

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

e-ISSN 2782-6678

Published by
MIIGAiK since 2008

Пространственные данные: наука и технологии

Spatial Data: science, research and technology

14 | 03 | 2023

Научное издание
Московского государственного университета
геодезии и картографии (МИИГАиК)

Пространственные данные: наука и технологии

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

14 | 03 | 2023

Москва, Россия
Moscow, Russia

О журнале

ПОЛНОЕ НАЗВАНИЕ

Научный журнал «Пространственные данные: наука и технологии»

СОКРАЩЕННОЕ НАЗВАНИЕ

«Пространственные данные: наука и технологии»

МЕЖДУНАРОДНОЕ НАЗВАНИЕ

«Spatial Data: science, research and technology»

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

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

УЧРЕДИТЕЛЬ, ИЗДАТЕЛЬ

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

ЛИЦЕНЗИЯ

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

СТРАНА, ГОРОД

Россия, Москва

ДАТА ОСНОВАНИЯ

2008 год

ПЕРИОДИЧНОСТЬ

4 выпуска в год

ЯЗЫКИ

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

e-ISSN

2782-6678

ВЕБ-САЙТ

spacejournal.ru

СВИДЕТЕЛЬСТВО О СМИ

серия Эл № ФС77-85558
(сетевое СМИ)

ИНДЕКСИРОВАНИЕ

РИНЦ
(НЭБ eLIBRARY.RU)

About the journal

INTERNATIONAL TITLE

"Spatial Data: science, research and technology"

SUBJECT AREAS

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

FOUNDED AND PUBLISHED BY

Moscow State University of Geodesy
and Cartography (MIIGAiK)

LICENSE

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

INDEXING

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

LOCATION

Moscow, Russia

ESTABLISHED IN

2008

FREQUENCY

quarterly scientific journal

LANGUAGES

Russian (main text),
English (metadata)

e-ISSN

2782-6678

WEBSITE

spacejournal.ru

Редакционная коллегия

Редакция

Отдел наукометрии
и издательской
деятельности

Выпускающий редактор:

Завалишина Е.В.

Научный редактор:

Врублевская Е.П.

Технический редактор:

Журавлёва Е.Д.

Компьютерная верстка:

Леднёва С.В.

Дизайн-макет обложки:

Леднёва С.В.

Учредитель и издатель

ФГБОУ ВО
«Московский
государственный
университет геодезии
и картографии»

Адрес

105064, Москва,
Гороховский пер., 4

е-mail:

info@spacejournal.ru

Подписано в печать

30.10.2023.

Гарнитура Ubuntu.

© МИИГАиК

Главный редактор

Камынина Надежда Ростиславовна

д-р экон. наук (Москва, Россия)

Заместитель главного редактора

Матерухин Андрей Викторович

д-р техн. наук (Москва, Россия)

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

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

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

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

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

Воробьёва Гульнара 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:

Ekaterina V. Zavalishina

Edited by:

Ekaterina P. Vrublevskaya

Illustrations by:

Ekaterina D. Zhuravlyova

Layout design by:

Svetlana V. Ledneva

Cover design by:

Svetlana V. Ledneva

Founded

and published by

Moscow State University
of Geodesy and Cartography

Address

4, Gorokhovskiy pereulok,
Moscow, Russia, 105064

e-mail:

info@spacejournal.ru

Published:

30.10.2023

Font family: Ubuntu

© MIIGAIK

Editor-in-Chief

Nadezhda R. Kamynina

DSc (Moscow, Russia)

Deputy Editor-in-Chief

Andrei V. Materukhin

DSc (Moscow, Russia)

Tamara Ya. Ashikhmina DSc (Kirov, Russia)

Sergey A. Atamanov DSc (Moscow, Russia)

Vitaly V. Bratkov DSc (Moscow, Russia)

Nurzhagan M. Bulaeva DSc (Makhachkala, Russia)

Ibragim G. Gairabekov DSc (Grozny, Russia)

Sergey V. Garbuk PhD (Moscow, Russia)

Sergey A. Grigoriev DSc (Moscow, Russia)

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

Yuriy A. Kashnikov DSc (Perm, Russia)

Anna E. Kolodenkova DSc (Samara, Russia)

Vladimir P. Kulagin DSc (Moscow, Russia)

Vasiliy A. Malinnikov DSc (Moscow, Russia)

Alexey V. Penenko DSc (Novosibirsk, Russia)

Igor N. Rozenberg DSc (Moscow, Russia)

Vladimir N. Suchenko DSc (Moscow, Russia)

Leyla S. Sugaipova DSc (Moscow, Russia)

Igor O. Temkin DSc (Moscow, Russia)

Sergey V. Ulyanov DSc (Dubna, Russia)

Andrei V. Vorobev DSc (Ufa, Russia)

Gulnara R. Vorobeva DSc (Ufa, Russia)

Olga V. Vshivkova DSc (Moscow, Russia)

Содержание

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, КАДАСТР И МОНИТОРИНГ ЗЕМЕЛЬ

| | |
|---|----------|
| Малафеевская О.И. | 8 |
| Количественные и качественные характеристики объекта незавершенного строительства как объекта недвижимого имущества | |

ГЕОИНФОРМАТИКА, КАРТОГРАФИЯ

| | |
|---|-----------|
| Синицына А.Л., Степанченко А.Л., Забаева М.Н., Кувекина О.А. | 22 |
| Анализ цифровых стратегий регионов Российской Федерации с точки зрения геоинформатики | |

ГЕОДЕЗИЯ

| | |
|---|-----------|
| Валов Г.Е. | 40 |
| Автоматизация расчета точности передачи координат в высотном строительстве | |
| Еруков С.В., Пермяков П.А., Побединский Г.Г. | 56 |
| Городская геодезическая сеть Нижнего Новгорода. Перспективы применения для градостроительной деятельности | |

Contents

LAND MANAGEMENT, CADASTRE AND LAND MONITORING

- Malafeevskaya O.I.** **8**
Quantitative and qualitative characteristics of an object of unfinished construction as an object of real estate

GEOINFORMATICS, CARTOGRAPHY

- Sinitsyna A.L., Stepanchenko A.L., Zabaeva M.N., Kuvkina O.A.** **22**
Russian regions digital strategies analysis from the geoinformatic view point

GEODESY

- Valov G.E.** **40**
Automation of calculating the accuracy of coordinate transmission in high-rise construction

- Erukov S.V., Permyakov P.A., Pobedinsky G.G.** **56**
The city geodetic network of Nizhny Novgorod. Prospects of application for urban development



Количественные и качественные характеристики объекта незавершенного строительства как объекта недвижимого имущества

О.И. Малафеевская¹✉

АФФИЛИАЦИИ

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия
✉ oksaninka33@yandex.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Малафеевская О.И. Количественные и качественные характеристики объекта незавершенного строительства как объекта недвижимого имущества // Пространственные данные: наука и технологии. 2023. Т. 14. №3. С. 8–21. DOI:10.30533/scidata-2023-14-05.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

объект незавершенного строительства, степень готовности в процентах, качественные и количественные характеристики объекта незавершенного строительства, фундамент, Единый государственный реестр недвижимости, технический план

АННОТАЦИЯ

В Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН) одной из основных характеристик объекта незавершенного строительства (ОНС) является степень его готовности в процентах. При этом к ней относится фундамент, являющийся важной количественной характеристикой объекта незавершенного строительства. Вместе с тем такие сведения ЕГРН не отражают реальную степень готовности объекта, так как неясно, что именно относится к указанным процентам. Одним из принципов признания объекта объектом недвижимого имущества является его неразрывная связь с землей. У ОНС данная связь прослеживается только в случае, если его фундамент полностью возведен. В настоящее

время в нормативно-правовой документации не содержится требований, положений, подтверждающих, что фундамент является существенным условием для признания ОНС объектом недвижимого имущества. Цель данного исследования — определить основную количественную характеристику ОНС, подлежащую внесению в ЕГРН, в том числе в процент степени готовности объекта строительства. Также предлагается вносить в ЕГРН качественные характеристики рассматриваемых объектов, а именно сведения о материалах фундамента ОНС.

1 Введение

Отмечается [1], что недвижимое имущество занимает центральное место в экономической системе любого государства. И.Ю. Яковлева, А.Л. Суздалева [2] приходят к выводу, что недостроенные здания и сооружения, работы на которых остановлены на пять и более лет, стали довольно распространенными объектами на территории современных российских городов. Актуальность данного исследования обусловлена тем, что большое количество объектов незавершенного строительства (ОНС), которые по сути являются движимыми, состоят на государственном кадастровом учете (ГКУ), и наоборот. В Государственной программе РФ «Национальная система пространственных данных» отмечена необходимость решения проблемы разрозненности информации об объектах недвижимости, поэтому особую важность приобретает пополнение Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) качественными и количественными сведениями об объектах недвижимости. Также необходимо отметить, что ОНС зачастую являются предметом аукционов и инвестиционных проектов, а в состав лотовой документации входят сведения ЕГРН.

Цель данного исследования — выявление количественных и качественных характеристик ОНС.

В настоящее время не урегулирован вопрос о том, что такое ОНС и в какой момент результат строительства признается ОНС. На территории РФ результат строительства признается объектом недвижимого имущества после постановки его на ГКУ на основании технического плана. Кадастровый инженер, как специальный субъект, наделен исключительными полномочиями по подготовке такого документа. Таким образом, на кадастрового инженера возлагается ответственность по определению ОНС в качестве недвижимого имущества.

В связи с тем, что не определено, на какой стадии строительства ОНС признается объектом недвижимого имущества, в ЕГРН могут быть включены сведения о движимом имуществе.

Вопрос определения ОНС в качестве объекта недвижимого имущества исследовали О.С. Манкина, Э.Ц. Батуева, И.Ю. Яковлева, А.Л. Суздалева и др. Исследования правовой основы ОНС проводили А.А. Дарков, А.П. Зрелов,

Т.Г. Семенова, Е.С. Скворцова, Н.М. Голованов и др. Также основные выводы относительно ОНС как объектов недвижимого имущества были сформулированы Верховным Судом Российской Федерации.

2 Материалы и методы

Фактической основой для работы послужили сведения из ЕГРН об ОНС на территории РФ по состоянию на ноябрь 2023 года, сведения ЕГРН, нормативные правовые акты, решения органа регистрации по вопросу ГКУ ОНС.

Профессором Н.М. Головановым [3] отмечено, что в СССР незавершенное строительство понималось как совокупность строительных материалов, т.е. как движимое имущество. А.А. Дарков, А.П. Зрелов [4] отмечают, что в настоящее время ни один орган государственной власти не наделен полномочиями по разграничению вещей на движимые и недвижимые.

Е.Г. Семенова [5] полагает, что объект незавершенного строительства — это текущее состояние между началом строительства указанных объектов и его завершением, стадия создания определенных объектов недвижимости.

С.С. Носач [6] полагает, что под ОНС понимается вновь создаваемый (хотя бы частично возведенный) индивидуально-определенный объект недвижимости, строительство которого не завершено (на котором приостановлены либо ведутся работы) и (или) который не поставлен на кадастровый или иной учет и не зарегистрирован в установленном порядке (работы прекращены либо объект законсервирован или фактически эксплуатируется).

Частью 1 статьи 130 Гражданского кодекса РФ ОНС отнесены к объектам недвижимости, однако в ней не закреплены признаки, по которым определяется момент, когда объект, строительство которого не завершено, становится недвижимостью. Градостроительный кодекс РФ определяет ОНС как объекты, строительство которых не завершено.

Нередко признание ОНС объектом недвижимого имущества производится в судебном порядке. Правовая позиция, выработанная Пленумом Верховного Суда Российской Федерации и закрепленная в пункте 38 постановления от 23 июня 2015 г. № 25 «О применении судами некоторых положений раздела I части первой Гражданского кодекса Российской Федерации», заключается в том, что при разрешении вопроса о признании правомерно строящегося объекта недвижимой вещью (ОНС) судам следует устанавливать наличие у нее признаков, способных относить ее в силу природных свойств или на основании закона к недвижимым объектам, в том числе необходимо установить, что на объекте полностью завершены работы по сооружению фундамента или аналогичные им работы.

В своей работе В.В. Лушников [7] отмечает, что фундамент представляет собой важную часть строения, которую образно можно оценить как конструкцию, стоящую на границе естественной (природный грунт) и искусственной (надземное строение) субстанций.

Как сказано ранее, достоверные сведения об ОНС необходимы для принятия управленческих решений, покупки и продажи данных объектов, в том числе на торгах. Обязательным приложением к лотовой документации являются выписка из ЕГРН, основные и дополнительные характеристики, а также сведения ОНС, которые содержатся в ЕГРН (**Рис.1**).

Рис. 1 Основные и дополнительные характеристики, а также сведения ОНС, вносимые в ЕГРН.

Fig. 1 The main and additional characteristics, as well as information that is entered into the Unified State Register.



В выписке из ЕГРН № КУВИ-001/2023-257114844 от 14 ноября 2023 г. в отношении ОНС с кадастровым номером 62:25:0070409:2197 отражены количественные и качественные характеристики, а также сведения ОНС (**Табл. 1**).

Особое внимание следует уделить степени готовности объекта в процентах. Данная характеристика является количественной и наиболее важной для инвесторов, органов власти, так как на основании нее могут приниматься юридически значимые решения. Согласно **Таблице 1** степень готовности рассматриваемого ОНС составляет 10 %. Изначально степень готовности объекта определялась

Таблица 1 Основные характеристики и сведения рассматриваемого ОНС.

Table 1 The main characteristics and information of the considered object of unfinished construction.

| Характеристика | Сведения |
|---|---|
| Кадастровый номер, дата | 62:25:0070409:2197, 01.12.2014 |
| Местоположение | Рязанская область, р-н Шиловский, рп. Шилово, ул. Стройкова |
| Ранее присвоенный государственный учетный номер | Инвентарный номер |
| Номер кадастрового квартала | 62:25:0070409 |
| Кадастровый номер земельного участка | 62:25:0070409:193 |
| Степень готовности ОНС, % | 10 |
| Основная характеристика ОНС и ее проектируемое значение | Площадь, 5435 м ² |
| Проектируемое назначение | Жилой дом |

кадастровым инженером по формуле¹, приведенной в Требованиях к форме технического плана, утвержденных Приказом Минэкономразвития России от 18 декабря 2015 г. № 953. Согласно позиции Минэкономразвития России, изложенной в письме от 5 августа 2019 г. № Д23и-26504, степень готовности объекта должна была определяться в соответствии с указанными требованиями. С.А. Атамановым, З.С. Косаруковым² отмечено, что с 19 июня 2022 г. действуют Требования к подготовке технического плана (приказ Росреестра от 15 марта 2022 г. № П/0082), в которых отсутствует формула расчета степени готовности ОНС.

При этом, согласно сведениям ЕГРН, здание было поставлено на ГКУ ранее, чем вступили в силу новые требования, поэтому на тот момент действовала формула. На основании сведений из открытых источников, а именно данных о разработке бизнес-планов для кредита в банке Центром бизнес-планирования (ИП Сычев М.В.), отражена сметная стоимость земляных и фундаментных работ, которая составляет 500 тыс. руб. и 5 млн 500 тыс. руб. соответственно, а общая стоимость строительства составляет 53 млн 500 тыс. руб.³ Поскольку это многоквартирный дом, необходимо обратиться к методике определения степени готовности многоквартирных домов (Постановление Правительства РФ от 22 апреля 2019 г. № 480, далее — Методика) или воспользоваться ранее действующими требованиями.

Расчет степени готовности ОНС может быть произведен как исходя из сметы, так и на основе готовности конструктивных элементов. Л.И. Коротева

1 Решение Арбитражного суда города Москвы от 18 февраля 2020 г. по делу № А40-266722/2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sudact.ru/arbitral/doc/MciiCZpTuQZX/> (дата обращения: 10.11.2023).

2 Атаманов С.А., Косаруков З.С. О расчете степени готовности объекта незавершенного строительства // Сайт «Кадастр. Москва». 2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://кадастр.москва/news/1004> (дата обращения: 10.11.2023).

3 Сайт Центра бизнес-планирования (ИП Сычев М.В.). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://agro365.ru/> (дата обращения: 10.11.2023).

и Л.М. Морозов [8] отмечают, что определение степени готовности ОНС носит оценочный характер, так как зависит не только от нормативных показателей удельного веса конструктивных элементов, но и от иных показателей, таких как тип возводимого объекта, материалы для строительства отдельных элементов или целого объекта, сметы запланированных работ и т.д. В рамках данного исследования второй вариант расчета не может использоваться по причине отсутствия у автора исследования проектной и исполнительной документации, которая необходима для расчета готовности конструктивных элементов. Согласно формуле расчета, которая приведена в ранее действующих требованиях и продублирована в Методике, степень готовности проекта в процентах определяется как

$$\text{Степень готовности объекта в процентах} = \frac{100 \times \text{Объем выполненных работ}}{\text{Стоимость строительства}},$$

где степень готовности объекта в процентах — величина, которая подлежит отображению в ЕГРН;

объем выполненных работ — стоимость, которая была затрачена на строительство объекта, руб.;

стоимость строительства — стоимость строительства, которая отображена в смете, руб.

Тогда расчет степени готовности для объекта, данные о котором приведены в **Таблице 1**:

$$11,21\% = \frac{100 \times (500\,000 + 5\,500\,000)}{53\,500\,000}.$$

Исходя из расчета и сметы можно сделать вывод, что у данного здания полностью достроен фундамент. Различие в процентах в ЕГРН и получившихся расчетах можно объяснить как наличие неактуальных сведений о фактических затратах на строительство. Следует отметить, что сметы в открытом доступе имеются не на каждый ОНС, так как это информация, которая используется застройщиком в его хозяйственной деятельности, поэтому проводить расчеты таким способом сможет не каждый инвестор, который планирует приобрести ОНС.

Другой пример основных характеристик ОНС с кадастровым номером 33:18:000303:3830 представлены в **Таблице 2**.

Здание поставлено на ГКУ до момента вступления в силу новых требований, поэтому степень готовности объекта определялась исходя и ранее приведенных формул. Сметы на данный проект отсутствуют в открытом доступе, однако о примерной степени готовности можно сделать вывод на основании космических снимков данного района (**Рис. 2**)⁴.

⁴ Google Earth. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.google.com/earth/> (дата обращения: 10.11.2023).

Таблица 2 Основные характеристики и сведения ОНС с кадастровым номером 33:18:000303:3830.

Table 2 The main characteristics and information of an object under construction with cadastral number 33:18:000303:3830.

| Характеристика | Сведения |
|---|---|
| Кадастровый номер, дата | 33:18:000303:3830, 22.10.2014 |
| Местоположение | Владимирская область, р-н Кольчугинский, МО, г. Кольчугино (городское поселение), г. Кольчугино, приблизительно в 200 м по направлению на юго-восток от дома № 12 по ул. Ломако |
| Номер кадастрового квартала | 33:18:000303 |
| Кадастровый номер земельного участка | 33:18:000303:179 |
| Степень готовности ОНС, % | 10 |
| Основная характеристика ОНС и ее проектируемое значение | Площадь застройки, 8392 м ² |
| Проектируемое назначение | ОНС |

Рис. 2 Космический снимок земельного участка, на котором располагается рассматриваемый ОНС.

Fig. 2 A satellite image of the land plot on which the considered object of unfinished construction is located.



Можно заметить, что фактически ОНС не существует, однако сведения о нем содержатся в ЕГРН, что противоречит принципу ведения данного реестра. В отношении указанного объекта зарегистрированы права юридического лица, поэтому снятие его с ГКУ возможно только в судебном порядке. В настоящее время правообладатель ликвидирован.

Таким образом, определение ОНС как объекта и определение его характеристик являются сложными задачами, если учитывать, что многие объекты, такие как рассмотренный выше, не имеют фундамента, а наличие фундамента в качестве существенной характеристики ОНС как объекта недвижимого имущества законодательно не закреплено.

В Арбитражном суде Приморского края⁵ рассматривалось дело о признании отсутствующим права собственности на ОНС (социально-культурный центр), степень готовности которого составляет 1,5 %. В ходе дела было определено, что общий процент готовности фундамента в виде железных блоков составляет 15 %, общий процент готовности всего объекта — 1,5 %.

Кроме того, не для всех объектов утверждаются сметы, так как индивидуальные жилые дома/садовые дома ставятся на ГКУ по «дачной амнистии», и для них не требуется составлять сметы, разрабатывать проектную и исполнительную документацию, а степень готовности объекта указывается на основании декларации, которая заполняется собственником. Поэтому на кадастрового инженера в первую очередь возлагается ответственность по отнесению данного объекта в качестве объекта недвижимости.

В настоящее время Минстроем России представлен законопроект № 01/01/06-23/00138923, согласно которому предлагается возложить на Минстрой России обязанность по установлению критериев определения степени готовности ОНС, однако только для ОНС, которые возводятся на федеральные или региональные средства. Вместе с тем установление критериев определения степени готовности на федеральном уровне необходимо для всех ОНС, так как постановка их на ГКУ затруднительна.

В 2022 году Росреестром был подготовлен законопроект, в котором, помимо прочего, предлагается под ОНС понимать «здание или сооружение, строительство которого не завершено, при условии, что полностью построен его фундамент. При несоблюдении указанного условия такие объекты не являются объектами незавершенного строительства и не являются недвижимым имуществом. Сооружение, строительство которого не предполагает наличие фундамента, в случае если его строительство не завершено, не может являться объектом незавершенного строительства». Таким образом, Росреестр предлагает закрепить законодательно, что наличие фундамента является основанием для признания ОНС объектом недвижимости.

Аналогичная точка зрения отражена в работе С.В. Зимневой и Р.В. Жуйкова [9], которые полагают, что ОНС является объектом недвижимости при наличии полностью достроенного фундамента.

Согласно заключению об оценке регулирующего воздействия на проект федерального закона от 21 сентября 2022 г. № 35715-АХ/Д26и в проекте акта отмечено, что невозможно определить, что такое «полностью построенный фундамент».

⁵ Решение Арбитражного суда Приморского края от 29 июня 2020 г. по делу № А51-14986/2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sudact.ru/arbitral/doc/U2CmlL58KmfYP/> (дата обращения: 10.11.2023).

Так, например, невозможно установить, по каким критериям определяется факт постройки фундамента (какой фундамент может считаться полностью построенным). Однако полностью достроенный фундамент является новой количественной характеристикой ОНС.

Помимо количественных характеристик ОНС особое внимание стоит уделить и качественным характеристикам ОНС, которые представляют собой информацию, описывающую свойства данного объекта. Как сказано ранее, фундамент является одной из главных количественных характеристик в части классификации ОНС в качестве объекта недвижимого имущества. Согласно предпоследнему абзацу Методических рекомендаций по формированию состава работ по капитальному ремонту многоквартирных домов, финансируемых за счет средств, предусмотренных Федеральным законом от 21 июля 2007 г. № 185-ФЗ фундамент здания представляет собой несущую конструкцию, часть здания, которая принимает на себя все нагрузки от вышележащих конструкций и передает их на основание здания. Согласно действующему законодательству, фундаменты могут быть из разных материалов: сваи (ленточные и т.д.), каменные, бетонные и т.д. Данная информация указывается в проектной документации, но не отражается в ЕГРН. В связи с этим предлагается дополнить качественные характеристики ОНС информацией о материалах фундамента.

3 Результаты и обсуждение

На сегодняшний день количественные и качественные характеристики ОНС не предоставляют полной информации о них, поэтому доказать наличие полностью достроенного фундамента, определить его материал возможно только путем установления соответствия строительства исполнительной документации, которая имеется в распоряжении застройщика. Таким образом, необходимо разработать методологию определения достроенного фундамента как отдельной количественной характеристики ОНС, при этом распространив ее на все ОНС без исключения. В отношении качественной характеристики ОНС предлагается рассмотреть возможность внесения в ЕГРН сведений о материале фундамента.

Степень готовности фундамента является основной количественной характеристикой ОНС. В настоящее время в судебном порядке ОНС признается объектом недвижимого имущества только при наличии полностью достроенного фундамента. Определение полностью достроенного фундамента подлежит доказыванию в судебном порядке с привлечением сторонних экспертов.

4 Выводы

Результаты данной работы могут послужить основой для определения количественных и качественных характеристик ОНС. Следует отметить, что существующие характеристики не раскрывают полное представление о данном объекте, в связи с чем невозможно определить, является ли он объектом недвижимого имущества.

Результаты исследования могут быть использованы:

- кадастровыми инженерами при выполнении кадастровых работ в отношении ОНС;
- органами государственной и муниципальной власти;
- государственными регистраторами в процессе проведения правовой экспертизы в отношении ОНС при принятии решений о постановке их на кадастровый учет и регистрации прав на них;
- иными заинтересованными лицами.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что применение результатов исследования на практике позволит:

- сформировать представление об ОНС;
- отражать в ЕГРН в полной мере количественные и качественные характеристики ОНС.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность кандидату юридических наук, доценту кафедры земельного права и государственной регистрации недвижимости Московского государственного университета геодезии и картографии В.В. Михольской.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Глеба О.В., Ратушняк Г.Я., Асеева М.А. Правовой режим объектов капитального строительства: проблемы законодательного регулирования // Аграрное и земельное право. 2020. № 10(190). С. 185–189. DOI:10.47643/1815-1329_2020_10_185.
2. Яковлева И.Ю., Суздаева А.Л. Риски опасных последствий существования в городах бесхозных и брошенных объектов незавершенного строительства // Вестник Евразийской науки. 2022. Т. 14. № 5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://esj.today/PDF/27NZVN522.pdf> (дата обращения: 10.11.2023).
3. Голованов Н.М. Правовой статус объекта незавершенного строительства по российскому законодательству и вопросы его совершенствования // Евразийский Союз Ученых. Серия: экономические и юридические науки. 2023. № 2(105). С. 31–35. DOI:10.31618/ESU.2413-9335.2023.2.105.1759.
4. Дарков А.А., Зрелов А.П. Гражданско-правовой режим объектов незавершенного строительства // Закон и право. 2023. № 4. С. 115–119. DOI:10.56539/20733313_2023_4_115.

5. Семенова Т.Г. Особенности правового регулирования объектов незавершенного строительства // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2020. № 3. С. 147–151. DOI:10.23672/SAE.2020.2020.58119.
6. Носач С.С. Недвижимое имущество как объект гражданско-правового регулирования: теоретико-методологические аспекты // Право и государство: теория и практика. 2023. № 10(226). С. 283–286. DOI:10.47643/1815-1337_2023_10_283.
7. Лушников В.В. Слово о фундаменте, или Фундамент здания как аналог опор творений природы // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2019. Т. 10. № 2. С. 14–25. DOI:10.15593/2224-9826/2019.2.02.
8. Коротеева Л.И., Морозов Л.М. Кадастровый учет незавершенного строительства в Комсомольске-на-Амуре // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 29–30 ноября 2018 года. Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2019. С. 428–431.
9. Зимнева С.В., Жуйков Р.В. К понятию объекта незавершенного строительства // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 5-2. С. 254–257.

АВТОР

Малафеевская Оксана Игоревна

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

Поступила 17.07.2023. Принята к публикации 23.10.2023. Опубликовано 30.10.2023.

UDC 528.4

DOI:10.30533/scidata-2023-14-05



Quantitative and qualitative characteristics of an object of unfinished construction as an object of real estate

Oksana I. Malafeevskaya¹✉

AFFILIATIONS

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

✉ oksaninka33@yandex.ru

CITATION

Malafeevskaya OI. Quantitative and qualitative characteristics of an object of unfinished construction as an object of real estate. *Spatial Data: science, research and technology*. 2023;14(3): 8–21. DOI:10.30533/scidata-2023-14-05.

KEYWORDS

degree of readiness, object of unfinished construction, cadastral engineer, foundation, Unified State Register of Real Estate, technical plan

ABSTRACT

At the moment, in the Unified State Register of Real Estate in relation to an object under construction, one of the main characteristics is the degree of its readiness. This characteristic reflects the degree of readiness of the construction object as a percentage. At the same time, this characteristic also includes the foundation, which is an important quantitative characteristic of an object under construction. However, such information from the Unified State Register of Real Estate does not reflect the real degree of readiness of the object, since it is unclear what exactly is included in these percentages. One of the principles of recognizing an object as an object of immovable property is its indissoluble connection with the land. For an object under construction, this relationship can be traced only if its foundation is fully erected. At the moment,

there are no requirements, provisions that would confirm that the foundation is an essential condition for recognizing an object of unfinished construction as an object of immovable property. As part of the study, it was proposed to determine the main quantitative characteristics of an object of unfinished construction to be entered in the Unified State Register of Real Estate, including the percentage of the degree of readiness of the construction object. It was also proposed to reflect in the Unified State Register of Real Estate the qualitative characteristics of the objects under consideration, namely information about the materials of the foundation of the unfinished construction object.

ACKNOWLEDGEMENTS

I express my gratitude to the scientific supervisor Victoria Mikholskaya.

REFERENCES

1. Aseyeva MA, Gleba OV, Ratushnyak GY. Pravovoi rezhim ob"ektov kapital'nogo stroitel'stva: problemy zakonodatel'nogo regulirovaniya [Legal regime of capital construction facilities: problems of legislative regulation]. *Agrarian and land law*. 2020;10(190): 185–189. (In Russian). DOI:10.47643/1815-1329_2020_10_185.
2. Yakovleva IY, Suzdaleva AL. Riski opasnykh posledstviy sushchestvovaniya v gorodakh beskhoznykh i broshennykh ob"ektov nezavershennogo stroitel'stva [Risks of dangerous consequences of the existence of abandoned unfinished construction objects in cities]. *The Eurasian Scientific Journal*. 2022. (In Russian). Available from: <https://esj.today/PDF/27NZVN522.pdf> (accessed: 10 October 2023).
3. Golovanov NM. Pravovoi status ob"ekta nezavershennogo stroitel'stva po rossiiskomu zakonodatel'stvu I voprosy ego sovershenstvovaniya [The legal status of an object under construction under russian law and issues of its improvement]. *Eurasian Union of Scientists. Series: Economic and Legal Sciences*. 2023;2(105): 31–35. (In Russian). DOI:10.31618/ESU.2413-9335.2023.2.105.1759.
4. Darkov AA, Zrellov AP. Grazhdansko-pravovoi rezhim ob"ektov nezavershennogo stroitel'stva [Civil law regime of unfinished construction objects]. *Zakon i Pravo*. 2023;4: 115–119. (In Russian). DOI:10.56539/20733313_2023_4_115.
5. Semenova TG. Особенности правового регулирования объектов незавершенного строительства [Features of legal regulation for objects of incomplete construction]. *Gumanitarnye, sotsial'no-ekonomicheskie I obshchestvennyye nauki*. 2020;3: 147–151. (In Russian). DOI:10.23672/SAE.2020.2020.58119.
6. Nosach SS. Nedvizhimoe imushchestvo kak ob"ekt grazhdansko-pravovogo regulirovaniya: teoretiko-metodologicheskie aspekty [Real Estate as an Object of civil legal regulation. theoretical and methodological aspects]. *Law and state: theory and practice*. 2023;10(226): 283–286. (In Russian). DOI:10.47643/1815-1337_2023_10_283.
7. Lushnikov VV. Slovo o fundamente, ili Fundament zdaniya kak analog opor tvorennii prirody [The word about the foundation (or The foundation as an analogue of the supports of the creations of nature)]. *Construction and Geotechnics*. 2019;10(2): 14–25. (In Russian). DOI:10.15593/2224-9826/2019.2.02.

8. Koroteyeva LI, Morozov LM. Kadaastrovyi uchet nezavershennogo stroitel'stva v Komsomol'ske-na-Amure [Cadastral registration of unfinished construction in Komsomolsk-on-Amur]. *Regional aspects of the development of science and education in the field of architecture, construction, land management and cadastre at the beginning of the III millennium*: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Komsomolsk-on-Amur, November 29–30, 2018. Komsomolsk-on-Amur: Komsomolsk-na-Amure State University, 2019: 428–431. (In Russian).
9. Zimneva SV, Zhuikov RV. K ponyatiyu ob"ekta nezavershennogo stroitel'stva [To the concept of object of incomplete construction]. *Mezhdunarodnyi zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk*. 2018;5-2: 254–257. (In Russian).

AUTHOR

Oksana I. Malafeevskaya

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Submitted: July 17, 2023. Accepted: October 23, 2023. Published: October 30, 2023.



Анализ цифровых стратегий регионов Российской Федерации с точки зрения геоинформатики

А.Л. Синицына¹✉, А.Л. Степанченко¹,
М.Н. Забаева¹, О.А. Кувекина¹

АФФИЛИАЦИИ

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

ЦИТИРОВАНИЕ

Синицына А.Л., Степанченко А.Л., Забаева М.Н., Кувекина О.А. Анализ цифровых стратегий регионов Российской Федерации с точки зрения геоинформатики // Пространственные данные: наука и технологии. 2023. Т. 14. № 3. С. 22–39. DOI:10.30533/scidata-2023-14-08.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

стратегии цифровой трансформации, регионы России, цифровая зрелость, базовые компоненты геоинформатики

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена оценке готовности регионов России к реализации стратегий цифровой трансформации (исследовано 84 региона по состоянию на 2021 год, 82 — по состоянию на 2022 год). Для сбора и аккумулирования данных была создана база данных на основе Excel по 13 направлениям цифровой трансформации (здравоохранение, образование и наука, транспорт и логистика, развитие городской среды, государственное управление, социальная сфера, строительство, экология и природопользование, промышленность, кадровое обеспечение цифровой экономики, туризм, культура, физическая культура и спорт), двум хронологическим срезам (2021 и 2022 годы) и по семи основным региональным векторам тематической направленности (базовые положения; приоритеты, цели и задачи цифровой трансформации; проблемы и вызовы цифровой трансформации; взаимосвязь задач

и проектов стратегии; проекты развития отрасли; показатели развития отрасли; ресурсное обеспечение реализации стратегии). Получены зависимости уровня цифровой зрелости региона/пространства от численности; произведена оценка готовности инфраструктур регионов РФ к реализации стратегий цифровой трансформации (СЦТ) и уровня готовности региона/пространства; определены базовые компоненты геоинформатики готовности региона/пространства к реализации СЦТ.

1 Введение

На базе кафедры экономики Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) с конца XX века силами учащихся и профессорско-преподавательского состава проводится поэтапное комплексное мультиаспектное исследование пространственного развития. Первоначально объектом были мегаполисы, в качестве практического примера рассматривалась Москва. Так, на примере Москвы как мегаполиса и пилотного проекта «Юго-Восточный луч» при активном взаимодействии с Государственным унитарным предприятием «Генеральная дирекция Центрального административного округа города Москвы» (ГУП Гендирекция ЦАО г. Москвы), Научно-исследовательским и проектным институтом Генерального плана города Москвы (НИиПИ Генплана г. Москвы) и Центром телеавтоматического управления движением транспорта Управления государственной инспекции безопасности дорожного движения Государственного управления внутренних дел города Москвы (ЦТАУ ДТ УГИБДД ГУВД г. Москвы) были разработаны методика и модели учета транспортной составляющей в экономике промышленности мегаполиса¹ в рамках реализации ряда постановлений правительства Москвы за 2000–2003 годы^{2,3,4}. В период с 2005 по 2006 год в рамках распоряжения Мэра Москвы от 10 марта 2005 г. № 58-РМ и распоряжения правительства Москвы от 16 ноября 2005 г. № 2295-РП проведены научно-исследовательские работы по внедрению автоматизированных систем управления движением (АСУД) в Московском регионе [1]. В период с 2006 по 2008 год были проведены научные технико-экономические исследования,

- 1 Сеницына А.Л. Учет транспортной составляющей в экономике промышленности мегаполиса (на примере г. Москвы): дис. ... канд. экон. наук. М., 2004. 219 с.
- 2 О Концепции организационно-правового регулирования системы временного размещения автотранспортных средств на территории города Москвы. Постановление правительства Москвы от 29 августа 2000 г. № 698-ПП. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/18560220> (дата обращения: 11.10.2023).
- 3 О проведении эксперимента по формированию и организации парковочного пространства на направлении «Юго-восточный луч» (Волгоградский проспект – Марксистская улица – Лубянская площадь). Распоряжение правительства Москвы от 1 апреля 2003 г. № 505-РП. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/30402220/> (дата обращения: 11.10.2023).
- 4 О мерах по совершенствованию организации дорожного движения в городе Москве. Постановление правительства Москвы от 5 декабря 2000 г. № 971-ПП. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/18085220/> (дата обращения: 11.10.2023).

направленные на развитие АСУД транспортных средств и пешеходов в рамках мероприятий Федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах»⁵.

В настоящее время в связи с активным развитием геоинформационных и современных цифровых технологий принято решение о расширении рамок исследований с включением геопространственной составляющей. На сегодняшний день можно выделить три основные перспективные траектории экономического и геопространственного развития: с одной стороны — стремление к цифровой зрелости в отраслях народного хозяйства [2]; с другой — активное формирование геоинформационного пространства как отдельного самостоятельного и влиятельного фактора в народнохозяйственной деятельности международного пространства [3]; с третьей — продолжение траектории устойчивого зеленого развития территории. В данном исследовании проанализированы цифровые стратегии регионов РФ с точки зрения геоинформатики.

2 Материалы и методы

Исследование проводилось в четыре этапа:

- 1) выбор объекта и предмета исследования;
- 2) определение источников получения информации и сбор информации;
- 3) выбор методов и способов анализа данных и систематизация и структурирование полученных данных;
- 4) интерпретация полученных результатов, а также разработка рекомендаций и предложений по перспективам дальнейших исследований.

Ограничения исследования: данные для сбора, обработки и анализа, а также методики и способы анализа данных должны быть открытыми и общедоступными, одновременно актуальными, точными и достоверными.

2.1 Выбор объекта и предмета исследования

Достижение значительных успехов в области цифровизации и цифровой трансформации — **национальная цель, относящаяся к пяти ключевым направлениям развития Российской Федерации** на период до 2030 г., определенным Президентом:

- 1) сохранение населения, здоровье и благополучие людей;
- 2) возможности для самореализации и развития талантов;

⁵ Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах». Постановление Правительства РФ от 20 февраля 2006 г. №100. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/189189/#friends> (дата обращения: 11.10.2023).

- 3) комфортная и безопасная среда для жизни;
- 4) достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство;
- 5) цифровая трансформация [4].

В качестве объектов исследования были выбраны регионы РФ, так как МИИГАиК активно взаимодействует с Росреестром в рамках траектории стратегии цифровой трансформации государственного управления и достаточно активно работает с регионами. Предмет исследования — стратегии цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления регионов РФ в 2021–2022 годах, основанные на ряде нормативно-правовых документов (Указ Президента РФ от 21 июля 2020 г. № 474, Перечень поручений Президента РФ от 31 декабря 2020 г. № Пр-2242, Указ Президента РФ от 9 мая 2017 г. № 20 и ряд других).

2.2 Определение источников получения информации и сбор информации

В процессе отбора регионов РФ для исследования и выбора аспектов изучения было выявлено наличие доступной, актуальной и достоверной информации по стратегиям цифровой трансформации на официальном сайте Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации по состоянию на 2021–2022 годы⁶: для 2021 года — по 84 регионам, для 2022 года — по 82 регионам (отсутствуют Тамбовская и Тверская области). В региональные стратегии включено 13 направлений цифровой трансформации: здравоохранение, образование и наука, транспорт и логистика, развитие городской среды, государственное управление, социальная сфера, строительство, экология и природопользование, промышленность, кадровое обеспечение цифровой экономики, туризм, культура, физическая культура и спорт⁷. Реализация проектов (мероприятий) и достижение показателей, включенных в региональные стратегии, запланированы на срок до 2024 года. Для сбора и аккумулирования данных была создана база данных на основе MS Excel по 13 направлениям цифровой трансформации (здравоохранение, образование и наука, транспорт и логистика, развитие городской среды, государственное управление, социальная сфера, строительство, экология и природопользование, промышленность, кадровое обеспечение цифровой экономики, туризм, культура, физическая культура и спорт), двум хронологическим срезам (2021 и 2022 годы) и по семи основным региональным векторам тематической направленности (базовые положения; приоритеты, цели и задачи

6 Официальные версии стратегий цифровой трансформации на 2021–2022 гг. Официальный сайт Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/1064/?utm_referrer=https%3a%2f%2fwww.google.com%2f (дата обращения: 26.10.2023).

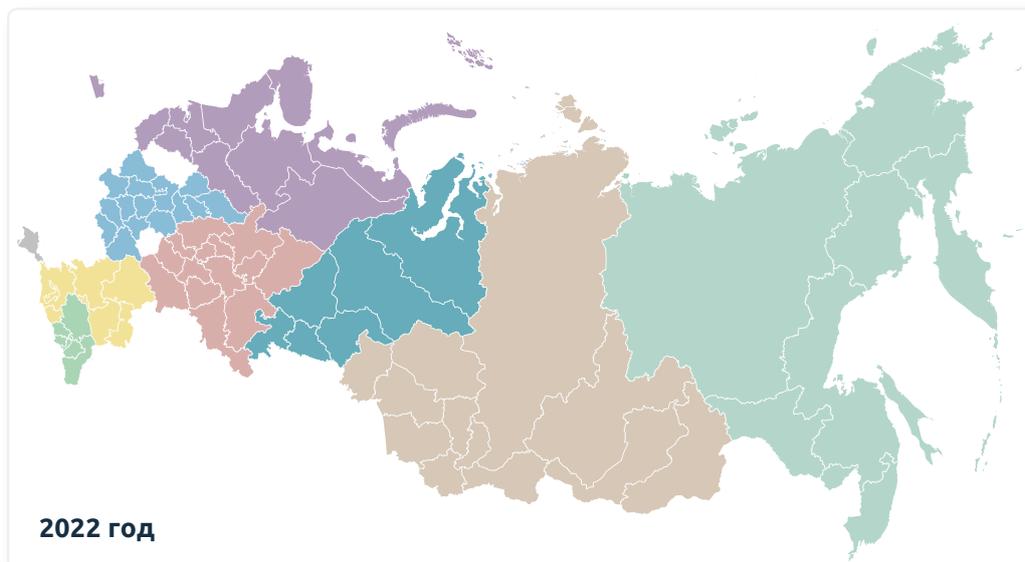
7 Постановление правительства Кемеровской области – Кузбасса от 31 августа 2022 г. № 591 «Об утверждении Стратегии в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Кемеровской области – Кузбасса». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bulleten-kuzbass.ru> (дата обращения: 26.10.2023).

цифровой трансформации; проблемы и вызовы цифровой трансформации; взаимосвязь задач и проектов стратегии; проекты развития отрасли; показатели развития отрасли; ресурсное обеспечение реализации стратегии)⁸.

На **Рисунке 1** приведены исследуемые области по хронологическим срезам.

Рис. 1 Исследуемые области по хронологическим срезам (2021 и 2022 годы).

Fig. 1 Study areas by chronological sections (2021, 2022).



⁸ Стратегия в области цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления Кемеровской области – Кузбасса». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://digital.gov.ru/uploaded/files/d45491021.pdf> (дата обращения: 26.10.2023).

3 Результаты

Как показало настоящее исследование, глобально региональную СЦТ с точки зрения геоинформатики можно визуализировать простой моделью (Рис. 2).

Рис. 2 Модель региональной СЦТ.

Fig. 2 Regional digital transformation strategy model.



Следует обратить внимание на тот факт, что все пространства (регионы) «входят» в СЦТ с разными стартовыми условиями, а «выйти» должны все на достаточно высоком уровне «цифровой зрелости». Исходя из этого предлагается категоризация пространства/региона по готовности/исходным показателям и по сложности «прохождения» СЦТ, которая, как показало данное исследование, напрямую зависит от численности населения пространства (региона), а именно: чем выше численность населения, тем более высокий входной уровень «цифровой зрелости» имеет пространство и тем легче и проще проходит процесс трансформации или развития территории (до связи с показателями национальных целей). В **Таблице 1** представлена трехуровневая категоризация пространств (регионов) по готовности к СЦТ. Используются данные Росстата⁹.

⁹ Таблица 4 «Численность городского и сельского населения по полу по субъектам Российской Федерации». 31.12.2022 // Итоги ВПН-2020. Т. 1. Численность и размещение населения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya (дата обращения: 28.10.2023).

Таблица 1 Категоризация пространств (регионов) по готовности к ЦСТ.

Table 1 Space (region) categorization of according to readiness for the digital transformation strategy.

| Уровень | 1 | 2 | 3 |
|---------------------------|--|--|--|
| Описание | <p>Созданы условия для развития человеческого капитала, жизни и работы в цифровую эпоху. Увеличена доля цифрового бизнеса в общей доле экономики.</p> <p>Достигнута «цифровая зрелость» ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления.</p> <p>Увеличена доля массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде. Обеспечено современное управление на основе объемных данных.</p> <p>Увеличены вложения в российские решения в сфере информационных технологий (ИТ). Обеспечен рост доли предприятий ИТ-сектора в экономике региона.</p> <p>Реализованы меры поддержки проектов в сфере цифровых «сквозных технологий» ИТ-компаний</p> | <p>Создаются условия для развития человеческого капитала, жизни и работы в цифровую эпоху.</p> <p>Достигается «цифровая зрелость» ключевых отраслей экономики и социальной сферы, в том числе здравоохранения и образования, а также государственного управления.</p> <p>Увеличивается доля массовых социально значимых услуг, доступных в электронном виде. Обеспечивается современное управление на основе объемных данных.</p> <p>Увеличиваются вложения в российские решения в сфере ИТ.</p> <p>Обеспечивается рост доли предприятий ИТ-сектора в экономике региона.</p> <p>Реализовываются меры поддержки проектов в сфере цифровых «сквозных технологий» ИТ-компаний</p> | <p>Создаются и реализуются проекты по всем 13 траекториям по работе и внедрению современных цифровых систем и технологий</p> |
| Критерии отнесения | <p>Наличие мегаполисов на рассматриваемом пространстве (в рассматриваемом регионе) или в тесной близости к пространству/региону</p> | <p>Население пространства/ региона более 1 млн чел., но на рассматриваемом пространстве (в рассматриваемом регионе) или в тесной близости к пространству/ региону отсутствуют мегаполисы</p> | <p>Население пространства/ региона до 1 млн чел.</p> |

| Уровень | 1 | 2 | 3 |
|------------------------------|--|---|---|
| Пространство (регион) | Вологодская область; Воронежская область; Краснодарский край; Красноярский край; Ленинградская область; Московская область; Нижегородская область; Новосибирская область; Омская область; Пермская область; Республика Башкортостан; Республика Татарстан; Ростовская область; Самарская область; Свердловская область; Челябинская область; Республика Дагестан; Санкт-Петербург; Волгоградская область | Иркутская область; Алтайский край; Республика Крым; Оренбургская область; Приморский край; Ханты-Мансийский автономный округ — Югра; Тюменская область; Белгородская область; Чеченская Республика; Тульская область; Удмуртская Республика; Владимирская область; Хабаровский край; Пензенская область; Тверская область; Ярославская область; Ульяновская область; Чувашская Республика; Брянская область; Кировская область; Липецкая область; Рязанская область; Курская область; Калужская область; Томская область; Калининградская область; Архангельская область; Забайкальский край; Ставропольский край | Республика Саха (Якутия); Тамбовская область; Республика Бурятия; Астраханская область; Ивановская область; Кабардино-Балкарская Республика; Смоленская область; Республика Мордовия; Курганская область; Амурская область; Республика Коми; Орловская область; Республика Северная Осетия — Алания; Республика Марий Эл; Мурманская область; Псковская область; Новгородская область; Костромская область; Севастополь; Республика Хакасия; Республика Карелия; Ямало-Ненецкий автономный округ; Республика Ингушетия; Республика Адыгея; Карачаево-Черкесская Республика; Сахалинская область; Республика Тыва; Камчатский край; Республика Калмыкия; Республика Алтай; Еврейская автономная область; Магаданская область; Чукотский автономный округ; Ненецкий автономный округ |
| Всего пространств | 19 | 31 | 34 |

4 Обсуждение

Как показывает анализ научной литературы, приоритизация направлений пространственно-отраслевого развития регионов в условиях цифровизации экономики является теоретически актуальной и практически значимой задачей. Выбор и обоснование системы приоритетов пространственно-отраслевого развития регионов в условиях цифровизации экономики выступают важным условием для разработки и реализации программных документов по эффективному развитию цифровой экономики регионов в кратко-, средне- и долгосрочных периодах [5]. Важность конструктивного комплексного анализа и выработки пространственно-отраслевых акцентов в эпоху цифровой трансформации в регионах затрагивается в трудах Я.П. Силина и Е.Г. Анимца [6], Т.Б. Саутиевой [7], О.В. Кузнецовой [8], Ю.Г. Лавриковой и В.В. Акбердиной [9], Н.В. Зубаревич [10], А.А. Урасовой и соавт. [11]. В настоящем исследовании авторами была предпринята попытка синергии экономики и геоинформатики в исследовании анализа цифровых стратегий регионов РФ. Так, представленная в **Таблице 2** категоризация/классификация пространств/регионов по готовности к СЦТ была проанализирована авторами данной статьи: пространства, отнесенные к уровню 3, только начинают путь к цифровой зрелости и СЦТ; уровень 2 характеризуется некоторой степенью «цифровой зрелости»; уровень 1 условно можно назвать устойчивым уровнем «цифровой зрелости» и готовности к реализации национальных целей РФ.

Следующим шагом стало определение разницы между уровнем 3 и уровнем 2 с точки зрения геоинформатики. Для этого с использованием методов сравнения и анализа были сопоставлены траектории цифровой трансформации по базовым компонентам геоинформатики.

5 Выводы

Проведен анализ цифровых стратегий регионов РФ с точки зрения геоинформатики: получены зависимости уровня цифровой зрелости от численности региона/пространства; произведена оценка готовности инфраструктур регионов РФ к реализации СЦТ и предложены три категории готовности региона/пространства; определены базовые компоненты геоинформатики готовности региона/пространства к реализации СЦТ.

Таблица 2 Базовые компоненты геоинформатики готовности региона к ЦТ.

Table 2 Basic components of geoinformatics the region “readiness” for the digital transformation strategy.

| Направление | Направление ЦТ с точки зрения геоинформатики | Базовые компоненты геоинформатики |
|---------------------------------|--|---|
| Образование и наука | Обеспечение доступа ко всем образовательным процессам и сервисам в режиме «единого окна» | «Библиотека цифрового образовательного контента»; «Цифровой помощник ученика»; «Цифровой помощник родителя»; «Цифровой помощник учителя»; «Система управления в образовательной организации»; «Цифровое портфолио ученика»; Проект «Единая сервисная платформа науки» |
| Здравоохранение | Обеспечение доступности цифровых сервисов посредством внедрения электронного документооборота, в том числе телемедицинских технологий, электронной записи к врачу, электронных рецептов | Единая государственная информационная система в сфере здравоохранения; «Мое здоровье» — на «Госуслугах» |
| Развитие городской среды | Создание единой платформы по решению вопросов городского развития и принятия участия в инициативном бюджетировании, организации единого информационного пространства федерального и регионального уровней | Развитие «Озера данных» регионального уровня в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; Платформа «Решаем вместе»; Цифровой водоканал |
| Транспорт и логистика | Внедрение единого цифрового инструмента оплаты проезда для всех видов транспорта, создание сервиса построения оптимального маршрута поездки в целях увеличения средней скорости перемещения пассажиров в городском общественном транспорте | «Зеленый цифровой коридор пассажира» проекта «Цифровая трансформация» |

| Направление | Направление СЦТ с точки зрения геоинформатики | Базовые компоненты геоинформатики |
|-----------------------------------|--|--|
| Государственное управление | Формирование новых цифровых сервисов и государственных информационных систем, развитие управления на основе больших данных, развитие масштабной автоматизации и внедрение технологий искусственного интеллекта | Цифровизация мировых судов; Электронный документооборот; Гособлако; Типовое автоматизированное рабочее место/ автоматизированное рабочее место государственного служащего; Паспорт гражданина РФ с электронным носителем; Мобильный идентификатор гражданина РФ; Цифровая трансформация контрольной (надзорной) деятельности; Центры управления регионов; Платформа «Решаем вместе» |
| Социальная сфера | Внедрение Единой цифровой платформы в социальной сфере, единого стандарта социальной поддержки; перевод меры социальной поддержки в формат «Социального казначейства»; осуществление модернизации государственной службы занятости населения; внедрение «Единого контакт-центра взаимодействия с гражданами» | Цифровизация процесса оказания финансовой помощи населению, пострадавшему в результате чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; Перевод мер социальной поддержки в формат «Социального казначейства»; Создание банков данных льготных категорий граждан в Единой государственной информационной системе социального обеспечения; Создание информационной системы «Единый контакт-центр взаимодействия с гражданами»; Создание подсистемы установления и выплат Единой государственной информационной системы социального обеспечения |

| Направление | Направление СЦТ с точки зрения геоинформатики | Базовые компоненты геоинформатики |
|-----------------------|--|---|
| Строительство | Внедрение технологии информационного моделирования, формирование единой цифровой среды для участников проекта, создание цифрового жизненного цикла объекта строительства; сокращение времени прохождения рабочей документации по всем этапам жизненного цикла объектов капитального строительства, сокращение количества коллизий в проектной документации, повышение качества проектной документации; создание системы непрерывного перевода в электронный вид, а также с учетом перехода на проактивную модель и реестровый принцип оказания услуг; внедрение отечественных программных продуктов для технологий информационного моделирования | «Строим в 1 клик»; «Строим умные объекты» (использование технологий информационного моделирования) |
| Культура | Совершенствование организационных, экономических и правовых механизмов развития сферы «Культура», повышение качества и доступности услуг, развитие единого культурного пространства, создание условий для равного доступа граждан к культурным ценностям и информации | Развитие региональной информационной системы |
| Промышленность | Внедрение российского промышленного программного обеспечения, внедрение «умного» импортозамещения, обеспечение доступности информации о технологических и производственных возможностях предприятий | Формирование на платформе Государственной информационной системы промышленности цифровых паспортов промышленных предприятий; «Моя цифровая ферма» (образование для фермеров в сфере растениеводства); Внедрение подсистемы пчеловодства «Добропчёл» |

| Направление | Направление СЦТ с точки зрения геоинформатики | Базовые компоненты геоинформатики |
|--------------------------------------|--|--|
| Энергетическая инфраструктура | Создание целостной системы управления процессами энергосбережения и повышения энергетической эффективности экономики региона, а также цифрового продукта, включающего в себя паспортизацию активов предприятий топливно-энергетического комплекса и инженерной инфраструктуры, анализ состояния оборудования | Реестры инженерной инфраструктуры |
| Экология и природопользование | Сокращение трудовых и временных затрат по исполнению полномочий по регистрации договоров водопользования; обеспечение планирования, анализа и мониторинга состояния лицензирования пользования недрами; актуализация сведений обо всей геологической информации о недрах региона; дистанционное проведение контрольно-надзорной деятельности, в том числе с использованием чек-листов в электронном виде; контроль договора и сделки в области лесных отношений за счет цифровизации ретроспективных материалов; формирование единого кадастра особо охраняемых природных территорий (ООПТ) региона, автоматизация анализа развития экологического туризма на ООПТ | Единый кадастр особо охраняемых природных территорий региона |
| Связь | Обеспечение доступа к сети Интернет и иным инфокоммуникационным сетям органов государственной власти, органов местного самоуправления | Создание единых информационных безопасных пространств |

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Sinitsyna A.L. Estimation of economic efficiency by using of the Automated Control System Traffic (ACST), Constructed with application of GIS-technologies // Proceedings of the first international conference on Cartography and GIS. Borovets, 2006. P. 24–25.
2. Захарова С.А. Цифровая зрелость региональных органов государственной власти как снова «умного» публичного управления // Государственная служба. 2022. № 5. С. 6–13.
3. Карпик А.П., Лисицкий Д.В. Основные принципы формирования единого геоинформационного пространства территорий // Гео-Сибирь. 2011. № 5. С. 19–24.
4. Абрамов В.И., Андреев В.Д. Анализ стратегий цифровой трансформации регионов России в контексте достижения национальных целей // Вопросы государственного и муниципального управления. 2023. № 1. С. 89–119. DOI:10.17323/1999-5431-2023-0-1-89-119.
5. Глезман Л.В. Приоритеты пространственно-отраслевого развития регионов в условиях цифровизации экономики // Вопросы инновационной экономики. 2021. Т. 11. № 2. С. 581–596. DOI:10.18334/vinec.11.2.111961.
6. Силин Я.П., Анимца Е.Г. Эволюция парадигмы региональной экономики // Journal of New Economy. 2020. № 1. С. 5–28. DOI:10.29141/2658-50812020-21-1-1.
7. Саутиева Т.Б. Рациональная отраслевая и территориальная структура экономики — предпосылка эффективного развития регионов // Бюллетень науки и практики. 2017. № 1(17). С. 159–162. DOI:10.5281/zenodo.244249.
8. Кузнецова О.В. Стратегия пространственного развития Российской Федерации: иллюзия решений и реальность проблем // Пространственная экономика. 2019. № 4. С. 107–125. DOI:10.14530/se.2019.4.107-125.
9. Лаврикова Ю.Г., Акбердина В.В., Суворова А.В. Согласование приоритетов научно-технологического и пространственного развития промышленных регионов // Экономика региона. 2019. № 4. С. 1022–1035. DOI:https://doi.org/10.17059/2019-4-5.
10. Зубаревич Н.В. Стратегия пространственного развития: приоритеты и инструменты // Вопросы экономики. 2019. № 1. С. 135–145. DOI:10.32609/0042-8736-2019-1-135-145.
11. Урасова А.А., Баландин Е.Д., Баландин Д.А. Особенности развития экономики региона в эпоху цифровизации // Фундаментальные исследования. 2020. № 6. С. 150–155. DOI:10.17513/fr.42792.

АВТОРЫ

Синицына Анна Львовна

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

кафедра экономики, факультет управления территориями

канд. экон. наук, доцент

 0000-0002-5381-2163

Степанченко Алексей Леонидович

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

кафедра картографии, картографический факультет

канд. техн. наук

✉ stalex@miigaik.ru

🆔 0000-0003-3692-3985

Забаяева Марина Николаевна

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

кафедра экономики, факультет управления территориями

д-р экон. наук, доцент

✉ m_zabaeva@gambler.ru

🆔 0000-0003-3713-5972

Кувекина Ольга Анатольевна

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

кафедра экономики, факультет управления территориями

канд. экон. наук, доцент

✉ kuvekina@mail.ru

🆔 0000-0003-2281-0250

Поступила 19.07.2023. Принята к публикации 23.10.2023. Опубликовано 30.10.2023.

UDC 528:004.9:332.1

DOI:10.30533/scidata-2023-14-08



Russian regions digital strategies analysis from the geoinformatic view point

Anna L. Sinitsyna¹✉, Alexey L. Stepanchenko¹,
Marina N. Zabaeva¹, Olga A. Kuvekina¹

AFFILIATIONS

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

✉ anna_sinitsyna@bk.ru

CITATION

Sinitsyna AL, Stepanchenko AL, Zabaeva MN, Kuvekina OA. Russian regions digital strategies analysis from the geoinformatic view point. *Spatial Data: science, research and technology*. 2023;14(3): 22–39. DOI:10.30533/scidata-2023-14-08.

KEYWORDS

digital transformation strategies, Russian regions, digital maturity, basic components of geoinformatics

ABSTRACT

Economics Department of Moscow State University of Geodesy and Cartography has been actively engaged in a comprehensive study of spatial development since the end of the XX century. Initially, the objects were megacities, and Moscow was considered as a practical example. A number of projects have been implemented in the transport component of the industrial economy of the metropolis. Currently, scientific research has been expanded taking into account geoinformation and geospatial components. This article is devoted to the analysis of digital strategies of the Russian Federation regions from the point of geoinformatics view. An assessment was made of the Russian regions readiness to implement digital development strategies.

As of 2021, 84 regions have been studied, and as of 2022 — 82 regions of the Russian Federation. The regional strategies include 13 areas of digital transformation: healthcare, education and science, transport and logistics, urban development, public administration, social sphere, construction, ecology and environmental management, industry, staffing of the digital economy, tourism, culture, physical education and sports. Dependences of the level of digital maturity of a region/space on the number of people were obtained; an assessment was made of the readiness of the infrastructures of the regions of the Russian Federation for the implementation of digital transformation strategy and three categories of levels of readiness of the region/space were proposed; the basic components of geoinformatics for the “readiness” of the region/space for the implementation of the central heating system have been identified.

REFERENCES

1. Sinitsyna AL. Estimation of economic efficiency by using of the Automated Control System Traffic (ACST), Constructed with application of GIS-technologies. *Proceedings of the first international conference on Cartography and GIS*. Borovets, 2006: 24–25.
2. Zakharova SA. Digital maturity of regional government bodies as “smart” public administration again. *Public service*. 2022;5: 6–13. (In Russian).
3. Karpik AP, Lisitsky DV. General principles of a unique geoinformation fields of territories development. *Geo-Sibir*. 2011;S: 19–24. (In Russian).
4. Abramov VI, Andreev VD. Analysis of digital strategies transformation of Russian regions in the context of achieving national goals. *Public Administration Issues*. 2023;1: 89–119. (In Russian). DOI:10.17323/1999-5431-2023-0-1-89-119.
5. Glezman LV. Prioritety prostranstvenno-otraslevogo razvitiya regionov v usloviyakh tsifrovizatsii ekonomiki [Priorities of regional spatial and sectoral development amidst economy digitalization]. *Voprosy innovatsionnoi ekonomiki*. 2021;11(2): 581–596. (In Russian). DOI:10.18334/vinec.11.2.111961.
6. Silin YP, Animitsa EG. Evolution of the regional economics paradigm. *Journal of New Economy*. 2020;1: 5–28. (In Russian). DOI:10.29141/2658-50812020-21-1-1.
7. Sautieva TB. Rational branch and territorial structure of economy — the prerequisite of efficient development of regions. *Bulletin of Science and Practice*. 2017;1(17): 159–162. (In Russian). DOI:10.5281/zenodo.244249.
8. Kuznetsova OV. Spatial development strategy of the Russian Federation: the illusion of solutions and the reality of problems. *Spatial Economics*. 2019;4: 107–125. (In Russian). DOI:10.14530/se.2019.4.107-125.
9. Lavrikova YuG, Akberdina VV, Suvorova AV. Coordination of priorities of scientific, technological and spatial development of industrial regions. *Economics of Regions*. 2019;4: 1022–1035. (In Russian). DOI:https://doi.org/10.17059/2019-4-5.
10. Zubarevich NV. Spatial development Strategy: Priorities and instruments. *Voprosy Ekonomiki*. 2019;1: 135–145. (In Russian). DOI:10.32609/0042-8736-2019-1-135-145.
11. Urasova AA, Balandin ED, Balandin DA. Features of the development of the economy of the region in the epoch of digitalization. *Fundamental Research*. 2020;6: 150–155. (In Russian). DOI:10.17513/fr.42792.

AUTHORS

Anna L. Sinitsyna

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

Alexey L. Stepanchenko

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
Department of Cartography, Faculty of Cartography
Ph.D. in Engineering
 stalex@miigaik.ru
 0000-0003-3692-3985

Marina N. Zabaeva

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
Economics Department, Faculty of Territorial Management
Doctor of Economics, Associate Professor
 m_zabaeva@rambler.ru
 0000-0003-3713-5972

Olga A. Kuvkina

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
Economics Department, Faculty of Territorial Management
PhD in Economics, Associate Professor
 kuvkina@mail.ru
 0000-0003-2281-0250

Submitted: July 19, 2023. Accepted: October 23, 2023. Published: October 30, 2023.



Автоматизация расчета точности передачи координат в высотном строительстве

Г.Е. Валов^{1,2}✉

АФФИЛИАЦИИ

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

² Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

✉ georgevalov@mail.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Валов Г.Е. Автоматизация расчета точности передачи координат в высотном строительстве // Пространственные данные: наука и технологии. 2023. Т. 14. № 3. С. 40–55. DOI:10.30533/scidata-2023-14-09.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

создание внутренней разбивочной основы, передача координат на монтажные горизонты, расчет точности, зенит-прибор, наклонное проектирование, обратная засечка, глобальная навигационная спутниковая система, автоматизация проектирования, разработка программного обеспечения, компьютеризация

АННОТАЦИЯ

Целью исследования является создание универсального решения проблемы выбора способа передачи координат на монтажные горизонты в высотном строительстве. Исследование проводилось методом анализа и последующего синтеза всех способов передачи координат на монтажные горизонты и соответствующих каждому актуальному способу схем расчета точности. В результате были отобраны наиболее актуальные и технологичные способы, отвечающие требованиям геодезического производства в высотном строительстве, и для каждого из отобранных способов передачи координатного положения были выбраны наиболее надежные схемы расчета точности. На основании выбранных схем было разработано новое программное обеспечение в виде приложения

с графическим интерфейсом, состоящим из четырех вкладок. Графический интерфейс разрабатывался в специализированной программе Qt Designer. Создание и редактирование программного кода осуществлялось на языке программирования Python в среде разработки PyCharm. На каждой из вкладок реализована программа, позволяющая рассчитать точность передачи координатного положения на монтажные горизонты основными используемыми в геодезическом производстве способами. Созданный программный продукт обеспечивает геодезисту возможность практически мгновенного верного выбора наилучшего в текущих условиях способа передачи координат, что позволяет в значительной мере автоматизировать процесс проектирования геодезических работ при создании внутренней разбивочной основы возводимого сооружения.

1 Введение

Важнейшим этапом при создании внутренней разбивочной основы возводимого сооружения является передача координат на монтажные горизонты. От переданных точек выносятся рабочие оси, от которых, в свою очередь, производится разбивка всех строительных конструктивов. Передача координат на монтажные горизонты относится к задачам, требующим инженерной (1–4 мм) точности. Более детально требования к точности приведены в нормативной документации (СП 126.13330.2017, МДС 11-19.2009).

При проектировании внутренней разбивочной основы возникает ряд проблем:

- выбор способа передачи;
- выбор схемы расчета;
- автоматизация расчета точности.

Несмотря на значительное количество опубликованных материалов по рассматриваемым проблемам [1–3], **остаются открытыми вопросы:**

1. Как выбирать наилучший в текущих условиях способ передачи?
2. По какой схеме произвести предрасчет точности?
3. Как произвести предрасчет точности с минимальными временными затратами?

Автор считает, что решить данные вопросы можно путем использования программного обеспечения (ПО) для каждой конкретной задачи. На сегодняшний день такого ПО нет.

Целью данного исследования является создание программного продукта для предрасчета точности основных способов передачи координатного положения на монтажные горизонты. **Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:**

- 1) рассмотреть все способы передачи координат и выявить наиболее часто применяемые из них;

- 2) рассмотреть различные схемы предрасчета точности для выбранных согласно п. 1 способов передачи координат;
- 3) проанализировать рассмотренные согласно п. 2 схемы расчета точности и выбрать оптимальные;
- 4) создать графический интерфейс будущего программного продукта на основе выбранных согласно п. 3 схем;
- 5) для созданного интерфейса на основании формул выбранных схем расчета прописать программный код.

2 Материалы и методы

2.1 Анализ методов передачи координат

Достаточно полный и подробный анализ способов передачи координат на монтажные горизонты приведен в работах [4, 5]. В соответствии с данными работами **основные способы передачи координат включают:**

- механический (прямой и обратный отвесы);
- наклонное проецирование;
- способ полярных координат;
- засечки различных конфигураций;
- вертикальное проектирование зенит-прибором;
- вертикальное проектирование электронным тахеометром, снабженным зенитной насадкой и компенсатором малых углов наклона;
- проектирование наклонным лучом электронного тахеометра;
- спутниковый [с применением технологий глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС-технологий)].

Каждый из рассматриваемых способов имеет свои преимущества и недостатки, делающие их в той или иной ситуации наилучшими из решений или, напротив, неприменимыми.

Для передачи координат на высоту пяти, иногда девяти этажей подходит любой из представленных способов передачи. При передаче координат на высотные и сверхвысотные горизонты многие способы неприменимы. Основной причиной, ограничивающей применение этих способов, является ограниченность размеров строительной площадки.

Способы наклонного проецирования, полярных координат, прямые и комбинированные засечки подразумевают измерения на пунктах геодезической разбивочной основы (ГРО) строительной площадки, а следовательно, видимость точки на монтажном горизонте и других пунктов ГРО. Электронный тахеометр

может измерить вертикальный угол в 50–60°, при большем угле наблюдатель не сможет навестись на цель, так как подставка перекроет окуляр зрительной трубы. Исходя из этого можно провести расчеты требуемой величины строительной площадки. Например, необходимо передать координаты на 30-й этаж. Пусть высота одного этажа 3 м. Итого визирная цель находится на высоте 30 · 3 = 90 м. Пусть угол наклона 50°. Тогда

$$x = 90 / \text{tg}(50^\circ) = 75,5 \text{ м.}$$

В реальных условиях такая протяженность строительной площадки встречается крайне редко, особенно в городских условиях. Кроме того, необходима видимость на смежные пункты ГРО, что также не всегда возможно из-за наличия строительных материалов и техники.

На основании приведенных расчетов способы передачи разделены на применяемые и неприменяемые / применяемые редко (Рис. 1).

Рис. 1 Применяемые и неприменяемые / применяемые редко способы передачи координат на монтажные горизонты.

Fig. 1 The applied and non-applicable methods of transmitting coordinates to the mounting horizons.



2.2 Анализ схем расчета точности

2.2.1 ПОРЯДОК РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗЕНИТ-ПРИБОРОВ

Общая формула предрасчета точности вертикального проецирования выглядит следующим образом:

1

$$m_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{m_H^2 + m_{\text{виз}}^2}{n} + (m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{ф}}^2)n},$$

где m_H — погрешность прибора,

$m_{\text{виз}}$ — погрешность визирования,

$m_{\text{ц}}$ — погрешность центрирования,

$m_{\text{ф}}$ — погрешность фиксации проецируемой точки на палетке,

n — число перестановок (шагов) прибора.

Инструментальную погрешность можно вычислить по следующей формуле:

2

$$m_H = m_{\text{проец}} \cdot \frac{H}{100} + 0,3 \text{ мм},$$

где $m_{\text{проец}}$ — точность зенитного проецирования, мм/100 м (берется из технических характеристик прибора),

H — высота проецирования, м.

Погрешность визирования можно вычислить по формуле

3

$$m_{\text{виз}} = \frac{20''}{\Gamma^x \rho''} H,$$

где Γ^x — увеличение зрительной трубы.

Представленные формулы известны и общеприняты в геодезическом сообществе.

2.2.2 ПОРЯДОК РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАХЕОМЕТРОВ

На сегодняшний день приборы вертикального проектирования относительно дороги, поэтому многие предприятия предпочитают заменять указанные инструменты тахеометрами, снабженными зенитной насадкой и компенсатором малых углов наклона.

Также в геодезическом производстве часто возникает ситуация, когда соосность технологических отверстий в межэтажных перекрытиях нарушена. В таких случаях целесообразно применить проектирование наклонным лучом электронного тахеометра.

Исследование точности указанных способов проведено совместно Белорусским национальным техническим университетом и унитарным предприятием «Геокарт». Результаты отражены в цикле статей авторства кандидатов технических наук М.С. Нестеренок и И.Е. Рак [6].

Для вертикального проектирования электронным тахеометром в указанной работе рекомендуется следующая схема расчета точности: угловая погрешность проектирования линейно зависима от точности работы компенсатора малых наклонов, предрасчет точности указанной величины осуществляется по формуле

4

$$m_{Lp} = H \cdot \frac{m_{\text{КОМ}}}{\rho''},$$

где $m_{\text{КОМ}}$ — угловая погрешность компенсации,
 H — высота от прибора до палетки, м.

Погрешность координат спроецированной точки будет вычисляться по следующей формуле:

5

$$m_{xy}^2 = \left(H \cdot \frac{m_{Lp}}{\rho''} \right)^2 + m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{фик}}^2,$$

где $m_{\text{ц}}$ — погрешность центрирования прибора,
 $m_{\text{фик}}$ — погрешность фиксации проецируемой точки на палетке.

Формула (5) приведена для расчета точности сквозной передачи координат; в высотном строительстве чаще применяется шаговый способ. Формула (5), приведенная к виду расчета точности шагового способа передачи координат, выглядит следующим образом:

6

$$m_{xy} = \sqrt{\frac{\left(H \cdot \frac{m_{Lp}}{\rho''} \right)^2}{n} + m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{фик}}^2}.$$

Для проектирования точки наклонным лучом тахеометра в [6] рекомендуется следующая схема расчета точности: модуль вектора линейного отклонения L между наклонно спроецированной точкой B и искомой точкой A вычисляется (в миллиметрах) следующим образом:

7

$$L = H(v / \rho''),$$

где v — измеренное зенитное расстояние.

Для вычисления координатного положения точки A используются формулы прямой геодезической задачи:

8

$$\begin{cases} X_A = X_B + L \cdot \cos(\beta) \\ Y_A = Y_B + L \cdot \sin(\beta) \end{cases},$$

где β — измеренный горизонтальный угол между осью абсцисс палетки и направлением модуля вектора линейного отклонения L .

Расчетная погрешность определения координатного положения искомой точки A вычисляется по формуле

9

$$m_{xyA}^2 = \left(H \cdot \frac{m_v}{\rho''} \right)^2 + \left(L \cdot \frac{m_\beta}{\rho''} \right)^2 + m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{фик}}^2.$$

Первое слагаемое в формуле (9) соответствует погрешности определения модуля вектора линейного отклонения L , а второе — погрешности положения точки A .

Аналогично расчету точности проектирования вертикальным лучом электронного тахеометра формула (9) приводится к виду расчета точности шагового способа передачи координат:

10

$$m_{xyA} = \sqrt{\frac{\left(H \cdot \frac{m_v}{\rho''} \right)^2 + \left(L \cdot \frac{m_\beta}{\rho''} \right)^2}{n}} + (m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{фик}}^2)n.$$

2.2.3 ПОРЯДОК РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ ПЕРЕДАЧИ КООРДИНАТ ОБРАТНОЙ ЛИНЕЙНО-УГЛОВОЙ ЗАСЕЧКОЙ

Наиболее строгий и универсальный, по мнению автора, способ расчета геодезических засечек — градиентный метод. Подробные исследования расчета этим способом принадлежат доктору технических наук Г.А. Шеховцову и отражены в монографиях¹ [7], а также в цикле статей, например [8, 9].

В основе указанного способа лежат следующие величины: периметр квадратического полигона Π , замыкающая этого полигона q_3 и ее румб $2\varphi'$.

Для расчета необходимо построить инверсионную фигуру. Периметр полигона Π равен сумме $[a_i]$ сторон инверсионной фигуры. Стороны a_i связаны с квадратами модулей градиентов горизонтальных проложений S_i , направлений α_i и горизонтальных углов β_i . Модуль градиента величины — вектор определенной длины, показывающий направление наискорейшего изменения величины.

Универсальная формула периметра квадратического полигона —

11

$$\Pi = [p_s] + [p_\alpha q_\alpha^2] + [p_\beta q_\beta^2].$$

Градиенты направлений q_i равны отношению радиана к прилежающему расстоянию:

12

$$q_i = \rho'' / S_i.$$

¹ Шеховцов Г.А. Оценка точности положения геодезических пунктов. М.: Недра, 1992. 255 с.

Дирекционные углы градиентов направлений равны дирекционным углам самих направлений α_i , следовательно, модули градиентов измеренных углов q_β и их дирекционные углы a' легко найти, зная модули градиентов направлений q_i и угол между ними (измеряемый угол).

Замыкающая полигона q_3 — прямая, направленная от начальной точки T к конечной точке n полигона, q_x и q_y — проекции замыкающей q_3 на координатные оси, угол $2\varphi'$ — румб замыкающей q_3 . В зависимости от четверти румба $2\varphi'$ определяется значение дирекционного угла 2φ .

В случае линейно-угловой засечки формула (11) примет вид:

$$\Pi = [p_s] + [p_\beta q_\beta^2].$$

Проекции замыкающей q_x и q_y будут вычисляться по формуле

13

$$\begin{cases} q_x = [p_\beta q_\beta^2 \sin 2a'] + [p_s \sin 2a] \\ q_y = [p_\beta q_\beta^2 \cos 2a'] + [p_s \cos 2a] \end{cases}$$

Тогда формула замыкающей для обратной линейно-угловой засечки примет вид

14

$$q_3 = \sqrt{q_y^2 + q_x^2} = \sqrt{([p_\beta q_\beta^2 \cos 2a'] + [p_s \cos 2a])^2 + ([p_\beta q_\beta^2 \sin 2a'] + [p_s \sin 2a])^2}.$$

Румб замыкающей находится по формуле

15

$$2\varphi' = \text{arctg}(q_y / q_x).$$

Зная величины Π и q_3 , можно определить следующие расчетные характеристики точности:

- большая A и малая B полуоси эллипса погрешности по формулам

16

$$A = \mu \sqrt{\frac{2}{\Pi - q_3}} \text{ и } B = \mu \sqrt{\frac{2}{\Pi + q_3}};$$

- радиальная погрешность M по формуле

17

$$M = 2\mu \sqrt{\frac{\Pi}{\Pi^2 - q_3^2}};$$

- радиальная погрешность с учетом корреляции M_K по формуле

18

$$M_K = 2\mu \sqrt{\frac{\Pi + q_3 |\sin 2\varphi'|}{\Pi^2 - q_3^2}};$$

- площадь эллипса погрешности F_3 :

19

$$F_3 = 2\pi\mu^2 \sqrt{\frac{1}{\Pi^2 - q_3^2}}.$$

В реальном производстве часто возникает ситуация, когда на один или несколько засекаемых пунктов возможно произвести измерения только по углу:

- расстояние до пункта слишком большое для измерения на отражательную пленку;
- отражательная пленка имеет значительный угол поворота.

Градиентный способ расчета позволяет учесть такие особенности.

2.2.4 ПОРЯДОК РАСЧЕТА ТОЧНОСТИ ПЕРЕДАЧИ КООРДИНАТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГНСС-ТЕХНОЛОГИЙ

Выделяют четыре основные схемы передачи координат с помощью ГНСС-технологий:

- 1) базовый приемник устанавливается на пункте внешней разбивочной основы;
- 2) пункт установки базового приемника выносится на открытое место с пунктов внешней разбивочной основы;
- 3) в качестве базовой используется станция городской спутниковой сети [спутниковые геодезические сети первого и второго класса (СГС-1 и СГС-2) или частные референцные сети];
- 4) работа ведется от нескольких базовых станций городской спутниковой сети (СГС-1, СГС-2 или частные референцные сети).

В случае установки базового приемника на пункт внешней разбивочной основы расчет ведется по следующей формуле²:

20

$$m_{i_{\text{измер}}}^2 = R^2 \cdot m_{i_{\text{наспорт}}}^2 + m_{\text{Цбаз.п.}}^2 + m_{\text{Цопред.п.}}^2,$$

где $m_{i_{\text{наспорт}}}$ — плановая точность измерения вектора (берется из брефа приемника), $m_{\text{Цбаз.п.}}$ и $m_{\text{Цопред.п.}}$ — погрешность центрирования базового и определяемого приемников на пунктах,

R — коэффициент радиовидимости, принимаемый в случае взаимной видимости всей небесной полусферы равным единице, а в обратном случае — двум.

Плановая точность позиционирования зависит от длины вектора D_i и вычисляется по формуле

21

$$m_{i_{\text{наспорт}}} = a + b \cdot D_i \text{ (км)},$$

где a и b — коэффициенты, приведенные в брефе ГНСС-приемника.

В случае выноса точки установки базового приемника на открытое место с пунктов внешней разбивочной основы расчет точности производится по формуле

22

$$m_{\text{план}} = \sqrt{m_{\text{передачи}}^2 + m_{\text{исх}}^2},$$

2 Гришко С.В. Уравнивание спутниковых сетей. Предварительная оценка точности проектов спутниковых измерений: учебно-методическое пособие. Пермь: Изд-во Пермского государственного технического университета, 2010. 19 с.

где $m_{\text{передачи}}$ — погрешность передачи координат; рассчитывается по формуле (20), $m_{\text{исх}}$ — погрешность выноса точки с пунктов ГРО.

Существует вариант, когда в качестве базовой используется станция городской спутниковой сети (СГС-1, СГС-2 или частные референцные сети). Координаты пункта городской сети определяются от пункта внешней разбивочной сети, в дальнейшем он используется как базовый для передачи координат. В этом случае в формуле (20) исчезнет слагаемое $m_{\text{Цопред.п.}}^2$, так как пункты городских сетей всегда оснащены принудительными центрирами. Формула (20) примет следующий вид:

$$m_{\text{измер}}^2 = R^2 \cdot m_{\text{паспорт}}^2 + m_{\text{Цбаз.п.}}^2.$$

Учет средней квадратической погрешности (СКП) исходного пункта $m_{\text{исх}}$ (погрешность определения координат пункта городской спутниковой сети от внешней разбивочной основы) будет производиться по формуле (22).

Всегда более надежно использовать не одну станцию городской спутниковой сети, а несколько базовых станций. Во-первых, это обеспечивает дополнительный контроль, а во-вторых, базовую станцию могут отключить, сдать на поверку, уничтожить и т.д. Поэтому в местах с развитой спутниковой сетью (Москва, Санкт-Петербург и др.) применяется сетевой способ передачи.

Расчет точности проводится на основе параметрического способа метода наименьших квадратов. Сначала составляется матрица коэффициентов нормальных уравнений A размером $n \times m$, где n — количество векторов между приемниками, а m — количество определяемых пунктов:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix}.$$

Коэффициенты матрицы A в зависимости от направлений векторов в спутниковой сети могут принимать следующие значения: 0, 1 и -1 . Матрица A составляется следующим образом: единицы ставятся напротив пунктов, которые для текущей базовой линии являются определяемыми; -1 — напротив пунктов, которые для текущей базовой линии являются исходными, 0 — напротив пунктов, не входящих в текущую базовую линию. Далее составляется диагональная матрица весов P базовых линий спутниковой сети размером $n \times n$.

$$P = \begin{pmatrix} P_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & P_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & P_n \end{pmatrix}.$$

Вес P_i каждого вектора вычисляется в зависимости от точности используемого спутникового приемника по следующей формуле:

23

$$P_i = \frac{\mu^2}{m_{i_{\text{измер}}}^2},$$

где μ — погрешность единицы веса (в качестве нее, как правило, принимается плановая погрешность измерения вектора длиной 1 км),
 $m_{i_{\text{измер}}}$ — плановая СКП измерения i -го вектора, вычисляемая по формуле

24

$$Q = (A^T P A)^{-1} = \begin{pmatrix} Q_{11} & Q_{12} & \dots & Q_{1m} \\ Q_{21} & Q_{22} & \dots & Q_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ Q_{n1} & Q_{n2} & \dots & Q_{nm} \end{pmatrix}.$$

СКП определения планового положения пунктов из спутниковых измерений $m_{i_{\text{план}}}$ вычисляются по следующей формуле:

25

$$m_{i_{\text{план}}} = \mu \sqrt{Q_{ii}},$$

где μ — погрешность единицы веса,
 Q_{ii} — диагональный элемент матрицы Q , соответствующий определяемому пункту.

3 Результаты

Ранее было выделено **шесть способов передачи координат на монтажные горизонты:**

- 1) передача координат с использованием зенит-приборов;
- 2) передача координат вертикальным лучом электронных тахеометров;
- 3) передача координат наклонным лучом электронных тахеометров;
- 4) обратная угловая засечка;
- 5) обратная линейно-угловая засечка;
- 6) спутниковый с применением ГНСС-технологий.

Для удобства использования программного продукта необходимо, чтобы каждый из способов был реализован в отдельной вкладке с соответствующим названием. При этом два способа передачи с помощью электронного тахеометра, так же как и способы обратных засечек, будут представлены в одной вкладке.

Итого необходимо создать четыре вкладки. Внешний вид вкладок представлен на **Рисунках 2–5**.

Каждое поле на вкладках соответствует той или иной переменной в представленных ранее схемах расчета точности. Каждое поле для ввода подписано. После ввода необходимых переменных и нажатия на кнопку «Расчет» реализуется соответствующая схема расчета точности, в результате в поле напротив кнопки будет выведена искомая погрешность передачи координат.

Рис. 2 Внешний вид вкладки расчета точности вертикального проектирования зенит-прибором.

Fig. 2 The appearance of the tab for calculating the accuracy of vertical design by the Zenith device.

Рис. 3 Внешний вид вкладки расчета точности способов передачи вертикальным и наклонным лучом электронного тахеометра.

Fig. 3 The appearance of the tab for calculating the accuracy of transmission methods by vertical and inclined beam of the electronic total station.

Рис. 4 Внешний вид вкладки расчета точности обратной засечки.

Fig. 4 Appearance of the tab for calculating the accuracy of the reverse serif.

Рис. 5 Внешний вид вкладки расчета точности спутникового способа.

Fig. 5 Appearance of the tab for calculating the accuracy of the satellite method.

Для наглядности на **Рисунках 2–5** представлен вид вкладок с введенными переменными и выполненными расчетами.

Программный продукт создавался на языке программирования Python. Графический интерфейс разрабатывался в программе Qt Designer. Код прописывался и редактировался в среде разработки PyCharm. Использовались библиотеки QtPy5 и NumPy.

4 Обсуждение

Представленное в статье ПО разрабатывалось с целью автоматизации проектирования создания внутренней разбивочной основы в высотном строительстве. Созданная программа написана на языке программирования Python с использованием библиотек QtPy5 и NumPy. Библиотеки, как и сам язык программирования Python, распространяются по миру открыто и бесплатно. Для работы пользователю необходимо установить рабочую среду Python, скачать и импортировать в созданный проект библиотеки QtPy5 и NumPy, после чего запустить программный код. Следующим этапом развития созданной утилиты является создание программы-установщика, благодаря которой пользователь сможет освободиться от необходимости процедур скачивания и установки пакетов Python.

5 Выводы

1. Создан программный продукт для предрасчета точности основных способов передачи координатного положения на монтажные горизонты.
2. Функциональность программного продукта позволяет в условиях реального производства:
 - рассчитать точность всех основных способов передачи координат на монтажные горизонты в высотном строительстве;
 - выбрать в текущих условиях наилучший способ передачи координат.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность кандидату технических наук, доценту кафедры прикладной геодезии геодезического факультета МИИГАиК В.В. Калугину за ценные наставления и советы во время проведения исследования.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Визиров Ю.В. Развитие измерительных технологий передачи проектных осей и высот на монтажные горизонты // Мир измерений. 2015. № 1. С. 16–24.

2. Яндров И.А. Некоторые аспекты применения координатного метода разбивочных работ в строительстве // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2004. № 5. С. 41–47.
3. Калугин Ю.В. Выверка конструкций и сооружений по вертикали // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. № 10. С. 38–39.
4. Никонов А.В. Способы передачи координат на монтажные горизонты // Материалы XIII Международных научного конгресса и выставки «Интерэкспо Гео-Сибирь 2017». Международная научная конференция «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия». 2017. Т. 1. № 1. С. 3–9.
5. Василюк Т.С. Исследование методов передачи точек планового обоснования на монтажный горизонт на открытой местности // Молодой исследователь Дона. 2018. № 6. С. 12–15.
6. Нестеренок М.С., Рак И.Е., Вексин В.Н. Эффективность вертикального проецирования осевых точек электронным тахеометром при строительстве зданий и сооружений // Наука и техника. Серия 2. Строительство. 2014. № 5. С. 35–39.
7. Шеховцов Г.А. Единый алгоритм уравнивания, оценки точности и оптимизации геодезических засечек. Н. Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2017. 123 с.
8. Шеховцов Г.А. О точности определения пункта, расположенного в замечательных точках треугольника // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2020. Т. 64, № 6. С. 627–634. DOI:10.30533/0536-101X-2020-64-6-627-634.
9. Шеховцов Г.А. О создании плановой разбивочной сети способом обратной линейно-угловой засечки при строительстве зданий повышенной этажности // Приволжский научный журнал. 2019. № 4. С. 98–107.

АВТОР

Валов Георгий Евгеньевич

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»

(МИИГАиК), Москва, Россия

кафедра прикладной геодезии

геодезический факультет

 0009-0006-3431-1917

Поступила 12.08.2023. Принята к публикации 23.10.2023. Опубликовано 30.10.2023.

UDC 528.3

DOI:10.30533/scidata-2023-14-09



Automation of calculating the accuracy of coordinate transmission in high-rise construction

George E. Valov^{1,2}✉

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

² Institute of the Earth Physics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

✉ georgevalov@mail.ru

CITATION

Valov GE. Automation of calculating the accuracy of coordinate transmission in high-rise construction. *Spatial Data: science, research and technology*. 2023;14(3): 40–55. DOI:10.30533/scidata-2023-14-09.

KEYWORDS

creation of an internal center base, transfer of coordinates to mounting horizons, accuracy calculation, zenith device, inclined design, reverse serif, global navigation satellite system, design automation, software development, computerization

ABSTRACT

The transfer of coordinates to the mounting horizons is the most important stage in creating an internal center base. The paper presents an analysis of all possible transmission methods and their subsequent synthesis that meet the requirements of high-rise construction. For each of the selected methods, the most rigorous scheme for calculating accuracy is presented. In order to automate computing processes, a software product was created that allows calculating the accuracy of all selected methods.

REFERENCES

1. Vizirov YuV. Razvitie izmeritel'nykh tekhnologii peredachi proektnykh osei I vysot na montazhnye gorizonty [Development of measurement technologies for transferring

- design axes and heights to installation horizons]. *Measurements World*. 2015;1: 16–24. (In Russian).
2. Yandrov IA. Nekotorye aspekty primeneniya koordinatnogo metoda razbivochnykh rabot v stroitel'stve [Some aspects of the application of the coordinate method of center work in construction]. *Izvestia vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2004;5: 41–47. (In Russian).
 3. Kalugin YuV. Vyverka konstruksii i sooruzhenii po vertikali [Vertical reconciliation of constructions and structures]. *Construction materials, equipment, technologies of the XXI century*. 2013;10: 38–39. (In Russian).
 4. Nikonov AV. Sposobi peredachi koordinat na montazhnye gorizonti [Methods to coordinate transfer on assembly level]. *Proceedings of the XIII International Scientific Congress and exhibition "Interexpo Geo-Siberia 2017". International Scientific Conference "Geodesy, Geoinformatics, cartography, surveying"*. 2017;1(1): 3–9. (In Russian).
 5. Vasilyuk TS. Issledovanie metodov peredachi toчек planovogo obosnovaniya na montazhnyi gorizont na otkrytoi mestnosti [Investigation of the methods of horizontal control points transfer on assembly level in open terrain]. *Molodoi issledovatel' Dona*. 2018;6: 12–15. (In Russian).
 6. Nesterenok MS, Rak IE, Veksin VN. Effektivnost' vertikal'nogo proetsirovaniya osevykh toчек elektronnykh takheometrom pri stroitel'stve zdanii i sooruzhenii [Vertical Projection Efficiency of Pivot Points Using Electronic Tacheometer During Construction of Buildings and Structure]. *Science & Technique. Series 2. Civil and industrial engineering*. 2014;5: 35–39. (In Russian).
 7. Shekhovtsov GA. *Edinyi algoritm uravnivaniya, otsenki tochnosti i optimizatsii geodezicheskikh zasechek* [A unified algorithm for equalizing, evaluating accuracy and optimizing geodetic serifs]. Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, 2017. 123 p. (In Russian).
 8. Shekhovtsov GA. O tochnosti opredeleniya punkta, raspolozhennogo v zamechatel'nykh tochkakh treugol'nika [On the accuracy of determining the point located in the remarkable points of the triangle]. *Izvestia vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2020;64(6): 627–634. (In Russian). DOI:10.30533/0536-101X-2020-64-6-627-634.
 9. Shekhovtsov GA. O sozdanii planovoi razbivochnoi seti sposobom obratnoi lineino-uglovoi zasechki pri stroitel'stve zdanii povyshennoi etazhnosti [About building a planned center network by means of inverse linear-angular notches in construction of high-rise buildings]. *Privolzhsky Scientific Journal*. 2019;4: 98–107. (In Russian).

AUTHOR

George E. Valov

Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia
 Department of Applied Geodesy, Faculty of Geodesy

 0009-0006-3431-1917

Submitted: August 12, 2023. Accepted: October 23, 2023. Published: October 30, 2023.



Городская геодезическая сеть Нижнего Новгорода. Перспективы применения для градостроительной деятельности

С.В. Еруков¹, П.А. Пермяков², Г.Г. Побединский^{3,4}✉

АФФИЛИАЦИИ

¹ Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие, Нижний Новгород, Россия

² Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, Нижний Новгород, Россия

³ Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, Москва, Россия

⁴ Научно-производственное объединение геодезии и геодинамики, Нижний Новгород, Россия

✉ pobedinskij-gg@yandex.ru

ЦИТИРОВАНИЕ

Еруков С.В., Пермяков П.А., Побединский Г.Г. Городская геодезическая сеть Нижнего Новгорода. Перспективы применения для градостроительной деятельности // Пространственные данные: наука и технологии. 2023. Т. 14. № 3. С. 56–78. DOI:10.30533/scidata-2023-14-11.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

геодезические системы координат, геодезические сети, городские геодезические работы, городская геодезическая сеть

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы предложения об использовании местных систем координат субъектов РФ (МСК-NN) для обеспечения градостроительной и эксплуатационной деятельности, а также геодинамических исследований природных и техногенных явлений на территории города (карстоопасных и оползнеопасных территорий). Отмечена недостаточная точность МСК-NN и сделан вывод о необходимости развития специальных

городских геодезических сетей повышенной точности. Рассмотрена история создания городской геодезической сети г. Нижнего Новгорода и представлен опыт разработки проекта ее реконструкции, в котором выполнены определение границ территории функционирования геодезической сети, анализ точности геодезического обеспечения на территории города, расчет точности создания специальной геодезической сети для размещения дифференциальных геодезических станций, а также расчет точности геодезического обеспечения потребителей на территории города и связанных с ним территорий на основе новых технологических решений. Рассмотрен вариант связи пунктов городской геодезической сети г. Нижнего Новгорода с государственной геодезической сетью (постоянно действующими пунктами фундаментальной астрономо-геодезической сети) и выполнена оценка точности. Представленный вариант проекта реконструкции городской геодезической сети обеспечивает точность взаимного положения пунктов, удовлетворяющую требованиям геодинамических исследований карстоопасных и оползнеопасных территорий.

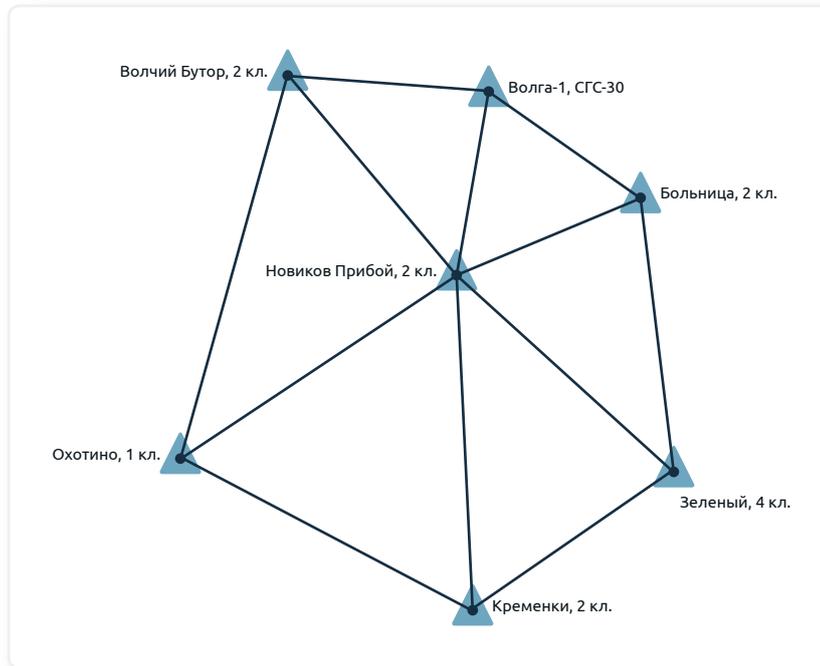
1 Введение

В 1929 году была создана городская триангуляция г. Нижнего Новгорода и определена местная система координат г. Нижнего Новгорода [1]. За прошедшее время сеть трижды реконструировалась и расширялась. По результатам работ 1982 года городская сеть включала 123 исходных пункта триангуляции 2–4-го классов, около 2500 пунктов полигонометрии 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов. Кроме того, в городе существовала высокоточная геодезическая сеть метро-строя, не связанная с городской сетью.

В связи с недостаточным количеством исходных пунктов высших классов (только один пункт 1-го класса, остальные — 2-го) и в целях максимального совмещения спутниковой сети с городской триангуляцией на территории города Верхневолжским аэрогеодезическим предприятием (ВАГП) в 1996 году была построена высокоточная базисная часть каркасной сети, представляющая собой центральную систему из семи пунктов, опирающуюся на базис длиной 22 км (абсолютная разность традиционных и спутниковых наблюдений составила 12 мм). Длины сторон треугольников центральной системы составляли от 10 до 22 км, углы в треугольниках — не менее 40°. С помощью этого построения, совместившего наиболее точные пункты работ прошлых лет и охватившего всю прилегающую территорию города, сохранена местная система координат г. Нижнего Новгорода (**Рис. 1**) [1].

Рис. 1 Схема спутниковой базисной каркасной сети г. Нижнего Новгорода.

Fig. 1 Scheme of the satellite basic frame network of Nizhny Novgorod.



Вся каркасная геодезическая сеть, включающая 76 пунктов, была построена как сплошная сеть треугольников с углами не менее 30° и сторонами не менее 3000 м, **пункты которой по возможности совмещены с существующими пунктами городской триангуляции:**

- 2 пункта базисной каркасной сети г. Нижнего Новгорода;
- 6 пунктов государственной сети 1–3-го классов;
- 24 пункта городской триангуляции 2-го класса;
- 11 пунктов городской триангуляции 4-го класса;
- 10 пунктов ведомственных геодезических работ;
- 4 пункта смежных городских геодезических сетей;
- 3 пункта городской полигонометрии;
- 2 грунтовых репера II и III классов;
- 10 вновь заложенных пунктов (тип центра 160).

Следующим этапом было совместное уравнивание каркасной сети и сети городской полигонометрии в местной и государственной системах координат как линейно-углового построения с учетом весов измеренных величин старых и новых наблюдений. В 1997 году на базе ВАГП по адресу: ул. Ванеева, д. 205, был создан постоянно действующий спутниковый пункт, в дальнейшем — пункт «Нижний Новгород» фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС) [1].

Вопросы создания и эксплуатации дифференциальных геодезических станций достаточно широко рассмотрены в геодезической литературе [2–7]. В 2010 году на базе Нижегородской экспедиции филиала ВАГП по адресу: ул. Щербакова, д. 37Х, в рамках работ по созданию стационарных спутниковых дифференциальных геодезических станций на территории РФ был создан пункт «Нэксп». В 2012 году на базе нижегородского филиала Ростехинвентаризации — Федерального бюро технической инвентаризации по адресу: пер. Холодный, д. 10, была создана постоянно действующая дифференциальная геодезическая станция «N_Novgorod». В настоящее время на территории города действуют четыре дифференциальные геодезические станции.

С учетом времени, прошедшего с момента последней реконструкции городской геодезической сети г. Нижнего Новгорода, развитие техники и технологии геодезических работ, изменение требований потребителей к точности и оперативности геодезического обеспечения на территории города встал вопрос о разработке проекта реконструкции городской геодезической сети.

Основной целью создания специальной геодезической сети является обеспечение выполнения геодезических работ повышенной точности при осуществлении градостроительной и кадастровой деятельности, землеустройства, недропользования, иной деятельности на территории г. Нижнего Новгорода. При этом для повышения оперативности выполнения геодезических работ необходимо предусмотреть создание городской геодезической сети в виде сети дифференциальных геодезических станций.

На территории г. Нижнего Новгорода имеет особое значение проблема карстовых и оползневых процессов. В 1999 году был введен в действие нормативный документ Нижегородской области, устанавливающий основные требования к проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области¹. В работе «Проявления карста на территории Нижегородской области» [8] исследована динамика карстовых явлений в Нижегородской области за период 1997–2012 годов. В 2012 году с учетом изменившегося федерального законодательства и опыта применения ТСН 22-308-98 НН был утвержден новый нормативный документ², в котором приведена карта карстовых (карстово-суффозионных) процессов территории Нижегородской области.

В докладе «Геодезические методы изучения динамики оползней на Окско-Волжском правобережье» [9] представлены развернутый обзор

1 ТСН 22-308-98 НН Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. Утверждены и введены в действие постановлением губернатора Нижегородской области от 30 августа 1999 г. № 267. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200005508?ysclid=ls91bm0rj7276429497> (дата обращения: 15.08.2023).

2 Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области. Утверждены директором Департамента градостроительного развития Нижегородской области 9 апреля 2012 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/465562526?ysclid=ls91eo5ewt618408656> (дата обращения: 15.08.2023).

и анализ истории изучения динамики оползней г. Нижнего Новгорода геодезическими методами. В работе «Методологическое обеспечение экологической безопасности строительства на урбанизированных территориях, подверженных воздействию оползневых процессов» [10] методом фрактального анализа смоделирована оползневая активность на предстоящие годы и представлена карта пространственного прогноза развития опасных геологических процессов в нагорной части г. Нижнего Новгорода. В дальнейшем эта проблема неоднократно рассматривалась на секции геодезии, картографии и геоинформатики Международного научно-промышленного форума «Великие реки»/ISEF в таких докладах, как «Морфометрический и гидрологический анализ цифровой модели рельефа как основа для выявления природных предпосылок развития опасных геологических процессов на территории Нижнего Новгорода» [11], «Современное состояние Окского склона на участке бывшей „Казанской“ железной дороги в г. Нижнем Новгороде» [12], «Геоинформационное моделирование уязвимости территории Нижнего Новгорода оползневыми процессами» [13], «Современная концепция мониторинга опасных геологических процессов на территории Нижегородского Кремля» [14] и ряде других.

Таким образом, максимальная точность работ, которые могут быть выполнены с применением дифференциальных геодезических станций на территории Нижнего Новгорода, обеспечивается геодинамическими исследованиями.

2 Материалы и методы

2.1 Требуемая точность, конфигурации сети и типы центров пунктов

Требуемая точность определения местоположения потребителями включает две составляющие, связанные соотношением:

1

$$m_p^2 = m_{ГГС}^2 + m_{ИЗМ}^2,$$

где m_p — точность определения местоположения потребителями, $m_{ГГС}$ — точность взаимного положения пунктов городской геодезической сети, $m_{ИЗМ}$ — точность определения местоположения потребителями относительно пунктов городской геодезической сети.

Проектируемая специальная геодезическая сеть г. Нижнего Новгорода (сеть дифференциальных геодезических станций) предназначена для решения следующих задач потребителей:

- геодинамические исследования (мониторинг карстовых и оползневых районов города), требуемая точность геодезических работ (скп) от 1–5³ до 10 мм⁴;
- геодезическое обеспечение строительства, геодезический контроль сооружений, требуемая точность геодезических работ (скп) 5–10 мм^{5,6};
- кадастровые работы, требуемая точность геодезических работ (скп) — 10 см⁷;
- обеспечение топографической съемки масштаба 1 : 500, исполнительных съемок, требуемая точность геодезических работ (скп) 5–10 см⁸.

Для дальнейших расчетов максимальная точность работ, которые могут быть выполнены с применением дифференциальных геодезических станций, (скп) была принята 5 мм.

Исходя из таких высоких требований к точности выполнения геодезических работ были сформулированы требования к конфигурации сети и типам центров пунктов.

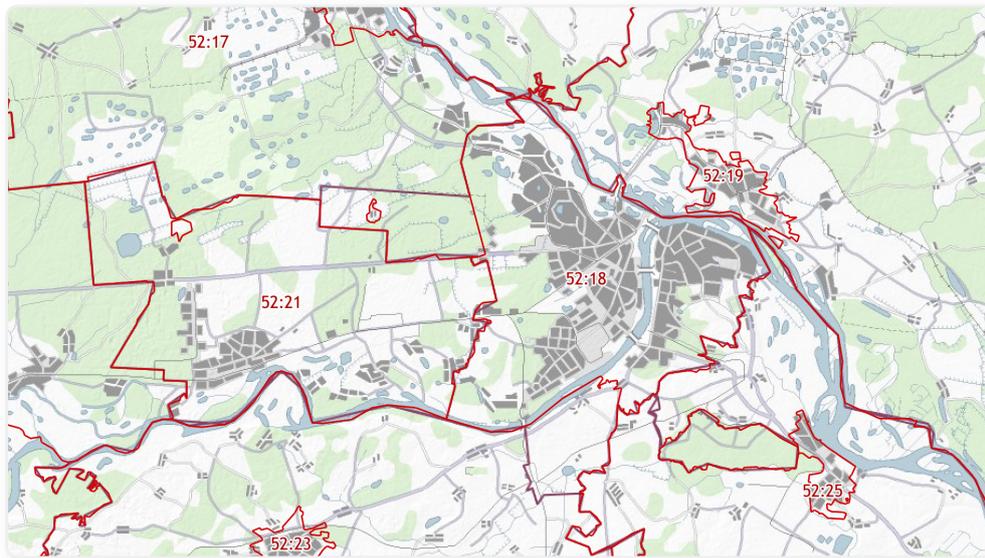
Точность спутниковой сети слабо зависит от схемы и геометрии, но для обеспечения необходимой точности работ потребителей на всей территории города желательна формирование сети дифференциальных геодезических станций в виде равномерной сети треугольников с учетом формы и размеров необходимой территории и рельефа местности. Треугольники в сети по возможности следует проектировать равноугольными, с углами от 20° до 160°. При проектировании необходимо учитывать и особенность алгоритмов программного обеспечения для расчета пространственной модели ошибок спутниковых измерений [5].

-
- 3 ГОСТ Р 53607–2009. Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических и землеустроительных работ. Определение относительных координат по измерениям псевдодальностей. Основные положения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200080737?ysclid=ls91fzxa4d204140189> (дата обращения: 15.08.2023).
 - 4 СТО Роскартография 3.3–2020. Геодезическая, топографическая и картографическая продукция. Процессы и методы спутниковых определений при выполнении геодезических работ в ГСК-2011. Основные требования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://roscartography.ru/upload/dynamic/2022-04/21/87-18052020-o-standarte-organizaczii-18803f6.pdf?ysclid=ls91idz61o291839978> (дата обращения: 15.08.2023).
 - 5 СП 317.1325800.2017. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/556610334?ysclid=ls91jn6xte408278538> (дата обращения: 15.08.2023).
 - 6 СП 126.13330.2017. Геодезические работы в строительстве. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/550965720?ysclid=ls91kplfbz549468724> (дата обращения: 15.08.2023).
 - 7 Приказ Росреестра от 23.10.2020 № 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: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202011170010?ysclid=lrp1kp2uws409037954> (дата обращения: 15.08.2023).
 - 8 Приказ Минэкономразвития России от 6 июня 2017 г. № 271 «Об утверждении требований к государственным топографическим картам и государственным топографическим планам, включая требования к составу сведений, отображаемых на них, к условным обозначениям указанных сведений, требования к точности государственных топографических карт и государственных топографических планов, к формату их представления в электронной форме, требований к содержанию топографических карт, в том числе рельефных карт». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201707040044?ysclid=lrp1m7dl93514284856> (дата обращения: 15.08.2023).

Для определения конфигурации сети необходимо определить границы территории, которая будет обеспечена данными дифференциальных геодезических станций. С одной стороны, необходимо обеспечивать максимальной точностью застроенную территорию, но застроенная часть города гораздо меньше официальной границы города в соответствии с данными публичной кадастровой карты⁹ (**Рис. 2**).

Рис. 2 Границы Нижнего Новгорода по данным публичной кадастровой карты. 52:18 Нижний Новгород, 52:19 Бор, 52:21 Дзержинск, 52:25 Кстово.

Fig. 2 Borders of Nizhny Novgorod according to the public cadastral map. 52:18 Nizhny Novgorod, 52:19 Bor, 52:21 Dzerzhinsk, 52:25 Kstovo.



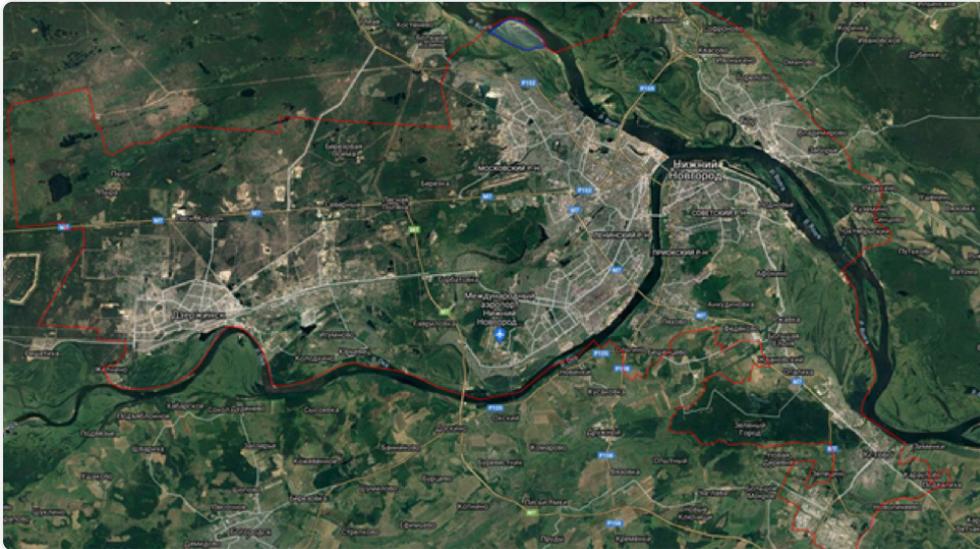
Исходя из рассмотренных данных о наличии зон карстовых и оползневых процессов граница территории, на которой могут быть востребованы геодезические работы с использованием сети дифференциальных геодезических станций, существенно расширяется.

Городами-спутниками Нижнего Новгорода являются Бор, Дзержинск и Кстово. Поэтому представляется целесообразным проектировать специальную геодезическую сеть Нижнего Новгорода (сеть дифференциальных геодезических станций) таким образом, чтобы были обеспечены высокоточные геодезические работы, в том числе на карстоопасных участках, четырех городов, а также на территории проектируемых низконапорной плотины и моста через реку Волгу. Границы проекта создания геодезической сети специального назначения представлены на **Рисунке 3**.

⁹ Публичная кадастровая карта. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pkk.rosreestr.ru/#/search/56.2869412509642,44.138069693620885/10/@4tlqe9szx> (дата обращения: 15.08.2023).

Рис. 3 Граница проекта создания геодезической сети специального назначения.

Fig. 3 The boundary of the project of creating a geodetic network for special purposes.



В заданных границах должна обеспечиваться точность геодезических работ (скп) 5 мм.

В технических характеристиках большинства современных спутниковых приемников точность определения планового и высотного положения определяется по формуле

2

$$m_{\text{ИЗМ}} = a + b \cdot L,$$

где $m_{\text{ИЗМ}}$ — точность определения планового (высотного) положения, мм;
 a, b — паспортные характеристики точности приемников, мм;
 L — расстояние между опорным и определяемым спутниковым приемником, км.

В рассматриваемом примере использованы точностные параметры спутниковых приемников, аналогичных Sokkia GRX3. В соответствии с техническими характеристиками точность определения планового положения составляет (3мм + 0,4мм/км), точность определения высоты (геодезической) составляет (10мм + 0,8мм/км)¹⁰.

Используя эти характеристики, можно определить радиус действия одной дифференциальной геодезической станции по формуле

3

$$L = (m_{\text{ИЗМ}} - a) / b.$$

¹⁰ Приемники Sokkia GRX3 // Геостройизыскания. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.gsi.ru/catalog/gnss/grx3_2_shc6000 (дата обращения: 15.08.2023).

Таким образом, для приемников равноточных Sokkia GRX3 и требуемой точности определения планового положения 5 мм радиус действия дифференциальной геодезической станции составит 5 км.

Исходя из рассчитанного минимального радиуса действия и границ территории можно определить предварительное размещение пунктов сети дифференциальных геодезических станций. Предварительная схема размещения пунктов сети дифференциальных геодезических станций представлена на **Рисунке 4**.

Рис. 4 Предварительная схема размещения дифференциальных геодезических станций.

Fig. 4 Preliminary layout of differential geodetic stations.



Исходя из требований к точности выполнения геодезических работ требования к конструкции и месту закладки пунктов специальной геодезической сети г. Нижнего Новгорода (сети дифференциальных геодезических станций) должны быть на уровне **требований к пунктам ФАГС¹¹**:

- пункты сети дифференциальных геодезических станций с целью «вандалозащищенности» по возможности размещают на базе существующих зданий научных или производственных организаций;
- конструкция пунктов должна обеспечивать надежную связь с поверхностью земли, исключая влияние температурных деформаций, влияние ветровой нагрузки, их сохранность и устойчивость в плане и по высоте в течение длительного времени и др.;
- необходимо обеспечить отсутствие экранирующих антенны препятствий на углах наклона более 10°;

¹¹ ГОСТ Р 57374–2016. Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Пункты фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС). Технические условия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200143240?ysclid=ls91mkgkuf846903658> (дата обращения: 15.08.2023).

- необходимо предусмотреть отсутствие активных помех на частотах, близких частотам спутниковых сигналов;
- обязательным условием является наличие технических средств связи (интернет по выделенной линии) для передачи измерительной информации.

2.2 Рекомендации по технологии выполнения работ

В специальной геодезической сети Нижнего Новгорода, включающей пункты, предназначенные для установки дифференциальных геодезических станций, пункты каркасной сети Нижнего Новгорода 1996 года, отдельные пункты городских сетей городов-спутников, должны быть выполнены независимые определения всех линий между ближайшими пунктами специальной геодезической сети.

Для создания одноранговой сети необходимо одновременно производить наблюдения на всех пунктах сети. При наличии ограниченного количества аппаратуры наблюдения на пунктах могут быть выполнены за определенное количество сеансов. Минимальное количество сеансов наблюдений N для сети с количеством пунктов S при использовании R приемников при количестве повторных измерений и количестве совместно используемых приемников в предыдущем и последующем сеансах O определяется по формуле [2]

4

$$N = (S - O) / (R - O).$$

Так, для сети из 27 пунктов количество сеансов измерений, определенное по формуле (4), — $N = 12$ сеансов при общем числе используемых приемников $R = 6$ и количестве совместно используемых приемников в предыдущем и последующем сеансах $O = 4$. Время измерений на каждой линии определяется в зависимости от расстояния в соответствии с рекомендациями руководства¹².

Сеть дифференциальных геодезических станций должна опираться на ближайшие пункты ФАГС «Нижний Новгород» (NNOV), «Москва (ЦНИИГАиК)» (CNG1), «Самара» (SAMR) и «Котлас» (KOTL)^{13,14} (Рис. 5).

12 ГКИНП (ОНТА)-01-271-03. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS. Утверждено приказом Федеральной службы геодезии и картографии России от 13 мая 2003 г. № 84-пр. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200037141?ysclid=ls91p9revn719793997> (дата обращения: 15.08.2023).

13 Карта пунктов ФАГС. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rgs.cgkipd.ru/fags-map> (дата обращения: 15.08.2023).

14 ГОСТ Р 57374–2016. Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Пункты фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС). Технические условия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200143240?ysclid=ls91mkgkuf846903658> (дата обращения: 15.08.2023).

При выполнении привязки пунктов специальной геодезической сети к пунктам ФАГС наблюдения на каждом пункте специальной геодезической сети следует выполнять в течение двух гринвичских суток аналогично программе наблюдений на пунктах государственных геодинамических полигонов (от 0:00 часов гринвичского часового пояса дня X до 0:00 часов гринвичского часового пояса дня X + 2).

Приказом Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии¹⁵ установлены требования к оборудованию для функционирования создаваемой сети. **Для функционирования дифференциальной геодезической станции необходимо электронное устройство, оснащенное:**

- двухчастотной геодезической спутниковой аппаратурой;
- стандартом частоты и времени;
- аппаратурой для измерения метеорологических параметров;
- антенной.

Антенна приемника при выполнении измерений должна удовлетворять следующим требованиям:

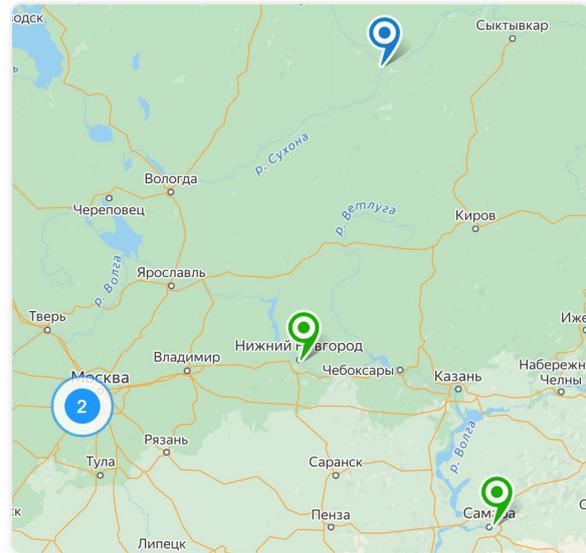
- быть откалиброванной и иметь все индивидуальные характеристики положений фазовых центров для всех регистрируемых частот;
- быть установленной в плоскости горизонта и ориентированной на север по имеющимся на ней маркерам.

Приказом также установлены следующие **требования к техническим и программным средствам:**

- возможность работы дифференциальной геодезической станции в сети станций с обеспечением удаленного контроля работы;
- обязательный прием и обработка сигналов GPS, Galileo, BeiDou;
- формирование и хранение файлов в формате RAW и общепринятом формате;

Рис. 5 Ближайшие постоянно действующие пункты ФАГС.

Fig. 5 The nearest permanent points of the FAGN.



¹⁵ Приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 2 октября 2020 г. № П/0322 «Об установлении требований к программным и техническим средствам, используемым при создании сетей дифференциальных геодезических станций». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202011170001?ysclid=lrp1hbslsz895179915> (дата обращения: 15.08.2023).

- формирование корректирующей информации к измеренным значениям фаз несущих частот и иных параметров, вычисленных по известным значениям координат пункта и бортовым эфемеридам спутника;
- предоставление данных для реализации определения местоположения в апостериорном режиме с интервалом не реже чем один раз в 30 с.

Программные средства должны обеспечивать:

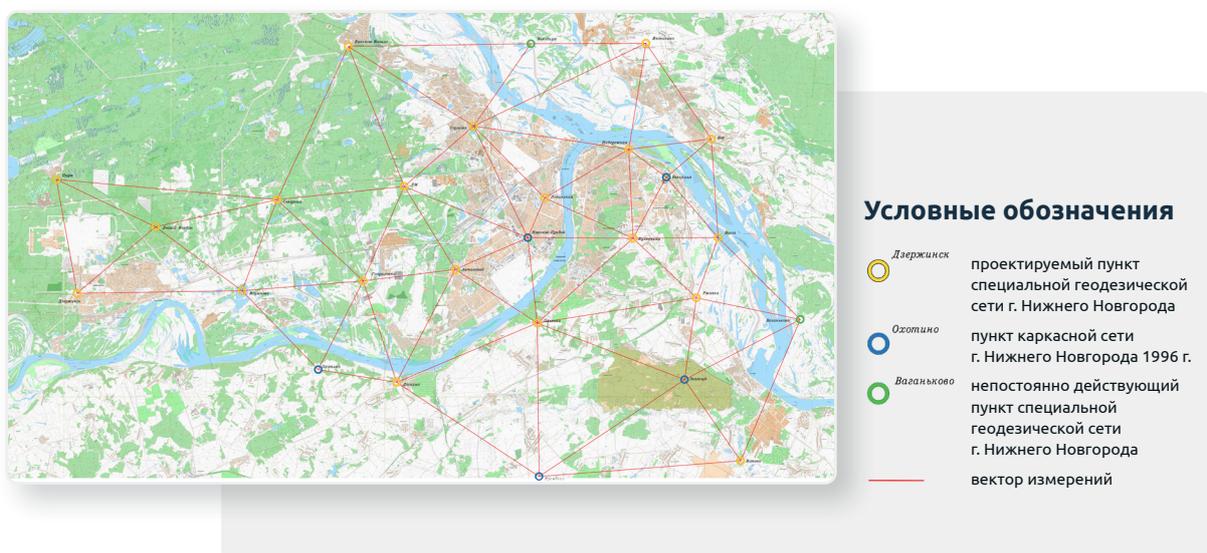
- сбор и хранение спутниковой информации в формате RINEX и предоставление данной информации потребителям;
- формирование и предоставление по каналам связи корректирующей информации в формате RTCM;
- контроль взаимного местоположения дифференциальных геодезических станций;
- работу сети с соблюдением требований о защите информации.

3 Результаты

Проект включает 27 пунктов, в том числе 5 пунктов каркасной сети Нижнего Новгорода 1996 года и 22 проектируемых. Проектируемые пункты «Ваганьково» и «Володиха» служат для обеспечения наилучшей геометрии сети и повышения ее точности. Эти пункты могут быть использованы в качестве периодически работающих дифференциальных геодезических станций для обеспечения территории проектируемых низконапорной плотины и моста через реку Волгу. Схема проектируемой геодезической сети специального назначения представлена на **Рисунке 6**.

Рис. 6 Схема проектируемой геодезической сети специального назначения.

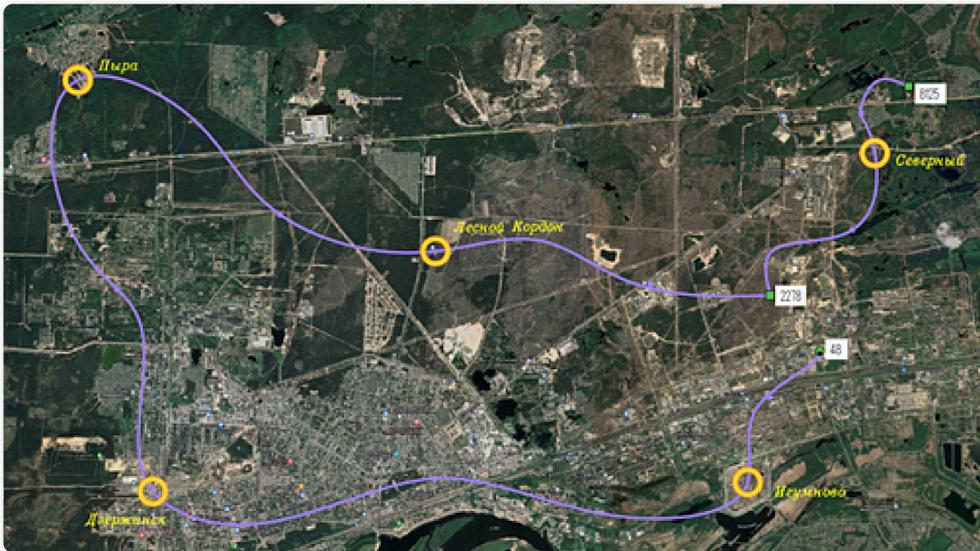
Fig. 6 The scheme of the projected geodetic network of special purpose.



Высоты пунктов специальной геодезической сети определяются относительно реперов государственной нивелирной сети I и II класса. Привязка пунктов должна быть осуществлена по программе нивелирования 2-го класса аналогично требованиям к пунктам ВГС¹⁶. Фрагмент проектируемых нивелирных ходов II класса представлен на **Рисунке 7**.

Рис. 7 Фрагмент проектируемых нивелирных ходов II класса.

Fig. 7 Fragment of the projected leveling moves of class II.



4 Обсуждение

Точность определения координат пунктов относительно пунктов специальной геодезической сети определяется по формуле (1). Для геодинамического мониторинга, в соответствии со стандартом АО «Роскартография»¹⁷, количество исходных пунктов не должно быть меньше трех. Средняя квадратическая погрешность координат определяемого пункта рассчитывается по формуле (**Рис. 8**)

5

$$m_{xy}^2 = (m_{xy1}^2 + m_{xy2}^2 + m_{xy3}^2) / 3,$$

16 ГОСТ Р 57372–2016. Глобальная навигационная спутниковая система. Методы и технологии выполнения геодезических работ. Пункты высокоточной геодезической сети (ВГС). Технические условия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200143238?ysclid=ls91s2l56e5047445> (дата обращения: 15.08.2023).

17 СТО Роскартография 3.3–2020. Геодезическая, топографическая и картографическая продукция. Процессы и методы спутниковых определений при выполнении геодезических работ в ГСК-2011. Основные требования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://roscartography.ru/upload/dynamic/2022-04/21/87-18052020-o-standarte-organizaczi-18803f6f.pdf?ysclid=ls91tdje72159845231> (дата обращения: 15.08.2023).

где m_{xy1} , m_{xy2} , m_{xy3} — среднеквадратические ошибки определения координат определяемого пункта относительно трех пунктов специальной геодезической сети.

При заданной точности определения координат $m_{xy} = 5$ мм и заданных точностных параметрах спутниковых приемников (3 мм + 0,4 мм/км) точность определения координат пунктов специальной геодезической сети (взаимного положения), определенная по формуле (6), равна 3,4 мм.

6

$$m_{исх}^2 = m_{ху}^2 - m_{изм}^2$$

Проектом создания специальной геодезической сети предусмотрено проведение определения координат пунктов специальной геодезической сети в государственной системе координат ГСК-2011 относительно четырех пунктов ФАГС (Рис. 9).

Средняя квадратическая погрешность определения координат пунктов специальной геодезической сети относительно пунктов ФАГС для стандартного сеанса наблюдений и стандартной программы обработки, входящей в комплект спутниковых приемников, определяется по формуле

7

$$m_{ху}^2 = (m_{исхКотл}^2 + m_{измКотл}^2 + m_{исхНН}^2 + m_{измНН}^2 + m_{исхСам}^2 + m_{измСам}^2 + m_{исхМоск}^2 + m_{измМоск}^2) / 4,$$

где $m_{исхКотл}^2$ — средняя квадратическая погрешность исходных данных пункта ФАГС «Котлас»;

Рис. 8 Расчет точности определения координат определяемых пунктов относительно пунктов специальной геодезической сети.

Fig. 8 Calculation of the accuracy of determining the coordinates of the defined points relative to the points of a special geodetic network.

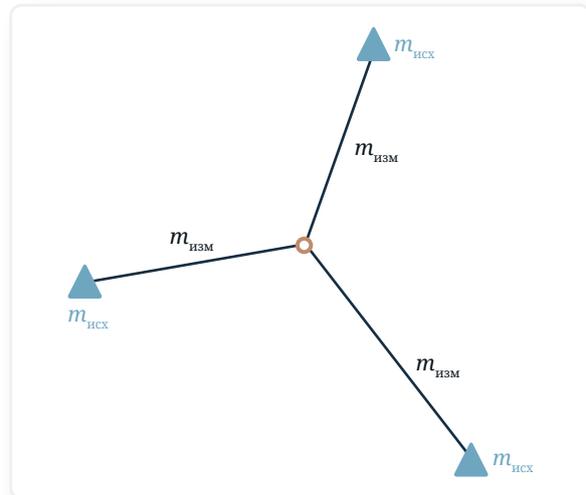
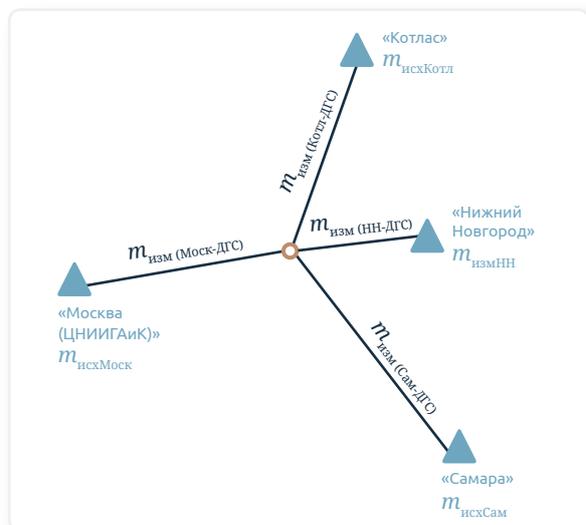


Рис. 9 Схема привязки пункта специальной геодезической сети к пунктам ФАГС.

Fig. 9 The scheme of linking the point of the special geodetic network to the points of the FAGN.



$m_{\text{измКотл}}^2$ — средняя квадратическая погрешность определения координат пункта специальной геодезической сети вектора относительно пункта ФАГС «Котлас».

Средние квадратические погрешности определения координат пунктов ФАГС представлены на сайте Федерального научно-технического центра геодезии, картографии и инфраструктуры пространственных данных в разделе «Список координат и скоростей их изменения для пунктов ФАГС»¹⁸:

- пункт «Москва» — 6,4 мм;
- пункт «Самара» — 3,1 мм;
- пункт «Нижний Новгород» — 1,7 мм.

Пункт «Котлас» не участвовал в первичном построении государственной системы координат ГСК-2011, средняя квадратическая погрешность определения координат пункта «Котлас» принята средней из смежных пунктов ФАГС: «Пулково», «Екатеринбург», «Нижний Новгород», «Москва» — 6,1 мм.

Технические характеристики приемников, установленных на пунктах ФАГС, представлены в разделе «Координаты пунктов ФАГС»¹⁹.

Расстояния между пунктами специальной геодезической сети и пунктами ФАГС составляют: до пункта «Москва» — 405 км, «Котлас» — 507 км, «Самара» — 250 км, «Нижний Новгород» — 18 км. Средняя квадратическая погрешность определения плановых координат пункта специальной геодезической сети относительно ближайших пунктов ФАГС равна 72,0 мм:

$$m_{\text{ху1}} = (m_{\text{исхМоск}}^2 + m_{\text{измМоск}}^2)^{1/2} = (6,4^2 + 3^2 + (0,1 \cdot 405)^2)^{1/2} = 41,1 \text{ мм};$$

$$m_{\text{ху2}} = (m_{\text{исхКотл}}^2 + m_{\text{измКотл}}^2)^{1/2} = (6,1^2 + 3^2 + (0,1 \cdot 570)^2)^{1/2} = 57,4 \text{ мм};$$

$$m_{\text{ху3}} = (m_{\text{исхСам}}^2 + m_{\text{измСам}}^2)^{1/2} = (3,1^2 + 3^2 + (0,5 \cdot 250)^2)^{1/2} = 125,1 \text{ мм};$$

$$m_{\text{ху4}} = (m_{\text{исхНН}}^2 + m_{\text{измНН}}^2)^{1/2} = (1,7^2 + 3^2 + (0,5 \cdot 18)^2)^{1/2} = 9,6 \text{ мм}.$$

Полученные значения не соответствуют требованиям к точности пунктов специальной геодезической сети (3,4 мм).

Для повышения точности взаимного положения пунктов специальной геодезической сети необходимо выполнить измерения на всех смежных пунктах сети, а также уравнивание сети с учетом имеющихся избыточных наблюдений.

Механизм привязки пунктов специальной геодезической сети к каркасной сети г. Нижнего Новгорода аналогичен механизму привязки пунктов ФАГС к международной сети ITRF при создании государственной геодезической системы координат ГСК-2011, который основан на широко используемом методе «мягкого согласования».

18 Список координат и скоростей их изменения для пунктов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cgkipd.ru/opendata/fags/> (дата обращения: 15.08.2023).

19 Координаты пунктов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rgs-centre.ru/fags-coords> (дата обращения: 15.08.2023).

Данный метод предполагает, что на первом этапе сеть рассматривается как «свободная», т.е. пункты специальной геодезической сети, включая пункты каркасной сети г. Нижнего Новгорода 1996 года, не фиксируются жестко.

На втором этапе осуществляется трансформация (по Гельмерту) вычисленной «свободной» сети под условием минимума суммы квадратов отклонений, полученных по координатам пунктов каркасной сети г. Нижнего Новгорода, вошедших в состав специальной геодезической сети [2]. При уравнивании сети в качестве «свободной» в расчетах будет отсутствовать среднеквадратическая погрешность исходных данных, а точность взаимного положения пунктов специальной геодезической сети может быть определена по формуле

$$m_{xy}^2 = m_{изм}^2 / N,$$

где N — количество связей со смежными пунктами.

Исходя из проекта расположения пунктов, приведенного на **Рисунке 6**, точность определения взаимного положения пунктов специальной геодезической сети, объединенных в пять групп, представлена в **Таблице 1** и на **Рисунке 10**.

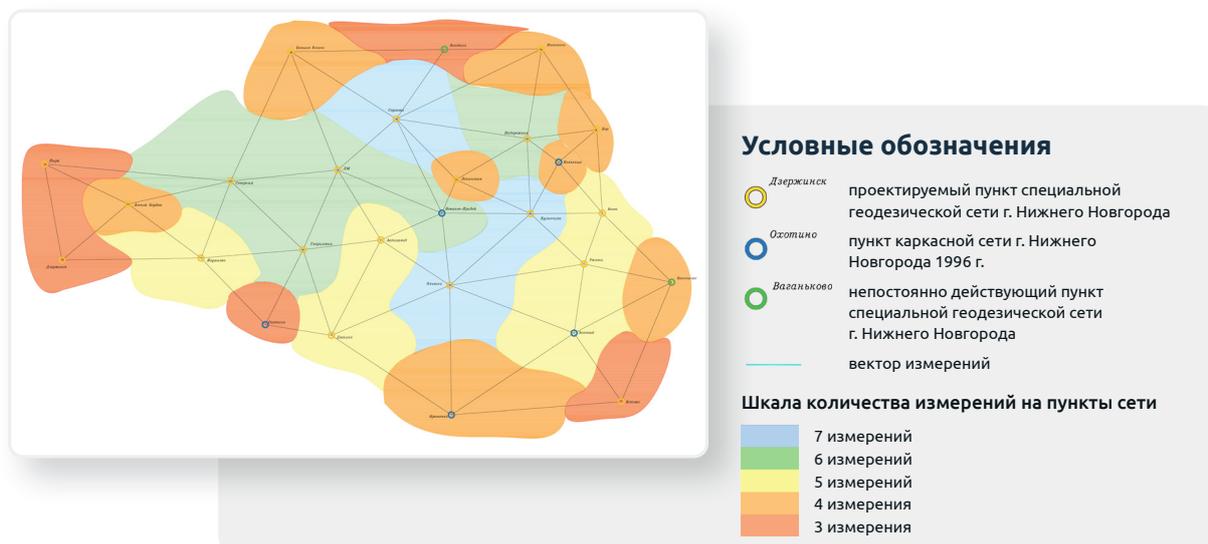
Таблица 1 Точность определения взаимного положения пунктов специальной геодезической сети.

Table 1 Accuracy of determining the relative position of points in a special geodetic network.

| Количество связей со смежными пунктами | Средняя квадратическая погрешность, мм |
|--|--|
| 3 | 5,1 |
| 4 | 4,7 |
| 5 | 4,4 |
| 6 | 4,5 |
| 7 | 4,6 |

Рис. 10 Схема зонирования точности определения взаимного положения пунктов специальной геодезической сети.

Fig. 10 The zoning scheme of the accuracy of determining the relative position of points of a special geodetic network.



5 Выводы

Проект специальной геодезической сети г. Нижнего Новгорода (сети дифференциальных геодезических станций) должен обеспечивать решение большого спектра задач.

Границы проекта определялись с использованием следующих данных:

- границы застроенной части г. Нижнего Новгорода;
- границы карстоопасных и оползнеопасных зон;
- наличие городов-спутников;
- наличие проектных данных по низконапорной плотине и мосту через р. Волгу.

На основании требований к точности выполняемых геодезических работ при геодинамических исследованиях и техническим характеристикам спутниковых приемников был вычислен радиус действия одной дифференциальной станции — 5 км. С использованием полученного значения радиуса были выбраны предварительные места размещения пунктов специальной геодезической сети. Для того, чтобы проектируемая сеть дифференциальных станций обеспечивала данными, представленными в государственной (ГСК-2011), городских (системы координат Нижнего Новгорода, Дзержинска, Бора и Кстова) и местной системах координат (МСК-52), проектом предусмотрена связь пунктов специальной геодезической сети с ближайшими пунктами ФАГС, пунктами каркасной сети Нижнего Новгорода 1996 года, а также с пунктами городских геодезических сетей Дзержинска, Бора и Кстова. С учетом зарубежного и отечественного опыта рекомендовано использовать два типа центров, которые также используются на пунктах ФАГС. Для нашей климатической зоны с сезонным промерзанием грунта предназначены тип центра 187 и тип центра, устанавливаемый на крыше здания.

При разработке проекта были учтены требования действующих нормативных документов по созданию специальных геодезических сетей, а также требования к программным и техническим средствам, применяемым при создании СДГС.

Средняя квадратическая погрешность определения плановых координат пунктов специальной геодезической сети относительно ближайших пунктов ФАГС в государственной системе координат ГСК-2011 составляет 72,0 мм и не соответствует требованиям к точности пунктов специальной геодезической сети (3,4 мм). Средняя квадратическая погрешность определения взаимного положения пунктов специальной геодезической сети составляет 4,7 мм, что практически соответствует требованиям к точности выполнения геодинамического мониторинга и полностью удовлетворяет требованиям инженерно-геодезических изысканий и кадастровых работ.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках плановой работы Верхневолжского аэрогеодезического предприятия, Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета, Российского общества геодезии, картографии и землеустройства, Научно-производственного объединения геодезии и геодинамики.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Картгеоцентр, 2004. 355 с.
2. Евстафьев О.В. Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования. М.: Проспект, 2009. 48 с.
3. Карпик А.П., Обиденко В.И., Косарев Н.С., Шендрик Н.К. Исследование однородности координатной основы ГСК-2011 при построении геодезической сети специального назначения // Геодезия и картография. 2021. Т. 82, №10. С. 2–12. DOI:10.22389/0016-7126-2021-976-10-2-12.
4. Побединский Г.Г., Пермьяков П.А. Нормативное регулирование создания и функционирования дифференциальных геодезических станций // Культура управления территорией: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика: материалы 10-й региональной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 1–31 декабря 2021 г. Нижний Новгород: ННГАСУ, 2022. С. 57–62.
5. Шендрик Н.К., Шитиков П.К. Опыт определения положения пунктов сети ПДБС Новосибирской области в ГСК-2011 // Геопрофи: научно-технический журнал по геодезии, картографии и навигации. 2018. №6. С. 46–49.
6. Национальный отчет для Международной ассоциации геодезии Международного геодезического и геофизического союза 2015–2018 / Под ред. В.П. Савиных, В.И. Кафтана // Geoinformatics Research Papers. 2019. Vol. 7. No. 1. DOI:0.2205/2019IUGG-RU-IG.
7. Национальный доклад для Международной ассоциации геодезии Международного геодезического и геофизического союза 2019–2022 гг. / Под ред. В.П. Савиных, В.И. Кафтана // Исследования по геоинформатике: труды Геофизического центра РАН. 2023. Т. 11. №1. DOI:10.2205/2023IUGG-RU-IG.
8. Яшнова Т.В. Проявления карста на территории Нижегородской области // Молодой ученый. 2014. №21(80). С. 62–65.
9. Кочетова Э.Ф. Геодезические методы изучения динамики оползней на Окско-Волжском правобережье // Великие реки' 2009: Труды конгресса 11-го Международного научно-промышленного форума, Нижний Новгород, 19–22 мая 2009 г. В 2 т. Т. 1. Н. Новгород: ННГАСУ, 2010. С. 271–277.
10. Копосов Е.В. Методологическое обеспечение экологической безопасности строительства на урбанизированных территориях, подверженных воздействию оползневых процессов // Вестник МГСУ. 2012. №3. С. 138–144. DOI:10.22227/1997-0935.2012.3.138-144.

11. Горева А.Э., Никольский Е.К. Морфометрический и гидрологический анализ цифровой модели рельефа как основа для выявления природных предпосылок развития опасных геологических процессов на территории Нижнего Новгорода // Великие реки' 2016: Труды научного конгресса 18-го Международного научно-промышленного форума. Нижний Новгород, 17–20 мая 2016 г. В 3 т. Т. 1. Н. Новгород: ННГАСУ, 2016. С. 377–381.
12. Осятушкин М.С., Зотов Д.И. Современное состояние Окского склона на участке бывшей «Казанской» железной дороги в г. Нижнем Новгороде // Великие реки' 2017: труды научного конгресса 19-го Международного научно-промышленного форума. В 3 т. Т. 1. Нижний Новгород, 16–19 мая 2017 г. Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. С. 154–156.
13. Горева А.Э., Никольский Е.К. Геоинформационное моделирование уязвимости территории Нижнего Новгорода оползневыми процессами // Великие реки' 2017: Труды научного конгресса 19-го Международного научно-промышленного форума. Нижний Новгород, 16–19 мая 2017 г. В 3 т. Т. 1. Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. С. 397–401.
14. Балякина О.И. Современная концепция мониторинга опасных геологических процессов на территории Нижегородского Кремля // Великие реки' 2019: Труды научного конгресса 21-го Международного научно-промышленного форума. В 3 т. Т. 1. Н. Новгород, 14–17 мая 2019 г. Н. Новгород: ННГАСУ, 2019. С. 79–81.

АВТОРЫ

Еруков Сергей Валентинович

АО «Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие», Нижний Новгород, Россия

Пермяков Павел Александрович

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет», Нижний Новгород, Россия

кафедра геоинформатики, геодезии и кадастра, факультет архитектуры и дизайна

Побединский Геннадий Германович

МОО «Российское общество геодезии, картографии и землеустройства», Москва, Россия;

АО «Научно-производственное объединение геодезии и геодинамики», Нижний Новгород, Россия

канд. техн. наук

 0000-0002-9738-8165

Поступила 31.07.2023. Принята к публикации 23.10.2023. Опубликовано 30.10.2023.

UDC 528.4

DOI:10.30533/scidata-2023-14-11



The city geodetic network of Nizhny Novgorod. Prospects of application for urban development

Sergei V. Erukov¹, Pavel A. Permyakov²,
Gennady G. Pobedinsky^{3,4}✉

AFFILIATIONS

¹ Verkhnevolzhskoye Air Surveying and Geodetic Enterprise, Nizhny Novgorod, Russia

² Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering,
Nizhny Novgorod, Russia

³ Russian society of geodesy, cartography and land management, Moscow, Russia

⁴ Scientific and industrial Association of geodesy and geodynamics,
Nizhny Novgorod, Russia

✉ pobedinskij-gg@yandex.ru

CITATION

Erukov SV, Permyakov PA, Pobedinsky GG. The city geodetic network of Nizhny Novgorod. Prospects of application for urban development. *Spatial Data: science, research and technology*. 2023;14(3): 56–78. DOI: DOI:10.30533/scidata-2023-14-11.

KEYWORDS

geodetic coordinate systems, geodetic networks, urban geodetic works, urban geodetic network

ABSTRACT

The proposals on the use of local coordinate systems of the subjects of the Russian Federation to ensure urban planning and operational activities, as well as geodynamic studies of natural and man-made phenomena on the territory of the city (karst and landslide-prone territories) are analyzed. Insufficient accuracy of local coordinate systems of the subjects

of the Russian Federation is shown and a conclusion is made about the need to develop special urban geodetic networks of increased accuracy. The history of the creation of the Nizhny Novgorod city geodetic network is considered and the experience of the development of its reconstruction project is presented, in which the boundaries of the territory of the geodetic network functioning, the analysis of the accuracy of geodetic support in the city, the calculation of the accuracy of the creation of a special geodetic network for the placement of differential geodetic stations, as well as the calculation of the accuracy of geodetic support for consumers in the city and related territories based on new technological solutions. A variant of the connection of the points of the city geodetic network of Nizhny Novgorod with the state geodetic network (permanent points of the fundamental astronomical and geodetic network) is considered and an accuracy assessment is performed. The presented version of the urban geodetic network reconstruction project ensures the accuracy of the mutual position of points that meets the requirements of geodynamic studies of karst and landslide-prone territories.

ACKNOWLEDGEMENTS

The work was carried out within the framework of the planned work of the Verkhnevolzhskoye Air Surveying and Geodetic Enterprise, the Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, the Russian Society of Geodesy, Cartography and Land Management, the Scientific and industrial Association of geodesy and geodynamics.

REFERENCES

1. Genike AA, Pobedinsky GG. *Global'nye sputnikovye sistemy opredeleniya mestopolozheniya i ikh primeneniye v geodezii* [Global satellite positioning systems and their application in geodesy]. 2nd ed. revised and expanded. Moscow: Kartgeocenter, 2004. 355 p. (In Russian).
2. Evstafyev OV. *Nazemnaya infrastruktura GNSS dlya tochnogo pozitsionirovaniya* [Ground-based global navigation satellite system infrastructure for precise positioning]. Moscow: Prospekt, 2009. 48 p. (In Russian).
3. Karpik AP, Obidenko VI, Kosarev NS, Shendrik NK. Studying the homogeneity of the coordinate base SSC-2011 at arranging a special-purpose geodetic network. *Geodesy and cartography*. 2021;82(10): 2–12. DOI:10.22389/0016-7126-2021-976-10-2-12.
4. Pobedinsky GG, Permyakov PA. Regulatory regulation of the creation and functioning of differential geodetic stations. *Culture of territory management: economic and social aspects, cadastre and geoinformatics: Proceedings of the 10th Regional Scientific and Practical Conference, Nizhny Novgorod, 1–31 December 2021*. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2022. P. 57–62. (In Russian).
5. Shendrik NK, Shitikov PK. The experience of determining the position of the points of the network of the Novosibirsk region PDBS in GSK-2011. *Geoprofi: scientific and technical journal of geodesy, cartography and navigation*. 2018;6: 46–49. (In Russian).
6. National Report for the IAG of the IUGG 2015–2018. Savinikh VP and Kaftan VI (eds.) *Geoinformatics Research Papers*. 2019;7(1). (In Russian). DOI: 10.2205/2019IUGG-RU-IAG.

7. National Report for the IAG of the IUGG 2019–2022. Savinikh VP and Kaftan VI (eds.) *Geoinformatics Research Papers*. 2023;10(1). DOI: [10.2205/2023IUGG-RU-IAG](https://doi.org/10.2205/2023IUGG-RU-IAG).
8. Yashnova TV. Karst manifestations on the territory of the Nizhny Novgorod region. *Young scientist*. 2014;21(80): 62–65.
9. Kochetova EF. Geodezicheskie metody izucheniya dinamiki opolznei na Oksko-Volzhskom pravoberezh'e [Geodesic methods for studying the dynamics of landslides on the Oka–Volga right bank]. *Great Rivers' 2009: Proceedings of the Congress of the 11th International Scientific and Industrial Forum, Nizhny Novgorod, 19–22 May 2009*. In 2 vols. Vol. 1. Nizhny Novgorod: NNGASU. 2010. P. 271–277. (In Russian).
10. Kuposov EV. Metodologicheskoe obespechenie ekologicheskoi bezopasnosti stroitel'stva na urbanizirovannykh territoriyakh, podverzhennykh vozdeistviyu opolznevnykh protsessov [Methodological support of ecological safety of construction in urbanized territories affected by landslide processes]. *Vestnik MGSU*. 2012;3: 138–144. (In Russian). DOI:[10.22227/1997-0935.2012.3.138-144](https://doi.org/10.22227/1997-0935.2012.3.138-144).
11. Goreva AE, Nikolsky EK. Morfometricheskii i gidrologicheskii analiz tsifrovoy modeli rel'efa kak osnova dlya vyyavleniya prirodnykh predposylok razvitiya opasnykh geologicheskikh protsessov na territorii Nizhnego Novgoroda [Morphometric and hydrological analysis of a digital relief model as a basis for identifying natural prerequisites for the development of dangerous geological processes in Nizhny Novgorod]. *Great Rivers' 2016: Proceedings of the Scientific Congress of the 18th International Scientific and Industrial Forum. Nizhny Novgorod, 17–20 May 2016*. In 3 vols. Vol. 1. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2016. P. 377–381. (In Russian).
12. Osyatushkin MS, Zotov DI. Sovremennoe sostoyanie Okskogo sklona na uchastke byvshei «Kazanskoj» zheleznoi dorogi v g. Nizhnem Novgorode [The current state of the Oka slope on the site of the former “Kazan” railway in Nizhny Novgorod]. *Great Rivers' 2017: Proceedings of the Scientific Congress of the 19th International Scientific and Industrial Forum. Nizhny Novgorod, 16–19 May 2017*. In 3 vols. Vol. 1. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2017. P. 154–156. (In Russian).
13. Goreva AE, Nikolsky EK. Geoinformatsionnoe modelirovanie uyazvimosti territorii Nizhnego Novgoroda opolznevnyimi protsessami [Geoinformation modeling of vulnerability of the territory of Nizhny Novgorod by landslide processes]. *Great Rivers' 2017: Proceedings of the Scientific Congress of the 19th International Scientific and Industrial Forum. Nizhny Novgorod, 16–19 May 2017*. In 3 vols. Vol. 1. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2017. P. 397–401. (In Russian).
14. Balyakina OI. Sovremennaya kontseptsiya monitoringa opasnykh geologicheskikh protsessov na territorii Nizhegorodskogo Kremlya [Modern concept of monitoring dangerous geological processes on the territory of the Nizhny Novgorod Kremlin]. *Great Rivers' 2019: Proceedings of the Scientific Congress of the 21st International Scientific and Industrial Forum. Nizhny Novgorod, 14–17 May 2019*. In 3 vols. Vol. 1. Nizhny Novgorod: NNGASU, 2019. P. 79–81. (In Russian).

AUTHORS

Sergei V. Erukov

Verkhnevolzhskoye Air Surveying and Geodetic Enterprise, Nizhny Novgorod, Russia

Pavel A. Permyakov

Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering, Nizhny Novgorod, Russia

Department of Geoinformatics, Geodesy and Cadastre, Faculty of Architecture and Design

Gennady G. Pobedinsky

Russian society of geodesy, cartography and land management, Moscow, Russia;

Scientific and industrial Association of geodesy and geodynamics, Nizhny Novgorod, Russia

Ph.D. in Engineering

 0000-0002-9738-8165

Submitted: July 31, 2023. Accepted: October 23, 2023. Published: October 30, 2023.