.

2.2.1 ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА И ЗНАЧЕНИЕ ГРАНИЦЫ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА КАК ОСНОВНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

В законодательстве отсутствует четкое понятие термина «граница земельного участка». Однако, приобретая границы, земли становятся земельным участком, который можно вовлечь в оборот [5].

⁸ Варламов А.А., Гальченко С.А. Основы кадастра недвижимости: учебник. М.: Изд. центр «Академия», 2013. 224 с.

Граница земельного участка — это не просто возможность геометрической индивидуализации земли, но и исторически сложившееся требование к конкретным земельным участкам [6]. Описание местоположения границ земельного участка в ЕГРН определяет юридический предел владения частью земной поверхности для государственных органов, правообладателя и иных лиц, например смежных землепользователей, просто интересующихся приобретением земельного участка в определенной местности. В работе Г.К. Степанова [7] отмечено, что термин «местоположение» имеет широкое применение и является базовым для определения пространственных данных.

Земельный участок, являясь частью территории государства, образуется из земель государственной или муниципальной собственности и далее вовлекается в оборот. Для вовлечения участка в оборот необходимо определить его границы, площадь и другие основные и дополнительные характеристики. На рис. 3 представлено графическое отображение границ земельного участка, описывающее часть земной поверхности, вовлеченной в оборот.

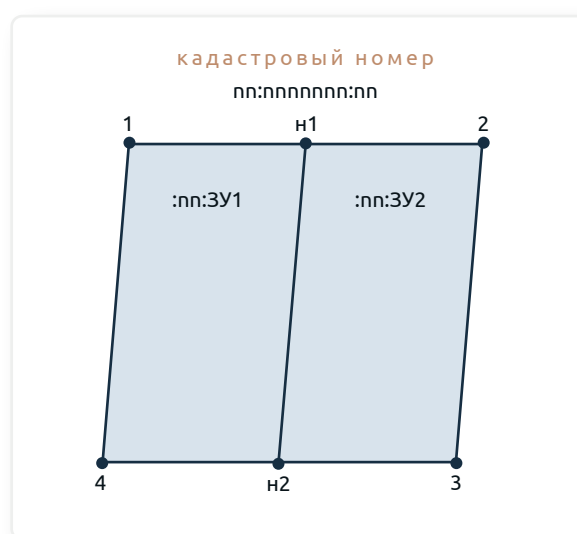
Определение границ части земной поверхности и принятие решения органа государственной власти или органа местного самоуправления об образовании земельного участка является началом жизненного цикла земельного участка как объекта прав, первым этапом. Следующий этап — использование созданного земельного участка. На данном этапе возможно образование новых земельных участков через преобразование исходного, например образование двух земельных участков путем раздела (рис. 4).

Данное преобразование является началом жизненного цикла двух новых земельных участков и заключительным этапом жизненного цикла исходного земельного участка. В сведениях ЕГРН исходный земельный участок приобретает статус «архивный», сведения о его границах аннулируются.

При таких особенностях жизненного цикла земельного участка, когда из траектории жизненного цикла одного участка появляются две траектории жизненных циклов новых земельных участков, важно сохранить сведения о пространственных данных на момент первичного описания границ

Рис. 4 Графическое отображение образования двух земельных участков путем раздела исходного земельного участка

Fig. 4 Graphical representation of the formation of two land plots by dividing the original land plot



и вовлечения земельного участка в оборот. Данные сведения несут информационную ценность при мониторинге земель и земельном надзоре, а также могут быть применены при спорах между землепользователями и (или) землевладельцами.

Между этапами жизненного цикла земельного участка существует значительная протяженность во времени. Этап использования земельного участка может длиться не один десяток лет до этапа прекращения существования земельного участка. С течением времени меняется законодательство, что влечет за собой изменения в условиях образования и использования земельного участка. Как отмечают А.А. Варламов, С.А. Гальченко, учет кадастровых данных в Российской Федерации осуществлялся при различных правовых режимах и формах собственности, а данные отличались различным качеством в зависимости от способов осуществления учета⁹. Изменение норм законодательства отразилось на пространственных данных, а именно на формах или форматах их представления и хранения.

2.2.2 НЕОБХОДИМОСТЬ ЦИФРОВИЗАЦИИ СВЕДЕНИЙ О ГРАНИЦАХ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ

В настоящее время накопился большой объем документов, содержащих пространственные данные, созданные в разные периоды истории землепользования в России. Исторически сложилось, что пространственные данные о земельных участках зафиксированы на материальных носителях, таких как текстовое описание реальных объектов, каталоги координат, карты, схемы, чертежи и т. п.

В **табл. 1** представлены источники пространственных данных, которые необходимо использовать при выполнении кадастровых работ и комплексных кадастровых работ в целях определения местоположения границ земельного участка.

На **рис. 5** описаны связи, существующие на этапе сбора информации о пространственных данных при выполнении кадастровых работ.

Таблица 1 Источники пространственных данных

Table 1 Spatial data sources

Источники пространственных данных	Нормативно-правовая база, устанавливающая источники пространственных данных
Фактические границы	Земельный кодекс РФ (ст. 11.10) Закон о государственной регистрации недвижимости (ч. 1.1 ст. 43; ч. 7.3 ст. 61) Закон о кадастровой деятельности ¹⁰ (ч. 3 ст. 42.6)

⁹ Варламов А.А., Гальченко С.А. Основы кадастра недвижимости: учебник. М.: Изд. центр «Академия», 2013. 224 с.

¹⁰ Федеральный закон от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/12154874> (дата обращения: 25.06.2024).

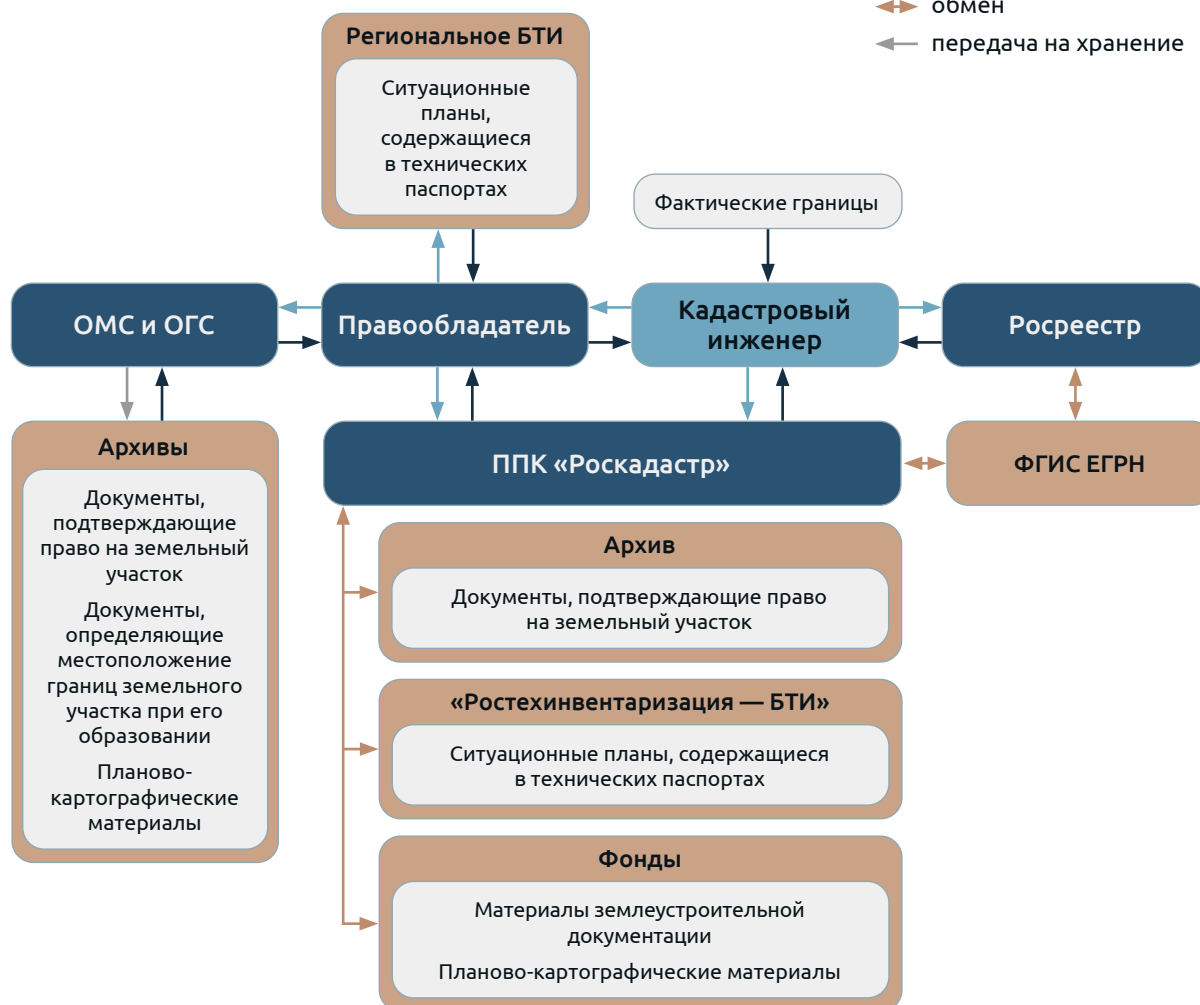
Источники пространственных данных	Нормативно-правовая база, устанавливающая источники пространственных данных
Документы, подтверждающие право на земельный участок	Закон о государственной регистрации недвижимости (ч. 1.1 ст. 43; ч. 7.3 ст. 61) Закон о кадастровой деятельности (ч. 3 ст. 42.6)
Документы, определяющие местоположение границ земельного участка при его образовании	
Материалы землеустроительной документации	
Ситуационные планы, содержащиеся в технических паспортах расположенных на земельных участках объектов недвижимости	
Планово-картографические материалы, имеющиеся в органах местного самоуправления, и иные документы, содержащие сведения о местоположении границ земельных участков, включая сведения государственного лесного реестра	

Рис. 5 Поиск источников пространственных данных

Fig. 5 Collecting spatial data sources

Условные обозначения

- ← запрос
- получение
- ↔ обмен
- передача на хранение



Кадастровый инженер может самостоятельно получить землеустроительную документацию, картографический материал из фонда пространственных данных, собрать сведения о местоположении фактических границ земельного участка и сведения из ФГИС ЕГРН. Однако правовые документы, содержащие первичные сведения о пространственных данных, недоступны кадастровому инженеру и предоставляются правообладателем земельного участка или уполномоченным органом местного самоуправления, органом государственной власти из государственных или ведомственных архивов. Архивом данных также обладает ППК «Роскадастр», которому переданы материалы технической инвентаризации, реестровые дела. Запросить данные из архива ППК «Роскадастр» имеет право только собственник земельного участка.

Таким образом, существующая обособленность и закрытость архивов, отсутствие единого порядка предоставления документов, содержащих пространственные данные, приводят к невозможности осуществить анализ возникновения земельного участка и изменения его жизненных циклов, а также к тому, что при выполнении кадастровых работ часто используются недостоверные источники пространственных данных.

3 Результаты и обсуждение

Для решения обозначенной проблемы необходимо создание информационного ресурса, единого электронного архива, содержащего достоверные источники пространственных данных о земельных участках.

Создание в ЕГРН двумерного геометрического отображения границ земельного участка основано на структурированных данных. Поэтому информация, содержащаяся в источниках пространственных данных, должна быть преобразована в машиночитаемый формат, например в каталог координат границ земельного участка. Однако не все источники пространственных данных содержат структурированную или поддающуюся структурированию информацию.

В современной истории можно выделить такой документ, как свидетельство о праве собственности на землю, форма которого утверждена постановлением Правительства РФ от 19 марта 1992 г. № 177 «Об утверждении форм свидетельства о праве собственности на землю, договора аренды земель сельскохозяйственного назначения и договора временного пользования землей сельскохозяйственного назначения»¹¹. Данной формой не предусмотрено описание границ в виде координат. Земельный участок описывается в виде плана или чертежа

¹¹ Федеральный закон от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/12154874> (дата обращения: 25.06.2024).

границ. Такую же информацию о границах земельного участка содержит и ситуационный план из технического паспорта объекта недвижимости.

Информация из таких документов важна не менее, чем сведения из структурированных источников. Поэтому пространственные данные из источников необходимо отсортировать согласно возможности / невозможности трансформации в структурированные данные. Для соблюдения критерия полноты сведений ЕГРН пространственные данные должны накапливаться в любом формате: структурированном и неструктурированном. В **табл. 2** представлены источники пространственных данных и возможность их трансформации в структурированный формат.

Таблица 2 Источники пространственных данных и возможность их трансформации

Table 2 Sources of spatial data and the possibility of their transformation

Наименование источника	Формат источников	Содержащие пространственные данные	Способ трансформации пространственных данных	Результат трансформации пространственных данных
Фактические границы	Электронный	Геодезические данные	Геоинформационное моделирование	Структурированные данные
Документы, подтверждающие право на земельный участок	Бумажный	Конфигурация, длины сторон	Сканирование	Неструктурированные данные
Документы, определяющие местоположение границ земельного участка при его образовании	Электронный / бумажный	Геодезические данные / конфигурация	Геоинформационное моделирование / сканирование	Структурированные данные / неструктурированные данные
Материалы землеустроительной документации	Электронный / бумажный	Геодезические данные / конфигурация	Геоинформационное моделирование / сканирование	Структурированные данные / неструктурированные данные
Ситуационные планы, содержащиеся в технических паспортах	Электронный / бумажный	Конфигурация	Сканирование	Неструктурированные данные
Планово-картографические материалы	Электронный / бумажный	Конфигурация	Сканирование	Неструктурированные данные

Каждый источник пространственных данных несет в себе информацию, которую можно описать в виде конфигурации земельного участка. Отсутствует законодательно установленное определение понятия «конфигурация земельного участка», однако оно используется в профессиональной среде при описании земельного участка.

Министерство экономического развития РФ указывает, что «под конфигурацией земельного участка понимается совокупность внутренних углов и горизонтальных проложений границ земельного участка»¹².

Слово «конфигурация» имеет несколько значений в зависимости от области применения данного понятия. Его основное значение — «внешний вид, очертание; взаимное расположение предметов». Применительно к объекту «земельный участок» конфигурацией можно считать совокупность данных, на основании которых определяется местоположение земельного участка, взаимное расположение границ, площадь и прочие основные и дополнительные характеристики (вид разрешенного использования, категория земель, ограничения или обременения). Один земельный участок может иметь несколько источников пространственных данных, которые описывают разные конфигурации одного и того же объекта прав. Конфигурация земельного участка также может изменяться на этапе использования, из одной конфигурации исходного земельного участка могут возникать одна или несколько других конфигураций земельных участков.

Для накопления и хранения данных о конфигурациях земельного участка можно использовать элементы технологии информационного моделирования (BIM / ТИМ) объектов капитального строительства в части создания цифрового двойника, содержащего информацию об объекте — от нормативной документации до правил использования [8]. В данной работе предлагается **создание цифровой модели границ земельного участка (ЦМГЗУ), состоящей из пространственных данных, в следующих форматах:**

- 1) PDF/A — для документов с текстовым содержанием, в том числе включающих графические изображения;
- 2) XML или иной формат данных (MID/MIF, DXF) — для описания границ в виде координат.

На основе накопленных данных, используя технологию машинного обучения [9, 10] в области извлечения информации из структурированных и неструктурированных источников, возможно унифицировать пространственные данные, содержащиеся в конфигурации, в единый формат — геометрическое отображение.

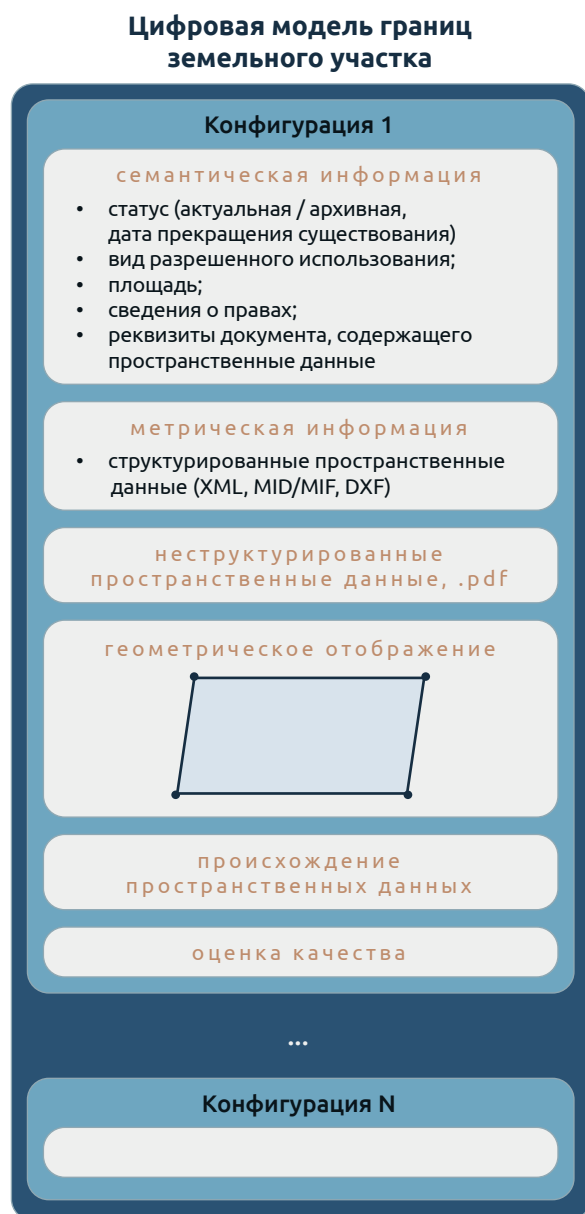
ЦМГЗУ содержит данные о границах земельного участка в виде конфигураций, которые определяются на основании сведений из документов, источников пространственных данных (рис. 6).

В составе ЦМГЗУ содержится следующая информация о конфигурации границ земельного участка (термины и определения использованы согласно ГОСТ Р 70846.2-2023):

¹² Постановление Правительства РФ от 19 марта 1992 г. № 177 «Об утверждении форм свидетельства о праве собственности на землю, договора аренды земель сельскохозяйственного назначения и договора временного пользования землей сельскохозяйственного назначения» (утратило силу). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/10104253> (дата обращения: 25.06.2024).

Рис. 6 Схема цифровой модели границ земельного участка

Fig. 6 Scheme of the digital model of the land plot boundaries



1. Семантическая информация:
 - статус конфигурации земельного участка («актуальная» или «архивная», дата прекращения существования);
 - площадь, вид разрешенного использования, реквизиты документа, содержащего пространственные данные (дата, кем выдан).
2. Метрическая информация:
 - структурированные данные — данные из документа, представленные в машиночитаемом формате.
3. Неструктурированные данные — сканированный образ документа.
4. Геометрическое отображение — создание контура границ земельного участка из структурированных и неструктурированных данных.
5. Происхождение пространственных данных — сведения об обработке источника пространственных данных с целью их получения (сканирование, распознавание нейронными сетями, структурированные данные).
6. Оценка качества — оценка полученной конфигурации на соответствие критериям достоверности и полноты.

Определим, что ЦМГЗУ — это совокупность пространственных данных о земельном участке из разных источников (документы, инвентаризация, картографические материалы, фактические границы).

ЦМГЗУ является единой базой пространственных данных о границах, к которой можно обратиться на любом этапе жизненного цикла земельного участка. ЦМГЗУ создается на этапе образования земельного участка, в отношении вновь образуемых земельных участков или на этапе внесения в ЕГРН сведений о ранее учтенном

земельном участке. ЦМГЗУ может быть дополнена в результате учета изменений основных характеристик объекта или в результате преобразований (**рис. 7**).

В структуре информационной модели объекта недвижимости ЦМГЗУ может быть представлена следующим образом (**рис. 8**).

Конфигурации земельного участка, создаваемые на разных этапах и траекториях жизненного цикла, сохраняются в ЦМГЗУ и могут быть использованы для контроля выполненных кадастровых работ, решения судебных споров, при исправлении реестровых ошибок или проведении земельного надзора, а также при учете и мониторинге земель.

Рис. 7 Создание и наполнение цифровой модели границ земельного участка

Fig. 7 Creation and filling of a digital model of land plot boundaries

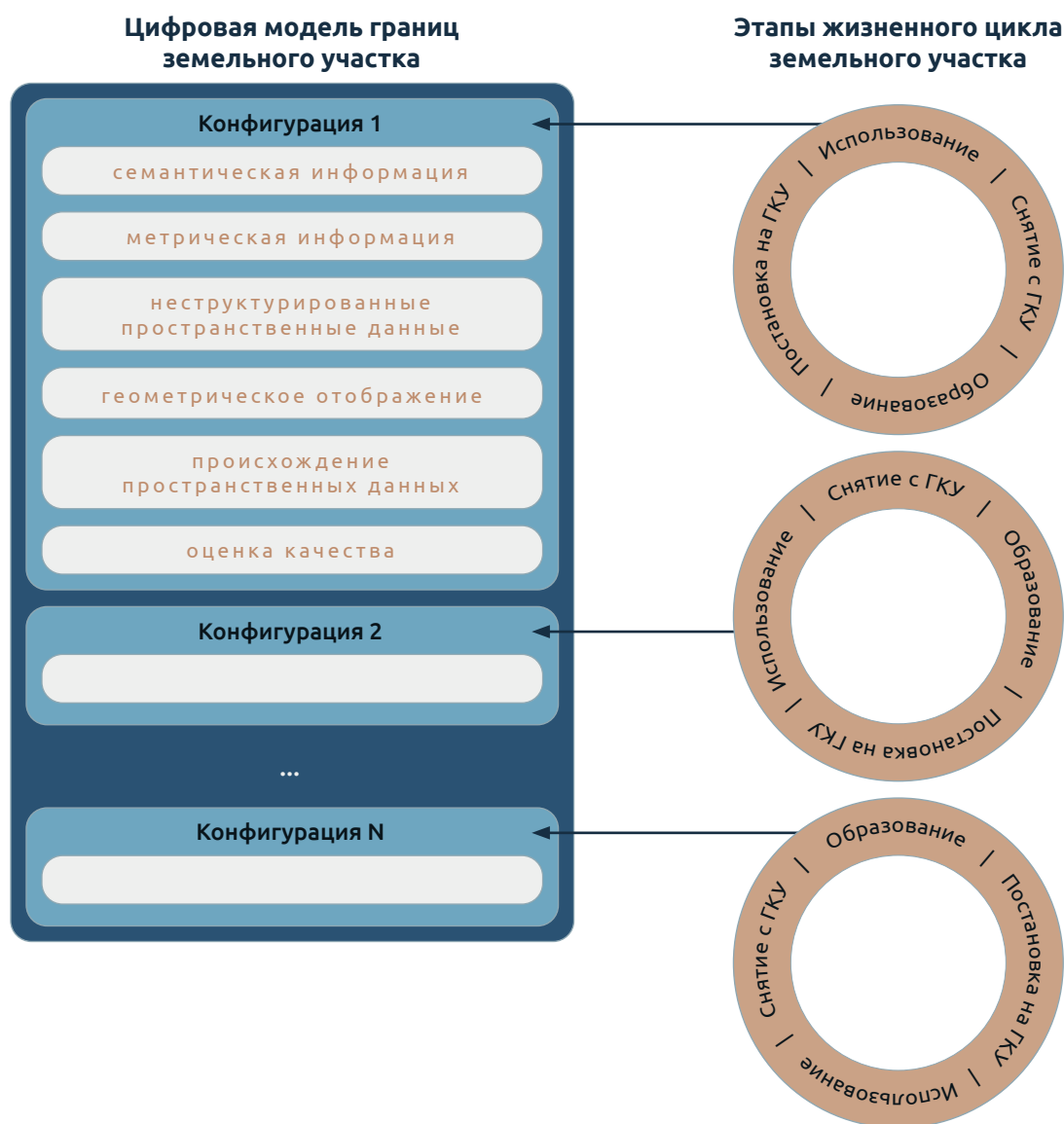
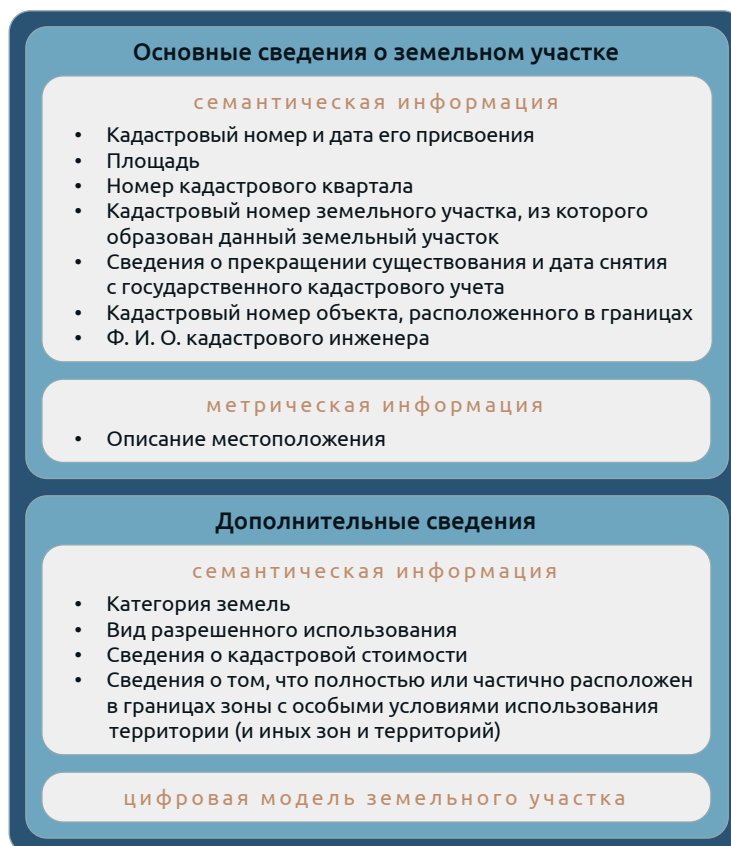


Рис. 8 Информационная модель земельного участка, содержащая цифровую модель границ

Fig. 8 Information model of the land plot containing a digital model of the boundaries

Информационная модель земельного участка



4 Выводы

Повышение эффективности производства и использования пространственных данных создается сокращением времени поиска информации о пространственных данных объектов, ее накопления и предоставления. Накопление, хранение и предоставление информации об объекте недвижимости в настоящее время основано на порядке выполнения кадастровых работ и системе ведения ЕГРН. Накопление в ЕГРН общедоступных сведений осуществляется через информационное взаимодействие с органами государственной власти, органами местного самоуправления, а также физическими и юридическими лицами, собственниками объектов недвижимости и кадастровыми инженерами, исполнителями кадастровых работ.

Доступ к источникам пространственных данных затруднен из-за их разобщенности. Результат такого сбора вызывает вопросы к достоверности полученных данных.

Существующая система учета ЕГРН позволяет накапливать данные об объекте в случае его создания, учета изменений его характеристик. При этом новые данные при внесении их в ЕГРН не дополняют, а заменяют содержащиеся в ЕГРН

данные. Сведения, получившие статус архивных, недоступны для использования и пространственного анализа. Однако в работе с земельным участком важно знать историю его возникновения, преобразования и изменения в процессе использования. Данная информация позволяет проводить анализ земельного участка при уточнении местоположения его границ, при исправлении реестровых и технических ошибок. Данная информация также обеспечивает планировку территории и образование новых земельных участков исходными материалами.

Данные, отражающие жизненный цикл земельного участка, не находят свое отражение в существующих информационных ресурсах учета земель. С развитием технологий информационного моделирования объектов капитального строительства, технологий искусственного интеллекта в области нейронных сетей возможно применение существующего опыта и нормативной базы для создания ЦМГЗУ, которая включает в себя информацию о пространственных данных земельного участка, возникшую на разных этапах его жизненного цикла. Модель создается на основе документов, которые описывают процесс образования земельного участка, изменения основных характеристик и самого участка при его преобразовании. Данные в цифровой модели не заменяют друг друга, а дополняют, тем самым пространственные данные о земельном участке сохраняются для использования в отраслях, связанных с оборотом земельных ресурсов и контролем их использования.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Талапов В.В., Таныгина Е.А. Об общей схеме информационной модели объекта недвижимости // Вестник СГУГиТ. 2018. Т. 23. № 2. С. 211–218.
2. Царенко А.А., Шмидт И.В., Латыпова А.М. Управление развитием сельских территорий на основе цифровой информационной модели // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2019. Т. 43. № 3. С. 263–275. DOI:10.18413/2075-4671-2019-43-3-263-275.
3. Солошенко А.И., Евтушкова Е.П. Разработка информационно-аналитической модели земельного участка (ИАМЗУ) как составляющей государственного кадастра недвижимости // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: сборник трудов конференции (30 ноября 2022 г.). Тюмень, 2022. С. 576–592.
4. Аврунев Е.И., Дорош М.П. Разработка информационной модели для повышения достоверности кадастровой информации // Вестник СГУГиТ. 2018. Т. 23. № 1. С. 156–166.
5. Устинов А.В. Границы территории в градостроительстве // Известия КазГАСУ. 2010. Т. 2. № 14. С. 97–104.
6. Свешников Г.А. О границах земельного участка // Аграрное и земельное право. 2013. Т. 1. № 97. С. 48–52.

7. Степанов Г.К. О роли пространственных данных кадастра недвижимости в комплексном развитии территории // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 34. С. 113–130. DOI:10.26516/2073-3402.2020.34.113.
8. Мельников В.Е., Жабицкий М.Г., Куприяновский В.П. и др. Структура информационного контейнера третьего уровня зрелости и организация работы с нормативно-технической документации в ходе жизненного цикла сложного инженерного объекта // International Journal of Open Information Technologies. 2021. Vol. 9. No. 1. P. 145–150.
9. Левин А.О., Белов Ю.С. Использование генеративно-состязательных сетей для генерации изображений по тексту // Научное обозрение. Технические науки. 2023. № 2. С. 11–15. DOI:10.17513/srts.1427.
10. Голышева Е.Н., Медведев А.А., Масалитин Н.С. Основные подходы к генерации изображений с помощью нейронных сетей // Международный научный журнал «Инновационная наука». 2023. № 11-2. С. 25–27.

АВТОРЫ

Трыскова Айса Евгеньевна

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

Атаманов Сергей Александрович

✉ sergey@atamanov.info

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

Поступила 25.07.2024. Принята к публикации 20.09.2024. Опубликовано 27.09.2024.

UDC 528.4

DOI:10.30533/scidata-2024-15-12



Digital model of land plot boundaries as a type of spatial data representation

Aisa E. Tryskova¹✉, Sergey A. Atamanov¹

AFFILIATIONS

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

✉ aisa_tryskova@mail.ru

CITATION

Tryskova AE, Atamanov SA. Digital model of land plot boundaries as a type of spatial data representation. *Spatial Data: science, research and technology*. 2024;15(3): 8–28. DOI:10.30533/scidata-2024-15-12.

KEYWORDS

spatial data, land plot boundary, digital boundary model, geographic information system, information model, description of the location of the borders, configuration of a land plot

ABSTRACT

In order to improve the quality, accuracy and completeness of data on real estate objects and further develop the system of cadastral registration and registration of rights, the Government of the Russian Federation approved the state programme “National Spatial Data System” by Resolution No. 1248 of 01.12.2021. According to the approved programme, it is planned to unite data on spatial objects in one information resource. Spatial data on a land plot includes information on the location of the boundaries. The description of the location of the borders of a land plot in the USRN determines the legal limit of ownership of a part of the land surface, with the help of which it is possible to establish the land plot as an individually defined thing. Currently, a large volume of documents containing spatial data created in different periods

of the history of land use in Russia has been accumulated. Historically, spatial data on land plots are recorded on material media, such as textual descriptions of real objects, coordinate catalogues, maps, schemes, drawings, etc. Obtaining sources of spatial data on the boundaries of land plots is a problem, as there is isolation and closure of archives, there is no unified procedure for providing documents. The existing situation affects the reliability of spatial data sources. The article studies the possibility of creating a single information resource containing reliable information from spatial data sources. The digital model of land plot boundaries is presented as part of the information model of the land plot in the Unified State Register of Real Estate.

REFERENCES

1. Talapov VV, Tanygina EA. Ob obshchei skheme informatsionnoi modeli ob"ekta nedvizhimosti [About the general scheme of the information model of the real estate object]. *Vestnik SSUGT*. 2018;23(2): 211–218. (In Russian).
2. Tsarenko AA, Shmidt IV, Latypova AM. Upravlenie razvitiem sel'skikh territorii na osnove tsifrovoy informatsionnoi modeli [Management of development of rural territories on the basis of digital information model]. *Belgorod state university scientific bulletin. Natural sciences*. 2019;43(3): 263–275. (In Russian). DOI:10.18413/2075-4671-2019-43-3-263-275.
3. Soloshenko AI, Evtushkova EP. Razrabotka informatsionno-analiticheskoi modeli zemel'nogo uchastka (IAMZU) kak sostavlyayushchei gosudarstvennogo kadastra nedvizhimosti [Development of an information and analytical model of a land plot as a component of the state cadaster]. In the collection: *Uspekhi molodezhnoi nauki v agropromyshlennom komplekse. Collection of articles of the conference. (November 30, 2022)*. Tyumen, 2022: 576–592. (In Russian).
4. Avrunev EI, Dorosh MP. Razrabotka informatsionnoi modeli dlya povysheniya dostovernosti kadastrvoy informatsii [Design of information model for the purpose of increasing reliability of cadastral information]. *Vestnik SSUGT*. 2018;23(1): 156–166. (In Russian).
5. Ustinov AV. Granitsy territorii v gradostroitel'stve [Borders of territories are in town-planning]. *News of the KSUAE*. 2010;2(14): 97–104. (In Russian).
6. Sveshnikov GA. O granitsakh zemel'nogo uchastka [About the boundaries of land]. *Agrarian and land law*. 2013;1(97): 48–52. (In Russian).
7. Stepanov GK. O roli prostranstvennykh dannykh kadastra nedvizhimosti v kompleksnom razvitii territorii [On the role of spatial data of the real estate cadaster in the complex development of territories]. *The bulletin of Irkutsk State University. Series: Earth Science*. 2020;34: 113–130. (In Russian). DOI:10.26516/2073-3402.2020.34.113.
8. Mel'nikov VE, Zhabickij MG, Kuprijanovskij VP, et al. Struktura informatsionnogo konteynera tret'ego urovnya zrelosti i organizatsiya raboty s normativno-tekhnicheskoi dokumentatsii v khode zhiznennogo tsikla slozhnogo inzhenernogo ob"ekta [Structure of the third-level experience information container

and technical-regulatory documentation work organization during the life cycle of a complicated engineering object]. *International Journal of Open Information Technologies*. 2021;9(1): 145–150. (In Russian).

9. Levin AO, Belov YuS. Ispol'zovanie generativno-sostyazatel'nykh setei dlya generatsii izobrazhenii po tekstu [Application of generative-adversarial networks to text to image generation]. *Scientific review. Technical sciences*. 2023;2: 11–15. (In Russian). DOI: 10.17513/srts.1427.
10. Golysheva EN, Medvedev AA, Masalitin NS. Osnovnye podkhody k generatsii izobrazhenii s pomoshch'yu neironnykh setei [The main approaches to neural network image generation]. *International Journal of Innovative Science*. 2023;11-2: 25–27. (In Russian).

AUTHORS

Aisa E. Tryskova

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

Sergey A. Atamanov

✉ sergey@atamanov.info

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

id 0000-0002-9805-1978

Submitted: July 25, 2024. Accepted: September 20, 2024. Published: September 27, 2024.



Анализ геопорталов объектов археологического наследия Российской Федерации: вызовы и перспективы

Т.В. Кравченко¹✉, О.В. Богданова¹

АФФИЛИАЦИИ

¹ Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

✉ kravchenkotv@tyuiu.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Кравченко Т.В., Богданова О.В. Анализ геопорталов объектов археологического наследия Российской Федерации: вызовы и перспективы // Пространственные данные: наука и технологии. 2024. Т. 15. № 3. С. 29–42. DOI:10.30533/scidata-2024-15-06.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

археологическое наследие, геопортал, геоинформационная система, туристская деятельность

АННОТАЦИЯ

Охрана культурного наследия является одним из ключевых направлений по сохранению и развитию идентичности народов России. Именно поэтому все более остро стоит проблема сохранения объектов культуры, в том числе археологии, и управления ими. В России объекты археологического наследия являются менее открытыми для посещения в сравнении с другими объектами культурного наследия. Это не позволяет увеличить туристский поток на территориях с объектами археологического наследия, хотя такая практика популярна в мире. Решение этой, несомненно, актуальной проблемы заключается в разработке такого георесурса, который обеспечит интерактивный доступ к информации об археологических объектах для их изучения, сохранения и популяризации и позволит модернизировать существующую систему управления ими. В результате исследования выявлены основные недостатки существующих геопорталов археологического наследия РФ, а также определены

точки роста геопортальных технологий в области управления объектами археологического наследия с позиции открытости данных объектов. Кроме того, предложена архитектура геоинформационного ресурса, отображающего объекты археологического наследия и возможность их использования в туристской деятельности регионов.

1 Введение

Охрана культурного наследия относится к важнейшим направлениям по сохранению и развитию идентичности народов России. Это делает особенно актуальной проблему сохранения объектов культуры, в том числе археологии, и управления ими. Следует подчеркнуть, что археологические памятники, представляя огромную научную и культурную ценность, обладают большим туристско-рекреационным потенциалом и могут служить образовательным и воспитательным целям [1]. В России объекты археологического наследия носят закрытый характер, поэтому реже посещаются, чем другие объекты культурного наследия. Это не позволяет увеличить туристский поток на территориях с объектами археологического наследия, хотя такая практика популярна в мире. Как видится авторам статьи, решение данной проблемы заключается в разработке такого георесурса, который обеспечит интерактивный доступ к информации об археологических объектах для их изучения, сохранения и популяризации и позволит модернизировать существующую систему управления ими.

В связи с вышесказанным целью исследования стало выявление основных проблем и перспектив развития геоинформационных систем и баз данных, созданных для управления объектами археологического наследия и их внедрения в социально-экономическое развитие регионов, на основе анализа существующих георесурсов археологического наследия РФ. К задачам исследования были отнесены:

- 1) рассмотрение существующих геопорталов археологического наследия РФ;
- 2) выявление слабых и сильных сторон изученных геопорталов;
- 3) формулировка на основе проведенного анализа основных проблем геопорталов археологического наследия РФ;
- 4) определение архитектуры геопортала управления объектами археологического наследия с целью их использования в туристской деятельности регионов.

2 Материалы и методы

В процессе исследования были использованы данные из открытых источников информации, рассмотрены георесурсы и сайты археологического наследия.

Аппарат исследования включает методы структурно-функционального, сравнительного, экспертного, эмпирического анализа.

3 Результаты и обсуждение

В рамках данного исследования были рассмотрены 5 геопорталов, содержащих информацию об объектах археологического наследия.

ОБЩЕРОССИЙСКИЙ ПОРТАЛ «АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ РОССИИ»

В основе данного георесурса лежит база данных — автоматизированная система обработки информации, которая представляет собой цифровой реестр памятников археологии. Этот реестр формируется на основе каталога архива Института археологии Российской академии наук. Стандарт описания объектов археологического наследия базируется на данных, содержащихся в научных отчетах [2], и включает:

- наименование объекта;
- тип объекта;
- историческую эпоху и датировку;
- культурную принадлежность;
- местонахождение;
- географические координаты;
- сведения об истории исследования памятника¹.

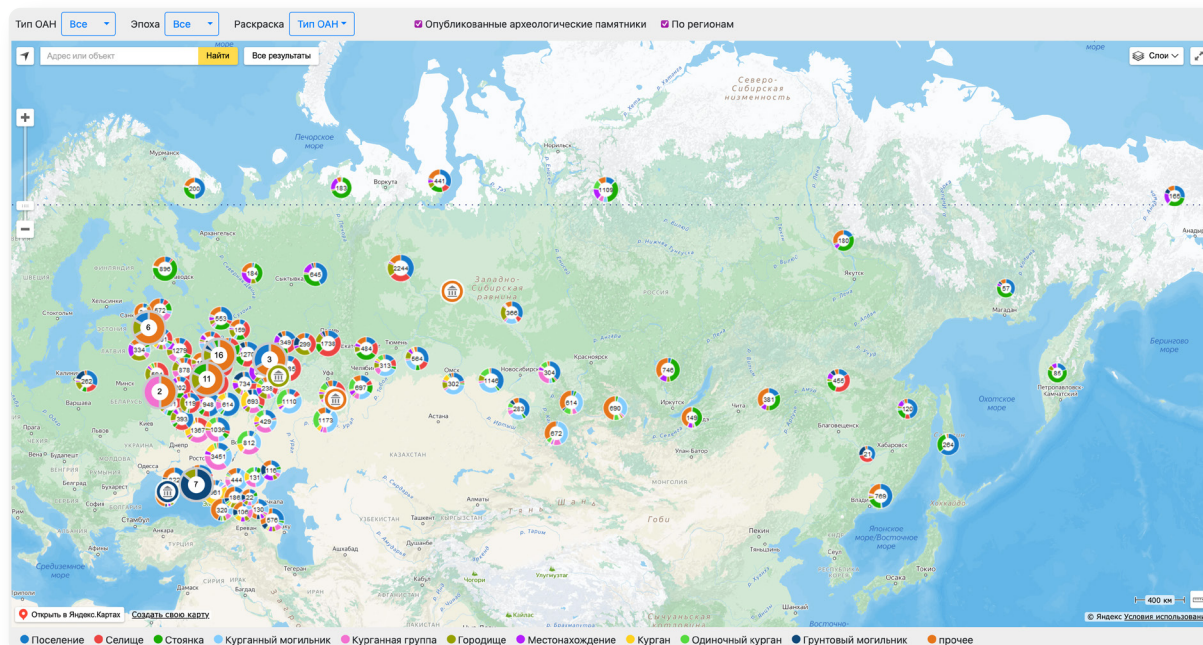
На геопортале информация отображается с помощью общедоступных цифровых сервисов «Яндекс.Карты» и Open Street Map (**рис. 1**).

С помощью Археологической карты России все заинтересованные пользователи могут убедиться в том, что в большинстве своем археологическое наследие России представлено объектами, не выраженными в современном ландшафте, а следовательно, их историческое содержание скрыто. Таким образом, геопортал позволяет визуально оценить богатство археологического наследия нашей страны и осознать, что это невосполнимый ресурс, уничтожая который мы уничтожаем свое прошлое [3].

¹ Археологическая карта России / Институт археологии РАН. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://archaeolog.ru/ru/map> (дата обращения: 20.05.2024).

Рис. 1 Вид Археологической карты России на геопортале «Археологические памятники России»

Fig. 1 View of the Archaeological map of Russia on the geoportal “Archaeological sites of Russia”



ГЕОПОРТАЛ «ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ»

По сообщению авторов данного георесурса, наполнением базы данных геоportала стали объекты археологического наследия, находящиеся под охраной федеральных и региональных властей, а также выявленные и исследованные, но уже снятые с государственного учета или утраченные (**рис. 2**²). Для описания каждого объекта применяются географические данные позиционирования, характеризующие условия существования этих объектов, а также степень хозяйственной освоенности территории, на которой они расположены³. Рассматриваемый георесурс дает возможность осуществлять автоматизированный учет, мониторинг, пространственный анализ памятников региона, что позволит использовать их в сфере науки, образования и туризма [4]. Однако на момент завершения данной статьи геоportal является неактивным⁴.

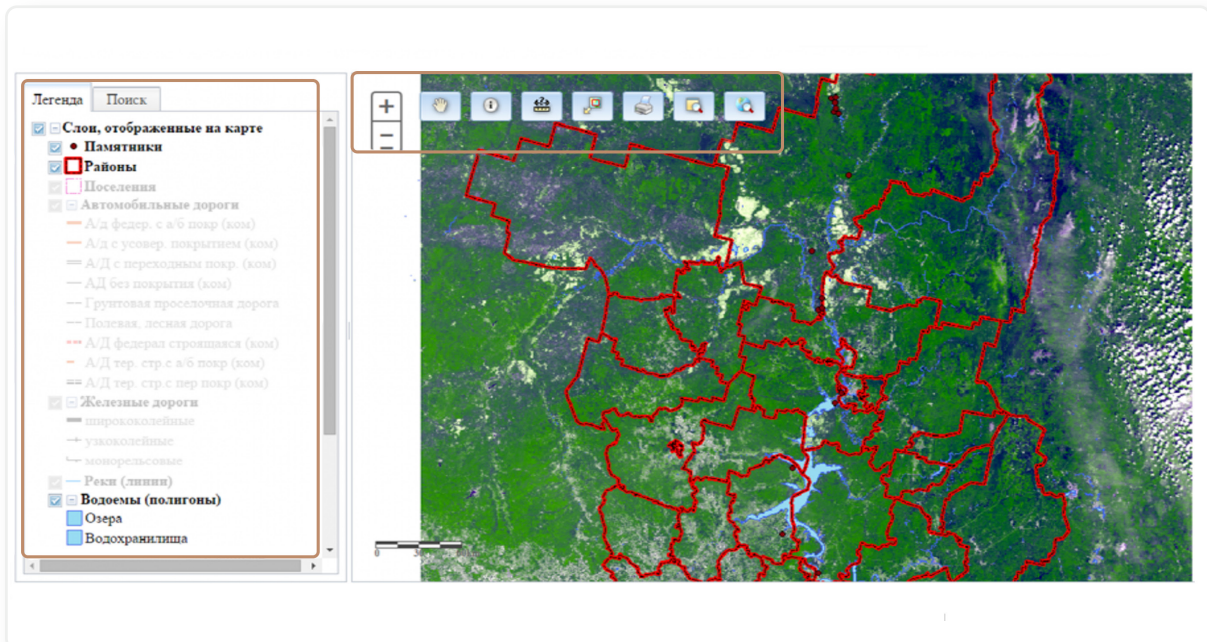
2 Историко-культурное наследие Пермского края: сохранение, визуализация и изучение средствами ГИС-технологий. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gis.psu.ru/projects/историко-культурное-наследие-пермск/> (дата обращения: 20.05.2024).

3 Там же.

4 Историко-культурное наследие Пермского края. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://history-map.psu.ru/ru/> (дата обращения: 27.06.2024).

Рис. 2 Диалоговое окно геопортала «Историко-культурное наследие Пермского края», представленное с описанием на сайте ГИС-центра ПГНИУ

Fig. 2 The dialog box of the geoportal “Historical and cultural heritage of the Perm Region”, presented on the GIS Center PSU website with a description



ГЕОПОРТАЛ «АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ КРЫМА»

Ядро геопортала — интерактивная карта археологических памятников (**рис. 3**), которая содержит следующую информацию:

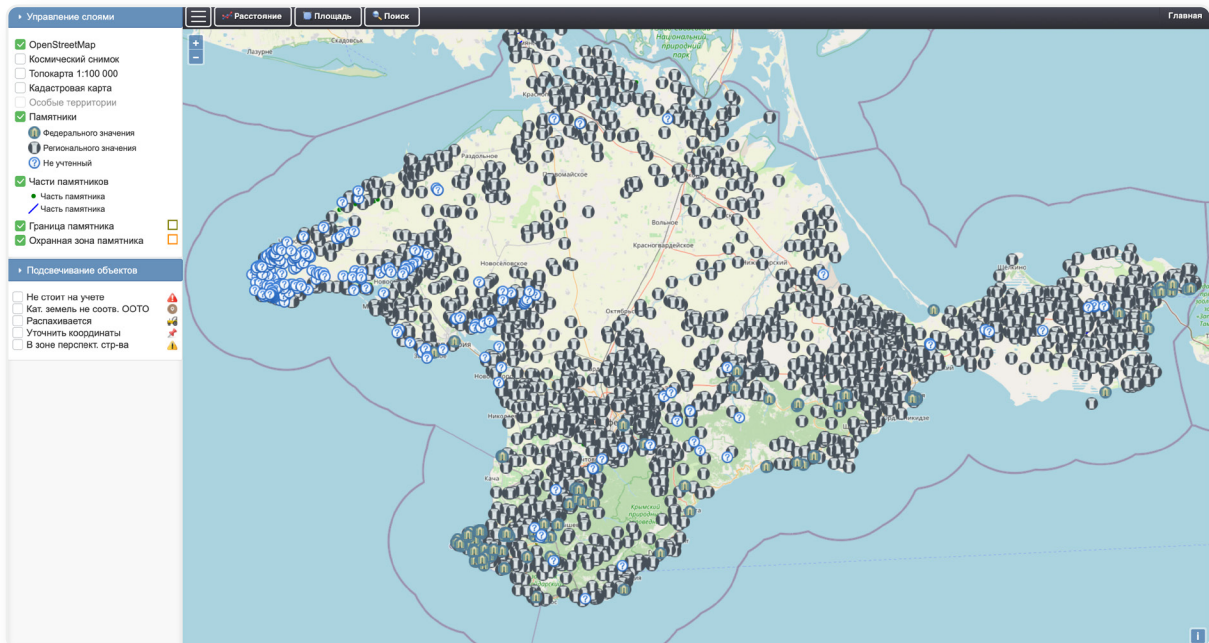
- актуальный и пополняемый реестр археологических памятников Крыма (в том числе не поставленных на государственный учет);
- данные о кадастровой принадлежности земельных участков с археологическими памятниками;
- данные об использовании территорий археологических памятников;
- данные о памятниках, находящихся под угрозой исчезновения⁵.

Главная задача геопортала — собрать данные о местоположении археологических памятников Крыма, о виде землепользования с учетом правового режима земель, тем самым выявить ситуации, создающие угрозу для археологических памятников [5].

⁵ Геопортал «Археологические памятники Крыма». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://crimgeoarch.bsu.edu.ru/> (дата обращения: 20.05.2024).

Рис. 3 Интерактивная карта археологических памятников Крыма

Fig. 3 Interactive map of the archaeological sites of Crimea



ГИС «АРХЕОЛОГИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ КУЗБАССА»

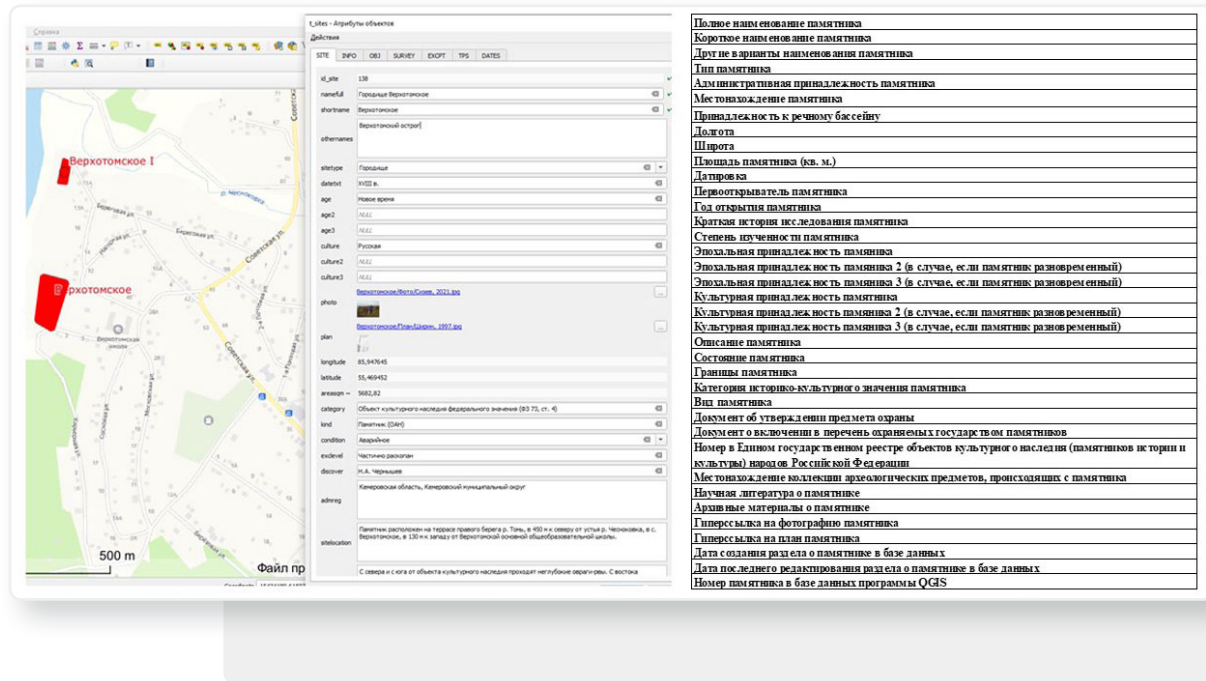
Археологическая ГИС опирается на базы данных — многофакторные таблицы, которые позволяют работать с большим объемом информации (рис. 4). Информацию о каждом объекте в базах представляют 37 атрибутов. В этот список входят:

- название и тип объекта;
- административная принадлежность;
- местонахождение;
- приуроченность к речному бассейну;
- площадь;
- датировка;
- эпохальная и культурная принадлежность;
- состояние и степень изученности объекта;
- охранные документы;
- библиография и архивные источники;
- сведения о том, в каких музеях хранятся коллекции, и др.

Визуализация карты археологических памятников доступна непосредственно в QGIS. Здесь можно подгружать карты из сборника Open Street Maps, накладывая друг на друга современные и исторические карты [6].

Рис. 4 Рабочий интерфейс ГИС «Археологическое наследие Кузбасса»

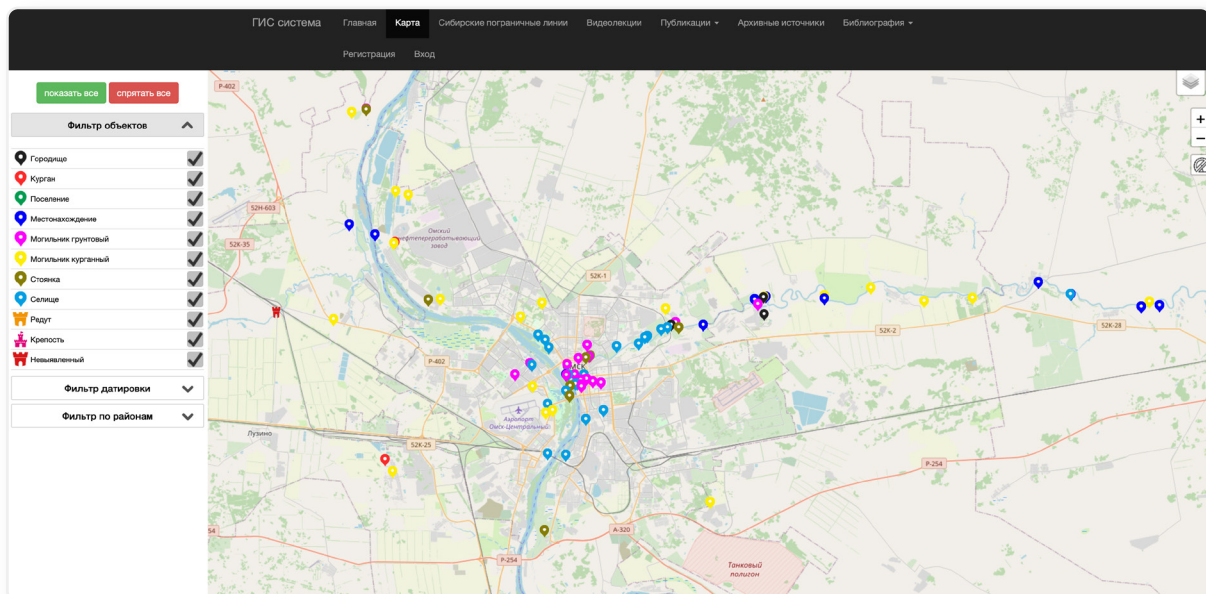
Fig. 4 Working interface of the GIS “Archaeological heritage of Kuzbass”



ГИС «АРХЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАМЯТНИКИ г. ОМСКА И ОКРЕСТНОСТЕЙ» (рис. 5)

Рис. 5 Интерфейс ГИС «Археологические памятники г. Омска и окрестностей»

Fig. 5 GIS interface “Archaeological sites of Omsk and the surrounding area”



В базе данных ГИС представлены параметры предметной области, ориентированные на требования пользователей системы. Таблица состоит из полей, содержащих различную информацию о памятнике (географическую, археологическую, историографическую, пространственные данные и т. д.)⁶. Кроме общей карты археологического наследия (рис. 5), геопортал содержит вкладку с информацией о сибирских пограничных линиях [7]. Open Street Map — инструмент визуализации.

Далее в процессе исследования была составлена обобщающая таблица с преимуществами и недостатками рассмотренных георесурсов (субъективная оценка авторов), на основе которой можно говорить о перспективах дальнейшего развития (**табл. 1**). В качестве критериев рассматривались активность ГИС на момент обращения, наполненность информацией, открытость представленных данных, а также возможность решения прикладных задач с помощью геопорталов.

До недавнего времени геопорталы носили исключительно информационный характер, но сейчас, в условиях стремительно меняющейся реальности, этого становится недостаточно. Современная ситуация требует быстрого принятия решений, в том числе и в вопросе управления территориями, на которых расположены объекты археологического наследия. Геопорталы археологического наследия могут и должны выступить инструментами, удовлетворяющими эту потребность. Для решения такой задачи они должны содержать не только информационные блоки, но и аналитические.

Таблица 1 Анализ геопорталов археологического наследия России

Table 1 Analysis of geoportals of archaeological heritage of Russia

Наименование георесурса	Критерии оценки			
	Активность	Информативность	Открытость	Решение прикладных задач
Геопортал «Археологические памятники России»	Хорошо	Хорошо	Нейтрально	Плохо
Геопортал «Историко-культурное наследие Пермского края»	Плохо	Нейтрально	Нейтрально	Плохо
Геопортал «Археологические памятники Крыма»	Хорошо	Хорошо	Нейтрально	Плохо
ГИС «Археологическое наследие Кузбасса»	Хорошо	Нейтрально	Нейтрально	Плохо
ГИС «Археологические памятники г. Омска и окрестностей»	Хорошо	Плохо	Плохо	Плохо

⁶ Археологические памятники г. Омска и окрестностей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://klis.omsu.ru/> (дата обращения: 20.05.2024).

В связи с вышесказанным и в качестве результатов исследования предлагается архитектура геопортала, представленная на **рис. 6**.

Рис. 6 Архитектура геопортала, отображающего объекты археологического наследия и возможность использования их в туристской деятельности региона

Fig. 6 The architectonics of a geoportal displaying archaeological heritage sites and the possibility of using them in the tourism activities of the region



4 Выводы

В России объекты археологического наследия менее открыты для посещения в сравнении с другими объектами культурного наследия. Для увеличения туристских потоков и, как следствие, вклада туристской деятельности в экономику регионов необходимо заинтересовать данной отраслью в первую очередь потенциальных инвесторов [8]. Помочь в решении данной проблемы мог бы такой георесурс, который не только обеспечил бы доступ к информации об археологических объектах для их изучения, сохранения и популяризации, но и содержал бы аналитический блок, решающий прикладную задачу — оценку инвестиционной привлекательности территорий с объектами археологического наследия.

Использование предоставляемой археологическим георесурсом возможности определять выгодные для инвестиционных вложений территории будет способствовать сохранению и устойчивому развитию историко-культурного наследия путем привлечения местных сообществ, предоставления рабочих мест, развития бизнеса, а также образовательных программ на объектах археологического наследия.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Скурихин О.В. Археология как ресурс туристской деятельности (на примере археологических памятников Томского района) // Динамика и взаимодействие геосфер Земли: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию подготовки в Томском государственном университете специалистов в области наук о Земле: в 3 т. (Томск, 8–12 ноября 2021 г.). Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2021. Т. 3. С. 183–185.
2. Макаров Н.А., Вдовиченко М.В., Зеленцова О.В. Цифровые технологии в археологии: проекты Института археологии РАН // Труды Отделения историко-филологических наук. 2021 / отв. ред. В.А. Тишков. М.: РАН, 2022. Т. 11. С. 135–144. DOI:10.26158/OIFN.2022.11.1.011.
3. Макаров Н.А., Зеленцова О.В., Коробов Д.С. и др. Россия как археологическое пространство: первые итоги работы по созданию национальной географо-информационной системы «Археологические памятники России» // Российская археология. 2016. № 4. С. 5–15.
4. Пьянков С.В., Круглова А.С., Корниенко С.И. Историко-культурное наследие Пермского края: сохранение, визуализация и изучение средствами ГИС-технологий // Информационный бюллетень Ассоциации «История и компьютер». 2014. № 42. С. 142–144.
5. Буряк Ж.А., Лисецкий Ф.Н. Геопортал археологических памятников Крыма — охрана объектов культурного наследия // Археология и геоинформатика: тезисы докладов IV Международной конференции (Москва, 21–23 мая 2019 г.). М.: ИА РАН, 2019. С. 20–21. DOI:10.25681/IARAS.2019.978-5-94375-289-6.20-21.
6. Плац И.А., Веретенников А.В., Горлышкин Н.Е. Разработка археологической ГИС Кузбасса: первые результаты и перспективы использования // Кузбасс: образование, наука, инновации. Молодежный вклад в развитие научно-образовательного центра «Кузбасс»: материалы X Инновационного конвента (Кемерово, 30 января 2022 г.). Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. С. 385–389.
7. Корусенко М.А., Герасимов Ю.В., Здор М.Ю. и др. Геоинформационная система «Археологические памятники г. Омска и окрестностей»: промежуточный итог // Омские научные чтения — 2018: материалы Второй Всероссийской научной конференции (Омск, 10–15 декабря 2018 г.) / отв. ред. Т.Ф. Ящук. Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2018. С. 39–41.
8. Кравченко Т.В., Богданова О.В. Основные методы управления территориями с объектами археологического наследия: проблемы и перспективы // Современные проблемы земельно-имущественных отношений, урбанизации территории и формирования комфортной городской среды: сб. докл. Международной научно-практической конференции (Тюмень, 1 декабря 2023 г.). Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2024. С. 115–122.

АВТОРЫ

Кравченко Татьяна Владимировна

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (ТИУ), Тюмень, Россия
кафедра геодезии и кадастровой деятельности,
Институт сервиса и отраслевого управления
 0000-0002-6409-0098

Богданова Ольга Викторовна

 bogdanovaov1@tyuiu.ru
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (ТИУ), Тюмень, Россия
кафедра геодезии и кадастровой деятельности,
Институт сервиса и отраслевого управления
д-р экон. наук, профессор
 0000-0003-3643-0179

Поступила 28.06.2024. Принята к публикации 20.09.2024. Опубликовано 27.09.2024.

UDC 004.65

DOI:10.30533/scidata-2024-15-06



Analysis of geoportals of archaeological heritage sites of the Russian Federation: challenges and prospects

Tatyana V. Kravchenko¹✉, Olga V. Bogdanova¹

AFFILIATIONS

¹ Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia

✉ kravchenkotv@tyuiu.ru

CITATION

Kravchenko TV, Bogdanova OV. Analysis of geoportals of archaeological heritage sites of the Russian Federation: challenges and prospects. *Spatial Data: science, research and technology*. 2024;15(3): 29–42. DOI:10.30533/scidata-2024-15-06.

KEYWORDS

archaeological heritage, geoportal, geographic information system, tourism activities

ABSTRACT

Cultural heritage is one of the key areas for the preservation and development of the identity of the peoples of Russia. That is why the problem of preservation and management of cultural objects, including archeology, is becoming more acute. In our country, archaeological heritage sites are less open to the public in comparison with other cultural heritage sites, as they are closed in nature. This does not allow increasing the tourist flow in areas with archaeological heritage sites, although this practice is popular in the world. The solution to this problem, which is undoubtedly relevant, is to develop such a geo-resource that will provide interactive access to information about archaeological sites for the tasks of their study, preservation and popularization, and will modernize the existing system of management of archaeological heritage sites. As a result of the study,

the main gaps in the existing geoportals of the archaeological heritage of the Russian Federation were identified, and the points of growth of geoportal technologies in the field of management of archaeological heritage objects from the position of openness of these objects were determined. In addition, the architectonics of a geoinformation resource displaying archaeological heritage sites and the possibility of using them in the tourism activities of the region are proposed.

REFERENCES

1. Skurikhin OV. Arheologiya kak resurs turistskoj deyatel'nosti (na primere arheologicheskikh pamyatnikov Tomskogo rajona) [Archeology as a resource of tourist activity (on the example of archaeological sites of the Tomsk region)]. *Dynamics and interaction of the Earth's geospheres: Proceedings of All-Russian conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of the training of specialists in the field of Earth sciences at Tomsk State University (Tomsk, November 8–12, 2021)*. In 3 vols. Vol. 3. Tomsk: Publishing House of the Tomsk CRI; 2021: 183–185. (In Russian).
2. Makarov NA, Vdovichenko MV, Zelentsova OV. Cifrovyte tekhnologii v arheologii: proekty Instituta arheologii RAN [Digital technologies in archaeology: projects of the Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences]. *Proceedings of the Department of Historical and Philological Sciences 2021. Tishkov VA (ed.)*. Vol. 11. Moscow: Russian Academy of Sciences; 2022: 135–144. (In Russian). DOI:10.26158/OIFN.2022.11.1.011.
3. Makarov NA, Zelentsova OV, Korobov DS, et al. Rossiya kak arheologicheskoe prostranstvo: pervye itogi raboty po sozdaniyu nacional'noj geografo-informacionnoj sistemy "Arheologicheskie pamyatniki Rossii" [Russia as an archaeological space: the first results of the work on the creation of the national geographic information system "Archaeological sites of Russia"]. *Russian Archaeology*. 2016;4: 5–15. (In Russian).
4. Pyankov SV, Kruglova AS, Kornienko SI. Istoriko-kul'turnoe nasledie Permskogo kraja: sohranenie, vizualizaciya i izuchenie sredstvami GIS-tekhnologij [Historical and cultural heritage of the Perm Territory: preservation, visualization and study by means of GIS technologies]. *Newsletter of the Association "History and Computer"*. 2014;42: 142–144. (In Russian).
5. Buryak JA, Lisetsky FN. Geoportal arheologicheskikh pamyatnikov Kryma – ohrana ob'ektov kul'turnogo naslediya [Geoportal of archaeological monuments of Crimea – protection of cultural heritage sites]. *Archeology and Geoinformatics: book of abstracts of the Forth International Conference (Moscow, May 21–23, 2019)*. Moscow: Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, 2019: 20–21. (In Russian). DOI:10.25681/IARAS.2019.978-5-94375-289-6.20-21.
6. Platz IA, Veretennikov AV, Gorlyshkin NE. Razrabotka arheologicheskoy GIS Kuzbassa: pervye rezul'taty i perspektivy ispol'zovaniya [Development of the archaeological GIS of Kuzbass: the first results and prospects of use]. *Kuzbass: education, science,*

innovations. Youth contribution to the development of the Kuzbass Scientific and Educational Center: Materials of the X Innovation Convention (Kemerovo, January 30, 2022). Kemerovo: Kemerovo State University; 2022: 385–389. (In Russian).

7. Korusenko MA, Gerasimov YuV, Zdorov MYu, et al. Geoinformacionnaya sistema "Arheologicheskie pamyatniki g. Omska i okrestnostej": promezhutochnyj itog [Geoinformation system "Archaeological monuments of Omsk and the surrounding area": intermediate result]. *Omsk scientific readings – 2018: Proceedings of the Second All-Russian scientific conference (Omsk, December 10–15, 2018).* Yaschuk TF (ed.). Omsk: Omsk State University named after F.M. Dostoevsky; 2018: 39–41. (In Russian).
8. Kravchenko TV, Bogdanova OV. Osnovnye metody upravleniya territoriyami s ob"ektami arheologicheskogo naslediya: problemy i perspektivy [Basic methods of managing territories with objects of archaeological heritage: Problems and Prospects]. *Modern problems of land and property relations, urbanization of the territory and the formation of a comfortable urban environment: collection of reports of the International Scientific and Practical Conference (Tyumen, December 1, 2023).* Tyumen: Tyumen Industrial University; 2024: 115–122. (In Russian).

AUTHORS

Tatyana V. Kravchenko

Tyumen Industrial University (TIU), Tyumen, Russia
Department of Geodesy and Cadastral Activity,
Institute of Service and Industry Management

 0000-0002-6409-0098

Olga V. Bogdanova

 bogdanovaov1@tyuiu.ru

Tyumen Industrial University (TIU), Tyumen, Russia
Department of Geodesy and Cadastral Activity,
Institute of Service and Industry Management
Dr. of Sci. (Economy), Professor

 0000-0003-3643-0179

Submitted: June 28, 2024. Accepted: September 20, 2024. Published: September 27, 2024.



О построении цифровой модели рельефа горного участка по ГНСС-измерениям

Э.Р. Мирмахмудов¹✉, Б.Ш. Тошонов¹,
М.Г. Тастемирова¹, М.А. Казахбаева¹

АФФИЛИАЦИИ

¹ Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан
✉ erkin_mir@mail.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Мирмахмудов Э.Р., Тошонов Б.Ш., Тастемирова М.Г., Казахбаева М.А. О построении цифровой модели рельефа горного участка по ГНСС-измерениям // Пространственные данные: наука и технологии. 2024. Т. 15. № 3. С. 43–55. DOI:10.30533/scidata-2024-15-14.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

цифровая модель рельефа, геоинформационная система, государственная геодезическая сеть, ГНСС, CATS, DOP, SRTM

АННОТАЦИЯ

В данной работе приведена методика построения цифровой модели рельефа (ЦМР) холмистой местности Ташкентской области Республики Узбекистан. В качестве объекта исследования выбрана Ангрено-Алмалыкская промышленная зона, где установлены реперы Центрально-Азиатской тектонической сети. Детально описана топографическая съемка небольшого участка горного массива с ГНСС-приемником Trimble R4-3. Получены более 300 пикетных точек с прямоугольными координатами в окрестности базового приемника, установленного на пункте ALMA CATS. На изображении Google Earth зафиксированы номера пикетных точек в окрестности исследуемого участка. По результатам измерений создана пространственная ЦМР в геоинформационной системе «Панорама».

Произведен сравнительный анализ ЦМР по SRTM-данным, топографической карте и спутниковым навигационным измерениям. Построены вертикальные профили ЦМР между двумя условными точками, расположенными на разных вершинах холмов. Результаты ГНСС-измерений более корректно отражают геометрическую форму местности по сравнению с другими методами построения ЦМР. Доказывается, что при ГНСС-съемке холмистой местности более приемлем режим кинематики реального времени (Real Time Kinematic). Даны рекомендации по использованию ЦМР в строительных работах на границах сопредельных республик.

1 Введение

Горные районы составляют почти четвертую часть от общей площади Республики Узбекистан [1]. Точных данных о площади Узбекистана до сих пор нет из-за приближенного метода расчета, недостаточности полевых измерений и отсутствия детальной аэрофотосъемки. Разумеется, если при определении площади учитывать рельеф, то численное значение будет отличаться от справочной информации, которая получена классическим способом. Это означает, что численное значение площади нужно уточнить, используя современные цифровые технологии и спутниковые навигационные измерения. Целесообразность применения навигационных приемников обуславливается универсальностью обработки и повышением точности координат определяемых пунктов.

В последние годы межреспубликанской комиссией [2] произведены демаркационные работы на границах между Узбекистаном и сопредельными республиками, где расположены основные объекты и сооружения. Выполнение топографических работ в этих местах затруднено сложностью рельефа и отсутствием дорожной инфраструктуры. Топографические измерения должны опираться на пункты государственной геодезической сети (ГГС), координаты которых были определены на основе триангуляции и нивелирования¹. Использование высокоточных инструментов играет важную роль при проектировании опорной геодезической сети (ОГС), которая является фундаментальной основой построения сетей сгущения. Разумеется, перед проведением полевых работ рекомендуется произвести рекогносцировку местности и пунктов ГГС². Предварительное изучение местности и рельефа по картам является основным этапом планирования и топографо-геодезического обеспечения. В таких местах необходимо использовать крупномасштабные топографические карты. Поскольку

¹ ГКИНП-02-033-82. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1 : 5000, 1 : 2000, 1 : 1000, 1 : 500. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/70369280> (дата обращения: 15.06.2024).

² Яковлев Н.В. Высшая геодезия: учебник для вузов. М.: Недра, 1989. 445 с.

местность является холмистой, то оптимальным методом определения высот точек является тригонометрическое нивелирование с помощью электронно-оптического тахеометра [3]. Это очень важно при проведении кадастровых работ и гидрологических измерений вдоль линейных сооружений, расположенных на границах нескольких государств (рис. 1, 2).

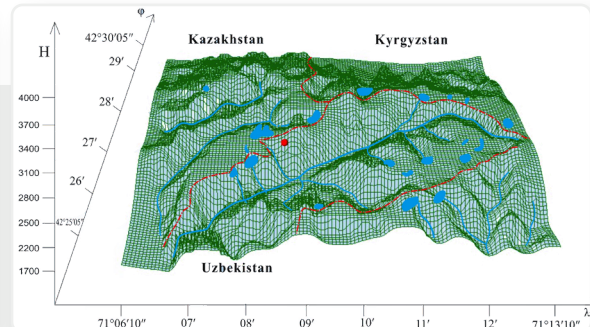
Рис. 1 Фрагмент топографической карты

Fig. 1 Fragment of a topographic map



Рис. 2 Фрагмент пространственной модели

Fig. 2 Fragment of a spatial model



Для решения вышеописанных проблем следует учесть геодезические работы корпуса военных топографов бывшего Туркестанского военного округа³, которые были первыми исследователями в области топографии и картографии. Географические исследования производились военными топографами и специалистами Ташкентской астрономической обсерватории (ТАО) с 1867 по 1919 год для картографирования и создания ОГС. Были получены уникальные результаты полевых геодезических и гравиметрических измерений территории Средней Азии, которые опубликованы в научных трудах и циркулярах⁴.

Целью данной работы является анализ построения цифровой модели рельефа (ЦМР) по SRTM, топографической карте и результатам ГНСС-измерений [4]. Достижению обозначенной цели служат следующие задачи:

- 1) рекогносцировка местности;
- 2) геодезическая съемка с GNSS Trimble R4-3;
- 3) вычисление координат;
- 4) построение ЦМР и вертикального профиля рельефа местности.

³ Полный каталог астрономических пунктов Туркестанского военного округа и прилегающих к нему земель / сост. П.К. Залесский. 2-е изд. Ташкент: Туркестан. отд. Рус. имп. геогр. о-ва, 1914. 227 с.

⁴ Астрономическому институту АН УзССР 100 лет. Ташкент: Фан, 1973. 144 с.

2 Материалы и методы

В качестве тестирования были выбраны некоторые районы Ангрено-Алмалыкской промышленной зоны (рис. 3) и Таваксайского геодинамического полигона (рис. 4). Выбор этих районов связан с тем, что на территории данной зоны и полигона установлены три пункта Центрально-Азиатской тектонической сети (Central Asian Tectonic Science — CATS) специалистами Потсдамского центра наук о Земле (GeoForschungsZentrum) для исследования тектонических смещений микроплит. В процессе обработки вычислены точные значения широты, долготы и высоты (табл. 1) относительно общеземного эллипсоида WGS84⁵. Полученные значения координат служат математической основой для ЦМР в форматах 2D и 3D.

Рис. 3 Пункты Angr и Alma CATS

Fig. 3 Angr and Alma CATS points



Рис. 4 Схема пунктов ГГС

Fig. 4 Scheme of GGS points

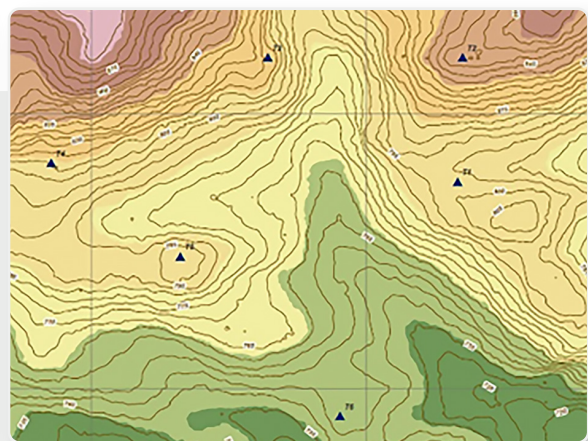


Таблица 1 Координаты пунктов

Table 1 Coordinates of points

Обозначение	B_{wgs84}	L_{wgs84}	X_{42}	Y_{42}	$H, м$
CICR	41°34'20".8	69°39'39".0	4 604 435,44	12 555 188,07	771,2
ALMA	40°49'42".9	69°43'49".0	4 521 870,11	12 561 673,58	737,9
ANGR	41°06'07".7	70°04'53".7	4 552 556,30	12 590 931,53	1 307,3

Не обязательно использовать конкретную уровенную поверхность, т. е. достаточно иметь любую поверхность, относительно которой можно вычислить

⁵ Department of Defense World Geodetic System 1984 – Its Definition and Relationship with local geodetic Systems, DMA TR 8350.2. 2nd ed. Washington, DC: Headquarters, Defence Mapping Agency, 1991. 170 p.

превышения между точками. Тем не менее, чтобы произвести анализ ЦМР, следует сравнить конфигурации изображения вертикального профиля [5, 6].

В 2018–2022 годах были определены предварительные координаты точек Центрально-Азиатской геодинамической сети с мобильным навигатором. После выполнения обследования местности и геодезических пунктов координаты были уточнены с приемником GNSS Trimble R4-3 [7]. Позже, в 2023 году, вновь произведены повторные измерения и вычисления координат с использованием стандартного программного обеспечения. В процессе ГНСС-съемки базовая станция была размещена на точке ALMA CATS, а ровер с ГНСС-приемником устанавливался в наиболее характерных местах исследуемого рельефа. Вся территория была покрыта 333 пикетами, координаты которых были вычислены по навигационным измерениям, выполненным в режиме реального времени (**рис. 5**). Первоначальным критерием точности навигационных измерений является значение геометрического фактора PDOP [8]. Значение PDOP варьировалось от 1,2 до 1,8, что говорит о хорошей конфигурации спутников. В процессе работы выяснилось, что установка ГНСС-приемника на пикетных точках является эффективной в тех местах, где имеются возвышенности и впадины.

Рис. 5 Схема ГНСС-точек вблизи пункта ALMA CATS

Fig. 5 GNSS points diagram near the ALMA CATS point



3 Результаты

Вычисление координат выполнено с помощью встроенных вычислительных модулей геоинформационной системы (ГИС). В современных ГИС имеется подпрограмма, которая автоматически сглаживает дискретные точки изолиний путем интерполяции, т. е. создается комбинированная модель для сложных рельефов⁶.

⁶ Лурье И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учеб. пособие. М.: Изд-во КДУ, 2008. 424 с.

Такая модель наиболее пригодна для исследования труднодоступных районов, где можно учесть изменения поверхности и неровности.

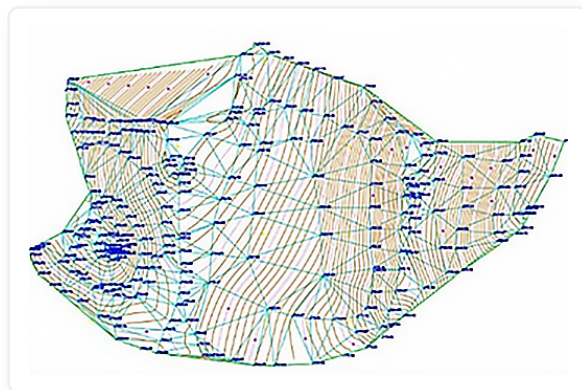
В последние годы стали использовать специальные программы, которые позволяют создавать пространственную ЦМР любого участка. В данной работе были построены ЦМР в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции с помощью вышеуказанных ГИС. Современные системы создают модели в любой системе координат путем линейного преобразования. Эта методика является приближенной, если неизвестны углы разворота между системами координат.

Результаты навигационных измерений были обработаны в стандартном программном обеспечении ТВС, вычислены предварительные прямоугольные координаты, а также высоты пикетных точек. Произведено графическое построение ЦМР исследуемых поверхностей по координатам точек в программном обеспечении Credo (**рис. 6**), Surfer (**рис. 7**) и ГИС «Панорама» (**рис. 8**).

Рис. 6 ЦМР полигона Таваксай в 2D и 3D

Fig. 6 DEM of the Tavaksay polygon in 2D and 3D

2D



3D

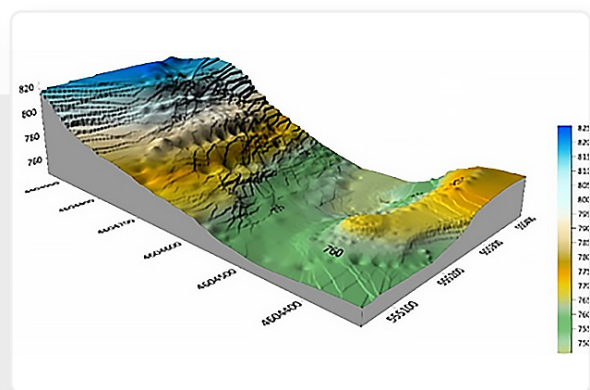


Рис. 7 ЦМР Сурхандарьинской области в Surfer

Fig. 7 DEM of Surkhandarya region in Surfer

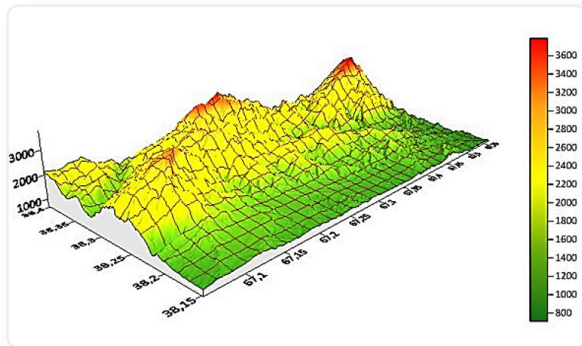
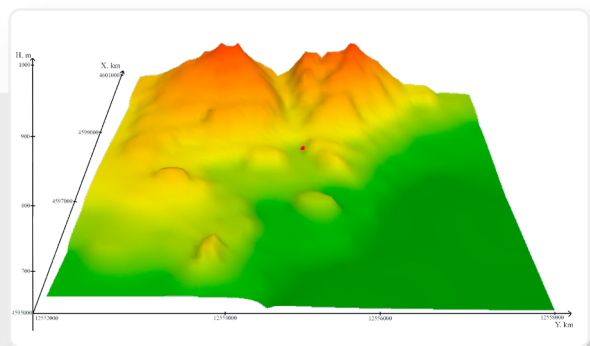


Рис. 8 ЦМР в ГИС «Панорама»

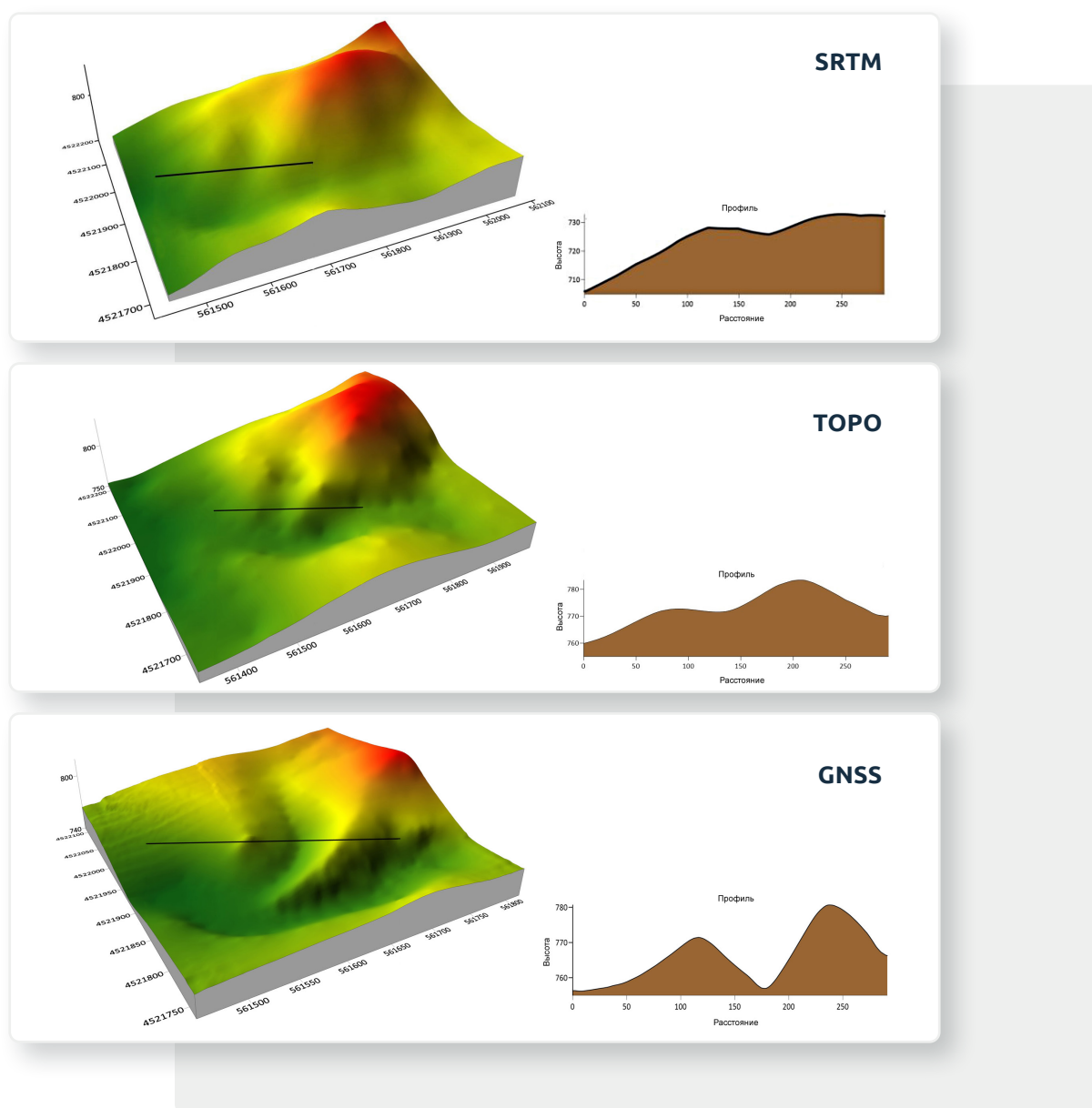
Fig. 8 DEM in GIS "Panorama"



Что касается анализа геометрической поверхности местности, то корректной интерпретацией является графическая модель, построенная комбинированным методом. В последние годы стали применять беспилотные летательные аппараты различной модификации и конструкции, а также лазерные сканеры. Не каждая организация или кафедра может приобрести цифровые сканеры из-за ограниченного финансирования. В связи с этим были использованы средства и методы, имеющиеся на кафедре геодезии и геоинформатики Национального университета Узбекистана. Построены три ЦМР горного участка вблизи города Алмалыка по данным SRTM, топографической карты и навигационным измерениям (рис. 9).

Рис. 9 ЦМР по данным SRTM, карты и ГНСС

Fig. 9 DEM based on SRTM data, maps and GNSS



4 Обсуждение

Из вышеописанного можно сделать вывод, что точность построения ЦМР зависит не только от крутизны рельефа местности и площади участка, но и от метода измерений [9]. При этом особое внимание необходимо уделять измерениям с ГНСС-приемником вдоль дорог, границ лесохозяйственных угодий и гидрологических объектов. Безусловно, в таких местах количество пикетных точек будет намного больше, чем в равнинной местности. Однако при проектировании дорожной трассы или линейных объектов полезно иметь вертикальный профиль с целью выработки оптимальных путей планирования строительных работ. Из рис. 9 видно, что построенный в ГИС «Панорама» рельеф представляет собой сглаженную кривую, полученную методом аппроксимации. Что касается профиля между двумя точками в ЦМР, то он наглядно отражает геометрию верхней части участка тремя методами.

5 Выводы

В данном исследовании предпринята первая попытка построить ЦМР небольшого участка горной местности Ташкентской области по результатам ГНСС-измерений. В процессе работы была выявлена целесообразность применения ГНСС-приемников в труднодоступных районах и на возвышенностях. Определение точных границ фермерских хозяйств и лесных угодий в холмистой местности с помощью цифровых технологий и геоинформационных систем приводит к оценке кадастровых карт. Более детальная привязка координат цифровой модели местности зависит от математической основы топографических карт и планов.

Таким образом, ЦМР является результатом полевых топографических, геодезических и аэрокосмических работ, а также использования геоинформационных технологий. Такая модель предоставляет вспомогательную информацию для планирования и контроля объема строительных и гидрологических работ [10].

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают свою благодарность доктору философии по географическим наукам А.С. Рузиеву, соискателю Н.А. Муминовой и докторанту кафедры геодезии и геоинформатики Национального университета Узбекистана А.У. Нуратдинову за помощь, оказанную при оформлении текста статьи и выполнении навигационных измерений в горной местности.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Belolipov I.V., Zurov D.E., Eisenman S.W. The Geography, Climate and Vegetation of Uzbekistan // Medicinal Plants of Central Asia: Uzbekistan and Kyrgyzstan. S. Eisenman, D. Zurov, L. Struwe (eds). New York: Springer, 2013. P. 5–7.
2. Карабазов С.А. Совершенствование обеспечения топогеодезической и картографической информацией при делимитации и демаркации государственной границы: дис. ... д-ра философии по техническим наукам. Ташкент, 2022. 96 с.
3. Филатова А.И., Поздышева О.Н., Арутюнян А.О. Изучение процессов работы геодезического оборудования при строительстве дорог: монография. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2017. 94 с.
4. Павлова А.И., Павлов А.В. Анализ методов коррекции цифровых моделей рельефа, построенных по спутниковым данным // Автометрия. 2018. Т. 54. № 5. С. 25–32. DOI:10.15372/AUT20180503.
5. Абдумуминов Б.О. Разработка ЦМР по топографическим картам (на примере Сурхандарьинской области): дис. ... д-ра философии по географическим наукам. Ташкент, 2023. 123 с.
6. Костин А.В. Цифровые модели рельефа (методы создания и направления использования) // Наука и техника в Якутии. 2011. Т. 1. № 20. С. 23–28.
7. Мирмахмудов Э.Р., Рузиев А.С., Тошенов Б.Ш. и др. Анализ точности расстояний между двумя пунктами в горной местности // Геодезия, картография и геоинформатика. 2024. № 1. С. 44–49.
8. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: в 2 т. М.: Картгеоцентр, 2005. Т. 1. 346 с.
9. Трофимов А.А. Оценка точности матрицы высот SRTM по материалам топографических съемок // Геопрофи. 2014. № 6. С. 13–17.
10. Энтин А.Л. Методы повышения достоверности ЦМР для гидрологического моделирования и картографирования: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2019. 106 с.

АВТОРЫ

Мирмахмудов Эркин Рахимжанович

Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан
кафедра геодезии и геоинформатики, факультет географии и ГИС
д-р геогр. наук, доцент

 0000-0002-2389-6773

Тошенов Бекзод Шермамат угли

Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан
кафедра геодезии и геоинформатики, факультет географии и ГИС
преподаватель

Тастемирова Мунира Галиевна

Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан
кафедра геодезии и геоинформатики, факультет географии и ГИС
магистрант

Казахбаева Мехрибан Ауесбай кизи

Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан
кафедра геодезии и геоинформатики, факультет географии и ГИС
магистрант

Поступила 30.06.2024. Принята к публикации 20.09.2024. Опубликовано 27.09.2024.

UDC 528.7

DOI:10.30533/scidata-2024-15-14



On the consruction of a mountain area dem based on the GNSS measurement

Erkin R. Mirmakhmudov¹✉, Bekzod Sh. Toshonov¹,
Munira G. Tastemirova¹, Mekhriban A. Kazakhbaeva¹

AFFILIATIONS

¹ National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

✉ erkin_mir@mail.ru

CITATION

Mirmakhmudov E.R., Toshonov B.Sh., Tastemirova M.G., Kazakhbaeva M.A. On the consruction of a mountain area dem based on the GNSS measurement. *Spatial Data: science, research and technology*. 2024;15(3): 43–55. DOI:10.30533/scidata-2024-15-14.

KEYWORDS

digital elevation model, geographic information system, state geodetic networks, CATS, GNSS, DOP, SRTM

ABSTRACT

This paper presents a methodology for constructing a digital elevation model (DEM) of the hilly terrain of the Tashkent region, Uzbekistan. The Angren and Almalyk industrial zone, where the benchmarks of the Central Asian Tectonic Network were installed, was chosen as the object of study. The topographical survey of a small section of a mountain range with a global satellite navigation receiver GNSS Trimble R4-3 is presented in detail. More than 300 picket points with rectangular coordinates were obtained in the vicinity of the base receiver installed at the ALMA CATS benchmark. The Google Earth image shows the numbers of picket points

in the vicinity of the study area. A digital relief model was created in the GIS “Panorama” based on measurement results. A comparative analysis of the DEM was carried out using SRTM data, topographic map and satellite navigation measurements. Vertical DEM profiles were constructed between two conventional points located on different hilltops. It has been proven that the results of GNSS measurements more accurately reflect the geometric shape of the terrain compared to other methods. It is proven that real time kinematic (RTK) is considered more suitable for GNSS surveying of hilly terrain. Recommendations are given for the use of DEMs during construction work on the borders of neighboring republics.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their gratitude to PhD in Geography A.S. Ruziev, applicant N.A. Muminova and doctoral student A.U. Nuratdinov of the Mirzo Ulugbek National University of Uzbekistan for their assistance in preparing the text of the article and performing navigation measurements in mountainous areas.

REFERENCES

1. Belolipov IV, Zaurov DE, Eisenman SW. The Geography, Climate and Vegetation of Uzbekistan. *Medicinal Plants of Central Asia: Uzbekistan and Kyrgyzstan*. Eisenman S, Zaurov D, Struwe L (eds). New York: Springer; 2013: 5–7.
2. Karabazov SA. *Sovershenstvovaniye obespecheniya topogeodezicheskoy i kartograficheskoy informatsiyey pri delimitatsii i demarkatsii gosudarstvennoy granitsy* [Improving the provision of topogeodetic and cartographic information during the delimitation and demarcation of the state border] [dissertation]. Tashkent; 2022. 96 p. (In Russian).
3. Filatova AI, Pozdysheva ON, Arutyunyan AO. *Izucheniye protsessov raboty geodezicheskogo oborudovaniya pri stroitel'stve dorog* [Study of the processes of operation of geodetic equipment during road construction] [monograph]. Tambov: Consulting company Ucom; 2017. 94 p. (In Russian).
4. Pavlova AI, Pavlov AV. Analiz metodov korrektsii tsifrovyykh modeley rel'yefa, postroyennykh po sputnikovym dannym [Analysis of methods for correcting digital elevation models constructed from satellite data]. *Avtometriya*. 2018;54(5): 25–32. (In Russian). DOI:10.15372/AUT20180503.
5. Abdumuminov BO. *Razrabotka DEM po topograficheskim kartam (na primere Surkhandar'inskoy oblasti)* [Development of DEM on topographic maps (Surkhandarya region)] [dissertation]. Tashkent; 2023. 123 p. (In Russian).
6. Kostin AV. Tsifrovyye modeli rel'yefa (metody sozdaniya i napravleniya ispol'zovaniya) [Digital terrain models (methods of creation and directions of use)]. *Science and technology in Yakutia*. 2011;1(20): 23–28. (In Russian).
7. Mirmakhmudov ER, Ruziyev AS, Toshonov BSh, et al. Analiz tochnosti rasstoyaniy mezhdu dvumya punktami v gornoy mestnosti [Analysis of the accuracy

- of distances between two points in mountainous terrain]. *Geodesy, cartography and geoinformatics*. 2024;1: 44–49. (In Russian).
8. Antonovich KM. *Ispol'zovaniye sputnikovykh radionavigatsionnykh sistem v geodezii* [Use of satellite radio navigation systems in geodesy]. In 2 v. Vol. 1. Moscow: Kartgeotsentr; 2005. 346 p. (In Russian).
 9. Trofimov AA. *Otsenka tochnosti matritsy vysot SRTM po materialam topograficheskikh s'yemok* [Evaluation of the accuracy of the SRTM height matrix based on topographic survey data]. *Geoprofi*. 2014;6: 13–17. (In Russian).
 10. Entin AL. *Metody povysheniya dostovernosti TSMR dlya gidrologicheskogo modelirovaniya i kartografirovaniya* [Methods for increasing the reliability of DEM for hydrological modeling and mapping] [dissertation]. Moscow; 2019. 106 p. (In Russian).

AUTHORS

Erkin R. Mirmakhmudov

National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
Department of Geodesy and Geoinformatics,
Faculty of Geography and Geoinformation Systems
Dr. of Sci. (Geography), Associate Professor
 0000-0002-2389-6773

Beksod Sh. Toshonov

National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
Department of Geodesy and Geoinformatics,
Faculty of Geography and Geoinformation Systems

Munira G. Tastemirova

National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
Department of Geodesy and Geoinformatics,
Faculty of Geography and Geoinformation Systems

Mexriban A. Kazakhbaeva

National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
Department of Geodesy and Geoinformatics,
Faculty of Geography and Geoinformation Systems

Submitted: June 30, 2024. Accepted: September 20, 2024. Published: September 27, 2024.



Работа инженера-геодезиста в службе заказчика: проблемы и их решение

В.А. Зубарев¹✉, В.В. Ознамец²

АФФИЛИАЦИИ

¹ ООО «Капитал Групп», Москва, Россия

² Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

✉ z-volan@yandex.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Зубарев В.А., Ознамец В.В. Работа инженера-геодезиста в службе заказчика: проблемы и их решение // Пространственные данные: наука и технологии. 2024. Т. 15. № 3. С. 56–78. DOI:10.30533/scidata-2024-15-15.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

строительство уникальных зданий и сооружений, строительные нормы и правила, геодезический мониторинг, исполнительная документация, методика измерений

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены методы выполнения контрольных геодезических работ, произведенных на объекте Capital Towers по адресу: Москва, Краснопресненская наб., вл. 14, стр. 1. Данные здания являются во многом уникальными, хотя и не самыми высокими в истории фирмы. Они представляют интерес с точки зрения сложности условий строительства и масштабности работ. На основе предыдущего опыта высотного строительства и с использованием имеющихся в наличии аппаратуры и программного обеспечения были выработаны определенные стандарты выполнения работ, в некоторых случаях отличающиеся от требований национального стандарта и инструкций. Отчеты по этим работам были представлены в организации, проводящие научное сопровождение объекта и осуществляющие контроль за строительством. Представленная информация была признана

исчерпывающей и позволила проектному институту сделать выводы о состоянии конструкций здания и об изменении их положения со временем. Подобные стандарты приняты геодезистами заказчика и подрядчика и успешно использовались на других уникальных объектах высотного строительства фирмы «Капитал Групп»: МФК «Око» (3-е место в списке самых высоких зданий Европы — 354,2 м); Moscow Towers (16-е место — 283 м). Кроме того, именно по этим принципам была выстроена работа на башне «Меркурий» (5-е место — 338,8 м).

1 Введение

Работы на объекте «Многофункциональный высотный жилой комплекс с подземной автостоянкой» по адресу: Москва, Краснопресненская наб., вл. 14, стр. 1, выполнялись бригадой, состоящей из двух человек.

1.1 Цели и задачи исследования

Основная цель исследования — проанализировать методы геодезического контроля за строительством здания с точки зрения практики.

В соответствии с данной целью были поставлены следующие задачи:

- указать на недостатки анализа и отчетной документации, полученной при этом;
- предложить методы унификации дальнейшей работы;
- стандартизировать процесс геодезического контроля на объекте;
- сделать вывод о достаточности полученной информации.

В состав работ инженера геодезического контроля на объекте входит¹:

- составление геодезической основы и ее передача подрядчику для производства работ;
- развитие исходной сети;
- получение исполнительной документации от подрядчика и субподрядчика, ее проверка и оценка качества работы;
- выборочная проверка соблюдения технологии производства работ и консультации по технологическим процессам;
- расчет объемов земляных масс и предоставление собственных расчетов;
- анализ результатов мониторинга и подтверждение объемов выполненных работ.

¹ Исполнительная документация в строительстве: справочное пособие. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293835/4293835289.htm?ysclid=m2kq5eid1p122516525> (дата обращения: 20.06.2024).

1.2 Общая характеристика объекта

Capital Towers — жилой комплекс рядом с деловым центром «Москва-Сити» на берегу Москвы-реки. Комплекс состоит из трех башен, объединенных общим стилобатом, имеющих высоту 295 м (рис. 1, 2).

Уникальность этого проекта определяется сразу несколькими факторами: во-первых, близостью реки; во-вторых, конструкцией наклонных колонн высотой более 20 м, являющихся доминантной составляющей лобби; в-третьих, расположением путей метрополитена непосредственно в зоне строительства. Кроме того, на севере и на западе стилоблатная часть непосредственно контактирует с существующими зданиями и сооружениями.

Уникальность объекта и изменение к требованиям контрольных геодезических работ привели к творческому переосмыслению инструкций и положений, определяющих ход работ и составление исполнительной документации.

Помимо перечисленных факторов, уникальность этого проекта определяется также отсутствием угловых колонн, которые уменьшили бы жилую площадь и ограничили вид из угловых квартир. Для получения необходимой жесткости конструкции было увеличено количество связующих балок и применен метод строительного подъема торцов перекрытия. Проект выполнен архитектурным бюро «Сергей Скуратов Architects».

На рис. 2 представлена геоподоснова строительного объекта. Основными проблемами, согласно ей, являются близость реки с одной стороны и непосредственный контакт с существующими зданиями и сооружениями.

На рис. 3 представлена 3D-модель башен комплекса. В основании видны наклонные колонны высотой более 30 м.

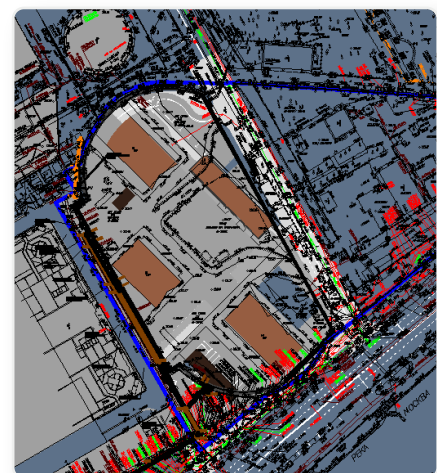
Рис. 1 Многофункциональный высотный жилой комплекс с подземной автостоянкой по адресу: Москва, Краснопресненская наб., д. 14

Fig. 1 Multifunctional high-rise residential complex with underground parking, Moscow, Krasnopresnenskaya emb., 14



Рис. 2 Геодезическая основа строительства

Fig. 2 Geodetic basis of construction



Новаторский подход в архитектуре состоит в уменьшении ширины башен до 21 м. Это придает визуальную элегантность зданиям.

В лифтовых шахтах установлены лифты систем TWIN (лифты с двумя независимыми кабинами, смонтированными в одной шахте) и Double Deck (одна кабина смонтирована над другой). Это позволяет увеличить пропускную способность лифтов. Вместе с тем это повышает ответственность при разбивке, монтаже и мониторинге готовых конструкций. Амбициозность проекта требует большого количества контрольных съемок.

Рис. 3 3D-модель башен Capital Towers (River Tower, City Tower и Park Tower)

Fig. 3 3D model of Capital Towers (River Tower, City Tower and Park Tower)



2 Материалы и методы

2.1 Приборы и оборудование

В нашей работе используются тахеометры Nikon Nivo 1.C. Этот инженерный тахеометр с угловой точностью 1" является явным фаворитом в соответствующем классе по функционалу и по соотношению между ценой и качеством.

В качестве программного обеспечения используется программный продукт компании Autodesk AutoCAD — Civil 3D, сборник приложений для оформления исполнительных схем GEO_DEVIATION v2.5.9.

2.2 Проблемы контроля при подготовке исполнительной документации

На стадии строительства высотных объектов огромное значение придается контролю выполненных работ [1]. Эта ежедневная рутинная работа должна проводиться для своевременного обнаружения ошибок, их исправления и выявления причин их возникновения с целью исключения подобных проблем в будущем.

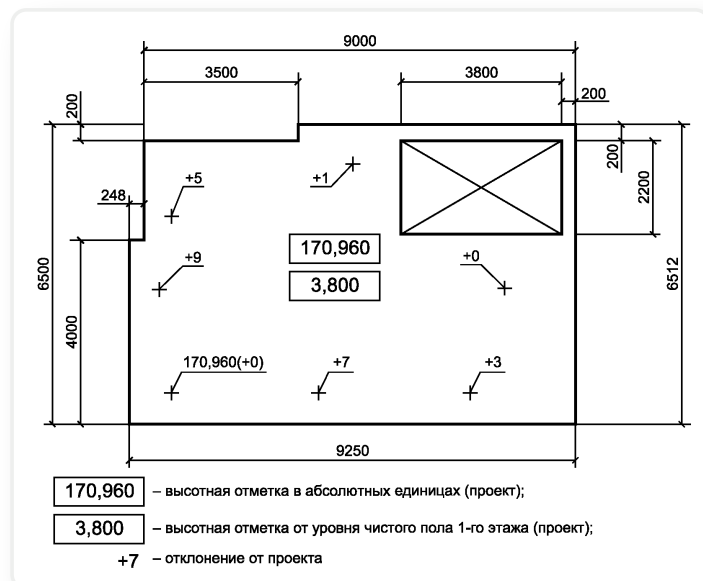
Проведение контрольных съемок заказчиком и подрядчиком производится отдельно, чтобы избежать ошибок со стороны подрядной организации, и это, согласно А.И. Штейнбергу², дисциплинирует работниковстроек, сосредотачивая их внимание на требованиях технических условий (важность данного тезиса подчеркивают, в частности, Н.В. Цопа и А.С. Карпушкин [2]). В то же время постоянное ознакомление начальства с результатами позволяет проектировщикам и инженерам технического контроля быть уверенными в том, что строительные работы выполнены в строгом соответствии с требованиями технической документации и изменениями, вносимыми в проект по ходу строительства. Это служит своеобразной гарантией обеспечения качества строительства [3].

Исполнительная документация на объекте должна быть выполнена в соответствии с СП 126.13330.2017³ и ГОСТ Р 51872-2019⁴. Однако их применение в точном соответствии с предложенными образцами показало нам неинформативность и даже ошибочность предоставленных данных практически на каждом этапе. Рассмотрим лишь некоторые образцы исполнительной документации и сравним их с применяемыми на нашем объекте.

На **рис. 4**⁵ представлена исполнительная схема рекомендованного образца, на которой показано отклонение фактических высотных отметок от плановых.

Рис. 4 Исполнительная схема из ГОСТ Р 51872-2019 (примеры указания действительных отклонений поверхностей)

Fig. 4 Executive geodetic scheme is according GS 51872-2019 (examples of the notation of actual surface deviations)



2 Штейнберг А.И. Исполнительная техническая документация в строительстве. 5-е изд., перераб. и доп. Л.: Стройиздат. Ленинград. отд-ние, 1983. 223 с.
 3 Свод правил 126.13330.2017. Геодезические работы в строительстве. М.: Стандартинформ, 2018. 53 с.
 4 ГОСТ Р 51872-2019. Документация исполнительная геодезическая. М.: Стандартинформ, 2019. 35 с.
 5 Там же. С. 10.

На ней указано точное плановое положение съемочной точки. Это избыточная информация, перегружающая чертеж. В любом случае точки, расположенные вблизи, будут иметь ту же отметку. Абсолютная отметка здесь тоже излишняя. На данном горизонте она не используется, так как на отметке 0,00 чистого пола перекрытия абсолютная отметка заносится внутрь здания и далее является исходным репером для дальнейшего строительства.

Пример реальной исполнительной схемы, выполненной на нашем объекте, представлен на **рис. 5**. Указаны отклонения от плоскости, имеющей одну отметку. Съёмка производится раздельно для верха перекрытия и низа, что дает представление о толщине и прогибе конструкции. Это исчерпывающая информация, которая не допускает разночтений.

На **рис. 6**⁶ указаны «действительные отклонения осей элементов от проектного положения», что приводит к введению неверного по своей сути понятия «фактическая ось колонны». Такая ось может быть только плановой, поскольку при заливке возникают деформации любой колонны по всей длине. Возможно кручение отдельных элементов опалубки и всей конструкции в целом, поэтому определить «фактическую ось» не представляется возможным.

Рис. 5 Фрагмент исполнительной схемы, применяемой на объекте строительства (пример 1)

Fig. 5 A fragment of the executive scheme used at the construction site (the 1st example)

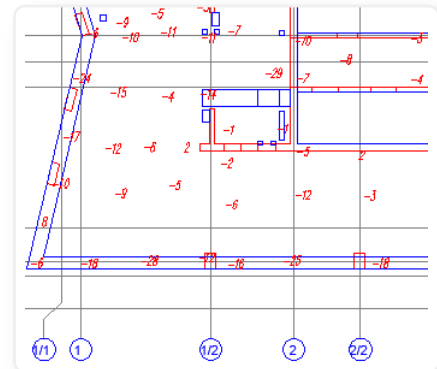
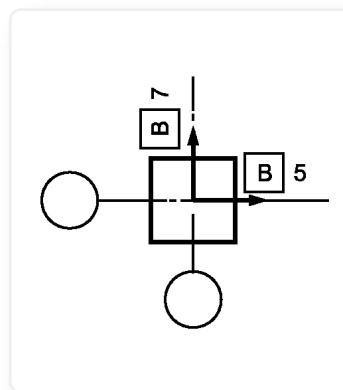


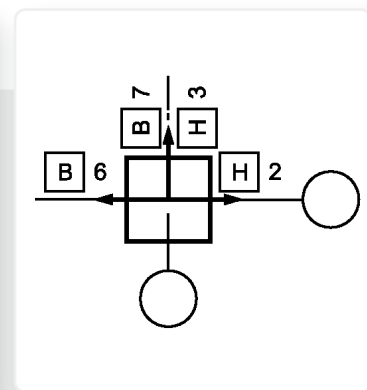
Рис. 6 Исполнительная схема из ГОСТ Р 51872-2019 (примеры указания действительных отклонений осей элементов от проектного положения в плане)

Fig. 6 Executive geodetic scheme is according to GS 51872-2019 (examples of the notation of actual deviations of the elements axes from the design)

Сваи



Колонны



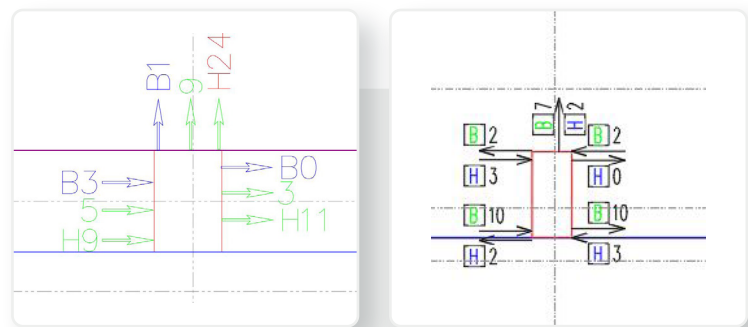
Условные обозначения

В верхнее сечение Н нижнее сечение

⁶ ГОСТ Р 51872-2019. Документация исполнительная геодезическая. М.: Стандартинформ, 2019. С. 10.

Рис. 7 Фрагмент исполнительной схемы, применяемой на объекте строительства (пример 2)

Fig. 7 A fragment of the executive scheme used at the construction site (the 2nd example)



Условные обозначения

□ верхнее сечение □ нижнее сечение

На **рис. 7** слева изображены три стрелки, указывающие на то, что конструкция колонны состоит из двух элементов. При этом центральная стрелка обозначает отклонение колонны от оси конструкции в месте сопряжения конструкций опалубки. Справа — цельная конструкция опалубки. Такое расположение стрелок позволяет не только увидеть смещение конструкции, но и определить ее «распирание» с целью принятия правильного решения для исправления ситуации.

Представленная на **рис. 8** схема не дает возможности определить распирание конструкции и принять решение об исправлении положения. Схема на **рис. 9**⁷, рекомендованная ГОСТ Р 51872-2019, предполагает, возможно, отрисовку осей непосредственно поверх фундаментов, а затем измерение отклонений рулеткой — процесс трудоемкий, и точность измерений, полученных в его результате, сомнительная. То же самое относится и к схеме, приведенной на **рис. 10**⁸.

Схема на **рис. 11**⁹ дает неполное представление о геометрии конструкции (возможном ее искривлении)¹⁰. В связи с этим представить «плановое положение» такой конструкции невозможно. Необходимо производить съемку конструкции в критических точках (по краям конструкции, в местах сварных соединений и местах возможного прогиба).

Применение тахеометра и программного обеспечения Autodesk AutoCAD Civil 3D в случае, когда мы имеем дело с наклонной поверхностью, позволяет нам представить информацию более полную, чем на рекомендованной схеме (**рис. 12**¹¹).

⁷ ГОСТ Р 51872-2019. Документация исполнительная геодезическая. М.: Стандартинформ, 2019. С. 17.

⁸ Альбом единых форм исполнительной документации в строительстве. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://исполнительнаядокументация.рф/wp-content/uploads/2020/12/Albom-edinyh-form-geodezicheskoi-ispolnitelnoj-dokumentatsii-v-stroitelstve.pdf> (дата обращения: 20.06.2024).

⁹ Там же.

¹⁰ ГОСТ 24846-2019. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. М.: Стандартинформ, 2020. 15 с.

¹¹ Альбом единых форм исполнительной документации в строительстве. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://исполнительнаядокументация.рф/wp-content/uploads/2020/12/Albom-edinyh-form-geodezicheskoi-ispolnitelnoj-dokumentatsii-v-stroitelstve.pdf> (дата обращения: 20.06.2024).

Рис. 8 Образец исполнительной схемы планового положения вертикальных монолитных конструкций, составленной согласно регламенту приемки исполнительной документации «Капитал Групп»

Fig. 8 A sample of the executive scheme of vertical monolithic structures planned position, according to the regulations for the acceptance of executive documentation of Capital Group

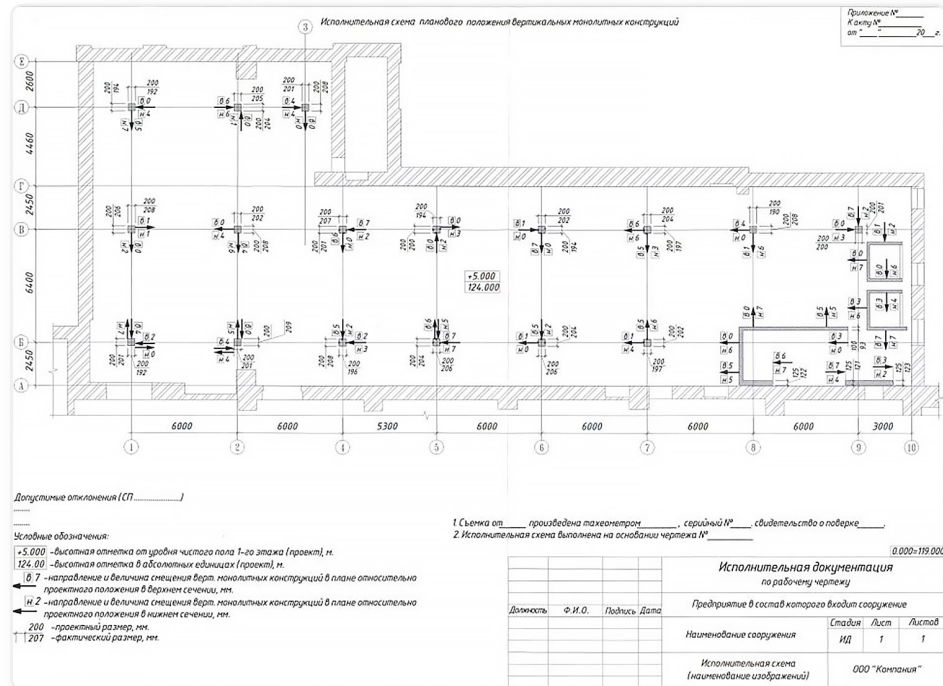


Рис. 9 Исполнительная схема ленточных фундаментов из ГОСТ Р 51872-2019

Fig. 9 Executive geodetic scheme of strip foundations is according to state standards 51872-2019

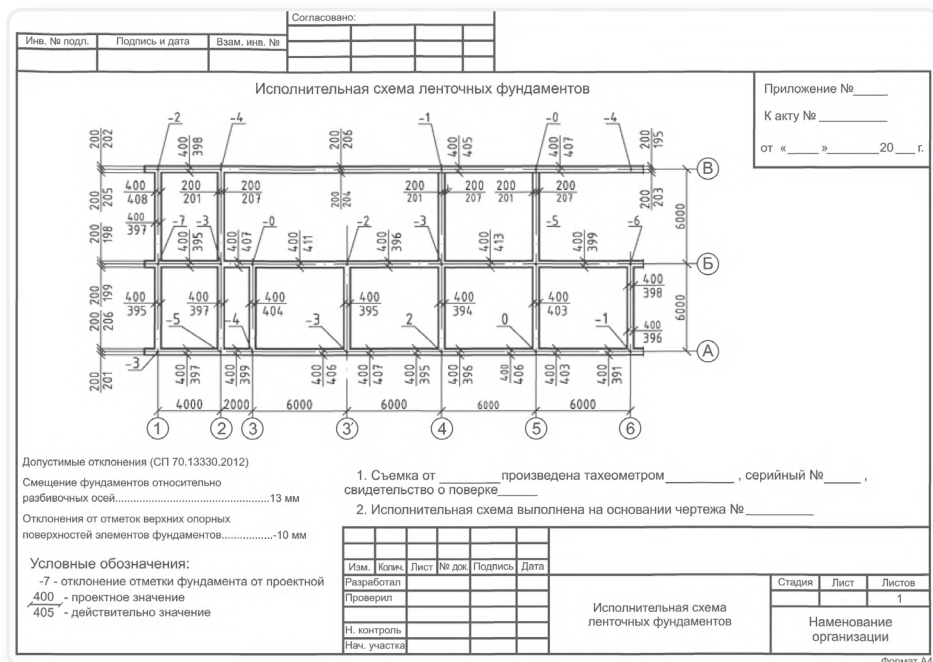


Рис. 10 Рекомендованный образец исполнительной документации, согласно Альбому единых форм исполнительной документации в строительстве (с. 13)

Fig. 10 The recommended sample of executive documentation according to the Unified forms album of executive documentation in construction (p. 13)

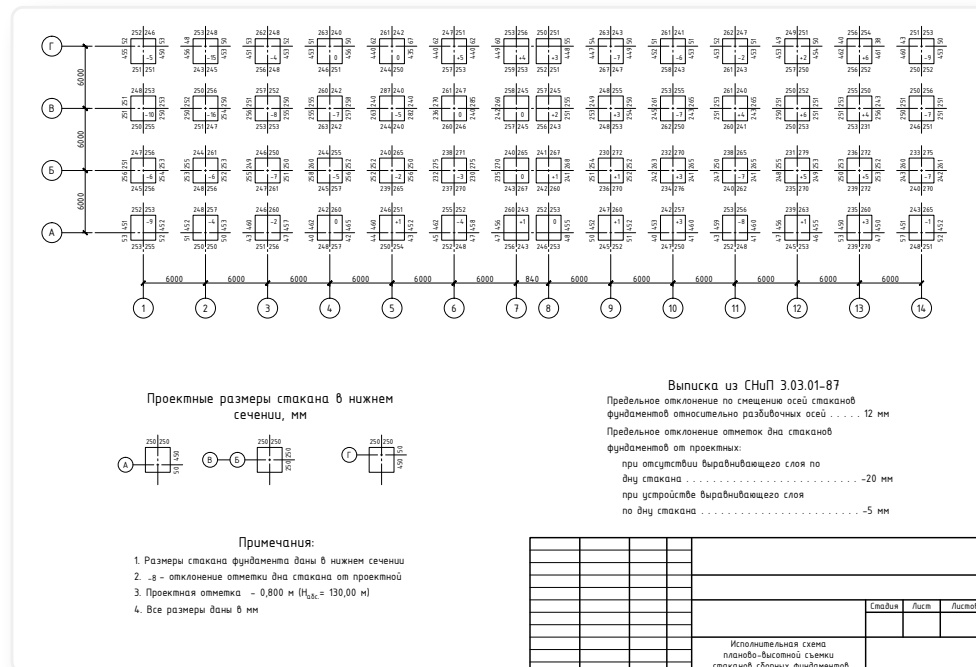


Рис. 11 Рекомендованный образец исполнительной документации, согласно Альбому единых форм исполнительной документации в строительстве (с. 19)

Fig. 11 The recommended sample of executive documentation according to the Unified forms album of executive documentation in construction (p. 19)

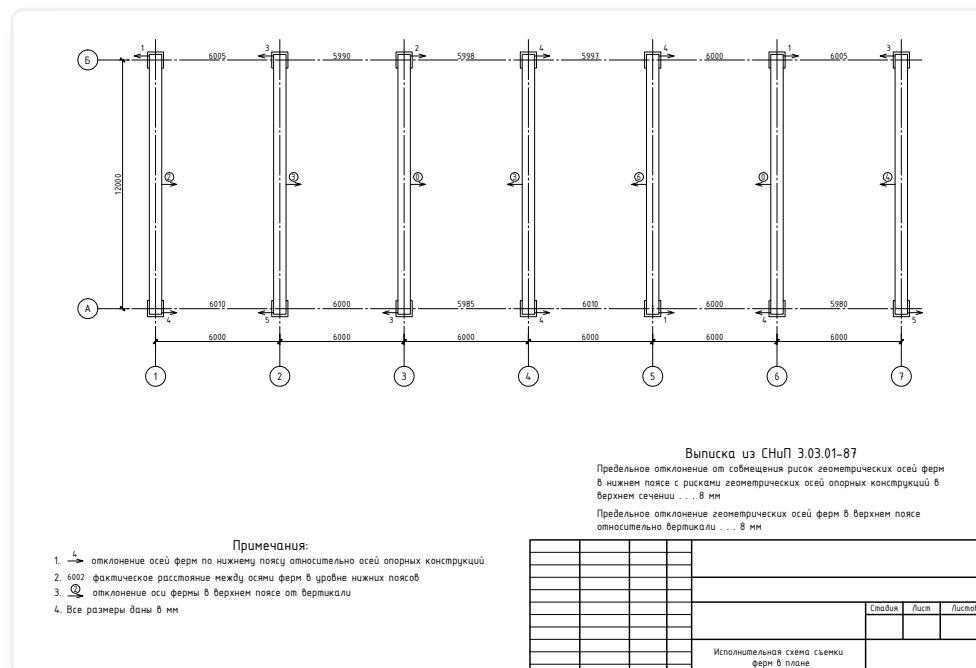
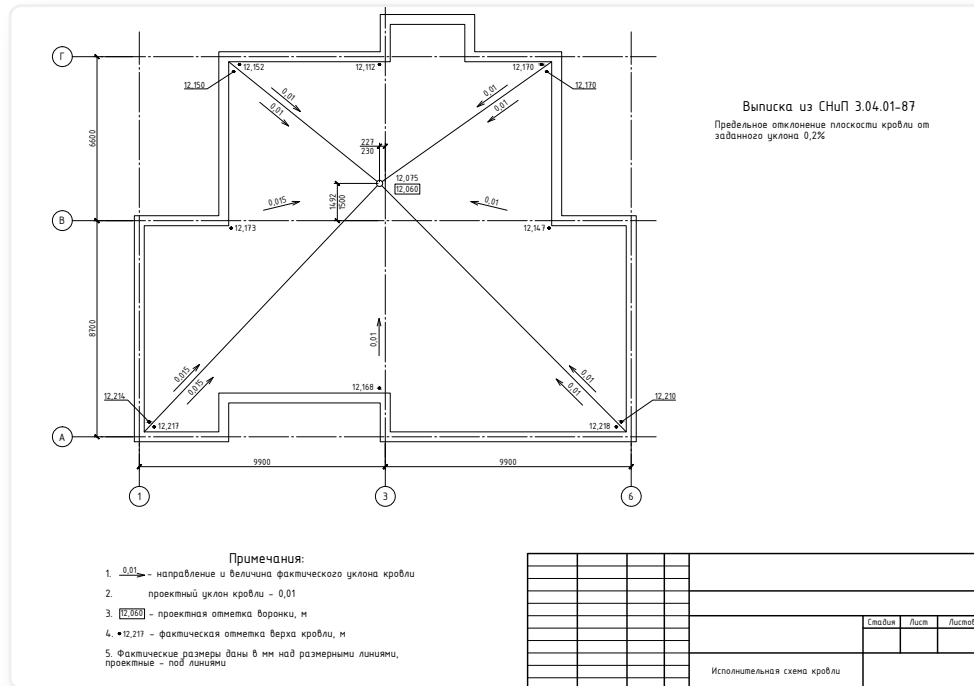


Рис. 12 Рекомендованный образец исполнительной документации, согласно Альбому единых форм исполнительной документации в строительстве (с. 28)

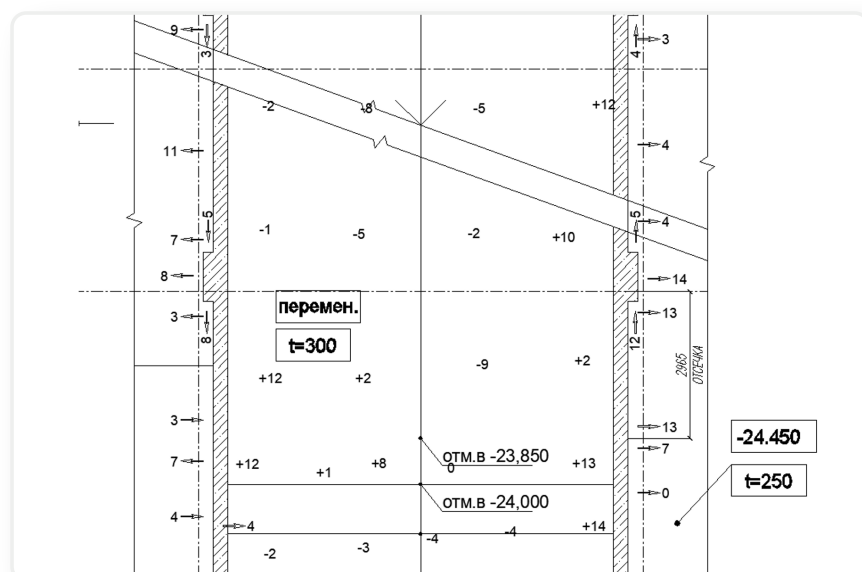
Fig. 12 The recommended sample of executive documentation according to the Unified forms album of executive documentation in construction (p. 28)



На схеме, представленной на **рис. 13**, в каждой точке наклонной плоскости можно определить отклонение от плоскости и выделить зоны отклонения плоскости бетона от проектной плоскости.

Рис. 13 Фрагмент исполнительной схемы, применяемой на объекте строительства (пример 3)

Fig. 13 A fragment of the executive scheme used at the construction site (the 3rd example)



Подобных примеров немало. Попытки привести исполнительную документацию к наработанному стандарту неизменно наталкиваются на противодействие геодезистов подрядчика, ссылающихся на СНиПы и национальные стандарты. В связи с этим необходимо стандартизировать и актуализировать требования, предъявляемые к исполнительной документации, унифицировать требования к измерительной аппаратуре.

Немаловажную роль играет и квалификация инженеров. Понимание сути процессов и умение работать с современной аппаратурой должны повысить уровень инженерной геодезии, а также ценность специалистов в этой области.

3 Результаты

Контроль за изменением положения конструкций является одним из важнейших этапов производимых мониторинговых работ. Средством такого контроля в ходе работ служит мониторинг, выполняемый на нашем объекте:

- инженерно-геодезические наблюдения за осадкой зданий;
- наблюдения за горизонтальными перемещениями конструкций ограждения котлована;
- деформационный мониторинг существующих конструкций;
- деформационный мониторинг и мониторинг перегонного тоннеля и зоны тупиков Филевской линии.

3.1 Инженерно-геодезические наблюдения в зоне влияния строительного объекта

Учитывая уровень ответственности проектируемого сооружения (высота отдельных корпусов комплекса выше 75 м) и сложность грунтовых условий площадки (III категория сложности), а также наличие подземных коммуникаций и зданий существующей застройки в непосредственной близости от площадки строительства, в соответствии с действующими нормативными документами, при возведении нового здания с подземной частью в состав геотехнического мониторинга включены работы по наблюдению за осадкой окружающих зданий и коммуникаций. Работы производятся в соответствии с ГОСТ 24846-2019 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений», а также с пособием к МГСН 2.07-01¹².

¹² Пособие к МГСН 2.07-01 «Основания, фундаменты и подземные сооружения. Обследование и мониторинг при строительстве и реконструкции зданий и подземных сооружений». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200037734?ysclid=m2kpmt9zwwj701979554> (дата обращения: 20.06.2024).

Полевые измерения (**рис. 14**) производятся цифровым нивелиром. Их периодичность (от одного до двух раз в месяц) зависит от многих факторов.

Наблюдения за осадкой зданий и подземных коммуникаций на рассматриваемой площадке должны обеспечить получение необходимой информации для оценки воздействия нового строительства на здания, окружающие площадку строительства, для своевременного предотвращения негативных воздействий строительства, подтверждения принятых проектных решений по устройству фундаментов здания и ограждения котлована, а также для контроля их выполнения в ходе строительства (**рис. 15**).

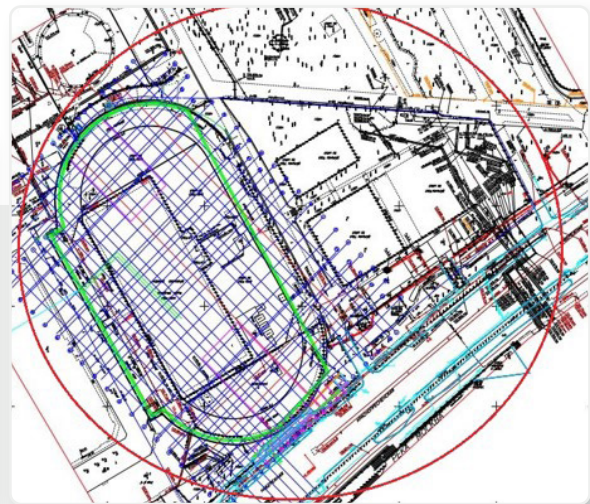
Рис. 14 Полевые измерения в процессе мониторинга осадок существующих зданий и сооружений

Fig. 14 Field measurements in the process of monitoring the precipitation of existing buildings and structures



Рис. 15 Зона влияния строительства

Fig. 15 The construction influence zone



3.2 Инженерно-геодезические наблюдения за горизонтальными перемещениями конструкций ограждения котлована

Плановое геодезическое обоснование создано путем линейно-угловых построений и проложением замкнутого полигонометрического хода.

В качестве исходных знаков для наблюдений за плановыми перемещениями отражательных марок используются пункты основной полигонометрии, надежно закрепленные на местности и расположенные вне зоны влияния деформационных процессов, что позволяет определять перемещения отражательных марок, закрепленных на ограждении котлована, относительно момента первоначальных измерений. Непосредственно к наблюдаемым объектам прокладываются

ходы рабочей полигонометрии, опирающиеся на исходные точки. С точек рабочей полигонометрии производятся наблюдения отражательных марок.

На **рис. 16** показана многоярусная распорная система котлована. Наблюдения производятся на каждом ярусе, результаты предоставляются в виде таблицы и публикуются отдельным изданием¹³.

Рис. 16 Многоярусная конструкция распорной системы котлована

Fig. 16 Multi-tiered construction of the foundation pit spacer system



3.3 Геодезический деформационный мониторинг существующих конструкций

Наблюдения производятся на участках усиления конструкций стилобата и эстакады (**рис. 17**), расположенной на нашем объекте, и должны обеспечить получение необходимой информации для оценки воздействия на них нового строительства, а также принятия своевременных мер по компенсации дополнительных осадок существующих конструкций.

Участок галереи, непосредственно примыкающий к зданиям, усилен металлическими конструкциями.

По результатам мониторинга принимается решение о выполнении компенсационного подъема отдельных участков галереи (**рис. 18**) и пандуса (**рис. 19**). Подъем осуществляется с помощью многотонного домкрата и фиксируется подъемными винтами, которые можно рассмотреть на рис. 18.

¹³ Технический отчет «Инженерно-геологические изыскания для объекта нового строительства „Многофункциональный жилой комплекс с подземной автостоянкой“». М.: ОЛИМПРОЕКТ, 2016.

Рис. 17 Схема нивелирных ходов деформационного мониторинга

Fig. 17 The scheme of leveling moves in monitoring of deformation

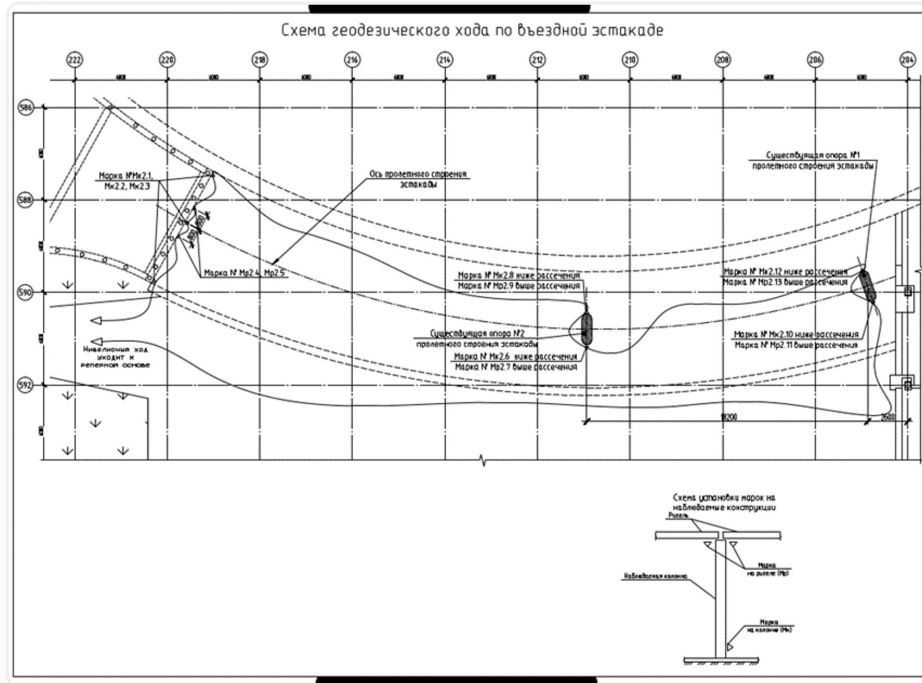


Рис. 18 Усиление существующих монолитных конструкций галереи

Fig. 18 Reinforcement of existing monolithic gallery structures



Рис. 19 Усиление существующих монолитных конструкций пандуса

Fig. 19 Reinforcement of existing monolithic ramp structures



Наблюдения производятся в соответствии с инструкцией по топографо-геодезическим работам ГОСТ 24846-2019 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений».

3.4 Геодезический деформационный мониторинг

Мониторинг вертикальных перемещений (осадок) строящихся зданий и стилобата выполнен в соответствии с ГОСТ 24846-81 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений»¹⁴ и проводится в целях:

- определения фактических величин деформаций строящихся зданий и сравнения их с нормативными допустимыми значениями;
- выявления причин возникновения и степени опасности возможных деформаций для нормальной эксплуатации сооружений;
- принятия своевременных мер в связи с возникающими деформациями или устранения их последствий.

На **рис. 20** представлена деформационная марка, расположенная на колонне нижнего уровня стилобата. На **рис. 21** можно увидеть схему расположения деформационных марок. Наблюдения проводятся с периодичностью один раз в месяц.

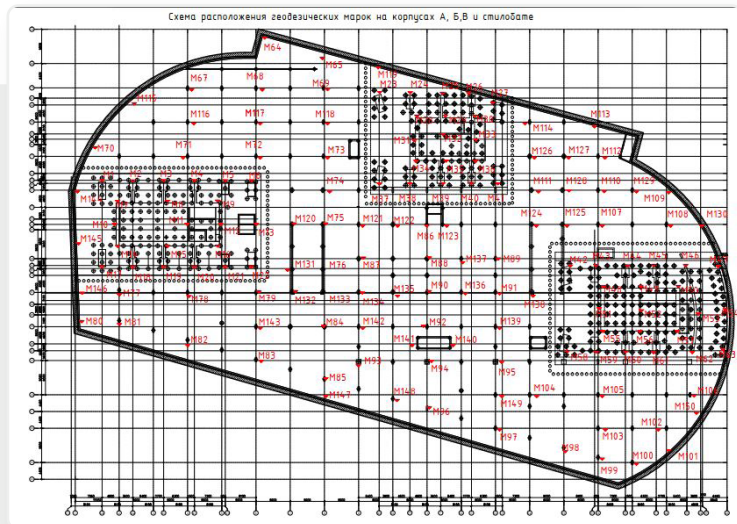
Рис. 20 Деформационная марка

Fig. 20 Deformation grade



Рис. 21 Схема расположения геодезических марок на корпусах А, Б, В и стилобате

Fig. 21 The layout of geodetic marks on buildings A, B, C and stylobate



¹⁴ ГОСТ 24846-81. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. М.: ГК СССР по делам строительства, 1981. 30 с.

3.5 Геодезический деформационный мониторинг перегонного тоннеля Филевской линии

Объектом мониторинга является тоннель Филевской линии Московского метрополитена от станции «Киевская», на расстоянии 45 м от которого будут размещаться свайные фундаменты и ограждение котлована (**рис. 22**). Для наблюдения за перемещениями в плане и по высоте в путевом бетоне перегонного тоннеля, попадающего в зону влияния, организуется комплекс мониторинговых работ, технология которых регламентируется специальными нормативными документами¹⁵. Методика, периодичность наблюдений и особенности мониторинговых работ описаны в трудах В.А. Гарбера¹⁶ [4–8].

Рис. 22 Расположение тоннеля Филевской линии Московского метрополитена на перегоне «Киевская» — «Выставочная»

Fig. 22 The location of the Filevskaya tunnel of the Moscow Metro on the Kievskaya — Vystavochnaya section



На **рис. 23, 24** показаны схемы расположения марок в перегонных тоннелях, представлен вид самих марок и расположение их внутри обделки тоннеля. Работы проводятся с периодичностью один раз в месяц силами организации «Радиус-1» по Методике комплексного обследования состояния строительных конструкций сооружений метрополитена, попадающих в зону влияния строительства городских объектов, утвержденной ОАО «ЦНИИС» и ГУП «Московский метрополитен» 30 декабря 2005 года. Результаты публикуются.

¹⁵ МРР-3.7-16. Обследование и мониторинг технического состояния строительных конструкций сооружений метрополитена, попадающих в зону влияния строительных объектов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://niac.mos.ru/standards/mrr/the-mrr-archive/%D0%9C%D0%A0%D0%A0-3.7-16.pdf> (дата обращения: 27.06.2024).

¹⁶ Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных тоннелей и метрополитенов. Термины и определения: справочник / авт.-сост. В.А. Гарбер. М.: Перо, 2017. 57 с.

Рис. 23 Схема расположения наблюдаемых сечений на перегоне «Киевская» — «Выставочная»

Fig. 23 The layout of the observed sections on the Kievskaya — Vystavochnaya stage

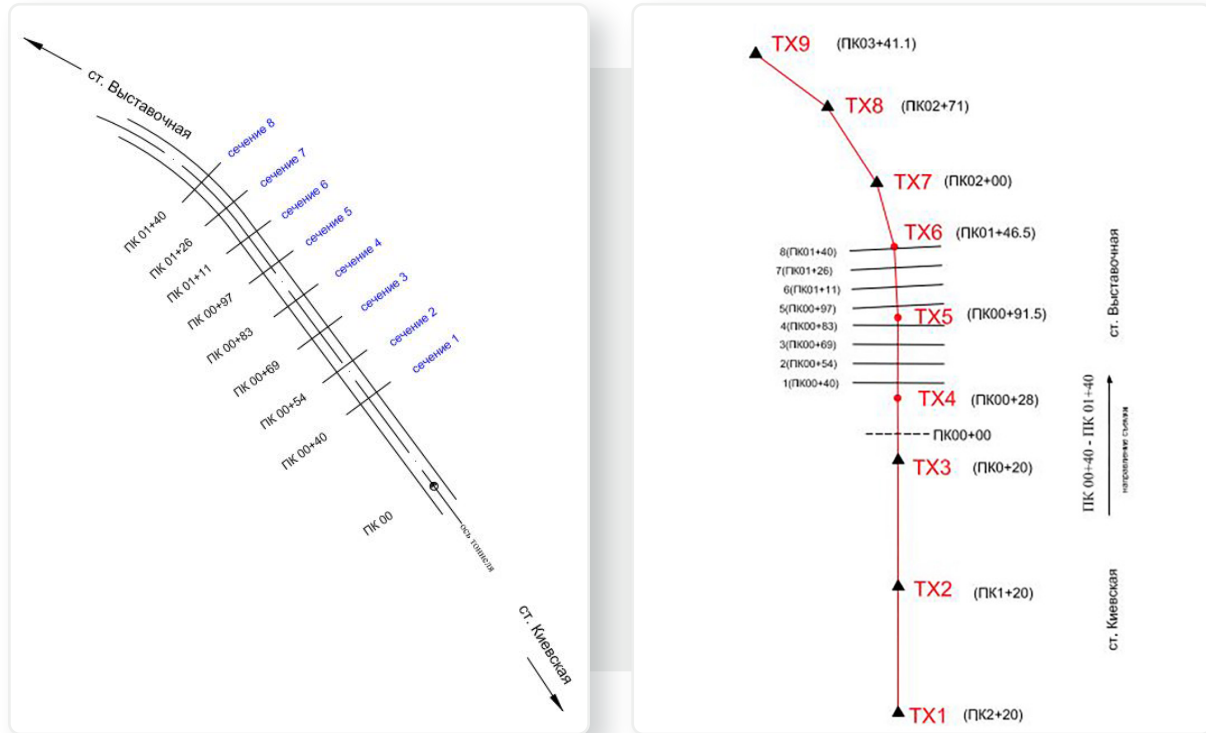
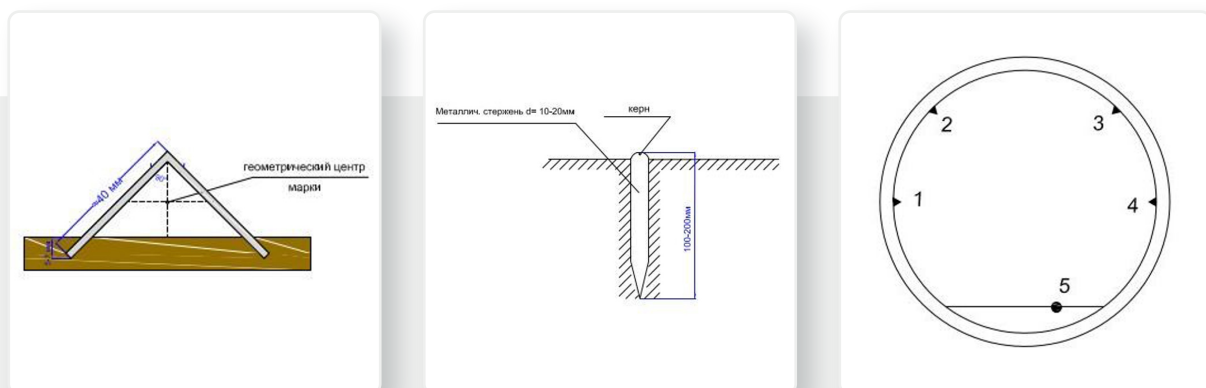


Рис. 24 Схема расположения в сечении конструкции деформационных марок и пунктов геодезической основы

Fig. 24 The layout of the deformation marks and points of the geodetic base in the cross section of the structure



Деформационная марка (устанавливается на обделке тоннеля)

Пункт планово-высотной основы и деформационная марка, закрепляемая в путевом бетоне (или лотковой части)

Вид по ходу пикетажа
Условные обозначения

- ▲ планово-высотные деформационные марки
- высотные деформационные марки

3.6 Мониторинг, производимый геодезистами заказчика на объекте

Совместно с представителем строительного отдела ЦВК «Экспоцентр» и силами геодезистов заказчика мы проводим еженедельный визуальный мониторинг примыкающих к объекту зданий на территории «Экспоцентр». Необходимо вовремя отреагировать на появление новых трещин и понять причину их возникновения. На **рис. 25** представлен вид деформационных марок, позволяющий следить за трещинами существующего здания.

Рис. 25 Деформационная марка

Fig. 25 Deformation grade



4 Обсуждение

Контроль выноса отметок на строительный горизонт выполняется совместно с подрядчиком, а результаты заносятся в специальную ведомость. По мере увеличения этажности здания туда же вписываются новые данные, затем они сообщаются руководству. На их основании принимается решение, которое доводится до подрядчика и руководства строительством. На **рис. 26** представлен процесс контроля выноса отметки на монтажный горизонт.

Рис. 26 Контроль выноса строительных отметок на монтажный горизонт

Fig. 26 The control of the removal of construction marks to the installation horizon



Ознакомившись с процессом работ, проанализировав полученные результаты, можно с уверенностью сказать, что применяемый подход к проведению всех видов мониторинга абсолютно верен. Изменений и дополнений не требуется. Методика дает возможность получать объективную и актуальную информацию по изменению геометрических параметров здания и влиянию процесса строительства на окружающую застройку.

5 Выводы

Проблемы, возникающие в ходе строительства уникальных зданий и сооружений и заключающиеся в получении объективной информации о точности выполненных конструкций и об изменении положения существующих зданий и сооружений, решаются действующими методами. Требуется пересмотра и унификации только нормативная база составления исполнительной документации. В работе изложены некоторые варианты возможных изменений и дополнений практики ее подготовки, которые с успехом применяются на уникальных объектах строительства фирмы «Капитал Групп».

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Лapidус А.А., Скударь Ф.М., Назарова К.А. Особенности проведения строительного контроля уникальных зданий выше 100 м // Инженерный вестник Дона. 2022. Т. 5. № 89. С. 669–681.
2. Цопа Н.В., Карпушкин А.С. Исполнительная документация в строительстве: состав и порядок ведения // Экономика строительства и природопользования. 2020. Т. 4. № 77. С. 56–65. DOI:10.37279/2519-4453-2020-4-56-65.
3. Черный А.В. Проблема обеспечения качества бетонных работ // Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в XXI веке: актуальные вопросы, открытия и достижения»: в 3 ч. Ч. 1. Пенза: Наука и Просвещение, 2017. С. 302–304.
4. Гарбер В.А. Тоннели и метрополитены. Наука, проектирование, строительство, эксплуатация. М.: Экон-Информ, 2008. 167 с.
5. Гарбер В.А., Плотников Г.И. Динамика строительства объектов городской инфраструктуры в технических и охранных зонах Московского метрополитена // Метро и тоннели. 2011. № 4. С. 10–11.
6. Гарбер В.А. Обеспечение эксплуатационной безопасности тоннелей метрополитенов // Транспортное строительство. 2012. № 5. С. 12–14.
7. Гарбер В.А. Научные проблемы строительства новых линий Московского метрополитена. М.: Экон-Информ, 2021. 155 с.
8. Гарбер В.А. Обследование и мониторинг сооружений метрополитена // Метро и тоннели. 2023. № 3. С. 26–27.

АВТОРЫ

Зубарев Владимир Александрович

ООО «Капитал Групп», Москва, Россия

Ознамец Владимир Владимирович

✉ oznamec@list.ru

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

(МИИГАиК), Москва, Россия

кафедра геодезии, геодезический факультет

д-р техн. наук, профессор

Поступила 29.06.2024. Принята к публикации 20.09.2024. Опубликовано 27.09.2024.

UDC 528.4

DOI:10.30533/scidata-2024-15-15



The work of an engineer-surveyor in the customer's service: problems and their solution

Vladimir A. Zubarev¹✉, Vladimir V. Oznamets²

AFFILIATIONS

¹ Capital Group Ltd, Moscow, Russia

² Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

✉ z-volan@yandex.ru

CITATION

Zubarev VA, Oznamets VV. The work of an engineer-surveyor in the customer's service: problems and their solution. *Spatial Data: science, research and technology*. 2024;15(3): 56–78. DOI:10.30533/scidata-2024-15-15.

KEYWORDS

construction of unique buildings and structures, BC&R, geodesic monitoring, executive documentation, measurement methodology

ABSTRACT

The subject of the article discusses the practical application of various types of geodetic work during the construction of a unique object "Multifunctional high-rise residential complex with underground parking" at Moscow, Krasnopresnenskaya embankment, 14. These buildings are unique in many ways, although they are not the highest in the history of the company. They are of interest in terms of the complexity of the construction conditions and the scale of the work. Based on previous experience of high-rise construction and using available hardware and software, certain performance standards have been developed. Some of these standards differ from the GSO requirements and instructions. Reports on these works were

submitted to the organizations that conduct scientific supervision and monitor the construction. The information provided was considered exhaustive and allowed the design institute to draw conclusions about the state of the building structures and their changing position eventually. The same standards were adopted by the surveyors and contractors and successfully used on other unique high-rise construction sites of “Capital Group”: IFK “Oko” (3rd place in the list of the highest buildings in Europe – 354.2 m); Moscow Towers (16th place – 283 m). In addition, it was on these principles that the work was built on “Mercury Tower” (5th place – 338.8 m)

REFERENCES

1. Lapidus AA, Skudar' FM, Nazarova KA. Osobennosti provedeniya stroitel'nogo kontrolja unikal'nyh zdaniy vyshe 100 m [Peculiarities of construction control of unique buildings above 100 m]. *Engineering Journal of Don*. 2022;5(89): 669–681. (In Russian).
2. Copa NV, Karpushkin AS. Ispolnitel'naja dokumentacija v stroitel'stve: sostav i porjadok vedenija [As-built documentation in construction: composition and procedure]. *Construction economic and environmental management*. 2020;4(77): 56–65. (In Russian). DOI:[10.37279/2519-4453-2020-4-56-65](https://doi.org/10.37279/2519-4453-2020-4-56-65).
3. Chernyj AV. Problema obespechenija kachestva betonnyh rabot [The problem of ensuring the quality of concrete work]. *Proceedings of the IV International Scientific Conference “Nauka i innovacii v XXI veke: aktual'nye voprosy, otkrytija i dostizhenija”*. In 3 parts. Part 1. Penza: Nauka i Prosveshhenie; 2017: 302–304. (In Russian).
4. Garber VA. *Tonneli i metropoliteny. Nauka, proektirovanie, stroitel'stvo, jekspluatacija* [Tunnels and subways. Science, design, construction, operation]. Moscow: Jekon-
Inform, 2008. 167 p. (In Russian).
5. Garber VA, Plotnikov GI. Dinamika stroitel'stva ob"ektov gorodskoj infrastruktury v tehniceskix i ohrannyx zonax Moskovskogo metropolitena [The dynamics of the construction of urban infrastructure facilities in the technical and security zones of the Moscow Metro]. *Metro i tonneli*. 2011;4: 10–11. (In Russian).
6. Garber VA. Obespechenie jekspluatacionnoi bezopasnosti tonnellei metropolitenov [Providing operational safety of subway tunnels]. *Transport construction*. 2012;5: 12–14. (In Russian).
7. Garber VA. *Nauchnye problemy stroitel'stva novyh linij Moskovskogo metropolitena* [Scientific issues of construction of new lines of the Moscow Metro]. Moscow: Jekon-
Inform, 2021. 155 p. (In Russian).
8. Garber VA. Obsledovanie i monitoring sooruzhenij metropolitena [Inspection and monitoring of subway constructions]. *Metro i tonneli*. 2023;3: 26–27. (In Russian).

AUTHORS

Vladimir A. Zubarev

Capital Group Ltd, Moscow, Russia

Vladimir V. Oznamets

envelope oznamec@list.ru

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Department of Geodesy, Faculty of Geodesy

Dr. of Sci. (Engineering), Professor

Submitted: June 29, 2024. Accepted: September 20, 2024. Published: September 27, 2024.