



III ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
“ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД”
Материалы конференции



Россия.
Нижний Новгород

2025

РОССИЙСКОЕ ОБЩЕСТВО ГЕОДЕЗИИ, КАРТОГРАФИИ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ АГЛОМЕРАЦИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**III Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием
«ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД»
Материалы конференции**

17-18 апреля 2025 г., Нижний Новгород

УДК 528.2: 528.45: 528.9: 929

III Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД». Материалы конференции / Отв. ред. Е. К. Никольский и Г. Г. Побединский. – Нижний Новгород. - Российское общество геодезии, картографии и землеустройства. – 2025. – 250 с. Илл.

17-18 апреля 2025 г. в Нижнем Новгороде состоялась III Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД», правопреемник секции геодезии, картографии и геоинформатики Международного научно-промышленного форума «Великие реки»/ISEF.

Научно-практическая конференция проходила под эгидой объявленного Президентом Российской Федерации Десятилетия науки и технологий, в рамках проекта «Организационная и материально-техническая поддержка домов науки и техники, профессиональных организаций РосСНИО», включенного в инициативу № 10 «Решения и сервисы для профессионального сообщества» Десятилетия науки и технологий.

Сборник содержит пленарные и секционные доклады конференции.

Материалы публикуются в авторской редакции

Редакционная коллегия:

Никольский Е. К. (научный руководитель Геофорума Нижний Новгород, отв. редактор), Побединский Г. Г. (отв. редактор), Чечин А. В., Косарев А. С.

Подписано к публикации: 25.01.2026

© Российское общество геодезии, картографии и землеустройства
© Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
© Коллектив авторов

Содержание

1 Пленарное заседание	6
Геодезическая терминология Побединский Г.Г.	6
Геодезическое образование в ННГАСУ: история и взгляд в будущее Никольский Е.К., Чечин А.В.	28
Петербург геодезический Богданов А.С.	34
Конкуренция классических и инновационных геодезических методов и технологий на современном этапе Костеша В.А., Чистякова Е.А.	49
Применение современных цифровых технологий в учебно-образовательном процессе в картографо-геодезической отрасли Сеницына А.Л., Астахов Д.Н.	55
2 Геодезические и картографические работы при создании и обновлении геопространственных данных: государственных топографических карт, крупномасштабной картографической основы	60
Состояние МСК 52 для режима RTK Еруков С.В.	60
Минимизация искажений на топографических картах в проекции Гаусса-Крюгера Подшивалов В.П., Вырвинская О.В., Мкртычян В.В.	64
Проблемы и особенности отображения государственной границы на топографических картах Муха М.В., Бабура Н.П.	68
От аудитории к полю: разработка реалистичных сценариев для геодезических соревнований на примере конкурса ProfSkills в Республике Беларусь Вырвинская О.В. , Будо А.Ю.	73
Создание и обновление топографических карт крупного масштаба на примере Дальневосточного федерального округа (ДФО) Малюженко А.А., Мазуров С.Ф., Сеницына А.Л.	76
Вопросы создания сведений Единой электронной картографической основы Христова О.В.	82
Применение ЕЭКО в государственных информационных системах Мишунина С.В.	87
3 Инженерно-геодезическое, инженерно-геологическое и правовое обеспечение в градостроительной и кадастровой деятельности	97
Система личных кабинетов ГИСОГД НО - новый формат работы с заявителями Хамидулин Е.В.	97
Цифровая модель местности как фундамент градостроительной деятельности Нижегородской агломерации Салдаева М.В.	106
Ведение дежурных плана градостроительной информации в составе ГИСОГД Тарарин А.М., Проскурина А.А.	110
3D проектирование линейных объектов в геоцентрическом пространстве Вдовин В.С.	114
Методика геоэкологической оценки закарстованных территорий и возможности ее применения на примере Нижегородской области Беляев В.Л., Тодорова А.И.	119
4 Искусственный интеллект в геопространственной деятельности	130
Объяснимый геопространственный искусственный интеллект Побединский Г.Г.	130
Применение ИИ в деятельности по определению кадастровой стоимости недвижимости Пылаева А.В.	134

Вопросы разработки образовательного искусственного интеллекта для проекта «Инженерно-геодезические изыскания» Кочетова Э.Ф., Акрицкая И.И.....	139
Методы машинного обучения в геоинформационном анализе спутниковых снимков Юрченко П.В.....	142
Обоснование направлений развития геоинформационных технологий обеспечения ЕЭКО: сеть геополигонов, геобанк эталонов ИИ, библиотека геофункций, образовательный геосегмент НСПД Грузинов В.С.	145
Картографо-геодезическая отрасль в цифровой экономике Сеницына А.Л., Степанченко А.Л., Кувекина О.А.	149
5 Молодежная научная конференция «Инновационные технологии геодезии и землеустройства».....	155
Использование данных дистанционного зондирования при мониторинге участков недр на территории Нижегородской области Жидоморова Н.Н., научный руководитель: доцент ННГАСУ Ерискина Т.О.	155
Комплексная инвентаризация общественных пространств и инновационные технологии выполнения Безаев И.А., научный руководитель: профессор ННГАСУ Никольский Е.К.	159
Геодезические методы координирования характерных точек ОКС для постановки на кадастровый учет Паршина У.А., научный руководитель: старший преподаватель ГУЗ Четверикова А.А.	166
Инвентаризация земель лесного фонда по данным дистанционного зондирования Мокеичева В.А., научный руководитель: доцент ННГАСУ Косарева Н.А.....	170
Транспортная система региона и её роль в пространственном развитии территории Петров Н.А., научный руководитель: профессор ННГАСУ Никольский Е.К.	176
Влияние инженерно-геодезических изысканий на качество документации по планировке территории Казаев Т.Р., научный руководитель: доцент ННГАСУ Тарарин А.М.	181
Исследование возможности применения ГНСС-приемников с инерциальной системой (IMU) при строительстве дорог Джангишиев Н.Г., Шукин Г.Г., научный руководитель: старший преподаватель ГУЗ Хромов А.В.	185
Объекты археологического наследия на территории городского округа город Бор Нижегородской области и историко-географический анализ их расположения Дюкина Д.О., научный руководитель: профессор ННГАСУ Никольский Е.К.	190
Расчет ценообразующих факторов объектов недвижимости в системе QGIS Курилова М.Д., Научный руководитель: профессор ННГАСУ Пылаева А.В.	195
Разработка мероприятий по выявлению и вовлечению в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения Грязнова К.А., научный руководитель: старший преподаватель ННГАСУ Шершнева Н.Н.	203
История, современное состояние и перспективы развития государственной геодезической сети Портнов А.Н., научный руководитель: профессор ННГАСУ Побединский Г.Г.	208
Анализ эффективности сервисов Национальной системы пространственных данных для формирования земельных участков под домами блокированной застройки Макарова Д.Н., научный руководитель: доцент ПГУАЗ Киселева Н.А.	213

Целесообразность использования лазерного сканера в целях трехмерного кадастра Тамарашвили Г.З., научный руководитель: старший преподаватель ГУЗ Чистякова Е.А.	216
Формирование материалов по стереофотограмметрической обработке снимков Коломиец П.А., научный руководитель: доцент ННГАСУ Ерискина Т.О.	220
Анализ пространственного распределения эрозии почв с использованием облачных технологий Google Earth Engine Андрейченко А.О., научный руководитель: доцент ГУЗ Евстратова Л.Г.	223
Формирование цифровой копии инженерных коммуникаций Кочетов Н.А., Научный руководитель: заведующий кафедрой геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ Чечин А.В.	230
Разработка алгоритма получения трехмерной геопространственной информации для территорий населенных пунктов Червинский К.И., Научный руководитель: доцент ННГАСУ Косарева Н.А.	234
Возможности использования современного ГНСС-оборудования с VR-модулем для кадастровых работ Фирсов Н.А., Научный руководитель: старший преподаватель ГУЗ Чистякова Е.А.	238
Формирование модели объекта культурного наследия Пигалицын Н.Д., Сергеев В.В., Научный руководитель: преподаватель ННГАСУ, инженер УНПЦ «Кадастр», руководитель СНК «Квадро», Косарев А.С.	246
Решение III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Геофорум Нижний Новгород 2025»	249

1 Пленарное заседание

Открытие конференции состоялось 17 апреля 2025 г. в зале заседаний ученого совета Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета.

Конференцию открыл ректор Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета Щеголев Дмитрий Львович, который в своем выступлении отметил важность Геофорума, широкую географию участников и профессиональную тематику представленных докладов.



Открытие конференции. Ректор Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета Д. Л. Щеголев, председатель Центрального правления Российского общества геодезии, картографии и землеустройства Г. Г. Побединский, заместитель министра градостроительной деятельности и развития агломераций Нижегородской области М. И. Генин

На открытии конференции выступили заместитель руководителя Управления Росреестра по Нижегородской области Пайков Максим Константинович, директор филиала ППК «Роскадастр» по Нижегородской области Баландина Марина Андреевна, заместитель министра градостроительной деятельности и развития агломераций Нижегородской области Генин Михаил Игоревич, председатель Центрального правления Российского общества геодезии, картографии и землеустройства Побединский Геннадий Германович, председатель Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии, главный редактор журнала «Изыскательский вестник» Богданов Анатолий Станиславович, заместитель председателя оргкомитета Геофорума Нижний Новгород, заведующий кафедрой геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ Чечин Андрей Вячеславович.

УДК 528

Геодезическая терминология Побединский Г.Г.

Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, Москва, Россия
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Русскоязычная геодезическая и картографическая терминология формируется, начиная с первых публикаций на русском языке книги «Молодой геодет или Первые

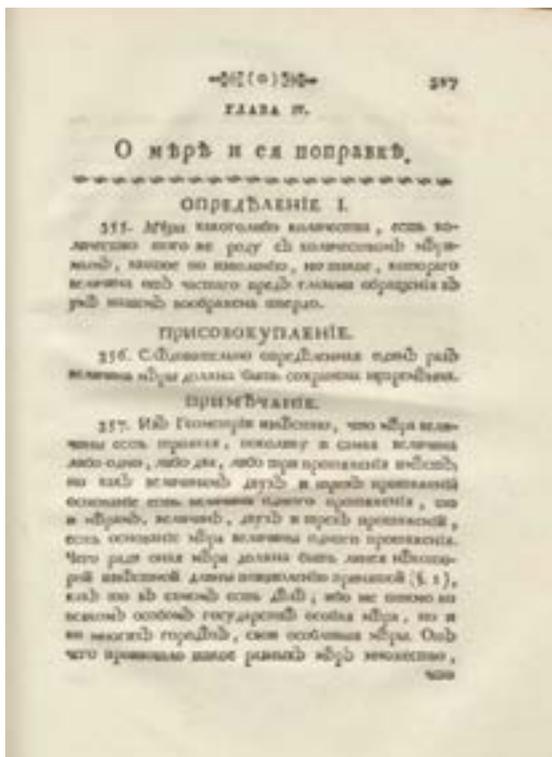


Рис. 5. Глава IV книги «Молодой геодезист или Первые основания геодезии» «О мере и ее поправке»

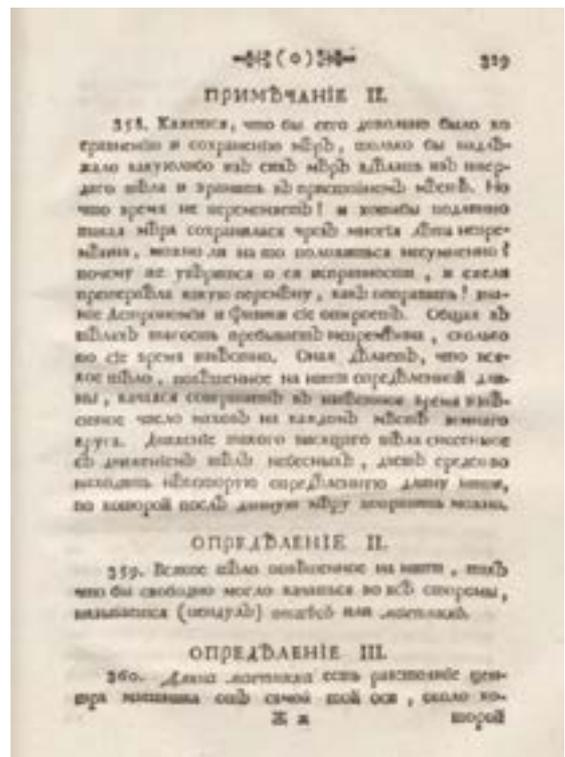


Рис. 5. Определение термина «мятник» в книге «Молодой геодезист или Первые основания геодезии»

За почти 300 лет понятийно-терминологическая база геодезии и картографии должна была сформироваться, но вопросы изменения терминологии в постоянно меняющемся мире регулярно поднимаются в геодезической литературе, а терминологические справочники регулярно дополняются и переиздаются. Появление и распространение новых терминов в последнее время связано тотальной цифровизацией всех сторон нашей жизни. Уже не удивляют термины «цифровое общество», «цифровая реальность», «цифровые двойники» и др.

Работа по стандартизации терминологии началась в России в 1867 году, когда Русское техническое общество решило составить параллельный французско–немецко–английско–русский технический словарь, особое внимание обратив на необходимость создания большого числа русских терминов для соответствующих иностранных эквивалентов. Работа была не завершена, в 1881 году вышел только первый том словаря с заглавными французскими терминами.

Казалось бы, принятые в 1989 году рекомендации «Разработка стандартов на термины и определения» [40], переработанные в 1996 и 2011 годах в рекомендации по межгосударственной стандартизации «Рекомендации по основным принципам и методам стандартизации терминологии» [41] и «Разработка стандартов на термины и определения» [39] полностью закрывают проблему разработки новых национальных и межгосударственных стандартов по терминологии в геодезии и картографии. Но, несмотря на многолетний опыт лексикографии и стандартизации, геодезическая и картографическая терминологическая система еще далека от совершенства. По-прежнему ее недостатками являются синонимия и бессистемность, требуется очередное упорядочение, в том числе в нормализации терминологии в нормативных правовых актах и нормативно-технических документах, включая стандарты.

В предисловии к вышедшему в 2015 году справочнику «Геодезия, картография, топография, фотограмметрия, геоинформационные системы, пространственные данные. Справочник стандартных (нормативных) терминов» [11] и в серии статей «О терминологии в области геодезии, картографии и геоинформатики» [37, 38] были подробно рассмотрены история терминоведения, терминографии и терминологии

применительно к отечественной лексикографии в геодезии и картографии. Поэтому в данной работе основное внимание будет уделено анализу терминологических словарей-справочников и попытках классификации терминов и определений.

Одним из первых справочников, скорее всего, является изданный в 1928 году «Справочник по военной топографии для начсостава и военных школ» [55]. В 1943 году был издан подготовленный генерал-майором технических войск Федором Яковлевичем Герасимовым (1.05.1897–6.12.1994) «Справочник по военной топографии» [13]. Справочник по военной топографии выдержал 3 издания [13, 14, 15]. Термины Справочника были структурированы по 14 разделам, таким как классификация карт, масштаб карты и др. Четырнадцатый раздел первого издания назывался «Карты германской армии».

В 1957 году был выпущен подготовленный полковником Михаилом Викторовичем Гамезо (1.11.1915-21.08.2006) и инженер-полковником Алексеем Михайловичем Говорухиным (22.02.1906-неизвестно) новый «Справочник офицера по военной топографии», выдержавший 3 издания [49, 50, 51]. Вышедший в 1973 году «Справочник по военной топографии» выдержал два издания [52, 53]. Издание 2013 г. является репринтом оригинала 1973 г. [54]. Справочный материал систематизирован по следующим основным разделам: топографические и специальные карты, измерения по карте, аэроснимки местности, изучение местности, измерения на местности и целеуказание, ориентирование на местности. Сведения, не вошедшие в тематические главы, даны в отдельной главе.



Рис. 6. Первые издания справочников по военной топографии

Одним наиболее популярных гражданских справочных изданий является вышедший под редакцией преподавателя Военно-инженерной краснознаменной академии им. В. В. Куйбышева, кандидата технических наук, доцента, полковника Бориса Сергеевича Кузьмина «Краткий топографо-геодезический словарь-справочник» [26], первое издание которого вышло в 1968 г. и включало 396 словарных статей, второе издание вышло в 1973 г. и включало 507 статей, третье издание под названием Краткий топографо-геодезический словарь вышло в 1979 г. и включало 539 статей [24, 25, 26]. Инициатива создания Краткого топографо-геодезического словаря-справочника принадлежит известному автору справочников по военной топографии Ф. Я. Герасимову. Статьи всех изданий справочника расположены в алфавитном порядке.



Рис. 7. Три издания Краткого топографо-геодезического словаря [24, 25, 26]

Вышедший в 1989 году справочник «Топографо-геодезические термины» подготовленный такими известными специалистами, как Б. С. Кузьмин, Ф. Я. Герасимов, В. М. Молоканов, В. Г. Максимов, Е. М. Поспелов, А. М. Говорухин, В. В. Фомин, Н. Н. Воронков, С. П. Николаев, В. С. Соколов, Я. Г. Муралев, К. А. Лапинг, Г. М. Сидорчук, Е. И. Халугин, А. И. Мартыненко, Е. А. Жалковский включал 548 статей [59]. Справочник повторял структуру Краткого топографо-геодезического словаря-справочника. Все статьи справочника расположены в алфавитном порядке. В указателе статей, приведенных также в алфавитном порядке указан автор каждой статьи.



Рис. 8. Справочник «Топографо-геодезические термины» [59]

Принципиально иным была структура известного «Справочника геодезиста», издававшегося трижды в 1966, 1975 и 1985 годах [44, 45, 46, 47]. Справочник геодезиста не был чисто терминологическим, он скорее являлся своеобразной геодезической энциклопедией – коллективной монографией. Тематические статьи Справочника геодезиста сгруппированы по укрупненным разделам:

- математическая обработка результатов геодезических измерений;
- теоретическая геодезия и геодезическая астрономия;

- основные геодезические работы;
- топографические и фототопографические съемки;
- геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений.

Тем самым была предложена основа тематической классификации. В оглавлении и в тексте справочника были указаны авторы разделов и глав [45].

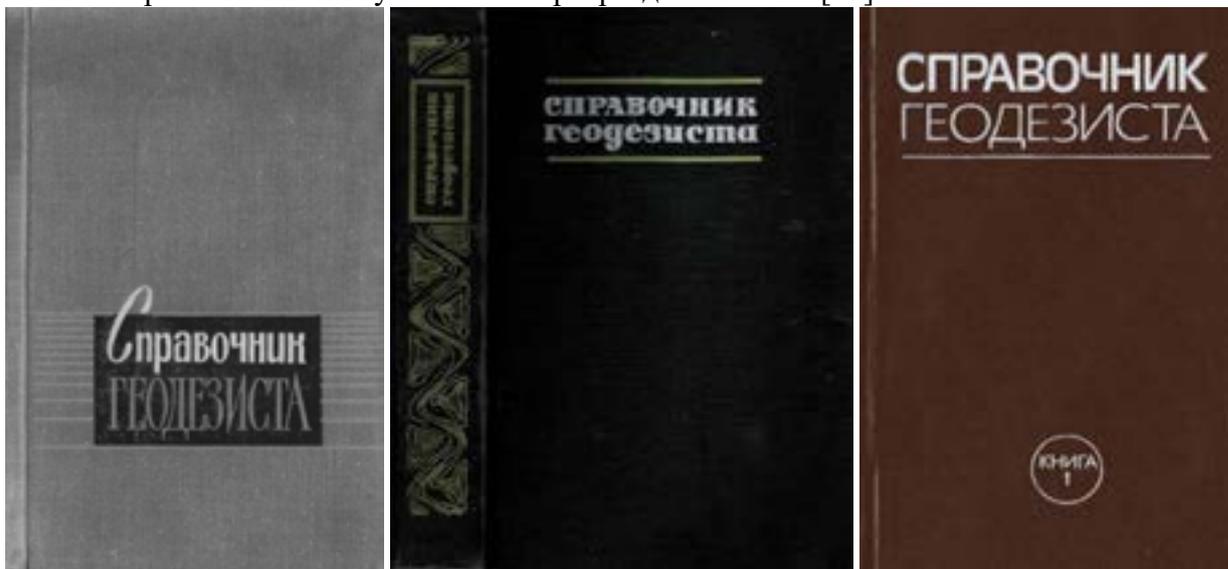


Рис. 9. Три издания Справочника геодезиста [44, 45, 46, 47]

Второе издание Справочника переработано и дополнено новыми главами: космическая геодезия, радиогеодезические системы, гироскопические приборы, экономика и организация геодезических работ. Заново написаны главы: уравнивательные вычисления в триангуляции, трилатерации и комбинированных сетях; метод наименьших квадратов. Существенной переработке подверглись главы: теория ошибок измерений; вычислительная техника в геодезии; теория фигуры Земли и гравиметрия; радио- и светодальномерные измерения; геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений. Внесены изменения и в другие главы. Второе издание Справочника геодезиста по техническим причинам было выпущено в двух книгах, которые имеют единую нумерацию страниц и общий предметный указатель, составленный в алфавитном порядке [44].

Третье издание Справочника геодезиста, вышедшее в 1985 году переработано и дополнено в соответствии с новыми на тот период достижениями геодезической науки и практики. Введены новые главы: «Гироскопическое ориентирование», «Космическая фотосъемка», «Автоматизация инженерно-геодезических измерений». Существенно переработаны главы: «Метод наименьших квадратов», «Измерение расстояний свето-и радиодальномерами», «Геодезическая астрономия», «Топографические методы съемки». Переработаны и дополнены главы: «Вычислительная техника в геодезии», «Космическая геодезия», «Прикладная геодезия». Внесены изменения и в другие главы. Отражены технические и точностные требования новых нормативных документов. Справочник был выпущен в двух книгах, имеющих каждая свою нумерацию страниц, рисунков и свой предметный указатель, составленный в алфавитном порядке. Третье издание Справочника геодезиста раскрывало 736 терминов [46, 47].

Авторами разделов и глав третьего издания Справочника геодезиста были такие известные специалисты, как: Г. В. Багратуни, К. В. Бажанов, В. В. Баканова, В. Д. Большаков, Н. Н. Воронков, П. А. Гайдаев, А. Н. Голубев, В. В. Голубев, А. В. Зацаринный, В. В. Калугин, И. И. Краснорылов, Н. П. Лаврова, Е. Г. Ларченко, Г. П. Левчук, М. Е. Пискунов, В. Г. Селиханович, С. С. Уралов, М. С. Урмаев, З. С. Хаимов, В. И. Шиллингер, Б. П. Шимбирев, Н. В. Яковлев.

Не менее известными изданиями являются «Справочник картографа», 1963 г. [48] и «Справочник по картографии» 1989 г., которые также не были чисто терминологическими, но включали большое количество терминов и определений. Справочник по картографии включал 548 статей [56], сгруппированных по 9 тематическим разделам:

- карты и картография, общие сведения;
- математическая картография;
- проектирование картографических произведений;
- редактирование и составление карт;
- подготовка карт к изданию;
- использование материалов космической съемки в картографии;
- автоматизация и новая технология;
- использование карт;
- организация государственной топографо-геодезической службы.

Одним из первых терминологических словарей по картографии был подготовленный Александром Михайловичем Берлянтом краткий толковый словарь «Карта» [4], охватывающий около 500 наиболее употребительных русских терминов и примерно 700 английских эквивалентов по видам и типам общегеографических, тематических и специальных карт разного масштаба, назначения и форм издания. При составлении Словаря использованы русские и английские технические словари, энциклопедические издания, государственные стандарты по картографии, монографии и вузовские учебники. Словарь предваряется изложением новой классификации карт. В разделе «Справочные сведения» приведены исходные геодезические даты, принятые или применявшиеся в некоторых зарубежных странах, масштабы русских дореволюционных карт, карты крупного и среднего масштабов, издаваемые в СССР, детальность топографических и обзорно-топографических карт, нормы отбора для топографических и обзорно-топографических карт, названия картографических проекций на разных языках, перевод основных английских мер в метрические меры, картографические фонды, каталоги и библиографические указатели картографических фондов, справочники и словари. Расширенное издание толкового словаря по картографии и ее ближайшему окружению, включающего около 5 300 русских терминов и 7 500 их английских эквивалентов вышло в 2005 году под названием «Картографический словарь» [6].

Следует также отметить подготовленные Геннадием Львовичем Хинкисом и Владимиром Лаврентьевичем Зайченко словари терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания) предназначенные для студентов и преподавателей средних специальных учебных заведений, изучающих дисциплину «Геодезия». Вначале была идея написать задачник по геодезии, а к нему глоссарий. Глоссарий превратился в «Краткий словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания)», который вышел в свет в 2003 году [62].

Словарь был переиздан в 2006 и 2009 годах под названием «Словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания)» [63, 64] и включал более 1 000 терминов. Четвертое издание под названием «Словарь терминов, употребляемых в геодезической, картографической и кадастровой деятельности (термины и словосочетания)» [65], включающий 1 800 терминов, был утвержден в качестве учебного пособия для средних профессиональных заведений, по укрупненной группе профессий и специальностей 05.00.00 «Науки о Земле». За учебно-методическую разработку «Серия словарей терминов, употребляемых в геодезической, картографической и кадастровой деятельности» авторы Г. Л. Хинкис, В. Л. Заичко были удостоены премии имени Ф. Н. Красовского за 2022 год. Тематические статьи всех изданий расположены в алфавитном порядке.



Рис. 10. Четыре издания Словаря терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности [62, 63, 64, 65]

Из изданий последних лет можно отметить выдержавшее 2 издания в 2001 и 2025 годах учебное пособие «Картография с основами топографии: словарь-справочник» [67, 68]. В обновленное издание словаря-справочника вошли разделы о Национальном атласе России: о новом направлении в картографии — создании карт культурного и природного наследия, о цифровой аналитике пространственных данных с использованием ГИС. Поскольку в трактовке некоторых понятий существуют разночтения, для таких понятий приведены два или несколько определений с одновременной ссылкой на автора или на источник. Ссылками на авторов сопровождаются и некоторые новые, еще не общепринятые понятия. Основные понятия и термины картографии и топографии представлены в словаре-справочнике по тематическим разделам «Основные общие понятия», «Топографические карты», «Мелкомасштабные географические карты», «Съемка местности», «Выдающиеся картографы и деятели, с которыми связано развитие картографии и топографии». Алфавитный указатель понятий и терминов приведен в конце словаря-справочника.

Вышедшая в 2008 г. энциклопедия «Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр» [10], содержала более 4 000 тысяч статей не только терминологического характера. Значительная часть статей была посвящена информации о Федеральном агентстве геодезии и картографии (Роскартография), его территориальных органах, подведомственных предприятиях, высших и средних учебных заведениях геодезического и картографического профиля. Приведены сведения о биографиях выдающихся ученых, руководителей топографо-геодезического и картографического производства, педагогов, производственников, внесших большой вклад в становление и развитие отрасли, изучение территории страны, создание уникальной геодезической и картографической продукции. Коллективу авторов Энциклопедии, работникам Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК), была присуждена премия Правительства Российской Федерации 2014 года в области образования и присвоены звания «Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области образования».

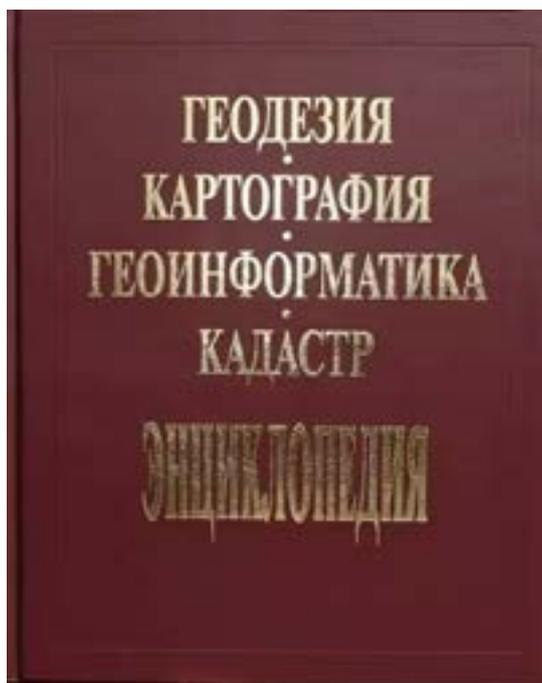


Рис. 11. Энциклопедия «Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр» [10]

Отечественная лексикография по геоинформатике представлена работами [12, 66]. Наиболее полным изданием является «Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов», вышедший в 1999 г. и включающий 378 статей, в которых истолковывается более 1 500 терминов [12]. Термины Словаря расположены в алфавитном порядке. В словаре помещены указатели русских и английских терминов, также расположенных в алфавитном порядке. Кроме того, в Словаре приведен Список тематических групп заголовочных терминов, в котором указаны авторы разделов и глав. В Списке тематических групп Словаря термины разделены на следующие группы:

- геоинформатика;
- картография;
- дистанционное зондирование;
- геодезия и спутниковые системы позиционирования;
- компьютерная графика и вычислительная геометрия;
- вычислительная техника и общая информатика.

Тематические группы не являются основой классификации, но позволяют лучше ориентироваться при поиске терминов определенной тематики.

Вышедший также в 1999 г. краткий терминологический словарь «Цифровая картография и геоинформатика» содержит около 400 терминов и определений [66].

Отечественная лексикография по спутниковым технологиям представлена РТМ «Спутниковая технология геодезических работ. Термины и определения» [42], вышедшем в 2001 г. и включающим 118 терминов в области спутниковой геодезии. Кроме того, в данном нормативном акте учитывая большое распространение нерусифицированного оборудования и программного обеспечения, приведено 50 англоязычных терминов. Из современных терминологических изданий в области спутниковой геодезии можно отметить работу «Глобальные навигационные спутниковые системы. Итинерарий по российским стандартам» [19]. Итинерарий (путеводитель) предназначен для оперативного ориентирования в содержании российских стандартов, охватывающих сферу глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), и содержит списки их основных разделов, таблиц, рисунков, сокращений, терминов и их определений по тематике ГНСС технологий. Термины и их определения, которые используются при описании средств и технологий ГНСС, применяются во многих отраслях и разделены на 8 тематических подразделов:

- регламентирование работы ГНСС «ГЛОНАСС»;
- система обеспечения единства измерений ГНСС;
- средства и методы ГНСС геодезии;
- средства и методы наземной ГНСС навигации;
- средства и методы аэрокосмической ГНСС навигации;
- средства и методы надводной ГНСС навигации;
- средства и методы ГНСС диспетчеризации;
- средства и методы ГНСС экстренного реагирования.

В Итинерарий помещены все выявленные, даже незначительные, варианты толкований аббревиатур, терминов и определений, которые отсутствуют в известных справочниках геодезических терминов [11, 65]

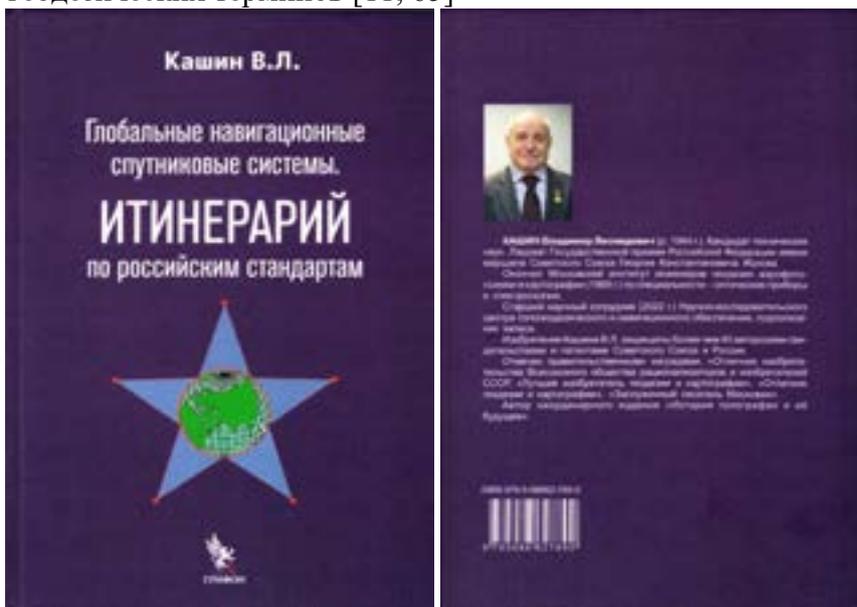


Рис. 12. Глобальные навигационные спутниковые системы. Итинерарий по российским стандартам [19]

Вышедший в 2007 году «Справочник стандартных и употребляемых (распространенных) терминов по геодезии, картографии, топографии, геоинформационным системам, пространственным данным» [57] включал более 4 000 терминов из Федеральных законов, постановлений Правительства, ГОСТ, ГОСТ Р, стандартов ИСО и МЭК, нормативно-технических документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, в том числе серии ГКИНП (геодезические, картографические инструкции, нормы и правила), а также термины из тематических словарей. Значительная часть терминов приведена с переводом на английский язык, а ряд терминов — на немецкий и французский языки. В 2008 г. Коллектив авторов Справочника был награжден дипломом XV Всероссийского форума «Рынок геоинформатики России. Современное состояние и перспективы развития» в номинации «Лучшая монография».



Рис. 13. Справочник стандартных и употребляемых (распространенных) терминов по геодезии, картографии, топографии, геоинформационным системам, пространственным данным» [57]

Второе издание справочника вышло в 2015 году под названием «Геодезия, картография, топография, фотограмметрия, геоинформационные системы, пространственные данные. Справочник стандартных (нормативных) терминов» [11] и включало 2 905 стандартных (нормативных) терминов. Во втором, исправленном и переработанном издании авторами-составителями было принято решение ограничиться только официальными терминами, включенными в нормативные правовые акты Российской Федерации, национальные и межгосударственные стандарты, нормативно-технические документы, регулирующие геодезическую и картографическую деятельность, в том числе серии ГКИНП (геодезические, картографические инструкции, нормы и правила).



Рис. 14. Геодезия, картография, топография, фотограмметрия, геоинформационные системы, пространственные данные. Справочник стандартных (нормативных) терминов» [11]

Справочник был дополнен тематическим указателем, в котором термины сгруппированы по укрупненным разделам:

- геодезия, метрология, средства измерений;
- картография, наименования географических объектов, издание, авторское право;
- топография, фотограмметрия, делимитация и демаркация границ, навигация;
- геопространственные данные, ИПД, информатика;
- стандартизация, информационная безопасность.

Такие укрупненные разделы не являются основой тематической классификации, но позволяют лучше ориентироваться при поиске терминов определенной тематики.

Коллектив авторов второго издания справочника был отмечен дипломом I степени XII Международной выставки и научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2016» в номинации «Лучшее справочное издание в области геопространственных наук».

Проблемам перевода научно-технических терминов в области геодезии, картографии, топографии, фотограмметрии, геоинформационных систем и геопространственных данных посвящен ряд изданий [1, 2, 8, 9, 17, 18, 20, 32, 35, 36]. Одним из первых словарей можно считать вышедший в 1941 году «Немецко-русский геодезический словарь» [32]. Немецко-русский геодезический словарь, составленный известным автором учебного пособия на немецком языке по геодезии и аэрофотосъемке для студентов Новосибирского институтата инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии Пискуновой Ираидой Анатольевной, также издавался дважды. Первое издание, вышедшее в 1961 году, включало 12 000 слов [35]. Второе издание, вышедшее в 1965 году, содержало 13 000 терминов в области геодезии и картографии [36].

Англо-русский словарь по картографии, геодезии и аэрофототопографии [9] содержал 12 500 терминов по картоведению, математической картографии, составлению, оформлению и изданию карт, аэрофотосъемке, дешифрированию и фотограмметрии, геодезии и гравиметрии, а также некоторые наиболее употребительные в указанных науках термины по фотографии, оптике, черчению и инструментоведению. Словарь был рассчитан на широкий круг читателей: научных работников, специалистов, переводчиков, преподавателей и студентов. Второе издание Англо-русского словаря по картографии, геодезии и аэрофототопографии [8] включало новую терминологию, появившуюся в англо-американской литературе со времени выхода в свет в 1958 г. первого издания словаря. Бурное развитие науки и техники, использование геодезических спутников Земли и электронно-вычислительной техники в значительной степени способствовали появлению новой терминологии в тесно связанных между собой областях картографии, геодезии и аэрофототопографии. Вместе с тем, многие термины приобрели либо новое значение, либо были уточнены в процессе их употребления. В период подготовки второго издания автором были учтены многочисленные пожелания и рекомендации читателей, высказанные в связи с первым изданием. В настоящее время файл Англо-русско-английского словаря по геодезии и картографии geod.pg32, содержащий около 40 000 терминов размещен на сайте <http://www.ets.ru/pg/r/dict/geod.htm> [1].

В 2006 г. компания ДАТА+ анонсировала выход второго издания англо-русского толкового словаря по геоинформатике. Первое издание этого словаря было выпущено в 2001 г. в бумажном виде и до сих пор пользуется популярностью [2]. Второе издание значительно расширено по сравнению с первым, и реализовано сразу в электронном виде, дающем большее удобство в использовании и возможность постоянного обновления. Вторая версия словаря должна была размещена в Интернете на сайте компании ДАТА+ <http://www.dataplus.ru/Dict/Index.asp> в свободном доступе, но данный ресурс недоступен.

Два издания выдержал англо-русско-английский словарь терминов по фототопографии и фотограмметрии [17, 18] содержит более 2 500 терминов и аббревиатур в области фототопографии, аэрофотогеодезии, дистанционного зондирования и фотограмметрии, касающиеся как теории, так и практики соответствующих дисциплин. Также даны основные, часто используемые термины смежных дисциплин, таких как

топография, геодезия, спутниковые методы геодезии, картография, оптика, цифровая обработка изображений. Книга включает словарь английских аббревиатур, часто употребляемых в соответствующей литературе.



Рис. 15. Два издания англо-русско-английского словаря терминов по фотограмметрии [17, 18]

Вышедшее в 2017 году справочное издание «Geodetic & Cartographic Terms» – «Геодезические и картографические термины» [20] состоит из тематических текстов, описания различных геодезических приборов и глоссария – Glossary на 300 геодезических и картографических терминов на английском языке с переводом и кратким описанием на русском языке, а также тематического словаря – Vocabulary на 1 200 слов.

Из изданий последних лет можно отметить «Электронный словарь геодезических терминов и определений для студентов специальности 6-05-0731-01 «Геодезия»» [30] изданный Белорусским национальным техническим университетом и размещенный в сети интернет со свободным доступом. Словарь издан на русском языке, при этом содержит большое количество ссылок на Государственные стандарты Республики Беларусь, такие как:

- СТБ 1653-2006. Государственная геодезическая сеть Республики Беларусь. Основные положения;
- СТБ 1927-2008. Пункты государственных геодезической и нивелирной сетей Республики Беларусь. Типы центров и реперов, внешнее оформление;
- СТБ 8032-2007 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Измерения геодезические. Термины и определения и др.

В словаре также приведена ссылка на «Геадэзічны слоўнік» (Геодезический словарь на белорусском языке) [33].

Из геодезических словарей государств – участников СНГ известен также «Краткий русско-киргизский словарь топографо-геодезических терминов» [34].

Следует отметить подготовленный коллективом сотрудников МИИГАиК в рамках выполнения рекомендаций XL Сессии Межгосударственного Совета по геодезии, картографии, кадастру и дистанционному зондированию Земли государств-участников СНГ, «Словарь современных терминов. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр, дистанционное зондирование Земли» [43]. Термины в словаре расположены в алфавитном порядке. К несомненным достоинствам справочника следует отнести перевод всех терминов на английский язык и включение алфавитного указателя терминов на английском языке. Включение в словарь приложения «Единицы физических величин»

также представляется обоснованным. Неоднозначной представляется группировка терминов в блоки. С одной стороны, группировка 112 определений в общий термин «карта» представляется обоснованной и удачной. То же самое можно сказать о группах терминов «время», «дальномер», «координаты», «нивелирование» и ряд других. Но с другой стороны крайне неудачными являются групповые термины «база», «высота», «данные», «код», «метод» и ряд других, в которых объединяются ничем не связанные термины.

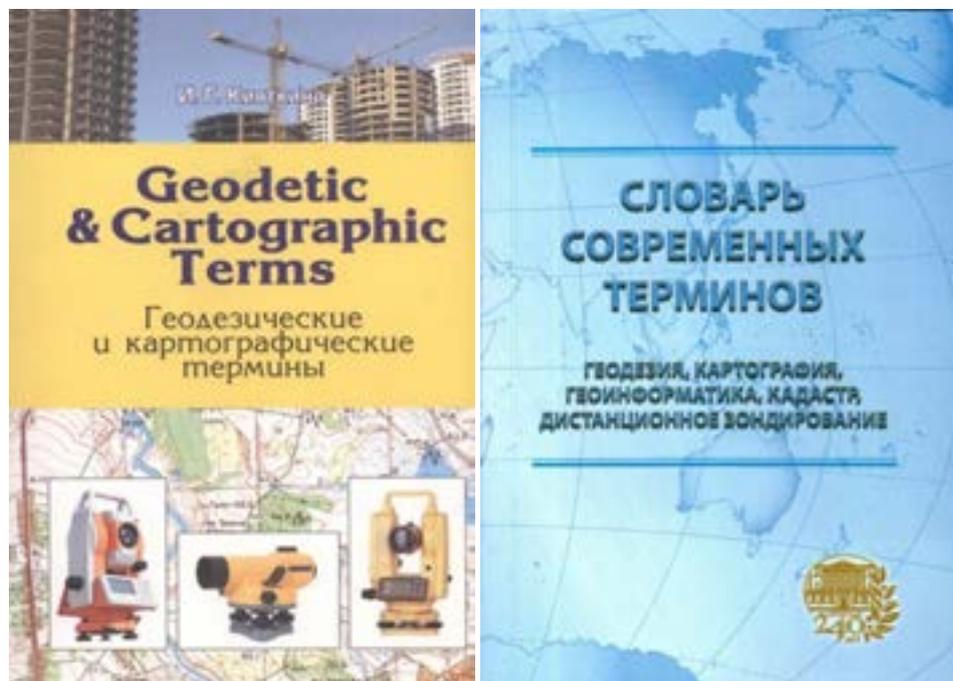


Рис. 16. Geodetic & Cartographic Terms – Геодезические и картографические термины [20] и Словарь современных терминов. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр, дистанционное зондирование Земли [43]

Многоязычный словарь по геоинформатике и пространственным данным (ISO/TC 211 Multi-Lingual Glossary of Terms - MLGT) [70] был составлен из международных стандартов, разработанных международным комитетом по стандартизации ISO/TC 211. Словарь размещен в свободном доступе для всех заинтересованных лиц и организаций. Каждая запись включает в себя термин, его определения и ссылку на исходный документ, а также сокращения, примеры и примечания на 15 языках. Соответствующие терминология записи на различных языках связаны посредством уникального идентификатора (Term ID). Онлайн-версия ISO/TC 211 MLGT была обновлена в соответствии с последней версией MLGT от 14 декабря 2023 года. В настоящее время, доступны термины на 15 языках.

Таблица 1. Количество терминов в Многоязычном словаре по геоинформатике и пространственным данным (ISO/TC 211 Multi-Lingual Glossary of Terms - MLGT)

№	Язык	Количество терминов по году доступа	
		2016 г.	2025 г.
1	Арабский	684	684
2	Китайский	479	479
3	Датский	206	206
4	Голландский	76	76
5	Английский	936	1302
6	Финский	482	482
7	Французский	479	479
8	Немецкий	617	617
9	Японский	151	151
10	Корейский	479	936

11	Малайский	-	324
12	Польский	251	251
13	Русский	479	941
14	Испанский	690	1069
15	Шведский	402	681

Изменения терминов и определений

По мере развития конкретной сферы деятельности с течением времени изменяются определения терминов, ряд терминов утрачивает значение, появляются новые термины. Встречаются случаи неоправданного изменения устоявшихся терминов или наоборот использование архаичных, не соответствующих современному уровню развития определений. Примеры таких изменений рассмотрены в предисловии к вышедшему в 2015 году справочнику «Геодезия, картография, топография, фотограмметрия, геоинформационные системы, пространственные данные. Справочник стандартных (нормативных) терминов» [11] и в серии статей «О терминологии в области геодезии, картографии и геоинформатики» [37, 38]. Рассмотрим термины «карта» и «погрешность/ошибка».

Термин «Карта»

В словарях, энциклопедиях, глоссариях, учебниках, монографиях и статьях, помещенных в географических и картографических периодических изданиях за период с 1649 по 1996 годы, было опубликовано 321 определение термина карта [3]. При этом определения группировались, по ключевым словам, следующим образом:

- изображение (205 определений);
- чертеж или план (150 определений);
- изображение части или всей земной поверхности (144 определения).

В работе «Виртуальные геоизображения» [3] приведены следующие примеры изменения понятия «карта» в изданиях Международной картографической ассоциации, МКА (International Cartographic Association, ICA).

В Многоязычном словаре технических терминов картографии, изданном в 1973 году Комиссией МКА, по определению, классификации и стандартизации картографической терминологии зафиксирована такая дефиниция: карта – уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, других небесных тел или небесной сферы, построенное по математическому закону на плоскости и показывающее посредством условных знаков размещение и свойства объектов, связанных с этими поверхностями [31]. Это определение близко к тому, которое долгое время использовалось в отечественных университетских учебниках по картографии.

Через двадцать с лишним лет 10-я Генеральная ассамблея МКА приняла несколько иное, как тогда подчеркивалось, рабочее определение: карта – знаковое изображение географической реальности, отображающее отдельные ее особенности или характеристики как результат творческого авторского отбора и предназначенное для использования в тех случаях, когда пространственные отношения имеют первостепенное значение [69].

ГОСТ 21667-76 «Картография. Термины и определения» дает следующее определение термину карта – построенное в картографической проекции уменьшенное, обобщенное изображение поверхности Земли, поверхности другого небесного тела или внеземного пространства, показывающее расположенные на них объекты в определенной системе условных знаков». Под объектами подразумеваются любые предметы и явления, изображаемые на картах [16].

Федеральным законом «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [60] установлено следующее определение карта – уменьшенное обобщенное изображение земной поверхности, других естественных небесных тел или их частей на плоскости,

полученное в соответствии с требованиями, предусмотренными настоящим Федеральным законом, в определенных масштабе и проекции, а также с использованием условных знаков.

По мнению специалистов, определение не более удачное, но в нем повторяется неверное словосочетание «уменьшенное обобщенное изображение земной поверхности». Карта – это не изображение, а уменьшенная и обобщенная образно-знаковая модель земной поверхности, используемая для расчетных, и других задач.

В Многоязычном словаре по геоинформатике и пространственным данным (ISO/TC 211 Multi-Lingual Glossary of Terms - MLGT) [70] приведены следующие определения термина «карта» (Term ID 282):

- eng map – portrayal of geographic information as a digital image file suitable for display on a computer screen;

- rus (электронная) карта – графическое представление географической информации в виде файла в цифровом графическом формате, пригодного для отображения на экране компьютера.

Более полным представляется следующее определение «уменьшенная, обобщенная образно-знаковая модель поверхности Земли, небесных тел и внеземного пространства, в графической, цифровой и иных формах, созданная в установленных картографической проекции, масштабе, системах классификации отображаемых объектов и условных знаков».

Термин «Погрешность/ошибка»

Государственным стандартом Союза ССР ГОСТ 16263–70 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения» с 1 января 1971 года термин «Ошибка измерений» стал не рекомендованным, а стандартным термином определен «Погрешность измерений» и производные от него термины. В 70–90 годы XX века в геодезической литературе шли бурные дискуссии по данному вопросу [27, 28, 29]. Дискуссия продолжается и в настоящее время [58].

В статье известного специалиста Бориса Сергеевича Кузьмина «О терминах «ошибка», «поправка», «точность» и «погрешность» [28] в 1972 году была высказана точка зрения, что исключение из употребления слова ошибка заденет всю геодезическую науку, между тем на геодезической науке, литературе и производстве ничуть не отразится исключение термина погрешность.

В работе 2007 года «К вопросу о понятиях «ошибка» и «погрешность» измерения» [58] рассмотрены некоторые вопросы прошедших дискуссий. Слово ошибка применяется в геодезической литературе несравненно шире, чем погрешность, с ним связано название дисциплины «Теория ошибок измерений», оно вошло в названия видов ошибок измерений, в ряд определений научных понятий, например, «ошибка веса» и т. д.

В методических указаниях по разработке стандартов на термины и определения [39] требуется считаться при отборе термина с его распространенностью, учитывать его удобство для образования новых слов и сочетаний его с другими словами, таким образом, исключение из употребления слова ошибка противоречит этим указаниям.

Слово погрешность воспринимается как устаревшее, потому, что в термине погрешность явно слышится родство со словом грех, прямой смысл которого – «нарушение религиозно нравственных предписаний».

В 1979 г. в редакцию журнала «Геодезия и картография» поступило письмо, подписанное видными учеными-геодезистами Н. Н. Вороковым, П. А. Гайдаевым, А. А. Изотовым, А. Н. Кузнецовым, Е. Г. Ларченко, Г. П. Левчуком, М. М. Машимовым, В. П. Морозовым, С. С. Ураловым, Н. В. Яковлевым, С. Г. Судаковым, в котором авторы выразили свое несогласие с изъятием из геодезической литературы термина «ошибка».

В 1980 году Госстандарт СССР рассмотрел ходатайство рабочей группы «Научная терминология в метрологии» о сохранении наряду с термином «погрешность» термина «ошибка» и ввиду широкого применения последнего в математике, физике, химии,

астрономии, геодезии и других науках снял запрет на применение термина «ошибка измерения» в учебниках, инструкциях, научно-технической литературе по геодезии, картографии, фотограмметрии, аэрофотосъемке, геодезическому приборостроению.

Однако, согласно РМГ 29-99 «Государственная система обеспечения единства измерений Метрология. Основные термины и определения» термин «ошибка измерения» не рекомендуется применять, а РМГ 29-2013 этот термин вообще не упоминает.

Среди специалистов нет единого мнения, в каких случаях правильнее применять термин «погрешность измерения», а в каких «ошибка измерения». Сторонники термина «ошибка измерения» обычно прибегают к истории, приводя имена известных авторов, в работах которых этот термин использовался, и указывают на невозможность образования таких необходимых слов, как «ошибочный» и «безошибочный» при замене термина «ошибка измерения» на «погрешность измерения».

Семён Кириллович Котельников (1723-1806) автор первого специального учебного руководства на русском языке по геодезии (1766 г.) «Молодой геодет или Первые основания геодезии» [22] применяет только термин «погрешность измерения».

В 1955 году издано полное собрание сочинений Михаила Васильевича Ломоносова, в котором приведены оригинальные тексты автора на русском и латинском языках, а также в переводе на современный русский язык. В оригинальном тексте М. В. Ломоносов употребляет термин «погрешность измерения». Так, например, об астрономических наблюдениях, «которые не только, себя взаимно поправляя, умножают вероятность, но и самих часов погрешность открывают». Переведено на современный язык это следующим образом «которые не только взаимно исправляют себя, увеличивая достоверность результата, но и вскрывают ошибки самих часов». И далее все погрешности превращены в ошибки [29].

Но это не конец истории. Действующие нормативные документы, такие, как РМГ 29-2013 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений Метрология. Основные термины и определения и межгосударственный стандарт ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения» наряду с термином «погрешность измерения» ввели термин «неопределенность измерения».

Погрешность (результата измерения) это разность между измеренным значением величины и опорным значением величины, а неопределенность (измерений) это неотрицательный параметр, характеризующий рассеяние значений величины, приписываемых измеряемой величине на основании измерительной информации.

Для особо непонятливых были выпущены ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения» и РМГ 91-2019 «Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерений». Общие принципы». Таким образом, «Теория ошибок геодезических измерений» должна трансформироваться в «Теорию погрешностей геодезических измерений», а может и в «Теорию неопределенности геодезических измерений».

Заключение

Анализ терминологических словарей-справочников, нормативных документов, национальных и межгосударственных стандартов, многоязычного словаря по геоинформатике и пространственным данным позволяет определить границы предметной области «Геодезия, картография, топография, фотограмметрия, ДЗЗ, ГИС, пространственные данные» и сформулировать основу системы классификации терминов и определений.



Рис. 17. ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения и РМГ 91-2019 ГСИ Использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерения». Общие принципы и межгосударственный стандарт

Классификация предметной области на основе существующих терминологических стандартов и рубрики «Геодезия. Картография» Государственного рубрикатора научно-технической информации (ГРНТИ) в настоящее время является наиболее полной, хотя и в ней можно отметить существенные недостатки. Государственный рубрикатор научно-технической информации не содержит коды по геоинформатике.

Таблица 2. Уровни классификации по рубрике «Геодезия. Картография» Государственного рубрикатора научно-технической информации (ГРНТИ)

№	Код	Наименование уровня классификации
1	36.01	Общие вопросы геодезии и картографии
2	36.01.01	Руководящие материалы по геодезии и картографии
3	36.01.05	Материалы общего характера по геодезии и картографии
4	36.01.09	История геодезии и картографии. Персоналия
5	36.01.11	Современное состояние и перспективы развития геодезии и картографии
6	36.01.13	Научные и технические общества, съезды, конгрессы, конференции, симпозиумы, семинары, выставки по геодезии и картографии
7	36.01.17	Международное сотрудничество по геодезии и картографии
8	36.01.21	Организация научно-исследовательских работ в геодезии и картографии
9	36.01.25	Патентное дело. Изобретательство и рационализаторство в геодезии и картографии
10	36.01.29	Информационная деятельность в геодезии и картографии
11	36.01.33	Терминология геодезии и картографии. Справочная литература. Учебная литература
12	36.01.37	Стандартизация в геодезии и картографии
13	36.01.75	Экономика, организация, управление, планирование, прогнозирование в геодезии и картографии
14	36.01.79	Кадры
15	36.01.80	Правовые вопросы
16	36.01.81	Измерения, испытания, контроль и управление качеством
17	36.01.93	Условия труда, социально-бытовые мероприятия (услуги), охрана труда, техника безопасности
18	36.16	Высшая геодезия
19	36.16.03	Теоретическая геодезия

20	36.16.19	Основные геодезические работы на суше
21	36.16.23	Морская геодезия
22	36.16.27	Геодезическая астрономия
23	36.16.35	Космическая геодезия
24	36.16.39	Геодезические методы решения геодинамических задач
25	36.16.43	Математическая обработка результатов геодезических измерений
26	36.23	Прикладная геодезия. Прикладные применения аэросъемки и фотограмметрии
27	36.23.21	Специальные виды аэросъемки
28	36.23.25	Применение геодезии, аэросъемки и фотограмметрии в землеустройстве, лесном и водном хозяйстве, в природоохране
29	36.23.27	Применение геодезии, аэросъемки и фотограмметрии в строительстве
30	36.23.29	Применение геодезии, аэросъемки и фотограмметрии на транспорте
31	36.23.31	Применение геодезии, аэросъемки и фотограмметрии при поисках и разработке месторождений полезных ископаемых
32	36.23.33	Применение геодезии, аэросъемки и фотограмметрии в архитектуре, археологии и медицине
33	36.23.35	Применение геодезии, аэросъемки и фотограмметрии в других областях экономики
34	36.23.39	Геодезические приборы, их исследования
35	36.29	Топография. Фототопография
36	36.29.05	Сгущение геодезической основы. Топографическая съемка суши
37	36.29.11	Топографическая съемка акваторий
38	36.29.15	Аэросъемочные работы при создании топографических карт
39	36.29.23	Наземная фотограмметрическая съемка
40	36.29.27	Фотограмметрия
41	36.29.31	Топографическое дешифрирование снимков
42	36.29.33	Топографические и специализированные карты и планы. Цифровые модели местности
43	36.33	Картография
44	36.33.01	Общие вопросы
45	36.33.03	Теория картографии
46	36.33.19	Математическая картография
47	36.33.23	Составление, редактирование и оформление карт
48	36.33.27	Тематическое и комплексное картографирование
49	36.33.31	Издание карт
50	36.33.35	Использование карт
51	36.33.39	Картографические произведения. Картографическая изученность Земли
52	36.33.85	Автоматизация в тематической картографии
53	36.39	Селенодезия. Планетодезия. Картографирование Луны и планет
54	36.39.15	Селенодезия, планетодезия
55	36.39.25	Картографирование Луны и планет

Литература

1. Англо-русско-английский словарь по геодезии и картографии Polyglossum. ISBN: 5864552089 / Ахламов С., Гальперин Г, Жаркова Е. Около 40 000 терминов. Файл словаря: geod.pg32 <http://www.ets.ru/pg/r/dict/geod.htm>
2. Андрианов В. Ю. Англо-русский толковый словарь по геоинформатике. – Москва. – ДАТА+. – 2001. – 122 с.
3. Берлянт А. М. Виртуальные геоизображения. – Москва. – Научный мир. – 2001. – 56 с. – ISBN 5-89176-106-8
4. Берлянт А. М. Карта. Краткий толковый словарь. – Москва. – Научный мир. – 2003. – 168 с. – ISBN 5-89176-194-7
5. Берлянт А. М. Карта. Краткий толковый словарь. – Москва. – Научный мир, 2003. – 168 с.

6. Берлянт А. М. Картографический словарь. – Москва. – Научный мир. – 2005. – 423 с. – ISBN 5-89176-309-5. – EDN: [QKFCIX](#)
7. Бровар Б. В., Горобец В. П. О некоторых понятиях геодезии // Геодезия и картография. – 2015. – № 2. – С. 61–64. DOI: 10.22389/0016-7126-2015-896-2-61-64
8. Гальперин Г. А. Англо-русский словарь по картографии, геодезии и аэрофототопографии. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва. – Советская Энциклопедия. – 1968. – 428 с.
9. Гальперин Г. Л. Англо-русский словарь по картографии, геодезии и аэрофототопографии. – Москва. – Государственное издательство физико-математической литературы. – 1958. – 546 с.
10. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр. Энциклопедия. В 2 томах / Под общ. ред. А. В. Бородко, В. П. Савиных. – Москва. – Геодезкартиздат. – 2008. – Т. 1: А-М. – 496 с. – Т. 2: Н- Я. – 464 с.
11. Геодезия, картография, топография, фотограмметрия, геоинформационные системы, пространственные данные. Справочник стандартных (нормативных) терминов / Авторы-составители: И. Г. Журкин, А. П. Карпик, В. Б. Непоклонов, В. Г. Плешков, Г. Г. Побединский, О. В. Христова / Под общ. ред. В. Г. Плешкова, Г. Г. Побединского / Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва. – Издательство «Проспект». – 2015. – 672 с. – ISBN 978-5-98597-312-9. – EDN: XWHNMH
12. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Ю. Б. Баранов, А. М. Берлянт, Е. Г. Капралов, А. В. Кошкарев, Б. Б. Серапинас, Ю. А. Филиппов; Под ред. А. М. Берлянта и А. В. Кошкарева. – Москва. – ГИС-Ассоциация. – 1999. – 204 с. – ISBN 5-89227-019-X
13. Герасимов Ф. Я. Справочник по военной топографии / Генеральный штаб Красной Армии. – Москва. – Воениздат. – 1943. – 128 с.
14. Герасимов Ф. Я. Справочник по военной топографии / Составитель: генерал-майор технических войск Ф. Я. Герасимов. Военно-топографическое управление Генерального штаба Красной Армии. – 2-е изд., (доп.). – Москва. – Военное изд-во. – 1945. – 135 с.
15. Герасимов Ф. Я. Справочник по военной топографии / Составлен генерал-майором технических войск Ф. Я. Герасимовым. Военно-топографическое управление Генерального штаба. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва. – Военное издательство. – 1953. – 128 с.
16. ГОСТ 21667-76. Картография. Термины и определения
17. Кадничанский С. А. Англо-русский словарь терминов по фототопографии и фотограмметрии. Русско-английский словарь терминов по фототопографии и фотограмметрии. – Москва. – Проспект. – 2014. — 288 с. – ISBN 978-5-98597-284-9
18. Кадничанский С. А. Англо-русский словарь терминов по фототопографии и фотограмметрии. Русско-английский словарь терминов по фототопографии и фотограмметрии. – Москва. – Советский спорт. – 2024. — 284 с. – ISBN 978-5-00129-373-6
19. Кашин В. Л. Глобальные навигационные спутниковые системы. Итинерарий по российским стандартам. – Москва. – Грифон. – 2023. – 416 с. – ISBN 978-5-98862-789-0
20. Кияткина И. Г. Geodetic & Cartographic Terms – Геодезические и картографические термины. – Санкт-Петербург. – Политехника. – 2017. – 152 с.: ил. ISBN 978-5-7325-1109-3
21. Кондратьев И. Ф., Шлапак В. В. Русско-французский и французско-русский геодезический словарь: 15 000 терминов и словосочетаний. – Москва. – Русский язык. – 1983. – 526 с.
22. Котельников С. К. Молодой геодет или Первые основания геодезии. – Санкт-Петербург. – 1766. – 340 с.
23. Кошкарев А. В. Понятия и термины геоинформатики и ее окружения: Учебно-справочное пособие. – Москва. – ИГЕМ РАН. – 2000. – 76 с.

24. Краткий топографо-геодезический словарь / Б. С. Кузьмин, Ф. Я. Герасимов, В. М. Молоканов и др. Под ред. Б. С. Кузьмина. 3-е изд., перераб. и доп. – Москва. – Недра. – 1979. – 312 с.
25. Краткий топографо-геодезический словарь-справочник / Б. С. Кузьмин, Ф. Я. Герасимов, В. М. Молоканов и др. Под ред. Б. С. Кузьмина. 2-е изд., доп. и перераб. – Москва. – Недра. – 1973. – 280 с.
26. Краткий топографо-геодезический словарь-справочник / Ф. Я. Герасимов, А. М. Говорухин, Б. С. Кузьмин, В. М. Молоканов, Е. М. Поспелов, В. В. Фомин. Под ред. Б. С. Кузьмина. – Москва. – Недра. – 1968. – 221 с.
27. Кузьмин Б. С. Еще раз о терминах «ошибка» и «погрешность» // Геодезия и картография. – 1983. – № 3. – С. 29-30
28. Кузьмин Б. С. О терминах «ошибка», «поправка», «точность» и «погрешность» // Геодезия и картография. – 1972. – № 8. – С. 21-23.
29. Кусов В. С. Термины «ошибка измерений» и «погрешность измерений» - не синонимы. // Геодезия и картография. – 1980. – № 4. – с. 41-42.
30. Мкртычян В. В. Электронный словарь геодезических терминов и определений для студентов специальности 6-05-0731-01 «Геодезия». – Минск. – Белорусский национальный технический университет. – 2023. – 102 с. [Электронный ресурс]. – Доступ: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/135402/EHlektronnyj_slovar.pdf
31. Многоязычный словарь технических терминов картографии. Wiesbaden. Germany. 1973. LXXVIII, 573 p.
32. Немецко-русский геодезический словарь / Сост. Е. В. Лунд. Под ред. А. Н. Высоцкого, И. В. Шапошникова, С. А. Николаева, В. В. Меркулова; Воен.-инж. акад. Кр. Армии им. В. В. Куйбышева. – Москва. – Гостехиздат. – 1941. – 284 с.
33. Несцяронак В. Ф., Несцяронак М. С., Міхайлаў У. І. Геадэзічны слоўнік. – Мінск. – Універсітэцкае. – 1994. – 145 с. (белорус.)
34. Оморов А. Краткий русско-киргизский словарь топографо-геодезических терминов. АН Республики Кыргызстан, Терминологическая комиссия. – Бишкек. – Илим. – 1991. – 87 с. – ISBN 5-8355-0472-1
35. Пискунова И. А. Немецко-русский геодезический словарь: 12 000 слов. – Москва. – Геодезиздат. – 1961. – 292 с.
36. Пискунова И. А. Немецко-русский геодезический словарь: 13 000 слов. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва. – Недра. – 1965. – 212 с.
37. Плешков В. Г., Побединский Г. Г. О терминологии в области геодезии, картографии и геоинформатики // Геопрофи. – 2015. – № 6. – С. 4–8. – EDN: UROHVK
38. Плешков В. Г., Побединский Г. Г. О терминологии в области геодезии, картографии и геоинформатики // Геопрофи. – 2016. – № 1. – С. 12–18. – EDN: OUCVVV
39. Р 50.1.075–2011 Рекомендации по стандартизации. Разработка стандартов на термины и определения.
40. Р 50-603-1-89 Рекомендации. Разработка стандартов на термины и определения.
41. РМГ 19–96 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Рекомендации по основным принципам и методам стандартизации терминологии.
42. РТМ 68-14-01. Спутниковая технология геодезических работ. Термины и определения / Р. А. Татевян. Утвержден приказом Роскартографии от 24 апреля 2001 г. № 93-пр. – Москва. – ЦНИИГАиК. – 2001. – 28 с.
43. Словарь современных терминов. Геодезия, картография, геоинформатика, кадастр, дистанционное зондирование Земли / А. Е. Алтынов, И. П. Герасимов, В. В. Голубев, В. В. Калугин, В. И. Крылов, И. И. Лонский, А. А. Майоров, В. А. Малинников, Е. Ю. Маркелова, В. Б. Непоклонов, О. В. Половнев, А. Л. Степанченко, А. М. Тарарин, А. Г. Чибуничев, В. В. Шлапак. – Москва. – МИИГАиК. – 2019. – 368 с.

44. Справочник геодезиста (в двух книгах) / В. Д. Большаков, Г. П. Левчук, Г. В. Багратуни, К. В. Бажанов, П. А. Гайдаев, И. И. Краснорылов, А. Н. Кузнецов, А. В. Кондрашков, Е. Г. Ларченко, Н. И. Модринский, М. Е. Пискунов, В. Г. Селиханович, В. Ю. Торочков, М. С. Урмаев, З. С. Хаимов, Б. П. Шимбирев, В. И. Шиллингер, Н. В. Яковлев. Под ред. В. Д. Большакова и Г. П. Левчука. – Изд. 2, перераб. и доп. – Москва. – Недра. – 1975. – 1056 с. (Книга 1 С. 1-527. Книга 2 С. 528-1056)
45. Справочник геодезиста / Г. В. Багратуни, В. Д. Большаков, М. А. Гиршберг, А. В. Кондрашков, А. П. Колупаев, П. И. Ларин, Е. Г. Ларченко, Г. П. Левчук, Н. И. Модринский, М. Е. Пискунов, В. Г. Селиханович, А. П. Тищенко, З. С. Хаимов, Б. П. Шимбирев, Н. В. Яковлев. Под ред. В. Д. Большакова и Г. П. Левчука. – Москва. – Недра. – 1966. – 984 с.
46. Справочник геодезиста. В 2-х книгах. Кн. 2 / Под ред. В. Д. Большакова и Г. П. Левчука. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва. – Недра. – 1985. – 440 с.
47. Справочник геодезиста: В 2-х книгах. Кн. 1 / Под ред. В. Д. Большакова и Г. П. Левчука. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва. – Недра. – 1985. – 455 с.
48. Справочник картографа. / В. Ф. Кремпольский, М. М. Меклер, Г. А. Гинзбург. Под ред. А. В. Эдельштейна. – Москва. – Недра. – 1963. – 417 с.
49. Справочник офицера по военной топографии / Инженер-полковник в отставке А. М. Говорухин, полковник запаса М. В. Гамезо. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва. – Воениздат, 1968. – 280 с.
50. Справочник офицера по военной топографии / Полковник запаса М. В. Гамезо, инженер-полковник А. М. Говорухин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва. – Воениздат. – 1963. – 292 с.
51. Справочник офицера по военной топографии / Полковник М. В. Гамезо, инженер-полковник А. М. Говорухин. – Москва. – Воениздат. – 1957. – 280 с.
52. Справочник по военной топографии / А. М. Говорухин, А. М. Куприн, М. В. Гамезо. – Москва. – Воениздат. – 1973. – 262 с.
53. Справочник по военной топографии / А. М. Говорухин, А. М. Куприн, А. Н. Коваленко, М. В. Гамезо. – 2-е изд., перераб. – Москва. – Воениздат. – 1980. – 352 с.
54. Справочник по военной топографии / А. М. Говорухин, А. М. Куприн, М. В. Гамезо. – Москва. – RUGRAM. – 2013. – 343 с. ISBN 978-5-458-33082-4
55. Справочник по военной топографии для начсостава и военных школ: 70 черт. и табл. условных знаков / Составил К. Петряевский. – Москва. – Военный вестник. – 1928. – 72 с.
56. Справочник по картографии / А. М. Берлянт, А. В. Гедымин, Ю. Г. Кельнер, А. И. Мартыненко, Б. Б. Серапинас, Н. М. Терехов, Е. И. Халугин, Л. Ф. Январева, А. Б. Кезлинг, Ш. А. Азизов. Под ред. Е. И. Халугина. – Москва. – Недра. – 1988. – 428 с. – ISBN: 5-247-00033-1
57. Справочник стандартных и употребляемых (распространенных) терминов по геодезии, картографии, топографии, геоинформационным системам, пространственным данным / В. Н. Александров, М. А. Базина, И. Г. Журкин, Л. В. Корнилова, В. Г. Плешков, Г. Г. Побединский, А. В. Ребрий, О. В. Тимкина. – Москва. – Братишка. – 2007. – 736 с. – ISBN: 978-5-91565-001-4. – EDN: XQTEWD
58. Теплых А. Н. К вопросу о понятиях «ошибка» и «погрешность» измерения // Гео-Сибирь. – 2007. – Т. 4, № 2. – С. 160-163. – EDN: [PHIIVF](#)
59. Топографо-геодезические термины: Справочник / Б. С. Кузьмин, Ф. Я. Герасимов, В. М. Молоканов, В. Г. Максимов, Е. М. Поспелов, А. М. Говорухин, В. В. Фомин, Н. Н. Воронков, С. П. Николаев, В. С. Соколов, Я. Г. Муралев, К. А. Лапинг, Г. М. Сидорчук, Е. И. Халугин, А. И. Мартыненко, Е. А. Жалковский. – Москва. – Недра. – 1989. – 261 с. – ISBN 5-247-00347-0.
60. Федеральный закон от 26 декабря 1995 г. № 209-ФЗ «О геодезии, и картографии»

61. Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
62. Хинкис Г. Л., Зайченко В. Л. Краткий словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания). – Москва. – Картгеоцентр-Геодиздат. – 2003. – 80 с.
63. Хинкис Г. Л., Зайченко В. Л. Словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания). – Москва. – Проспект. – 2006. – 143 с. – ISBN 5-98597-053-1. – EDN: QKGDKT
64. Хинкис Г. Л., Зайченко В. Л. Словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания). - 3-е изд., перераб. и доп. – Москва. – Проспект. – 2009. – 171 с. – ISBN 5-98597-120-0. – EDN: QKINUJ
65. Хинкис Г. Л., Зайченко В. Л. Словарь терминов, употребляемых в геодезической, картографической и кадастровой деятельности (термины и словосочетания): учебное пособие для средних профессиональных заведений, по укрупненной группе профессий и специальностей 05.00.00 «Науки о Земле». 4-е изд., перераб. и доп. – Москва. – Проспект. – 2019. – 263 с. ISBN 978-5-98597-397-6
66. Цифровая картография и геоинформатика. Краткий терминологический словарь / Е. А. Жалковский, Е. И. Халугин, А. И. Комаров, Б. И. Серпуховитин. – Москва. – Картгеоцентр-Геодиздат. – 1999. – 48 с.
67. Шульгина О. В. Картография с основами топографии. Словарь-справочник: учебное пособие. – 2-е изд. перераб. и доп. – Москва. – ИНФРА-М. – 2025. – 229 с. – ISBN 978-5-16-020894-7. – DOI 10.12737/1842521
68. Шульгина О. В. Картография с основами топографии: словарь-справочник. Московский городской педагогический университет. – Москва. – Московский учебник. – 2001. – 271 с. – ISBN 5-8455-0016-8. – EDN: MJNZCD
69. ICA News, Summer 1996, 1
70. ISO/TC 211 Multi-Lingual Glossary of Terms – MLGT. [Electronic resource.] – URL: <https://isotc211.geolexica.org/>

УДК. 528. 21.5

Геодезическое образование в ННГАСУ: история и взгляд в будущее Никольский Е.К., Чечин А.В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

В этом году исполняется 95 лет существования Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета (ННГАСУ). Говоря об истории развития ННГАСУ, позволим разделить её на четыре периода: «доисторический», «становления», «интенсивного развития» и «новейшей истории» [1].

Итак, «доисторический» период предшествует официальному утверждению нашего вуза в качестве самостоятельного учебного заведения строительного профиля. Начало было положено в 1898 году в Варшаве, когда был открыт Варшавский политехнический институт Императора Николая II, в составе которого было инженерно-строительное отделение. Во время Первой мировой войны в 1915 году Варшавский политехнический институт был эвакуирован сначала в Москву, а с 1 сентября 1916 года вуз начал обучение на 1 курсе четырехсот студентов уже в Нижнем Новгороде. В начальный период послереволюционных преобразований структура высшего образования в Нижнем Новгороде тоже интенсивно менялась. В 1918 году был учрежден Нижегородский государственный университет (НГУ), в который на правах факультетов вошли

структурные подразделения Варшавского политехнического института и в их числе инженерно-строительное [2].

23 июня 1930 года постановлением ЦИК СССР на базе инженерно-строительного факультета НГУ был образован Нижегородский архитектурно-строительный институт (НИСИ). С этой даты начинается период становления ННГАСУ [1]. В связи с переименованием города в 1932 году вуз стал называться Горьковским инженерно-строительным институтом (ГИСИ), а с 1938 года – Горьковским инженерно-строительным институтом имени В. П. Чкалова. В эти годы в его составе было сформировано 4 отделения (факультета): промышленного строительства, гражданского строительства, санитарно-техническое и дорожного строительства. В 1942 году состоялось открытие подготовки по специальности «Гидротехническое строительство», послужившей основой для создания в 1944 году гидротехнического факультета [1].



Рис. 1. Здание инженерно-строительного института в период его становления

В период описанных бурных преобразований общества и высшего строительного образования нельзя не отметить роли педагогического и методического наследия в образовательном процессе. Общеизвестно значение геодезических методов в обеспечении строительной отрасли, начиная с этапа изыскательских работ, процесса строительства и завершая эксплуатацией сооружений. Косвенные свидетельства о непрерывности геодезической подготовки строителей находят свое подтверждение в сохранившихся в вузе отдельных экземпляров геодезических приборов начала минувшего века, геодезической учебной литературы, принадлежавшей прибывшим в Нижний Новгород преподавателям Варшавского политеха (например, подписанных фамилией «Фортинский»), научных записок по исследованию применения геодезических методов в нижегородском строительстве, например, работы доцента П. П. Быкова, преподававшего в ГИСИ геодезию и возглавившего кафедру инженерной геодезии в 1930 году [3]. Более системные сведения о геодезическом образовании в ГИСИ относятся к шестидесятам годам прошлого века, когда студенты строительных специальностей изучали инженерную геодезию не на специализированной кафедре, а на кафедре городского строительства и хозяйства, так как к этому времени в вузе не было кандидатов и докторов наук по геодезическим специальностям. К 1973-1974 учебному году ректором института А. С. Мейеровым на работу в ГИСИ из других вузов Советского Союза был приглашен ряд кандидатов технических наук, имеющих геодезическое образование А. Г. Шеховцов, О. А. Мозжухин, Ф. Г. Кочетов и Е. К. Никольский, а также опытные инженеры-производственники фотограмметрист В. А. Братковский и геодезист А. Я. Барахович [4]. Это вскоре позволило открыть в вузе кафедру инженерной геодезии. В конце восьмидесятых годов на кафедру были приняты канд. техн. наук В. В. Виноградов, позднее подготовивший и защитивший докторскую диссертацию, и инженер Н. Н. Оболенский, защитивший в период работы на кафедре кандидатскую диссертацию (рис. 2).



Рис. 2. Кафедра инженерной геодезии ГИСИ им. В. П. Чкалова в 80-е годы.
В первом ряду О. А. Мозжухин, М. Н. Романова, В. Ф. Наклёвошева, Т. П. Разумовская, Б. А. Ильин, В. А. Братковский, во втором ряду Ф. Г. Кочетов, Н. Н. Оболенский, Е. К. Никольский, В. В. Виноградов, А. Я. Барахович, Е. А. Минин

В этот период, названный нами «периодом становления», произошло укрепление материально-технической базы кафедры инженерной геодезии: значительно расширились учебные площади, был создан на базе спортивно-оздоровительного лагеря геодезический полигон, обновлена приборная база учебного процесса по геодезии и фотограмметрии, появились научные и научно-методические публикации сотрудников кафедры. В это время на кафедре инженерной геодезии проходили обучение все студенты строительных и архитектурных специальностей. В городе увеличивалась прослойка геодезистов и землеустроителей с высшим образованием: И. Д. Мазин, Е. А. Минин, В. И. Сочнев, Н. Н. Оболенский, Г. Т. Масленников, В. И. Сыресин, В. П. Костин, А. И. Цыпленков, Г. Николау, В. А. Рыбаков и др. Активное гражданское и промышленное строительство способствовало увеличению потребности в кадрах инженеров и техников в области геодезии и развитию таких крупных производственных геодезических организаций как Горьковский трест инженерно-строительных изысканий и Экспедиция № 129 Предприятия № 7 ГУГК СССР, преобразованная в Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие под руководством генерального директора кандидата технических наук Г. Г. Побединского.

Новый период в развитии высшего образования относится к началу девяностых годов прошлого столетия. В этот период перестраивается вся система высшего образования в России на основе творческого подхода к формированию программ обучения студентов. Одним из лидеров, предложившим свою систему высшего образования, была Нижегородская государственная архитектурно-строительная академия (ранее - ГИСИ). При активной поддержке созданного в те времена Комитета по земельной реформе и земельным ресурсам Нижегородской области, Волго-Вятского филиала ФГУП «Госземкадастръёмка» – ВИСХАГИ и Нижегородского треста инженерно-строительных изысканий в 1994 году в Нижегородской государственной архитектурно-строительной академии (НАСА) была открыта подготовка инженеров по городскому кадастру. Программа обучения включала значительный объём часов по дисциплинам геодезического и землеустроительного профиля, что отражало пожелания производственных организаций. Для подготовки кадров в вузе была открыта кафедра геоинформационных систем (ныне – кафедра геоинформатики, геодезии и кадастра), которую возглавил декан общетехнического факультета доцент Е. К. Никольский (рис. 3) [5, 6, 7].



Рис. 3. Кафедра геоинформатики и кадастра ННГАСУ в сентябре 2004 года
 В первом ряду Т. П. Винникова, Н. Н. Горохова, Л. Г. Липина, Е. Г. Тарарина, Е. П. Савинова, М. А. Лебедева, М. Н. Пахтусова, Т. О. Ерискина, во втором ряду А. Г. Полянский, С. Н. Епифанова, В. П. Сухомлин, В. А. Мартынов, Е. К. Никольский, Г. Т. Масленников, А. В. Чечин, Е. И. Горбушин, Г. В. Комлева, Т. К. Чикина, Д. В. Малышев

Открытие новой специальности было положительно воспринято нижегородской общественностью, в вуз поступили выпускники школ с высоким рейтингом. Многие из выпускников кафедры тех лет (рис. 4) в настоящее время занимают руководящие должности в различных организациях: И. Е. Юферева, Д. М. Сухов, Г. В. Зайцева (Комлева), С. А. Морозова, А. В. Чечин, Т. Е. Близнякова и др.



Рис. 4. Молодые инженеры по городскому кадастру. Первый выпуск, 1999 год

Функционирование и развитие структурного подразделения университета – кафедры неразрывно связаны с жизнью общества, страны и вуза. Развитию кафедры и образования в вузе способствовала активная творческая деятельность ректора вуза академика В. В. Найденко и первого проректора профессора В. Н. Бобылева. Кафедра проявляла энергичный и творческий подход к принятию всего нового в науке и творческом процессе: был реализован прямой прием изображений Земли из космоса, внедрены редкие для того времени геоинформационные технологии, электронные методы геодезических съёмки, открыта лаборатория аэрокосмических методов мониторинга,

учебно-научно-производственный центр «Кадастр», учебный центр программного обеспечения белорусской фирмы «Кредо-Диалог», лаборатория геоинформатики и кадастра, филиалы кафедры на производстве, преподаватели и студенты кафедры под научным руководством академика В. В. Найденко принимали участие в выполнении федеральной целевой программы «Возрождение Волги». В эти годы вуз получил новый статус и стал называться «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ). Кафедра геоинформационных систем тоже изменила свое название, став кафедрой геоинформатики и кадастра, и вошла в состав Института архитектуры и градостроительства ННГАСУ (директор института Е. К. Никольский). Кафедра стала выпускающей по специальностям городской и земельный кадастр, а позднее — по бакалавриату направления подготовки «Землеустройство и кадастры». Первый выпуск бакалавров состоялся в 2002 году, что было новацией для всего землеустроительного образования в стране. В 2007 году началась подготовка магистров по направлению «Землеустройство и кадастры». Кафедра активно участвовала в работе Учебно-методического объединения по землеустройству и кадастрам, её выпускники занимали первые места во всероссийских конкурсах лучших научных и выпускных квалификационных работ. Успехам кафедры в эти годы способствовало оснащение её первоклассным для тех лет геодезическим оборудованием и программным обеспечением. Всё это послужило основой для открытия в 2014 году нового направления подготовки - по геодезии и дистанционному зондированию. При обучении студентов много времени отводилось учебным и производственным практикам. В качестве базовой производственной организации выступило Верхневолжское АГП, в которой был создан филиал кафедры геоинформатики и кадастра. Кафедра вошла в учебно-методический совет вузов России в области образования по геодезии и дистанционному зондированию, укрепились контакты с ведущими вузами России – ГУЗом и МИИГиКом, профессора которых принимали участие в учебном процессе и выступали в качестве официальных оппонентов на защитах аспирантов кафедры.

Образовательный процесс тесно связан с практической подготовкой и научными исследованиями кафедры. Выполнены исследования, геодезические съемки и кадастровые работы на территории ряда муниципальных образований, заповедников объектов архитектурного, исторического и культурного наследия [8, 9]. Преподаватели кафедры проявляли высокую требовательность к знаниям студентов и способствовало претворению в жизнь положения «лучше меньше, но лучше». Ежегодное проведение на кафедре научно-практических конференций способствовало творческой активности сотрудников кафедры. Выпускники кафедры А. В. Чечин, Н. А. Косарева (Кащенко), Г. В. Зайцева (Комлева), М. В. Фадеева (Карандеева), А. М. Тарарин, Е. В. Хамидулин, А. С. Коротин стали кандидатами наук, а доцент А. В. Пылаева защитила диссертацию на соискание ученой степени доктора экономических наук.

Расширение номенклатуры выпускаемых специалистов и количества преподаваемых дисциплин привело к переименованию кафедры в кафедру геоинформатики, геодезии и кадастра (ГГК). В 2017 году в состав кафедры вошла кафедра инженерной геодезии, что привело к резкому увеличению числа студентов, за счет обучающихся на кафедре студентов строительных специальностей.

В 2022 году на кафедре открылся геодезический музей, который посещается школьниками, студентами и всеми желающими познакомиться с историей развития геодезической науки и техники.

За 31 год существования кафедры подготовлено около 900 специалистов, бакалавров, и магистров в области землеустройства и кадастров, а в последние 11 лет получили высшее образование ещё около 80 бакалавров по направлению «Геодезия и дистанционное зондирование».

В последнее время в стране обсуждается переход на новую, национальную систему высшего образования, ключевым элементом которой является уровень базового

образования с квалификацией «инженер» и сроком обучения 5 лет. Перед кафедрой и вузом стоит задача выбора конкретных квалификаций в таких областях образования как «Геодезия и дистанционное зондирование», «Прикладная геодезия» и «Землеустройство и кадастры».

Впереди новый этап развития кафедры и успешно пройти его необходимо традиционно в содружестве с геодезическим и кадастровым производством. Он характеризуется повсеместным внедрением новейших технологий геодезических работ, а именно использованием беспилотной аэрофотосъемки, лазерного сканирования для геодезических съёмок и обмерных работ, фотограмметрического и геодезического программного обеспечения на основе применения современной компьютерной техники, последних достижений в области внедрения в кадастровые и геодезические работы искусственного интеллекта. Этот перечень требует наличия в вузе соответствующей материально-технической базы, без которой обучить студентов современным технологиям невозможно. «Индустриальные партнеры», способные вложить миллионы рублей в дело подготовки кадров, в нашей отрасли отсутствуют. Поэтому решить эту актуальную задачу можно только при участии государства. Со стороны профессорско-преподавательского состава вузов требуется пересмотреть программы подготовки специалистов, освободив их от устаревших технологий и построив теоретическое и практическое обучение на базе современных геодезических средств измерения.

Литература

1. ННГАСУ. Историческая справка / Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://nngasu.ru/about/history/?ysclid=mecq29g9y9125965517>

2. История – Университет Лобачевского ННГУ / Нижегородский государственный университет. [Электронный ресурс]. – Доступ: <http://www.unn.ru/site/about/znakomstvo-s-universitetom/istoriya>

3. Кафедра инженерной геодезии // Строитель – профессия созидаящая. – Горький. – Волго-Вятское книжное издательство. – 1982. – С. 70-72.

4. Никольский Е. К. Исторический очерк развития кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ в контексте решения задач управления территориями (к 25-летию со дня основания кафедры) // Культура управления территорией: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика: Материалы 8-ой региональной научно-практической конференции, Нижний Новгород, 01-31 октября 2019 года. – Нижний Новгород. – Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – 2020. – С. 5-10. – EDN: [WAMBVN](#)

5. Никольский Е. К., Чечин А. В. Роль кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ в подготовке кадров в сфере геодезии и землеустройства // Геофорум. Нижний Новгород: Материалы I Всероссийской научно-практической конференция с международным участием, Нижний Новгород, 25–27 апреля 2023 года. – Нижний Новгород. – Российское общество геодезии, картографии и землеустройства. – 2023. – С. 75-84. – EDN: [KPSARC](#)

6. Никольский Е. К., Чечин А. В. Подготовка кадров в сфере геодезии и землеустройства на кафедре геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ // Геофорум. Нижний Новгород: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Нижний Новгород, 25–26 апреля 2024 года. – Нижний Новгород. – Российское общество геодезии, картографии и землеустройства. – 2025. – С. 5-14. – EDN: [MRGHGM](#)

7. Никольский Е. К. К 30-летию образования кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ // Приволжский научный журнал. – 2024. – № 4. – С. 342-347. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://www.iprbookshop.ru/147323>.

8. Никольский Е. К. Проектное обучение в традициях высшего образования при подготовке кадров по геодезии и кадастрам // Подготовка кадров по направлению «Землеустройство и кадастры»: Сборник статей к 245-летию Государственного университета по землеустройству. – Москва. – Государственный университет по землеустройству. – 2024. – С. 148-152. – EDN: [ZEFUCG](#)

9. Чечин А. В. Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. Факультет архитектуры и дизайна // Учебно-методический совет по направлению подготовки «Землеустройство и кадастры». Время, события, люди: монография / под общей редакцией А. А. Мурашевой. – Москва. – Государственный университет по землеустройству. – 2025. – С. 212-218. [Электронный ресурс]. – Доступ: https://fgosvo.ru/uploadfiles/Library/Monografia_Murasheva.pdf

УДК 528.2

Петербург геодезический Богданов А.С.

Санкт-Петербургская ассоциация геодезии и картографии, журнал «Изыскательский вестник», г. Санкт-Петербург, Россия

На протяжении 30 лет существования Санкт-Петербургской ассоциации геодезии и картографии (далее – Ассоциация) члены и партнеры, студенты и преподаватели высших и средне-специальных учебных заведений города выполнили совместно многочисленные работы по исследованию, спасению и восстановлению раритетов геодезической истории, созданию интерактивных ресурсов для популяризации современных и исторических объектов геодезии и картографии. Полученные материалы легли в основу интерактивной карты «Санкт-Петербург геодезический» [1]. Разнообразие геодезических объектов, включенных в интерактивный ресурс, особенно в центральной части города, натолкнуло на мысль о разработке тематических экскурсий, посвященных геодезии и картографии «Петербург геодезический. История и современность». Карта разрабатывается Ассоциацией с 2021 г. совместно со студентами кафедры картографии и геоинформатики Санкт-Петербургского государственного университета и преподавателем кафедры Сергеем Вячеславовичем Тюриным [2]. Разнообразие геодезических объектов, включенных в интерактивный ресурс, особенно в центральной части города, натолкнуло на мысль о разработке тематических лекций и экскурсий, посвященных геодезии и картографии, под общим названием «Петербург геодезический. История и современность» [2, 3]. Экскурсии рассчитаны на студентов, специалистов и научных работников, интересующихся историей геодезии.

Санкт-Петербург – северная столица России, один из красивейших городов мира. Приезжие и жители города, прогуливаясь по улицам и проспектам, площадям и паркам, осматривая достопримечательности и делая замечательные фотографии на фоне памятников архитектуры, редко замечают незначительные чугунные плашки, установленные в фундаментах и на стенах зданий, вряд ли задумываются, что многие здания и их элементы уже два-три века являются инфраструктурными элементами геодезической истории города. Можно сказать, что Санкт-Петербург – геодезическая столица России. Именно здесь расположена астрономическая жемчужина – Пулковская астрономическая обсерватория (рис. 1), от центра Круглого зала которой долгое время считались координаты в России, именно в Санкт-Петербурге находится Кронштадтский футшток (рис. 2, 3), от которого идет счет высот в Российской Федерации.



Рис. 1. Пулковская обсерватория
(фото автора)



Рис. 2. Мемориальная доска на месте
установки Кронштадтского футштока
(фото автора)



Рис. 3. Будка мареографа
Кронштадтского футштока
(фото автора)

Пулковская обсерватория построена по проекту Александра Брюллова. Открыта в 1839 г. Основателем и первым директором обсерватории был великий астроном и геодезист Василий Яковлевич Струве. Кроме многочисленных астрономических открытий Василий Струве был одним из организаторов и исполнителей градусного измерения на Русско-Скандинавской дуге меридиана. Фрагмент схемы градусного измерения представлен на рис. 4.



Рис. 4. Фрагмент схемы Русско-скандинавского градусного измерения

В 2005 г. сохранившиеся инфраструктурные элементы (геодезические и астрономические пункты) Русско-Скандинавской дуги меридиана внесены в Список всемирного культурного наследия ЮНЕСКО как номинация № 1187 – «Геодезическая Дуга Струве» (рис. 5). На территории современной России находятся два пункта, вошедшие номинацию «Геодезическая дуга Струве» - астрономический пункт «Гогланд Z» и геодезический пункт «Мякипяллюс» (рис. 6). Ассоциация продолжает работы на острове Гогланд по закреплению точек локальной триангуляции, позволившей В. Я. Струве выполнить соединение северной и южной частей Русско-Скандинавского градусного измерения.



Рис. 5. Титульный лист номинации объекта всемирного культурного наследия ЮНЕСКО – «Геодезическая Дуга Струве»



Рис. 6. Геодезический пункт Мякипяллюс на острове Гогланд (Россия) – объект всемирного культурного наследия ЮНЕСКО

Высоты геодезических и нивелирных пунктов в Российской Федерации отсчитываются от нуля Кронштадтского футштока, т.е. приведены к Балтийской системе высот. Необходимость замера уровня моря существовала очень давно.



Рис. 7. Рейка футштока и пластина Тонберга исходного пункта нивелирования в России на Синем мосту в г. Кронштадте



Рис. 8. Вынесенный уровень Кронштадтского футштока на постаменте памятника П. К. Пахтусову [4]

В России футшточную службу организовал Пётр I. Первый футшток появился в Петербурге в 1703 г., а в 1707 г. - появилась футшточная служба на острове Котлин. В 1825-1839 гг. русский гидрограф М. Ф. Рейнеке вывел средний уровень моря для нескольких мест Финского залива и предложил совместить средний уровень моря с нулями футштоков. Это нововведение позволило производить наблюдения за уровнем моря от одной нулевой отметки – Кронштадтского футштока. Медная пластина, обозначающая уровень Балтийского моря по наблюдениям, проведенным М. Ф. Рейнеке была установлена первоначально, в 1886 г., профессором Ф. Ф. Витрамом, а позднее, в 1917 г. – Х. Ф. Тонбергом (рис. 7). За выносной репер Кронштадтского футштока принята

горизонтальная высечка буквы «П» в слове «Польза» на памятнике П. К. Пахтусову (рис. 8), расположенном около Итальянского дворца в Кронштадте.

В настоящей статье мы «пройдем» по одному из маршрутов экскурсий под наименованием «Петербург геодезический. История и современность», разработанных автором. Экскурсия начинается с площади Ломоносова. Площадь была сформирована по проекту Антона Модюи. С 1836 до 1891 гг. площадь называлась Чернышёвской по фамилии землевладельцев графов Чернышёвых. 23 августа 1948 г. площадь была переименована в честь М. В. Ломоносова. В 1892 г. в ее центре был установлен бюст М. В. Ломоносова работы скульптора П. П. Забелло.

С площади Ломоносова переходим на ул. Зодчего Росси. Строительство улицы было выполнено в рамках проекта организации Александринской площади (ныне – площадь Островского). В соответствии с планом реконструкции, за проектируемым в центре площади зданием городского театра, было предложено проложить проезд к предместной площади у моста Ломоносова через реку Фонтанку. Проезд назвали – Театральной улицей. В 1836 году одно из зданий улицы претерпело внутреннюю перестройку, после чего в нем разместилось Санкт-Петербургское императорское театральное училище (ныне – Академия русского балета имени А. Я. Вагановой).

Улицу образуют два однотипных трехэтажных величественных здания, стоящих друг против друга. Улица уникальна своим точным следованием античным канонам – ширина равна высоте образующих её зданий (22 метра), а длина ровно в десять раз больше – 220 метров (рис. 9).

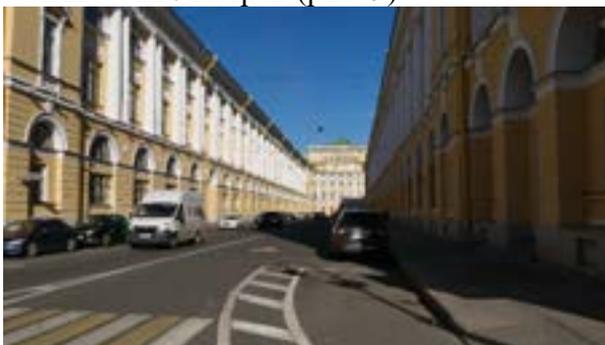


Рис. 9. Ул. Зодчего Росси, на заднем плане – здание Александринского театра



Рис. 10. Марка нивелировки 1872-1874 гг. на ул. Зодчего Росси 1-3

На доме № 1-3 и доме № 2 по ул. Зодчего Росси в стенах зданий установлены марки первой высотной основы Санкт-Петербурга (рис. 10). Это геодезические раритеты Санкт-Петербурга. Техническое нивелирование центральной части города для целей водоотведения (строительства канализации) выполнялось в 1872-1876 гг. под руководством капитана Корпуса военных топографов Михаила Александровича Савицкого (рис. 11). Всего было установлено 2 126 марок. Марка имеет вид круга, диаметром 4 дюйма, центр которого обозначен маленьким крестом; сверху отлита рельефная надпись «нивелировка 1872 г.», а внизу, также рельефными буквами «___ саж. и №___» (рис. 12). Высота в саженьях, отвечающая центру марки, а также номер марки, были написаны белой масляной краской, которая впоследствии истерлась. Нумерация марок была общая для всей нивелировки.

Капитан Савицкий прежде всего лично сделал нивелировку по главнейшим линиям, охватывающим все пространство города, предназначенное к нивелировке. Им пронивелировано было около 30 верст, определены высоты 200 чугунных марок, прибитых к стенам зданий, которые и были приняты за основания для одновременных работ разными исполнителями в разных частях города.

В ходе работ по нивелированию был составлен план центральной части г. Санкт-Петербурга, между р. Большой Невой, речкой Черной (Екатерингофкой) и Обводным

каналом (далее – план Санкт-Петербурга), который представлен императору Александру II на 33-х листах (сборная таблица плана Санкт-Петербурга приведена на рис. 12).



Рис. 11. М. А. Савицкий [5]

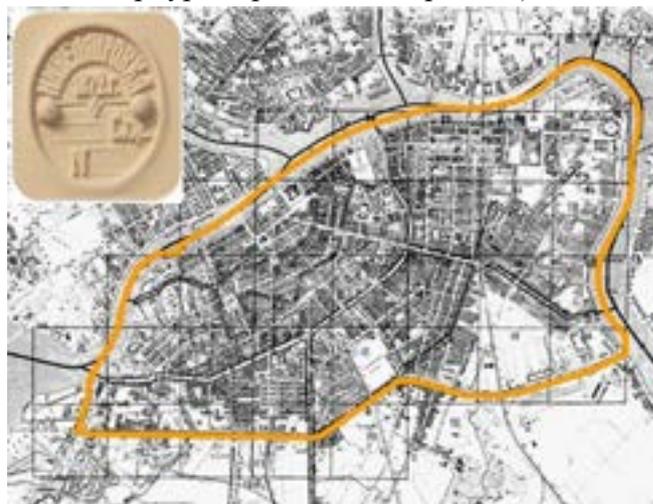


Рис. 12. Сборная таблица плана М. А. Савицкого на 33 листах с границами работ и марка Савицкого

В настоящее время в здании по адресу ул. Зодчего Росси, д. 1-3 расположены Служба архитектурно-строительного надзора и государственной экспертизы, Комитет по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга, подведомственные Комитету Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение «Центр информационного обеспечения градостроительной деятельности» (далее – СПб ГКУ ЦИОГД), Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение «Научно-исследовательский и проектный центр Генерального плана Санкт-Петербурга» и ОАО «Трест геодезических работ и инженерных изысканий».

Комитет от имени Правительства Санкт-Петербурга осуществляет ведение Фонда топографо-геодезических работ и инженерных изысканий Санкт-Петербурга. Изыскательские, строительные и кадастровые организации получают для производства инженерных изысканий и сопутствующих работ исходные координаты пунктов плановых сетей Санкт-Петербурга, высоты нивелирных знаков, топографические планы масштабов 1:200 – 1:10 000 и др., отчеты об инженерно-геологических изысканиях, выполненных на территории Санкт-Петербурга и другие материалы. СПб ГКУ ЦИОГД является оператором Фонда пространственных данных Санкт-Петербурга (ФПД СПб) и оператором городской спутниковой геодезической сети референчных станций (сеть РС СПб). ФПД СПб и сеть РС СПб являются источниками получения актуальной картографо-геодезической информации и материалов, а также online-данных спутниковой геодезической сети.

«Экскурсия» продолжается, и мы направляемся к Александринскому театру. Название Александринский было дано в честь супруги императора Николая Первого Александры Фёдоровны в 1832 году. На 1841 год здесь было 107 лож, балкон, галерея четвёртого яруса на 151 место, 390 мест в пятом ярусе, 231 кресло в партере и 183 места за ними. В общей сложности театр мог вместить в себя до 1 700 человек.

С 2003 по 2024 год художественным руководителем был Валерий Фокин, который с 2024 года стал президентом театра, а художественным руководителем становится Никита Кобелев. В мае 2010 года началось строительство второй сцены театра, планировавшейся ещё с 1980-х годов. 15 мая 2013 года новая сцена была открыта спектаклем-лабораторией «Преступление» по мотивам романа Фёдора Михайловича Достоевского «Преступление и наказание».

С геодезической точки зрения представляют интерес сохранившиеся и расположенные на здании театра 3 марки нивелировки М. А. Савицкого 1872 года,

которые и сегодня используются по назначению геодезистами, изыскателями и строителями города.

В 2024 г. члены Ассоциации во взаимодействии со студентами Санкт-Петербургских ВУЗов и Колледжей осуществили обследование сохранившихся марок Савицкого. В ходе обследования было найдено всего 67 марок, что интересно, среди них марка с номером 2126 – последняя марка нивелировки! Ассоциация прилагает усилия по получению для марок Савицкого статуса объектов культурного наследия Санкт-Петербурга.

Следующая остановка экскурсии около здания Российской национальной библиотеки. Открытие библиотеки состоялось 14 января 1814 г. Библиотека построена по проекту Егора Соколова, одобренного императрицей Екатериной II. В картографическом отделе библиотеки сегодня находится обширная коллекция картографических первоисточников: карт, атласов, отчетов. Сотрудники библиотеки ежегодно в рамках своего плана работы и плана работы лектория Русского географического общества знакомят желающих с новинками. Библиотека по праву отнесена к культурным и картографическим ценностям нашего города, как объект вошла в интерактивную карту «Петербург геодезический».

Хочу затронуть весьма важную в истории города тему – наводнения! Город Санкт-Петербург на протяжении более чем 320 лет своего существования пережил 308 наводнений, часть из которых носила разрушительный характер. После наводнения 1777 года императрица Екатерина II поручила генерал-квартирмейстеру Ф. В. Бауэру выполнить нивелирование территории города и определить масштабы бедствия. В целях создания высотной основы для дальнейших работ по планомерной подсыпке территорий, подвергнувшихся затоплению, Ф. В. Бауэр распорядился отметить на отдельных домах города (около 700 меток) уровень наводнения, выполнил нивелирование и определил высоты этих меток-уровней (рис. 13).



Рис. 13. Фрагмент плана Санкт-Петербурга с нанесенными красным цветом метками наводнения 1777г [6]. Синим кружком обведена сохранившаяся метка наводнения 1777 года, расположенная в Невских воротах Петропавловской крепости.

Одновременно Бауэр завершил начатые ранее картографические работы по составлению рукописного «Плана столичного города Святого Петра с показанием возвышения воды от бывшего в 1777 году сентября 10 дня наводнения на плане под номерами синию краскою означенными» [6], с показом границы затопления города.

Необходимо отметить большую значимость выполненной Бауэром работы для дальнейшего развития города. Ведь, по сути, это были первые инженерные изыскания в истории Петербурга.



Рис. 14. Аничков дворец. Красным кружком показан юго-восточный угол здания - место нанесения Бауером метки наводнения 1777 года

Группа членов Ассоциации геодезии и картографии Санкт-Петербурга в составе: В. Б. Капцюга, Ю. И. Прядко, А. А. Хлыновой изучила события 1777 года, связанные с катастрофическим сентябрьским наводнением и нашла сохранившиеся со времени нивелировки здания, которые вошли в нивелирование Бауера и были отмечены метками, показывающими подъем воды. Одна из нивелирных меток по № 347 каталога Бауера располагалась возле юго-восточного угла здания Аничкова дворца (рис. 14).

Следующая остановка экскурсии на Аничковом мосту. Каменный арочный мост через реку Фонтанку, соединяющий Спасский и Безымянный острова, был открыт в 1841 году. Это один из самых известных мостов Санкт-Петербурга. Мост знаменит скульптурными группами «Укрощение коня человеком», созданными скульптором П. К. Клодтом и ставшими одним из символов города. И здесь мы также обнаруживаем геодезическое наследие Санкт-Петербурга, это высечки, выполненные М. А. Савицким в 1874 году на гранитных основаниях церквей, памятников и мостов, сделанные в виде горизонтальной черты, с высеченной надписью высоты над ординаром нивелировки Савицкого, расположенным у восточного павильона Главного Адмиралтейства.

На северо-восточном пьедестале скульптурных групп коней Клодта на Аничковом мосту, приглядевшись, можно заметить такую горизонтальную черту-высечку (рис. 15). Цифры 3.0 обозначают число сажень превышения относительно футштока Савицкого. Черта и цифры, к сожалению, полустерты «пескоструем» при реставрации пьедестала.

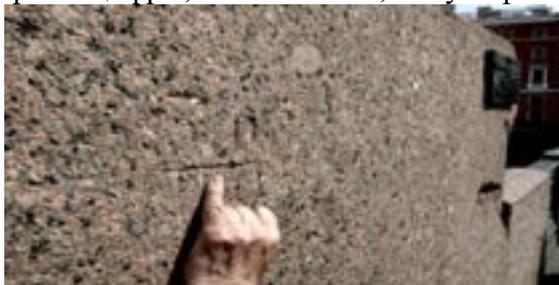


Рис. 15. Высотная высечка нивелировки Савицкого 1874 г.



Рис. 16. Бронзовая доска с памятной надписью

На этом же пьедестале можно увидеть сколы гранита, оставленные снарядами во время Великой отечественной войны. Об этом информирует и доска с надписью: «Это следы одного из 148 478 снарядов, выпущенных фашистами по Ленинграду в 1941-1944 гг.» (рис. 16).

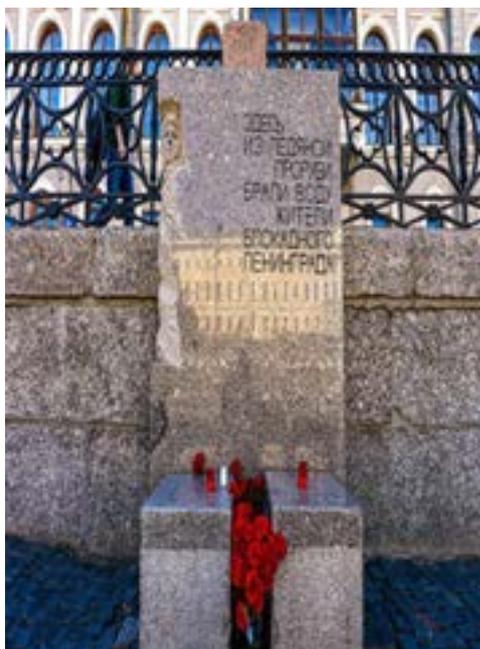


Рис. 17. Памятник Блокадной проруби

Война, блокада Ленинграда, эти слова памятли для каждого петербуржца, ленинградца. 900 блокадных дней унесли жизни около одного миллиона человек. Пронзительным памятником, посвященным блокаде Ленинграда, является памятник Блокадной проруби, расположенный напротив дома № 25 по наб. Фонтанки (рис. 17).

В 100 метрах от памятника Блокадной проруби, в фундаменте д. № 19 по наб. реки Фонтанки заложен современный пункт полигонометрии «на двух реперах» (рис. 18). Для выноса центра такого пункта, необходимо измерить в миллиметрах расстояние между центром репера и болванкой, а далее отложить от центра и болванки расстояния, чтобы получился равнобедренный треугольник. Выносной центр будет находиться в вершине треугольника (см. карточку привязки рис. 19). В городской застройке пункты такого типа встречаются очень часто.



Рис. 18. Пункт современной полигонометрии на двух реперах. Красными кружками на фото обозначены местоположения репера и болванки



Рис. 19. Карточка привязки (кроки) пункта полигонометрии 17151/Б

Далее «экскурсия» движется к Марсову полю, и перед нами открывается Михайловский замок. В Санкт-Петербурге он также известен под названием Инженерный. Замок был возведен по указу императора Павла I и стал местом его смерти. Строительство

продолжалось с 1797 по 1800 годы. В настоящее время замок является самым крупным памятником петербургского зодчества XVIII века.

Шпиль Михайловского замка является одной из доминант Санкт-Петербурга, включенных в плановую геодезическую сеть сгущения, созданную в результате масштабной геодезической работы по определению координат 100 высотных доминант города, выполненную в период с 1996 по 2015 гг. работниками ООО «Научно-производственное предприятие «БЕНТА» (рис. 20, 21). Центром наведения является шар под крестом на шпиле замка (рис. 22). Необходимо отметить, что работа по созданию геодезической плановой сети сгущения, опирающейся на доминанты Санкт-Петербурга, выполнялась вне производственной деятельности предприятия, его энтузиастами: Ю. И. Прядко, П. В. Михайловым, П. А. Щукиным, А. А. Щукиным, А. Д. Халимановичем, А. Н. Богачевым, Д. М. Журавлевым и С. В. Штейном.

Здания и сооружения имеют архитектурные элементы, позволяющие использовать их как центры геодезических пунктов. Такими элементами служат: центр шара под крестом на куполах или колокольнях церквей; острие в верхней части шпиля, если он не имеет других характерных элементов; геометрическая ось верха трубы (если это заводская труба) или ось антенного сооружения в его верхней части.



Рис. 20. Пункт триангуляции «Ленпроект» [8]



Рис. 21. Прядко Ю. И. на пункте Ленпроект [8]



Рис. 22. Фотографии Инженерного замка и места наведения. Положение объекта на карте Санкт-Петербурга [8]

В качестве доминант для развития плановой геодезической сети сгущения использованы купола 37 религиозных храмов, в том числе таких известных как: Исаакиевский собор, Казанский собор, Троицкий собор, Смольный собор, Соборная мечеть, а также шпиль Адмиралтейства, шпиль Петропавловского собора, шпили на зданиях Морского вокзала, Финляндского вокзала, Дома ленинградской торговли (ДЛТ), телевизионная мачта (ТВ-5), мачта центрального узла связи (ЦУС) и др.

Следующая остановка экскурсии у здания Санкт-Петербургского государственного университета культуры.



Рис. 23. Марка Сергиевского 1911 г.



Рис. 24. Марка точной нивелировки ГГК ВСНХ

В фундаментах зданий Университета культуры сохранился «куст» из 7 реперов (марок) нивелирования разных лет закладки: в здании по адресу Миллионная ул. д. 1 расположена марка нивелировки Савицкого 1872 года, в здании по адресу Дворцовая набережная д. 2 – марка нивелировки Сергиевского 1911 года (рис. 23), в здании по адресу Дворцовая набережная д. 4 – марка точной нивелировки Главного геодезического комитета ВСНХ 1928-1930 гг. (рис. 24), репер-дублер марки точной нивелировки Главного геодезического комитета ВСНХ 1928-1930 гг., марка Сергиевского и репер городской нивелировки 1909 г. Нивелировку 1911 года для удовлетворения нужд Комиссии по сооружению канализации и переустройству водоснабжения г. Санкт-Петербурга проводили профессор Николаевской военной академии и Института инженеров путей сообщения, геодезист Д. Д. Сергиевский и преподаватель Николаевской инженерной академии Н. Н. Тихобразов. В ходе нивелировки было заложено 1 700 марок. Марки эти сделаны из чугуна, имеют квадратную с вогнутыми углами форму, так что фигура отдаленно напоминает крест. В центре марки помещены два выступающих язычка, а между ними сделана небольшая выемка, что делает знак пригодным как для прямого визирования, так и для постановки рейки. Каждая марка отливалась со своим собственным номером. Все марки занесены в каталоги высот Санкт-Петербурга и используются по назначению изыскателями города.

Экскурсия далее следует на Дворцовую набережную. Следующий объект – Навигацкая школа, переведенная из Москвы в Петербург и, на базе старших курсов которой, 1 октября 1715 г., была основана Морская академия – военное учебное заведение для подготовки офицеров флота. Здание Морской академии располагалось на Адмиралтейском лугу. Сейчас на месте здания Морской академии находится юго-западная часть здания Государственного Эрмитажа – Зимнего дворца (рис. 25).



Рис. 25. Реконструкция здания Морской академии на план-схеме Эрмитажа.

28 февраля 1720 года Петр I подписал Указ Сената - Генеральный регламент, определявший порядок государственного управления, и, в том числе, о необходимости

изготовления ландкарт. В этом же году был произведен набор из Морской Академии 30 молодых людей, достаточно обученных геодезии для составления ландкарт и описания внутренних территорий России. 1720 год считается годом начала картографирования Российской империи.

Далее экскурсия останавливается недалеко от Адмиралтейства, одной из первых построек города. Изначально Санкт-Петербургское адмиралтейство строилось как верфь по чертежам, подписанным лично Петром I. Было заложено 5 (16) ноября 1704 года, о чём сохранилась следующая запись: Заложили Адмиралтейский дом и были в остерии и веселились, длина 200 сажен, ширина 10 сажен. – Походный журнал Петра. [9].

Близ левого берега р. Большой Невы, у восточного павильона Главного Адмиралтейства, в канале, ныне засыпанном, находился футшток, по которому с давних пор производились ежечасные наблюдения над положением уровня воды. М. А. Савицкий при выполнении нивелировки 1872 года использовал этот футшток как исходный. Для того, чтобы сохранить эту точку на будущее время он определил высоты нескольких точек, в том числе:

- на гранитном устое Новокаменного моста, через Обводный канал;
- ординар Николаевского моста;
- в Адмиралтействе, внутри главных ворот, где железной скобой, вбитой в стену и медной доской с надписью, означена высота наводнения 7 ноября 1824 г. – 11 футов 10 1/2 дюймов.



Рис. 26. Скоба и табличка наводнения в арке Адмиралтейства



Рис. 27. Табличка с надписью высоты и даты наводнения в арке Адмиралтейства

В 2013 году во время проведения экспедиции ГЕО-ПЕТЕРБУРГ, организованной Ассоциацией, студентами ВУЗов города были выполнены нивелирные работы по привязке метки наводнения, расположенной в воротах Адмиралтейства (рис. 26, 27) к пунктам современной высотной основы города.

Далее мы направляемся в Петропавловскую крепость. Наш путь лежит через Васильевский остров. В 1890-1891 гг. 24-летний студент Санкт-Петербургского университета Евгений Альфредович Гейнц с коллегой по университету А. В. Ососовым произвел нивелировку Васильевского острова и части Петербургской стороны.

Целями и задачами работы было:

- получить точные оценки «об абсолютной высоте различных частей Васильевского острова и Петербургской стороны в связи с вопросом о степени их затопляемости.
- разыскать «все марки наводнения 1824 г. и связать их точной нивелировкой для проверки таким способом высоты подъема воды во время этого наибольшего из известных» наводнений.
- выполнить «сравнение нулей футштоков по Большой Неве».

План работ состоял в том, чтобы пройти по всем главнейшим магистралям Васильевского острова, условно разбитым Е. А. Гейнцем на 12 полигонов, выбирая в

качестве реперов характерные точки элементов зданий или сооружений, оград и т.п., а также метки высот наводнения 1824 г. и футштоки. Всего в нивелирование было включено 59 реперов: 49 – на Васильевском острове, 10 – на Петербургской стороне. При этом на домах не делалось никаких знаков, но место, послужившее репером, точно описывалось по определенной инструкции и зарисовывалось с натуры. К нивелировке Васильевского острова, начатой в 1890 г., в 1891 г. была присоединена нивелировка части Петербургской стороны, главным образом для того, чтобы связать футшток Петропавловской крепости с футштоком у Николаевского моста, принятым за начало отсчета высот. Сейчас довольно трудно установить местонахождение точек нивелировки, т.к. из документов имеется лишь схематичный план нивелировки (рис. 28) и небольшие абрисы-схемы.



Рис. 28. План Васильевского острова и части Петербургской стороны с указанием линий нивелирования и местоположения реперов, по Е. А. Гейнцу.

Мы проезжаем мимо здания Кунсткамеры - первого российского государственного общедоступного музея (Фото 21). Годом основания Кунсткамеры принято считать 1714 г. С 1725 г. в Кунсткамере начала работать первая в России астрономическая обсерватория.



Рис. 29. Современный вид Кунсткамеры [10]

Устройством ее занимался французский астроном и картограф, первый профессор астрономии Петербургской Академии Наук Жозеф Николая Делиль (рис. 30). Он впервые в России высказал идею о выполнении измерений дуги меридиана с целью определения формы и размеров Земли. В 1737 и 1739 гг. он сделал измерения около Адмиралтейства и по Финскому заливу от Петергофа до Дубков в Сестрорецке (рис. 31). Если бы работы по градусным измерениям получили продолжение, то сегодня памятником ЮНЕСКО могла бы быть не Дуга Струве, а Дуга Делиля, проходящая через центр астрономической обсерватории Академии наук Санкт-Петербурга.



Рис 30. Жозеф Николая Делиль. [11]

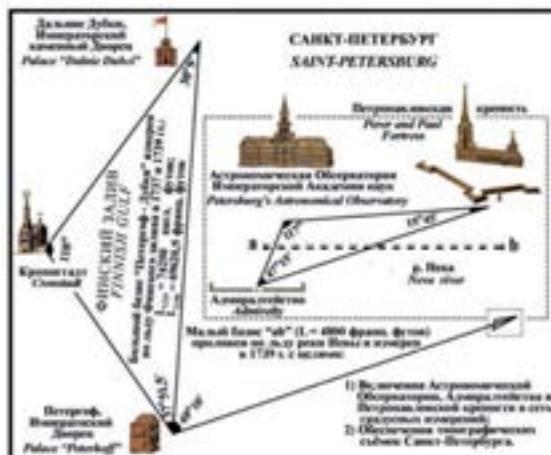


Рис. 31. Схема-коллаж линейных и угловых измерений Ж. Н. Делиля в рамках проекта градусного измерения [12]

Уже в середине 1730-х гг. обсерватория Петербургской Академии наук считалась лучшей в Европе. В обсерватории велись и серьезная научная работа, и прикладные исследования по отечественной астрономии, географии, геодезии, картографии, метеорологии и изучались:

- масштаб и строение Солнечной системы, массах и фигурах планет и Луны;
- конфигурации и размерах континентов, территорий Государства и др. стран;
- гидрографические особенности омывающих их берега морей и океанов;
- точное картографическое их отображении на основе астрономических, геодезических и гидрографических наблюдений;
- координатное и навигационное обеспечение безопасности кораблевождения и др.

Следующая остановка экскурсии в Петропавловской крепости.

Крепость была заложена 27 мая 1703 г. и этот день принято считать днем основания Санкт-Петербурга. 12 июля 1703 г., в Петров день, заложили деревянную церковь святых апостолов Петра и Павла. Проект крепости был задуман самим Петром I.

К памятникам геодезического наследия, находящимся на территории Петропавловской крепости можно отнести шпиль собора Петра и Павла, а также метки катастрофических наводнений Санкт-Петербурга, установленные в Невских воротах крепости. Шпиль собора Петра и Павла на протяжении XIX столетия постоянно использовался как точка планового геодезического обоснования в триангуляциях Ф. Ф. Шуберга, Паснера-Теннера (рис. 32) и др. Шпиль Петропавловского собора также вошел и в Каталог координат плановых геодезических сетей сгущения Санкт-Петербурга, подготовленный ООО «НПП «Бента» в 2015 г. [8].



Рис. 32. Выкопировка с Плана тригонометрической съемки между Санкт-Петербургом и Нарвой (Архив Ассоциации).

В 1925 г. при выполнении аэрофотосъемочных работ ОСОАВИАХИМОМ (рис. 12), он послужил точкой обоснования для триангуляции при создании топографических планов Ленинграда масштаба 1:2 000.



Рис. 33. Выкопировка со схемы триангуляции ОСОАВИАХИМа. 1925г. (Архив Ассоциации)

В Невских воротах Петропавловской крепости находятся памятники истории и культуры города - таблички (метки) наводнений Санкт-Петербурга, высотные отметки которых занесены в каталог высот нивелирных пунктов Санкт-Петербурга.

Самыми катастрофическими наводнениями Санкт-Петербурга–Ленинграда были наводнения 1777 г., 1824 г., 1924 г.

Наводнение 10 сентября 1777 г. – вода в Неве поднялась на 321 сантиметр выше ординара (рис. 34).

В этот день случилось первое в городской истории катастрофическое наводнение. Оно привело к большим разрушениям и немалым жертвам. По подсчетам самой Екатерины Великой, погибли тысячи людей. По мнению императрицы, в том были повинны городские власти, проявившие нерасторопность и не принявшие соответствующих мер для облегчения участи людей. Огромный урон был нанесён дворцам, жилым домам, садам и рощам Петербурга. На Петергофской дороге две тысячи мачтовых деревьев вырвало с корнем. В Летнем саду повредило и поломало множество

лип. Некоторые деревья, сохранившиеся до сих пор и укрепленные железными скобами и костылями, пострадали именно тогда.



Рис. 34. Доска с метками наводнения 1752 и 1777 гг., установленная в Невских воротах (фото автора)

Наводнение 7 ноября 1824 года - уровень воды в Неве поднялся примерно на 421 сантиметр выше ординара (рис. 35).

Наводнение, пришедшее в город 7 ноября 1824 года, стало самым бедственным за всю историю Петербурга. К утру уровень воды в Неве поднялся примерно на 4 метра 21 сантиметр выше ординара и устойчиво сохранялся на этой отметке долгое время. Потери были чрезвычайны. По официальным данным погибло около 5 000 человек. Велики были и разрушения.

Наводнение 23 сентября 1924 года - вода поднялась на 380 сантиметров выше ординара.

Это третий по счету и второй по рейтингу удар водной стихии в городской истории катастроф. Наводнение принесло огромные материальные потери. Особенно большой урон был причинен коммунальному хозяйству города. От замыкания электричества произошло много пожаров. В негодность пришли многие центральные магистрали, на которых были размыты торцевые и булыжные мостовые. Под мощным напором воды рухнуло 19 мостов. Было испорчено 120 трамвайных вагонов; трамвайные пути оказались в аварийном состоянии.



Рис. 35. Доска с меткой наводнения 1824 года, установленная в Невских воротах Петропавловской крепости (фото автора)

2 августа 1979 года ЦК КПСС и Совет министров СССР приняли Постановление «О строительстве сооружений защиты г. Ленинграда от наводнений», давшее старт грандиозной стройке. В августе 2011 года состоялось торжественное открытие Комплекса защитных сооружений. Город обрёл надёжную защиту от злой силы природы.

В Санкт-Петербурге сохранилось около 70 меток наводнений. Конечно же, больше всего из них относятся к наводнениям 1824 и 1924 годов.

Литература

1. Интерактивная карта «Санкт-Петербург геодезический». [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://spbgeo.xyz/>
2. Богданов А. С. Санкт-Петербург геодезический. Маршрут первый // Геопрофи. – 2023. – № 6. – С. 28-40.
3. Петербург геодезический – история и современность. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://открытыйгород.пф/kuda-shodit/sobytiya/peterburg-geodezicheskiy-istoriya-i-sovremennost/?ysclid=mk8399kwxr659971332>
4. Неустрашимый исследователь Новой Земли. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://a-121.ru/neustrashimyj-issledovatel-novoj-zemli/>
5. Савицкий Михаил Александрович. [Электронный ресурс]. – Доступ: https://geovestnik.ru/articles/topographical-engineers-200/savitskiy_mikhail_aleksandrovich/
6. Бауер Ф. В. План Столичного Города Святого Петра с показанием возвышения воды от бывшего в 1777м году сентября 10го дня наводнения на плане под номерами синюю краскою означенными. СПб.: ГМИ СПб. Фонд графики истории города. Шифр: I-A-548-K
7. Михайловский замок. [Электронный ресурс]. – Доступ: https://ru.wikipedia.org/wiki/Михайловский_замок
8. Альбом выдающихся объектов города Санкт-Петербурга, включенных в сеть сгущения определенных в МСК–64 и МСК–78. – Санкт-Петербург. – ООО «НПП «Бента». – 2015. – 123 с.
9. Чеснокова А. Н. Невский проспект. – Ленинград. – Лениздат. – 1985. – 208 с.
10. Файл: Kunstkamera SPB 01.jpg. [Электронный ресурс]. – Доступ: https://ru.wikipedia.org/wiki/Файл:Kunstkamera_SPB_01.jpg
11. Делиль, Жозеф Никола. [Электронный ресурс]. – Доступ: https://ru.wikipedia.org/wiki/Делиль,_Жозеф_Никола
12. Делили в России: сборник статей / под ред. Д. Ю. Гузевича, И. Д. Гузевич. – Санкт-Петербург. – Маматов. – 2019. – 350 с. – ISBN 978-5-91076-198-2

УДК 528

Конкуренция классических и инновационных геодезических методов и технологий на современном этапе Костеша В.А., Чистякова Е.А.

Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва, Россия

В наши дни научно-технический прогресс развивается с огромной скоростью. Буквально каждый год разрабатываются и внедряются в производство новые геодезические приборы, развиваются принципиально новые технологические схемы проведения геодезических работ. Только за последние 2 года появились ГНСС-оборудование с VR-модулем, ГНСС-оборудование со встроенными лазерными дальномерами и лидарами, роботизированные сканирующие SLAM-системы.

Для того, чтобы вузы могли подготовить высококвалифицированных, востребованных специалистов, необходимо внедрять современные технологии и

оборудование в учебный процесс. Рассмотрим новинки и требования к уровню квалификации исполнителей.

ГНСС-оборудование с VR-модулем представляет собой спутниковый приемник со встроенной фото-видео камерой и IMU системой [4]. Координаты центра фотографирования определены относительно фазового центра антенны, что позволяет выполнять как уже ставшую привычной топографическую съемку с применением спутниковых технологий, так и наземную стереофотограмметрическую съемку с целью создания цифровой модели местности (далее – ЦММ) методами фотограмметрии. ЦММ создаются в автоматическом режиме в таких программах, как LandStar, Agisoft Metashape и другие. Кроме того, собственно VR-технология, т.е. технология дополненной реальности, позволяет более оперативно и удобно выполнять вынос в натуру проектных точек. Нет необходимости в создании разбивочных чертежей, поиске основы для разбивочных работ и каком-либо дополнительном оборудовании.

SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) – дословно, это технология, позволяющая устройствам одновременно строить карту неизвестной среды и определять своё положение в ней. Другими словами, SLAM система – это ручной мобильный лазерный сканер, позволяющий выполнять измерения на ходу. При работе со SLAM нет необходимости в установке прибора, создании какого-либо съемочного обоснования дополнительным оборудованием, главное провести инициализацию в зоне приема ГНСС-сигнала. Для выполнения полевых работ достаточно нажать кнопку включения, создать проект и прогуляться по территории съемки с прибором в руке. Вот для камеральной обработки потребуются определенные навыки работы со специализированным программным обеспечением, таким как КРЕДО 3Д-Скан, Cyclone, Agisoft Metashape и пр. Но для полевых работ особых навыков и умений не требуется. При этом точность создаваемых трехмерных моделей составляет 1-2 см, что достаточно для создания планов масштаба 1:500, технических планов помещений и других распространенных видов работ [1, 5].

Беспилотные авиационные системы (далее – БАС) позволяют оперативно создавать ортофото-, ситуационные и топографические планы и даже трехмерные ЦММ с точностью, достаточной для землеустроительной и кадастровой деятельности [2]. Использование беспилотного воздушного судна (далее – БВС) требует наличия определенных навыков, но их можно приобрести на специальных курсах, таких как «Оператор БВС», которые реализуются различными организациями. По окончании подобных курсов оператор БВС может полноценно выполнять цикл работ от этапа проектирования полета до получения конечного продукта – ЦММ.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что для непосредственной работы с современным геодезическим оборудованием нет необходимости в высокой квалификации специалистов. Для того, чтобы выполнять работу геодезиста – оператора геодезического оборудования, достаточно иметь квалификацию техника, при условии прохождения короткого вводного курса по работе с прибором.

Рассмотрим требования к специалистам в области геодезии. Данные для анализа собраны, исходя из запросов, предоставляемых производственными организациями в Центр карьеры и трудоустройства Государственного университета по землеустройству (далее – ГУЗ), а также с открытых платформ трудоустройства специалистов hh.ru и Работа.РФ.

Таблица 1. Статистика по вакансиям «Геодезист, топограф, инженер-геодезист» по состоянию на 01.04.2025 г.

Должность	Средняя Зарплата, руб.	Образование	Требования	Обязанности
Геодезист (Москва)	100 000 – 150 000	Высшее	ГНСС-оборудование, AutoCAD	Проведение топографической

				съёмки
Топограф (Москва)	110 000-130 000	Среднее профессиональное	ГНСС-оборудование, Картографическое ПО	Создание топографических карт, обработка данных
Геодезист (дорожное строительство)	от 150 000	Высшее	ГНСС-оборудование	Мониторинг строительства
Инженер-геодезист (ХМАО)	от 150 000	Высшее	ГНСС-оборудование	Топографическая съёмка
Инженер-геодезист (Пермь)	от 250 000	Высшее	Геодезическое сопровождение строительства, электронный тахеометр	Обеспечение геодезического сопровождения на объектах
Инженер-геодезист топограф (Саратов)	67 000	Высшее	ГНСС-оборудование, Картографическое ПО	Создание топографических планов

Таблица 2. Статистика по вакансиям «Техник-геодезист, помощник геодезиста» по состоянию на 01.04.2025 г.

Должность	Средняя зарплата, руб.	Образование	Основные Навыки и Программы	Обязанности
Помощник геодезиста (Москва)	30 000 – 60 000	Не требуется	ГНСС-оборудование	Помощь в выполнении геодезических работ, подготовка поэтажных планов
Техник-геодезист (Екатеринбург)	40 000 – 60 000	Среднее профессиональное	ГНСС-оборудование	Проведение геодезических измерений, разбивка объектов
Помощник геодезиста (Казань)	30 000 – 50 000	Среднее профессиональное	ГНСС-оборудование	Подготовка технических планов, проведение геодезических измерений
Помощник геодезиста (Ростов-на-Дону)	25 000 – 40 000	Среднее профессиональное	ГНСС-оборудование	Проведение геодезических измерений, помощь в выполнении кадастровых работ
Техник-геодезист (Краснодар)	35 000 – 55 000	Среднее профессиональное	ГНСС-оборудование	Проведение геодезических измерений, создание топографических карт

Стоит отметить, что почти все должностные обязанности по вакансиям «Геодезист, топограф, инженер-геодезист» могут быть выполнены операторами геодезического оборудования, т.е. не требуют высшего образования. Только одна вакансия подразумевает выполнение реальных инженерных обязанностей: геодезическое сопровождение строительства, и требует владение электронным тахеометром. При этом и заработная плата соответствует – от 250 тыс. руб. Однако для остальных вакансий, кроме одной, требуется наличие только среднего профессионального образования. При этом, если рассмотреть должностные обязанности и требования к техникам-геодезистам, окажется, что в большинстве случаев требования и обязанности ровно те же самые, что и к инженерам: создание топографической основы и владение ГНСС-оборудованием. При этом заработная плата составит 30-60 против 110-150 для инженера.

Основным требованием для принятия на должность инженера-геодезиста является наличие высшего образования. При этом около 80% работ связаны с решением типовых задач, которые могут быть решены применением технологий БАС, ГНСС, сканеров и роботизированных тахеометров, которые не требуют особой, высокой квалификации для освоения. Абитуриенты тоже смотрят эти вакансии, некоторые общаются с работающими на подобных должностях геодезистами: с родственниками, друзьями, на форумах в Интернете. В результате в университете оказываются студенты, которые не заинтересованы в повышении своей личной квалификации далее оператора геодезического оборудования. И ведь в чем-то они, получается, правы. Ведь их же возьмут на работу без знания теории математической обработки геодезических измерений, космической геодезии и геодезической астрономии, если они будут соответствовать простым критериям: наличие бумажки о высшем образовании и умение нажимать кнопки. При этом ровно с теми же навыками, выполняя те же самые должностные обязанности, но не имея высшего образования, они будут получать заработную плату в 2-3 раза меньше на должности техника-геодезиста. А студенты, успешно завершившие образование в колледже, также будут иметь возможность претендовать только на должность техника с заработной платой, не превышающей 60 тысяч рублей (рис. 1).

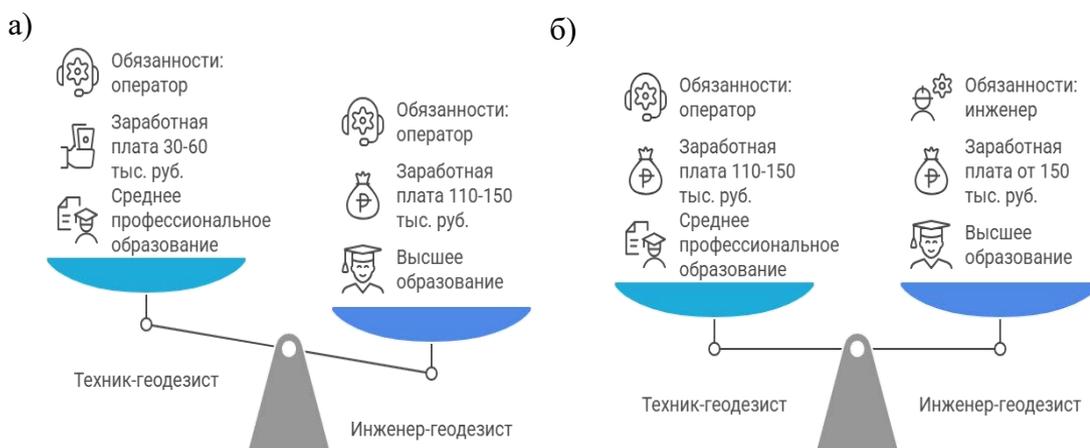


Рис. 1. Требования к работнику и получаемая заработная плата:
а) дисбаланс (текущая ситуация); б) баланс (предлагаемое решение)

Из этого возникает ряд образовательных проблем (рис. 2). У нас в стране на данный момент наблюдается некоторый дефицит геодезистов, особенно геодезистов высокой квалификации. С одной стороны, для решения большинства производственных задач фактически требует только навыков оператора геодезического оборудования, то есть техника, а не инженера-геодезиста в классическом понимании. Однако техник-геодезист, имея среднее профессиональное образование, получает заработную плату существенно более низкую. Абитуриенты, зная или подозревая об этом, идут в высшее учебное заведение для того, чтобы получить квалификацию техника (их внутренняя установка). Отсюда следует обратная сторона – падение среднего уровня знаний студентов и, как следствие, трудности в воспитании специалистов высокой квалификации [3]. Они просто не хотят изучать сложные дисциплины. А это приводит к тому, что у нас нет специалистов для решения уникальных геодезических задач.



Рис. 2. Наблюдаемые проблемы при подготовке специалистов

Весьма соблазнительно исключить из программы такие сложные дисциплины, как теория математической обработки геодезических измерений (в классическом виде), измерения на классическом оборудовании (теодолит, нивелир), геодезическую астрономию и гравиметрию, ведь по этим направлениям фактически идут работать единицы.

Однако тут есть несколько существенных моментов.

Первый момент заключается в том, что хоть стране и нужно большое количество операторов-техников, и большинство действительно будет работать на этой позиции, но производству нужны и настоящие инженеры. В России стоит большое количество уникальных объектов, таких как атомные электростанции, гидроузлы, космодромы, высокоскоростные автомобильные и железнодорожные магистрали. И на эти объекты требуются разносторонние специалисты, умеющие заниматься проектированием, сопровождением строительства сложных конструкций, высокоточным деформационным мониторингом и использовать абсолютно любое геодезическое оборудование.

Второй момент. С развитием технологий требования к квалификации геодезистов-полевиков снижаются, однако существенно повышаются требования к специалистам камеральной обработки. Да, опять же большинство работ может выполнить техник, хорошо владеющий программами автоматизированной обработки результатов измерений и графическими редакторами для создания топографических планов. Однако для корректной обработки данных лазерного сканирования необходима уже более высокая квалификация: понимание принципов построения трехмерных моделей, фильтрации шумов и теории погрешностей для очищения облаков точек от случайных переотраженных сигналов или ненужных объектов (таких как растительность, люди, машины, предметы интерьера).

Третий момент. Для проверок, настроек, ремонта и создания нового высокотехнологического оборудования требуется высочайшая квалификация. Во-первых, необходимо досконально знать принцип работы геодезического оборудования, даже самого простейшего – теодолитов и нивелиров. Необходимо знать не только геодезию, но и программирование. В университетские курсы нужно вводить не просто основы программирования, а серьезное программирование с BigData, машинным обучением, созданием и обучением нейронных сетей заточенных под решение геодезических задач. Сейчас прогресс уходит так быстро и далеко, что уже нужно выпускать таких специалистов. Геодезия остро нуждается в развитии IT направлений.

И четвертый момент. В последние несколько лет вблизи крупных городов использовать вышеперечисленное современное геодезическое оборудование не

представляется возможным. Получить разрешение на полет БВС практически нереально. ГНСС-сигналы глушат, современные программы для обработки результатов геодезических измерений блокируют, а отечественные пока не отвечают требованиям производства. Поэтому нам опять нужны геодезисты-классики. В связи с этим вновь становится актуальным преподавание классических дисциплин. Нельзя просто взять и отказаться от преподавания простейших теодолитов и нивелиров просто потому, что «все работают ГНСС и тахеометрами».

Подводя итог вышеизложенному, разработана блок-схема, содержащая современные проблемы, возникающие на производстве, и возможные шаги для повышения качества образования (см. рис. 3). Кроме того, предлагается ввиду реформы системы образования совместно с вузами и колледжами и производственными организациями переработать программу подготовки специалистов в области геодезии.



Рис. 3. Блок-схема современных проблем, возникающие на производстве, и возможным шагов для повышения качества образования

Для повышения качества подготовки квалифицированных и высококвалифицированных специалистов в области геодезии необходимо:

- поднять престиж обучения в колледжах путем повышения заработной платы операторов геодезического оборудования, решающих типовые задачи, до уровня инженеров-выпускников вузов;

- выделить новые направления подготовки специалистов: высококвалифицированные геодезисты-полевые, геодезисты-проектировщики, IT-геодезисты;

- повышать престиж обучения на геодезиста, популяризировать профессию, проводить всероссийские олимпиады, дающие право победителям поступать на бюджетные места.

Литература

1. Определение фактического состояния шахтного ствола и его крепи на основе данных лазерного сканирования / В. А. Еременко, А. А. Брагин, Д. Ю. Гридин, Е. К. Бырылова, С. В. Юрина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 6. – С. 53–67. DOI: 10.25018/0236_1493_2025_6_0_53

2. Костеша В. А. Холов В. И. Игровые и интерактивные формы обучения студентов при изучении дисциплин геодезического направления // Российский форум изыскателей: Сборник докладов III Международной научно-практической конференции, Москва, 21–22 октября 2021 г. – Москва. – «КДУ», «Добросвет». – 2022. – С. 188-192. – EDN OLPСЕТ

3. Костеша В. А. Мадис Д. С. Особенности применения беспилотных авиационных систем при осуществлении кадастровой деятельности на трансграничных территориях // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2024. – Т. 3. – С. 124-132. – DOI 10.33764/2618-981X-2024-3-124-132. – EDN PLEYJP

4. Pırtı, A., Uçar, Z., Kurtulgu, Z. et al. Accuracy of Global Navigation Satellite System (GNSS) Positioning Under Tree Canopy: Evaluating the Effect of Extended Antenna Height and Multiple GNSS Systems. J Indian Soc Remote Sens (2025). <https://doi.org/10.1007/s12524-025-02178-z>

5. Wang Y., Lou Y., Song W., Tu Z. A tightly-coupled framework for large-scale map construction with multiple non-repetitive scanning LiDARs // IEEE Sensors Journal. 2022, vol. 22, no. 4, pp. 3626—3636.

УДК 528.4: 004.9

Применение современных цифровых технологий в учебно-образовательном процессе в картографо-геодезической отрасли

Синицына А.Л., Астахов Д.Н.

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), г. Москва, Россия

Актуальность темы обусловлена следующими факторами внедрения цифровых технологий: развитие технологий геопространственных данных, цифровая трансформация образования, повышение точности и автоматизация геодезических работ, подготовка кадров для цифровой экономики, глобальные вызовы и устойчивое развитие. В табл. 1 структурирована взаимосвязь между технологическими изменениями и образовательными требованиями. Это позволяет наглядно сопоставить технологические тренды с необходимыми профессиональными компетенциями, навыками и умениями и может служить основой для разработки новых образовательных программ и отразить комплексный подход к модернизации картографо-геодезического образования.

Таблица 1 Требуемые компетенции для картографо-геодезического образования

№	Факторы внедрения цифровых технологий	Краткое описание	Требуемые компетенции для картографо-геодезического образования
1	Развитие геопространственных технологий	Применение ГИС, ДЗЗ, LiDAR, БПЛА для сбора и анализа пространственных данных	- Навыки работы с ГИС-пакетами (ArcGIS, QGIS) - Обработка данных ДЗЗ - Управление БПЛА и обработка аэрофотоснимков
2	Цифровая трансформация образования	Внедрение VR/AR, онлайн-курсов, виртуальных лабораторий и симуляторов	- Работа в виртуальных образовательных средах - Навыки дистанционного обучения - Использование цифровых тренажеров и симуляторов
3	Автоматизация геодезических работ	Использование GNSS, роботизированных тахеометров, 3D-сканирования	- Работа с цифровыми геодезическими приборами - 3D-моделирование местности - Обработка данных лазерного сканирования

4	Требования цифровой экономики	Необходимость работы с Big Data, ИИ, облачными технологиями в геодезии	- Анализ больших массивов пространственных данных - Основы программирования (Python, SQL) - Работа с облачными платформами
5	Глобальные технологические вызовы	Решение задач урбанизации, smart-city, климатических изменений	- Междисциплинарные знания - Навыки пространственного анализа - Понимание принципов устойчивого развития

Цели исследования:

- провести комплексный анализ инновационных цифровых технологий и их роли в современном учебно-образовательном процессе в сфере картографо-геодезической отрасли;

- изучить, как применение этих технологий влияет на качество подготовки специалистов, какие возможности они открывают для углубления теоретических знаний и развития практических навыков, а также определить перспективы дальнейшего внедрения и развития цифровых решений в образовательном процессе.

Задачи исследования:

- анализ современных цифровых технологий;
- исследование требований профессиональных стандартов;
- диагностика состояния образовательных программ;
- разработка методических подходов;
- оценка эффективности внедрения;
- тестирование пилотные образовательные решения (виртуальные лаборатории, симуляторы) на базе МИИГАиК.

В настоящее время в картографо-геодезической сфере происходит значительная трансформация, связанная с активным внедрением цифровых технологий. Формируется новое понятие «геопространственная деятельность», которое расширяет традиционные границы отрасли за счет интеграции современных технологических решений. Это понятие объединяет как классические методы картографии и геодезии, так и цифровые подходы к сбору, обработке и анализу пространственных данных. В рамках геопространственной деятельности появляются новые цифровые профессии, требующие специальных компетенций. К ним относятся специалисты по работе с геоинформационными системами (ГИС), обработке данных дистанционного зондирования Земли, аэрофотосъемке с использованием БПЛА. Профессиональные стандарты – специалист в области картографии и геоинформатике [1], специалист в области геодезии [2], специалист в области аэрофотогеодезии [3]. Развитие геопространственной деятельности требует соответствующей модернизации образовательных программ. Вузам необходимо включать в учебные планы курсы по цифровой картографии, 3D-моделированию, работе с облачными геоинформационными сервисами. Особое внимание должно уделяться практической подготовке студентов с использованием актуального программного обеспечения и оборудования. Таким образом, формирование геопространственной деятельности представляет собой закономерный этап цифровой трансформации отрасли. Этот процесс создает новые профессиональные возможности, но одновременно предъявляет повышенные требования к уровню подготовки специалистов. Будущие картографы и геодезисты должны обладать междисциплинарными знаниями, сочетая фундаментальные основы профессии с владением современными цифровыми технологиями.

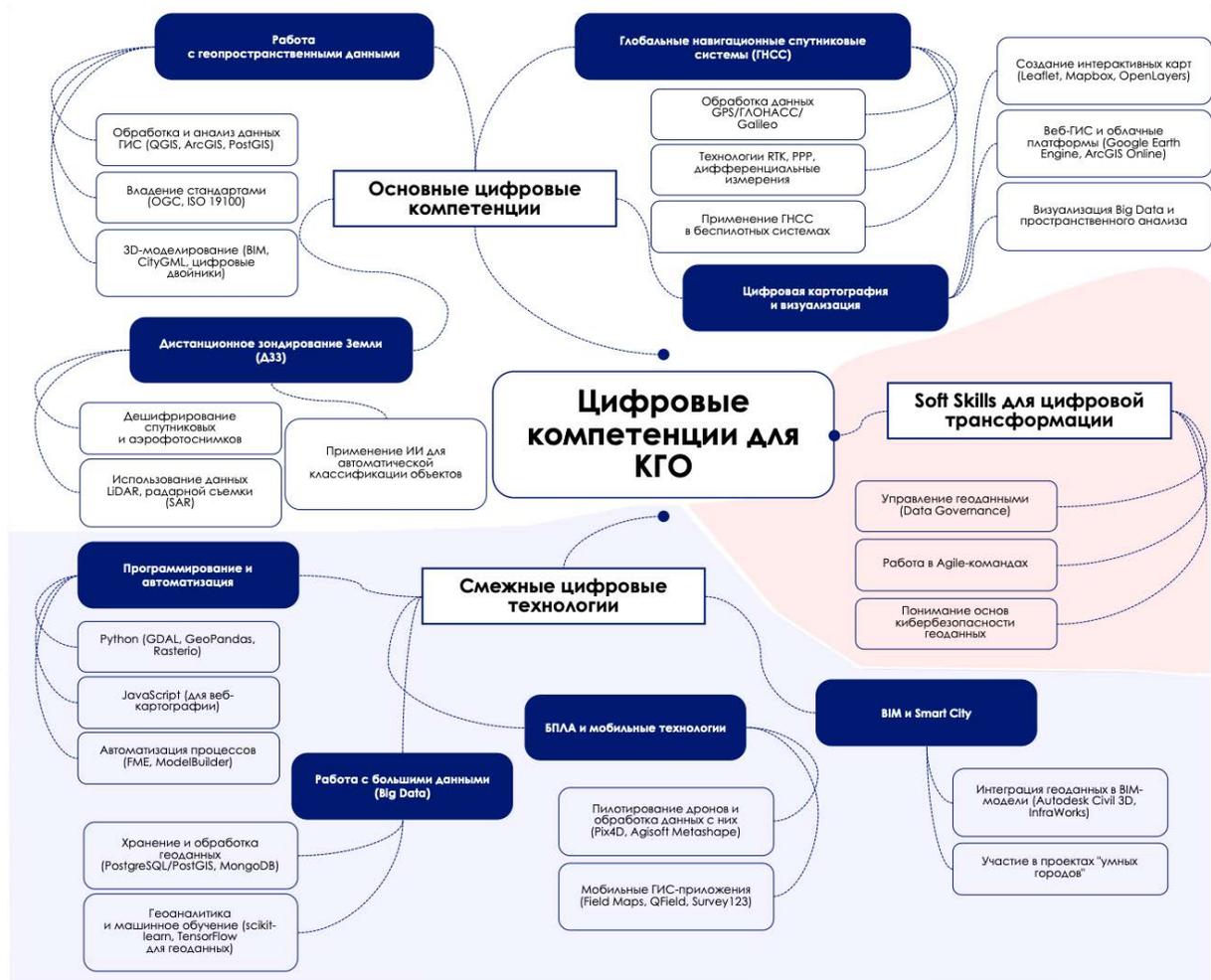


Рис. 1. Цифровые компетенции для картографо-геодезической отрасли

На кафедре экономики совместно с дирекцией информационных технологий Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК) с 2020 года проводилось исследование цифровых компетенций для картографо-геодезической отрасли. Были выявлены следующие категории: работа с пространственными данными, дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) и обработка снимков, глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), веб-ГИС и облачные технологии, Soft Skills для цифровой трансформации, смежные цифровые технологии (рис. 1).

На рис. 2 представлено распределение цифровых компетенций в картографо-геодезической отрасли (в %). Работа с пространственными данными (ГИС, 3D-моделирование, стандарты) – 25%, дистанционное зондирование земли – 20%, глобальные навигационные системы (ГНСС) – 15%, веб-ГИС и облачные технологии – 15%, Soft Skills (Agile, Data Governance, кибербезопасность) – 10%.

Для более эффективного и комплексного закрепления компетенций в Московском государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК) активно применяются цифровые образовательные платформы - онлайн-курсы и MOOCs (Coursera, Stepik, Geodetic Academy), виртуальные лаборатории и симуляторы, интерактивные картографические сервисы (ArcGIS Online это вражий сервис, предлагаю выбрать из Яндекс.Карты, 2ГИС, OpenStreetMap (OSM) Россия, ГеоПортал Росреестра, Метео-карты (Гидрометцентр РФ)).

Распределение цифровых компетенций в картографо-геодезической отрасли (в %)



Рис. 2. Распределение цифровых компетенций в картографо-геодезической отрасли (в %)

Например, применение лаборатории лазерного сканирования в учебно-образовательном процессе обладает рядом преимуществ и возможностей, способствующих повышению качества подготовки специалистов в различных траекториях: применение современных инструментов и технологий для геодезии, картографии, архитектуры и градостроительства, использование в процессе научных исследований, внедрение в инновационные образовательные проекты, включение в междисциплинарное обучение.

Преимущества внедрения лаборатории лазерного сканирования в учебный процесс:

1. Повышение практической подготовленности студентов.
2. Освоение современных технологий, востребованных на рынке труда.
3. Возможность проведения комплексных проектов и исследований в учебной среде.
4. Развитие навыков работы с большими объемами данных и специализированным оборудованием.

Вместе с тем присутствуют и проблемные «точки» применения современных цифровых технологий в учебно-образовательном процессе в сфере картографо-геодезической отрасли: высокая стоимость оборудования, необходимость переподготовки преподавателей, разработка актуальных учебно-методических пособий.

Таким образом, цифровая трансформация картографо-геодезического образования стала неотъемлемым условием подготовки конкурентоспособных специалистов. Внедрение ГИС, ДЗЗ, БПЛА, 3D-моделирования и других инновационных технологий требует пересмотра образовательных программ и методов обучения.

Ключевые компетенции современного специалиста включают:

- навыки работы с геопространственными данными (ГИС, облачные платформы);
- владение цифровыми геодезическими приборами (GNSS, лазерное сканирование);
- основы программирования и анализа Big Data;
- междисциплинарные знания для решения задач урбанизации и smart-city.

Эффективные инструменты обучения:

- виртуальные лаборатории и симуляторы (например, лаборатория лазерного сканирования);
- онлайн-курсы и MOOCs (Coursera, Geodetic Academy);
- интерактивные картографические сервисы (ArcGIS Online).

Проблемные точки:

- высокая стоимость оборудования и ПО;
- необходимость переподготовки преподавательского состава;
- дефицит актуальных учебно-методических материалов.

Перспективы - развитие геопространственной деятельности как междисциплинарного направления; интеграция ИИ и машинного обучения в обработку пространственных данных; расширение применения VR/AR для immersive-обучения.

Рекомендации: активнее внедрять государственно-частное партнерство для обновления материально-технической базы вузов; разработать федеральные стандарты цифровых компетенций для отрасли; создать межвузовские центры коллективного пользования дорогостоящим оборудованием.

Цифровизация образования в картографо-геодезической сфере — это стратегический шаг для обеспечения кадрового суверенитета России в условиях технологических вызовов XXI века.

Литература

1. Приказ Минтруда России от 24 марта 2022 г. № 167н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области картографии и геоинформатики»
2. Приказ Минтруда России от 24 марта 2022 г. № 168н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области геодезии»
3. Приказ Минтруда РФ от 24 марта 2022 г. № 169н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области аэрофотогеодезии».

2 Геодезические и картографические работы при создании и обновлении геопространственных данных: государственных топографических карт, крупномасштабной картографической основы

УДК 528.4

Состояние МСК 52 для режима РТК

Еруков С.В.

Нижегородское региональное отделение Российского общества геодезии, картографии и землеустройства, филиал ППК «Роскадастр» «Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие», г. Нижний Новгород, Россия

В планах Публично-правовой компании текущего 2025 г. сложилась необходимость массового производства пространственных данных высокой точности для выполнения комплексных кадастровых работ (ККР) и производства аэрофотогеодезических работ для создания единой электронной картографической основы РФ (ЕЭКО) в государственной (ГСК) и местной системе координат (МСК). В части территории Нижегородской области, филиал ППК «Роскадастр» «Верхневолжское аэрогеодезическое предприятие» произвело тестирование точности распространения МСК-52 Нижегородской агломерации на площади порядка 2,5 тыс. кв. км. Организационно-техническая потребность для решения представленного исследования состоит в том, что МСК-52 реализована на основе устаревшей государственной системе координат СК-42 не применяемой в настоящее время. Основные технические характеристики исследования представлены в табл. 1. Точность этой системы, по мнению геодезического сообщества, вызывает сомнение. Данная проблема выявлена еще 2000-х годах, когда была введена СК-95 и опубликовано Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95) [1]. В этом документе подробно изложены причины деформации СК-42 и перспективы использования спутниковых методов определения координат в новых условиях. В последствии Постановлением Правительства «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы» СК-42 отменена с 1 января 2021 г. [2]. В настоящее время на территории РФ действует государственная система координат ГСК-2011 Многолетний производственный анализ результатов применения СК-42 и основанной на ней МСК-52 привел к выводу о непригодности дальнейшему использованию на территориях более 400 кв. км. Основной причиной этой проблемы является неравномерная точность взаимного и относительного положения пунктов ГГС которые распространяют СК-42/МСК-52. Протяженность Нижегородской области с севера на юг (Шахунья-Починки) составляет около 350 км. При этом расхождение северной и южной части Нижегородской области МСК-52 с современной ГСК-2011 составляет порядка 3.5 - 4 метров. Применяя современные методы организации геодезических наблюдений с использованием дифференциальных геодезических станций (ДГС) в режиме РТК, соблюдая установленную плотность геодезических пунктов, можно достичь равномерной точности взаимного и относительного положения порядка 50-70 мм. в радиусе геодезических наблюдений 50 км. Это организационное решение, позволит удовлетворить равномерную точность пространственных данных комплексных кадастровых работ, а также созданию планов масштаба 1:500 и мельче на всех 72 тысячах кв. км. Нижегородской области. В настоящее время эта проблема не решена. Как показывает практика наших коллег, кроме Нижегородской области, аналогичная ситуация имеется во большинстве субъектов РФ, на которых в качестве основы используется устаревшая СК-42.

Таблица 1. Тестирование точности распространения МСК52 Нижегородской агломерации

№	Наименование показателя	Единица измерения	Значение
1	Нормативная плотность государственных пунктов ГНСС	Пункт/ кв.км..	1/1000

Следует отметить, что для определения точности распространения ГСК-2011, того же участка территории ограниченной 2.5 тыс. кв. км, были определены контрольные точки (5 пунктов ГГС) сопоставленные с каталогом ГСК-2011. На схеме тестового полигона указаны: операторы ДГС, и Fs (м). В этом случае, все погрешности на контрольных точках оказались допустимыми для точности ККР, крупномасштабного картографирования и инженерно-геодезических работ. Погрешности указаны на рис. 2.

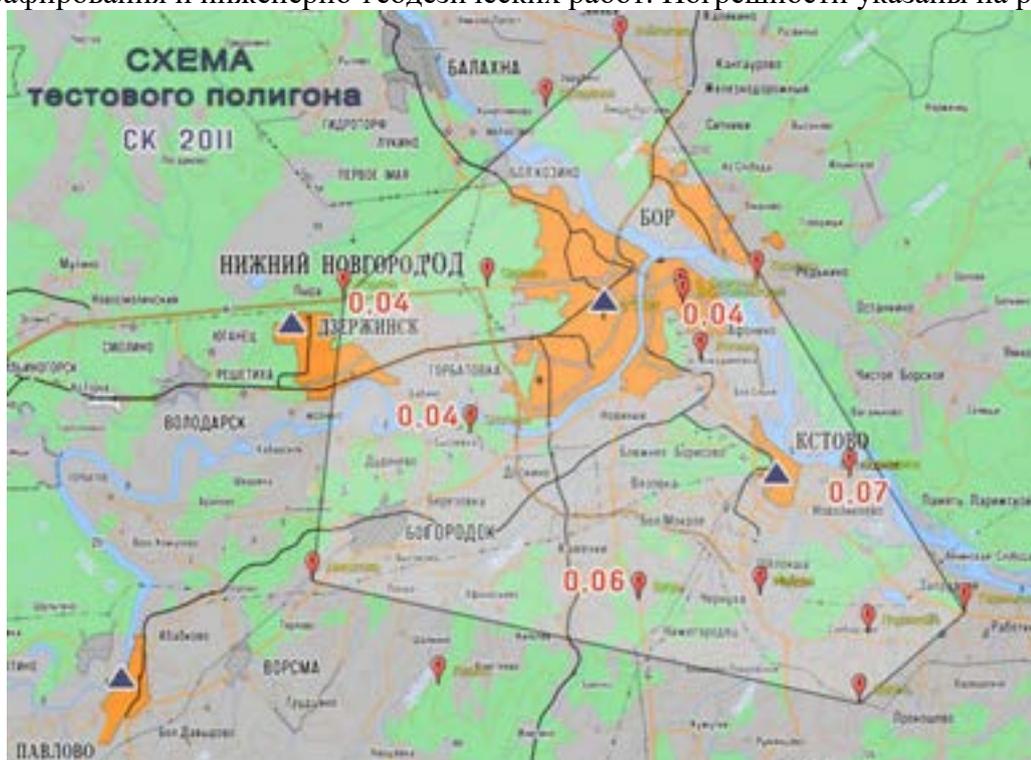


Рис. 2. Погрешности на контрольных точках

Возвращаясь к организационным проблемам необходимо признать, что после введения современной ГСК-2011, для устранения влияния деформации устаревшей системы координат приходилось строить каркасные геодезические сети, функция которых в настоящее время, называют термином «локализация». На территории Нижегородской области, нашим предприятием организовывалось более 20 локальных территорий чтобы удовлетворить точность топографических работ масштаба 1:2 000 в МСК-52 в рамках ЕЭКО. Для более точных работ количество локализаций потребуется в 4-5 раз больше. В настоящее время в работах по локализации значительную техническую поддержку оказывают постояннодействующие дифференциальные геодезические станции частных коммерческих организаций. В трудных условиях переходного периода, отсутствия технических нормативов и жесткой конкуренции в Нижегородской области зарегистрировано более 60 ДГС (перечень не исчерпан), более половины которых, к сожалению, на территориях, дублируются. Де юре ДГС должны распространять только данные для получения точных координат пользователей в радиусе 50 км. от станции. Но по факту ДГС распространяет МСК-52 оставляя за пользователями право доверять получение пространственных данных на площади более 7 тысяч кв. км самостоятельно. Однако расчеты показывают, что гарантированная точность обеспечивается на площади в 15 раз меньше, то есть в радиусе 11 км. от ДГС, а не 50 км. Либо требуется выполнять калибровку в районе работ от 4 ближайших пунктов ГГС имеющих координаты МСК-52 пригодных к наблюдениям. Указанная трудоёмкая процедура в настоящее время не регламентирована НТД и мало кем применяется полноценно. В результате, запутанность пространственных данных и их нестыковки проектов каждый год набирают критическую массу. Кроме того, имеется вопрос как взаимоувязаны сами пункты ДГС разных компаний и какие исходные значения в МСК-52 они содержат. К сожалению эти вопросы остаются

открытыми и Росеестр о них не ведает, так как де юре распространять систему координат, ДГС не должны. В тоже время запрещать распространение не рационально и даже вредно. Необходимо просто упорядочить процесс и регламентировать эту услугу унифицированным техническим решением для всех владельцев и пользователей ДГС чтоб всякая экспертиза топографо-геодезических и кадастровых работ в отсутствие Госгеонадзора и ЦНИИГАИК не вызывала проблем.

В следствии вышеуказанных недостатков наблюдается низкая эффективность создания и низкая достоверность пространственных данных:

- на основе действующей МСК возникают кадастровые ошибки;
- не в полной мере могут быть использованы технологии спутникового определения координат;
- избыточная и неравномерная плотность пунктов ГГС. Вместо тысячи пунктов ГГС и «столбиков» ОМС в учете Росрееста достаточно всего 70. пунктов СГС-1 (в том числе могут быть допущены и пункты ДГС) в соответствии нормативной плотностью [3];
- возникают неоправданные затраты полевых и камеральных работ из-за отсутствия современных единых требований НТД в геодезической практике;
- наблюдается низкая эффективность сбора и низкое качество пространственных данных (недостоверность, избыточность, дублирование и несовместимость пространственных данных);
- жалобы геодезической и кадастровой общественности на качество получаемых результатов при использовании МСК.

Вывод: действующая МСК не отвечает современным потребностям, и не соответствует технологическим возможностям современной геодезии.

Предложения

В качестве радикальной меры решения проблемы необходима модернизация местных систем координат, в основу которых будет установлена современная государственная система координат ГСК-2011 либо перспективная государственная система координат. Плоские координаты в проекции Гаусса-Крюгера, разграфку, трехградусные зоны с прежним положением осевых меридианов, линейные сдвиги МСК можно оставить прежними либо по возможности приблизить к старым положениям пространственных данных МСК. Эллипсоид Крассовского следует заменить на эллипсоид ГСК-2011. Ключи перехода от ГСК в модернизированную МСК целесообразно исключить из «Развернутого перечня сведений...» в связи с тем, что любой студент с геокалькулятором сможет осуществить локализацию координат из открытых источников на любую территорию субъектов РФ. В крайнем случае следует использовать ITRF, что сейчас отчасти и происходит, а это «не наш метод».

Литература

1. ГКИНП (ГНТА)-06-278-04. Руководство пользователя по выполнению работ в системе координат 1995 года (СК-95). Утверждено приказом Федеральной службы геодезии и картографии России от 1 марта 2004 г. № 29-пр. / Н. А. Бовшин, Б. В. Бровар, Г. В. Демьянов, В. И. Зубинский, А. Н. Майоров, Н. В. Майорова. – Москва. – ЦНИИГАиК, 2004. – 89 с.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2016 г. № 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы»

3. Приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 5 марта 2024 г. № П/0051/24 «Об утверждении Требований к размещению на территории Российской Федерации геодезических пунктов государственной геодезической сети, нивелирных пунктов государственной нивелирной сети и гравиметрических пунктов государственной гравиметрической сети»

Минимизация искажений на топографических картах в проекции Гаусса-Крюгера

Подшивалов В.П., Вырвинская О.В., Мкртычян В.В.

Белорусский национальный технический университет (БНТУ), Минск, Республика Беларусь

Введение

Топографические карты, охватывающие масштабы от 1:1 000 000 до 1:10 000, являются неотъемлемым инструментом для решения широкого спектра задач, включая навигацию, планирование, управление ресурсами и научные исследования. В большинстве регионов мира карты создаются в проекции Гаусса-Крюгера, которая, несмотря на свою равноугольность, неизбежно вносит искажения в отображение реальной поверхности Земли. Понимание характера и величины этих искажений является критически важным для правильной интерпретации картографической информации и принятия обоснованных решений на ее основе. В связи с этим, возникает необходимость в детальном анализе распределения искажений на топографических картах указанных масштабов в проекции Гаусса-Крюгера.

Создание и поддержание надежной и точной координатной основы является критически важным элементом инфраструктуры пространственных данных любой страны, включая Республику Беларусь. Ключевым этапом этого процесса является создание координатной основы, обеспечивающей привязку всех измеряемых точек местности к определенной системе координат и высот. Качество и точность координатной основы напрямую влияют на достоверность и пригодность полученных топографических планов и карт для дальнейшего использования.

В условиях Республики Беларусь, с ее географическими характеристиками, нормативно-правовой базой и технологическим развитием, формирование и использование координатной основы требует применения специализированных технологий и методологий.

Особенности и недостатки традиционной разграфки в проекции Гаусса-Крюгера.

- Непрерывное изменение частного масштаба длин: при переходе между листами, особенно на значительном удалении от осевого меридиана, масштаб непрерывно меняется. Хотя проекция равноугольна, масштаб не постоянен в пределах зоны или листа, что требует учёта при точных измерениях, пересекающих границы листов.

- Искажение формы трапеций: на плоскости карты меридианы и параллели (кроме осевого меридиана) изображаются кривыми. Это приводит к тому, что прямоугольные на эллипсоиде географические трапеции приобретают на карте криволинейные границы, искажая их форму.

- Сложность восприятия искажений пользователем: на отдельном крупномасштабном листе искажения могут быть неочевидны. Однако при объединении нескольких листов или выполнении высокоточных работ на больших территориях неравномерность искажений становится критически важной.

Современные подходы к разграфке в цифровой картографии.

В условиях развития цифровой картографии и ГИС традиционные принципы разграфки сохраняют актуальность, но появляются и новые подходы:

- Автоматизированная генерация листов: современные ГИС позволяют автоматически генерировать листы карты по заданным параметрам разграфки, что повышает скорость и точность процесса.

- Динамическая разграфка и тайловые системы: в веб-картографии и мобильных приложениях используются тайловые системы (растровые или векторные фрагменты), которые представляют собой динамическое деление территории. Несмотря на это,

подлежащие данные все равно привязаны к определённой проекции с присущими ей искажениями.

•Проектно-ориентированная разграфка: для специфических проектов возможно создание пользовательской разграфки, не привязанной к стандартным сериям, но оптимизированной под конкретные задачи и территорию для минимизации искажений.

Теоретические основы линейных искажений в цилиндрических проекциях

В картографических проекциях линейные искажения, обусловленные изменением частного масштаба длин, существенно более значимы по сравнению с искажениями, обусловленными кривизной изображения геодезической линии. Эти искажения количественно характеризуются частным масштабом (m), который в каждой точке проекции отражает отношение бесконечно малого отрезка на карте к соответствующему ему отрезку на поверхности эллипсоида.

Линии, соединяющие точки с постоянным значением частного масштаба длин (или равных линейных искажений), в теории отображения поверхностей называют изоколами. В цилиндрических проекциях, к которым относится и проекция Гаусса-Крюгера, изоколы симметрично расположены относительно изображения осевого меридиана.

В проекции Гаусса-Крюгера частный масштаб по меридианам и параллелям выражается функциями географических координат. На осевом меридиане (где долгота равна долготе осевого меридиана) искажения масштаба отсутствуют, а по мере удаления от него к краям зоны искажения нарастают. Традиционно, на осевом меридиане частный масштаб принимается равным единице ($m_0=1$), что приводит к увеличению масштаба к границам 6-градусной зоны.

Методика выбора оптимального значения масштаба на осевом меридиане

Для управления распределением линейных искажений предлагается метод выбора такого значения частного масштаба на осевом меридиане (m_0), при котором максимальные линейные искажения в пределах всей изображаемой зоны будут наименьшими. Данный подход основан на условии минимизации абсолютных отклонений частного масштаба от единицы в пределах всей картографируемой территории.

Пусть m_0 – значение частного масштаба на осевом меридиане цилиндрической проекции, а m'_{\max} – максимальное значение частного масштаба на краю изображаемой зоны. Поставим условие, чтобы абсолютное отклонение масштаба от единицы на осевом меридиане было равно абсолютному отклонению на краю изображаемой зоны:

$$1 - m_0 = m'_{\max} - 1 \quad (1)$$

Из этого условия следует, что $m_0 + m'_{\max} = 2$.

Известно, что в проекции Гаусса-Крюгера частный масштаб в любой точке зоны (при заданном m_0 на осевом меридиане) может быть выражен через частный масштаб при $m_0=1$ (обозначим его как m') следующим образом:

$$m = m_0 \cdot m'$$

Тогда максимальное значение масштаба на краю зоны m'_{\max} будет связано с m_0 и максимальным масштабом m'_{\max} (полученным при $m_0=1$ на краю зоны) следующим уравнением:

$$m_{\max} = m_0 \cdot m'_{\max} \quad (2)$$

Подставляя уравнение (2) в условие (1), получаем:

$$1 - m_0 = m_0 \cdot m'_{\max} - 1$$

$$2 = m_0 + m_0 \cdot m'_{\max}$$

$$2 = m_0 (1 + m'_{\max})$$

Отсюда получаем формулу для определения оптимального значения масштаба m_0 , при котором в пределах всей изображаемой зоны масштаб по абсолютному значению будет меньше всего отличаться от единицы:

$$m_0 = 2/(1 + m'_{\max}) \quad (3)$$

где m'_{\max} – максимальное значение частного масштаба на краю изображаемой зоны при условии, что частный масштаб на осевом меридиане равен единице ($m_0 = 1$). В этом случае максимальные для данной зоны линейные искажения будут наименьшими.

Если требуется получить такую проекцию, для которой линейные искажения отсутствуют вдоль какой-либо изоколы, проходящей на некотором расстоянии от осевого меридиана, то достаточно принять значение частного масштаба на осевом меридиане равным:

$$m_0 = 1/(m') \quad (4)$$

где m' – частный масштаб на заданной изоколе при условии $m_0 = 1$ [1, 2].

Используя уравнения (1) и (2), можно целенаправленно моделировать и управлять распределением линейных искажений внутри изображаемой области, исходя из конкретных требований к точности в различных частях карты.

Практическая апробация методики на территории Республики Беларусь

Предложенная методика была апробирована для уменьшения максимальных искажений в пределах карт миллионного и стотысячного масштабов на территории Республики Беларусь.

Географическое положение Республики Беларусь:

- Широтные границы: от $50^{\circ}34'$ (юг) до $56^{\circ}12'$ северной широты (север).
- Долготные границы: от $23^{\circ}11'$ (запад) до $32^{\circ}47'$ восточной долготы (восток).

Данная территория полностью охватывается листом карты масштаба 1:1 000 000 с номенклатурой N-35, который относится к 6-градусной координатной зоне № 5. Центральный меридиан этой зоны имеет $27^{\circ}00'$ восточной долготы.

Традиционно, при $m_0 = 1$ на осевом меридиане, линейные искажения нарастают к краям 6-градусной зоны, достигая максимального значения на краях зоны. Применяя формулу (3) для 6-градусной зоны, мы можем существенно сократить диапазон колебаний частного масштаба.

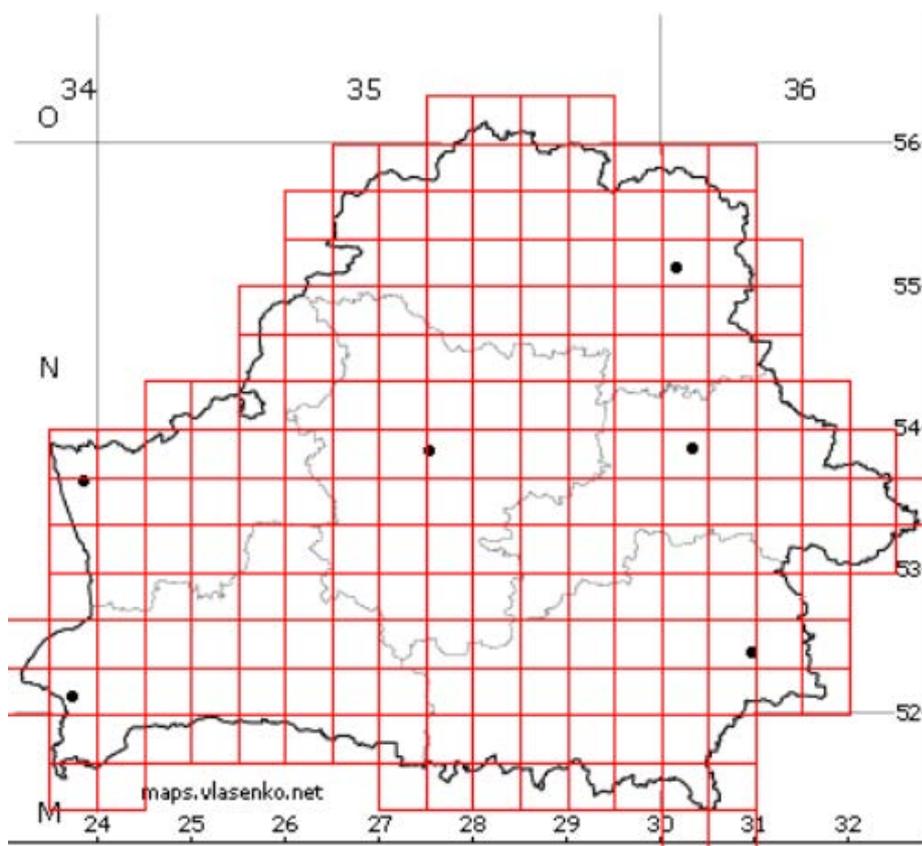


Рис. 1. Разбивка территории на зоны

Пусть m' – максимальное значение частного масштаба на границе 6-градусной зоны при $m_0 = 1$.

Результаты расчетов приведены в табл. 1-3. В колонке «Масштаб, m' » представлены значения частного масштаба в традиционной проекции Гаусса-Крюгера (т.е. при $m_0=1$ на $27^{\circ}00'$, $21^{\circ}00'$ и $33^{\circ}00'$ восточной долготы) на разных долготах (24° - 32°) для каждой широты. В колонке «Масштаб, m_0 » указано оптимальное значение частного масштаба на осевом меридиане, рассчитанное по формуле (3), где m'_{\max} было взято как максимальное значение из соответствующей строки колонки "Масштаб, m' ".

Таблица 1. Значения масштаба в проекции Гаусса-Крюгера для трапеций, расположенных на территории Республики Беларусь

Широта	Долгота			Масштаб, m'	Масштаб, m	Масштаб, m_0
$56^{\circ} 00'$	28°	29°	-	1,000048	1,000024	0,999976
$55^{\circ} 00'$	28°	29°	30°	1,000050	1,000025	0,999975
$54^{\circ} 00'$	$26^{\circ} (28^{\circ})$	$25^{\circ} (29^{\circ})$	30°	1,000053	1,000026	0,999974
$53^{\circ} 00'$	$26^{\circ} (28^{\circ})$	$25^{\circ} (29^{\circ})$	$24^{\circ} (30^{\circ})$	1,000056	1,000028	0,999972
$52^{\circ} 00'$	$26^{\circ} (28^{\circ})$	$25^{\circ} (29^{\circ})$	$24^{\circ} (30^{\circ})$	1,000058	1,000029	0,999971

Таблица 2. Значения масштаба в проекции Гаусса-Крюгера для трапеций с центральным меридианом - 33° в. д.

Широта	Долгота		Масштаб, m'	Масштаб, m	Масштаб, m_0
$55^{\circ} 00'$	30°	31°	1,000050	1,000025	0,999975
$54^{\circ} 00'$	30°	31°	1,000053	1,000026	0,999974
$53^{\circ} 00'$	30°	31°	1,000056	1,000028	0,999972
$52^{\circ} 00'$	30°	-	1,000058	1,000029	0,999971

Таблица 3. Значения масштаба в проекции Гаусса-Крюгера для трапеций с центральным меридианом - 21° в. д.

Широта	Долгота		Масштаб, m'	Масштаб, m	Масштаб, m_0
$53^{\circ} 00'$	24°	-	1,000056	1,000028	0,999972
$52^{\circ} 00'$	24°	23°	1,000058	1,000029	0,999971

Если территорию Республики Беларусь разделить на северную (54 - 56° северной широты) и южную части (52 - 54° северной широты), то видно, что значение частного масштаба в северной части на осевом меридиане варьируется в пределах от 0.999974 до 0.999976, а в южной части – от 0.999972 до 0.999971 для разных широт.

Таким образом, установив на осевом меридиане частный масштаб $m_0 \approx 0.999971$, мы уменьшаем максимальное отклонение масштаба от единицы в пределах всей 6-градусной зоны примерно в два раза по сравнению с традиционным подходом. Это позволяет минимизировать разброс линейных искажений в пределах всей зоны, что актуально для карт масштаба 1:1 000 000.

Выводы

Применение методики выбора оптимального значения масштаба на осевом меридиане (формула (3)) позволяет достичь следующего:

- минимизация максимальных линейных искажений: вместо того чтобы иметь нулевые искажения на осевом меридиане и нарастающие к краям зоны, предлагаемый подход обеспечивает более равномерное распределение искажений по всей площади, снижая их абсолютный максимум. Это особенно важно для обширных территорий, охватывающих значительную часть 6-градусной зоны.

- повышение геометрической точности: более равномерное и контролируемое распределение искажений улучшает общую геометрическую точность карты, делая ее более надежной для измерений по всей площади.

- гибкость настройки: методика позволяет настраивать параметры проекции исходя из конкретных требований к точности в различных частях картографируемой территории, обеспечивая «активное формирование» желаемого распределения искажений.

Действуя таким образом, мы можем управлять не только искажениями, но и формой изоколы. Целенаправленный выбор значения частного масштаба на осевом меридиане является эффективным инструментом управления распределением линейных искажений в геодезических проекциях, позволяющим значительно повысить качество и прикладную ценность топографической продукции.

Литература

1. Подшивалов В. П., Будо А. Ю. Выбор проекции для картографо-геодезического обеспечения строительства линейных сооружений // Наука – образованию, производству, экономике. – Минск. – БНТУ. – 2020. – С. 247-250.

2. Подшивалов В. П. Высшая геодезия: Теоретические основы формирования государственных координатных систем. – Минск. – БНТУ. – 2019. – 174 с.

УДК 528.913

Проблемы и особенности отображения государственной границы на топографических картах **Муха М.В., Бабура Н.П.**

Топографо-геодезическое республиканское унитарное предприятие «Белгеодезия», г. Минск, Беларусь

Территориальная целостность государств обеспечивается государственными границами, установление и изменение которых производится в соответствии с международными договорами. Правовой статус «государственной» граница Республики Беларусь получила в соответствии с постановлением Верховного Совета Республики Беларусь «О придании границе Республики Беларусь с Российской Федерацией, Украиной, Литовской Республикой и Латвийской Республикой правового статуса Государственной границы» [1].

Становление Республики Беларусь самостоятельным государством потребовало установления и определения пространственного положения государственной границы с сопредельными государствами. Развитие данных процессов происходило по международным принципам, когда делимитация предшествует демаркации.

Правовые определения делимитации и демаркации государственной границы установлены в Законе Республики Беларусь «О Государственной границе Республики Беларусь» [2], в котором делимитация рассматривается как определение положения Государственной границы между Республикой Беларусь и сопредельными государствами по картографическим материалам, земельно-кадастровой документации, другим справочным материалам и данным, нанесение ее на топографические карты, а демаркация – это обозначение на местности прохождения Государственной границы между Республикой Беларусь и сопредельными государствами пограничными знаками с составлением демаркационных документов. Таким образом, можно говорить, что делимитация – это картографическое оформление государственной границы, а демаркация – это ее пространственное оформление на местности, в том числе с установкой пограничных знаков. И в каждом случае установления границы результатом работ являются графические документы: делимитационные или демаркационные карты (далее – договорные карты). Договорные карты можно рассматривать как топографические карты специального назначения, масштабы которых устанавливаются согласно ТКП 118-2007

«Порядок выполнения геодезических и картографических работ при гидрографическом обеспечении делимитации и демаркации Государственной границы Республики Беларусь» [3].

При этом стоит отметить, что при рассмотрении государственной границы как линии и проходящей по этой линии вертикальной поверхности, определяющих пределы территории государства (суши, вод, недр, воздушного пространства), на топографических картах обозначается только линия.

В мировой практике установления государственных границ выделяют астрономический, геометрический, орографический и комбинированный способы. Граница Республики Беларусь устанавливалась комбинированным способом, что обусловлено территориальными особенностями, природными и хозяйственными условиями. Комбинированный способ позволяет более гибко подходить к учету естественных ландшафтных объектов, таких как реки, озера, а также использовать точные геометрические линии, где это возможно. Такой подход обеспечивает более логичное и практичное разграничение территорий, что уменьшает вероятность споров и улучшает взаимопонимание между сопредельными государствами.

Отображение государственной границы на топографических картах – сложный, ответственный процесс, который имеет свои особенности, среди которых можно выделить три ключевых показателя, влияющих на объективность ее восприятия.

Юридическая точность. На топографических картах государственные границы показываются в точном соответствии с официальными документами и международными соглашениями, устанавливающими линию их прохождения. Нанесение государственных границ на карты, создаваемые государственным предприятием «Белгеодезия», в обязательном порядке согласовывается с государственным географическим информационным ресурсом «Дежурная справочная карта Республики Беларусь». Дополнительно для правильного отображения звеньев границ используют договорные карты.

Стандарты визуального представления. Линия государственной границы должна четко читаться на всем ее протяжении. С особой тщательностью отрабатываются изображения изгибов и поворотов границ, сохраняется графическая прямолинейность отдельных прямых ее участков. Все резкие повороты границ фиксируются точками условного знака или изгибом звена. При изображении государственных границ вначале наносятся по координатам пограничные знаки (буи), а затем между ними размещаются звенья и точки условного знака границы [4, с. 97]. Географические названия, номера пограничных знаков, пояснительные подписи и численные характеристики должны быть расположены так, чтобы не возникало сомнений, к какому объекту они относятся, при этом не должны закрывать условных знаков объектов, а также пересекать изображение государственной границы.

Масштабность. Условные знаки и линии границ адаптируются к масштабу топографических карт. На топографических картах крупных масштабов граница может быть представлена детально, включая изгибы, повороты и пограничные знаки, тогда как на картах мелких масштабов упрощается отображение вследствие генерализации.

Помимо перечисленных особенностей в отображении государственной границы на топографических картах в практическом смысле картографы сталкиваются с рядом проблем, в основном вызванных изменением местности, прилегающей к государственной границе. Среди них можно выделить как природные, так и антропогенные факторы, усложняющие процесс создания и актуализации картографической продукции. Рассмотрим их более подробно.

Среди природных факторов хотелось бы выделить наиболее характерный для территории Республики Беларусь – гидрографическую изменчивость. Согласно Статье 17 Закона № 419-3 «Государственная граница, проходящая по несудоходной реке, ручью, озеру или иному поверхностному водному объекту, не перемещается как при изменении

очертания их берегов или уровня воды, так и при отклонении русла реки, ручья в ту или иную сторону». Однако климатические условия сказываются на уровне воды, что влечет за собой изменение береговых линий водотоков и водоемов. К тому же на территории Республики Беларусь наиболее распространены реки равнинного типа, с извилистыми руслами, сложенными из легкоразмываемых грунтов. В результате закономерных плановых деформаций речных излучин, возникающих в результате взаимодействия русла с речным потоком (меандрирования) происходит естественное изменение местоположения фарватера и середины водотоков. Это отчетливо прослеживается на крупных пограничных реках, которыми являются Западный Буг, Западная Двина, Неман, Сож, Припять и Днепр.

Вследствие изменения русел рек возникает наиболее распространенная ошибка в отображении государственной границы, проходящей по середине главного фарватера или по середине реки, – искусственное «подтягивание» линии границы. На рис. 1 красной линией отображена официально установленная и закрепленная на демаркационных документах государственная граница между Республикой Беларусь и Республикой Польша. Фиолетовым штрих пунктиром отображена линия возможного ошибочного «подтягивания» границы в результате изменения русла реки.

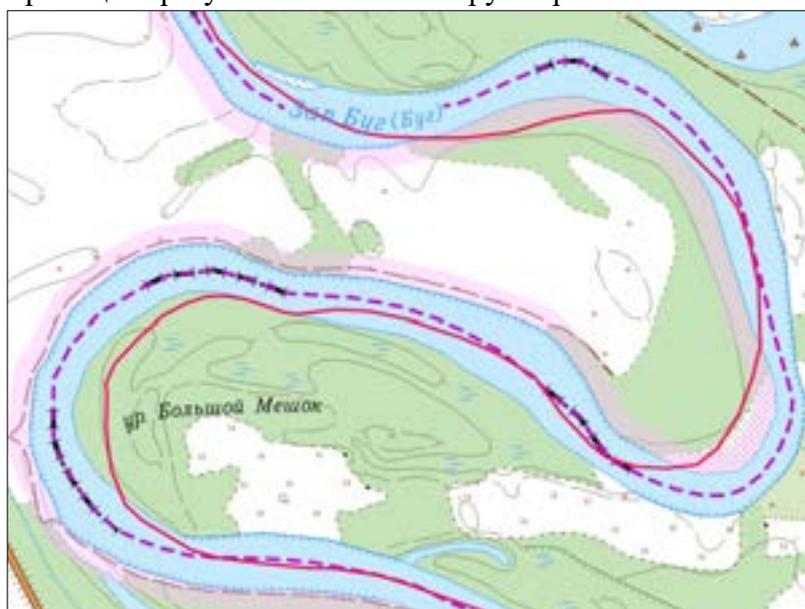


Рис. 1. Естественное изменение участка русла реки Западный Буг

Поэтому при сложившихся условиях картограф не может и не должен самостоятельно изменять положение границы, даже если реальная ситуация на местности значительно отличается от той, что зафиксирована в юридических документах. На практике это приводит к тому, что на современных топографических картах можно наблюдать ситуации, когда линия государственной границы проходит не по середине существующего водотока, а, казалось бы, по суше или высохшему руслу. Такая ситуация, несмотря на визуальную нелогичность, является обоснованной с правовой точки зрения.

Следующая группа факторов – антропогенные. К их числу относят изменения местности в приграничных районах, вызванные строительством плотин, водохранилищ, автодорог, проведением мелиорации, вырубкой лесов и другими процессами. Таким образом, быстрое развитие инфраструктуры в результате человеческой деятельности также может вносить существенные коррективы в восприятие местности и отображение государственной границы на топографических картах. Например, когда лесные массивы служат границами, и их исчезновение усложняет картографирование. Изменения такого рода становятся серьезным вызовом для точности и актуальности отображения территорий.

Пример антропогенного влияния на отображение государственной границы вследствие мелиорации приведен на рис. 2 (а, б, в). На рис. 2а мы можем наблюдать официально установленную и закрепленную на листе-документе состояния местности 1978 года границу между Республикой Беларусь и Российской Федерацией. На рис. 2б представлен фрагмент карты (состояния местности 2024 года), на которой хорошо прослеживается видоизмененный участок русла реки Осинка, подвергшийся мелиорации. Фиолетовым штрих пунктиром показана линия возможного ошибочного «подтягивания» границы в результате канализования русла реки. На рис. 2в совмещены обе линии государственной границы: одна проходит по канализованному участку реки и является ошибочной, другая (красного цвета) – официальная граница.

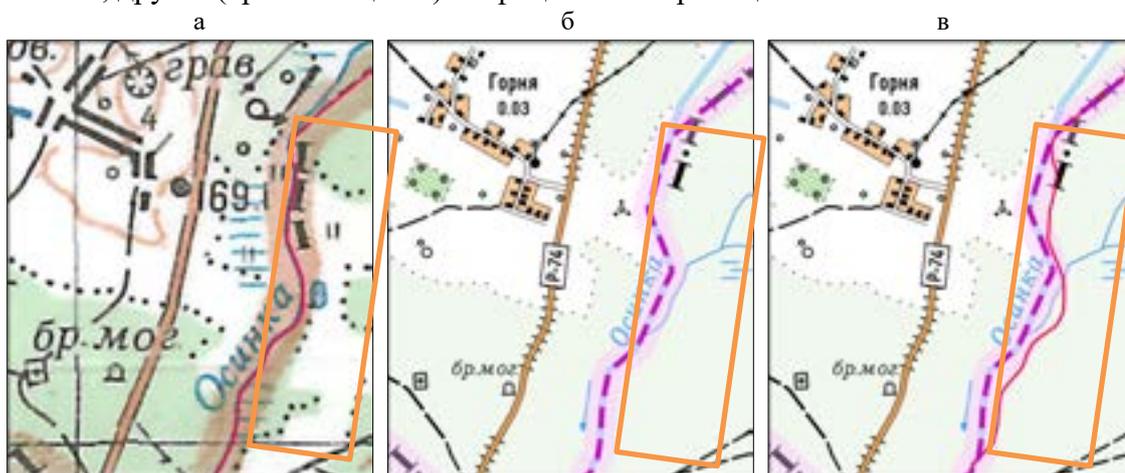


Рис. 2. Фрагменты топографических карт с отображением государственной границы в месте антропогенного вмешательства

В результате мелиорации части реки, по которой проходит государственная граница, возникли изменения на местности, в том числе в конфигурации реки. Соответственно, стал актуален вопрос о правильности отображения границы на топографической карте. Сталкиваясь с такими ситуациями, картограф должен четко осознавать, что официально установленная граница не совпадает с нынешней линией водотока и при отображении линии границы следует сохранить все характерные поворотные точки бывшего русла реки с детализацией, соответствующей масштабу обновляемой топографической карты.

Также существует проблема в отображении государственной границы в результате перехода от одного масштаба карты к другому при генерализации.

При работе с мелкомасштабными картами точное отображение государственной границы становится невозможным из-за значительной степени генерализации, что приводит к упрощению и изменению геометрии линии границы. Особенно очевидны искажения при картографировании территорий с извилистыми руслами рек или горных областей, где граница «змеится» или проходит по сложному рельефу. На рис. 3 представлен фрагмент топографической карты масштаба 1:50 000 с участком государственной границы между Республикой Беларусь и Латвийской Республикой, проходящей по середине реки Пресвята (Вилейка). С использованием цифровых технологий линия государственной границы, взятая из топографической карты масштаба 1:500 000 (красный штрих пунктир), совмещена с руслом указанной реки. В результате можно наблюдать расхождение в отображении линии границы вследствие ее генерализации. Эти изменения показывают, как процесс генерализации неизбежно влияет на точность и пространственное положение границы на картах различного масштаба, подчеркивая необходимость критического анализа подобных данных в картографических исследованиях.

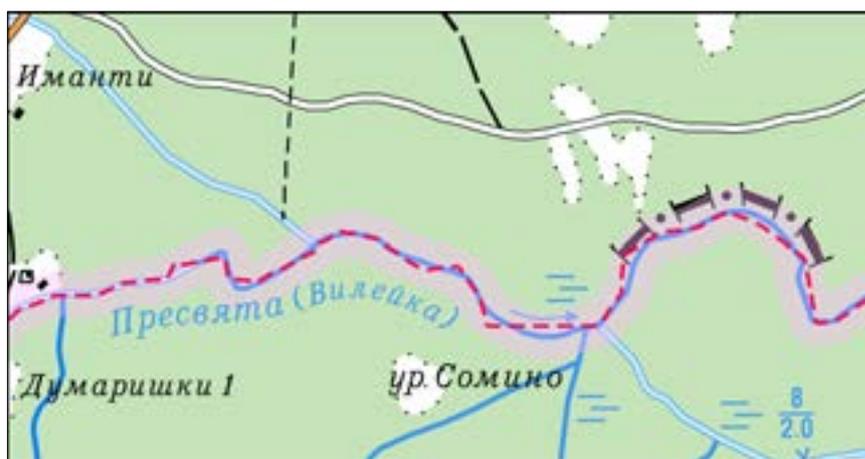


Рис. 3. Изменение конфигурации государственной границы вследствие генерализации

В результате вышеупомянутых особенностей и проблем можно выделить группу типичных ошибок в отображении государственной границы, которые наиболее часто встречаются при создании топографических карт всего масштабного ряда:

1. Искусственное «подтягивание» линии официально установленной границы вследствие естественного изменения русла реки, антропогенного вмешательства или изменения контура растительности;

2. Искажение деталей за счет сглаживания и упрощения условных знаков границ для более удобного отображения на картах с меньшим масштабом. В итоге некоторые участки границы сдвигаются относительно их реального положения;

3. Накопительная ошибка, обусловленная генерализацией при последовательном переходе от одного масштаба к другому. В результате небольшие погрешности суммируются, что приводит к более значительным расхождениям;

4. Необоснованное обобщение изломов границы на криволинейную линию на участках, не имеющих объектов и контуров, определяющих прохождение границы;

5. Ошибки оцифровки границы, возникающие в процессе переноса границы с бумажных карт в цифровую форму, что может привести к смещениям контуров;

6. Некорректный переход условного знака «граница» с водных объектов на сушу и обратно.

Перечисленные особенности и проблемы усложняют работу картографов. Так как учет множества факторов, которые влияют на отображение объектов топографических карт, отражается на их актуальности и точности. Что в свою очередь требует от специалистов особенно тщательного подхода при создании и обновлении картографических материалов, для минимизации рисков искажения государственной границы.

Таким образом, отображение государственной границы – это не только техническая, но и юридически регламентированная задача. Картограф должен действовать исключительно в рамках официальных источников и документов, избегая любых интерпретаций и обобщений, которые могут исказить юридическую суть вопроса. Отображая государственную границу, необходимо учитывать не только современные географические данные, но и политико-правовую реальность, обеспечивая корректное, точное и дипломатически выверенное картографическое представление линии государственной границы.

Литература

1. Постановление Верховного Совета Республики Беларусь от 11 июня 1993 г. № 2379-ХІІ «О придании границе Республики Беларусь с Российской Федерацией, Украиной, Литовской Республикой и Латвийской Республикой правового статуса

Государственной границы» // Ведомасці Вярхоўнага Савета Рэспублікі Беларусь. 1993. № 21. арт. 264.

2. Закон Республики Беларусь от 21 июля 2008 г. № 419-3 «О Государственной границе Республики Беларусь».

3. ТКП 118-2007 (03150). Порядок выполнения геодезических и картографических работ при гидрографическом обеспечении делимитации и демаркации Государственной границы Республики Беларусь.

4. ГКНП 05-015-2018. Условные знаки для топографических карт масштабов 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000. Издание официальное. Минск. Топографо-геодезическое унитарное республиканское предприятие «Белгеодезия», 2019.

5. ТКП 032-2006 (04030). Порядок выполнения геодезических и картографических работ при проведении проверки прохождения государственной границы Республики Беларусь.

УДК 528.01/528.06

От аудитории к полю: разработка реалистичных сценариев для геодезических соревнований на примере конкурса ProfSkills в Республике Беларусь **Вырвинская О.В. , Будо А.Ю.**

Белорусский национальный технический университет (БНТУ), г. Минск, Республика Беларусь

Введение

Современное образование требует пересмотра подходов к подготовке специалистов, особенно в технических дисциплинах, таких как геодезия. Актуальность статьи обусловлена необходимостью формирования у выпускников навыков, соответствующих как национальным, так и международным стандартам. С 2017 года Республика Беларусь активно развивает конкурсное движение в рамках компетенции «Геодезия», что стало катализатором для обновления образовательных программ, материально-технической базы вузов и колледжей, а также создания системы объективной оценки навыков студентов.

Присоединение Беларуси к движению WorldSkills International в 2014 году открыло новые возможности для адаптации лучших мировых практик. Однако специфика геодезии, связанная с быстрым развитием новых технологий (например, беспилотные летательные аппараты, лазерное сканирование, спутниковое позиционирование), требует постоянной актуализации конкурсных заданий. Это приводит к необходимости готовить конкурсантов к выполнению реальных производственных задач, таких как инспектирование фасадов, расчет объемов земляных работ или 3D-моделирование, что напрямую влияет на конкурентоспособность будущих специалистов.

Методология разработки конкурсных сценариев

Основная часть конкурсных заданий базируется на опыте кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии» БНТУ, которая выступает методическим центром подготовки участников ProfSkills. Ключевой принцип разработки заданий – их максимальная приближенность к реальным производственным процессам. Например, модуль «Инженерно-геодезические работы в строительстве» включает:

- трансформирование растровых материалов в программном обеспечении (ПО) КРЕДО ТРАНСФОРМ, что отражает этап проектирования;

- разбивочные работы по выносу осей фундамента здания в натуру с использованием электронного тахеометра - навык, востребованный в строительстве;

- расчет объемов земляных работ с использованием результатов измерений тригонометрического нивелирования, что соответствует этапу полевых работ.

Важным аспектом является сочетание полевых и камеральных работ. Так, в задании по лазерному сканированию участники не только собирают данные, но и создают

цифровые модели, анализируя отклонения от проектных параметров. Это формирует системное мышление, необходимое для работы в цифровой среде.

Обучение экспертов и внедрение инноваций

Для обеспечения единых стандартов оценки в 2025 году был проведен тренинг для 10 преподавателей из 6 учреждений образования. В тренинге принимали участие преподаватели УО «Новогрудский государственный колледж технологий и безопасности», УО «Борисовский государственный технический колледж», филиал учреждения образования «Брестский государственный технический университет» Политехнический колледж», УО «Кобринский государственный политехнический колледж», УО «Витебский государственный технический колледж» и УО «Новополоцкий государственный политехнический колледж».

Тренинг проводил главный эксперт республиканского конкурса профессионального мастерства, тренер республиканской команды Вырвинская Оксана Викторовна и старший преподаватель кафедры «Геодезия и аэрокосмические геотехнологии» Белорусского национального технического университета Будо Андрей Юрьевич.

Для участников тренинга была разработана программа, по которой была проведена плодотворная работа. Программа тренинга включала:

- изучение нормативной базы конкурса, включая технику безопасности и критерии оценки;
- практикум по работе с электронными тахеометрами, ГНСС-оборудованием и программным обеспечением (ТИМ КРЕДО, Leica Captivate);
- анализ типичных ошибок участников прошлых лет, таких как некорректное определение положения прибора методом свободной станции или неточности в расчете объемов и оформления картограммы земляных масс.

В первый день участники тренинга разбирали документацию необходимую на конкурсной площадке и рассмотрели задание по инспектированию фасада здания. Данное задание включало полевые работы (съемка фасада здания) и камеральные работы (инспектирование поверхности фасада на предмет выявления проблемных зон, подготовка подробного статистического отчета и выводы по результатам анализа сравнения).

Во второй день эксперты ознакомились с модулем конкурсного задания: «Инженерно-геодезические работы в строительстве», а также с работой в программной системе ТИМ КРЕДО: трансформирование и координатная привязка растровых материалов; нанесение на растровую подложку модели в границах заданного участка; импорт каталога координат опорных пунктов, с которых выполнялась разбивка осей фундамента.

Модуль «Расчет объемов земляных масс» включал обработку результатов тригонометрического нивелирования в программном продукте КРЕДО ТОПОГРАФИЯ, где выполнялся расчет объемов земляных масс и был сформирован чертеж плана в масштабе 1:100.

На третий, завершающий день эксперты рассмотрели конкурсное задание по лазерному сканированию (камеральная обработка результатов наземного лазерного сканирования поверхностей объекта).

Особый интерес вызвал модуль «Геодезические спутниковые технологии», где эксперты освоили методы калибровки параметров локальной системы координат и мультиквадратического распределения погрешностей. Эти техники не всегда изучаются в рамках стандартных учебных программ, что подчеркивает роль ProfSkills в дополнении традиционного образования.

Статистика прошлых лет показывает, что 40% участников допускают ошибки на этапе полевых работ из-за недостатка опыта работы с профессиональным геодезическим оборудованием. Это подтверждает необходимость внедрения в учебный процесс программных симуляторов, таких как «Trimble M3 simulator», «Leica Captivate TS_MS

simulator» с дополнительным приложением «CaptiveAppProvider», «System 1200 TPS PC Simulator».

Система оценки компетенций

Критерии оценки на конкурсе были разделены на две группы.

1. Технические навыки (70% баллов):

- точность измерений (допуск ≤ 5 мм для тахеометрической съемки);
- корректность обработки данных в ПО (например, автоматизация построения карты цветowych отклонений).

2. Надпрофессиональные навыки (30% баллов):

- тайм-менеджмент (выполнение модуля за 4 часа);
- коммуникация в команде и документирование результатов.

Оценка работ участников осуществляется системой информационной поддержки конкурса CIS (Competition Information System). Система оценивания на Соревнованиях профессионального мастерства делится на две категории: объективные и субъективные оценки.

Объективные оценки основаны на измеримых критериях:

- прямая оценка (выполнено/не выполнено);
- шкала баллов с вычетами за отклонения;
- оценка по количеству выполненных элементов.

Субъективные оценки основаны на мнении экспертов и используют шкалу от 0 до 3:

- 0 – работа не соответствует стандартам профессии;
- 1 – работа соответствует стандартам;
- 2 – работа превосходит стандарты;
- 3 – отличная работа, значительно превышающая стандарты.

Оценки выставляются тремя экспертами, и разница между их баллами не должна превышать одного балла. Все критерии оценивания привязаны к современным промышленным стандартам, что обеспечивает объективность и профессионализм в оценке участников.

Преимущества для студентов:

- точка старта для развития профессионального мастерства;
- подготовка к международному конкурсу ProfSkills эквивалентна нескольким семестрам традиционного профессионального образования;
- индивидуальная траектория обучения, обучение у заслуженных профессионалов отрасли;
- развитие «soft skills»;
- формирование гордости за профессию;
- карьерный рост;
- международные связи.

Преимущества для учреждений образования

- укрепление репутации и повышение престижа учреждений образования;
- обновление содержания учебных программ и обучение в соответствии с мировыми стандартами;
- повышение привлекательности специальности для абитуриентов;
- расширение возможностей преподавателей и студентов в получении международного опыта;
- повышение мотивации, профессионального мастерства и сплочение коллектива;
- расширение партнерской сети и социально-экономических связей в стране и за рубежом.

Заключение

Проведение геодезических соревнований по стандартам ProfSkills доказало свою эффективность в подготовке специалистов, готовых к решению комплексных задач – от

полевых измерений до управления ТИМ-моделями. Для дальнейшего развития инициативы необходимо:

Расширить партнерство с предприятиями (например, привлечение компаний-производителей оборудования).

Внедрить VR-тренажеры для отработки критических ситуаций (например, съемка в сложных погодных условиях).

Разработать междисциплинарные задания совместно с компетенциями «Технологии проектирования зданий (BIM)» и «Мобильная робототехника».

Опыт Беларуси может стать моделью для других стран СНГ, стремящихся модернизировать систему геодезического образования через интеграцию конкурсных практик.

УДК 528.4: 004.9

**Создание и обновление топографических карт крупного масштаба на примере Дальневосточного федерального округа (ДФО)
Малюженко А.А., Мазуров С.Ф., Сеницына А.Л.**

Филиал ППК «Роскадастр» «Восточно-Сибирское АГП», г. Иркутск, Россия

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), г. Москва, Россия

В условиях активного развития инфраструктурных проектов в Дальневосточном федеральном округе (далее ДФО), таких как система магистральных газопроводов «Сила Сибири-2», Тихоокеанская железная дорога (ТЖД) и другие перспективные инициативы в рамках Национальной программы социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 года и на перспективу до 2035 года, особую актуальность приобретает вопрос обеспечения качественной картографической основой. Особенно востребованы топографические карты крупных масштабов (1:10 000 - 1:200 000), которые становятся ключевым инструментом для принятия управленческих решений на различных уровнях по эффективному развитию территорий.

Цель исследования - анализ современных технологий и практик создания/обновления топографических карт для ДФО с учетом региональной специфики.

Задачи исследования:

1. Проанализировать региональные особенности ДФО, влияющие на картографирование;
2. Изучить современные методы и технологии создания и обновления топографических карт крупного масштаба (1:10 000 – 1:200 000);
3. Оценить эффективность различных технологий для ДФО на примере реализованных проектов.
4. Разработать рекомендации по оптимизации процессов создания и обновления карт;
5. Предложить систему мониторинга для поддержания актуальности картографических данных с учетом инфраструктурного развития ДФО.

На базе опыта филиала ППК «Роскадастр» «Восточно-Сибирское АГП» были проанализированы региональные особенности Дальневосточного федерального округа, влияющие на картографирование. Были выявлены шесть ключевых и создана Таблица 1 «Основные региональные особенности Дальневосточного федерального округа, влияющие на картографирование». В табл. 1 региональные особенности выделены по категориям, охарактеризованы, указано влияние на картографирование и предложены рекомендуемые технологии.

Таблица 1 «Основные региональные особенности Дальневосточного федерального округа, влияющие на картографирование»

№ п/п	Категория особенностей	Характеристики	Влияние на картографирование	Рекомендуемые технологии
1.	Геоморфологические	<ul style="list-style-type: none"> Горные системы (Сихотэ-Алинь, Колымское нагорье) Вулканическая активность Заболоченные территории 	<ul style="list-style-type: none"> Искажение масштаба на крутых склонах Необходимость частого обновления данных Сложность наземных измерений 	<ul style="list-style-type: none"> Лидарная съемка Радарная интерферометрия Высокоточная ЦМР
2.	Климатические	<ul style="list-style-type: none"> Экстремальные температуры (-50°С...+35°С) Длительный снежный покров Частые туманы 	<ul style="list-style-type: none"> Ограниченные сроки полевых работ Помехи для аэрофотосъемки Деформация геодезического оборудования 	<ul style="list-style-type: none"> Всесезонные БПЛА Спутниковая съемка в ИК-диапазоне Морозоустойчивые датчики
3.	Гидрографические	<ul style="list-style-type: none"> Динамичные речные русла Приливные явления Таяние мерзлоты 	<ul style="list-style-type: none"> Частое обновление гидрографии Изменение береговой линии Деформация опорных пунктов 	<ul style="list-style-type: none"> Многозональная съемка Гидролокационное картографирование Мониторинг в реальном времени
4.	Ландшафтные	<ul style="list-style-type: none"> Плотный лесной покров Частые лесные пожары Криогенные процессы 	<ul style="list-style-type: none"> Препятствия для наземной съемки Быстрые изменения ландшафта Нестабильность рельефа 	<ul style="list-style-type: none"> Проникающий лидар Автоматическое дешифрирование Нейросетевой анализ изменений
5.	Инфраструктурные	<ul style="list-style-type: none"> Низкая плотность дорог Удаленность от центров Дефицит энергии 	<ul style="list-style-type: none"> Сложность логистики Ограниченное время работы оборудования Высокая стоимость работ 	<ul style="list-style-type: none"> Автономные БПЛА-комплексы Мобильные ГИС-станции Спутниковая связь
6.	Правовые	<ul style="list-style-type: none"> Приграничные территории Режимные объекты Ограничения на съемку 	<ul style="list-style-type: none"> Специальные разрешения Ограниченный доступ к данным Цензура информации 	<ul style="list-style-type: none"> Специализированное ПО Криптозащита данных Работа с открытыми источниками

Анализируя таблицу 1, можно говорить о том, что региональные особенности Дальневосточного федерального округа, влияющие на картографирование, приводят к необходимости:

- разработки специальных методик картографирования;
- применения комбинированных технологий съемки;
- учета сезонных факторов при планировании работ;
- создания адаптированных систем классификации объектов;
- разработки специализированных нормативов для региона.

Наиболее перспективные технологические решения для ДФО включают:

- комбинацию спутниковой и БПЛА-съемки;
- лидарное сканирование сквозь лесной покров;
- автоматизированные системы дешифрирования;
- мобильные комплексы полевого обследования;
- системы оперативного мониторинга изменений.

Начиная с 2021 года филиал ППК «Роскадастр» «Восточно-Сибирское АГП» выполняет работы по созданию(обновлению) государственных топографических карт открытого пользования масштабов 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, а также цифровых планов городов открытого пользования масштаба 1:10 000 в системе координат ГСК-2011 для включения в состав единой электронной картографической основы.

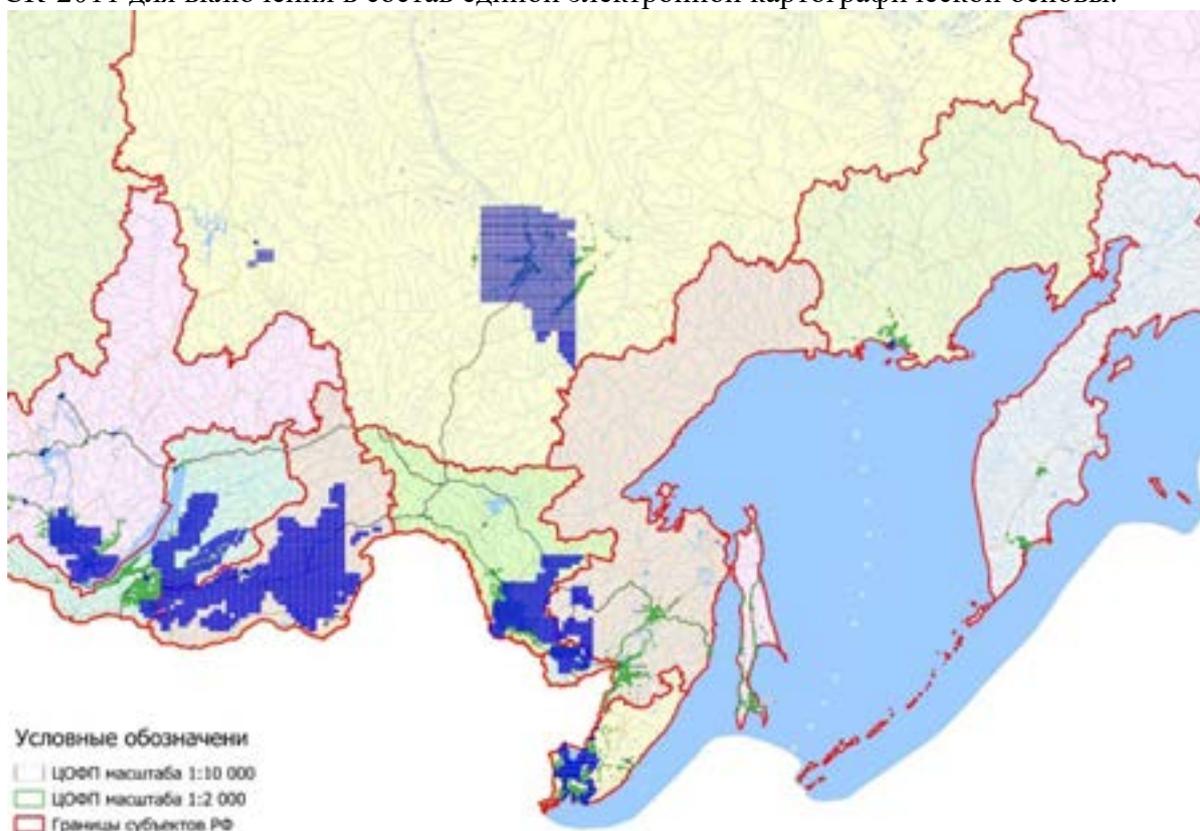


Рис. 1. Аэрофотосъемочные работы, выполненные ППК «Роскадастр» в период с 2019 по 2024 год

Топографические карты создаются (обновляются) в отечественном программном обеспечении ГИС-Панорама в базовом обменном формате представления данных - *.sxf. В качестве исходного картографического материала для выполнения работ используются:

- цифровые ортофотопланы (далее – ЦОФП) масштабов 1:2 000 для создания (обновления) планов городов масштаба 1:10 000 и ЦОФП масштаба 1:10 000 для топографических карт масштаба 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000 изготовленные по материалам аэрофотосъемки выполненной ППК «Роскадастр» в период с 2019 по 2024 года (рис. 1);

- материалы и данные Государственного фонда пространственных данных (ГФПД) и сведения Единой электронной картографической основы (ЕЭКО);

- в труднодоступных районах Дальневосточного федерального, так же используются материалы дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) получаемые с отечественного спутника Ресурс –П5 с разрешением 0,7 метра.

Создание (обновление) топографических карт включает следующие виды работ (рис. 2):

- подготовительные работы;
- полевые работы по дешифрированию;
- фотограмметрические работы;
- картографические работы по созданию (обновлению) топографических карт.

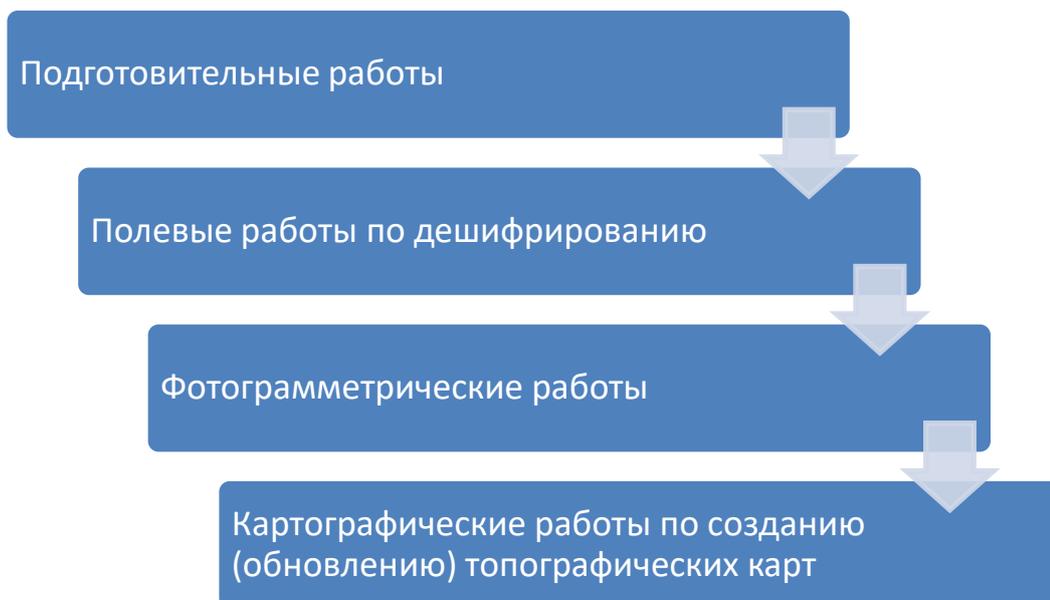


Рис. 2. Виды работ по созданию (обновлению) топографических карт

На рис. 3 представлен фрагмент топографического плана, созданного в программном обеспечении ГИС-Панорама.

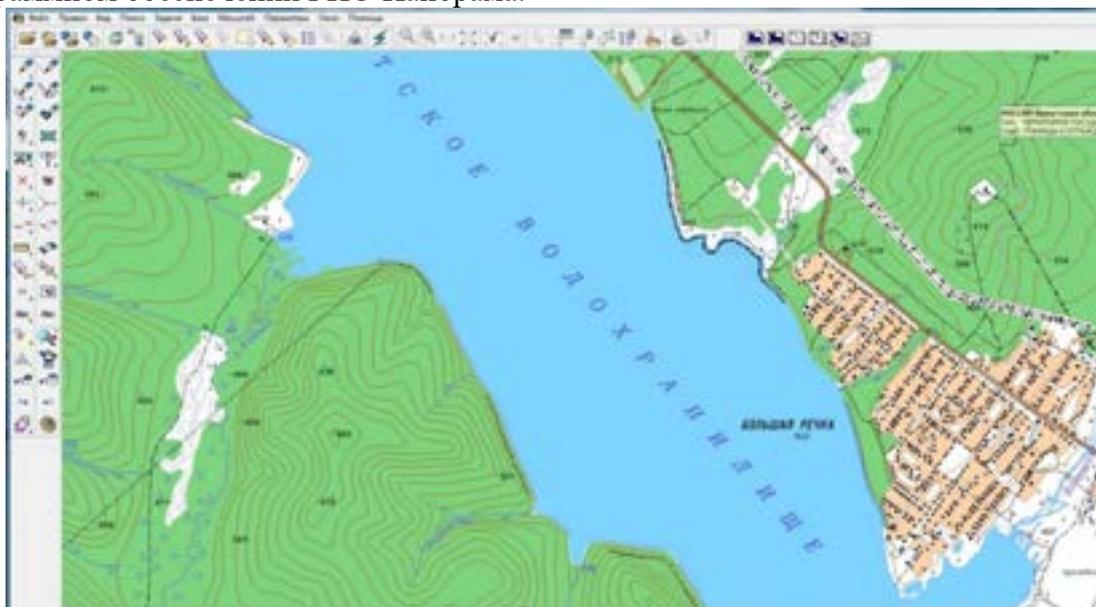


Рис. 3. Фрагмент топографической карты масштаба 1:25 000

На сегодняшний день филиал в работе по созданию (обновлению) топографических карт тестирует применение возможностей технологии искусственного интеллекта для автоматического обновления контуров здания на основе комплекса "Panorama Vision". Результаты работы комплекса представлены на рис. 4.

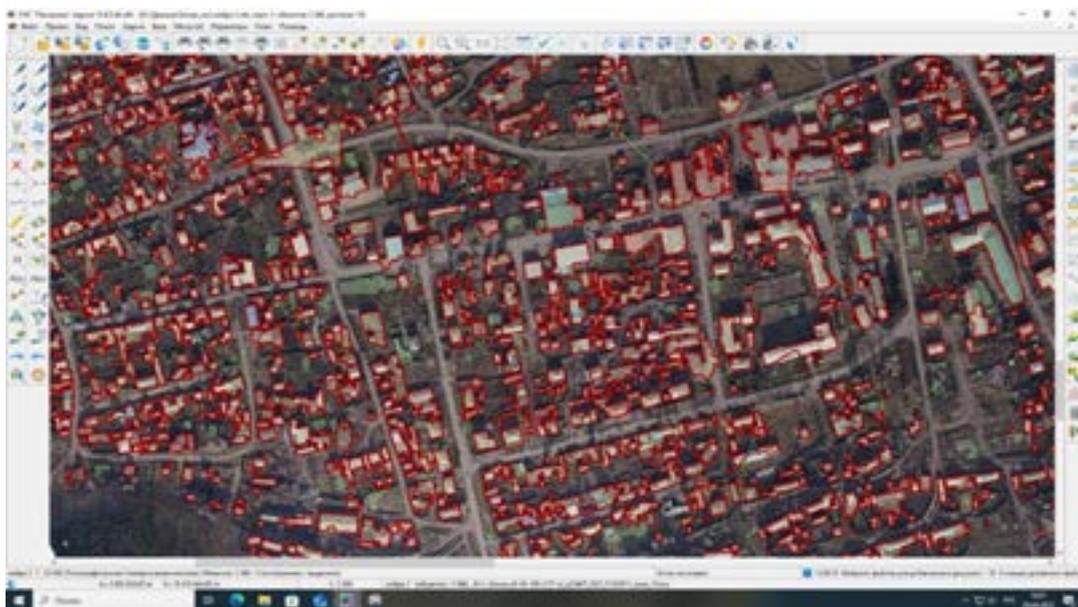


Рис. 4. Результат работы комплекса «Panorama Vision»

На основе тестирования данного комплекса и получения векторного слоя по ЦОФП масштаба 1:2 000 было выявлено, что для создания топографической карты на данном этапе требуется работа картографа.

По итогам исследований авторами были разработаны стратегические рекомендации по оптимизации процессов по созданию(обновлению) государственных топографических карт открытого использования масштабов 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000 (табл. 2).

Таблица 2. Рекомендации по оптимизации процессов по созданию (обновлению) государственных топографических карт открытого использования масштабов 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000

№	Рекомендация	Технологии/Методы	Ожидаемый эффект	Пример реализации
1	Внедрение комбинированных методов сбора данных	<ul style="list-style-type: none"> Спутниковая съемка БПЛА с лидарами Мобильные ГИС-комплексы 	<p>Сокращение сроков работ на 30-40%</p> <p>Повышение детализации данных</p>	Применение БПЛА для съемки трассы "Сила Сибири-2"
2	Автоматизация обработки данных	<ul style="list-style-type: none"> ИИ-алгоритмы дешифрирования Облачные ГИС-платформы (ArcGIS Online) Цифровые двойники территорий 	<p>Снижение затрат на обработку на 25%</p> <p>Ускорение обновления карт</p>	Пилотный проект в Приморье по автоматическому распознаванию объектов
3	Приоритетное картографирование инфраструктурных зон	<ul style="list-style-type: none"> Создание "карт-приоритетов" Дифференцированный график обновления (1-2 года для критических зон) 	Оперативное обеспечение стратегических проектов актуальными данными	Картографическое сопровождение ТОР "Надеждинская"
4	Развитие региональных центров компетенций	<ul style="list-style-type: none"> Создание центров обработки в Хабаровске/Владивостоке Образовательные программы по ДЗЗ и ГИС 	<p>Снижение зависимости от центральных подрядчиков</p> <p>Повышение качества местных кадров</p>	Совместные программы с ДВФУ и СВФУ

5	Внедрение системы мониторинга изменений	<ul style="list-style-type: none"> • IoT-датчики для мерзлоты • Краудсорсинговые платформы • Интеграция с OpenStreetMap 	Своевременное выявление изменений Повышение точности данных	Датчики вдоль Тихоокеанской железной дороги
---	---	--	--	---

Реализация указанных выше рекомендаций позволит повысить обеспеченность стратегических объектов актуальными картами до 90%, снизить стоимость обновления на 10-15%. Считаем, что важными аспектами в процессе реализации данных рекомендаций будут развитие партнерства с вузами ДФО и России и поддержка через госпрограмму «Развитие Дальнего Востока».

В заключении хотелось бы упомянуть о важности системы мониторинга для поддержания актуальности картографических данных ДФО. Во-первых, система мониторинга должна быть многоуровневой, во-вторых, использовать современные цифровые технологии, и, в-третьих, особенно важно осуществлять мониторинг для ключевых инфраструктурных объектов территории.

Предложения по многоуровневой архитектуре системы мониторинга представлены в табл. 3.

Таблица 3. Многоуровневая архитектура системы мониторинга

№	Уровень	Компоненты	Функционал
1.	Космический	Спутники (Sentinel-2, Ресурс-П, WorldView-3)	Регулярная съемка (раз в 3–7 дней), обнаружение масштабных изменений (вырубки, стройки)
2.	Воздушный	БПЛА с лидарами и мультиспектральными камерами	Детальная съемка критических зон (стройплощадки, трубопроводы) – раз в 1–3 месяца
3.	Наземный	<ul style="list-style-type: none"> • IoT-датчики (деформации, мерзлота) • Мобильные ГИС-комплексы 	Точечный мониторинг инфраструктуры в реальном времени
4.	Краудсорсинговый	Мобильное приложение для населения и подрядчиков (фиксация изменений)	Оперативное обновление данных по дорогам, стройкам, ЧС

Представляется желательным применение следующих ключевых технологий системы мониторинга:

Автоматический анализ изменений. ИИ-алгоритмы сравнения одновременных снимков (выявление новых объектов, деформаций). Пример: система «Роснефть-Мониторинг» для трубопроводов.

Цифровые двойники территорий. 3D-модели с динамическим обновлением (например, для порта «Восточный»).

Блокчейн-реестр изменений. Фиксация всех правок в картографических данных (аудит и защита от фальсификаций).

Для инфраструктурных проектов можно рекомендовать системы мониторинга с характеристиками, представленными в табл. 4.

Таблица 4. Рекомендуемые системы мониторинга для инфраструктурных объектов

№	Объект	Методы мониторинга	Частота обновления
1.	«Сила Сибири-2»	<ul style="list-style-type: none"> • Спутниковая съемка + БПЛА-лидар • Датчики деформации на опорах 	1 раз в 2 недели
2.	Тихоокеанская ЖД	<ul style="list-style-type: none"> • Аэрофотосъемка опасных участков (оползни) • Краудсорсинг (приложение для машинистов) 	1 раз в месяц
3.	Порты ДФО	<ul style="list-style-type: none"> • БПЛА для картографии дна • IoT-датчики крена кранов 	1 раз в квартал

В качестве организационных механизмов системы мониторинга можно рекомендовать:

Центр обработки данных во Владивостоке: консолидация информации от всех источников, интеграция с ЕГИС ОКС (Единая ГИС стройиндустрии).

Регламент обновления: критические объекты (стройки, ЛЭП) – обновление каждые 2 недели, остальные территории – 1 раз в год.

Публичный геопортал: открытый доступ к актуальным картам для бизнеса и органов власти.

Экономический эффект от предложенных мероприятий (на базе опыта филиала ППК «Роскадастр» «Восточно-Сибирское АГП») по предварительным оценкам: Сокращение затрат на полевые работы на 40% за счет приоритета дистанционных методов, уменьшение числа аварий на инфраструктуре на 15–20% благодаря своевременному выявлению рисков.

Литература

1. Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

2. Постановление Правительства от 15 апреля 2014 года №308. Действующая редакция госпрограммы «Социально-экономическое развитие Дальневосточного федерального округа».

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.08.2023 № 1384 «О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Национальная система пространственных данных».

4. ГОСТ Р 58928-2020 «Топографические карты. Требования к точности»

УДК 004.9

Вопросы создания сведений Единой электронной картографической основы Христова О.В.

ППК «Роскадастр», г. Москва, Россия

Публичная правовая компания «Роскадастр» (ППК Роскадастр) осуществляет полномочия оператора государственной информационной системы Единой электронной картографической основы (ГИС ЕЭКО), предусмотренные положениями статьи 20 Федерального закона «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» [1].

Единая электронная картографическая основа (ЕЭКО) является систематизированной совокупностью пространственных данных о всей территории Российской Федерации в виде цифровых топографических карт и планов, цифровых ортофотопланов широкого масштабного ряда, не содержащих сведений, составляющих государственную тайну.

ЕЭКО используется как:

- картографическая основа для отображения тематической информации;
- базовая геопривязанная информация для решения прикладных и расчетных задач.

ЕЭКО – является единственной отечественной юридически значимой картографической основой, предусмотренной законодательством.

Основные функции ГИС ЕЭКО:

- создание, обновление, хранение, обработка сведений ЕЭКО;
- предоставление сведений ЕЭКО органам государственной власти и органам местного самоуправления, физическим, юридическим лицам;
- мониторинг актуальности сведений ЕЭКО.

Сведения ЕЭКО представляются в государственных системах координат, в местных системах координат, используемых при ведении Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН), а также для использования в качестве обзорного (справочного) материала в международных системах координат [2], в виде:

- наборов данных следующих форматов: для векторных геоданных – sxf, mif/mid, share, geojson, для растровых геоданных – geotiff, rsw.

- картографических веб-сервисов по протоколам TMS, WMTS, WMS, WFS.

Состав единой электронной картографической основы.

Требования к составу сведений ЕЭКО и периодичности их обновления установлены Приказом Росреестра «Об утверждении требований к составу сведений единой электронной картографической основы и требований к периодичности их обновления» [2].

Покрытие территории Российской Федерации сведениями ЕЭКО обеспечивается:

- общегеографической картой масштаба 1:2 500 000;
- цифровыми топографическими картами (ЦТК), цифровыми планами городов (ЦПГ), цифровыми топографическими планами (ЦТП) открытого пользования масштабов 1:1 000 000 - 1:2 000;

- цифровыми ортофотопланами (ЦОФП) масштабов 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000, 1:2 000 и крупнее.

В 2022 году обеспеченность ЕЭКО составляла – 51%, в 2023 – 63%, в 2024 – 71,4%, в 2025 – 78,6%, в 2026 году составит 89% и в 2027 – 100%.

Процент обеспеченности сведениями ЕЭКО на территорию Нижегородской области по состоянию на 01.04.2025 составляет 83,6%.

Технология создания государственной картографической основы включает в себя проведение следующих работ:

- планирование районов работ картографирования на федеральном и региональном уровне;

- проведение аэрофотосъемки или закупка космической съемки на запланированные районы работ;

- проведение камеральной обработки, выполнение фотограмметрических работ;

- создание цифровых ортофотопланов, цифровых топографических карт и планов

- помещение созданных картографических материалов в Государственный фонд пространственных данных.

В настоящее время в Российской Федерации сформирована распределенная система фондов пространственных данных - государственный фонд пространственных данных (далее - ГФПД), который включает в себя:

- федеральный фонд пространственных данных (ФФПД);

- региональные фонды пространственных данных субъектов Российской Федерации (РФПД);

- ведомственные фонды;

- фонд пространственных данных обороны.

Центральным звеном является федеральный фонд пространственных данных – ФФПД. Это уровень картографического обеспечения анализа, учёта, планирования развития, проектирования в большом территориальном охвате – на всю страну.

Для реализации региональных и местных проектов требуется более подробная картографическая основа, хранящаяся в РФПД и создаваемая с участием региональных бюджетов.

Ведомственные фонды - это фонды, которые включают пространственные данные и материалы, полученные в результате геодезических и картографических работ, организованных федеральными органами исполнительной власти. (например, фонд данных государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, фонд Рослесхоза, ведомственный фонд пространственных данных МЧС России и др.),

Картографические материалы из ФФПД и РФПД составляют основной объём для создания сведений ЕЭКО.

Создание сведений ЕЭКО из данных ФФПД.

Для выполнения работ по созданию и обновлению сведений ЕЭКО используется цифровая картографическая продукция открытого пользования наиболее позднего года состояния местности, помещенная в ФФПД или РФПД по результатам выполнения государственных контрактов.

Перед помещением цифровой картографической продукции в ФФПД проводится проверка материалов и выдаётся заключение о подтверждении достоверности пространственных данных и материалов, полученных в результате выполнения картографических работ.

Большая часть материалов, помещенных в ФФПД и предназначенных для создания сведений ЕЭКО, созданы филиалами ППК «Роскадастр» в виде определенного комплекта данных, который предоставляется из информационной системы ФФПД (ИС ФФПД).

Исходные данные в векторной форме представления ЦТК, ЦТП, ЦПГ и цифровая общегеографическая карта) предоставляются из ИС ФФПД в виде следующего набора файлов:

- файлы формата SXF (с классификаторами в формате RSC);
- файлы метаданных в формате XML.

Исходные данные в растровой форме представления (ЦОФП) предоставляются в виде следующего набора файлов:

- файлы в форматах GeoTIFF, RSW;
- файлы геопривязки в форматах TFW/TAB/PRJ;
- файлы метаданных в формате XML.

Цифровая картографическая продукция, предназначенная для создания ЕЭКО, предоставляется в государственных и местных системах координат.

Требуется провести систематизацию данных по отдельным директориям, сформировать рабочие каталоги, преобразовать файлы метаданных под структуру хранилища сведений ЕЭКО и запустить пакетный процесс загрузки данных в ГИС ЕЭКО.

Создание сведений ЕЭКО из данных РФПД.

Наиболее сложные виды работ при создании сведений ЕЭКО – это обработка данных в виде ЦОФП, ЦТК и ЦПГ на основе картографических материалов, полученных из РФПД субъектов Российской Федерации.

Данные из РФПД поступают в «ППК Роскадастр» в основном в виде набора не систематизированных файлов, в различных форматах (например, GEOTIFF, TIFF, RSW, JPEG, PNG, ECW и другие), в местных системах координат, а иногда даже в условных.

Помимо этого, изображения могут быть с разными каналами (3-х каналные RGB, 4-х каналные с Alpha каналом). Сведения о количестве каналов изображения необходимы в дальнейшем при их обработке и загрузке в хранилище данных ЕЭКО.

В первую очередь проводится анализ полученных картографических материалов. Во время анализа исходных материалов производится отбор некачественных данных. Под категорию некачественных данных попадают:

- съемка в зимний период, в половодье;
- деформация изображения с потерей ортогональности зданий;
- некорректная сшивка фрагментов снимков с искажением контуров объектов, большие углы наклона снимков;
- некорректная сшивка фрагментов снимков по зданию с потерей (размытием) контуров объекта;
- деформация изображения (смаз) с искажением контуров элементов местности;
- затемненные ЦОФП;
- ошибки в геопривязке ЦОФП (рис.1).

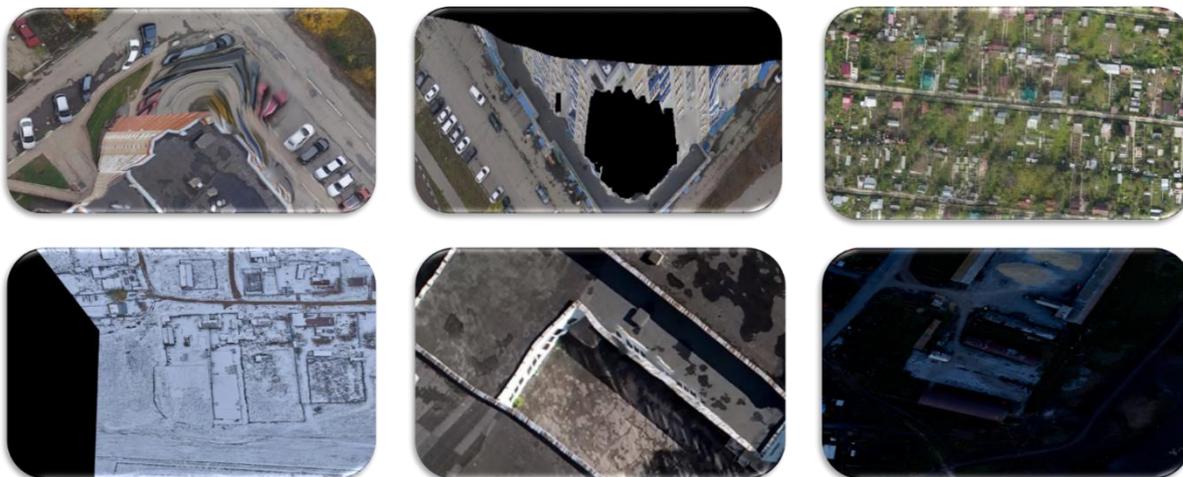


Рис.1. Виды некачественной картографической продукции в виде ЦОФП.

После отсеивания некачественных материалов изучаются схемы набора данных переданных ЦОФП. Если схемы не были предоставлены, то необходимо построить мозаику изображений.

Для создания сведений ЕЭКО требуется привести все полученные файлы к единому стандарту, чтобы имена файлов и нарезка соответствовала разграфке Государственной системы координат (далее - ГСК).

Исходные ЦОФП бывают созданы не по границе населенных пунктов, или имеют зубчатую структуру на краях (рис.2). В таких случаях требуется создать корректный контур населенного пункта с буфером от границ населенного пункта.

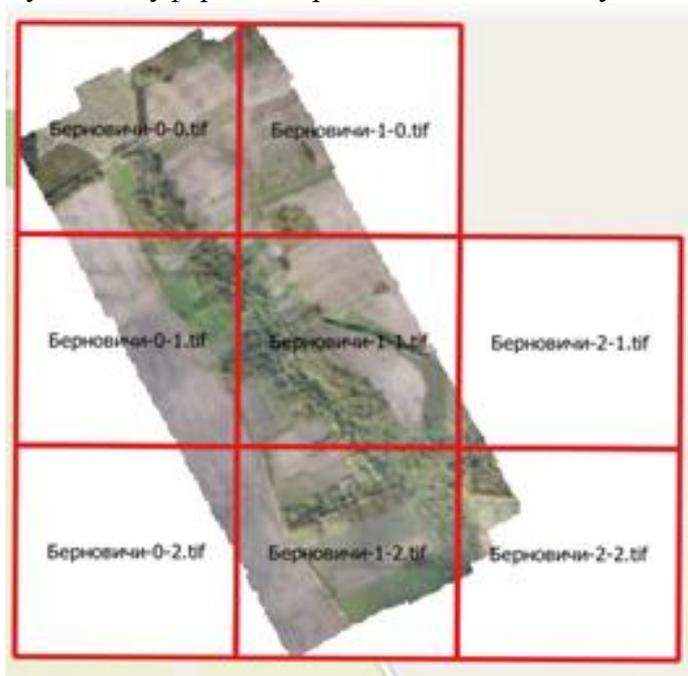


Рис. 2. Исходные ЦОФП переданные из РФПД

Названия населенных пунктов берутся из Государственного каталога географических названий и используется подложка единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН).

Объединив разграфку ГСК и корректный контур населенного пункта получаем векторный слой, по которому данные уже можно обработать в программном обеспечении NextGIS QGIS. По завершению работы создаются файлы нарезанных ЦОФП на номенклатурные листы в ГСК с точными названиями населенных пунктов (рис. 3).



Рис. 3. Обработанный ЦОФП

Для создания файлов метаданных XML используется специальное приложение, так как файлы метаданных полученные из региональных фондов обычно отсутствуют или не соответствуют стандартам ЕЭКО.

Информация о созданной ЕЭКО за 2024 год.

ЕЭКО ежедневно пополняется новыми картографическими материалами. Объем работ по созданию и обновлению ЕЭКО определен необходимостью достижения показателя государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных»:

«Создана единая электронная картографическая основа, в том числе крупных масштабов, в целях наполнения государственной информационной системы ведения единой электронной картографической основы, а также функционирования сервисов на ее основе (нарастающим итогом)» в 2024 году в объеме 71,4 %» [3].

На основе переданных из ГФПД картографических материалов, подлежащих включению в состав сведений ЕЭКО, в 2024 году выполнен объем работ, который составил 79 905 номенклатурных листов.

Литература

1. Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. Приказ Росреестра от 5 апреля 2022 г. № П/0122 «Об утверждении требований к составу сведений единой электронной картографической основы и требований к периодичности их обновления»
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2021 г. № 2148 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных»

Применение ЕЭКО в государственных информационных системах Мишунина С.В.

ППК «Роскадастр», г. Москва, Россия

Юридическая значимость ЕЭКО

Единая электронная картографическая основа (ЕЭКО) является единственной отечественной юридически значимой картографической основой, предусмотренной законодательством. Согласно части 13 статьи 20 Федерального закона «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1], ЕЭКО является картографической основой государственных геоинформационных систем, перечень которых установлен распоряжением Правительства Российской Федерации «Об утверждении перечня государственных геоинформационных систем, картографической основой которых является единая электронная картографическая основа» [2].

Перечень включает 23 позиции:

1. Федеральная государственная географическая информационная система «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных»;
2. Федеральная государственная информационная система территориального планирования;
3. Государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности Российской Федерации;
4. Государственный информационный ресурс «Государственный кадастр особо охраняемых природных территорий»;
5. Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения и землях, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий;
6. Государственная информационная система «Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации»;
7. Федеральная государственная информационная система ведения Единого государственного реестра недвижимости;
8. Федеральная государственная географическая информационная система федеральный портал пространственных данных;
9. Государственная информационная система федеральной сети геодезических станций;
10. Федеральная государственная информационно-аналитическая система «Единая система управления государственным имуществом»;
11. Федеральная государственная информационная система «Единый фонд геологической информации о недрах»;
12. Федеральная государственная информационная система «Автоматизированная система лицензирования недропользования»;
13. Государственный водный реестр;
14. Федеральный фонд данных дистанционного зондирования Земли из космоса;
15. Государственная информационная система «Цифровая аналитическая платформа предоставления статистических данных»;
16. Государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности субъектов Российской Федерации;
17. Федеральная государственная информационная система ведения единого государственного реестра заключений экспертизы проектной документации объектов капитального строительства;

18. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов Российской Федерации;
19. Государственная информационная система жилищно-коммунального хозяйства;
20. Федеральная государственная информационная система учета твердых коммунальных отходов;
21. Федеральная информационная система по предоставлению земельных участков гражданам Российской Федерации на территории Дальневосточного федерального округа;
22. Иные географические информационные системы исполнительных органов субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, содержащие в том числе пространственные данные;
23. Иные государственные географические информационные системы в случаях, установленных федеральными законами и иными нормативными правовыми актами.

В настоящее время сведения ЕЭКО посредством ГИС ЕЭКО уже предоставляются в 4 системы Росреестра и в 6 внешних систем:

1. Федеральная государственная географическая информационная система «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных» (ФГИС ЕЦП НСПД) (рис. 1, 2);
2. Федеральная государственная информационная система ведения Единого государственного реестра недвижимости (ФГИС ЕГРН);
3. Федеральная государственная географическая информационная система федеральный портал пространственных данных (ГИС ФППД) (рис. 3, 4);
4. Государственная информационная система федеральной сети геодезических станций (ФГИС ФСГС);
5. ФИС «На Дальний Восток» (ФИС НДВ) (рис. 5, 6);
6. Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН) (рис. 7);
7. Атлас опасностей и рисков МЧС России (рис. 8, 9);
8. Фонд данных ДЗЗ из космоса (рис. 10);
9. Федеральная государственная информационная система лесного комплекса (ФГИС ЛК) (рис. 11, 12);
10. Федеральная государственная информационная система «Единый фонд геологической информации о недрах» (ФГИС ЕФГИ) (рис. 13).

Ранее сведения ЕЭКО использовались в одном из важнейших сервисов Росреестра – Публичной кадастровой карте (ПКК), которая в декабре 2024 года была перенесена на ЕЦП НСПД.

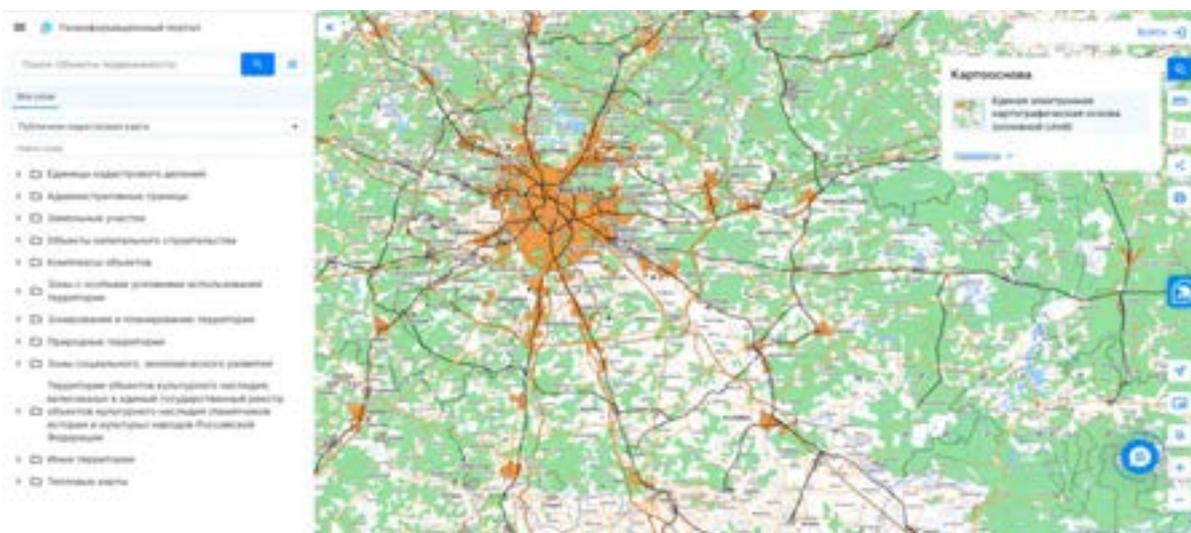


Рис. 1. Использование сведений ЕЭКО в виде ЦТК во ФГИС ЕЦП НСПД

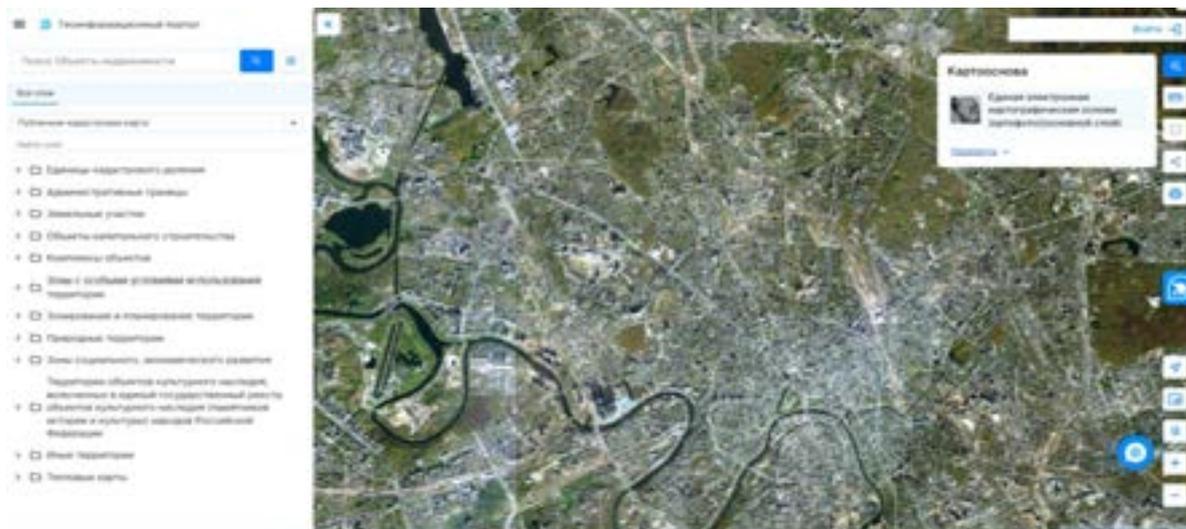


Рис. 2. Использование сведений ЕЭКО в виде ЦОФП во ФГИС ЕЦП НСПД

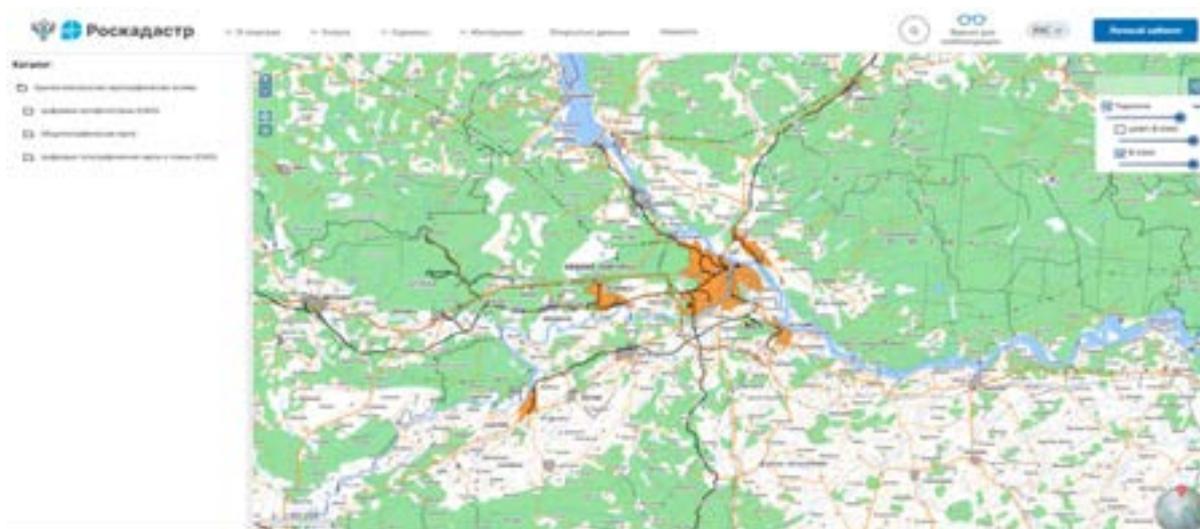


Рис. 3. Использование сведений ЕЭКО в виде ЦТК в ГИС ФППД

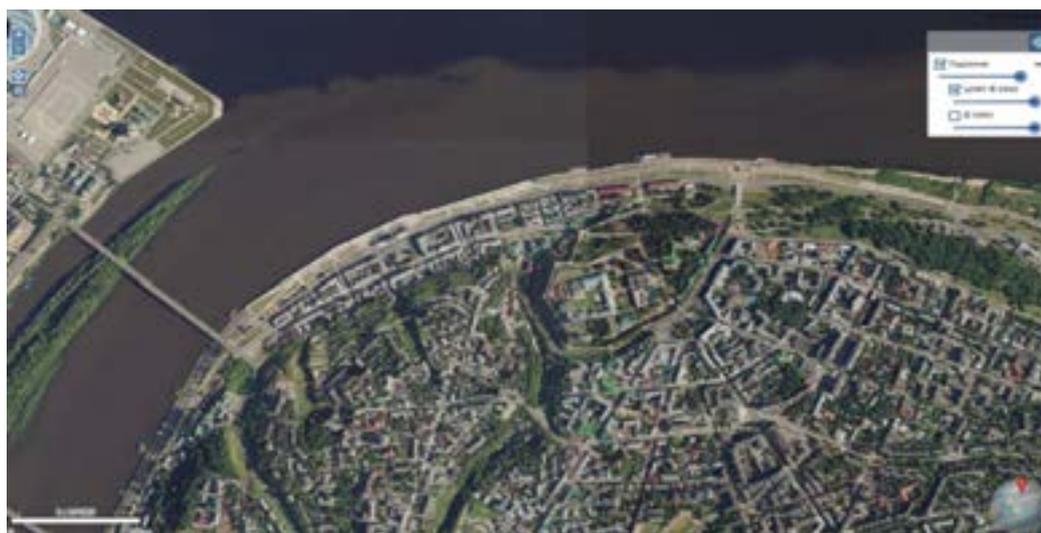


Рис. 4. Использование сведений ЕЭКО в виде ЦОФП в ГИС ФППД



Рис. 5. Использование сведений ЕЭКО в виде ЦТК в ФИС НДС



Рис. 6. Использование сведений ЕЭКО в виде ЦОФП в ФИС НДС

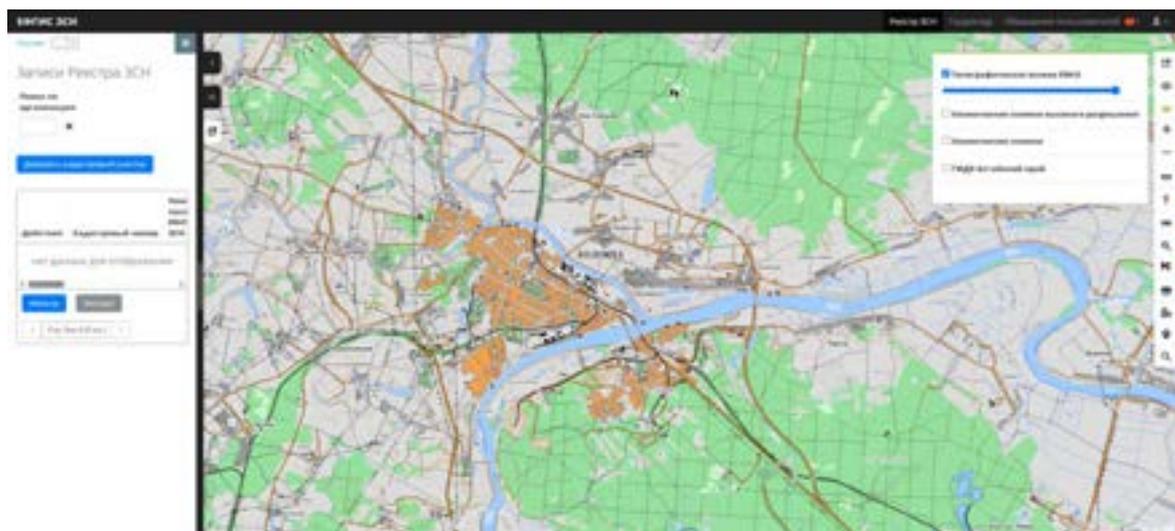


Рис. 7. Использование сведений ЕЭКО в ЕФИС ЗСН



Рис. 8. Использование сведений ЕЭКО в виде ЦТК в ИС «Атлас опасностей и рисков»



Рис. 9. Использование сведений ЕЭКО в виде ЦОФП в ИС «Атлас опасностей и рисков»



Рис. 10. Использование сведений ЕЭКО на геопортале данных ДЗЗ из космоса



Рис. 11. Использование сведений ЕЭКО в виде ЦТК во ФГИС ЛК

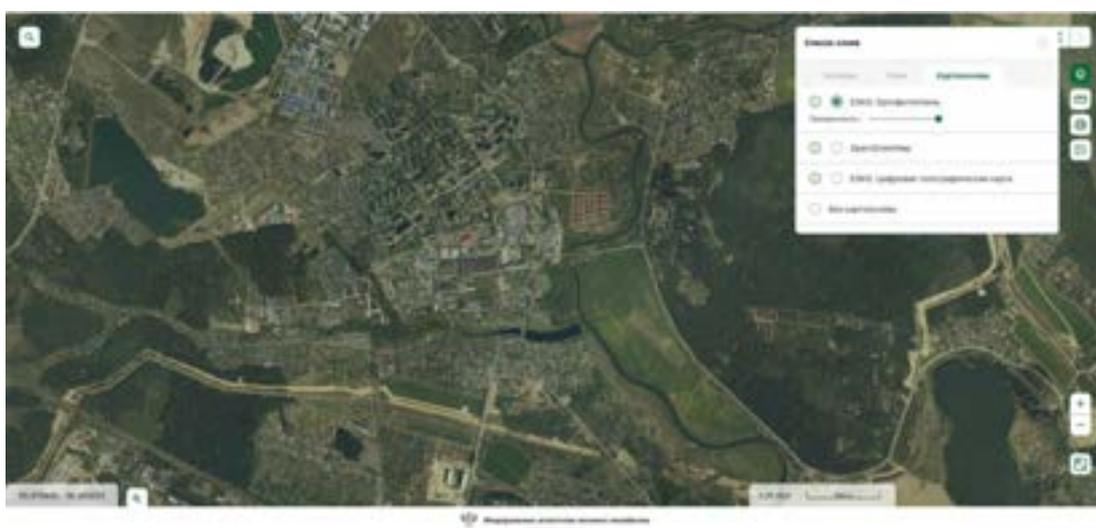


Рис. 12. Использование сведений ЕЭКО в виде ЦОФП во ФГИС ЛК

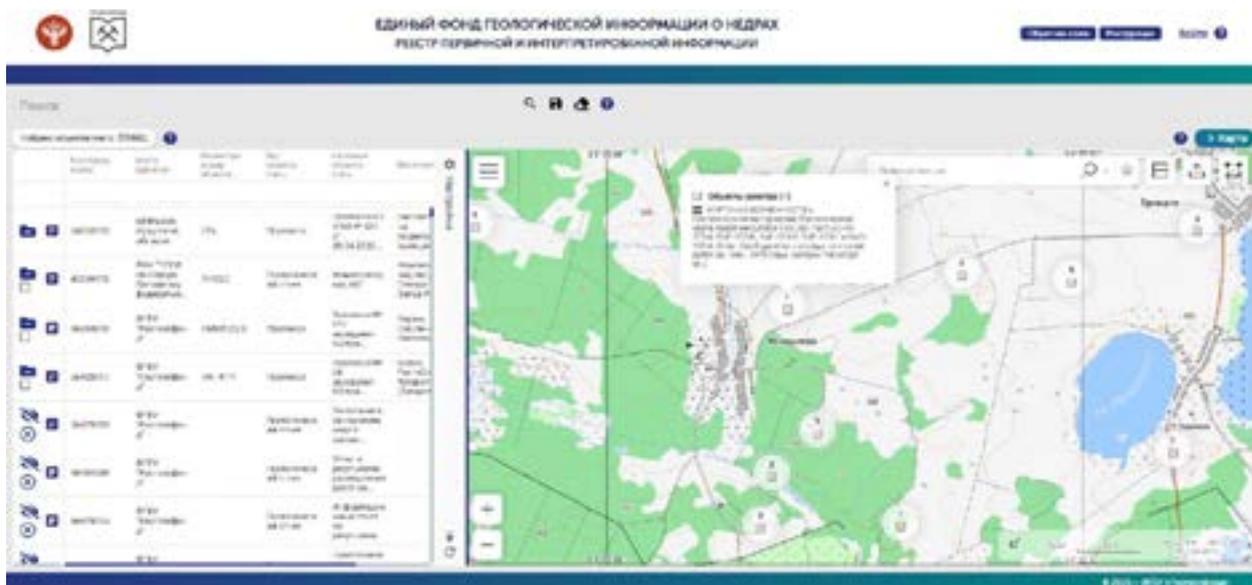


Рис. 13. Использование сведений ЕЭКО во ФГИС ЕФГИ

Картографические веб-сервисы

Геоинформационные технологии в картографии значительно повлияли на процесс работы с пространственными данными. Картографические веб-сервисы предоставляют возможность прямого доступа к геоданным, в том числе к сведениям ЕЭКО, через Интернет. Это позволяет пользователям получать актуальные сведения ЕЭКО, тогда как их хранение и обновление происходят в ГИС ЕЭКО.

Сведения ЕЭКО предоставляются в виде картографических веб-сервисов по международным протоколам WFS, WMS, WMTS и TMS, принятым Open Geospatial Consortium (OGC) и Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) [3].

Стандарт Web Feature Service (WFS) обеспечивает доступ к сведениям ЕЭКО в виде ЦТК в векторном формате без оформления в условные знаки, возвращая геометрию и атрибуты. Это дает возможность пользователям произвольно редактировать и оформлять данные, производить геопространственный анализ, а также получать атрибутивную информацию векторных объектов [3]. Пример подключения картографического веб-сервиса по протоколу WFS в ПО NextGIS QGIS представлен на рис. 14.

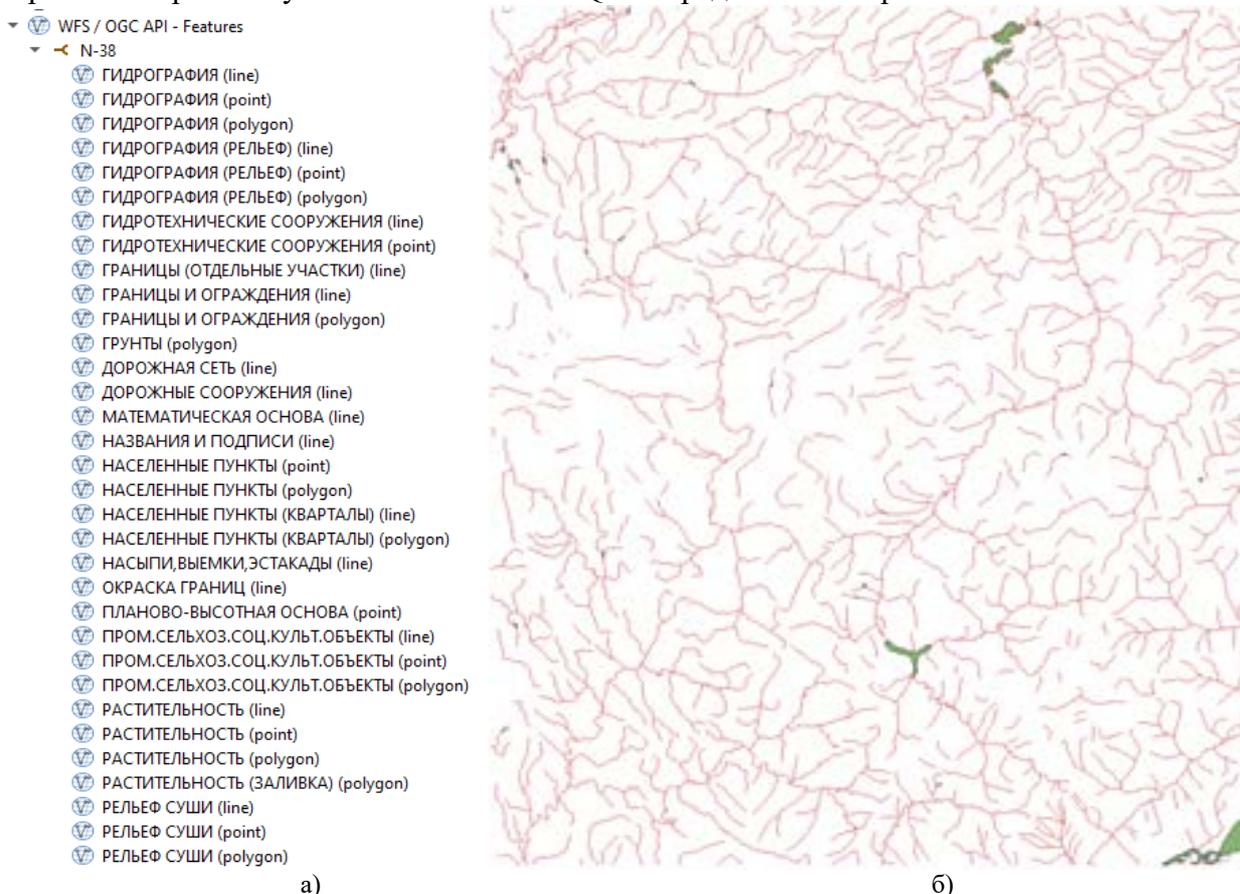


Рис. 14. Подключение сервиса WFS: а) список доступных для добавления в проект векторных слоев, б) пример добавленных в проект векторных данных

Веб-сервисы по протоколу Web Map Service (WMS) предоставляют сведения ЕЭКО как в виде ЦТК, так и в виде ЦОФП в растровом формате в соответствии с персональным запросом пользователя. Пользователь может определять, например, состав слоев карты. В связи с этим скорость появления на экране картографического изображения ниже, чем при использовании тайловых сервисов TMS и WMTS [3]. Пример данных, предоставляемых по протоколу WMS, можно посмотреть на рис. 15.

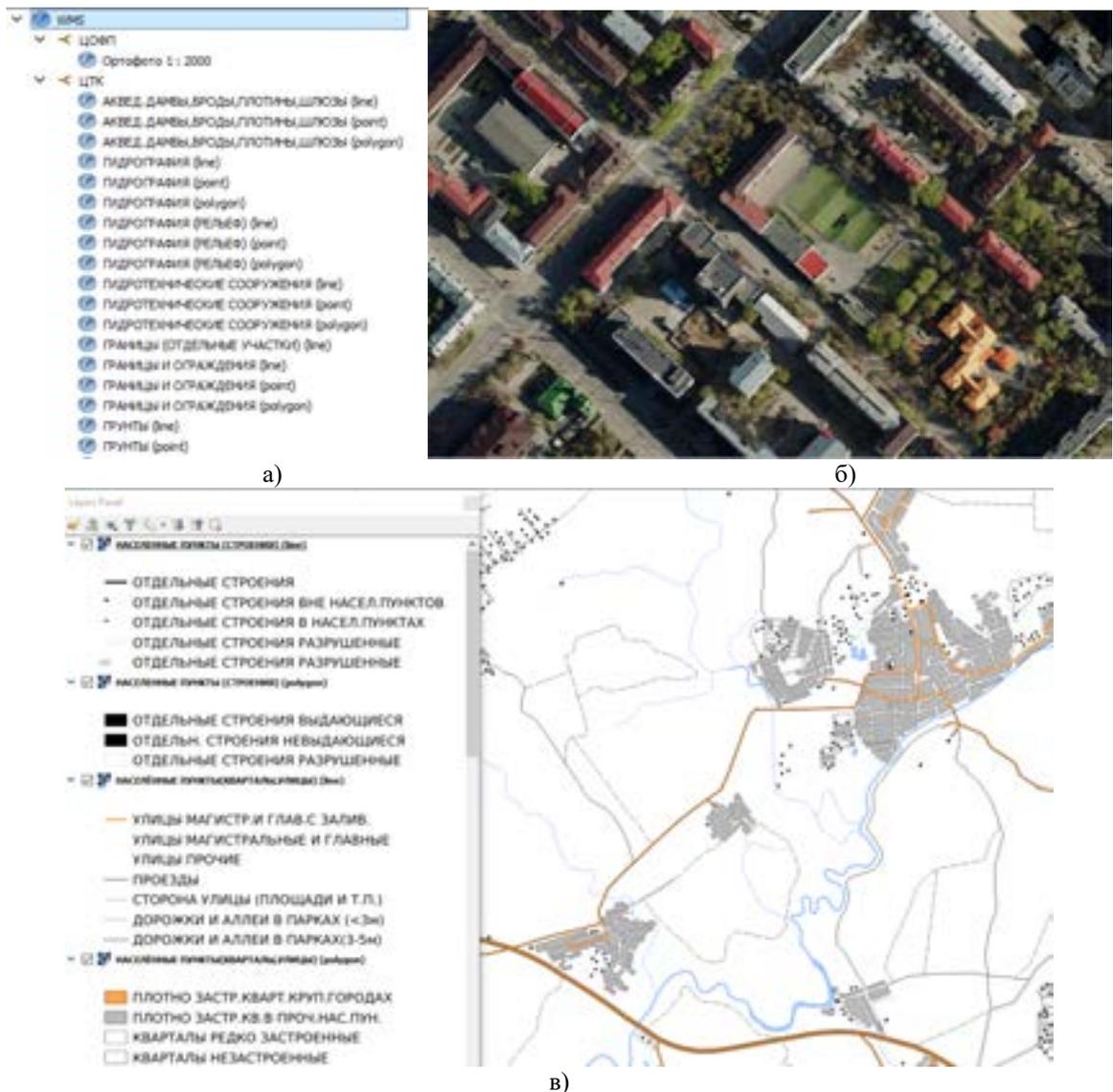


Рис. 15. Подключение сервиса WMS: а) список доступных для добавления в проект слоев, б) пример добавленных в проект сведений ЕЭКО в виде ЦОФП, в) пример добавленных в проект сведений ЕЭКО в виде ЦТК

Протоколы Tile Map Service (TMS) и Web Map Tile Service (WMTS) позволяют получить доступ к ЦТК и ЦОФП ЕЭКО в растровом формате, при этом изображение возвращается в виде небольших фрагментов — тайлов. Благодаря этому изображение на мониторе составляется быстрее, чем при использовании сервиса WMS [3]. Протоколы тайловых сервисов особенно удобны для предоставления сведений на большие территории.

В ГИС ЕЭКО для публикации картографических сервисов сведения ЕЭКО в виде цифровых топографических карт собраны в мультимасштабную карту, а сведения ЕЭКО в виде цифровых ортофотопланов — в мультимасштабное ортофотопокрытие. В них переходы между масштабами происходит автоматически в строгом соответствии с определенным для каждого масштаба диапазоном видимости. Мультимасштабные карта и ортофотопокрытие предоставляются ГИС ЕЭКО в виде сервисов тайлового кэша по протоколам TMS и WMTS. Примеры автоматического изменения масштаба сведений ЕЭКО при их предоставлении в виде тайловых сервисов представлены на рис. 16.



Рис. 16. Мультимасштабный тайловый сервис: а) ЦОФП ЕЭКО, б) ЦТК ЕЭКО

Описанные выше протоколы веб-сервисов поддерживаются современными геоинформационными системами, в том числе и отечественными, такими как NextGIS QGIS, ГИС Аксиома, ГИС «Панорама».

Перспективы развития ГИС ЕЭКО

На настоящий момент сведения ЕЭКО были запрошены 165 органами государственной власти и местного самоуправления. Сведения ЕЭКО уже используются в 6 внешних информационных системах и 4 внутренних информационных системах Росреестра, которыми в 2024 году было сгенерировано 12,7 млрд запросов к тайловым сервисам ЕЭКО. Для сравнения, в 2022 году число запросов составляло 7,7 млрд, а прогнозный показатель к 1 мая 2026 года – 19,0 млрд.

В рамках развития ГИС ЕЭКО в 2025 году планируется обеспечить возможность предоставления сведений ЕЭКО в прочие информационные системы в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации «Об утверждении перечня государственных геоинформационных систем, картографической основой которых является единая электронная картографическая основа» [2]. Кроме того, принимая во внимание увеличение количества запросов к веб-сервисам ЕЭКО, необходимо обеспечить рост производительности ГИС ЕЭКО и скорости предоставления сведений. В частности, время передачи тайлов не будет превышать 5 секунд, т.е. будет сокращено в 2 раза.

Литература

1. Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 7 февраля 2024 г. № 268-р «Об утверждении перечня государственных геоинформационных систем, картографической основой которых является единая электронная картографическая основа»
3. Сведения о предоставляемых видах веб-сервисов для ЕЭКО // Портал ФПЦД [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://portal.fppd.cgkipd.ru/glavnaiia/servisy/veb-servisy-eeko>

3 Инженерно-геодезическое, инженерно-геологическое и правовое обеспечение в градостроительной и кадастровой деятельности

УДК 528:004

Система личных кабинетов ГИСОГД НО - новый формат работы с заявителями Хамидулин Е.В.

ГБУ НО «Институт развития агломерации Нижегородской области», г. Нижний Новгород, Россия

В нашем регионе государственную систему обеспечения градостроительной деятельности Нижегородской области (ГИСОГД НО) мы воспринимаем как систему управления территориями, которая кроме своего профильного назначения способна выполнять огромное количество задач в смежных областях. Система содержит исчерпывающую информацию о существующей градостроительной ситуации и планируемом развитии территории как в масштабе всего региона, так и в разрезе каждого населенного пункта в отдельности [1].

От 63 пользователей в конце 2018 года мы пришли к 2036 в 2024 году, основными из которых являются, естественно, органы местного самоуправления всех муниципальных и городских округов области, а также само Министерство и оператор системы (рис. 1).

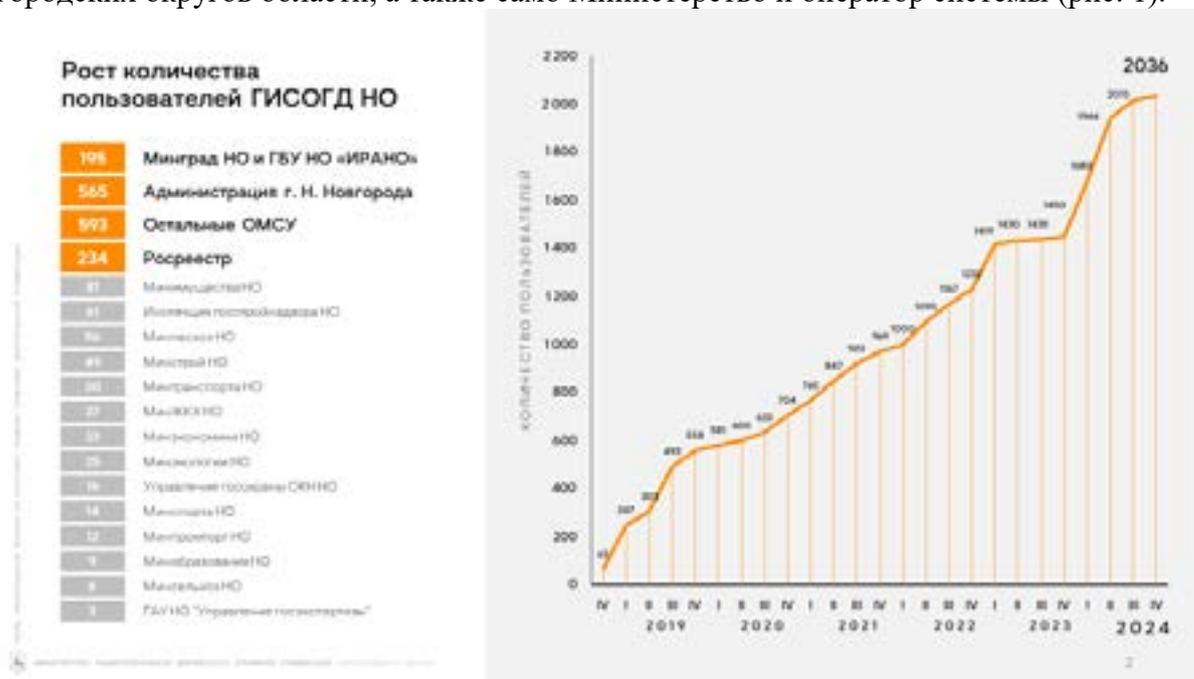


Рис. 1. Рост количества пользователей ГИСОГД НО

В июне 2019 года было организовано ГБУ НО «Институт развития агломерации Нижегородской области» (далее – Учреждение), получившее функции оператора ГИСОГД НО. В настоящее время Система оперирует более 2 000 информационными слоями и более 6,0 млн. объектов, содержит актуальную, обновляемую информацию о текущей и планируемой градостроительной деятельности, реализации федеральных проектов, региональных инвестиционных программ и нацпроектов (рис. 2).

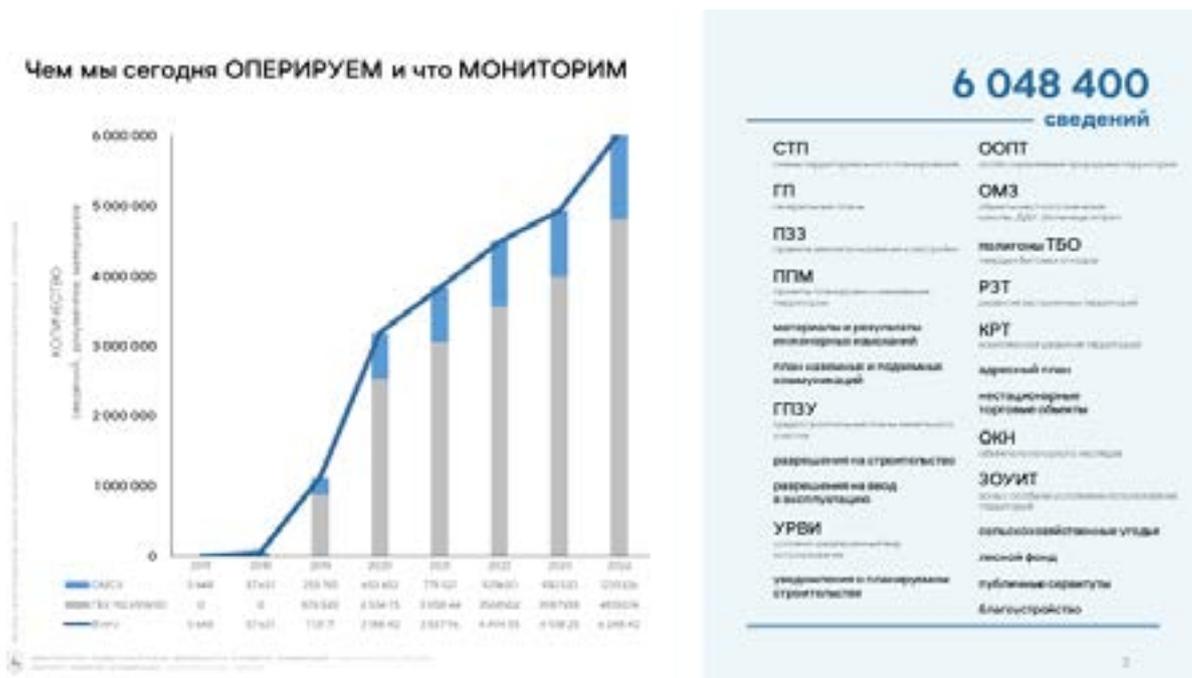


Рис. 2. Наполненность ГИСОГД НО

Портал ГИСОГД Нижегородской области появился в середине 2019 года и за короткий срок занял достойное место среди действующих систем пространственных данных. За 2019-2024 годы портал посетили более 680 тыс. раз. Портал ГИСОГД предназначен для публикации общедоступной градостроительной информации. Перечень такой информации утвержден постановлением Правительства Российской Федерации «Об информационном обеспечении градостроительной деятельности» [2].

Благодаря размещенной на портале информации потенциальные инвесторы могут получить ответ на многие вопросы, не обращаясь при этом в орган местного самоуправления. В конечном итоге это существенно экономит время и жителям, и предпринимателям.

В 2023 году была запущена новая версия Портала ГИСОГД НО [3]. Версия не последняя т.к. в 2025 году запланировано обновление дизайна для повышения удобства пользования. Кроме привычного функционала добавилась возможность публикации файлов градостроительных документов, фонд пространственных данных Нижегородской области, а также личный кабинет застройщика, который является переходом на качественно новый уровень оказания услуг для граждан, инвесторов, застройщиков, проектировщиков.

Услуги, которые уже оказываются на базе личного кабинета ГИСОГД НО:

- подготовка, согласование и утверждение ДПТ;
- утверждение охранных зон газопроводов;
- размещение результатов инженерных изысканий;
- выдача разрешений на строительство и ввод в эксплуатацию;
- подача заявки на Инвестсовет;
- ведение плана сетей РСО.

Остановимся подробнее на каждой (рис. 3).

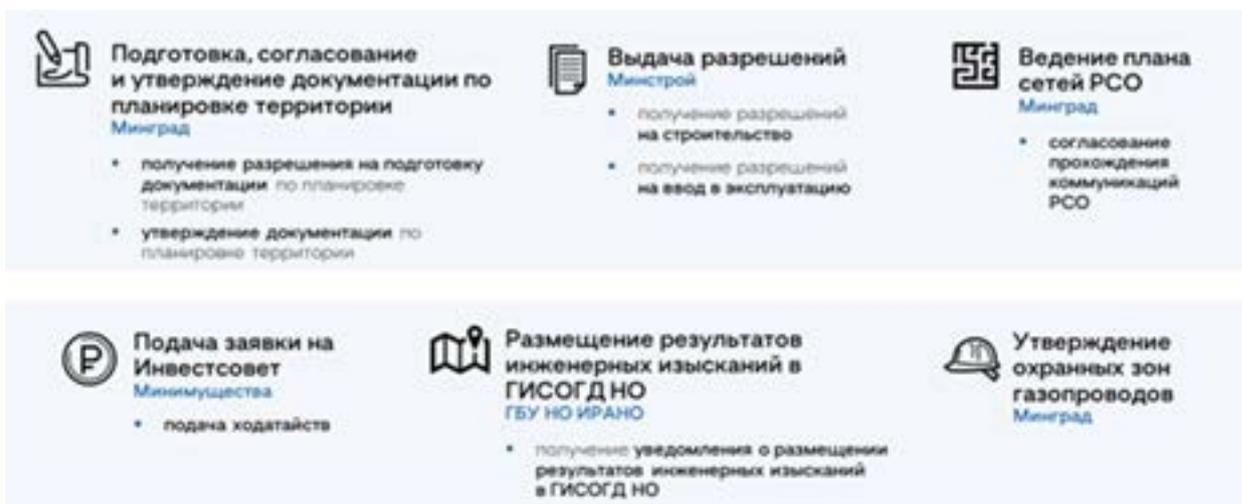


Рис. 3. Функционал личного кабинета ГИСОГД НО

В ГИСОГД НО появилась одна «точка входа» – личный кабинет инвестора. В личном кабинете инвестор имеет возможность выбрать имеющиеся площадки корпорации развития Нижегородской области. Если готовые площадки не подойдут, заявитель может в личном кабинете подать заявку на Инвестсовет.

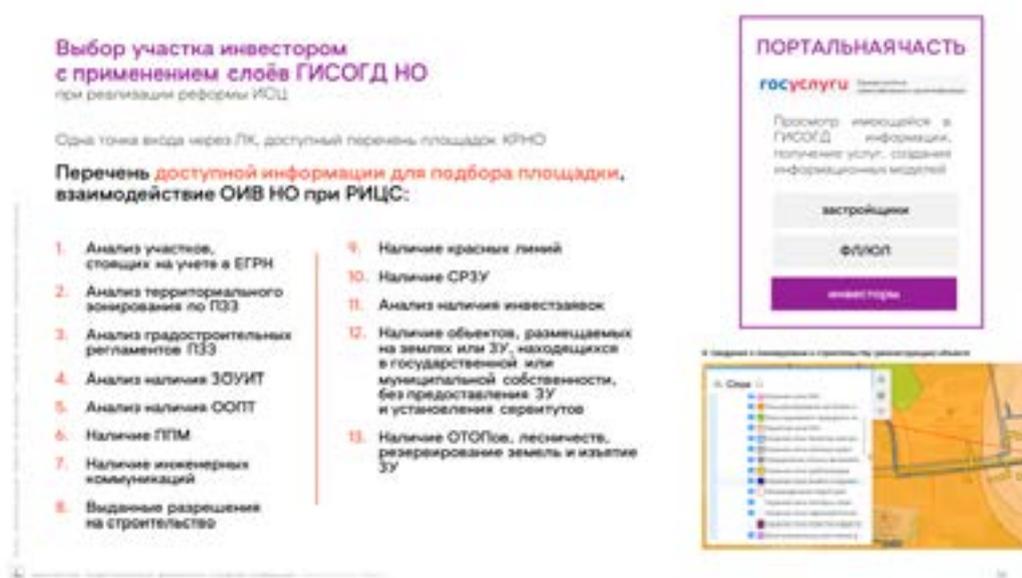


Рис. 4. Личный кабинет инвестора

Инвестор будет иметь возможность самостоятельно изучить существующую картину землепользования, получить онлайн предварительную информацию об ограничениях, разработанных проектах планировки и проектных решениях, регламентах правил землепользования и застройки и сформировать желаемые границы инвестиционной площадки, по которой может запросить более детальную информацию ГИСОГД НО и при необходимости скорректировать проектируемые границы площадки. Это существенно сократит количество технических отказов.

После формирования заявки она появляется одновременно во всех причастных органах власти (Минград, Минстрой, Минимущество, ОМСУ, УОКН, КРНО и др.), согласование предлагаемой площадки происходит в системе без затрат времени на документооборот. Дальнейшее оформление земельного участка, разрешительной документации, мероприятия Госстройнадзора так же отражаются в ГИСОГД НО, давая представление о ходе реализации инвестиционного проекта.

В апреле 2023 года министерством градостроительной деятельности и развития агломераций Нижегородской области был запущен раздел личного кабинета ГИСОГД НО, который дает возможность проектным организациям получать разрешение на разработку документации по планировке территории (ДПТ) в электронном виде, рисовать и загружать границы разработки и проектные решения ДПТ, согласовывать документацию в онлайн-формате, а также обеспечивает автоматическое размещение утвержденной документации в ГИСОГД НО. Модуль позволяет избежать большинства технических ошибок при размещении ДПТ, таких как:

- не соблюдение границ разработки ДПТ;
- не соответствие информации в графической и текстовой части (разные цифры);
- не читаемость графических чертежей (низкое качество);
- ошибки в координатах новых ЗУ и ОКС;
- не соответствие местоположения существующих красных линий, ОКН, ЗОУИТ;
- ошибки топологии в векторных слоях (не замкнутость контуров, пересечения линий, двойные точки и т.д);
- проектные решения на «белом листе» (без топографической основы).

Также новый подход позволит избежать следующих существенных ошибок и нарушений норм градостроительного проектирования:

- не полный состав ДПТ;
- пренебрежение зонированием генерального плана и решений по развитию УДС;
- несоблюдение предельных параметров ПЗЗ (минимальные отступы от границ ЗУ, красных линий до новых ОКС);
- не соблюдение радиусов доступности объектов социального обслуживания;
- не соблюдение ограничений, установленных режимом ЗОУИТ (рис. 5).



Рис. 5. Согласование документации по планировке территории

Утверждение охранных зон газопроводов

Раздел личного кабинета позволяет подать заявку на утверждение охранных зон газопроводов в электронном виде. Министерством проводится рассмотрение направленного пакета документов. Шаблон приказа об утверждении автоматически формируется внутри системы на основании данных, указанный заявителем.

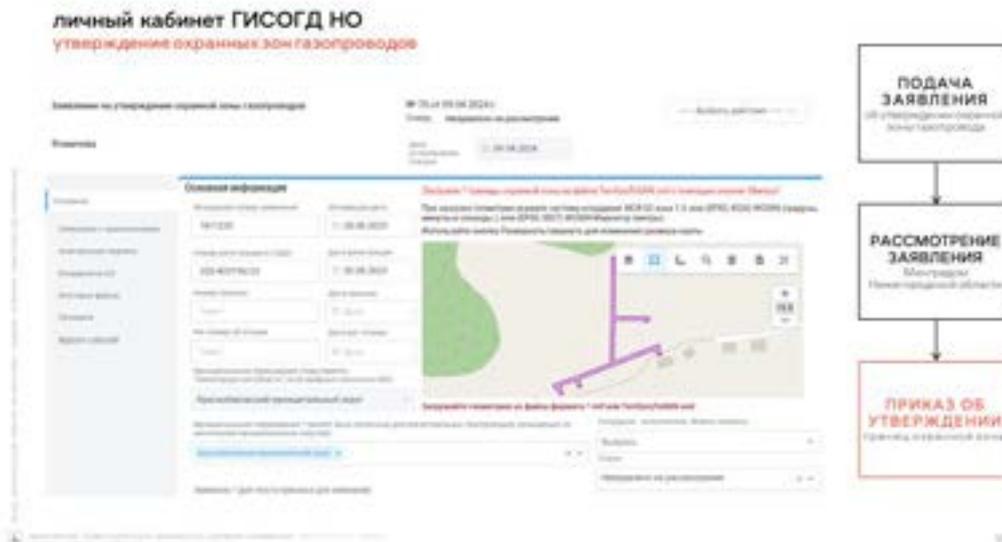


Рис. 6. Утверждение охранных зон газопровода

Размещение результатов инженерных изысканий

Данный раздел личного кабинета позволяет лицам, обеспечившие выполнение инженерных изысканий, направлять результаты инженерных изысканий для последующего размещения в ГИСОГД НО в электронном виде.

По окончании проверки материалов, документы размещаются в соответствующем разделе ГИСОГД НО, а уведомление о размещении материалов направляется заявителю посредством личного кабинета.



Рис. 7. Размещение результатов инженерных изысканий

Следующий блок услуг в личном кабинете – это выдача разрешения на строительство, разрешение на ввод объекта в эксплуатацию (рис. 8).

Заполнение заявлений через личный кабинет обеспечит автоматическое заполнение необходимых полей в Системе и дальнейшую передачу сведений в ЕИС «Стройкомплекс РФ».

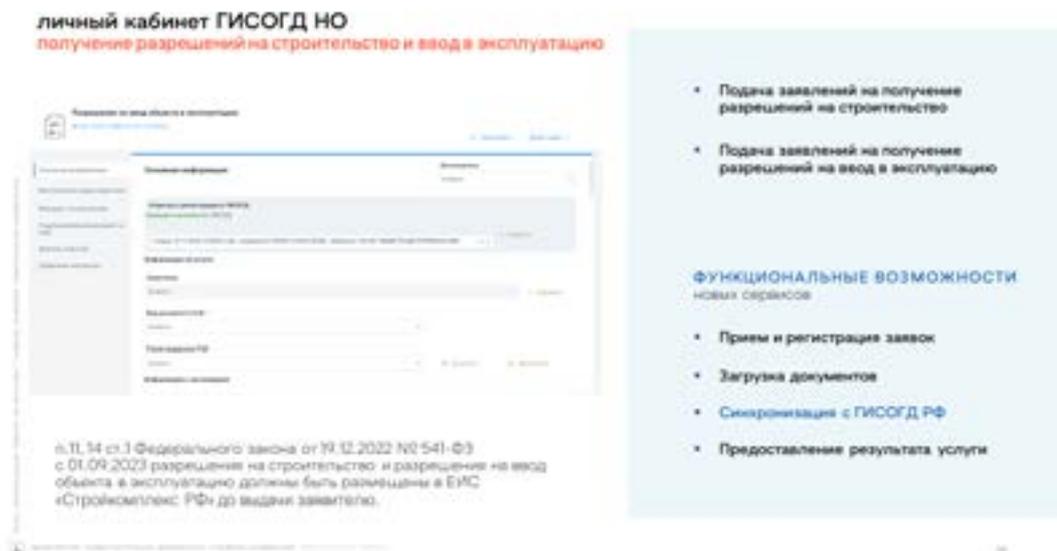


Рис. 8. Получение разрешений на строительство

Ведение плана сетей в ГИСОГД

Следующий блок – это ведения плана сетей ресурсоснабжающими организациями в ГИСОГД НО.

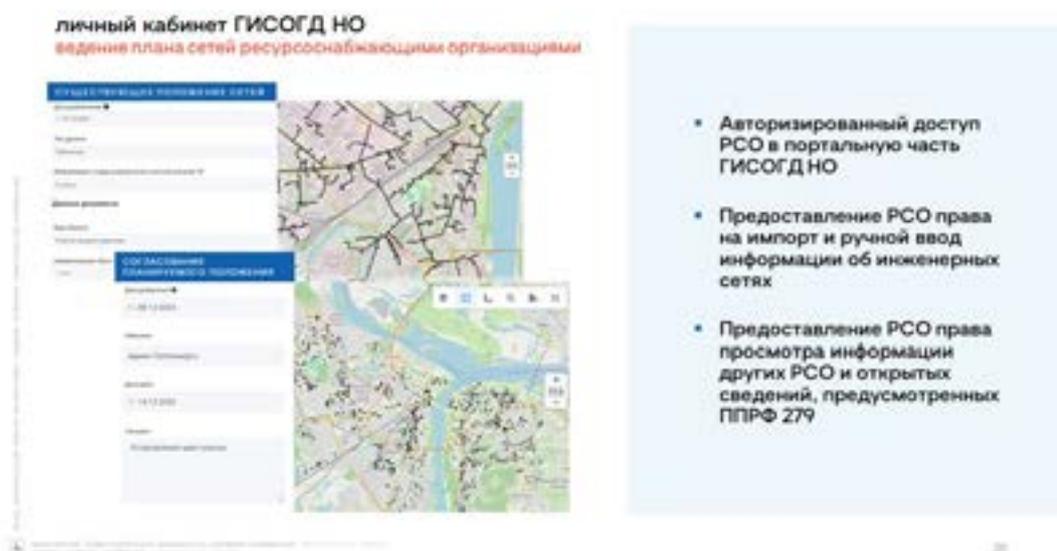


Рис. 9. Ведение плана сетей ресурсоснабжающими организациями

Для РСО создана своя рабочая область, где они могут отображать существующее и проектируемое положение коммуникаций, вносить атрибутивно информацию, проводить согласования местоположения проектируемых коммуникаций.

Система развивается в соответствии с текущими нуждами пользователей, поэтому важный блок системы, о котором я хочу сказать, однозначно необходимый для управления территориями – это модуль для общественных обсуждений градостроительных проектов.



Рис. 10. Подсистема общественных обсуждений

В режиме ограничений в связи с распространением КОВИД-19 и публичные слушания по градостроительным проектам попали под запрет. Необходимо было оперативно искать решение в сложившейся ситуации.

Нами в кратчайшие сроки был разработан дополнительный модуль на базе ГИСОГД НО, обеспечивший органам местного самоуправления техническую возможность проводить общественные обсуждения в он-лайн режиме.

Органам местного самоуправления так же была оказана методическая поддержка, разработан типовой нормативный правовой акт, регулирующий проведение общественных обсуждений наряду с публичными слушаниями. Этим ресурсом бесплатно воспользовались 52 района области. За 4 года в системе проведено 1 400 общественных обсуждений по проектам, в общественных обсуждениях приняли участие более 3 000 граждан.

О ближайших перспективах развития ГИСОГД НО.



Рис. 11. Расширение функционала личного кабинета

Несомненно, это расширение функционала личного кабинета застройщика в части предоставления государственных услуг. В настоящее время находится в разработке и будет введено в эксплуатацию в ближайшее время:

- автоматизация подачи и рассмотрения заявок на комиссию по вопросам землепользования и застройки (рис. 12);
- автоматизация услуги согласования архитектурно-градостроительного облика объектов капитального строительства (рис. 13).



Рис. 12. Подача и рассмотрение заявок на комиссию по вопросам землепользования и застройки



Рис. 13. Согласование архитектурно-градостроительного облика объектов капитального строительства

Раздел личного кабинета согласования документов территориального планирования позволит автоматизировать процесс направления и согласования проектов документов территориального планирования и автоматическое размещение утвержденных проектов в разделах ГИСОГД НО.

Кроме функционального зонирования в системе размещаются объекты федерального, регионального и местного значения, что имеет важное значение при принятии градостроительных решений.



Рис. 14. Согласование документов территориального планирования

Раздел личного кабинета для подачи и рассмотрение заявок на заключение договора КРТ по инициативе правообладателя позволит автоматизировать процесс заключения договора комплексного развития территории.

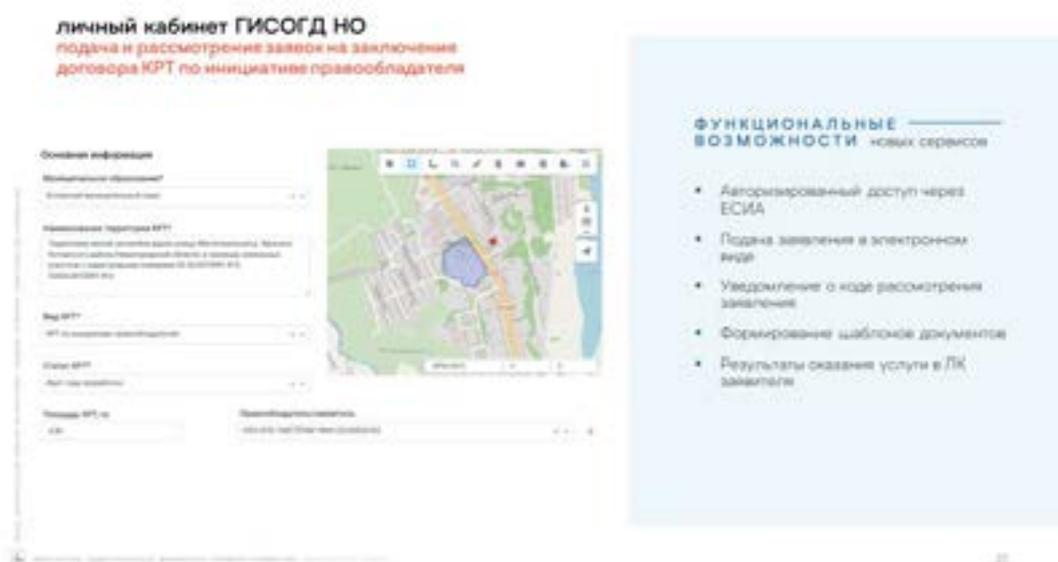


Рис. 15. Подача и рассмотрение заявок на заключение договора КРТ

В заключение можно отметить, что ГИСОГД НО, обладая мощным фундаментом в виде сведений о существующей ситуации и планируемом развитии территории, непременно будет развиваться как система управления территориями и как площадка для оказания государственных и муниципальных услуг в строительной и градостроительной сферах.

Литература

1. Генин М. И., Хамидулин Е. В., Обносова М. В. Государственные информационные системы обеспечения градостроительной деятельности Нижегородской области как инструмент развития территории Нижегородской области // Геофорум. Нижний Новгород: Материалы I Всероссийской научно-практической конференция с международным участием, Нижний Новгород, 25–27 апреля 2023 года. – Нижний

Новгород. – Российское общество геодезии, картографии и землеустройства. – 2023. – С. 131-133. – EDN EXTUEB

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 13 марта 2020 г. № 279 «Об информационном обеспечении градостроительной деятельности»

3. Хамидулин Е. В., Салдаева М. В. Цифровая модель местности - основа обеспечения градостроительной деятельности // Геофорум. Нижний Новгород: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Нижний Новгород, 25–26 апреля 2024 года. – Нижний Новгород. – Российское общество геодезии, картографии и землеустройства. – 2025. – С. 36-39. – EDN BYUSZJ

УДК 528:004

Цифровая модель местности как фундамент градостроительной деятельности Нижегородской агломерации **Салдаева М.В.**

ГБУ НО «Институт развития агломерации Нижегородской области», г. Нижний Новгород, Россия

Одной из приоритетных задач ГБУ НО «Институт развития агломерации Нижегородской области» на сегодняшний день является создание цифровой модели местности агломерации. Цифровая модель местности – совокупность пространственных данных в электронном виде для обеспечения градостроительной деятельности. Во исполнение п. 2 ст. 57 Градостроительного кодекса Российской Федерации [1] органы государственной власти, органы местного самоуправления, физические и юридические лица, обеспечившие выполнение инженерных изысканий, необходимых для подготовки документации по планировке территории, застройщик, лицо, получившее в соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации [2] разрешение на использование земель или земельного участка, находящихся в государственной или муниципальной собственности, для выполнения инженерных изысканий, обеспечившие выполнение инженерных изысканий для подготовки проектной документации объектов капитального строительства направляют в уполномоченный орган на размещение в ГИСОГД НО. На территории Нижегородской области уполномоченным органом является ГБУ НО «Институт развития агломерации Нижегородской области».

В соответствии с требованиями п. 23 Приказа Минстроя России «Об утверждении формы градостроительного плана земельного участка и порядка ее заполнения» [3] разработка чертежа градостроительного плана земельного участка должна осуществляться на актуальной топографической основе. Единая электронная топографическая основа Нижегородской агломерации (ЕЭТОНА) представляет собой цифровой топографический план, который формируется на основании материалов ГИСОГД НО, ФПД НО и результатов инженерно-геодезических изысканий. Единый источник данных о топографической основе решает проблему множества источников таких сведений, которые застройщик или проектировщик вынужден изучать для начала предпроектных проработок. Это могут быть информационные системы органов местного самоуправления агломерации, материалы архивных фондов, бумажные носители в шкафах исполнителей на местах.

Положительные эффекты от ЕЭТОНА:

1. Систематизация сведений о ранее выполненных геодезических изысканиях.
2. Освобождение органов местного самоуправления Нижегородской агломерации от необходимости вести архивы результатов изысканий.
3. Возможность не проводить геодезические изыскания при наличии результатов изысканий со сроком выполнения не более двух лет.

4. Возможность сразу начать предпроектные работы при разработке документации по планировке территории до начала изысканий. Как результат – сокращение времени разработки проектов.

5. Отражение фактического положения сетей на местности.

6. Отражение основных характеристик сетей – диаметр, материал, глубина залегания, тип прокладки трубы, напряжение, давление, количество труб.

7. Наличие информации о собственниках коммуникаций. Как результат – упрощение процессов согласования прохождения коммуникаций, земляных работ, процессов технологического присоединения.

8. Упрощение выполнения геодезических изысканий на изученной территории. Как результат – сокращение времени выполнения изысканий

Положительные эффекты для изыскателей:

Исходные данные при производстве инженерных изысканий;

Ускорение процесса поиска инженерных коммуникаций, в т.ч. в неблагоприятных условиях;

Сокращение сроков выполнения обновления материалов инженерных изысканий.

Положительные эффекты для проектировщиков:

1. Сокращение сроков разработки проектной документации за счет возможности осуществления предпроектных проработок на материалах ЕЭТОНА;

2. Высокое качество материалов по сравнению с данными открытых источников;

3: Централизованное хранение всех материалов;

4: Удобство получения материалов в едином окне.

Для надлежащего оказания органами исполнительной власти Нижегородской области государственных услуг, таких как подготовка градостроительного плана земельного участка, подготовка схем расположения земельных участков по решениям инвестиционного совета, проработок физическими и юридическими лицами предпроектных решений при разработке проектов планировок и проектов межевания территории, подключения объектов капитального строительства к объектам инженерной инфраструктуры требуется сводная информация о местоположении сетей и других элементов инженерной инфраструктуры, точном местоположении объектов капитального строительства, временных сооружений, элементов благоустройства и положения рельефа.

Имеющиеся в распоряжении Правительства Нижегородской области ресурсы, содержащие информацию о результатах геодезических изысканий – фонд пространственных данных Нижегородской области (ФПД НО) и государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности Нижегородской области (ГИСОГД НО) не предполагают создание сводных топографических планов и по сути представляют собой электронных архив отчетов о результатах геодезических изысканий. Кроме того, указанные информационные ресурсы содержат далеко не все источники информации об инженерно-геодезических изысканиях.

Так, например, согласно ч. 2 ст. 10 Федерального закона «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [4] в региональные фонды пространственных данных включаются исключительно пространственные данные и материалы, полученные в результате выполнения геодезических и картографических работ, организованных органами государственной власти субъектов Российской Федерации или подведомственными данным органам государственными учреждениями. На сегодняшний день объем сведений ФПД НО составляет 1,6 % от покрытия территории Нижегородской агломерации.

Результаты инженерных изысканий, размещаемые в ГИСОГД НО составляют 28,6 % от общего покрытия на территорию Нижегородской агломерации (рис.1).

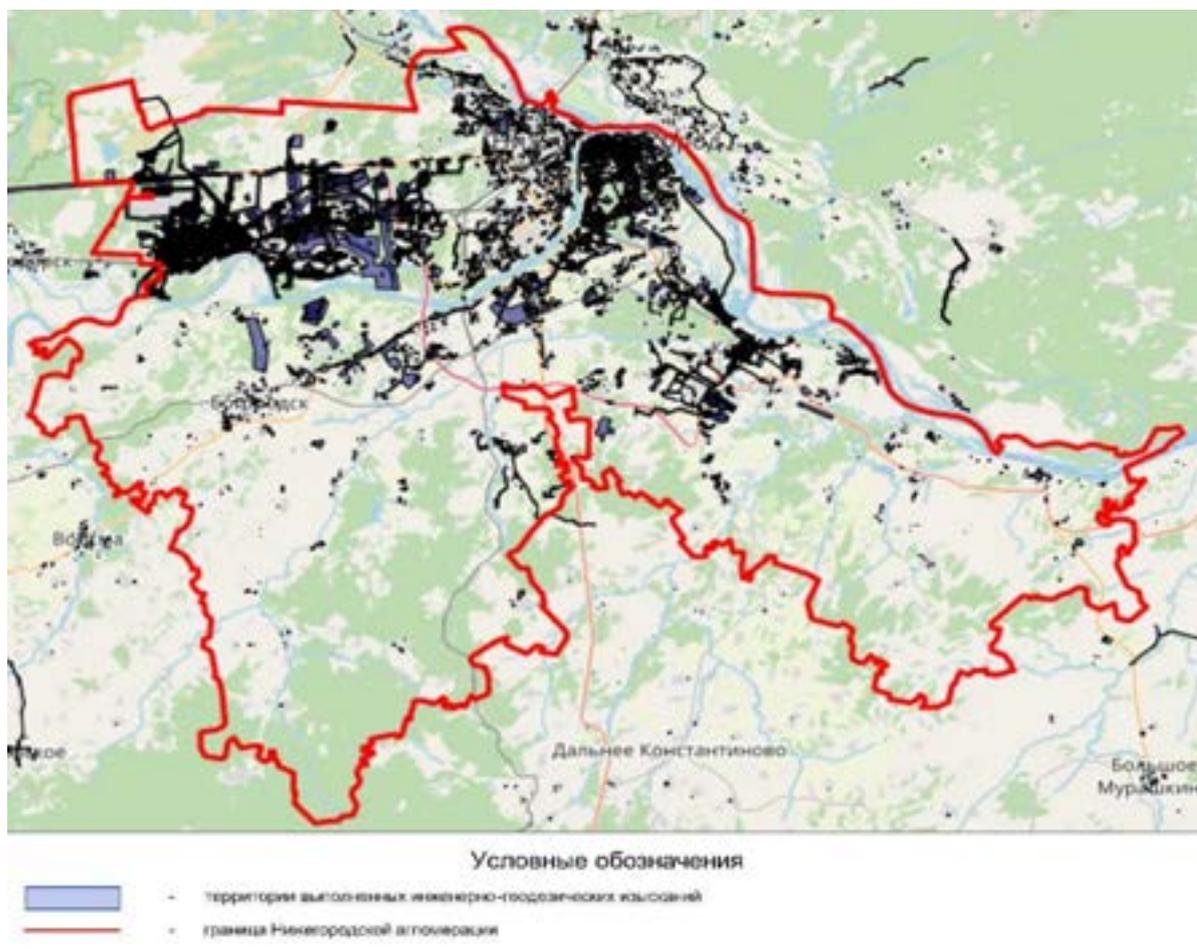


Рис.1. Границы результатов инженерных изысканий на 2025 год

Направляемые технические отчеты не могут перекрыть потребность в подоснове, ФПД НО и ГИСОГД НО не могут дать полное представление о топографических данных на территорию Нижегородской агломерации и сформировать пригодный для работы информационный ресурс.

Одна из целей ЕЭТОНА – используя доступные источники данных получить сплошное топографическое покрытие на территорию Нижегородской агломерации.

ЕЭТОНА незаменимый инструмент при комплексной оценке природных и техногенных условий территории, производстве инженерных изысканий, обосновании проектирования, эксплуатации и ликвидации объектов для принятия управленческих решений в части развития и благоустройства территории. На сегодняшний день по письменным обращениям граждан и организаций мы видим, что со стороны застройщиков, проектировщиков, изыскателей, органов власти есть существенный спрос на данный информационный ресурс.

ЕЭТОНА представляет собой совокупность преобразованных в цифровой растровый или векторный формат топографических планов масштаба 1:500 территорий, приведенных к системе координат ведения Единого государственного реестра недвижимости Нижегородской области.

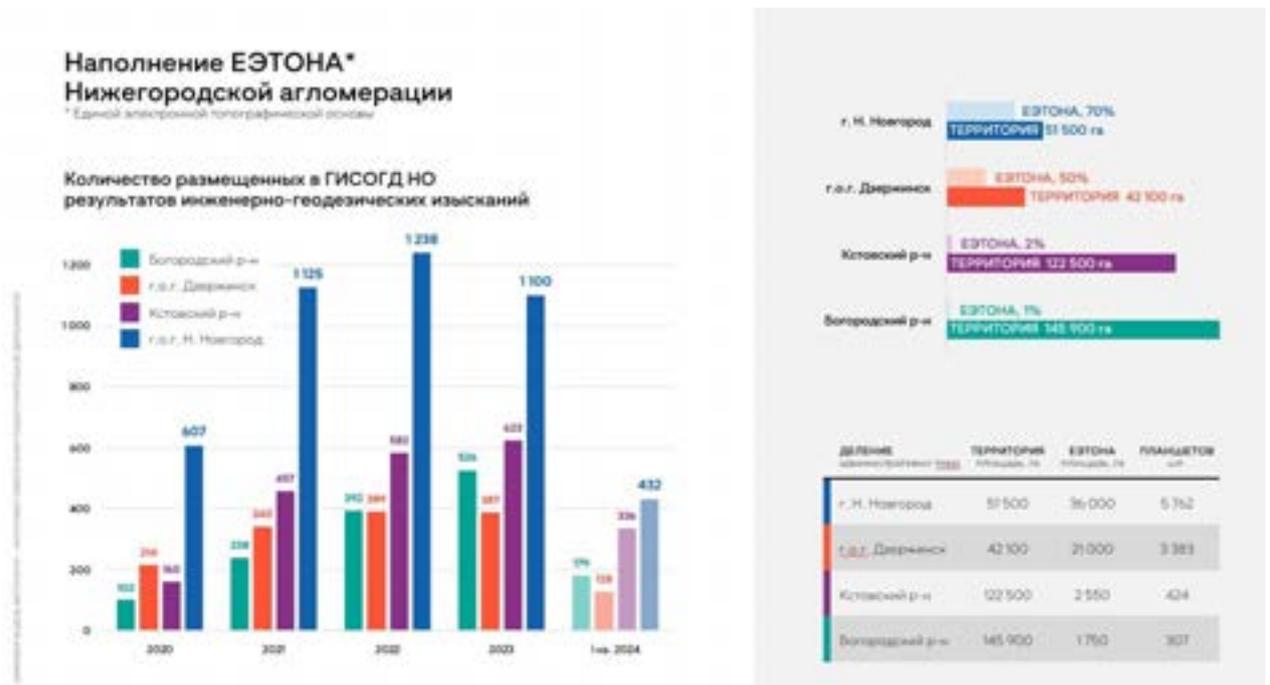


Рис.2. Наполнение ЕЭТОНА Нижегородской агломерации

Аккумуляция результатов изысканий также связана с ведением раздела ГИСОГД «План наземных и подземных коммуникаций», который медленно, но верно наполняется по результатам изысканий. Благодаря наличию актуальной информации об объектах инженерной инфраструктуры, ГИСОГДНО является эффективным инструментом при принятии решений о перспективном развитии региона.

Не менее важной задачей является автоматизация приёма результатов изысканий, размещаемых технических отчетов в ГИСОГДНО. Ежегодно количество направляемых результатов изысканий в ГБУНО «Институт развития агломерации Нижегородской области» возрастает. Так, например, количество направляемых сведений в Учреждение по состоянию на 1 квартал 2025 года составило 1 426 отчетов по изысканиям.

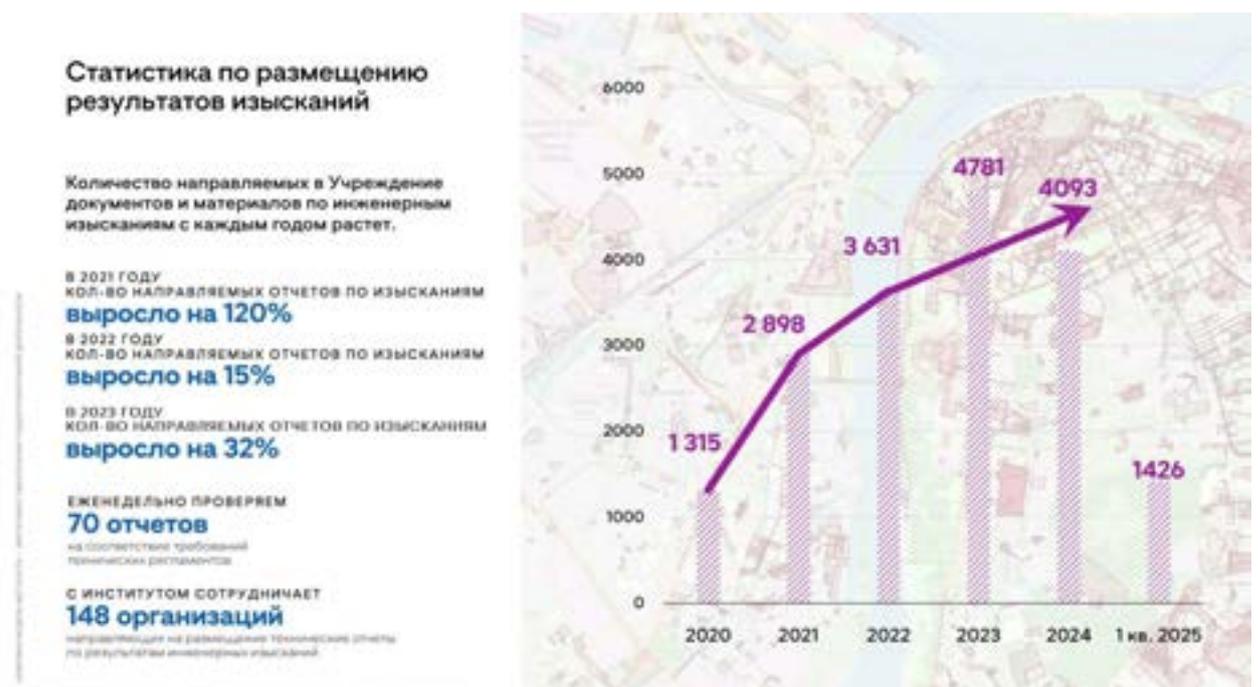


Рис.3. Статистика по размещению результатов изысканий в ГИСОГДНО

В результате было принято решение о создании личного кабинета изыскателя и разработан онлайн-сервис, определяющий соответствие условных знаков, отображенных на топографическом плане, условным знакам, принятым на территории Нижегородской агломерации. Данная часть автоматизации процесса проверки результатов изысканий, на соответствие требований технических регламентов, позволяет упростить результат приёмки и размещения сведений в ГИСОГД НО.

Не менее важной приоритетной задачей на 2025 год является создание алгоритма предоставления чертежей лицам, выполнившим исполнительные съемки, в электронном виде с меткой о размещении в ГИСОГД НО. Уход от бумажных носителей и перевод данного взаимодействия в электронный формат позволит упростить процесс получения исполнительного чертежа с меткой о размещении исполнительной документации в ГИСОГД НО.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации. Закон Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ
2. Земельный кодекс Российской Федерации. Закон Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ
3. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 25 апреля 2017 г. № 741/пр «Об утверждении формы градостроительного плана земельного участка и порядка ее заполнения»
4. Федеральный Закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

УДК 528:004.9

Ведение дежурных плана градостроительной информации в составе ГИСОГД Тарарин А.М., Проскурина А.А.

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), г. Москва, Россия

Информационные системы обеспечения градостроительной деятельности городских округов и муниципальных районов (далее муниципальные ИСОГД) в соответствии с Градостроительным кодексом Российской Федерации 2004 года создавались как архивы градостроительной документации (систематизированный свод документированных сведений) и других сведений необходимых для осуществления градостроительной деятельности. Понятие автоматизированной системы означало ведение муниципальных ИСОГД не только бумажных, но и на электронных носителях с использованием компьютеров. При несоответствии записей на бумажных и электронных носителях приоритет имели записи на бумажном носителе. Функционал муниципальных ИСОГД в соответствии с федеральным законодательством был предусмотрен достаточно примитивным. Автоматизированные муниципальные ИСОГД обеспечивали прием, хранение и выдачу сведений, необходимых для осуществления градостроительной деятельности. Работа в таких системах велась, как правило, исключительно с «первичными» документами, которые хранились в неизменном виде [5, 10, 13].

Ведение дежурных планов не было предусмотрено в составе муниципальных ИСОГД. Тем не менее параллельно с ведением ИСОГД муниципальные органы архитектуры и градостроительства, а именно геослужбы, осуществляли ведение дежурных инженерно-топографических планов, формирование которых началось еще с середины XX века. Результаты инженерно-геодезических изысканий сдавались в виде отчетов и инженерно-топографических планов, а также наносились на планшеты на жесткой основе, хранившиеся в архивах органов архитектуры и градостроительства [6, 14].

Трутнев Э. К. и Бандорин Л. Е. [5] предложили в структуре муниципальных ИСОГД вести «вторичные» документы и материалы, созданные на основе манипуляций с «первичными» документами. К вторичным документам они предложили отнести и дежурные планы, которые могли бы вестись как в статусе рабочих материалов, так и в статусе утвержденных уполномоченными органами документов. Но, на законодательном уровне предложение по ведению в составе ИСОГД «вторичных» документов, в том числе дежурных планов, так и не было закреплено. Хотя на уровне муниципалитетов существовала успешная практика ведения дежурных планов. В качестве примера можно привести постановление администрации города Нижнего Новгорода от 31.05.2017 № 2484 «Об утверждении Положения о ведении дежурных планов градостроительной информации территории города Нижнего Новгорода». В Нижнем Новгороде на основе сведений ИСОГД велся не только дежурный топографический план масштаба 1:500, но и дежурный план красных линии, дежурный план зон планировочных ограничений, дежурный адресный план, дежурный план объектов нового строительства и образуемых земельных участков, дежурный план существующих инженерных коммуникаций, дежурный план проектируемых инженерных коммуникаций и др.

Аналогом дежурных планов градостроительной информации в федеральном законодательстве России можно назвать дежурные кадастровые карты, ведение которых началось в 1990-х годах при формировании государственного земельного кадастра. На основе дежурных кадастровых карт создавались и кадастровые карты для использования заинтересованными лицами [8, 15]. В настоящее время ведение дежурных кадастровых карт предусмотрено федеральным законом от 13.07.2015 № 218-ФЗ "О государственной регистрации недвижимости" в составе Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН). Также интересен опыт ведения реестра границ ЕГРН. В соответствии с приказом Росреестра от 07.12.2023 № П/0514 "Об установлении порядка ведения Единого государственного реестра недвижимости" записям и сведениям реестра границ присваиваются статусы "актуальный" и "архивный" (при принятии решения об исключении сведений об объектах реестра границ).

Большинство городов при ведении муниципальных ИСОГД успешно применяли геоинформационные технологии для управления развитием территорий [1, 3, 7]. При переходе от муниципальных ИСОГД к государственным информационным системам обеспечения градостроительной деятельности субъектов Российской Федерации (далее региональные ГИСОГД) было закреплено их ведение в электронной форме. Также региональные ГИСОГД могут обеспечивать подготовку, согласование, утверждение документов, предусмотренных Градостроительным кодексом. К сожалению, ведение дежурных планов в региональных ГИСОГД не было предусмотрено. Тем не менее был предусмотрен раздел «План наземных и подземных коммуникаций», ведение которого по сути определено в режиме дежурного плана. Выделение пространственных данных градостроительной деятельности [4, 12] из градостроительной документации в составе региональных ГИСОГД в федеральном законодательстве также отсутствует. Хотя некоторые из них, например, границы территориальных зон, границы населенных пунктов отдельно вносятся в реестр границ ЕГРН. В региональных ГИСОГД приказ Минстроя России от 6 августа 2020 г. № 433/пр предусмотрены элементы пространственной привязки в рамках ведения «Реестра территории действия» в системе координат, установленной для ЕГРН. При ведении «Реестра тематических наборов данных» предусмотрена актуализация данных путем установления связи записи реестра тематических наборов данных с ранее созданной записью, содержащей предыдущую версию размещаемых данных.

На основе анализа пространственных данных градостроительной деятельности [12] предложена структура дежурных планов градостроительной информации в разрезе разделов региональных ГИСОГД, представленная в таблице.

Таблица Структура дежурных планов градостроительной информации в разрезе разделов ГИСОГД

№	Наименование раздела ГИСОГД	Наименование дежурного плана
1	Документы территориального планирования РФ	Дежурный план объектов федерального значения
2	Документы территориального планирования двух и более субъектов РФ, документы территориального планирования субъектов РФ	Дежурный план объектов регионального значения
3	Документы территориального планирования муниципальных образований	Дежурный план функционального зонирования Дежурный план объектов местного значения Дежурный план границ населенных пунктов
4	Нормативы градостроительного проектирования (НГП)	-
5	Градостроительное зонирование	Дежурный план градостроительного зонирования
6	Правила благоустройства территории	-
7	Планировка территории	Дежурный план красных линий Дежурный план границ зон планируемого размещения объектов капитального строительства Дежурный план границ образуемых и (или) изменяемых земельных участков
8	Инженерные изыскания	Дежурный инженерно-топографический план масштаба 1:500 Дежурный план инженерно-геологических изысканий
9	Искусственные земельные участки	Дежурный план границ искусственных земельных участков
10	Зоны с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ)	Дежурные планы зон с особыми условиями использования территорий
11	План наземных и подземных коммуникаций	Дежурный план наземных и подземных коммуникаций
12	Резервирование земель и изъятие земельных участков	Дежурный план резервирования земель и изъятия земельных участков
13	Дела о застроенных или подлежащих застройке земельных участках	Дежурный план объектов нового строительства и образуемых земельных участков
14	Программы реализации документов территориального планирования	-
15	Особо охраняемые природные территории	Дежурный план особо охраняемых природных территорий
16	Лесохозяйственные регламенты лесничеств	Дежурный план границ лесничеств
17	Информационные модели объектов капитального строительства	-
-	Дополнительные разделы	Дежурный адресный план

Таким образом, актуализацию графических документов в региональных ГИСОГД предлагается осуществлять в процессе ведения дежурных планов градостроительной информации. Дежурные планы – это тематические планы, на которых в графической форме и текстовой форме воспроизводятся тематические наборы данных, размещенные в ГИСОГД. В рамках одного раздела региональных ГИСОГД могут вестись несколько дежурных планов в зависимости от специфики градостроительной информации. Дежурные планы, содержащие отраслевые пространственные данные, которые учитываются в других государственных земельно-информационных системах [11] предлагается вести в соответствии с принципами инфраструктуры пространственных данных [9] с использованием межсистемного информационного взаимодействия [16], например, в части особо охраняемых природных территорий - с государственным кадастром особо охраняемых природных территорий, в части границ лесничеств - с государственным лесным реестром.

Полагаем, что ведение дежурных планов градостроительной информации позволит осуществить эволюционный переход от разрозненных документов к цифровой информационной модели [2].

Выводы и рекомендации

1. Актуализацию графических документов в региональных ГИСОГД осуществлять в процессе ведения дежурных планов градостроительной информации.

2. В разделах региональных ГИСОГД, в составе которых хранятся пространственные данные, предусмотреть ведение соответствующих дежурных планов градостроительной информации.

3. Дежурные планы градостроительной информации, содержащие отраслевые пространственные данные, которые учитываются в других государственных земельно-информационных системах, предлагается вести с использованием межсистемного информационного взаимодействия.

Литература

1. Алексеенко Н. А., Липски С. А. Цифровая трансформация в градостроительстве: вызовы и решения в сфере информационного обеспечения // Экономика строительства. – 2024. – № 9. – С. 83-86.

2. Береговских А. Н. Новые подходы к планированию развития городов: от разрозненных документов к цифровой информационной модели // Город и его окружение: современные вызовы и перспективные пути развития: Сборник статей Международной конференции, Москва, 25–27 апреля 2024 года. – Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2024. – С. 69-77.

3. Галкина Е. В. Возможности повышения эффективности градостроительной деятельности путем внедрения информационных технологий // Экономика и предпринимательство. – 2017. – № 5-2(82). – С. 1046-1051.

4. ГОСТ Р 70846.9-2023 Национальная система пространственных данных. Пространственные данные градостроительной деятельности. Термины и определения.

5. Градорегулирование: Основы регулирования градостроительной деятельности в условиях становления рынка недвижимости / Э. К. Трутнев, Л. Е. Бандорин, Т. В. Гудзь [и др.]. – Москва: Фонд «Институт экономики города», 2008. – 296 с.

6. Жуховицкий Г. М., Карпов А. А. Повышение эффективности градостроительной деятельности в результате развития системы ведения дежурных планов застроенных территорий // Вестник МГСУ. – 2016. – № 2. – С. 186–193.

7. Камынина Н. Р. Планирование и развитие городских территорий // Вестник СГУГиТ. – 2016. – Вып. 4 (36). – С. 184–191.

8. Сапельников С. А., Тарарин А. М., Андреев А. В. Кадастровые карты муниципальных образований: баланс возможностей и потребностей // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. – 2010. – № 4(76). – С. 17-20.

9. Тарарин А. М. Инфраструктура пространственных данных: учебное пособие. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2023. – 276 с.

10. Тарарин А. М. О «жизнеспособности» ИС ОГД муниципальных образований // Управление развитием территории. – 2010. – № 1. – С. 72-76.

11. Тарарин А. М. Понятие и классификация земельно-информационных систем // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2021. Т. 65. № 2. С. 221-231.

12. Тарарин А. М., Беляев В. Л. Пространственные данные в градостроительной деятельности // Геодезия и картография. – 2020. – № 11. – С. 29-39.

13. Тарарин А. М., Карандеева М. В., Сухарева О. А. Информационное обеспечение градостроительной деятельности. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2013. – 91 с.

14. Тарарин А. М., Никольский Е. К. Совершенствование нормативно-правового и технологического обеспечения ведения дежурного топографического плана города масштаба 1:500 // Приволжский научный журнал. – 2014. – № 4(32). – С. 224-230.

15. Тарарин А. М. Современные проблемы землеустройства, кадастров и мониторинга земель // Культура управления территорией: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика. Матер. 5-ой региональной науч.-практ. конф. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2016. – С. 85-86.

16. Национальная система пространственных данных: проблемы интеграции разнородных пространственных данных / А. М. Тарарин, Е. Г. Тарарина, В. Г. Донковцев, О. Е. Афанасьева, А. А. Киселева // Культура управления территорией: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика. – 2025. – № 13. – С. 113-117.

УДК 528.4

3D проектирование линейных объектов в геоцентрическом пространстве Вдовин В.С.

Институт теории прогноза землетрясения и математической геофизики РАН (ИТПЗ РАН), г. Москва, Россия

3D проектирование линейных объектов, таких как мосты и дороги, в геоцентрическом пространстве представляет собой сложный процесс, который требует использования математического моделирования, специализированного программного обеспечения и учёта множества факторов, включая топографию, геодезические, геодинамические и геотехнические данные, инженерные требования и экологические аспекты.

Основные этапы и инструменты проектирования

1. Сбор и анализ данных

- Геодезические данные: Используются данные ГНСС, LiDAR или другие методы для получения точных координат и высот точек на местности в геоцентрическом пространстве.

- Топографические карты: Анализ рельефа местности для определения оптимального расположения объекта.

- Геологические данные: Изучение грунтов и почв для оценки устойчивости и выбора подходящих материалов.

2. Создание 3D модели

- Программное обеспечение: Используются специализированные программы, такие как AutoCAD Civil 3D, Bentley MicroStation, Revit, или GIS-системы (например, ArcGIS, QGIS) для создания 3D моделей.

- Геоцентрическое пространство: Моделирование в эталонной геоцентрической наземной системе координат (ITRS) на текущую эпоху (в реализации ITRS - наземной отсчётной основе ITRF) позволяет учитывать кривизну Земли и геодинамические эффекты и обеспечивает высокую точность проектирования.

3. Проектирование линейных объектов

- Дороги: Определение трассы, уклонов, радиусов кривых, расчет объемов земляных работ.

- Мосты: Расчет пролетов, опор, фундаментов, а также учет нагрузок и динамических воздействий.

- Интеграция с окружающей средой: Учет ландшафта, водных объектов, растительности и других факторов.

4. Анализ и оптимизация

- Инженерные расчеты: Проверка на прочность, устойчивость, долговечность.

- Экологический анализ: Оценка воздействия на окружающую среду.

- Оптимизация маршрута: Минимизация затрат и воздействия на природу.

5. Визуализация и презентация

- 3D визуализация: Создание реалистичных изображений и анимаций для презентации проекта.

- VR/AR технологии: Использование виртуальной и дополненной реальности для более наглядного представления проекта.

6. Реализация проекта

- Подготовка документации: Создание чертежей, спецификаций и других документов для строительства.

- Мониторинг строительства: Использование 3D моделей для контроля за ходом строительства.

Особенности проектирования дорог и мостов в геоцентрическом пространстве с использованием геодезических проекций

Проектирование дорог и мостов в геоцентрическом пространстве с использованием геодезических проекций имеет свои особенности, связанные с учетом кривизны Земли, геодинамических процессов и точного позиционирования объектов.

1. Учёт кривизны Земли

- Геоцентрическое пространство: В отличие от плоских картографических проекций, геоцентрическое пространство учитывает реальную форму Земли (геоид или эллипсоид). Это особенно важно для длинных линейных объектов, таких как дороги и мосты, где даже небольшие отклонения могут накапливаться и приводить к ошибкам.

- Геодезические проекции: Для перехода от геоцентрических координат (ITRS) к локальным системам координат используются геодезические проекции (например, UTM, Гаусса-Крюгера). Это позволяет работать с данными на плоскости, сохраняя высокую точность.

2. Точность позиционирования

- ГНСС: Современные технологии спутниковой навигации позволяют определять координаты с точностью до нескольких миллиметров. Это особенно важно для мостов, где точность позиционирования опор и пролетов критична.

- Линейные объекты: При проектировании дорог и мостов необходимо учитывать не только координаты, но и высотные отметки. Использование геодезических проекций позволяет минимизировать искажения, вызванные переходом от глобальной системы координат к локальной.

3. Геодинамические эффекты

- Движение земной коры: В геоцентрическом пространстве учитываются геодинамические процессы, такие как движение тектонических плит, вертикальные и горизонтальные смещения на текущую эпоху (в реальном времени) в отсчётной основе ITRF. Это особенно важно для мостов, где даже небольшие смещения могут привести к деформациям.

- Мониторинг: Использование геодезических проекций позволяет проводить мониторинг деформаций объектов в реальном времени, что особенно важно для длинных мостов и дорог в сейсмически активных регионах.

4. Особенности проектирования дорог

- Трассирование: При проектировании дорог в геоцентрическом пространстве учитывается кривизна Земли, что позволяет более точно определять трассу и минимизировать земляные работы.

- Уклоны и кривые: Геодезические проекции позволяют точно рассчитывать уклоны и радиусы кривых, что важно для обеспечения безопасности и комфорта движения.

- Интеграция с рельефом: Топографические данные, полученные с помощью LiDAR или ГНСС, интегрируются в 3D модель, что позволяет учитывать рельеф местности и минимизировать воздействие на окружающую среду.

5. Особенности проектирования мостов

- Точность позиционирования опор: При проектировании мостов в геоцентрическом пространстве важно точно определить положение опор и фундаментов.

Использование геодезических проекций позволяет минимизировать ошибки, вызванные искажениями при переходе к локальным системам координат.

- Учет нагрузок и деформаций:

Геодинамические эффекты, такие как смещение земной коры или сейсмическая активность, учитываются при расчете нагрузок и деформаций.

- Длинные пролеты: Для мостов с длинными пролетами (например, вантовые или подвесные мосты) важно учитывать кривизну Земли, так как даже небольшие отклонения могут привести к значительным ошибкам.

6. Преимущества проектирования в геоцентрическом пространстве

- Высокая точность: Учет кривизны Земли и геодинамических эффектов позволяет минимизировать ошибки.

- Интеграция данных: Возможность работы с глобальными и локальными системами координат.

- Мониторинг и контроль: Возможность отслеживать деформации и смещения объектов в реальном времени.

- Оптимизация проектов: Снижение затрат на строительство и эксплуатацию за счет более точного проектирования.

7. Примеры применения

- Дороги: При проектировании автомагистралей в горной местности использование геодезических проекций позволяет минимизировать объемы земляных работ и снизить воздействие на окружающую среду.

- Мосты: При строительстве длинных мостов (например, Крымский мост) учет геодинамических эффектов и кривизны Земли позволил обеспечить высокую точность позиционирования опор и пролетов.

8. Использование программного обеспечения

- AutoCAD Civil 3D: Позволяет работать с геодезическими данными и создавать 3D модели дорог и мостов с учетом кривизны Земли.

- Bentley MicroStation: Поддерживает работу с геопространственными данными и позволяет интегрировать геодезические проекции в 3D модели.

- ArcGIS, QGIS: Используются для анализа геоданных и создания карт с учетом геодезических проекций.

- Trimble Business Center: Программа для обработки геодезических данных и создания точных 3D моделей.

- Revit: Для проектирования сложных инженерных конструкций.

9. Преимущества 3D проектирования:

- Точность: Учет всех геодезических и топографических особенностей, включая геодинамические эффекты. Выявление и мониторинг геомеханических эффектов.

- Эффективность. Сокращение времени на проектирование и строительство.

- Возможность визуализировать проект до начала строительства.

- Интеграция: Возможность интеграции с другими системами и данными

10. Пример расчета искажений линейного объекта протяженностью 10 км при переходе из геоцентрического пространства в геодезическую проекцию

При проектировании линейных объектов, таких как дороги или мосты, важно учитывать искажения, возникающие при переходе из глобальной эталонной геоцентрической системы координат (ITRS) в локальную геодезическую проекцию (например, UTM или Гаусса-Крюгера). Эти искажения могут влиять на точность позиционирования, особенно для протяженных объектов. Рассмотрим, как рассчитываются такие искажения для линейного объекта длиной 10 км.

10.1. Основные причины искажений

- Кривизна Земли: При переходе от глобальной системы координат (геоцентрической) к плоской проекции возникают искажения, связанные с аппроксимацией сферической поверхности Земли на плоскость.

- Масштабный коэффициент: В геодезических проекциях масштаб может изменяться в зависимости от положения точки на проекции. Это приводит к искажениям длин и углов.

- Выбор проекции: Разные проекции (например, UTM, Гаусса-Крюгера) имеют разные параметры искажений, которые зависят от зоны проекции и местоположения объекта.

10.2. Формулы для расчета искажений

Для расчета искажений используются формулы, связанные с выбранной геодезической проекцией. Рассмотрим пример для проекции UTM (Universal Transverse Mercator).

Масштабный коэффициент в проекции UTM

Масштабный коэффициент k в проекции UTM рассчитывается по формуле:

$$k = k_0 \left(1 + \frac{x^2}{2R^2} \right), \quad (1)$$

где:

- k_0 – масштабный коэффициент на центральном меридиане зоны (обычно 0.9996 для UTM),

- x – расстояние от центрального меридиана зоны,

- R – радиус Земли (приблизительно 6 371 км).

Искажение длины

Искажение длины ΔL на расстоянии L от центрального меридиана можно рассчитать, как:

$$\Delta L = L(k - 1).$$

Для проекции UTM искажение длины обычно не превышает 0.1% на краю зоны (334 км от центрального меридиана).

10.3. Пример расчета для объекта длиной 10 км

Предположим, что объект длиной 10 км расположен на расстоянии 100 км от центрального меридиана зоны UTM. Рассчитаем искажение длины.

Шаг 1: Расчет масштабного коэффициента

- $k_0 = 0.9996$ (для UTM),

- $x = 100$ км,

- $R = 6\,371$ км.

Подставляем значения в формулу (1) и получаем $k = 0.99972$.

Шаг 2: Расчет искажения длины

- $L = 10$ км,

- $k = 0.99972$.

Искажение длины:

$$\Delta L = 10(0.99972 - 1) = 10(-0.00028) = -0.0028 \text{ км} = -2.8 \text{ м}.$$

10.4. Интерпретация результата

Искажение длины составляет 2.8 метра на 10 км. Это означает, что при переходе из геоцентрического пространства в проекцию UTM длина объекта уменьшится на 2.8 метра.

11. Учет искажений при проектировании

- Коррекция длины: Если точность критична, необходимо учитывать искажения при проектировании.

- Выбор проекции: Для минимизации искажений выбирают проекцию, в которой объект находится ближе к центральному меридиану зоны.

- Использование поправочных коэффициентов: В программном обеспечении (например, AutoCAD Civil 3D, ArcGIS) искажения автоматически учитываются при переходе между системами координат.

12. Практические рекомендации

- Для объектов длиной 10 км искажения в проекции UTM обычно не превышают нескольких метров, что допустимо для ряда инженерных задач.

- Если требуется высокая точность (например, для мостов или тоннелей), необходимо использовать поправочные коэффициенты или работать непосредственно в геоцентрической системе координат.

- При проектировании в программном обеспечении (например, Civil 3D) искажения автоматически учитываются, но важно правильно настроить параметры проекции.

Заключение

1. Проектирование дорог и мостов в геоцентрическом пространстве с использованием геодезических проекций требует глубокого понимания геодезии, геодинамики и современных технологий. Это позволяет создавать более точные и надежные проекты, минимизировать риски и затраты, а также обеспечивать безопасность и долговечность объектов.

2. 3D проектирование в геоцентрическом пространстве позволяет создавать более точные и эффективные проекты, минимизируя риски и затраты на всех этапах реализации.

3. Расчет искажений при переходе из геоцентрического пространства в геодезические проекции является важным этапом проектирования линейных объектов. Например, для объекта длиной 10 км в проекции UTM искажение длины может составлять несколько метров, что необходимо учитывать для обеспечения точности проектирования. Использование современных программных инструментов позволяет минимизировать влияние искажений и автоматически корректировать данные.

Литература

Нормативные документы

1. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85

2. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84

3. СП 46.13330.2012. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний

4. ГОСТ Р 21.1101-2020. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации

5. ГОСТ Р 55062-2012. Геодезические работы в строительстве. Общие требования

6. ГОСТ Р 21.1701-2017. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог

7. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения

8. СП 328.1325800.2017. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов капитального строительства

Учебные материалы и руководства

1. Проектирование автомобильных дорог. Авторы: В.Ф. Бабков, О.В. Андреев (Учебник по проектированию дорог, включая 3D моделирование).

2. Мосты и сооружения на дорогах. Авторы: Ю.И. Крыжановский, В.М. Николаев (Руководство по проектированию мостов).

3. Геодезическое обеспечение строительства. Авторы: В.Д. Федотов, А.Г. Тетерин (Учебное пособие по геодезическим работам).

4. 3D моделирование в Civil 3D. Авторы: различные (руководства по Autodesk Civil 3D).

Программное обеспечение

1. AutoCAD Civil 3D (Программа для проектирования дорог, мостов и других линейных объектов).
 2. Bentley MicroStation (Программа для 3D моделирования и работы с геопространственными данными).
 3. Revit (Программа для BIM-моделирования, включая мосты и инфраструктуру).
 4. ArcGIS, QGIS ГИС-системы для работы с геоданными и анализа пространственной информации).
 5. Trimble Business Center (Программа для обработки геодезических данных и 3D моделирования).
 6. LumenRT (Программа для визуализации и создания анимаций проектов).
- Международные стандарты
1. SO 19650 (Стандарты по управлению информацией в BIM-проектах).
 2. ISO 19115 (Стандарты для метаданных в геопространственных данных).
 3. IFC (Industry Foundation Classes) (Открытый стандарт для обмена данными в BIM).

УДК 551.435

Методика геоэкологической оценки закарстованных территорий и возможности ее применения на примере Нижегородской области
Беляев В.Л., Тодорова А.И.

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

Введение

Своевременное обнаружение и отслеживание динамики карстовых явлений, в особенности карстовых провалов [1], имеет большое значение как для народного хозяйства, так и для благополучия людей, проживающих в карстоопасных районах. С учетом значительности площади закарстованных территорий страны, мониторинг карстовых явлений практически любым способом (аэрофотосъемка, в том числе с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), или же с использованием космических данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)) имеет высокую трудоемкость и стоимость. В данной работе для целей автоматизированного предварительного выявления потенциальных опасных явлений рассматривается использование платформы Google Earth Engine [2] и бесплатных данных космической съемки Sentinel-2 [3] (для некоммерческого использования платформа предоставляется бесплатно). Google Earth Engine представляет собой облачную платформу для геопространственного анализа данных в планетарных масштабах (отметим, что этот продукт, не имеет отношения к программе Google Earth / Google Планета Земля). Платформа предоставляет доступ к более чем 600 наборам глобальных и локальных данных различной природы (в основном растрового типа), таким как данные оптической и радиолокационной спутниковой съемки, рельеф, карты растительного покрова, плотности населения и т. д. Для обработки данных поддерживается создание сценариев на языках JavaScript и Python; имеется веб-приложение для выполнения сценариев и просмотра результатов на карте непосредственно в браузере. Сценарии выполняются по принципу конвейера с «ленивым» исполнением, т. е. составляется цепочка операций над растровыми данными, которые выполняются только в момент запроса результата (например, для отображения в окне браузера) с учетом запрошенного масштаба. Особенностью такого подхода является, в частности, зависимость результата расчетов от масштаба отображаемой на экране карты.

Объектом исследования является территория карстоопасных районов Нижегородской области (это около 26% всей ее площади (19 994 км²) в центральной, юго-

западной и западной частях области). Считается, что на ней регистрируется до 10 карстовых провалов в год и ущерб при этом превышает ущерб от остальных опасных экзогенных геологических процессов.

В качестве исходных данных использованы данные космической съемки среднего разрешения оптико-электронных спутников семейства Sentinel-2 (Европейское космическое агентство):

- спутник Sentinel-2A запущен в 2015;
- спутник Sentinel-2B запущен в 2017;
- спутник Sentinel-2C запущен в 2024.

Полученные данные помещаются в открытый доступ на сайте программы, повторная съемка одного участка местности – от 2 до 5 дней в зависимости от широты. Снимки содержат 13 спектральных каналов разрешением на местности от 10 до 60 м.

Алгоритм обработки

В [4] рассмотрен алгоритм обнаружения карстовых провалов по снимкам Sentinel-2 с использованием индекса NDVI и инфракрасного (ИК) канала. Далее рассмотрена его адаптация для платформы Google Earth Engine.

Набор данных Sentinel-2, доступный на платформе, включает снимки начиная с 2016 года. Данные новой съемки добавляются практически в реальном времени.

Каждый снимок в метаданных имеет оценку процента облачного покрытия (поле «CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE») и состояния облачности для каждого пиксела в виде битовой маски в канале «QA60». С учетом этого, на первом шаге алгоритма запрашиваются все снимки на исследуемую область за летние месяцы (с 1 июня по 1 сентября) каждого года, начиная с 2016 г. Затем на них маскируются все пикселы, для которых установлены биты облачности в канале «QA60», и наконец вычисляется медианное изображение (т. е. для каждого канала каждого пиксела выходного изображения значение вычисляется как медиана значений того же канала соответствующего пиксела всех входных изображений). Таким образом за каждый год формируется одно многоканальное покрытие (фактически, ортофотоплан) на исследуемую область.

На следующем шаге для каждого покрытия рассчитывается нормализованный относительный индекс растительности (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) [5]. Он представляет собой простой индикатор, позволяющий определить наличие растительности на участке местности.

В покрытие для каждого года добавляется канал с маской потенциальных явлений, связанных с повышенной влажностью и нарушением растительности: пикселы, для которых значение NDVI менее заданного порога (эмпирически выбранное значение 0,45) и при этом значение интенсивности менее заданного порога (эмпирически выбранное значение 2000 при общем диапазоне значений яркости снимков, представленных на платформе Google Earth Engine, от 0 до 10000), отмечаются значением 1, остальные – значением 0.

Поскольку искомые объекты (карстовые провалы) имеют диаметры порядка 10–30 м (что на уровне разрешения исходных снимков Sentinel-2 составляет несколько пикселов), к каналу маски применяется фильтр, удаляющий слишком маленькие и слишком большие по площади области.

На следующем шаге для каждого пиксела определяется тренд – изменение вероятности его отнесения к областям, потенциально требующим внимания в зависимости от года (с помощью вычисления линейной регрессии значения маски для каждого пиксела).

На последнем шаге маскируются все пикселы, для которых значение коэффициента линейной регрессии менее 0,1, оставшиеся пикселы векторизуются (группы смежных пикселов со значением коэффициента регрессии более 0,1 преобразуются в векторные

полигоны). Результат сохраняется в файл, который затем может быть загружен для дальнейшего анализа в геоинформационную систему (ГИС).

Для анализа полученных данных предлагается использовать геоинформационную базу данных (ГБД), которая помимо векторной карты потенциальных поверхностных карстопроявлений содержит дополнительные данные, которые могут быть использованы для оценки возможной природы и уровня опасности обнаруженных объектов:

- карта известных (по данным из других источников, например, из официальных сводок или средств массовой информации) карстопроявлений;
- карты рельефа (цифровые модели рельефа – ЦМР);
- геологические карты;
- карта развития карстовых процессов [6];
- карты дополнительных факторов карстоопасности (карта расстояния до водных объектов, карта степени неровности рельефа и т. п.);
- топографические карты и слои картографических веб-сервисов;
- спутниковые покрытия (например, с тех же спутников Sentinel-2) за каждый год, начиная с 2016 г.

В ходе исследования такая ГБД создана на базе ГИС QGIS.

После загрузки векторного слоя потенциальных карстопроявлений в базу данных, из него удаляется пересечение с векторными картами населенных пунктов и водных объектов. Оставшиеся объекты анализируются вручную. Таким образом за 2016–2023 гг. на территории правобережной (южной) части Нижегородской области было выделено около 700 таких объектов и несколько характерных примеров приведено ниже.

Примеры практического использования алгоритма

Для проверки работы алгоритма выбраны два контрольных объекта [4]. В качестве первого выбран карстовый провал, возникший в Арзамасском районе в апреле 2019 г. [7]. Через некоторое время провал заполнился водой (рис. 1).



Рис. 1. Провал между селами Саблуково и Майское (слева – апрель 2019 г. [6], справа – апрель 2020 г. [7])

Изображение провала на покрытиях Sentinel-2 в ГБД за 2018–2021 годы показано на рис. 2 (здесь и ниже на рисунках красным контуром обозначен результат работы алгоритма автоматического обнаружения). Серии покрытий иллюстрируют периоды образования провала и превращения его в озеро.

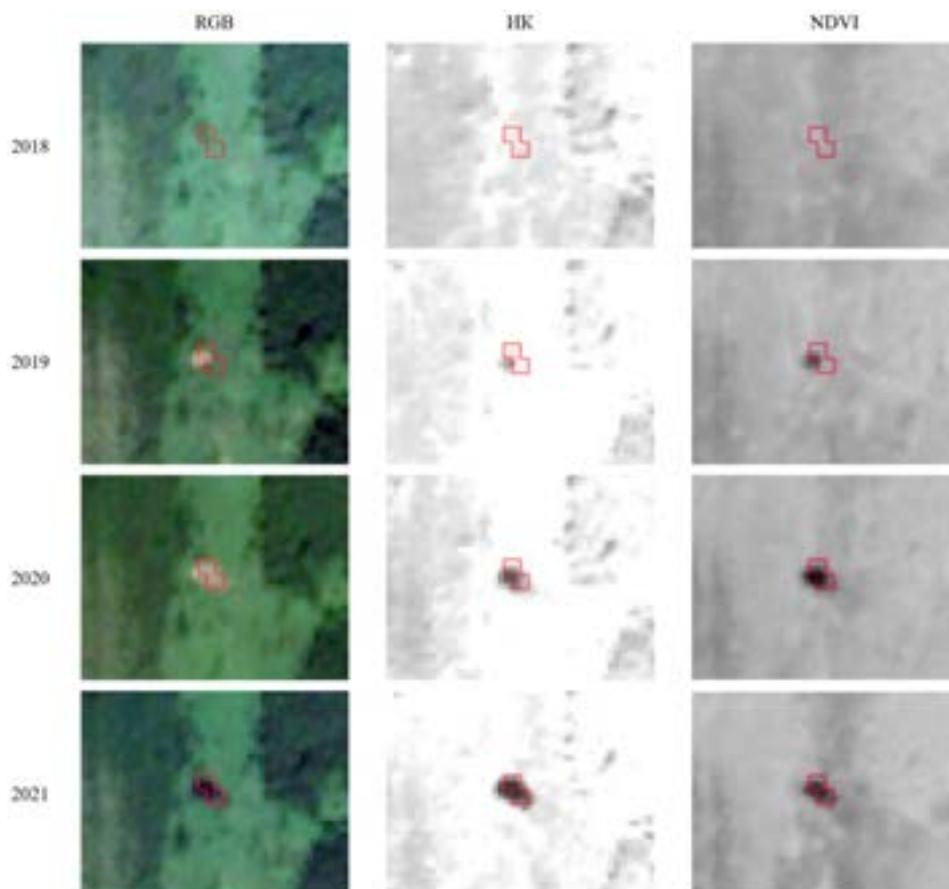


Рис. 2. Изображение провала вблизи села Саблуково на покрытиях Sentinel-2 в видимом диапазоне (RGB), ближнем ИК и канале NDVI в 2018–2021 годах (составлено с использованием QGIS)

Второй объект – карстовый провал вблизи с. Неледино Шатковского района, обнаруженный в конце июля 2018 года [8, 9]. Его первоначальная глубина составила 35 м; диаметр в верхней части – 20 м, в зоне выхода пермских известняков – 10–12 м (рис. 3).



Рис. 3. Провал вблизи с. Неледино [9]

Изображение провала на покрытиях Sentinel-2 в ГБД за 2017–2019 годы показано на рис. 4.

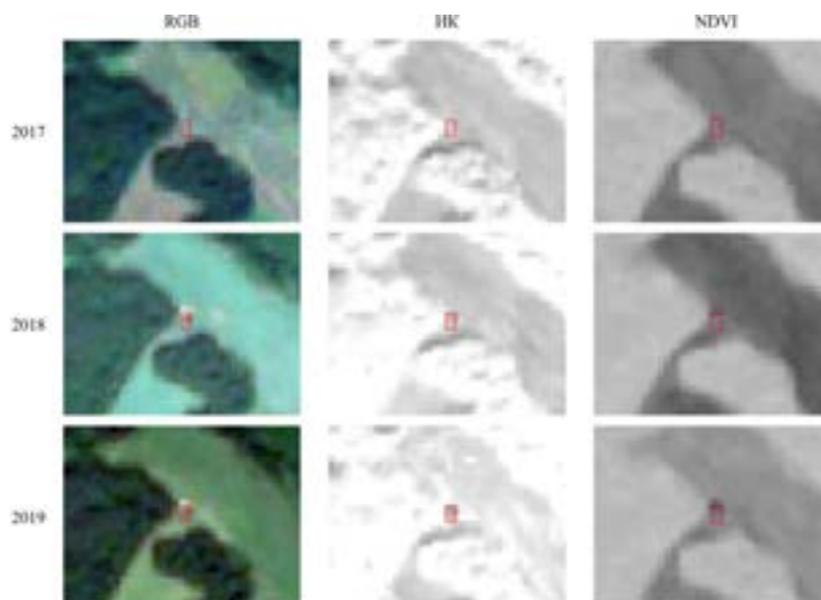


Рис. 4. Изображение провала вблизи с. Неледино на покрытиях Sentinel-2 в видимом диапазоне, ближнем ИК и канале NDVI в 2017–2019 годах (составлено с использованием QGIS)

Целесообразно привести и примеры тестовых объектов, по которым отсутствуют данные в СМИ и на картах в открытом доступе (они также обнаружены с помощью разработанного автоматического алгоритма).

Объект № 1 – это провал, образовавшийся в 2022 году вблизи д. Звягино Вачского муниципального округа (изображения – рис. 5, 6);

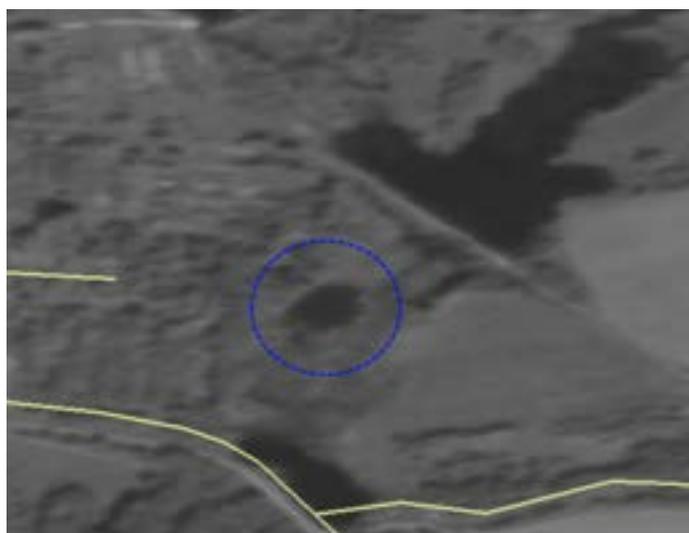


Рис. 5. Изображение тестового объекта №1 (отмечен овалом) на снимке Канопус-В №3 от 13.05.2023 (панхроматический канал; составлено по данным портала ВЕГА-Science [10])

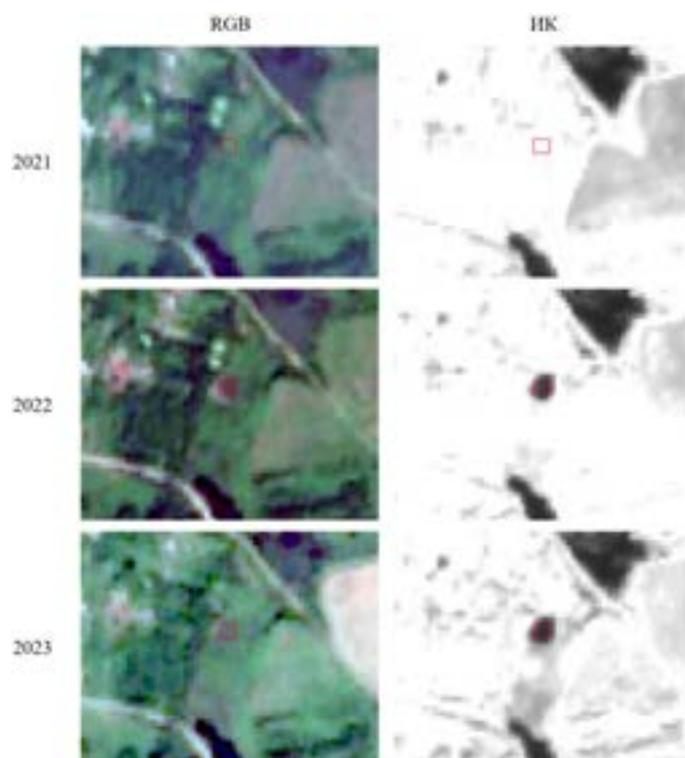


Рис. 6. Изображение тестового объекта №1 на покрытиях Sentinel-2 в видимом диапазоне (слева) и в ближнем ИК (справа) в 2021–2023 годах (составлено с использованием QGIS)

Объект № 2 представляет собой овраг вблизи пос. Александровский Шатковского района. В нем в 2017 г. в силу природных причин либо искусственным образом образовался водоем. Съемка объекта до и после образования водоема приведена на рис. 7 (к 2019 году овраг, видимо, уже используется в качестве рекреационного объекта).



Рис. 7. Изображение тестового объекта №2 на спутниковом покрытии Google до образования водоема (съемка 07.2017, слева) и после его образования (съемка 09.2019, справа) (составлено с использованием Google Планета Земля)

Изображение объекта № 2 на покрытиях Sentinel-2 в ГБД показано на рис. 8.

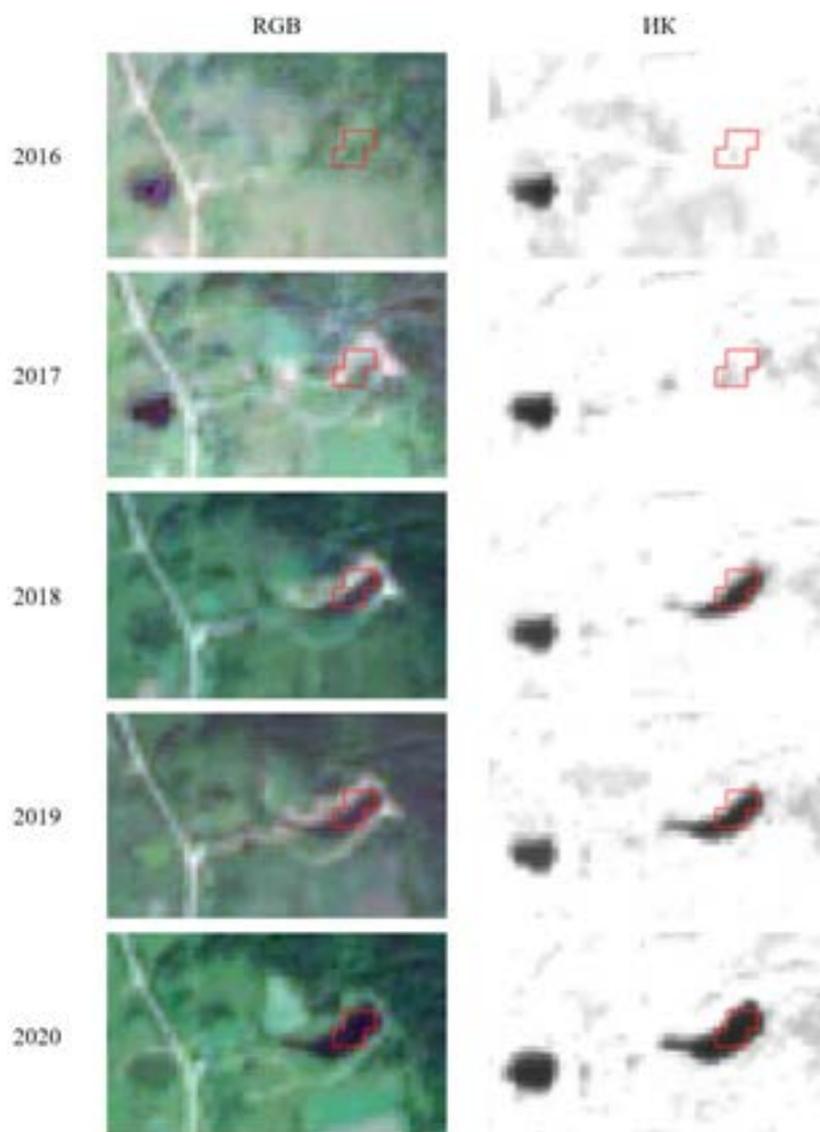


Рис. 8. Изображение тестового объекта №2 на покрытиях Sentinel-2 в видимом диапазоне (слева) и в ближнем ИК (справа) в 2016–2020 годах (составлено с использованием QGIS)

Объект № 3 находится вблизи с. Малый Макателем в городском округе Первомайск (примыкает к территории молочно-товарной фермы, а возможно и захватывает ее часть). Это локальное расширение ручья или небольшой реки (как вариант – искусственного происхождения), его изображение в ГБД показано на рис. 9, а съемка высокого разрешения до и после образования расширения объекта приведена на рис. 10.

Рассматриваемая территория в значительной степени освоена (возделанные поля, ферма, само село). При этом, судя по характеру окрестностей водоема, можно судить о наличии проявления эрозионных процессов. То есть при любом варианте генезиса происхождения водоема необходимы соответствующие наблюдения (мониторинг негативных процессов).



Рис. 9. Изображение тестового объекта №3 на покрытиях Sentinel-2 в видимом диапазоне (слева) и в ближнем ИК (справа) в 2019–2022 годах (составлено с использованием QGIS)



Рис. 10. Изображение тестового объекта №3 на спутниковых покрытиях Google до образования водоема (съемка 04.2019, слева) и Яндекс после образования водоема (дата съемки неизвестна, справа) (составлено с использованием QGIS)

Объект № 4: находится в лесу между деревнями Рогово и Пустынь Навашинского городского округа. (рис. 11). По характеру космоснимков высокого разрешения (рис. 12), а также по данным карты карстоопасности [6] можно сделать вывод о высокой концентрации карстовых объектов на данном участке местности. Объект представляет собой водоем, появившийся в 2020 году, одновременно с исчезновением водоема в 600 м к северо-востоку.

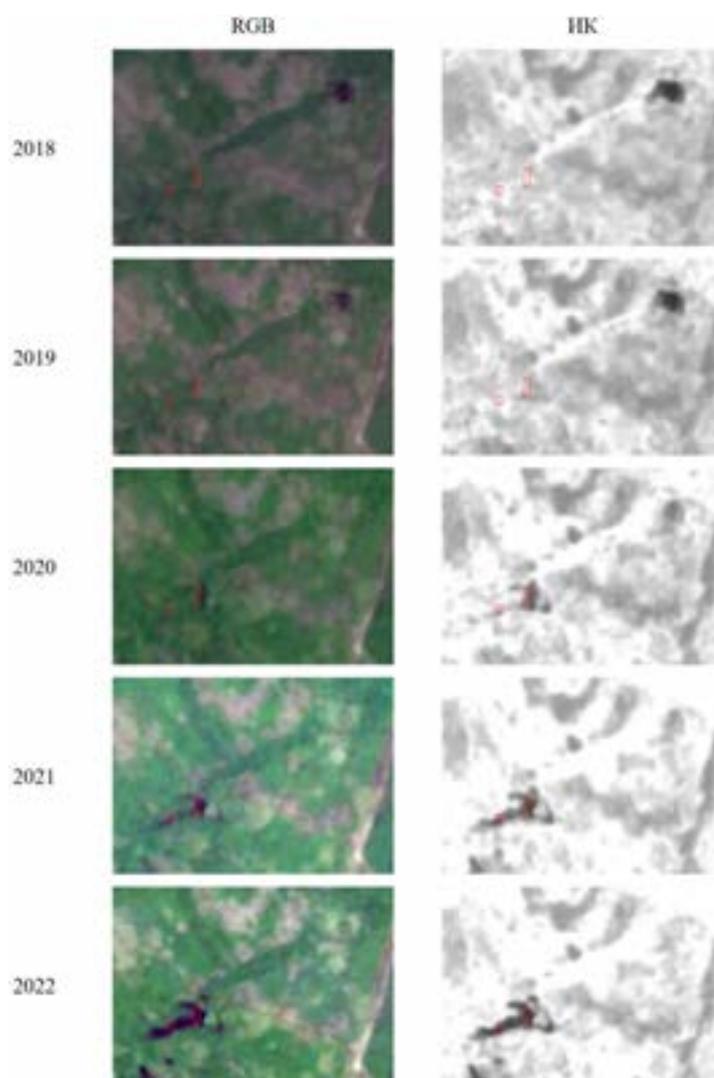


Рис. 11. Изображение тестового объекта №4 на покрытиях Sentinel-2 в видимом диапазоне (слева) и в ближнем ИК (справа) в 2018–2022 годах (составлено с использованием QGIS)



Рис. 12. Изображение тестового объекта №4 на спутниковых покрытиях Google (съемка 11.2019, слева) и Яндекс (дата съемки неизвестна, справа) (составлено с использованием QGIS)

Выводы

Предложенный алгоритм позволяет в автоматическом режиме выделять области карстопроявлений, произошедших за период функционирования спутниковой системы Sentinel-2. На платформе Google Earth Engine также доступна съемка Landsat-8/9, которая может быть использована для тех же целей. Общим недостатком всех открытых данных является относительно низкое разрешение (10 м, что сравнимо с размерами изучаемых объектов). Проблемой является недоступность в настоящее время данных съемки

высокого разрешения, позволяющих более детально отследить динамику выделенных областей (за исключением спорадически доступных данных в программе «Google Планета Земля»). Выделенные алгоритмом области далее могут быть автоматически сравнены с векторными картами местности с целью удаления ложных срабатываний на населенных пунктах, дорожной сети, стройплощадках и известных водных объектах, после чего могут быть использованы, например, для заказа съемки потенциально опасных участков с помощью БПЛА или спутников высокого разрешения.

В соответствии с [11], «государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды) осуществляется ... посредством создания и обеспечения функционирования наблюдательных сетей и информационных ресурсов в рамках подсистем единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды), а также создания, эксплуатации и развития федеральной государственной информационной системы состояния окружающей среды».

Предлагаемая ГБД может быть использована как источник данных для такой ФГИС в части автоматизации мониторинга карстовых явлений путем использования ведомствами, перечисленными в [11] (Минприроды России (такие его подразделения как Роснедра, Рослесхоз, Росводресурсов), Минсельхоз России, Росатом, исполнительные органы субъектов РФ).

Также ГБД может быть использована для автоматизации и повышения эффективности ведения:

- государственного мониторинга состояния недр в части мониторинга опасных экзогенных геологических процессов (Роснедра с участием исполнительных органов субъектов РФ [12]);

- государственного мониторинга сельхозземель Минсельхоз России с участием исполнительных органов субъектов РФ [13]);

- подсистемы состояния земель в рамках системы государственного мониторинга земель не сельскохозяйственного назначения (Росреестр [14]).

Поскольку информатизация и автоматизация деятельности ведомств, а также переход на использование цифровых информационных систем и данных дистанционного зондирования является общенациональным трендом, предлагаемая технология создания ГБД и, в частности, автоматизированного обнаружения карстовых явлений, может быть использована для повышения эффективности деятельности любого государственного ведомства (а также местных органов власти), чья деятельность связана с карстомониторингом.

При продолжении разработки темы перспективными являются следующие направления:

- автоматизация процесса (автоматическая загрузка и обработка данных разных сенсоров на исследуемую территорию по мере появления свежих данных);

- реализация алгоритма автоматического обнаружения карстовых объектов без использования Google Earth Engine;

- использование данных российских спутников ДЗЗ;

- повышение разрешения алгоритма по времени за счет использования спутниковых покрытий, усредненных за более мелкие промежутки времени (месяц);

- автоматическое определение смены времен года, установления снежного и растительного покрова (по данным космосъемки, данным метеосервисов, с использованием машинного обучения);

- использование технологий машинного обучения, в частности нейронных сетей;

- использование ЦМР и других дополнительных данных.

Литература

1. Наногеоология / Н. А. Платов, А. А. Лаврусевич, Н. С. Никитина, Т. Г. Макеева. – Москва: Издательство АСВ, 2021. – 272 с.
2. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone / N. Gorelick, M. Hancher, M. Dixon [et al.] // Remote Sensing of Environment. – 2017. – Vol. 202. – P. 18–27.
3. Sentinel-2 – Sentinel Online. URL: <https://sentinels.copernicus.eu/copernicus/sentinel-2> (дата обращения 23.05.2025).
4. Годорова А. Й., Дракин М. А. Автоматизированное обнаружение карстовых провалов по снимкам Sentinel-2 // Потаповские чтения – 2022: Сборник материалов VII ежегодной Всероссийской научно-практической конференции, Москва, 18 мая 2022 года. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2022. – С. 103–108. – EDN GOJKRJ.
5. Sykas, D. Spectral Indices with multispectral satellite data / Dimitris Sykas. – GU Geo University, 2020. – URL: <https://www.geo.university/pages/spectral-indices-with-multispectral-satellite-data> (дата обращения: 23.05.2025).
6. Рекомендации по проведению инженерных изысканий, проектированию, строительству и эксплуатации зданий и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области / Департамент градостроительного развития территории Нижегородской области. – Нижний Новгород, 2012. – 139 с.
7. Круглов Е. Провал с 9-этажный дом образовался под Арзамасом // Нижегородская Правда. – URL: <https://pravda-nn.ru/news/proval-s-9-etazhnyj-dom-obrazovalsya-pod-arzamasom/> (дата обращения: 23.05.2025).
8. Геоэкология: Учебное пособие / А. А. Лаврусевич, Т. Г. Макеева, В. П. Хоменко [и др.]. – Москва: Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2020. – 150 с. – ISBN 978-5-4323-0367-7. – EDN OADDDTO.
9. Иванов А. Появились фото гигантского провала в Нижегородской области // Российская газета. – URL: <https://rg.ru/2018/07/25/reg-pfo/poiavilis-foto-gigantskogo-provala-v-nizhegorodskoj-oblasti.html> (дата обращения: 23.05.2025).
10. Система «Вега-Science»: особенности построения, основные возможности и опыт использования / Е. А. Лупян, А. А. Прошин, М. А. Бурцев [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2021. – Т. 18, № 6. – С. 9–31. – DOI 10.21046/2070-7401-2021-18-6-9-31. – EDN DZXTMC.
11. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 марта 2024 г. № 300 «Об утверждении Положения о государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды)»
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 29 ноября 2023 г. № 2029 «Об утверждении Правил осуществления государственного мониторинга состояния недр и мониторинга состояния недр на участке недр, предоставленном в пользование»
13. Приказ Минсельхоза России от 24 декабря 2015 г. № 664 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения»
14. Приказ Росреестра от 22 июля 2021 г. № П/0315 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель, за исключением земель сельскохозяйственного назначения»

4 Искусственный интеллект в геопространственной деятельности

УДК 004.89:528.854.46 528.88

Объяснимый геопространственный искусственный интеллект Побединский Г.Г.

Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, Москва, Россия
Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Указом Президента Российской Федерации в октябре 2019 года была утверждена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года [4].

Национальной стратегией были установлены основные понятия:

- искусственный интеллект - комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые с результатами интеллектуальной деятельности человека или превосходящие их. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений;

- технологии искусственного интеллекта - совокупность технологий, включающая в себя компьютерное зрение, обработку естественного языка, распознавание и синтез речи, интеллектуальную поддержку принятия решений и перспективные методы искусственного интеллекта;

- перспективные методы искусственного интеллекта - методы, направленные на создание принципиально новой научно-технической продукции, в том числе в целях разработки универсального (сильного) искусственного интеллекта (автономное решение различных задач, автоматический дизайн физических объектов, автоматическое машинное обучение, алгоритмы решения задач на основе данных с частичной разметкой и (или) незначительных объемов данных, обработка информации на основе новых типов вычислительных систем, интерпретируемая обработка данных и другие методы);

- открытая библиотека искусственного интеллекта - набор алгоритмов, предназначенных для разработки технологических решений на основе искусственного интеллекта, описанных с использованием языков программирования и размещенных в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет");

- сильный искусственный интеллект - тип искусственного интеллекта, который способен выполнять различные задачи, взаимодействовать с человеком и самостоятельно (без участия человека) адаптироваться к изменяющимся условиям;

- доверенные технологии искусственного интеллекта - технологии, отвечающие стандартам безопасности, разработанные с учетом принципов объективности, недискриминации, этичности, исключающие при их использовании возможность причинения вреда человеку и нарушения его основополагающих прав и свобод, нанесения ущерба интересам общества и государства.

Одной из основных задач развития искусственного интеллекта в Российской Федерации является обязательное внедрение доверенных технологий искусственного интеллекта в тех областях его использования, в которых может быть нанесен ущерб безопасности Российской Федерации.

В феврале 2024 года в Указ и Национальную стратегию были внесены изменения, которые констатировали, что:

- искусственный интеллект является одной из самых важных технологий, которые доступны человеку в настоящее время: уже сейчас благодаря искусственному интеллекту

происходит рост мировой экономики, ускорение инноваций во всех областях науки, повышение качества жизни населения, доступности и качества медицинской помощи, качества образования, производительности труда и качества отдыха;

- технологии искусственного интеллекта являются областью международной конкуренции. Технологическое лидерство в области искусственного интеллекта может позволить государствам достичь значимых результатов по основным направлениям социально-экономического развития;

- в конце 2010-х годов органы власти развитых стран стали уделять особое внимание развитию технологий искусственного интеллекта. К настоящему времени более 60 стран разработали и утвердили собственные национальные стратегии развития искусственного интеллекта;

- в мире существенно увеличилась доля организаций, которые применяют искусственный интеллект для повышения эффективности бизнес-процессов. По данным опросов, проведенных консалтинговыми компаниями, в развитых странах 50 - 60 процентов всех крупных организаций используют искусственный интеллект;

- между государствами усилилась конкуренция в области искусственного интеллекта, что выражается в создании препятствий для импорта передовых технологий микроэлектроники, привлечения квалифицированных специалистов в области искусственного интеллекта из других государств, а также во введении ограничений на свободное распространение технологий. Вместе с тем усиливаются риски возникновения зависимости от недобросовестных поставщиков решений в области искусственного интеллекта;

Одними из основных принципов нормативно-правового регулирования общественных отношений, связанных с развитием и использованием технологий искусственного интеллекта, являются:

- ответственность: не допускается делегирование системам искусственного интеллекта ответственного нравственного выбора (в том числе принятие любых решений, способных оказать влияние на жизнь или здоровье человека), а также делегирование ответственности за последствия принятия решений. Ответственность за все последствия работы систем искусственного интеллекта всегда несет физическое или юридическое лицо, признаваемое субъектом ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- квалифицированная экспертная оценка: при разработке нормативно-правового регулирования, касающегося развития технологий искусственного интеллекта, должно быть обеспечено проведение его соответствующей оценки специалистами в области искусственного интеллекта.

В России, как и во всем мире, в последние годы повышенный интерес вызывает возможность применения искусственного интеллекта в геопространственной деятельности. В апреле 2024 года на II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД 2024» представлен доклад «Геоинформационные системы и искусственный интеллект» [6], вопросы применения искусственного интеллекта в геоинформатике рассматривались в мае 2024 года на научной конференции МИИГАиК «Пространственные данные: наука и технологии 2024» [5], тема «Искусственный интеллект и человек – какой будет новая реальность» и Олимпиада «Применение систем искусственного интеллекта в исследовании геосистем» рассматривались на XX Международной выставке и научном конгрессе «Интерэкспо ГЕО-Сибирь 2024» [1]. В сентябре 2024 года на 4-й Международной научно-технической конференции «ЦИФРОВАЯ РЕАЛЬНОСТЬ: космические и пространственные данные, технологии обработки» проведено отдельное заседание «Искусственный интеллект в геоинформатике» [5].

Одним из приоритетных направлений развития искусственного интеллекта является необходимость и способность объяснять решения, принимаемые на основе

искусственного интеллекта. Тем самым преобразовать модели «черного ящика» в более прозрачные модели «стеклянного ящика». Рассмотрению этого направления посвящена работа Кариджа Камюсоко (Courage Kamusoko) – известного японского ученого в сфере анализа данных дистанционного зондирования Земли, моделировании растительного покрова и чрезвычайных ситуаций – «Представление ГеоИИ, Тематические исследования в области объяснимого геопространственного искусственного интеллекта (ГеоИИ) для моделирования окружающей среды» (GeoAI Unveiled: Case Studies in Explainable GeoAI for Environmental Modeling) [7].

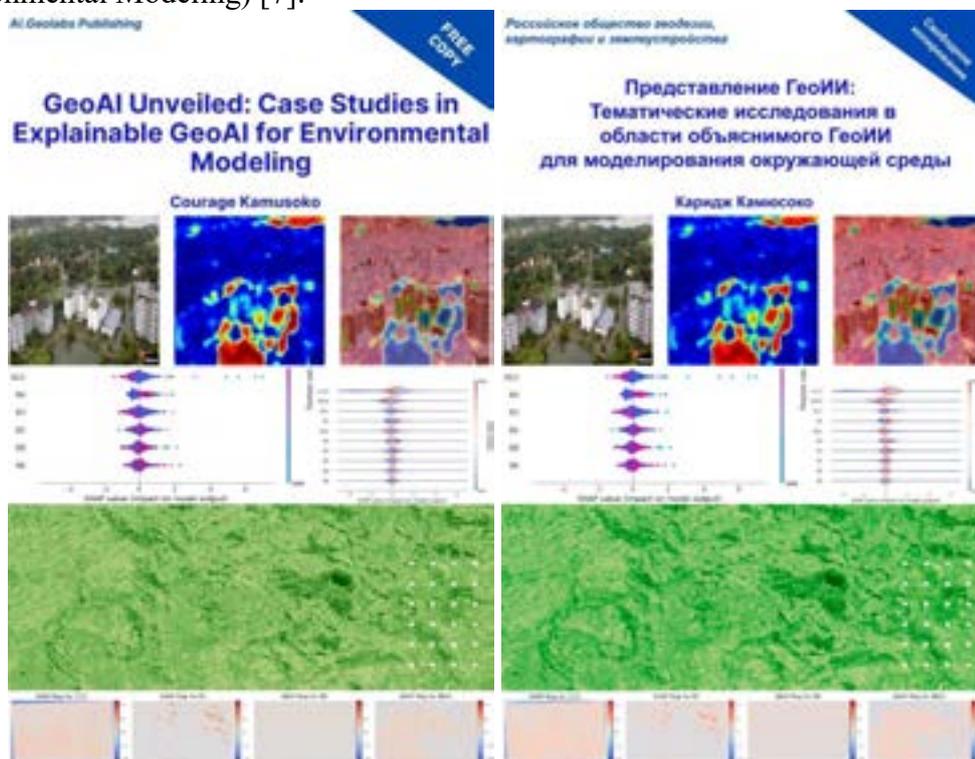


Рис. 1. Обложки книги GeoAI Unveiled: Case Studies in Explainable GeoAI for Environmental Modeling) [7] и Представление ГеоИИ. Тематические исследования в области объяснимого ГеоИИ для моделирования окружающей среды [2]

Несмотря на краткость и обзорный характер, эта работа достаточно полно раскрывает понятие геопространственного искусственного интеллекта, формулирует проблемы и решения его использования.

Структура книги позволяет читателям ознакомиться с основными концепциями, методами и областями применения объяснимого ИИ (ХАИ) в ГеоИИ. Книга состоит из четырех ключевых глав. Цель состоит в том, чтобы дать всестороннее представление о том, как ГеоИИ может быть применен для решения проблем окружающей среды, обеспечивая при этом прозрачность и объяснимость моделей искусственного интеллекта. Книга организована следующим образом.

Глава 1 «Введение в объяснимый ГеоИИ» закладывает основу книги, знакомя с концепцией ГеоИИ и ее растущей актуальностью в геопространственных технологиях. В ней рассматривается быстрый рост геопространственных приложений, управляемых искусственным интеллектом, и подчеркивается важность объяснимости этих моделей. В этой главе представлены основные принципы, лежащие в основе объяснимого ИИ (ХАИ), а также такие методы, как аддитивные объяснения Шепли (SHapley Additive explanations – SHAP), не зависящие от модели локальные интерпретируемые объяснения (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations – LIME) и градиентно-взвешенное отображение активации классов (Gradient-weighted Class Activation Mapping – Grad-CAM).

В главе 2 «Объяснимое машинное обучение для моделирования структуры леса» показано, как применять регрессионный метод случайного леса (Random Forest

Regression) для прогнозирования высоты лесного покрова с использованием данных дистанционного зондирования Земли. Подробное объяснение важности прогнозирующих факторов (предикторов) приводится с использованием значений SHAP. В этом тематическом исследовании подчеркивается важность объяснимого машинного обучения (ML) для оценки структуры лесов.

В главе 3 «Объяснимое глубокое обучение для составления карт последствий наводнений» методы глубокого обучения (Deep Learning – DL) применяются для составления карт наводнений с использованием изображений высокого разрешения. В главе представлена модель U-Net и показано, как ее можно использовать для определения затопленных районов. Градиентно-взвешенное отображение активации классов (Grad-CAM) используется для визуализации того, какие части спутниковых изображений повлияли на прогнозы модели.

В заключительной главе «Преимущества объяснимого ИИ: почему будущее за геопространственным моделированием» приводится краткое изложение книги и рассматриваются сильные и слабые стороны современных методов объяснимого ГеоИИ. В ней подчеркивается необходимость обеспечения прозрачности при принятии решений, основанных на ГеоИИ. В ней также рассматриваются новые направления исследований и важность разработки поддающихся интерпретации моделей, которые решают технические и этические проблемы. Центральной темой этой главы является роль объяснимого ГеоИИ в обеспечении ответственного и справедливого использования ИИ.

Перевод книги «Представление ГеоИИ, Тематические исследования в области объяснимого геопространственного искусственного интеллекта (ГеоИИ) для моделирования окружающей среды» (GeoAI Unveiled: Case Studies in Explainable GeoAI for Environmental Modeling) на русский язык осуществлен при поддержке Российского общества геодезии, картографии и землеустройства [2].

Рецензентами перевода на русский язык являются известные специалисты в геоинформатике доктор технических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник Геоинформационного центра Российской академии наук Леонард Иосифович Яблонский и кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой геоинформатики, геодезии и кадастра Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета Чечин Андрей Вячеславович.

Перевод книги на русский язык размещен на сайте Российского общества геодезии, картографии и землеустройства в свободном доступе https://rosgeokart.ru/sites/default/files/documents/predstavlenie_geoi.pdf.

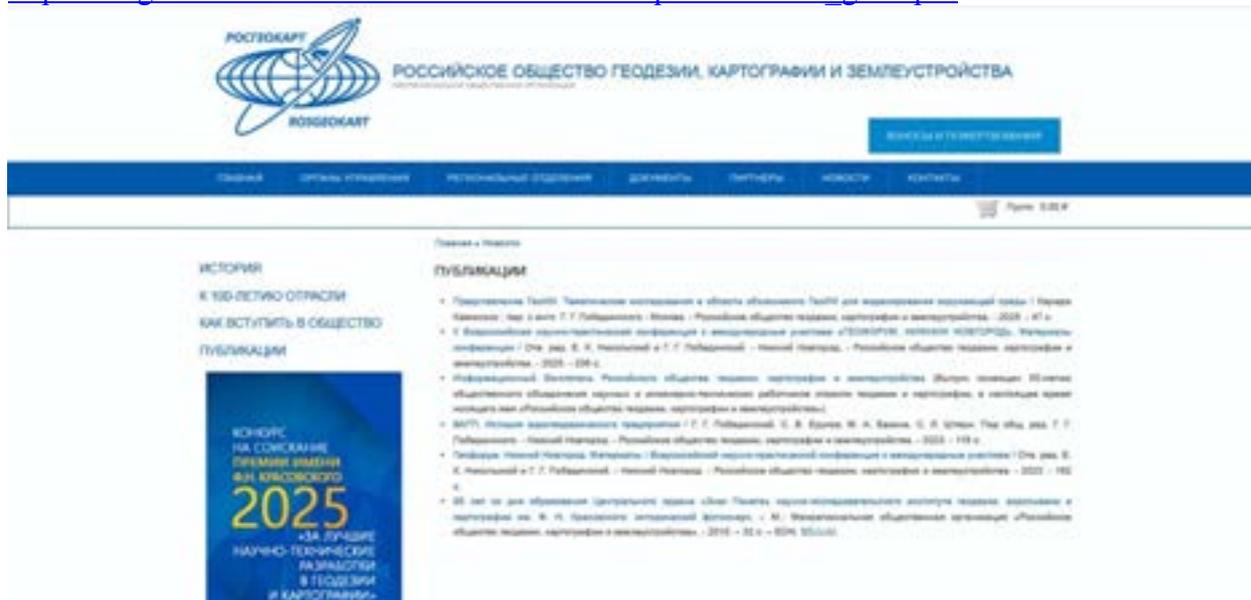


Рис. 2. Раздел «Публикации» сайта Российского общества геодезии, картографии и землеустройства

Литература

1. Интерэкспо ГЕО-Сибирь. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://geosib.sgugit.ru/>
2. Каридж Камюсоко Представление ГеоИИ. Тематические исследования в области объяснимого ГеоИИ для моделирования окружающей среды. Перевод на русский язык Г. Г. Побединский. Москва. – Российское общество геодезии, картографии и землеустройства. – 2025. – 47 с. - [Электронный ресурс]. – Доступ: https://rosgeokart.ru/sites/default/files/documents/predstavlenie_geoii.pdf
3. Пространственные данные: наука и технологии 2024: Тезисы докладов научной конференции МИИГАиК, Москва, 28–29 мая 2024 года. – Москва: Московский государственный университет геодезии и картографии, 2024. – 66 с. – EDN LBKUKO.
4. Указ Президента Российской Федерации от 10 октября 2019 г. № 490 (ред. от 15.02.2024) «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года»)
5. Цифровая реальность: космические и пространственные данные, технологии обработки: Материалы IV Совместной международной научно-технической конференции, Минск, 16–19 сентября 2024 года. – Москва: Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, 2024. – 97 с. – EDN LQIFHI.
6. Чечин А. В. Геоинформационные системы и искусственный интеллект // Геофорум. Нижний Новгород: Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Нижний Новгород, 25–26 апреля 2024 года. – Нижний Новгород: Российское общество геодезии, картографии и землеустройства, 2025. – С. 39-43. – EDN LYDXKC
7. Courage Kamusoko GeoAI Unveiled: Case Studies in Explainable GeoAI for Environmental Modeling. Machida, Tokyo, Japan. 2024. 42 p.

УДК 332.6

Применение ИИ в деятельности по определению кадастровой стоимости недвижимости Пылаева А.В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

ООО «Институт развития информационных систем «ИРИС», Нижний Новгород, Россия

В декабре 2024 г. был утвержден (протокол Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам) Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства» [1]. В него, в свою очередь, вошли 9 федеральных проектов, одним из которых является проект «Искусственный интеллект». В рамках данного проекта в числе прочего планируется «создание единой цифровой платформы обработки больших данных, формирование наборов данных искусственного интеллекта для внедрения и использования в отраслях экономики, социальной сфере и государственном управлении на федеральном и региональном уровнях» [2].

В статье «Искусственный интеллект и нейронные сети – инструменты кадастровой оценки недвижимости в составе Национальной системы пространственных данных» [3] было показано, что искусственный интеллект может быть применен при осуществлении таких этапов государственной кадастровой оценки (ГКО) объектов недвижимости, как: 1) установление значений ценообразующих факторов и 2) построение статистической модели оценки кадастровой стоимости в рамках метода статистического (регрессионного) моделирования.

В развитие затронутой в указанной выше статье темы повышения экономической обоснованности кадастровой стоимости земельных участков (ЗУ) и их улучшений путем внедрения технологий искусственного интеллекта в процесс государственной кадастровой оценки, которая стала еще более актуальной в свете разработки в настоящее время единого федерального программного обеспечения ГКО (в составе Национальной системы пространственных данных (НСПД)), исследуем возможную роль искусственного интеллекта при осуществлении расчета кадастровой стоимости земельных участков сегмента «Использование лесов».

Выбор данных объектов недвижимости для более детального анализа продиктован тем, что в 2026 году в каждом регионе России должна быть проведена государственная кадастровая оценка земельных участков всех категорий земель, а земли лесного фонда в свою очередь занимают самую значительную площадь (66,2 %) в структуре земельного фонда России [4].

Следует отметить, что в Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 11 февраля 2021 г. № 312-р, перечислены проблемы, замедляющие развитие лесного комплекса, одной из которых является «отсутствие достоверных актуальных сведений об имеющихся лесных ресурсах» [5].

Указанная проблема напрямую влияет и на качество, объективность государственной кадастровой оценки лесных участков. Для обоснования данного утверждения приведем положения методических указаний о государственной кадастровой оценке, утвержденных приказом Росреестра от 4 августа 2021 г. № П/0336 (далее – Методические указания о ГКО). Так, согласно пункту 59.4 данного документа, одним из этапов расчета кадастровой стоимости объектов оценки сегмента «Использование лесов» является определение продуктивности (в денежном выражении) земельных участков, занятых защитными, эксплуатационными или резервными лесами, путем произведения «запаса древесины на рыночную цену 1 куб. м древесины, отпускаемой на корню» [6].

Кадастровая оценка земельных участков, учтенных в Едином государственном реестре недвижимости, была проведена в 2022 г. в 85 субъектах Российской Федерации. По итогам ГКО специалистами бюджетных учреждений, наделенных полномочиями, связанными с определением кадастровой стоимости (далее – ГБУ), сформированы отчеты, которые размещены в фонде данных ГКО на цифровой платформе «Национальная система пространственных данных» [7].

В рамках данной статьи было проанализировано 50 Отчетов об итогах государственной кадастровой оценки земельных участков (далее также – Отчеты), составленных по результатам определения кадастровой стоимости ЗУ (по состоянию на 01.01.2022).

Важно подчеркнуть, что исследуемой выборкой были охвачены все федеральные округа России (табл. 1).

Таблица 1 Распределение анализируемых Отчетов об итогах ГКО земельных участков по федеральным округам России

Федеральный округ России	Количество Отчетов	
	абс.	%
Дальневосточный федеральный округ	6	12%
Приволжский федеральный округ	7	14%
Северо-Западный федеральный округ	7	14%
Северо-Кавказский федеральный округ	4	8%
Сибирский федеральный округ	8	16%
Уральский федеральный округ	4	8%
Центральный федеральный округ	10	20%
Южный федеральный округ	4	8%
Итого	50	100%

Анализ содержания Отчетов из фонда данных ГКО показал, что в подавляющем большинстве субъектов РФ (в исследуемой выборке) (в 43 из 50) для определения кадастровой стоимости лесных участков специалисты ГБУ осуществляли расчет продуктивности земель. Для указанного расчета были использованы сведения о значениях запаса лесных насаждений, которые представлены в одной из форм ведения государственного лесного реестра, а именно в форме № 2-ГЛР «Распределение площади лесов и запасов древесины по преобладающим породам и группам возраста».

Чаще всего в исследуемой выборке (в 35 регионах России из 50 анализируемых) работники ГБУ в целях определения кадастровой стоимости земельных участков сегмента «Использование лесов» в 2022 г. использовали следующую формулу расчета продуктивности земель, занятых лесными насаждениями:

$$П = ЗД * РЦ / N,$$

где:

П – продуктивность 1 гектара земель;

ЗД – запас древесины на 1 гектар;

РЦ – рыночная цена 1 куб. м древесины, отпускаемой на корню;

N – число лет в обороте рубки.

Следует отметить, что 1 января 2025 г. вступила в силу глава 10.1 Лесного кодекса РФ («Государственный лесной реестр»), согласно которой «в целях ведения государственного лесного реестра создается федеральная государственная информационная система лесного комплекса» [8].

По данным сайта Федерального агентства лесного хозяйства, «Федеральная государственная информационная система лесного комплекса – цифровая платформа, объединяющая в себе десятки государственных услуг, сведения Государственного лесного реестра, актуальные данные в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, лесоразведения, учета древесины и ее прослеживаемости, учета информации о сделках с ней» [9].

В июне 2022 г. было утверждено Положение о федеральной государственной географической информационной системе «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных», согласно п. 15 которого, внесение информации в НСПД осуществляется в рамках информационного взаимодействия с различными информационными системами, в том числе с государственным лесным реестром (поставщиком информации выступает в данном случае Федеральное агентство лесного хозяйства).

В ряде регионов России специалисты ГБУ в 2022 г. в рамках ГКО лесных участков использовали формы № 2-ГЛР «Распределение площади лесов и запасов древесины по преобладающим породам и группам возраста», составленные по состоянию на 01.01.2021, а в других – по состоянию на 01.01.2022. В данных формах содержатся сведения об общем запасе насаждений (в том числе по группам возраста лесных насаждений (молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные)) в разрезе основных лесообразующих пород по каждому лесничеству субъекта РФ.

В целях определения запаса лесных насаждений проводится таксация лесов. В России таксацию выполняют при лесоустройстве, инвентаризации леса.

К основным способам таксации относятся: 1) глазомерный; 2) глазомерно-измерительный; 3) дешифровочный; 4) актуализация.

Обработка информации, полученной в рамках таксации лесов, является трудоемкой задачей. Разработка систем интеллектуального анализа большого объема данных лесоустройства, автоматизированных способов установления количественных и качественных характеристик лесных насаждений будет способствовать повышению точности и скорости мониторинга лесных массивов.

Существует достаточно большое количество научных работ, которые посвящены применению цифровых технологий в лесном хозяйстве.

Обобщая данные, приведенные в публикациях, можно выделить следующие используемые и (или) предлагаемые к использованию цифровые технологии для определения состояния лесов: искусственный интеллект [10-13], машинное обучение [12], глубокое обучение, лазерные системы сканирования [13], 3D-печать [14], беспилотные летательные аппараты [15-17], технология лидарной съемки [18], цифровые двойники [18], компьютерное зрение, алгоритмы искусственных нейронных сетей [19].

Поскольку в форме № 2-ГЛР содержатся данные о характеристиках лесных насаждений в разрезе лесничеств, то специалисты ГБУ в рамках ГКО лесных участков не учитывали индивидуальные особенности ЗУ, были рассчитаны удельные показатели стоимости земель, занятых лесными насаждениями, для каждого лесничества на территории субъекта РФ, а затем УПКС земельного участка (объекта оценки) принимался равным соответствующему указанному рассчитанному показателю (в зависимости от того, в каком лесничестве расположен ЗУ). Таким образом, внедрение технологий искусственного интеллекта в лесное хозяйство имеет важное значение для увеличения точности, достоверности, экономической обоснованности кадастровой стоимости, для учета всех уникальных количественных и качественных характеристик лесных насаждений, находящихся на конкретных земельных участках (объектах кадастровой оценки).

Следует обратить внимание на то, что, как показал анализ Отчетов об итогах ГКО земельных участков, в случаях если в отношении земельного участка отсутствовала информация о лесничестве, на территории которого он расположен, или если земельный участок расположен на территории нескольких лесничеств, специалисты ГБУ принимали различные допущения (например, в ряде субъектов РФ для ЗУ, находящихся на территории нескольких лесничеств, присваивался УПКС того лесничества, на котором ЗУ преимущественно расположен, а в ряде регионов России использовалось среднее значение УПКС лесничеств, на территории которых расположен земельный участок).

Повышение качества информационного обеспечения ГКО объектов недвижимости, в том числе за счет применения искусственного интеллекта, будет способствовать тому, что специалистам ГБУ не потребуется прибегать к введению разного рода допущений, которые на данный момент носят разрозненный характер и устанавливаются не на федеральном уровне (так как в Методических указаниях о ГКО не описан алгоритм действий для указанных случаев), а на уровне регионов России. Кроме того, данные допущения могут меняться от тура к туру ГКО в связи с выработкой новых решений по разным причинам (например, по причине изменения кадрового состава ГБУ).

Согласно п. 59.4 Методических указаний о ГКО, для приспевающих и неспелых насаждений при расчете продуктивности земель «учитывается прогнозное время начала рубки (исходя из достижения времени спелости древесины)» [6]. Однако в результате проведенного исследования Отчетов об итогах ГКО было выявлено, что лишь в двух регионах России из 50 анализируемых в рамках определения кадастровой стоимости лесных участков для расчета значений запаса древесины приспевающих и неспелых насаждений к моменту достижения спелости работники ГБУ применяли такой показатель, как прирост древесины. Поскольку алгоритм определения данного показателя не содержится в Методических указаниях о ГКО, то в подавляющем количестве субъектов РФ специалисты ГБУ его не учитывали. Но даже в тех регионах России, где был применен этот показатель, единого подхода к его расчету не наблюдается. В этой связи следует отметить, что авторы в научных публикациях затрагивают вопросы применения искусственного интеллекта для прогнозирования темпа роста деревьев [14, 19].

Таким образом, проведенное исследование подтверждает, что внедрение технологий искусственного интеллекта в лесное хозяйство с целью получения точных, актуальных сведений о характеристиках лесных насаждений является важным условием для эффективного управления лесными землями, а также для качественного определения

такой экономической характеристики объектов управления (земельных участков сегмента «Использование лесов»), как кадастровая стоимость.

Литература

1. Национальный проект «Экономика данных и цифровая трансформация государства». URL: <https://digital.gov.ru/target/naczionalnyj-proekt-ekonomika-dannyh-i-czifrovaya-transformacziya-gosudarstva>.
2. Федеральный проект «Искусственный интеллект». URL: <https://digital.gov.ru/activity/czifrovizacziya-gosudarstva/vedomstvennyj-proektnyj-ofis-vpo/administrirovanie-i-soprovozhdenie-ispolneniya-naczionalnogo-proekta-ekonomika-dannyh-i-czifrovaya-transformacziya-gosudarstva/cz3-iskusstvennyj-intellekt>.
3. Пылаева А. В., Акинин М. В. Искусственный интеллект и нейронные сети – инструменты кадастровой оценки недвижимости в составе национальной системы пространственных данных // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2024. – № 4 (271). – С. 23-31.
4. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2024 году. URL: <https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/informatsiya/Nациональный%20доклад%202024.pdf>.
5. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 г. № 312-р. «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года»
6. Приказ Росреестра от 4 августа 2021 г. № П/0336 «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке»
7. Фонд данных государственной кадастровой оценки. URL: <https://nspd.gov.ru/cadastral-price/reports>.
8. Лесной кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ
9. ФГИС ЛК. Информационные материалы. URL: <https://rosleshoz.gov.ru/information-systems/fgis-lk-information/>.
10. Анциферова В. И. Голова Е. А. Применение искусственного интеллекта для лесного комплекса // Энергоресурсосберегающие и экологически безопасные технологии лесопромышленного комплекса-2025: Материалы международной научной конференции, Воронеж, 27–28 марта 2025 года. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2025. – С. 164-170.
11. Артемова А. А., Ильина Е. К., Лебедев А. В. Внедрение искусственного интеллекта в лесное хозяйство: вызовы и возможности // Цифровые, компьютерные и информационные технологии в науке и образовании: Сборник статей II Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, Брянск, 14–15 ноября 2024 года. – Брянск: Брянский государственный университет им. акад. И. Г. Петровского, 2025. – С. 64-68.
12. Вагизов М. Р. К вопросам применения искусственного интеллекта в лесном хозяйстве // Лесное хозяйство: Материалы докладов 85-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1–13 февраля 2021 года. – Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2021. – С. 17-19.
13. Мурзакаев Н. И., Захаренкова И. А. Использование искусственного интеллекта в лесном хозяйстве // Техника и технология современных производств: Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 12–13 мая 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 293-296.
14. 3D-портреты лесных массивов позволят рассчитывать запас древесины. URL: <https://rg.ru/2025/09/16/rossijskie-uchenye-nauchilis-poluchat-3d-portrety-lesnyh-massivov.html>.

15. Вотинов Д. В., Филатова Ю. А. Обработка изображений БПЛА для выделения крон деревьев на базе ИИ методикой разметки // Инновационный дискурс развития современной науки: сборник статей XXII Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 2 июня 2025 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2025. – С. 217-222.

16. Кононова С. А., Перепичаев А. А., Рыжова Н. А. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в лесном хозяйстве // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2023. – № 64. – С. 58-60.

17. Крылова А. А. Возможности применения беспилотных летательных аппаратов на предприятиях лесного комплекса // Самара АгроВектор. – 2024. – Т. 4, № 4. – С. 43-56.

18. В России разработали технологию цифрового двойника леса. URL: https://www.cnews.ru/news/top/2025-05-21_v_rossii_razrabotali_tehnologiyu.

19. Применение современных цифровых решений в лесном комплексе. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=6099>.

УДК 004.89

**Вопросы разработки образовательного искусственного интеллекта для проекта «Инженерно-геодезические изыскания»
Кочетова Э.Ф., Акрицкая И.И.**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

В современном мире создаются искусственные интеллекты, происходит развитие нейросетей. Государством планируется внедрение искусственного интеллекта в образование, с учетом профилей направлений, нужна согласованность рабочих программ с работой искусственного интеллекта.

В настоящее время существует более 25 нейросетей от GigaChat, ChatGPT, DeepSeek и другие. ИИ интенсивно используется пользователями, помогает решать различные профессиональные и учебные задачи. Преподавателю ИИ помогает в организации учебного процесса, составлении планов занятий, программ обучения, в проверке выполненных работ, тестировании и др.

Недостатки его использования – необходима обработка большого объема данных; наличие вычислительных мощностей для анализа; настройка моделей. Систематическое и бесконтрольное использование ИИ может привести к отсутствию способности логически рассуждать у пользователей, иметь свое мнение. Оценивание работ учащихся с использованием ИИ может привести к необъективности оценивания. Кроме того, возникает неравенство в использовании ИИ при отсутствии у кого-либо интернета.

Таким образом:

- в разработке образовательного ИИ должны участвовать преподаватели и лидеры индустрии, чтобы он обеспечивал разнообразные потребности пользователей;

- необходимо обеспечить защиту информации, внедряя надежные протоколы конфиденциальности и безопасности;

- инновационные модели финансирования обеспечат непрерывное совершенствование алгоритмов, проведение независимых испытаний и оценок решений ИИ;

- студенты, преподаватели и специалисты сферы образования должны проходить обучение по работе с ИИ, чтобы использовать его наиболее эффективно и безопасно;

- принципы равенства и инклюзивности должны занимать центральное место при разработке программ, обеспечивающих широкое распространение грамотности в области ИИ.

Создаются и совершенствуются нейросети. Их нужно обучить. Обучение может быть выполнено разными способами. С учителем – задаются разделы дисциплины и задания с ответами. Без учителя – ИИ сам ищет закономерности. Обучение с подкреплением – даются задания с ответами, в которых могут содержаться ошибки.

Качественное обучение ИИ требует большого количества данных, ответы на которые должны быть проверены.

Процесс обучения ИИ включает следующие этапы: определение задачи, сбор и подготовка данных, выбор алгоритма машинного обучения, обучение модели, оценка производительности, использование модели решения задач, итеративное улучшение модели, использование готовых инструментов.

Кафедра геоинформатики, геодезии и кадастра (ГГК) совместно со Сбербанком занимается обучением ИИ (нейросеть GigaChat) по направлению «Инженерно-геодезические изыскания» в составе проекта «Инженерные изыскания».

GigaChat – русскоязычная сеть от Сбера. Возможности сети: ввод голосом и озвучивание ответа, создание картинок, работа с файлами, создание открыток, распознавание изображений, умный редактор текста, готовые подсказки для вопросов.

Структура чата для обучения ИИ содержит вкладку «Разметчики», функцию которых мы выполняем. В обязанности разметчика входит выполнение различных заданий, связанных с данными для машинного обучения. В зависимости от проекта это может быть: транскрибация – преобразование устной речи в текст, разметка объектов – создание меток на изображениях и видео, выделение ключевых слов – задача поиска наиболее значимых и информативных фраз в тексте, разметка документов – структурирование текстов.

Обучение ИИ GigaChat по направлению «Инженерно-геодезические изыскания» происходит следующим образом. На первом этапе формировались простые задания по геодезии. Например, вычисление горизонта инструмента, вычисление превышения, расчет горизонтального проложения линии на карте и на местности, задание с ошибкой по вычислению дирекционного угла. GigaChat большинство заданий выполнил правильно.

Задание с дирекционным углом выполнено правильно со второго раза, после замены аббревиатуры (СЗ) полным названием северо-запад.

Таким образом, вопросы необходимо понятно и точно формулировать, сокращения не допускаются.

Например, если набор данных с геодезическими понятиями, необходимо четко разметить, что «отметка» - это отметка, «угол» – это действительно угол и т.д. Это позволит из набора данных создать систему, понятную для нейросети.

В GigaChat есть возможность пользователю выбрать в зависимости от сложности задания: простое и сложное. После выполнения задания есть действия для пользователя отметить: отличный ответ, неудачный ответ, запросить другой ответ, если не понравился предыдущий ответ.

Для сравнения чатов одинаковые задания по геодезии предложены другим нейросетям.

RoboGPT-это продвинутый ИИ-чат-бот, который был персонализирован для заданий по геодезии.

Сервис предлагает широкий спектр инструментов, включая генерацию текстов, перефразирование, создание цифрового искусства и поддержку в общении через чат-ботов. Характеризуется простотой использования, экономией времени. Инструменты автоматизации помогают значительно сократить время на создание контента, освобождая ресурсы для других задач.

Можно выбрать стиль ответов: академический; медицинский; интересные факты; научный; программирование; веб-поиск; технологии и др.

Некоторые недостатки: ограниченная креативность и проблемы с перефразированием.

Из предложенных задач одна выполнена неправильно, то есть чат показал хороший результат.

GPT-OPEN с помощью этой сети разработчики могут создавать чат-боты, интеллектуальные системы обработки текста и другие приложения, которые генерируют ответы на вопросы пользователей.

В нашем случае также были предложены аналогичные задания. Все задачи выполнены неправильно.

DeepSeek-новый искусственный интеллект от китайских разработчиков, который работает наравне с ChatGPT. Нейросеть умеет работать с текстом, анализировать данные, решать креативные задачи, обобщать информацию из интернета, писать код, адаптироваться под задачи пользователя. В DeepSeek пока недоступна генерация фото и работа с видео.

Итог решения задач нейросетью DeepSeek – все задачи решены правильно.

По результатам анализа нейросетей, рассмотренных выше, составлена диаграмма, характеризующая каждый чат (GigaChat, RoboGPT, GPT-OPEN и DeepSeek) по показателям: значительное повышение эффективности рассуждений (полнота ответа), более сильные навыки интерфейсной разработки (правильность и время ответа), более разумные возможности использования инструментов.



Рис. 1. Характеристики чатов GigaChat, RoboGPT, GPT-OPEN и DeepSeek

По нашим исследованиям, наиболее хорошие результаты показали нейросети GigaChat и DeepSeek. Задания выполнены правильно и быстро – в течении 1 минуты. После правильного выполнения задания с ошибкой, DeepSeek привел несколько возможных версий получения неправильного ответа.

GPT-OPEN выдала неверные ответы, привела безличные формулы и длинный путь решения задачи, а также долгое ожидание ответа.

RoboGPT – часть ответов выполнена неверно, ответы без пояснений. Время выполнения быстрое.

На втором этапе планируется более серьезное обучение. Необходимо ознакомить ИИ с рабочей программой по инженерной геодезии для студентов направления «Строительство». ИИ обрабатывает большое количество данных, может генерировать рабочую программу в соответствии с научными и учебными материалами.

Предлагается следующая программа для обучения ИИ по проекту инженерные изыскания. Общие понятия геодезии, форма и размеры Земли, ориентирование, изображение рельефа горизонталями, топографические планы и карты, угловые измерения, линейные измерения, нивелирование, геодезические сети, съемки местности,

теория ошибок геодезических измерений, наблюдения за деформациями зданий и сооружений, геодезические работы в строительстве. По каждому разделу составлены задачи, указан источник данных для задач, примеры выполнения и формат представления результатов. В качестве примера выполнения задач представлены работы в электронном виде. В том числе предложен пример проекта хода полигонометрии 2 разряда. Представлены схема хода, ведомости вычисления координат, предварительной оценки точности сети, каталог координат и топографический план масштаба 1:500 в формате PDF и DXF.

Для обучения ИИ составлена библиотека по направлению проекта. Мы включили в библиотеку учебную и учебно-методическую литературу по геодезии, в том числе пособия по работе с электронными приборами и работе в программе CREDO DAT.

Обучение GigaChat проводится с целью дальнейшего использования в учебном процессе. Предполагается работа ИИ индивидуально с каждым студентом, что облегчает доступ к различным образовательным ресурсам, повышает заинтересованность пользователей в изучаемом материале.

Участие нейросети планируется при составлении программы направления «Строительство». На лабораторных работах по геодезии, индивидуальную работу с обучающимся, ИИ может реализовать как при выполнении камеральных работ, так и полевых, выполняемых геодезическими приборами.

Разработка образовательного искусственного интеллекта для проекта «Инженерно-геодезические изыскания» (в составе проекта «Инженерные изыскания») будет продолжена.

Литература

1. Пятаева А. В., Раевич К. В. Интеллектуальные системы и технологии: учебное пособие. – Красноярск: СФУ, 2018. – 144 с. – ISBN 978-5- 7638-3873-2
2. Гриф М. Г. Интеллектуальные системы и технологии: учебное пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2021. – 72 с. – ISBN 978-5-7782- 4552-5
3. Сапрыкин О. Н. Интеллектуальный анализ данных: учебное пособие. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2020. – 79 с. – ISBN 978-5-7883-1563-8
4. Колмогорова С. С. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие для студентов. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, 2022. – 108 с. – ISBN 978-5-9239-1308-8

УДК 528

Методы машинного обучения в геоинформационном анализе спутниковых снимков Юрченко П.В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Геоинформационный анализ спутниковых снимков проводится с целью распознавания на них объектов природного или антропогенного происхождения. Зачастую это позволяет производить регулярные наблюдения за целевыми объектами, не прибегая к сложным многоаспектным мероприятиям, а используя только рабочее место за компьютером. Так, можно наблюдать за изменениями в контурах населенных пунктов, лесных массивов, земель сельхозназначения, речных разливов в течение определенного периода времени, и при накоплении необходимого количества данных прогнозировать дальнейшее развитие ситуации.

Качественный прогноз является важным для принятия решений в управлении как конкретными ресурсами, так и всей территорией исследования. Например, в исследовании

[1] искусственные нейронные сети применяются для прогнозирования элементов ледового режима северных рек России, в исследовании [2] разработана концепция единого геоинформационного центра управления лесным хозяйством на базе геоинформационного моделирования лесных экосистем, в работе [3] на основе сегментации снимков, выполненной с помощью глубокой нейросети, построенной на базе архитектуры DeepLab V3, производится исследование состояния сельскохозяйственных культур.

Таким образом, геометрическое моделирование природных и антропогенных объектов с помощью геоинформационных систем в последнее время часто опирается на методы машинного обучения. Среди них можно выделить группу методов, применяемых в анализе спутниковых снимков, при котором производится определение контуров изучаемых объектов в автоматизированном режиме. Помимо уже упомянутых искусственных нейронных сетей, реализуемых посредством различных подходов и архитектур, в качестве классических методов машинного обучения, применяемых в распознавании изображений природных и антропогенных объектов на спутниковых снимках, рассматриваются метод опорных векторов (Support Vector Machines – SVM), случайного леса (Random Forest – RF), k-ближайших соседей (K-Nearest Neighbors – KNN), метод Гаусса (Gaussian Mixture Model – GMM).

Указанные методы могут быть применены в комплексе, дополняя друг друга. Например, для создания обучающего набора данных, применяемого в последствии в нейросетевом алгоритме, можно использовать один из указанных методов. После обучения нейросети на тренировочной части обучающего набора можно оценить результаты обучения и затем, в случае приемлемых показателей обучения, протестировать нейросеть на новых данных. Наилучшим показателем точности результата распознавания изображений природных и антропогенных объектов на спутниковых снимках является высокий процент совпадения с результатом точного дешифрирования, выполненного вручную с помощью специальных средств.

Данный подход применяется при исследовании фрагментов спутниковых снимков на территорию Большеболдинского округа Нижегородской области с помощью геоинформационного моделирования в системе QGIS (для исследования используется версия QGIS 3.34). Территория исследования богата природными ресурсами, в частности лесными массивами, водотоками и водоемами, что делает ее наиболее подходящей для развития сельскохозяйственного и туристско-рекреационного аспектов экономической деятельности. Одновременно это означает, что упомянутые природные ресурсы являются основой экономики округа и должны находиться в сфере пристального внимания. В качестве основного объекта моделирования с применением методов машинного обучения на данном этапе были выбраны лесные массивы.

Одной из важных задач исследования стала задача классификации изображений лесных массивов на спутниковых снимках с применением комбинированного подхода. Он представлен следующими этапами:

- получение данных спутниковых снимков;
- подготовка набора данных для нейросети (QGIS, методы машинного обучения);
- разработка нейросетевого алгоритма (язык программирования Python, среда отладки – Google Colab, среда исполнения – QGIS 3.34);
- обучение нейросети, оценка точности и потерь при использовании различных методов машинного обучения для формирования набора данных;
- получение размеченного фрагмента спутникового снимка как результата автоматизированной классификации природных объектов для дальнейшего анализа и следующих этапов исследования.

При подборе оптимальной архитектуры нейросети было принято решение использовать два скрытых слоя, на каждом из которых применять функции активации, соответствующие выходным параметрам слоя. Для обучения нейросети были взяты размеченные указанными методами данные, само обучение осуществлялось на

протяжении шести эпох. Результаты предсказания обученной таким образом нейросети приводятся на рис.1.

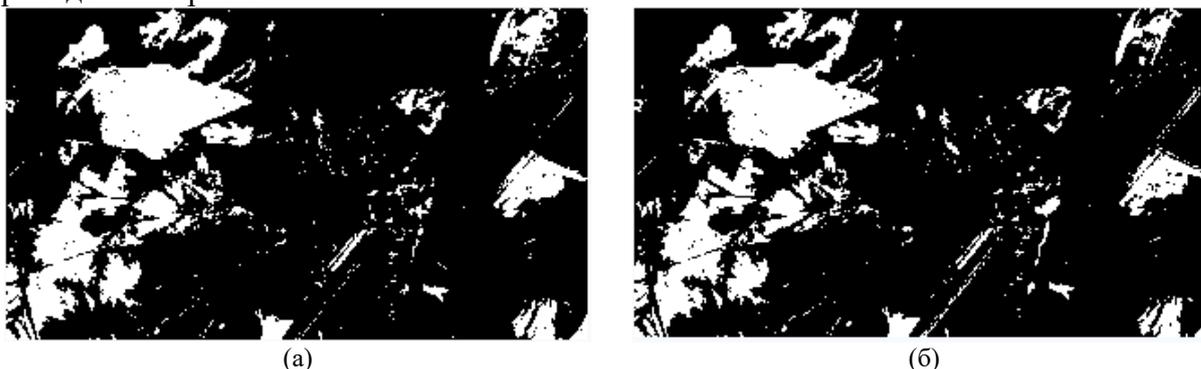


Рис. 1 – Результат применения нейросетевого алгоритма с набором данных, подготовленным: (а) – методом Гаусса (Gaussian Mixture Model); (б) – методом случайного леса (Random Forest)

Известно, что на точность предсказаний нейросети наибольшее влияние оказывает ее архитектура и качество набора данных для ее обучения. Из всего многообразия возможных комбинаций методов машинного обучения нужно было выбрать наиболее результативный вариант нейросетевого алгоритма, то есть такого алгоритма, в котором показатели матрицы ошибок были бы наиболее приемлемыми. Также обращалось внимание на коэффициенты точности и полноты, рассчитываемые на базе матрицы ошибок [4].

В матрице ошибок отображаются следующие данные:

- True Negative (TN) – количество правильно распознанных пикселей, не относящихся к объекту классификации;
- True Positive (TP) – количество правильно распознанных пикселей, относящихся к объекту классификации;
- False Positive (FP) – количество неверно распознанных пикселей, относящихся к объекту классификации;
- False Negative (FN) – количество неверно распознанных пикселей, не относящихся к объекту классификации [4].

На основании данных об указанных характеристиках рассчитываются показатели точности (precision), полноты (recall) и общая метрика (accuracy):

$$\text{precision} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (1)$$

$$\text{recall} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2)$$

$$\text{accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (3)$$

Необходимо отметить, что все рассмотренные комбинации с указанными методами машинного обучения имели допустимые и удовлетворительные показатели метрик, данные которых приводятся в таблице (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели алгоритма классификации изображений природных ресурсов

Модель подготовки набора данных	Количество итераций (эпох обучения)	accuracy	precision	recall
Gaussian Mixture Model	6	0,957027	0,943742	0,986702
Random Forest	6	0,961177	0,975121	0,960753
Support Vector Machines	6	0,960171	0,973630	0,959186
K-Nearest Neighbors	6	0,957823	0,952778	0,979518

Проведенное исследование предполагает продолжение эксперимента в части автоматизации верификации результатов работы нейросетевого алгоритма, а также прогнозирования временного развития геометрических характеристик лесных массивов с применением алгоритмов машинного обучения. Создание устойчиво работающей автоматизированной среды изучения природных ресурсов на основе геоинформационного анализа и методов машинного обучения позволит в дальнейшем осуществлять территориальное планирование Большеболдинского округа на более обоснованном и качественном уровне.

Литература

1. Сумачев А. Э. Совершенствование методов прогнозирования характеристик ледового режима рек бассейнов Баренцева и Белого морей. – автореферат диссертации канд. техн. наук. – Санкт-Петербург: ФГБУ «Государственный гидрологический институт», 2022. – 22 с.

2. Вагизов М. Р. Технология и метод геоинформационного моделирования и управления лесными экосистемами. – автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова», 2023. – 48 с.

3. Белоусов И. С. Моделирование и оптимизация параметров сервиса для нейросетевой сегментации и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. – автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Волгоград: ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет», 2023. – 24 с.

4. Попов Е. В., Юрченко П. В. Классификация изображений природных ресурсов на спутниковых снимках на примере территории Большеболдинского района // Экологическая безопасность и устойчивое развитие урбанизированных территорий: Материалы V Международной научно-практической конференции. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2024 – С. 319-321.

УДК 528.871; 528.77; 004.85; 623.643; 656.052

Обоснование направлений развития геоинформационных технологий обеспечения ЕЭКО: сеть геополлигонов, геобанк эталонов ИИ, библиотека геофункций, образовательный геосегмент НСПД Грузинов В.С.

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), г. Москва, Россия

Ученые, инженерно-технические работники и специалисты, работающие в области геодезии, картографии и аэрокосмических съемок, преподаватели учебных заведений, готовящих вышеназванных специалистов заявляют о необходимости увеличения количества бюджетных мест на направления подготовки «Геодезия и дистанционное зондирование», обновления парка геодезических приборов, компьютеров и программного обеспечения профильных вузов.

На ведомственном уровне отмечается, что «низкий уровень научно-технологического потенциала системы профессионального образования в сфере пространственных данных и геоинформационных технологий, не позволяет в настоящее время готовить специалистов, способных своевременно и эффективно реагировать на стоящие перед государством и обществом современные вызовы» [4].

Для развития отрасли необходимо модернизировать, нарастить и связать образовательный, научный и производственный сегменты существующей инфраструктуры. Поскольку методы геодезии, фотограмметрии, дистанционного

зондирования, картографии и геоинформатики (ГФДЗКГ), применяются повсеместно, требуется согласованный план действий не только на отраслевом, но и федеральном (межотраслевом) уровне: в геопространственной привязке данных, моделей, проектов и сервисов нуждаются не только специалисты в области наук о Земле [<https://tscf.ru/contests/classification/>], те же методы востребованы в профильных разделах биологии, инженерных, сельскохозяйственных, гуманитарных и социальных науках.

Однако реализация передовых методов требует применения уникальных, дорогих приборов и технологий, а также оснащения соответствующих площадок.

Неотъемлемой составляющей деятельности в области ГФДЗКГ являются полевые работы, начиная рекогносцировки и заканчивая дообследованием местности.

Технологическое развитие, направленное на последовательное уменьшение полевых работ за счёт увеличения возможностей выполнения задач в камеральных условиях в принципе верно, но зачастую понимается превратно. Совсем без полевых работ не обойтись без ущерба качеству конечной продукции. В научно-производственной деятельности при съёмке местности, моделировании, картографировании, в решении задач территориального управления, если работник не был на территории (акватории), не знает досконально её особенностей, то он действует с потерей как времени, так и качества решения.

С точки зрения подготовки специалистов в области ГФДЗКГ полевая практика - необходимый элемент повышения профессиональной компетентности будущего специалиста и руководителя.

Картограф, занимающийся составлением топографических карт и планов, должен знать, каким образом решаются задачи геодезического обеспечения картографических работ. Руководитель в отрасли ГФДЗКГ, не имеющий опыта полевых работ, не в состоянии реализовывать грамотную отраслевую политику. Что касается геоинформатики, то развитие направления геоинформационного обеспечения экспедиционной деятельности является безусловным драйвером роста, поскольку при грамотном организационном сопровождении внедрение единых технологических подходов в области ГФДЗКГ позволят заинтересовать огромный корпоративный рынок на необъятных просторах, где работают наши ведущие компании.

Поэтому образовательная инфраструктура подготовки ГФДЗКГ-специалистов должна обеспечивать прохождение полевых практик на учебных геополигонах или партнёрских площадках.

На протяжении десятилетий профильные вузы и техникумы решали вопросы обеспечения учебных геополигонов самостоятельно. Результат - отрицательный, тенденции - негативные. С управленческой точки зрения, учебный геополигон - затратная статья, требующая сложных организационных решений.

Геополигон - это не только территория учебной базы, отмеченная на кадастровой карте, где необходимо обеспечить обучение и проживание студентов и персонала. Для прохождения полевой практики широко использовались окрестные территории. Исторически там располагались лесные и сельскохозяйственные земли, доступные для посещения. В последнее время значительная часть колхозно-совхозных земель вблизи от крупных университетских городов была переведена в земли поселений и застроена. С каждым годом прохождение учебных практик топографо-геодезической направленности среди огороженных территорий проходит всё в более стеснённых условиях. Например, беспилотная съёмка стала одним из важнейших способов построения моделей местности. Однако возможность съёмки частных владений ограничена рядом факторов и может вызывать недовольство, а, зачастую, противодействие владельцев земельных участков.

Таким образом, существующая сеть учебных геополигонов требует с одной стороны сохранения, как важнейшие площадки долговременных наблюдений, с другой стороны реформирования с целью создания полноценных площадок для совместной образовательной и научно-производственной деятельности [3].

Целесообразно увязать развитие государственной геодезической сети (ГГС) с рассмотрением возможности их закладки на территориях геополлигонов.

Для работы на местности привлекается широкий спектр геоданных, такие как каталоги координат, данные дистанционного зондирования и навигации, картографические материалы, тематические БД полевого обследования и подспутниковых наблюдений и т.д.

Наличие разнородной разновременной информации позволяет изучить динамику изменений местности и отработать технологии мониторинга. Геополлигоны с течением времени становятся площадками долговременных наблюдений, а накопленный массив данных становится уникальным источником информации, приобретает несомненную научную ценность. В связи с этим задача обеспечения сохранности, доступности и пополнения баз геоданных на геополлигоны с каждым годом становится всё более весомой. Важнейшей составляющей информационного обеспечения геополлигонов являются данные дистанционного зондирования Земли из космоса. С развитием космической группировки на первый план выходит проблема эффективного использования результатов космической деятельности, для чего разрабатываются и внедряются передовые геоинформационные технологии, требующие своевременного испытания и освоения. Отечественная космическая отрасль в последние годы приступила к эксплуатации космических комплексов, позволяющих получать данные ДЗЗ сверхвысокого разрешения в видимой области спектра, а также выполнять съёмку местности в альтернативных диапазонах: от инфракрасного до радио. Однако с 2025 года изменяется механизм распространения ДДЗ в связи с внесением изменений в закон «О космической деятельности» в части монетизации космических услуг.

Предполагается, что все ведомства должны предусмотреть бюджетные расходы на использование космических ресурсов. Важно обеспечить поддержку профессионального сообщества в части обеспечения сети региональных геополлигонов как единой системной целостности.

Обеспеченная геоданными сеть геополлигонов становится важнейшим источником создания эталонов для машинного обучения искусственного интеллекта, позволяющих реализовать методы ГФДЗКГ в задачах ориентирования на местности, навигации и целеуказания и мониторинга. Системный подход к развитию сети геополлигонов на основе ландшафтного районирования позволяет существенно повысить качество эталонов и эффективность машинного обучения. В процессе эксплуатации геополлигонов осуществляется не только подготовка квалифицированных кадров, но и методичное изучение типовых объектов местности и их состояния, необходимое для машинного обучения геоинтеллектуальных систем. Наличие актуальных векторных топокарт соответствующего масштаба и детальности позволяет существенно ускорить процесс разметки топографических объектов в ходе формирования эталонов машинного обучения. Важной составляющей геоинформационного обеспечения геополлигонов данными ДЗЗ является наличие сопроводительной информации - метаданных, включающих сведения об условиях съёмки. Без таких сведений банк эталонов значительно теряет в качестве: вместо привлечения специальных знаний приходится полагаться на вероятностные итерационные оценки математических алгоритмов общего назначения. Наличие фенологических и метеоданных обеспечивает решение задачи эффективного обучения, сочетающего расширение спектра эталонных изображений с учётом разнообразия погодных условий с отбраковкой избыточных данных, приводящих к переобучению ИИ [2].

Топографические карты, данные ДЗЗ и прочие описанные выше сведения централизованно накапливаются в специализированных фондах. Однако они принадлежат различным ведомствам. Задача совместного использования данных различных фондов требует преодоления межведомственных барьеров (ФФПД, ЕГФД о состоянии окружающей среды, региональные и ведомственные фонды, в том числе, фонд пространственных данных Министерства обороны), что возможно только при

государственном подходе в части привлечения ресурсов сети региональных геополлигонов к задаче централизованного создания банка эталонов топографических объектов местности, необходимого для реализации современных подходов к актуализации единой электронной картографической основы (ЕЭКО) [1].

Реализация сети региональных геополлигонов как единой системной целостности позволит оперировать актуальными данными о местности, обеспечить распределённую и представительную эталонную и испытательную базу для реализации ключевых проектов развития в области ГФДЗКГ, разработать единые подходы и методики, масштабировать разработанные технологии, выйти на достойный уровень обслуживания кадров, работающих и обучающихся на геополлигонах.

Процессы и методы создания, сбора, хранения, обработки, анализа геоданных предполагают разработку и использование геоинформационных технологий. Соответствующее программное обеспечение, необходимое для выполнения полевых и камеральных работы широко используется на геополлигонах. Существующий спектр применяемого ПО разнообразен и не всегда совместим. В современных условиях в соответствии со статьёй 23 Федерального закона «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [5] органы государственной власти и органы местного самоуправления, а также подведомственные им организации обязаны использовать российские геоинформационные технологии, геоинформационные системы и геоинформационные средства. Имеющийся арсенал отечественных геоинформационных технологий обладает как достоинствами, так и недостатками, которые необходимо исправлять. Научно-производственное сообщество, формирующееся в рамках общей сети региональных геополлигонов профессионально заинтересовано в совершенствовании и распространении передовых образцов отечественного ПО. Представляется целесообразным увязать вопросы инфраструктурного обеспечения отрасли в рамках образовательного сегмента НСПД с реализацией и поддержкой базовых геоинформационных платформ, репозитория, реестр ПО в области ГФДЗКГ, набора базовых общедоступных программно-инструментальных средств, документирования, инфраструктуры контроля качества, внедрения, поддержки и взаимодействия.

Литература

1. Бровка Е. А., Софинов Р. Э. Актуализация пространственных данных методом государственного топографического мониторинга в целях реализации государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных»: проблемы и решения // Геодезия и картография. – 2022. – № 3. – С. 14-22.

2. Грузинов В. С. Новый вид топографо-геодезической продукции для машинного обучения систем навигационного назначения // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. Инновации в науке, образовании и производстве: Материалы V Всероссийской науч.-практ. конф. 2024 г., Санкт-Петербург / науч. ред. И. Е Сидорина. – Санкт-Петербург: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2024. С. 177-182

3. Грузинов В. С. Учебные геополлигоны: проблемы и пути развития // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2019. – Т. 63. № 1. – С. 45-51.

4. Проект стратегии развития сферы геодезии, картографии, пространственных данных и использования геоинформационных технологий до 2030 года и на перспективу до 2036 года. [Электронный ресурс]. – Доступ: [https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/19-upr/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%8F_%D0%93%D0%B8%D0%9A_2030\(41%D0%BB.\).pdf](https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/19-upr/%D0%A1%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%B8%D1%8F_%D0%93%D0%B8%D0%9A_2030(41%D0%BB.).pdf)

5. Федеральный Закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

УДК 528:004.9:332.1

Картографо-геодезическая отрасль в цифровой экономике **Синицына А.Л., Степанченко А.Л., Кувекина О.А.**

Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), г. Москва, Россия

Когда-то картография была искусством, а геодезия – ремеслом землемеров. Сегодня это высокотехнологичные отрасли, ставшие краеугольным камнем цифровой экономики. Если представить цифровую экономику как огромный виртуальный мегаполис, то картографо-геодезическая отрасль – это его инфраструктура: система координат, подземные коммуникации, планы этажей и генплан. Без точных, актуальных и доступных пространственных данных невозможно существование ни одного современного сервиса или государственной услуги.

Картографо-геодезическая отрасль приобрела стратегическую значимость как фундамент цифровой трансформации, обеспечивая создание точных пространственных данных — нового критического актива экономики. Она формирует основу для технологического суверенитета, поддерживая работу отечественных навигационных систем ГЛОНАСС и спутников дистанционного зондирования Земли. Развитие отрасли напрямую способствует повышению эффективности ключевых секторов народного хозяйства — от умного сельского хозяйства и логистики до градостроительства и госуправления. Интеграция пространственных данных с искусственным интеллектом и большими данными открывает возможности для создания инновационных сервисов и предиктивной аналитики.

В настоящей статье акцент сделан на два существенных момента, что, во-первых, отрасль является фундаментом для реализации национальных проектов [1] и построения цифрового государства, а, во-вторых, обеспечивает базис для сквозных цифровых технологий и платформенных решений.

В таблице 1 систематизированы ключевые компоненты цифровой инфраструктуры, обеспечивающие функционирование картографо-геодезической отрасли в условиях цифровой экономики. Представленная структура наглядно демонстрирует взаимосвязь между технологическими проектами и их практической реализацией в национальном масштабе. Структура таблицы позволяет проследить логику построения цифровой экосистемы - от фундаментальных систем координат до прикладных решений для конечных пользователей. Каждый уровень таблицы соответствует определенному этапу создания сквозных цифровых технологий. Список проектов с расшифровкой аббревиатур: ГГС - Государственная геодезическая сеть [2], СК - Система координат, ЕЭКО - Единая электронная картографическая основа [2], ЦД Москвы - Цифровой двойник Москвы, ФГИС ТП - Федеральная государственная информационная система территориального планирования, ГИС ОГД - Государственная информационная система обеспечения градостроительной деятельности, ФГИС ЕЦП НСПД - Федеральная государственная информационная система «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных», ЕИП НСУД - Единая информационная платформа национальной системы управления данными.

Таблица 1. Ключевые компоненты цифровой инфраструктуры

Компонент базиса	Конкретные проекты и системы	Описание
Единое координатно-временное пространство	• ГЛОНАСС • ГГС	Обеспечивает синхронизацию цифровых процессов с точностью до сантиметров

	<ul style="list-style-type: none"> • СК 	
Цифровые двойники территорий	<ul style="list-style-type: none"> • ЕЭКО • ЦД Москвы • ФГИС ТП 	Комплексные 3D-модели городов и регионов, объединяющие данные ДЗЗ, кадастровую информацию и сведения о коммунальных сетях
Национальная платформа геоданных	<ul style="list-style-type: none"> • ФГИС УГС • ГИС ОГД • ФГИС ЕЦП НСПД 	Системообразующий слой для интеграции отраслевых информационных систем
Распределенная сеть сенсоров	<ul style="list-style-type: none"> • "Арктика-М" • "Канопус-В" • "Метеор-3М" 	Непрерывный поток актуальных пространственных данных от спутников ДЗЗ до наземных геодезических датчиков
Практическая реализация	<ul style="list-style-type: none"> • "Умный город" • ГИС ЖКХ • ЕИП НСУД 	Примеры интеграции пространственных данных в цифровые платформы и системы управления

Таким образом, таблица комплексно представляет архитектуру цифровой платформы, где пространственная привязка становится универсальным интегратором для данных из разных источников, гарантируя целостность цифрового контура управления экономикой и территорией.

Взаимосвязь картографо-геодезической отрасли с национальными проектами России

Какой тип влияния картографо-геодезической отрасли на национальные проекты вы считаете наиболее значимым?

- Прямое влияние (создание инфраструктур, мониторинг, картографирование)
- Косвенное влияние (создание условий для реализации)
- Стратегическое влияние (обеспечение технологичности и синхронности)

Для какого из этих национальных проектов отрасль имеет ГИРМДС технологическое влияние?

- «Развитие многоспутниковой орбитальной группировки»
- «Семья»
- «Молодежь и дети»

Рис. 1. Бланк опроса

В 2025 году в Московском государственном университете геодезии и картографии (МИИГАиК) в рамках дисциплин «Картографо-геодезическая отрасль в цифровой экономике», «Экономика в сфере картографо-геодезической деятельности», «Организация картографических и геоинформационных работ», «Организация и планирования топографо-геодезического производства» с участием студентов четвертых курсов геодезического факультета и магистров первого и второго года обучения геодезического и картографического факультетов, а так же магистров сетевой формы обучения картографического, геодезического и факультета управления территориями было проведено научное исследование о взаимосвязи картографо-геодезической отрасли с

национальными проектами России на базе современной цифровой платформы Yandex Forms (<https://forms.yandex.ru/u/68eaa1544936394f4596e983>).

Были разработаны 10 (десять) основных и 5 (пять) дополнительных (о респондентах) вопросов. Данный опрос оценивает понимание обучающимися взаимосвязи картографо-геодезической отрасли со всеми 19 (девятнадцатью) национальными проектами России. Участникам предлагалось определить тип и характер влияния картографо-геодезической отрасли на различные стратегические направления развития России. Были выработаны следующие критерии оценки: прямое влияние - отрасль непосредственно создает продукты/услуги для проекта; косвенное влияние - отрасль создает условия для реализации проекта; стратегическое влияние - отрасль обеспечивает технологический суверенитет. В таблице 2 представлены основные вопросы с вариантами ответов.

Таблица 2. Основной блок тематических вопросов

№	Вопрос	Варианты ответов
1	Какой тип влияния картографо-геодезической отрасли на национальные проекты вы считаете наиболее значимым?	<ul style="list-style-type: none"> • Прямое влияние (создание инфраструктуры, мониторинг, навигация) • Косвенное влияние (создание условий для реализации) • Стратегическое влияние (обеспечение технологического суверенитета)
2	Для какого из этих национальных проектов отрасль имеет ПРЯМОЕ технологическое влияние?	<ul style="list-style-type: none"> • «Развитие многоспутниковой орбитальной группировки» • «Семья» • «Молодежь и дети»
3	Вклад в проект «Экологическое благополучие» в основном осуществляется через:	<ul style="list-style-type: none"> • Мониторинг окружающей среды с использованием ДЗЗ • Создание рекреационных карт для семейного отдыха • Развитие образовательных программ по экологии
4	Какой проект получает КОСВЕННЫЙ вклад через развитие комфортной городской среды?	<ul style="list-style-type: none"> • «Семья» • «Международная кооперация и экспорт» • «Новые атомные технологии»
5	Для какого из этих проектов отрасль обеспечивает критическую инфраструктуру?	<ul style="list-style-type: none"> • «Эффективная транспортная система» • «Продолжительная и активная жизнь» • «Новые технологии сбережения здоровья»
6	Вклад в проект «Кадры» главным образом заключается в:	<ul style="list-style-type: none"> • Подготовке специалистов в области геодезии и картографии • Создании карт образовательных учреждений • Разработке навигации для студенческих городков
7	Какой проект связан с отраслью через технологии точного земледелия?	<ul style="list-style-type: none"> • «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» • «Туризм и гостеприимство» • «Средства производства и автоматизации»
8	Для какого проекта отрасль обеспечивает фундаментальные пространственные данные?	<ul style="list-style-type: none"> • «Экономика данных и цифровая трансформация государства» • «Международная кооперация и экспорт» • «Новые материалы и химия»
9	Вклад в проект «Беспилотные авиационные системы» осуществляется через:	<ul style="list-style-type: none"> • Высокоточную навигацию и картографирование • Разработку новых композитных материалов • Создание медицинских сервисов для операторов
10	Какой проект получает комплексное влияние (прямое + косвенное)?	<ul style="list-style-type: none"> • «Инфраструктура для жизни» • «Промышленное обеспечение транспортной мобильности» • «Эффективная и конкурентная экономика»

На рис. 2 представлены дополнительные вопросы, позволяющие определить «портрет» респондента.

Ваш уровень образования

Студент

Бакалавр

Магистр

Высшее образование

Ваш пол

Женский

Мужской

Участвовали ли Вы в реализации национальных проектов?

Да

Нет

Хотели бы Вы участвовать в реализации национальных проектов?

Да

Нет

Назад Отправить

Рисунок 2. Дополнительные вопросы

В таблице 4 приведены результаты опроса обучающихся по связи национальных проектов с картографо-геодезической отраслью.

Таблица 4. Связь национальных проектов с картографо-геодезической отраслью

№	Национальный проект	Конкретный вклад картографо-геодезической отрасли	Тип влияния	Результаты опроса (% правильных ответов)
1	«Семья»	Создание цифровых карт доступной среды, навигационных сервисов для семей с детьми, геоаналитика размещения социальной инфраструктуры	Косвенный	75%
2	«Кадры»	Подготовка специалистов в области ГИС, ДЗЗ, ВМ-технологий; развитие образовательных платформ с использованием геоданных	Косвенный	69%
3	«Молодежь и дети»	Разработка интерактивных образовательных карт, сервисов профориентации на основе геоданных, VR-технологии для изучения географии	Косвенный	63%
4	«Продолжительная и активная жизнь»	Навигационные сервисы для маломобильных граждан, мониторинг доступности медицинских учреждений	Косвенный	56%
5	«Новые технологии сохранения здоровья»	Геоаналитика распространения заболеваний, мониторинг экологических факторов здоровья	Косвенный	44%
6	«Экологическое благополучие»	Мониторинг состояния окружающей среды с использованием ДЗЗ, картографирование ООПТ	Прямой	75%
7	«Инфраструктура для жизни»	Создание цифровых двойников территорий, инженерно-геодезическое обеспечение строительства	Прямой	44%
8	«Международная	Разработка навигационных систем для	Косвенный	31%

	кооперация и экспорт»	логистики, создание трансграничных картографических продуктов		
9	«Эффективная транспортная система»	Высокоточная навигация (ГЛОНАСС), создание цифровых моделей транспортных коридоров	Прямой	69%
10	«Туризм и гостеприимство»	Разработка интерактивных туристических карт, навигационных сервисов для туристов	Прямой	56%
11	«Промышленное обеспечение транспортной мобильности»	Геодезическое сопровождение строительства производственных объектов	Косвенный	38%
12	«Экономика данных и цифровая трансформация государства»	Формирование Единой электронной картографической основы (ЕЭКО)	Прямой	75%
13	«Эффективная и конкурентная экономика»	Внедрение геоаналитики для бизнеса, пространственный анализ рынков	Косвенный	19%
14	«Средства производства и автоматизации»	Разработка отечественного геодезического оборудования, производство БПЛА	Косвенный	25%
15	«Беспилотные авиационные системы»	Обеспечение высокоточной навигации ГЛОНАСС, создание 3D-карт для беспилотников	Прямой	81%
16	«Технологическое обеспечение продовольственной безопасности»	Внедрение технологий точного земледелия, мониторинг сельхозугодий с помощью ДЗЗ	Прямой	69%
17	«Новые материалы и химия»	Геодезический мониторинг промышленных объектов, картографирование месторождений сырья	Косвенный	25%
18	«Новые атомные и энергетические технологии»	Инженерно-геодезические изыскания для объектов энергетики, мониторинг безопасности	Косвенный	19%
19	«Развитие многоспутниковой орбитальной группировки»	Развертывание и эксплуатация спутников ДЗЗ и навигации	Прямой	88%

Наибольшая осведомленность респондентов (81-88%) наблюдается в проектах с прямым технологическим влиянием: развитие многоспутниковой орбитальной группировки, беспилотные авиационные системы, экологическое благополучие. Наименьшее понимание (19-31%) выявлено в проектах с комплексным и косвенным влиянием: эффективная и конкурентная экономика, новые атомные технологии, международная кооперация.

Результаты проведенного опроса позволяют выявить следующие тенденции в восприятии роли картографо-геодезической отрасли в реализации национальных проектов. В общей оценке значимости отрасли преобладает мнение о прямом влиянии — такой позиции придерживаются 69% респондентов, подчеркивая роль отрасли в создании инфраструктуры, обеспечении мониторинга и навигации. Стратегическое значение для технологического суверенитета отмечают 25% опрошенных, тогда как лишь 6% ограничиваются оценкой косвенного влияния через создание условий для реализации проектов. Анализ понимания конкретных технологических взаимосвязей показывает высокий уровень осведомленности респондентов. 88% правильно идентифицируют проект «Развитие многоспутниковой орбитальной группировки» как имеющий прямое технологическое влияние. Значительная часть опрошенных (75%) верно определяет мониторинг окружающей среды с использованием ДЗЗ как основной вклад в экологическое благополучие, а 69% корректно связывают технологии точного земледелия

с обеспечением продовольственной безопасности. В оценке комплексного влияния отрасли наблюдаются более сдержанные показатели. Проект «Инфраструктура для жизни» получает признание 44% респондентов, «Промышленное обеспечение транспортной мобильности» — 38%, тогда как «Эффективную и конкурентную экономику» отмечают лишь 19% опрошенных.

Социально-демографический профиль участников опроса характеризуется преобладанием женской аудитории (56%), лиц с высшим образованием (63%) и отсутствием практического опыта участия в реализации нацпроектов у 69% респондентов. При этом 75% выражают готовность к такой деятельности, что свидетельствует о высоком мотивационном потенциале.

Выявленные проблемные зоны включают недостаточное понимание механизмов влияния отрасли на кадровый проект (31% ошибочно связывают вклад с созданием карт образовательных учреждений), ограниченное восприятие косвенного воздействия через развитие городской среды (25%) и неполное осознание стратегического значения отрасли (19%).

Положительным фактором является высокий уровень понимания практических аспектов: 81% респондентов правильно определяют роль высокоточной навигации в беспилотных авиационных системах, а 75% верно связывают отрасль с обеспечением фундаментальных пространственных данных. Показательно, что 94% участников демонстрируют готовность к практическому применению полученных знаний, что указывает на перспективность дальнейшего развития образовательных программ в прикладном ключе.

Проведенное исследование подтвердило критическую роль картографо-геодезической отрасли как технологического фундамента национальных проектов России. Результаты опроса демонстрируют высокую степень осознания специалистами прямого технологического влияния отрасли (69%), однако выявлен дефицит понимания ее стратегического потенциала (25%) и комплексного характера воздействия.

Особую значимость приобретает развитие цифровой инфраструктуры отрасли в контексте импортозамещения и технологического суверенитета. Ключевыми направлениями являются совершенствование многоспутниковой орбитальной группировки, развитие Единой электронной картографической основы и интеграция геопрограммных данных с технологиями ИИ.

Перспективы развития отрасли связаны с преодолением выявленных в исследовании проблемных зон: недостаточного понимания механизмов стратегического влияния (19% респондентов) и ограниченного восприятия косвенного воздействия (25%). Реализация образовательных программ с акцентом на практическое применение знаний, учитывая высокую мотивацию 94% специалистов, позволит обеспечить качественную кадровую основу для достижения национальных целей развития до 2030 года и формирования цифрового суверенитета России.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2022 г. № 2503 «Об утверждении Положения о создании и ведении Единой электронной картографической основы».

3. Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

5 Молодежная научная конференция «Инновационные технологии геодезии и землеустройства»

УДК 528.88

Использование данных дистанционного зондирования при мониторинге участков недр на территории Нижегородской области

Жидоморова Н.Н., научный руководитель: доцент ННГАСУ Ерискина Т.О.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

В условиях интенсивного развития науки и техники в практику широко стали внедряться аэрокосмические методы изучения поверхности Земли. Дистанционное зондирование по своей сути представляет собой процесс, позволяющий получать информацию об изучаемых объектах, территориях или явлениях без прямого контакта с ними. Дистанционное зондирование проводится с применением космических, авиационных и наземных средств, к которым относятся: спутники, космические корабли, самолёты, вертолёты, наземные станции, а также суда, подводные лодки и т. д. За последние десятилетия количество и качества материалов дистанционного зондирования значительно возросли. Накопленный фонд аэрокосмических снимков полностью покрывает поверхность Земли, а некоторые территории даже с перекрытием.

Современные технологии дистанционного зондирования Земли используются практически во всех областях нашей жизни: в сельском хозяйстве, при мониторинге чрезвычайных ситуаций, в геологических и гидрологических исследованиях, при охране окружающей среды, в лесном хозяйстве, в военных целях и т. д. В области недропользования применение данных дистанционного зондирования включает изучение геологического строения, разведку полезных ископаемых и нефти, выявление нарушений при разработке месторождений.

К действующим космическим аппаратам РФ, позволяющим выполнять дистанционное зондирование Земли, относятся: КА «Кондор-ФКА», КА «Обзор-Р», КА «Ресурс-П», КА «Канопус-В» [1]. Помимо них могут использоваться некоторые зарубежные космические аппараты дистанционного зондирования Земли: Sentinel-1 и Sentinel-2, Landsat-8, Terra, Aqua и Aura (MODIS), PlanetScope Dove, WorldView-4 и другие.

Материалы ДЗЗ представляют собой снимки - двумерное изображение, полученное в результате съёмки определенной территории, объектов или явлений. Формирование снимков осуществляется посредством регистрации и (или) измерения отраженного или собственного излучения. Любой снимок можно описать, используя 4 характеристики: пространственное разрешение, спектральное разрешение, радиометрическое разрешение, временное разрешение. Файлы ДЗЗ имеют значительный объём, поэтому для работы с ними используют специальные средства и особые форматы, а именно GeoTIFF, либо JPEG.

В последнее время космические снимки становятся всё более доступными. Некоторые материалы можно найти в свободном доступе в сети Интернет. Снимки предоставляются как на платной, так и на безвозмездной основе.

Наиболее доступными и известными картографическими службами являются Яндекс Карты, Google Карты и Bing Карты. Сервисы, предоставляющие космические снимки: Earth Explorer от USGS, GloVis (USGS), Sentinel Hub, Earthdata Search (NASA), Copernicus Open Access Hub, Worldview (NASA), NOAA Data Access Viewer (DAV) и другие. Помимо онлайн сервисов существуют специальные приложения для работы с данными ДЗЗ, к их числу относятся Google Earth Pro и SAS.Планета.

Задача нашего исследования - оценить возможность применения данных дистанционного зондирования с открытых ресурсов при мониторинге участков недр на

территории Нижегородской области. При выполнении работы были намечены следующие задачи:

- 1) выполнить дешифрирование космических снимков;
- 2) проанализировать заявленное и фактическое расположение участков недр;
- 3) проанализировать кадастровые данные;
- 4) выявить нарушения использования земель.

В качестве исходных данных выступили: приказ министерства экологии и природных ресурсов Нижегородской области от 07.11.2012 N 1106 и космические снимки Google Earth Pro [2].

В процессе исследования проанализированы 273 участка недр местного значения Нижегородской области. К видам полезных ископаемых, добываемых в Нижегородской области, относятся: строительный песок, доломиты, суглинки и глины, торф, карбонатные породы, гипсы, песчано-гравийные породы.

Объекты на снимках распознаются по дешифровочным признакам, которые принято делить на 2 группы: прямые и косвенные. К прямым дешифровочным признакам относятся: форма, размер, тон/цвет, структура/текстура и тень. Данные признаки помогают сформировать достаточно подробную информацию об изучаемом объекте, однако бывают такие случаи, когда даже этой информации недостаточно для распознавания. В таких ситуациях могут помочь косвенные дешифровочные признаки, в основу которых положено выявление взаимосвязей природных и антропогенных свойств местности [3].

Начальным этапом дешифрирования выступает обнаружение. В процессе его осуществления происходит поиск и фиксирование участков снимка, на которых вероятнее всего изображены исследуемые объекты. После обнаружения происходит распознавание объектов. Данный этап является наиболее важным, так как именно на нем строится ответ на вопрос: «Что это такое?». Выяснение сути объекта в дальнейшем приводит к определению его характеристик и свойств.

По способу получения информации дешифрирование бывает визуальное и автоматизированное. Визуальное дешифрирование выполняет специально обученный человек - дешифровщик, а автоматизированное - программный комплекс.

В процессе визуального дешифрирования было определено, что участки недр Нижегородской области, где добыча полезных ископаемых проводится открытым способом, как правило имеют форму, близкую к прямоугольной, округлой и овальной. Размер карьеров значительный, тон - светло-желтый, имеется тень внутри карьеров, структура - неравномерная. Особое внимание было уделено косвенным дешифровочным признакам. Анализируя снимки были обнаружены следы проездов техники, а также фактическое наличие техники на территории карьеров для добычи полезных ископаемых (рис. 1). Кроме того, многие карьеры были залиты водой.



Рис. 1. Процесс разработки участка недр № 81 (добыча песка), май 2018 года, г.о.г. Дзержинск

В процессе влияния природных и антропогенных факторов состояние месторождений, их границы и конфигурации несомненно меняются. В связи с этим, важно осуществлять контроль за динамикой участков недр.

Отличительной особенностью программы Google Earth Pro является наличие функции исторического просмотра изображений. Данная функция позволяет определять дату начала и завершения разработки месторождения полезных ископаемых, изменение границ участков недр со временем.

Процесс анализа снимков в целях определения даты начала разработки месторождений полезных ископаемых на участке недр № 180 позволил определить, что в мае 2021 года разработка недр не осуществлялась. Добыча полезных ископаемых на данном участке началась в июне 2021 года (рис. 2).



Рис. 2. Участок недр № 180 (строительный песок), г.о.г. Арзамас

Как было сказано ранее, дешифрирование может выполняться с помощью программного комплекса. С помощью модуля «dzetsaka: Classification tool» в программе QGIS было выполнено автоматизированное дешифрирование. Суть модуля заключается в классификации пикселей растрового изображения. Исполнитель задает необходимое количество классов, а затем выбирает тестовые участки. Один класс может быть задан несколькими тестовыми участками. Результат классификации зависит от качества выбранных тестовых участков. В результате автоматизированного дешифрирования составлена карта классификации (рис. 3).

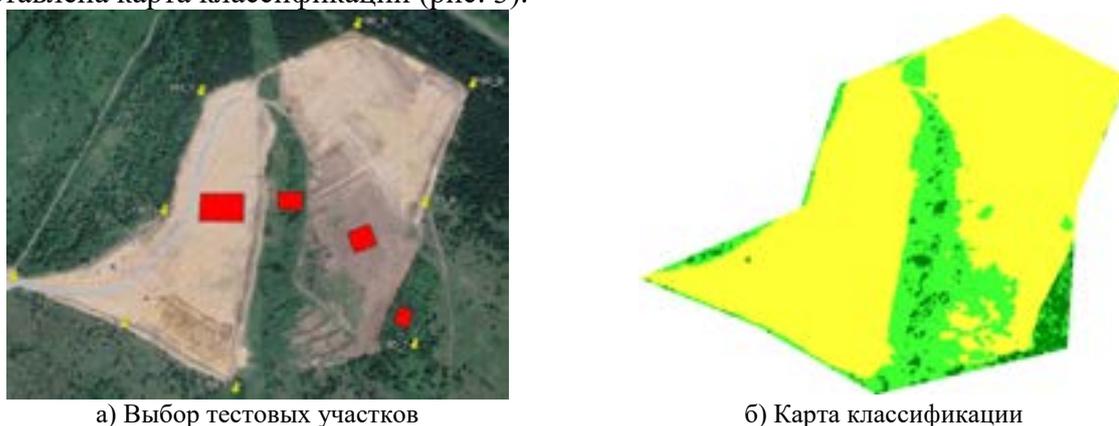


Рис. 3. Процесс автоматизированного дешифрирования участка недр № 180 (строительный песок)

Добыча полезных ископаемых на участке недр № 81 в основном ведётся в границах соответствующим приказу. Однако, выполняя визуальное дешифрирование, было выяснено, что разработка ведётся и за пределами установленных границ. Для выявления нарушений использования земель был выполнен анализ кадастровой информации. Категория земель, на которых расположен участок № 81 - земли населенных пунктов. Вид разрешенного использования («недропользование») соответствует деятельности по добыче полезных ископаемых (рис. 4).



а) Координаты из приказа и фактические границы участка

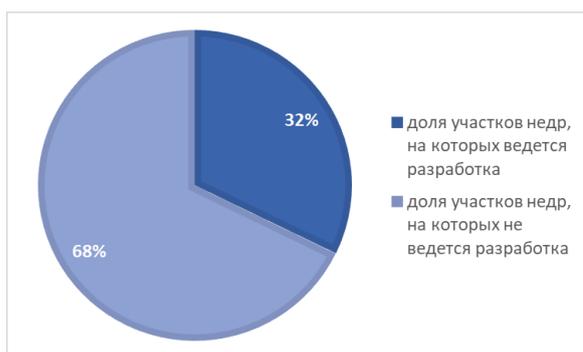


б) Границы участка на публичной кадастровой карте

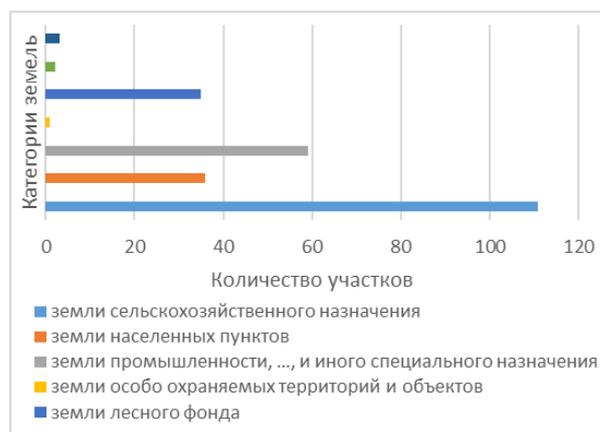
Рис. 4. Изображение участка недр № 81 (строительный песок), г.о.г. Дзержинск

Аналогичным образом были проанализированы и другие участки недр местного значения Нижегородской области.

Было выявлено, что разработка ведется на 88 участках из 273. Разработка на 19 участках является незаконной, так как вид пользования подразумевает лишь геологическое изучение, а не добычу полезных ископаемых. Анализируя принадлежность участков к категориям земель была составлена гистограмма. Результаты статистики анализа участков недр местного значения Нижегородской области представлены на рисунке 5.



б) Доля участков недр, на которых ведется разработка полезных ископаемых



а) Соответствие участков недр категориям земель

Рис. 5. Статистика анализа участков недр местного значения Нижегородской области

По результатам анализа космических снимков и кадастровых сведений была сформирована база данных «Анализ кадастровых сведений» (рис. 6). Разработка такого документа позволила выполнить анализ использования участков недр, выявить нарушения законодательства, оценить процент разрабатываемых участков.

В результате анализа 273 участков недр местного значения Нижегородской области выявлены следующие нарушения:

- 241 участок используется не в соответствии с принадлежностью к той или иной категории земель;
- 238 участок используется не в соответствии с установленным видом разрешенного использования;
- разработка 76 участков ведется за пределами границ.

Номера участков	Разработка	Категория земель	ВРИ	Соответствие ВРИ	Кадастровый номер ЗУ
1	Нет	-	-	-	-
2	Да	3	недропользование	+	52-37-0030012-036
3	Нет	-	-	-	-
4	Да	2	Склад	-	52-21-0000012-390
			Нефтехимическая промышленность	-	52-21-0000012-4264
			Под незаконным строительством зданием "ЭКПД-6"	-	52-21-0000012-4287
			Под незаконным строительством зданием "ЭКПД-6"	-	52-21-0000012-4288
			Склады	-	52-21-0000012-4231
5	Нет	2	Тяжелая промышленность	-	52-21-0000012-1273
			Водный транспорт	-	52-18-0010629-4
6	Да	3	Гидротехнические сооружения	-	52-18-0000000-14891
			Водный транспорт	-	52-17-0060405-450
7	Нет	2	Водный транспорт	-	52-17-0060405-434
			Для разработки карьера строительных песков	-	52-17-0060405-140
8	Нет	2	Для разработки карьера строительных песков	-	52-21-0000144-5
			Для строительства комплекса по обслуживанию большегрузного транспорта	-	52-21-0000144-4
			Для производства сельхозпродукции (под пашне)	-	52-21-0000145-89
			Для производства сельхозпродукции (под пашне)	-	52-21-0000145-56
			Для ведения личного подсобного хозяйства	-	52-21-0000147-7
9	Да	3	В целях разработки грунта	-	52-27-0120004-280
			Для сельскохозяйственного использования	-	52-27-0120003-313
			Автомобильный транспорт	-	52-27-0120003-319
			Автомобильный транспорт	-	52-27-0120003-333

Рис. 6. Фрагмент базы данных «Анализ кадастровых сведений»

Анализ использования участков недр в соответствии с назначением проводился с применением данных дистанционного зондирования открытого пользования и кадастровых данных. Использование данных дистанционного зондирования позволяет: получать площадные разрабатываемых участков, выявлять нарушения использования земель. характеристики

Литература

1. Дистанционное зондирование Земли - Госкорпорация «Роскосмос». - URL: <https://www.roscosmos.ru/24707>
2. Министерство экологии и природных ресурсов Нижегородской области - Перечень участков недр местного значения Нижегородской области. - URL: <https://eco.nobl.ru/activity/1597/>
3. Лабутина И. А. Дешифрирование аэрокосмических снимков: учебное пособие для студентов вузов. – Москва: Аспект Пресс, 2004. – 184 с. – ISBN 5-7567-0330-6. –

УДК 528

Комплексная инвентаризация общественных пространств и инновационные технологии выполнения

Бегаев И.А., научный руководитель: профессор ННГАСУ Никольский Е.К.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Общественные пространства – это территории, предназначенные для общего пользования и доступные для всех граждан. К ним относятся парки, скверы, площади, улицы, набережные, пляжи, спортивные и детские площадки, а также другие пространства, созданные для отдыха, проведения общественных мероприятий или просто для свободного перемещения людей.

В последнее время активно развивается тенденция размещения общественных пространств в виде парков. Парки и другие общественные пространства способствуют развитию туризма, улучшению качества жизни горожан и повышению привлекательности территорий. Они создают комфортную среду для проживания, работы и отдыха, что способствует общему благополучию населения. Одним из примеров таких объектов недвижимости может служить общественная территория «Парк 800-летия Нижнего Новгорода». Он расположен на берегах Оки и Волги, на уникальной исторической территории и предлагает посетителям живописные виды на Волгу, город и лесное

Заволжье. В парке множество зелёных зон, дорожек для прогулок, детских, спортивных и смотровых площадок, скамеек, беседок, информационных щитов, действуют системы освещения и водоснабжения. На площадках, расположенных по рельефу на разных уровнях, проводятся массовые мероприятия, фестивали и концерты.

Городские парки, как правило, находятся в ведении муниципалитета. Созданные общественные территории требуют установления фактических границ на местности, учета и постоянного ухода, наблюдения за возведенными объектами. Специфика организуемой системы наблюдения зависит от физико-географических особенностей территории. Например, территория упомянутого парка в Нижнем Новгороде представляет собой склон с большими перепадами высот, подверженный оползнеопасным процессам. Традиционные методы визуального обследования трудоемки, а техническая инвентаризация обычно не предусматривает отражения особенностей территории с выраженным рельефом. Анализ проблем приводит к предложению о проведении комплексной инвентаризации на основе использования инновационных технологий. Комплексность обуславливается сочетанием инвентаризации земель участка и технической инвентаризации размещенных на территории многочисленных объектов недвижимости.

«Инвентаризацией земель является комплекс мероприятий, направленный на получение и уточнение информации о земельных ресурсах. Комплекс работ необходим для выявления нарушений, связанных с использованием земель (контроль вида разрешенного использования, целевого назначения; соблюдение рациональности использования земельных ресурсов; а также соблюдение установленных границ объекта)» [1]. Цель же технической инвентаризации — получение информации о различных объектах недвижимости, к которым относятся объекты благоустройства, находящиеся под открытым небом на территории парка [2].

По итогам проведения инвентаризационных работ формируется полный пакет сведений о земельных наделах, включающий информацию о характере их использования и правовом статусе, местоположении объектов благоустройства, их составе и состоянии. Таким образом, инвентаризация представляет собой комплексный процесс, направленный на формирование достоверной информационной базы о конкретном земельном наделе и расположенных на нём объектах недвижимости в определенный временной период.

Учитывая интенсивное воздействие на объекты общественных территорий сезонных природных и антропогенных факторов, кроме общепринятой первичной инвентаризации, рекомендуем проводить плановую ежегодную сезонную инвентаризацию, целью которой является в весенний период - выявление изменений, произошедших зимой и во время схода снежного покрова, а в осенний период — определение ущерба, нанесенного объектам недвижимости в сезон их интенсивной эксплуатации.

Традиционно инвентаризация проводится визуально и инструментально с использованием простейших геодезических приборов, что трудоемко, а с учетом рекомендуемой нами сезонной инвентаризации — становится большой нагрузкой для производственных организаций. Внедрение инновационных технологий позволит значительно повысить производительность труда и качество получаемых результатов. К таким технологиям можно отнести наземное лазерное сканирование и беспилотную аэрофотосъемку (АФС). Авторы этой статьи отдают предпочтение использованию беспилотных аппаратов мультикоптерного типа, результаты съемки с которых дают большой пространственный охват территории, быстроту получения результата, а сами средства съемки выигрывают в цене по сравнению с геодезическими лазерными приборами. Главные преимущества беспилотной аэрофотосъемки – это мобильность, оперативность и повышенные характеристики точности, зависящие от параметров ее выполнения. Это особенно важно для динамично меняющихся объектов, к которым относятся общественные территории.

Особенности применения технологии включают:

- возможность фотографирования на малых высотах (от 30 до 100 метров), что повышает точность позиционирования объектов недвижимости;
- быстрое развёртывание аппаратуры и выполнение съёмки;
- возможность повторных съёмки, что важно для мониторинга объектов благоустройства;
- высокотехнологичный процесс камеральной обработки материалов аэрофотосъёмки.

Таким образом, технология производства аэрофотосъёмки с применением беспилотного летательного аппарата демонстрирует высокую эффективность технологичность выполнения работ, связанных с комплексной инвентаризацией общественных территорий. Остается вопрос о точности получаемой продукции, которая должна соответствовать точности планов масштаба 1:500 и может быть охарактеризована как «сантиметровая».

Для подтверждения ожидаемых на основе изученных работ других исследователей [3, 4, 5] результатов, были проведены экспериментальные работы на территории Парка 800-летия Нижнего Новгорода, расположенного на склоне с перепадами высот между отдельными площадками до десятка метров (рис. 1). В эксперименте был использован из архивов кафедры геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ ортофотоплан масштаба 1:500, полученный по материалам беспилотной АФС. Съёмка выполнена беспилотным летательным аппаратом с камерой Sony RX1 с фокусным расстоянием 35 мм и при перекрытии снимков 80/60 %.

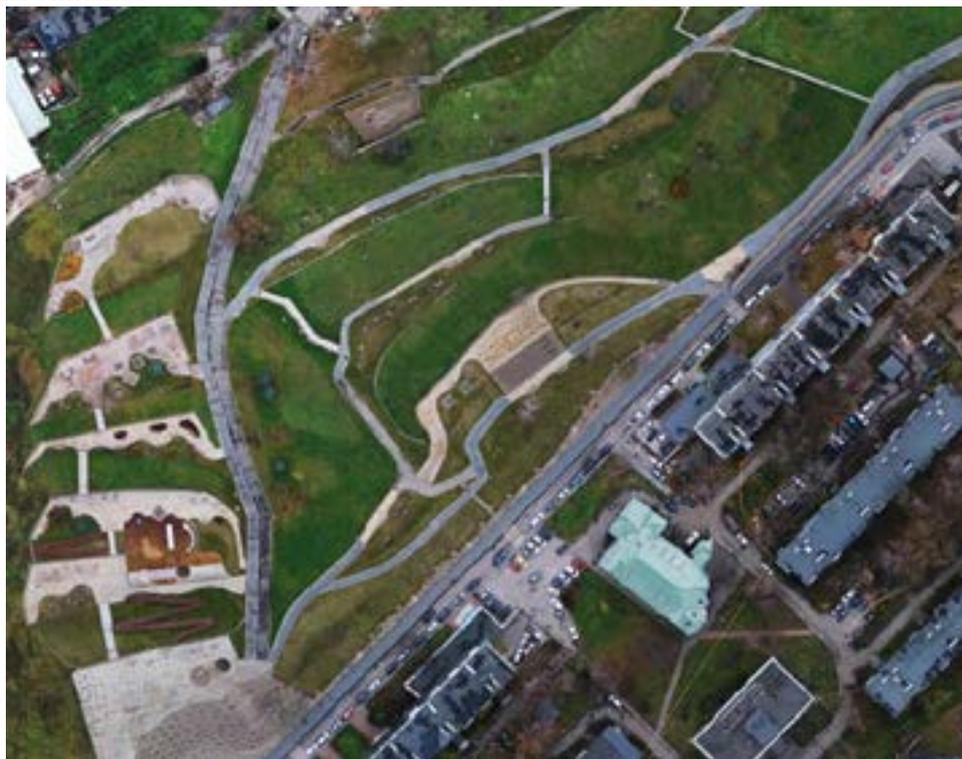


Рис. 1. Фрагмент ортофотоплана масштаба 1:2 000 территории Парк 800-летия Нижнего Новгорода (уменьшенная копия)

Сопоставлялись размеры отдельных объектов благоустройства парка, изображенных на ортофотоплане масштаба 1:500, с результатами их измерений на местности.

В выборку объектов для анализа вошли 30 длин линий между четкими контурными точками хорошо видимых объектов благоустройства, расположенных на разных уровнях территории парка (рис. 2, 3 и 4). Такими точками были: углы дорожек с брусчатым или асфальтовым покрытием и лестниц, столы и лавочки, точки границ бортового камня и т. д.

Результаты представлены в таблицах 1, 2, 3, каждая из которых содержит измерения на верхнем, среднем и нижнем уровнях парка (по рельефу).

Оценка точности производилась по формуле Гаусса, т. е. по истинным погрешностям:

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}, \quad (1)$$

где Δ - погрешность измерения, n – количество измерений.

В качестве дополнительной характеристики вычислялась средняя погрешность измерения линии:

$$\vartheta = \frac{[|\Delta|]}{n}. \quad (2)$$

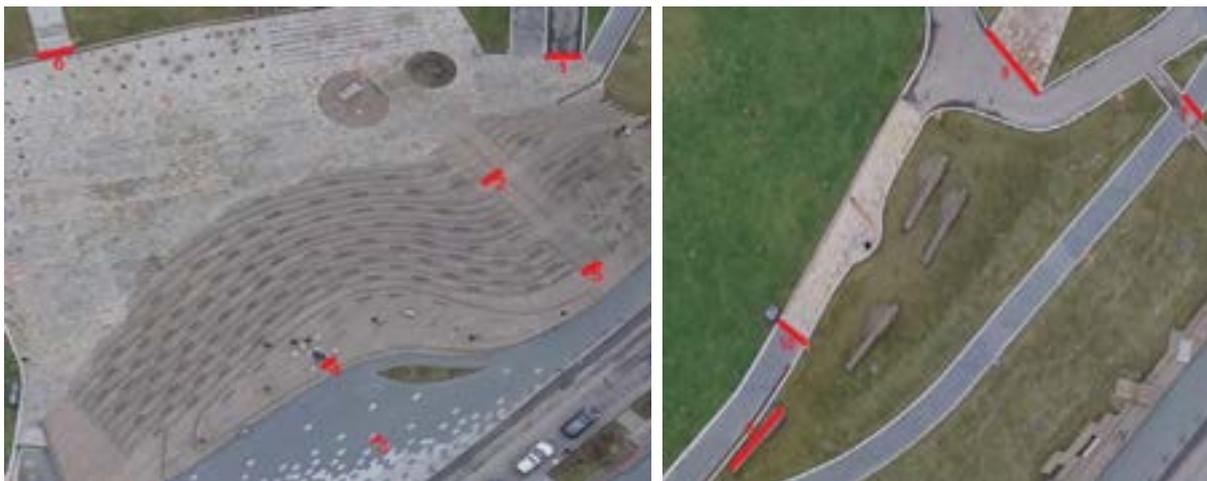


Рис. 2. Схема расположения измеренных линий на верхнем уровне парка (показаны красным цветом)

Таблица 1 Сравнение длин линий на площадке верхнего уровня (с абсолютной средней высотой 133,4 м.)

Уровень площадок парка (по рельефу)	№ линии	Характер объекта	Длина линии, измеренной на местности, S, м	Длина линии, измеренная по ортофотоплану, L, м	Погрешность $\Delta = L - S$, см	Δ^2
Площадка верхнего уровня рельефа	1	асфальт	2,96	2,98	2	4
	2	лестница	1,86	1,83	-3	9
	3	брусчатка	0,76	0,78	2	4
	4	брусчатка	1,23	1,25	2	4
	5	лестница	1,86	1,85	-1	1
	6	брусчатка	2,93	2,90	-3	9
	7	асфальт	1,84	1,87	3	9
	8	скамья	6,0	6,0	0	0
	9	брусчатка	5,79	5,75	-4	16
	10	асфальт	2,44	2,45	1	1
	сумма				-1	57

$m = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} = \sqrt{\frac{57}{10}} = 2,4 \text{ см}$ – средняя квадратическая погрешность измерения линии на ортофотоплане.

$\vartheta = \frac{[|\Delta|]}{n} = \frac{21}{10} = 2,1 \text{ см}$ – средняя погрешность измерения линии на ортофотоплане.



Рис. 3. Схема расположения линий на среднем уровне парка

Таблица 2 - Сравнение длин линий на площадке среднего уровня (с абсолютной средней высотой 115,6 м.)

Уровень площадок парка (по рельефу)	№ линии	Характер объекта	Длина линии, измеренной на местности, S, м	Длина линии, измеренной по ортофотоплану, L, м	Погрешность $\Delta = L - S$, см	Δ^2
Площадка среднего уровня рельефа	11	лестница	2,04	2,08	4	16
	12	стол	1,24	1,19	-5	25
	13	ливневка	3,08	3,13	5	25
	14	скамья	1,80	1,77	-3	9
	15	асфальт	1,33	1,32	-1	1
	16	стол	1,79	1,81	2	4
	17	лестница	1,96	1,93	-3	9
	18	брусчатка	2,80	2,75	-5	25
	19	ливневка	3,95	3,98	3	9
	20	брусчатка	0,40	0,38	-2	4
	сумма				-5	127

$m = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} = \sqrt{\frac{127}{10}} = 3,6\text{см}$ – средняя квадратическая погрешность измерения линии на ортофотоплане.

$\vartheta = \frac{[\Delta]}{n} = \frac{33}{10} = 3,3\text{см}$ – средняя погрешность измерения линии на ортофотоплане.



Рис. 4. Схема расположения линий на нижнем уровне парка

Таблица 3 - Сравнение длин линий на площадке нижнего уровня (с абсолютной средней высотой 101,8 м.)

Уровень площадок парка (по рельефу)	№ линии	Характер объекта	Длина линии, измеренной на местности, S, м	Длина линии, измеренной по ортофотоплану L, м	Погрешность $\Delta = L - S$, см	Δ^2
Площадки нижнего уровня рельефа	21	ливневка	2,50	2,53	3	9
	22	батут	2,10	2,17	7	49
	23	стол	1,60	1,56	-4	16
	24	лестница	2,00	2,03	3	9
	25	скамья	1,70	1,65	-5	25
	26	скамья	1,70	1,72	2	4
	27	брусчатка	1,80	1,73	-7	49
	28	брусчатка	0,38	0,33	-5	25
	29	скамья	1,71	1,67	-4	16
	30	брусчатка	0,35	0,40	5	25
	сумма				-5	227

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} = \sqrt{\frac{227}{10}} = 4,8 \text{ см} - \text{средняя квадратическая погрешность измерения линии на ортофотоплане.}$$

на ортофотоплане.

$$\vartheta = \frac{[\Delta]}{n} = \frac{45}{10} = 4,5 \text{ см} - \text{средняя погрешность измерения линии на ортофотоплане.}$$

По результатам оценки точности измерений длин линий на разных уровнях площадок был составлен график (рисунок 5), который показал линейную зависимость изменения точности изображения линий на одном и том же ортофотоплане в зависимости от превышений между площадками. Средняя погрешность на площадке верхнего уровня составила 2,1 см, среднего – 3,3 см и нижнего – 4,5 см. Это свидетельствует о снижении точности позиционирования объектов благоустройства на территории с хорошо выраженным рельефом при использовании материалов беспилотной аэрофотосъемки, выполненной с одной абсолютной высоты фотографирования.

При перепаде высот в 18 метров между верхней и средней площадками средние квадратические погрешности изменились от 2,4 см на верхнем уровне до 3,6 см на среднем уровне площадок. Аналогичные изменения можно отметить и при переходе со среднего уровня к нижнему: при перепаде высот в 14 метров средняя квадратическая погрешность возросла с 3,6 см до 4,8 см. Следовательно увеличение высоты фотографирования над местностью на 32 метра, что связано с рельефом снимаемого участка, увеличило среднюю квадратическую погрешность измерения линий в 2 раза. Необходимо отметить систематический характер увеличения этой погрешности в зависимости от рельефа территории. В нашем случае аэрофотосъемка площадки парка, имеющей наибольшие абсолютные высоты, показала наиболее высокую точность позиционирования объектов благоустройства.

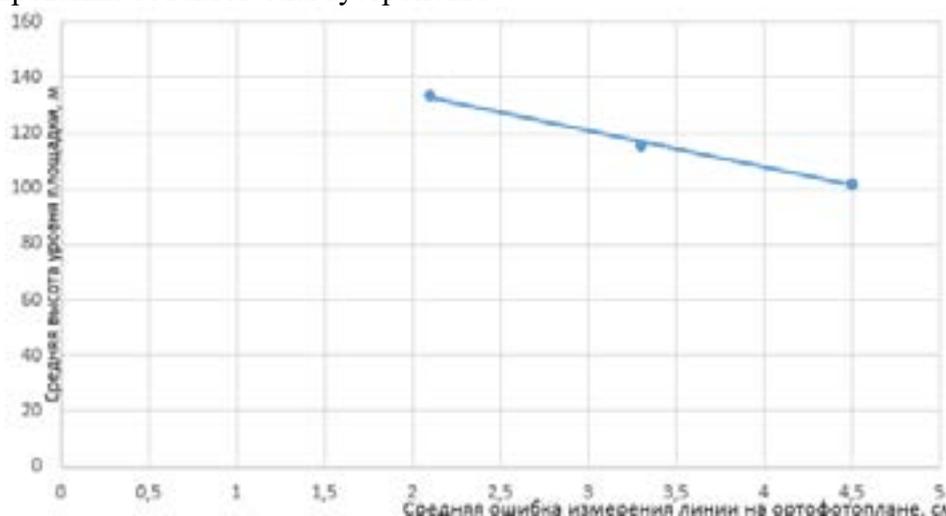


Рис. 5. График зависимости ошибок измерения линий на ортофотоплане от рельефа

Анализ приведенных данных позволяет рекомендовать выполнение беспилотной АФС с разных высот фотографирования на участках со сложным рельефом для достижения повышенной точности позиционирования объектов благоустройства при инвентаризации общественных территорий.

Таким образом, беспилотная съемка позволяет не только существенно ускорить процесс сбора информации, но и сделать его максимальной эффективным. Метод обеспечивает регулярный мониторинг пространственного развития территории, обладает высокой мобильностью, экономической эффективностью и приемлемой для решения различных научно-технических задач точностью получаемых результатов.

Литература

1. Горбунова Ю. В., Сафонов А. Я. Инвентаризация и мониторинг земель населенных пунктов: учебное пособие. – Красноярск. – 2018. – 210 с.
2. Лапина А. А. Комплексная инвентаризация общественных пространств в условиях сложного рельефа: выпускная квалификационная работа – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2024. – 111 с.
3. Никольский Е. К., Королев Н. Ю. О точности позиционирования при съемке земельных участков беспилотными летательными аппаратами // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2016. – № 8 (139). – С.69-72.
4. Королев Н. Ю., Никольский Е. К. Точность позиционирования при съёмке местности с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) – мультикоптеров // Великие реки – 2015: труды конгресса 17-го Международного научно-промышленного форума: в 3-х томах. Том 1. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2015. – С. 444-447.

5. Бегляров Н. С. Разработка методики сбора трехмерных кадастровых данных объектов недвижимости на урбанизированных территориях: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/ – Новосибирск: Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 2022. – 24 с.

УДК 528.44

Геодезические методы координирования характерных точек ОКС для постановки на кадастровый учет

Паршина У.А., научный руководитель: старший преподаватель ГУЗ

Четверикова А.А.

Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва, Россия

Актуальность исследования обусловлена возрастающими требованиями к точности кадастрового учета объектов капитального строительства (ОКС) в условиях развития городской застройки и планируемого создания трехмерного цифрового кадастра. Современные экономические отношения и рыночные механизмы землепользования требуют создания высокоточной и достоверной системы учета объектов капитального строительства [1].

Основной целью исследования является анализ эволюции геодезических методов координирования ОКС и оценка их эффективности в современных условиях. Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- изучить методы постановки на кадастровый учет применявшиеся с эпохи Средневековья до наших дней в разных странах;
- определить наиболее распространенные методы определения координат характерных точек ОКС для постановки на кадастровый учет.

Прототипы кадастровых систем стали появляться еще в Средневековье в разных государствах. Основной целью ведения учета земель в этот период являлось налогообложение – сбор податей с крестьян и землевладельцев, разрешение земельных споров между феодалами и т.п.

Первой структурированной системой учета земель в Западной Европе можно назвать феодальный кадастр. Основным принципом такого учета являлась ленная система – король жаловал земли вассалам в обмен на военную службу. Данные о размерах земельных владений, урожайности, поголовье скота и количестве крестьян на выделяемых землях фиксировалось в специальной описи, называемой «Domesday Book» (Англия, 1086 г.). Она являлась одной из первых кадастровых книг, созданной по приказу Вильгельма Завоевателя [2].

Кроме этого, существовали и другие формы ведения учета земельных наделов, а именно поземельные переписи, существовавшие во Франции, – «Terrier» – документы, фиксирующие повинности крестьян [3].

Но кадастровый учет касался не только земельных наделов, но и объектов капитального строительства. Так, например, в Праге ввели идентификацию домов при помощи домовых табличек с изображением на них профессии человека, проживающего в нем, зарисовкой каких-либо событий и легенд. Описание данных табличек заносилось в земельную книгу и для адресации указывали: «Дом у трех скрипок» и т.д. (рис. 1).



Рис. 1. Домовая табличка в Праге, XVII в.

На территории России кадастровая система появилась XIII в. Это были писцовые книги, в которых описывались:

- границы земельных наделов;
- состав населения;
- виды оброков и повинностей.

Эти книги использовались для сбора налогов и разрешения земельных споров.

Следующим этапом развития кадастровой системы можно назвать Османский дефтер (XIV–XIX вв.) – подробные реестры земель, включавшие:

- категории земель (частные, государственные, вакуфные);
- имена владельцев;
- размеры налогов.

Отдельно стоит упомянуть Китайскую систему «Юйди», которая существовала еще с древности, а в Средние века (при династиях Тан и Сун) проводились переписи земель для налогообложения.

Во всех перечисленных кадастровых системах границы земельных участков и характерных точек ОКС фиксировались относительными методами такими как: естественные ориентиры (реки, горы, деревья); веревочные измерения (прообраз рулетки); слова очевидцев и устные договоренности – границы часто подтверждались показаниями местных жителей.

Исходя из этого можно выделить очевидные проблемы такой системы учета земель:

- 1) Неточность измерений – из-за примитивных методов границы часто оспаривались.
- 2) Коррупция и подлоги – феодалы могли скрывать реальные размеры владений.
- 3) Отсутствие единого стандарта – в разных странах и даже областях одной страны учет велся по-разному.

Но время не стоит на месте, совершенствуются измерительные приборы, увеличиваются нормативные характеристики необходимой точности измерений, и к концу XX века кадастровые системы можно разделить на системы экономически развитых стран и экономически развивающихся. Рассмотрим далее несколько примеров: системы Корейской Народной Демократической Республики (КНДР) и Афганистана, где современные системы кадастрового учета только развиваются, а также Корейской Республики (Южная Корея), где системы кадастрового учета используют передовые геодезические технологии.

Рассмотрим проблемы кадастровой системы Афганистана и перспективы их решения. В исследовании [4] описана эволюция управления земельными ресурсами в Афганистане от традиционного управления до попыток модернизации после 2001 года. Автор подчеркивает, что многолетние гражданские войны серьезно подорвали инфраструктуру и возможности кадастровых служб. Единая кадастровая система в стране находится на начальном этапе развития из-за ряда факторов, таких как: развитая коррупция в стране, отсутствие квалифицированных специалистов, отсутствие единой базы объектов капитального строительства и другие проблемы.

В научной статье [5] предложены решения для улучшения кадастровой системы Афганистана, включая развитие геодезической инфраструктуры, повышение эффективности управления земельными ресурсами и создание нормативно-правовой базы, опираясь на опыт создания кадастровой системы в Турции и Иране. Планируется запроектировать три этапа развития кадастровой системы, начиная с Кабула и постепенно охватывая другие провинции, с акцентом на повышение социальной осведомленности и привлечение инвестиций.

Основная проблема развития единой кадастровой системы состоит в том, что на сегодняшний момент для проведения полевых работ в Афганистане возможно использовать только аэрофотосъемку из-за недостатка финансирования, устаревшего оборудования и отсутствия достаточного количества квалифицированных специалистов. Из-за этого точность получаемых координат характерных точек ОКС при постановке на кадастровый учет составляет от 0.1 м до 0.3 м на городских территориях и от 0,3 до 0,5 м в сельской местности.

В исследовании [6] говорится о том, что в КНДР действуют серьезные ограничения на проведения кадастровых работ, а именно практически не используется аэрофотосъемка, ограничено введение в использование лазерного сканирования, а имеющиеся геодезические приборы уже считаются устаревшими. Поэтому при проведении кадастровых работ точность получаемых координат может варьироваться от 1 до 5 м, что является наихудшей точностью получаемых координат с большими ошибками определения границ объектов [4].

Рассмотрев примеры кадастровых систем экономически развивающихся стран, перейдем к изучению кадастровых систем экономически развитых стран.

В Южной Корее для проведения кадастровых работ используют современное геодезическое оборудование, позволяющее координировать объекты с точностью 0,01 – 0,03 м, активно используется аэрофотосъемка с применением беспилотных авиационных систем для координирования ОКС с точностью 0,01 – 0,05 м. Все это в совокупности дает возможность координировать характерные точки ОКС для постановки их на кадастровый учет с точностью от 0,01 – 0,05 м в зависимости от категории объектов [6].

В СССР ведение кадастровой деятельности регламентировалось основами земельного законодательства Союза ССР и союзных республик, опубликованным в 1968 году [7]. Согласно положениям данного документа, кадастр на территории всех республик велся по единой системе и делил все объекты на три основных вида: водные, лесные и сельскохозяйственные территории. Стоит отметить, что в СССР отсутствовала частная собственность, все земли и объекты на ней расположенные, в том числе ОКС, принадлежали государству. Так в кадастровый реестр включались данные о количестве земель в стране, бонитировании почв, данные о пользователях земли, качестве и многом другом. Для постановки земель, зданий и сооружений на кадастровый учет применяли геодезические, фотограмметрические методы. Координированию подлежали границы земельных участков и характерные точки ОКС. Точность выполняемых работ в дальнейшем регламентировалась Земельным кодексом. Кадастровые работы по координированию характерных точек ОКС производились при помощи теодолитной съемки и аэрофотосъемки с легкомоторных самолетов, и вертолетов.

Точность производимых работ, регламентированная ГОСТами [8] для землеустройства (сельскохозяйственные земли) приведена в таблице 1.

Таблица 1 Требуемая точность координирования объектов для целей землеустройства

Тип объекта	Требуемая точность
Границы полей	0,5 м – 1,0 м
Контуры угодий	1,0 м – 2,0 м
Границы застройки	0,2 м – 0,5 м
Красные линии	0,1 м – 0,3 м
Пункты ГГС 1 – 4 классов	0,01 м – 0,5 м

В Российской Федерации от теодолитов постепенно перешли к электронным тахеометрам, которые позволили координировать характерные точки ОКС с более высокой точностью. В настоящее время кадастровые работы по координированию характерных точек ОКС производятся при помощи спутниковых технологий, лазерного сканирования, аэрофотосъемки с использованием беспилотных воздушных судов, легкомоторных самолетов и электронных тахеометров [1]. Согласно приказу Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии [9] точность определения координат характерных точек ОКС должна составлять не более 0,1 м, но в процессе работ геодезисты стараются придерживаться фактической точности 0,02 – 0,05 м. Все перечисленные способы могут использоваться для координирования характерных точек ОКС, но в условиях городской застройки не все из них позволяют выдерживать данную регламентом точность из-за особенностей работы с некоторыми видами приборов.

Можно сделать вывод о том, что геодезические методы координирования характерных точек ОКС для целей кадастра претерпели серьезные изменения. От средневекового кадастра с относительными методами координирования произошло развитие до высокоточных методов координирования с использованием современного геодезического оборудования такого как беспилотные воздушные судна, спутниковое оборудование, электронные тахеометры и лазерные сканеры. В экономически развитых странах использование новейших технологий позволяет выдерживать точность координирования в 0,1 м и выше, в то время как в развивающихся странах до сих пор наблюдается использование устаревшего оборудования и дефицит квалифицированных специалистов, что сильно сказывается на точности проводимых работ, которая порой не превышает 1 м.

Но при всем многообразии геодезического оборудования, могут возникать ситуации, когда возможно использование только электронного тахеометра. Особенно часто с этим сталкиваются геодезисты при координировании характерных точек ОКС в условиях крупных городов, при плотной и высотной застройке, когда применение спутниковых и беспилотных авиационных технологий невозможно.

Из проведенного исследования можно сделать вывод, что в более развитых экономически и социально странах точность координирования может достигать 0,01 м в условиях городской застройки, что является достаточно высоким результатом. Однако до сих пор существуют страны, где кадастровая система либо отсутствует, либо находится на первоначальных этапах развития. В этом случае применение устаревших технологий приводит к отсутствию систематического кадастра и низкой (метровой) точности координирования.

В России кадастровая система развита достаточно хорошо и не останавливается в своем развитии. Но в современных реалиях при работе по координированию характерных точек ОКС в крупных городах, несмотря на все многообразие современного геодезического оборудования, все чаще можно столкнуться с тем, что не получится использовать ничего кроме электронного тахеометра, из-за особенностей застройки и иных факторов, таких как глушение спутникового сигнала. Поэтому сегодня все еще актуально изучение всех возможных методов и функций координирования характерных точек ОКС с помощью электронного тахеометра с целью определения точности

получаемых координат при помощи его функций, а также разработки методики получения наиболее точных координат при минимальных трудовых затратах исполнителя.

Литература

1. Земельный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон Российской Федерации от 25 ноября 2001 г. № 136-ФЗ
2. Brown, A. J. The History of Cadastral Surveying // Journal of Surveying Engineering. – 2018. – Vol. 144. – P. 45–52.
3. Resolution 16/1. UN-GGIM: Global Geodetic Reference Frame. – 2016.
4. Азизи А. Б. Разработка методики присвоения кадастровых номеров земельным участкам в Афганистане. [Электронный ресурс]. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=80557959>
5. Азизи А. Б., Юнусов А. Г. Кадастр Афганистана: проблемы и перспективы решений // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения – 2024. – № 1. – С. 10–16. – DOI: 10.33764/2687-041X-2024-1-10-16.
6. Ли Уже Сон. Сравнительное исследование кадастровых систем Северной и Южной Кореи, кадастровой съемки и документации [Электронный ресурс]. – URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_26343032_53401162.pdf
7. Закон СССР от 13 декабря 1968 г. «Об утверждении Основ земельного законодательства Союза ССР и союзных республик»
8. ГОСТ 26640-85. Земли. Термины и определения.
9. Приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии от 23 октября 2020 г. № П/0393 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места»

УДК 630.90

Инвентаризация земель лесного фонда по данным дистанционного зондирования

Мокеичева В.А., научный руководитель: доцент ННГАСУ Косарева Н.А.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Земли лесного фонда — это земли, покрытые или не покрытые лесной растительностью, основным предназначением которых является ведение лесного хозяйства [1]. Такие земли - значимый компонент в структуре земельного фонда в Российской Федерации. По данным Государственного (Национального) доклада о состоянии и использовании земель в РФ в 2023 году [2] земли лесного фонда занимают наибольшую площадь и составляют 66,2 % от общей площади земельного фонда России.

Эффективный контроль за состоянием лесов требует современных методов инвентаризации, позволяющих оперативно отслеживать изменения и своевременно принимать меры по охране и восстановлению лесных территорий. Исходя из этого, вопросы инвентаризации земель лесного фонда являются важной частью системы комплексного управления земельными ресурсами и остаются актуальными.

Согласно Лесному Кодексу Российской Федерации [1], государственная инвентаризация земель лесного фонда представляет собой систему мероприятий по оценке состояния лесов и проводится в целях:

выявления их количественных и качественных характеристик;
выявления воздействия неблагоприятных факторов на леса, в том числе в результате нарушений законодательства,
анализа качества проведения и результативности мероприятий по сохранению лесов, использованию лесов,
анализа, оценки и прогноза изменения состояния лесов в целях стратегического планирования в области лесного хозяйства.

Цель исследования: выполнить инвентаризацию земель лесного фонда по данным дистанционного зондирования.

Объект исследования: земли лесного фонда Саваслейского участкового лесничества Нижегородской области, РФ.

Предмет исследования: методика проведения инвентаризации земель лесного фонда по данным дистанционного зондирования.

Саваслейское участковое лесничество расположено в юго-западной части Нижегородской области на территории городского округа город Кулебаки.

Саваслейское участковое лесничество граничит:

- 1) на севере – с Навашинским районным лесничеством;
- 2) на востоке – с Кулебакским и Велетьминским участковыми лесничествами;
- 3) на западе – с Навашинским и Выксунским районными лесничествами;
- 4) на юге – с Выксунским районным лесничеством.

Саваслейское участковое лесничество является одним из пяти участковых лесничеств, входящих в состав Кулебакского районного лесничества.

В ходе исследования была разработана методика проведения инвентаризации земель лесного фонда по данным дистанционного зондирования. Она включает в себя следующие этапы:

- 1) выбор и получение исходных данных;
- 2) подготовка и обработка материалов;
- 3) выполнение классификации объектов;
- 4) анализ и обработка результатов классификации.

Рассмотрим каждый из этапов подробнее.

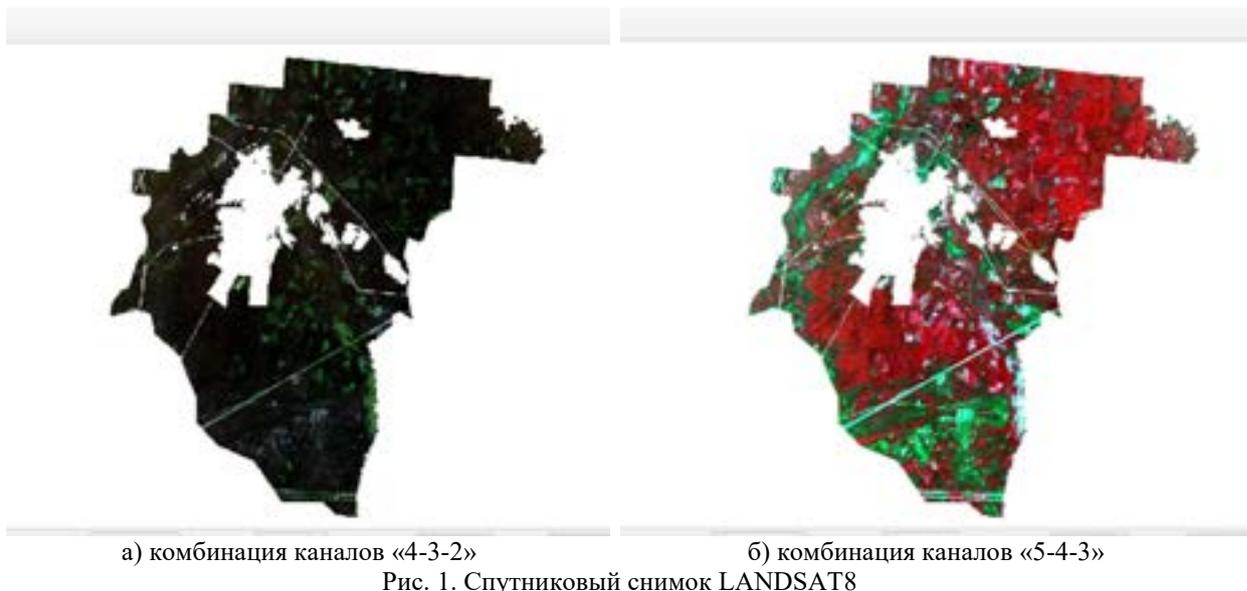
Методика проведения инвентаризации земель лесного фонда с использованием данных дистанционного зондирования представляет собой комплекс мероприятий, направленных на систематизацию и обновление сведений о землях лесного фонда. Такая методика должна обеспечивать полноту, точность и своевременность полученной информации. Выбор исходных данных являлся ключевым этапом такой инвентаризации, поскольку от качеств этих данных зависела достоверность результатов.

Для исследования был выбран космический снимок системы LANDSAT 8 от 17 июля 2021 года и получен с сайта Центра наблюдения и изучения природных ресурсов Геологической службы США. Скачаны следующие спектральные каналы:

- 1) канал 2 – Синий (Blue);
- 2) канал 3 – Зелёный (Green);
- 3) канал 4 – Красный (Red);
- 4) канал 5 – Ближний ИК (Near Infrared, NIR).

Затем в программном комплексе QGIS были созданы виртуальные растры с комбинациями спектральных каналов:

- 1) комбинация «4-3-2» естественные цвета (рис. 1, а));
- 2) комбинация «5-4-3» искусственные цвета (рис. 1, б)).



Комбинация «4-3-2» называется «естественные цвета». Здесь используются каналы видимого диапазона, поэтому объекты земной поверхности выглядят похожими на то, как они воспринимаются человеческим глазом. Темнохвойные леса имеют темно-зеленый цвет, лиственные леса – ярко-зеленый (салатовый), а смешанные леса отличаются различными переходными оттенками, а зависимости от доли хвойных деревьев в насаждении, а также от его возраста. Смешанный лес со значительным участием широколиственных пород (липы) в этом синтезе может иметь слегка желтоватый оттенок, который и будет его отличительным признаком. Недостатком данной комбинации является трудное отделение одного типа растительности от другого, поэтому для целей исследования она не подходит.

Комбинация «5-4-3» – «искусственные цвета». Темнохвойные леса будут иметь темно-красный или даже коричневый оттенок, мелколиственные леса – ярко-красный, а смешанные леса – переходные цвета. Эта комбинация очень популярна и используется, главным образом, для изучения состояния растительного покрова.

Наиболее оптимальная комбинация для проведения инвентаризации – «5-4-3», так как она позволяет эффективно визуально оценить породный состав растительности.

Следующий этап – выполнение классификации объектов.

Классификация — это процесс распределения по классам элементов изображения (пикселей) на конечное число классов на основе значений их атрибутов. Для классификации был создан векторный слой «etalon». В слое «etalon» были созданы полигоны, соответствующие различным породам растительности (рис. 2). В атрибутивной таблице слоя было заполнено значение класса («class») числом, кратным 10. Также были заполнены поля «name» и «id». Всего было сформировано 8 классов («neles», «bereza», «dyb», «el», «lipa», «osina», «sosna», «olha»).

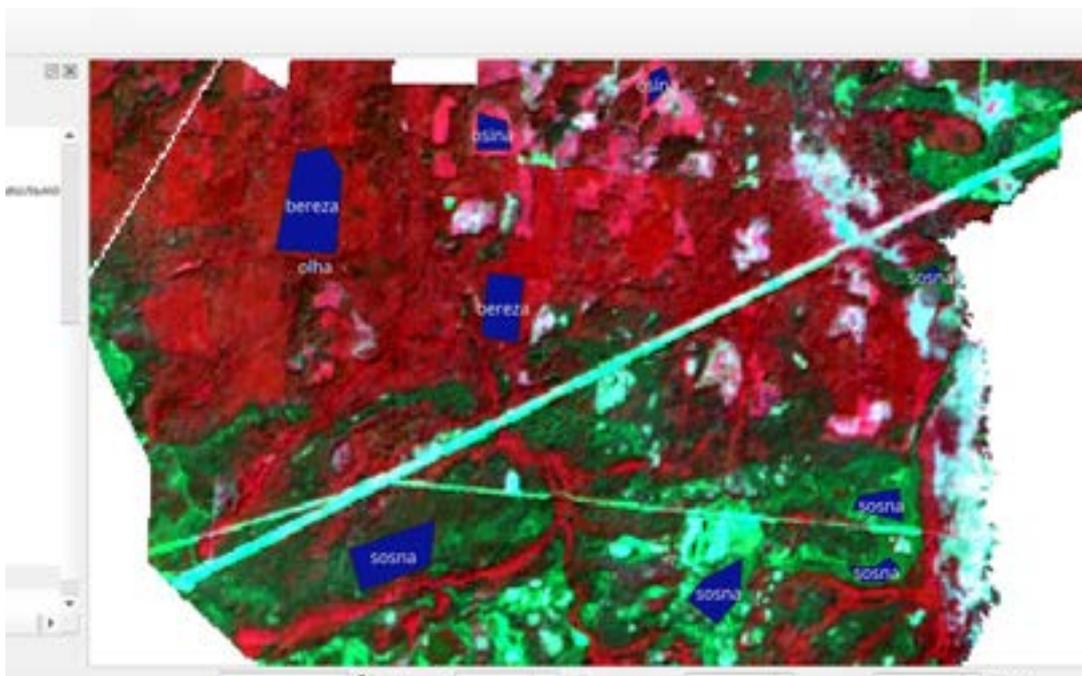


Рис. 2. Фрагмент векторного слоя «etalon»

Классификация выполнялась с помощью модуля в «dzetsaka». В результате автоматизированного дешифрирования был получен растр в серых тонах, содержащий 8 классов (рис. 3).

После завершения классификации была выполнена настройка стиля изображения. Цвет каждого класса объектов соответствует цвету на лесоустроительном планшете. Результат представлен на рис. 4.



Рис. 3. Результат автоматизированного дешифрирования

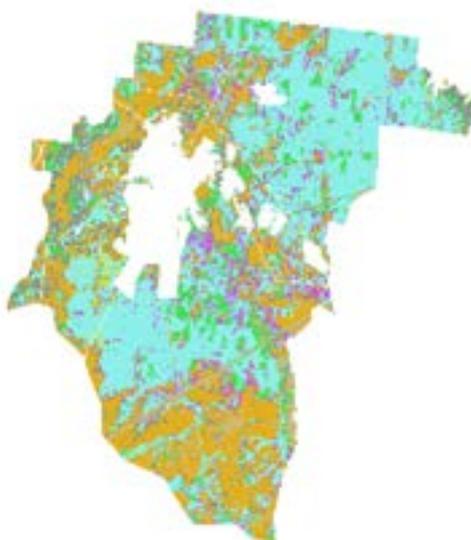


Рис. 4. Результат настройки стиля изображения

Затем осуществлялась автоматическая векторизация изображения (рис. 5). После чего для каждого векторного слоя была рассчитана площадь.

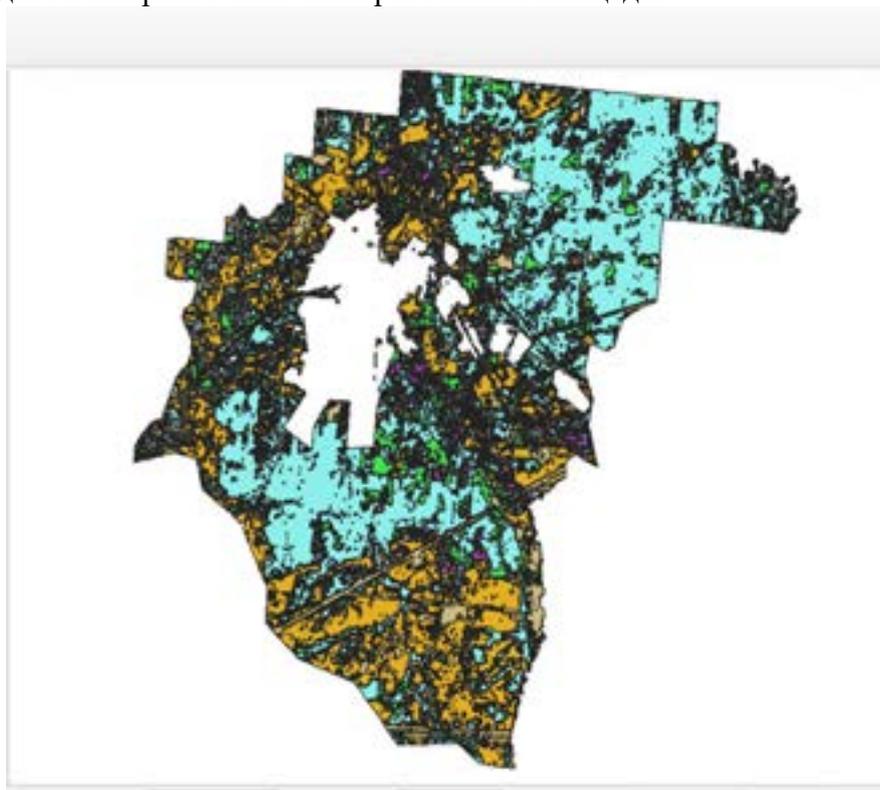


Рис. 5. Векторные слои «neles», «bereza», «dyb», «el», «lipa», «osina», «sosna», «olha»

Был выполнен сравнительный анализ результатов инвентаризации, основанных на различных подходах. Для этого осуществлялось визуальное сравнение карты классификации и карты лесоустройства, а также сравнение общей площади участкового лесничества и площади каждой из пород растительности по предложенной методике и по данным Министерства лесного хозяйства и объектов животного мира Нижегородской

области. Распределение площади Саваслейского участкового лесничества по породам растительности представлено в таблице 1.

Таблица 1 Распределение площади лесничества по породам растительности

Наименование породы растительности	Площадь, га		Расхождение, га
	по данным Минлесхоза	по данным исследования	
Нелесные земли	1319,12	1279,90	39,22
Береза	7900,58	7528,17	372,41
Дуб	181,24	172,19	9,05
Ель	322,16	315,02	7,14
Липа	153,02	159,57	-6,55
Осина	1500,83	1547,18	-46,35
Сосна	5399,30	5645,65	-246,35
Черная ольха	846,43	870,75	-24,32
Итого	16776,25	17518,43	-742,18

Согласно данным Министерства лесного хозяйства и объектов животного мира Нижегородской области, общая площадь лесничества составляет 16 776,25 га, согласно проделанному исследованию – 17 518,43 га. Разница – 742,18 га (4,4 %).

Для каждой из пород растительности расхождение площадей составляет не более 5%, а именно: для нелесных земель – 39,22 га (3,1 %), для березы – 372 га (4,8 %), для дуба – 9,05 га (5%), для ели – 7,14 га (2,3 %), для липы – 6, 55 га (4,1 %), для осины – 46,35 га (3%), для сосны – 246,35 га (4,1 %), для черной ольхи – 24,32 га (2,8 %). По полученным данным была составлена диаграмма, демонстрирующая расхождение площадей пород растительности по инвентаризациям, основанным на различных подходах (рис. 6).

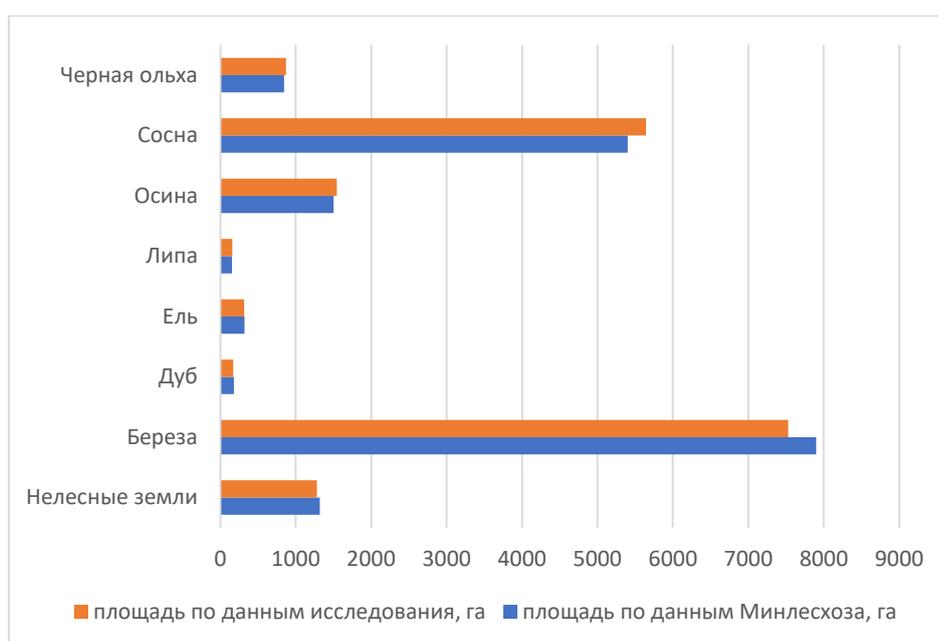


Рис. 6. Расхождение площадей пород растительности по данным Минлесхоза Нижегородской области и результатам исследования

Согласно Приказу Федерального агентства лесного хозяйства [3] при обработке данных ДЗЗ на территорию 1 га и более погрешность определения площади может составлять до 5%. Площадь исследуемой территории – 16 776,25 га, допустимое расхождение – 838,81 га, полученное расхождение – 742,18 га.

Таким образом, в результате исследования была разработана методика инвентаризации земель лесного фонда по данным дистанционного зондирования и апробирована на территории Саваслейского участкового лесничества Нижегородской области. Полученные результаты позволяют сделать вывод об эффективности предложенной методики и целесообразности ее использования при проведении инвентаризации и мониторинга земель лесного фонда.

Литература

1. Лесной кодекс Российской Федерации. Федеральный закон Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ

2. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Нижегородской области в 2023 году. Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. [Электронный ресурс] – URL: <https://rosreestr.gov.ru/upload/to/nizhegorodskaya-oblast/Doklad%20o%20состоянии%20и%20использовании%20земель%20Нижегородской%20области%20%202023.pdf?ysclid=mks1q5y0fq73367007>

3. Приказ Рослесхоза от 10 ноября 2011 г. № 472 «О внесении изменений в Методические рекомендации по проведению государственной инвентаризации лесов, утвержденные приказом Рослесхоза от 15.03.2018 № 173»

УДК 338.98

Транспортная система региона и её роль в пространственном развитии территории

Петров Н.А., научный руководитель: профессор ННГАСУ Никольский Е.К.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Транспортная система играет ключевую роль в пространственном развитии территорий, обеспечивая связность регионов и способствуя их экономическому росту. Эффективная транспортная система не только улучшает доступность ресурсов и услуг, но и влияет на размещение производств, расселение населения и формирование территориальных кластеров. Её развитие является важным фактором сбалансированного и устойчивого освоения пространства.

Обращаясь к философии, можно выделить реляционную концепцию пространства, в которой говорится, что пространство есть совокупность взаимоотношений между действующими в нем субъектами, а, следовательно, всецело от них зависит и ими определяется, то есть оно «окружает» материальные объекты, воздействуя на них, испытывая влияние с их стороны [1].

В свою очередь термин «развитие» в философии определяется как категория, которая отображает наши представления о закономерных и внутренне взаимосвязанных феноменах активности и пассивности, изменчивости и неподвижности, покоя, устойчивости и неустойчивости мира и человека, их необратимых изменениях к наилучшему, об их этапах существования и меняющейся их структуре, прогрессе и эволюции, если они направлены от старого к новому, от простого к сложному, от низшего к высшему качеству и к оптимальному состоянию [2].

В России Распоряжением Правительства Российской Федерации «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г.» [3]

установлено, что пространственное развитие территорий – это совершенствование системы расселения и территориальной организации экономики, в том числе за счёт проведения эффективной государственной политики регионального развития. В документе устанавливаются принципы, цели, приоритеты и направления пространственного развития. Предлагается развивать экономику территорий за счёт улучшения инфраструктуры и транспортного сообщения, вовлечения в межрегиональные сети производства, развития бизнеса, за счёт повышения уровня цифровизации территорий, улучшения жилищных условий и доступности социальных услуг. Отдельно акцентируется внимание на экологической составляющей процесса.

Нельзя обойти стороной понятие территории. Территория является частью пространства, описанная координатами. Надо понимать, что пространственное развитие включает в себя два ключевых аспекта: координатный и временной. Координатный аспект связан с физическим расположением территории в географическом или инфраструктурном пространстве. Временной аспект отражает последовательность этапов развития, которые ограничены определёнными временными рамками. Таким образом, термин «пространственное развитие» предполагает координатное описание положения объектов и их изменения. Изменения касаются не только количественных характеристик, таких как координаты объекта – x , y , z и t , но и качественных – экономика, экология, социальные аспекты.

Если рассматривать пространство в рамках отдельно взятого региона, то можно выделить системы и подсистемы, определяющие структуру и качественные характеристики территории. К примеру, экономику можно описать через территориально-производственную, энергетическую, транспортно-логистическую, рыночно-торговую подсистемы; экологию – через природно-ресурсную, климатически-адаптационную и иные подсистемы; социальное состояние территории – через расселенческую, здравоохранительную, социально-инфраструктурную подсистемы и т. д.

Транспортная инфраструктура является ключевым инструментом реализации стратегии пространственного развития, обеспечивая связность территорий, экономический рост и социальную интеграцию. Ее планирование и развитие требуют системного подхода, учитывающего долгосрочные цели, ресурсы и экологические ограничения. В условиях глобализации и урбанизации эффективная транспортная инфраструктура становится важным инструментом устойчивого развития территорий.

Транспортная система играет определяющую роль при стратегическом планировании, поскольку является каркасом для пространственной организации, инструментом достижения стратегических целей, индикатором эффективности реализации планов. Другими словами, можно сказать, что при стратегическом развитии решающим является связность территорий – транспортные коридоры, объединяющие отдельные анклав, создавая единое экономическое и социальное пространство и обеспечивая баланс развития, представляют собой продуманную сеть дорог, железнодорожных узлов и логистических центров, помогающих равномерно распределять ресурсы и население между центрами и периферией.

В настоящее время при стратегическом планировании закладываются транспортные проекты с горизонтом планирования 10-20 лет, которые учитывают будущие потребности территории. При этом проводят комплексный анализ, учитывая:

- демографические прогнозы;
- урбанистику;
- экологическую оценку;
- удалённость от производственных и сельскохозяйственных зон;
- оценку перспектив внедрения инноваций;
- транспортный спрос и прочее.

Транспорт представляет собой одну из ключевых составляющих экономики региона и государства в целом. Транспортная инфраструктура включает в себя обширный

комплекс служб и объектов, охватывающих все виды транспорта, а также связанные с ними структуры и подразделения. Кроме того, транспортная инфраструктура играет важную роль в снабжении торгово-экономической сферы сырьем, материалами, готовой продукцией и товарами, а также в обеспечении рабочей силой [4].

Транспортная система России отличается многоуровневой организацией и объединяет различные виды сообщения: железнодорожное, автодорожное, морское, речное, авиационное и трубопроводное. Все эти направления включают три ключевых компонента: инфраструктуру, транспортные средства и системы управления.

Инфраструктура транспортной системы охватывает все виды путей сообщения и сопутствующие объекты, указанные на рис. 1.

Таким образом, транспортная инфраструктура включает не только пути передвижения, но и всю техническую и организационную базу, необходимую для её функционирования [5].



Рис. 1. Виды объектов и путей сообщения инфраструктура транспортной системы

Транспортные системы позволяют достигать ключевых показателей пространственного развития, позволяя обеспечивать выполнение экономических целей, решение социальных задач с учетом экологических приоритетов.

Транспорт можно рассматривать как основу экономической интеграции. Транспортная инфраструктура играет ключевую роль в объединении регионов, способствуя созданию целостного экономического пространства, которое реализуется через:

- создание транспортных коридоров (развитие стратегических магистралей, соединяющих промышленные кластеры, портовые терминалы и логистические центры);
- оптимизацию логистики (сокращение временных и финансовых затрат на грузоперевозки повышает эффективность национальной экономики);
- расширение торговых возможностей (транспортные сети позволяют предприятиям выходить на новые рынки сбыта).

В пример можно привести инициативу Китая «Один пояс – один путь», которая предполагает интегрировать сухопутные и морские пути, укрепив экономические связи между континентами.

Для решения экономических задач полезно создание транспортных коридоров. Транспортный коридор – это совокупность магистральных транспортных коммуникаций различных видов транспорта с необходимым обустройством, обеспечивающих перевозки пассажиров и грузов между различными странами на направлениях их концентрации [6]. Их совершенствование приводит к снижению стоимости и времени перевозок,

расширению рынка сбыта, стимуляции роста прилегающих территорий. Примером может здесь служить транссибирская магистраль – важнейшая транспортная артерия, соединяющая западные регионы России с Дальним Востоком, кардинально изменившей экономическую географию страны. Эта магистраль не только обеспечила транспортную доступность сибирских и дальневосточных территорий, но и стала катализатором их промышленного развития, способствуя освоению природных ресурсов и формированию новых городских центров. Одновременно Транссиб приобрел международное значение, интегрировавшись в систему трансконтинентальных перевозок между Европой и Азией. Однако сегодня перед магистралью стоят вызовы, связанные с необходимостью модернизации инфраструктуры и усилением конкуренции с альтернативными транспортными коридорами.

Транспортная система также активно влияет на региональное развитие и обеспечивает эффекты, указанные на рис. 2.



Рис. 2. Влияние транспортной сети на региональное развитие

В пример можно привести, Крымский мост, который решил проблему транспортной изоляции полуострова, обеспечив надежную круглогодичную связь с материковой частью России. Строительство моста дало мощный импульс развитию туризма и местной экономики, позволив существенно увеличить грузо- и пассажиропотоки. При этом проект имеет важное геополитическое значение, укрепляя интеграцию Крыма в экономическое пространство страны. Однако реализация проекта столкнулась с рядом ограничений, вызванных санкционным давлением, а также потребовала тщательного учёта экологических факторов, особенно в части сохранения морских экосистем Керченского пролива.

Транспорт жизненно важен для общества: он определяет комфорт граждан, доступ к услугам и выравнивание возможностей регионов.

Транспортная система играет ключевую роль в сокращении пространственного неравенства, а именно: позволяет снизить концентрацию населения в мегаполисах, благодаря чему создаются условия для равномерного расселения. В свою очередь возникает и маятниковая миграция, то есть снижается уровень безработицы в менее развитых регионах. Ярким примером здесь будут служить пригородные электрички в Московской агломерации. Можно также рассказать и о развитии высокоскоростного железнодорожного сообщения. Такие проекты, как «Сапсан» и планируемая линия Москва-Казань, принципиально меняют транспортную мобильность населения, сокращая временные расстояния между крупными экономическими центрами. Высокоскоростные магистрали (ВСМ) не только обеспечивают комфортное передвижение, но и способствуют формированию новых точек экономического роста вдоль транспортных коридоров,

развитию пригородных зон и снижению экологической нагрузки за счёт перераспределения пассажиропотоков с авиационного и автомобильного транспорта. Вместе с тем, строительство ВСМ требует колоссальных инвестиций и тщательной проработки вопросов интеграции с существующей транспортной сетью.

Транспортные сети создают условия для различных форм социальной активности, а именно стимулирует развитие внутреннего туризма региона и страны в целом. Наличие автомобильной или железнодорожной дороги между населёнными пунктами открывает возможность к предоставлению медицинских и образовательных услуг, а также посещению культурных и досуговых объектов. В пример можно привести: наличие гимназий, лицеев, больниц, парков, торговых центров и др. в городах, и их отсутствие в слабо населённых деревнях и сёлах.

Транспортная система оказывает комплексное воздействие на окружающую среду, сочетая негативные последствия с потенциалом для устойчивого развития.

Негативное воздействие дорог и транспорта выражается в таких факторах, как:

- загрязнение воздуха – транспорт является одним из основных источников вредных выбросов в атмосферу, особенно в крупных городах;
- шумовое загрязнение – автомобильные и железные дороги создают повышенный уровень шума, пагубно влияющий на людей и животных;
- разрушение природных ландшафтов – строительство дорог и транспортных узлов изменяет естественную флору и фауну;
- загрязнение водоемов – стоки с дорог содержат вредные вещества, попадающие в водные экосистемы.

В последнее время в мире наблюдаются положительные тенденции решения перечисленных выше проблем, а именно:

- развиваются альтернативные виды транспорта – использование электромобилей и развитие общественного транспорта на альтернативных видах топлива;
- создаются природоохранные сооружения – специальные переходы для животных, шумозащитные экраны, системы очистки сточных вод, восстанавливаются утраченные в ходе строительства дорог зеленые насаждения;
- принимаются градостроительные решения – создание удобных пешеходных и велосипедных маршрутов, внедрение принципов компактной городской застройки.

Таким образом, транспортная система служит основой пространственного развития, определяя его количественные и качественные характеристики. С одной стороны, она обеспечивает рост показателей транспортной доступности, плотности сети и объемов перевозок, а с другой – влияет на качественные изменения: способствует сбалансированному развитию регионов, создает условия для экономической интеграции и улучшает качество жизни населения. Развитие транспортной инфраструктуры должно учитывать комплексное воздействие на пространственную организацию территории, сочетая экономическую эффективность с социальной и экологической устойчивостью. Планирование транспортной системы на основе системного подхода позволяет превратить её в действенный инструмент сбалансированного пространственного территориального развития, способный ответить на современные вызовы урбанизации и глобализации.

Литература

1. Суворова А. В. Пространственное развитие: содержание и особенности // Journal of New Economy: [сетевое издание]. – 2019. – 5 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prostranstvennoe-razvitie-soderzhanie-i-osobennosti/viewer>
2. Алексеев А. П. Краткий философский словарь. 2-е издание. – Москва: ТК Велби, 2025. – 492 с. – ISBN 978-5-6052623-0-5
3. Распоряжение правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р. «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г.»

4. Плеванюк Е. А. Кизирида Э. Ю. Понятие и сущность транспортной инфраструктуры // Вестник магистратуры: [сетевое издание]. – 2018. - 2 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ponyatie-i-suschnost-transportnoy-infrastruktury/viewer>

5. Развитие транспортной инфраструктуры для обеспечения роста экономики регионов // Морские вести России. [Электронный ресурс]. URL: <https://morvesti.ru/analitika/1691/106925/>

6. Кузнецова Е. М. Сущность и иерархия понятия транспортный коридор // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета: [сетевое издание]. – 2009. – 3 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/suschnost-i-ierarhiya-ponyatiya-mezhdunarodnyy-transportnyy-koridor>

УДК 528.4:711

Влияние инженерно-геодезических изысканий на качество документации по планировке территории

Казаев Т.Р., научный руководитель: доцент ННГАСУ Тарарин А.М.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Совершенствование инженерно-геодезических изысканий (ИГИ) выступает одним из ключевых факторов повышения качества градостроительной документации (рис. 1), играя роль своеобразного «моста» между полевыми изысканиями и проектными решениями. С 1 января 2017 года подготовка графической части документации по планировке территории должна выполняться с использованием цифровых топографических карт и планов, соответствующих требованиям уполномоченного федерального органа. Согласно статье 56 Градостроительного кодекса, материалы инженерных изысканий подлежат размещению в государственных информационных системах обеспечения градостроительной деятельности субъектов Российской Федерации (ГИСОГД) [2]. Точность и полнота пространственных данных определяют не только корректность проектирования, но и безопасность строительства, рациональное использование территорий и защиту прав землепользователей. В современных условиях урбанизации и активного развития инфраструктуры требования к инженерно-геодезическим изысканиям становятся все более жесткими, а необходимость их регулярного обновления — объективно неизбежной.



Рис. 1. Виды градостроительной документации

Нормативное регулирование инженерных изысканий начало складываться в 1970-х годах, а ключевым этапом стало принятие в 1987 году СНиП 1.02.07-87, впервые систематизировавшего требования ко всем видам изысканий. После распада СССР в 1990-е годы правовая база оказалась фрагментированной – многие документы потеряли силу. В 1997 году была предпринята попытка упорядочивания: вышел СНиП 11-02-96 с общими положениями и СП 11-104-97 для инженерно-геодезических работ [6]. К 2000-м годам профессиональному сообществу приходилось ориентироваться в множестве разрозненных нормативов. В дальнейшем нормативная система формировалась тремя параллельными потоками: через федеральные регуляторы (Минстрой, Росреестр), а также на уровне ведомственных и региональных стандартов [1, 8].

Цикл обновления топографических планов и кадастровых материалов оказывается длительным (рис. 2), что приводит к расхождению между фактическим состоянием местности и проектными документами. Одной из главных сложностей является отсутствие четких критериев, при которых план требует полной пересъемки. Текущая норма устанавливает порог в 35% изменений [6], но не конкретизирует методы его расчетов и виды изменений, подлежащих учету. В результате разные специалисты могут применять собственные подходы, что ведет к ошибкам либо неоправданным затратам на повторные полевые работы. Не урегулирован вопрос ведения и использования дежурных топографических планов, которые могли бы повысить качество и сократить себестоимость ИГИ [3, 7], а также быть использованными для инвентаризации земель и земельного контроля (надзора) [4, 10].

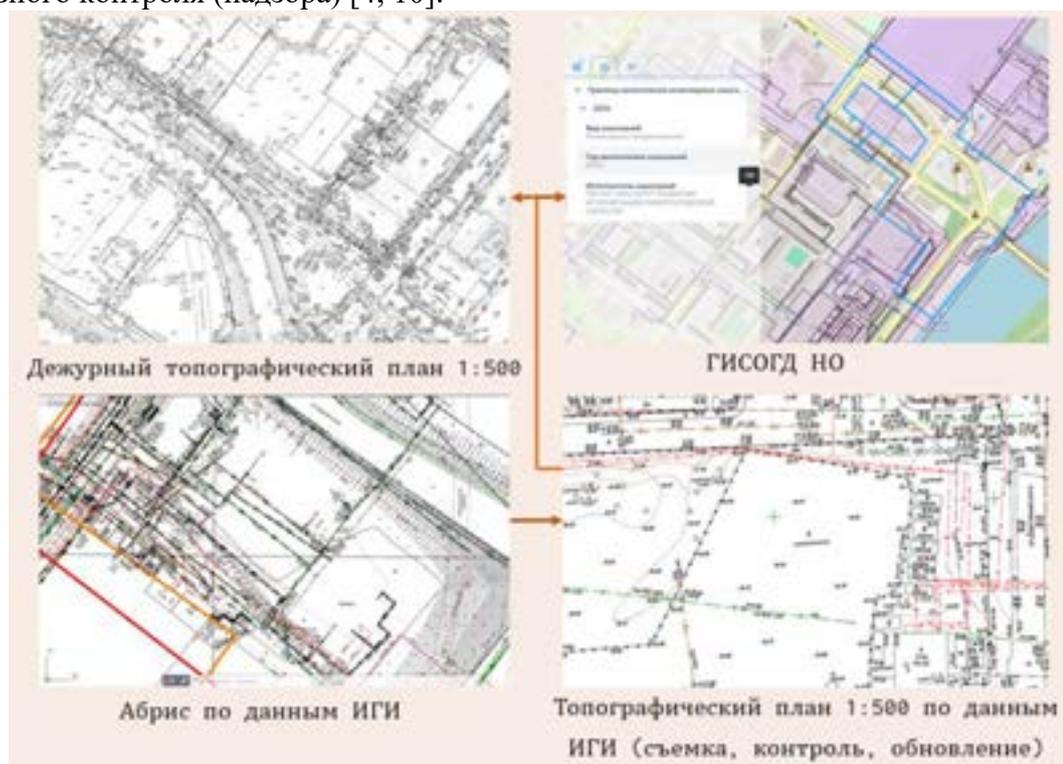


Рис. 2. Цикл обновления топографических планов

Технологический прогресс открывает новые возможности для повышения оперативности и точности изысканий: лазерное сканирование, беспилотная авиация, спутниковые наблюдения и нейросетевой анализ геоданных позволяют получать актуальные модели рельефа и инфраструктуры в реальном времени. Однако нормативы пока не успевают интегрировать эти инструменты: ключевые документы конца XX века не содержат регламентов для работы с беспилотниками или облаками точек, что вызывает противоречия между юридическими требованиями и техническими возможностями. В этой связи актуальной задачей является обновление СП 11-104-97 и смежных стандартов,

принятие новых методических рекомендаций, учитывающих цифровые методы сбора и обработки данных.

Организационно-правовой аспект совершенствования инженерно-геодезических изысканий лежит в улучшении взаимодействия между заказчиками, подрядными организациями и контролирующими органами. Внедрение прозрачных процедур согласования, цифровых рабочих процессов и системы электронного документооборота снизит долю бумажной рутины, сократит сроки утверждения результатов изысканий и обеспечит их сохранность. ППТ и ПМТ должны включать не только графические материалы, но и полномасштабные цифровые модели, что облегчит проверку соответствия документации нормативам и оперативное внесение правок.

Для дальнейшего повышения качества градостроительной документации необходимо непрерывное совершенствование инженерно-геодезических изысканий, что предполагает разработку специализированных рекомендаций для улучшения качества ИГИ при реализации проектов планировки и межевания территории (ППТ и ПМТ). Применение критериев оценки качества данных по ГОСТ Р 57773-2017, включая временную согласованность, позиционную точность, логическую и топологическую согласованность, полноту и тематическую точность – позволяет обеспечить надёжность и актуальность инженерно-геодезических данных [5]. Типовые ошибки проектной документации и их связи с результатами инженерно-геодезических изысканий приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Типовые ошибки проектной документации и их связь с ИГИ

№	Типовая ошибка	Проявление ошибки	Связь с инженерно-геодезическими изысканиями
1	Несоответствие требованиям ПП РФ № 87	Отсутствуют обязательные подразделы, схемы, описания	Нарушение требований к составу результатов инженерных изысканий (ГОСТ 21.302–2013)
2	Несоответствие проектных решений ППТ, ПМТ и ГПЗУ	Проект не учитывает границы зон, красные линии	Проект разработан без учета актуальных результатов ИГИ и градостроительной документации
3	Нарушение градостроительных регламентов	Превышены высотные параметры, застройка выходит за границы	Недостовверные результаты топографической основы; не учтены охранные зоны (СП 47.13330.2016)
4	Элементы территории за границами участка	Площадки размещены вне границ землепользования	Нарушение требований по определению границ участка по результатам ИГИ
5	Нет проектов подъездных дорог	Отсутствие схем транспортного доступа	Отсутствие полной и достоверной информации на топографическом плане
6	Отсутствие мероприятий по инженерной подготовке	Нет решений по вертикальной планировке, дренажу	Результаты ИГИ не учтены при разработке инженерной подготовки территории (СП 47.13330.2016)
7	Ошибки в расчетах потребностей в ресурсах	Неверные объемы водо- и электроснабжения	Недостовверные исходные параметры, не учтены результаты инженерных изысканий
8	Нет расчетов инженерных систем	Нет гидравлических или электрических схем	Проектирование без корректной топографической основы; отсутствуют отметки рельефа
9	Несоблюдение требований исходных материалов	Использование устаревших топосъемок, противоречия	Использование некорректных или устаревших результатов ИГИ
10	Несоответствие ГОСТ 21.1101–2009	Графические материалы оформлены с нарушениями	Ошибки в графических материалах, созданных по результатам ИГИ
11	Нет противопожарных разрывов	Здания расположены ближе нормативов	Ошибка в определении расстояний, полученных по результатам ИГИ
12	Ошибки в расчетах инсоляции и освещенности	Некорректные углы, отсутствуют расчетные точки	Использованы искажённые координаты, результаты топосъемки

13	Не учтены требования по шуму	Нет акустических расчетов, нарушены СНиП	Не учтен реальный рельеф, плотность застройки по результатам ИГИ
14	Ошибки в планировке автостоянок	Нарушены нормативные расстояния	Не учтены размеры участка и рельеф, полученные при ИГИ
15	Нет инженерных изысканий (экология и др.)	Раздел отсутствует или представлен формально	Нарушение требований СП 47.13330.2016, ГОСТ 21.302–2013, СП 11-102-97
16	Несоответствие экологического раздела другим	Противоречие сметной части, технологиям	Раздел не согласован с результатами инженерных изысканий
17	Нет границ водоохранных зон	Отсутствуют на чертежах ВОЗ, ПЗП, БП	Не выполнены или проигнорированы результаты ИГИ и водохозяйственных расчетов
18	Нарушения Водного кодекса	Несоблюдение ограничений по водным объектам	Не учтены результаты ИГИ и водно-хозяйственных расчетов
19	Нет мероприятий по обеспечению МГН	Нет решений в чертежах и ПЗ	Возможна неполнота топографической основы (отсутствие указания барьеров)

Анализ типовых ошибок проектной документации показывает, что многие из них прямо связаны с нарушением тех или иных элементов качества пространственных данных, особенно если рассматривать со стороны ГОСТ Р 57773-2017. Так, ошибки в расчётах инсоляции и освещённости (п. 18) связаны с искажёнными координатами, что свидетельствует о недостаточной позиционной точности топосъёмки [5]. Нарушения градостроительных регламентов (п. 3) и ошибки в планировке автостоянок (п. 20) можно объяснить, как недостаточную полноту геоданных и отсутствие учёта охранных зон, что указывает на пробелы в полноте данных и логической согласованности.

Отсутствие разделов инженерной подготовки (п. 6) и проектов подъездных дорог (п. 5) демонстрирует недостаток атрибутивной информации на топографическом плане и нарушение требований по полноте, когда отсутствуют обязательные объекты и атрибуты. Несоответствие требованиям исходных материалов (п. 10) напрямую связано с использованием устаревшей топосъёмки, что отражает как потерю временной достоверности, так и нарушение временной согласованности данных.

Ошибки в графическом оформлении (п. 11) и элементы территории за границами участка (п. 4) указывают на проблемы с логической и топологической согласованностью: нарушаются правила пространственной структуры данных и не соблюдаются топологические связи между объектами. Отсутствие расчётов инженерных систем (п. 8) и мероприятий по инженерной подготовке (п. 6) отражает нехватку тематической точности, когда количественные атрибуты – объёмы водо- и электроснабжения – определены неверно или отсутствуют вообще.

Для дальнейшего повышения качества градостроительной документации необходимо непрерывное совершенствование инженерно-геодезических изысканий (ИГИ), что предполагает разработку специализированных рекомендаций для улучшения качества ИГИ при реализации проектов планировки и межевания территории (ППТ и ПМТ). В этом контексте применение критериев оценки качества данных по ГОСТ Р 57773-2017, включая временную, позиционную, логическую и топологическую согласованность, полноту и тематическую точность, позволяет обеспечить надёжность и актуальность инженерно-геодезических данных. Внедрение единых стандартов представления ИГИ и использование современных технологий для повышения точности и оперативности измерений минимизируют ошибки, одновременно обеспечивая экономическую целесообразность за счет оптимального соотношения затрат и эффекта от повышения качества данных.

Повышение качества градостроительной документации может быть достигнуто лишь при комплексном подходе, объединяющем технологические инновации, правовую стандартизацию и оптимизацию организационных процессов [9]. Интеграция дистанционных методов зондирования, обновление нормативов под современные

возможности, создание единой цифровой инфраструктуры и прозрачные механизмы взаимодействия участников изыскательских и проектных работ закладывают прочный фундамент для эффективного и безопасного развития территорий.

Литература

1. Валяльщикова А. А. Особенности и проблемы проведения инженерно-геодезических изысканий на территории различных субъектов РФ // Современные проблемы инженерных изысканий на территории Центрально-Черноземного региона: Материалы I региональной научно-практической конференции, Воронеж, 10–11 февраля 2017 года / Под редакцией А.А. Аузина. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2017. – С. 30-38.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ
3. Жуховицкий Г. М., Карпов А. А. Повышение эффективности градостроительной деятельности в результате развития системы ведения дежурных планов застроенных территорий // Вестник МГСУ. – 2016. – № 2. – С. 186-193.
4. Золина Т. Н., Тарарин А. М. Применение результатов камеральной инвентаризации земель для целей муниципального земельного контроля и государственного земельного надзора // Материалы 4-й региональной научно-практической конференции «Культура управления территорией: экономические и социальные аспекты, кадастр и геоинформатика». – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. – С. 19-23.
5. Справочник кадастрового инженера: монография / С. А. Атаманов, С. А. Григорьев, З. С. Косаруков, М. С. Чуприн. – Москва, 2025. [Электронный ресурс]. URL: <http://cadastre.ru/article/35>
6. СП 11-104-97 Система нормативных документов в строительстве. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства. Инженерно-геодезические изыскания для строительства
Тарарин А. М., Никольский Е. К. Совершенствование нормативно-правового и технологического обеспечения ведения дежурного топографического плана города масштаба 1:500 // Приволжский научный журнал. – 2014. – № 4(32). – С. 224-230.
- Тарарин А. М., Беляев В. Л. Пространственные данные в градостроительной деятельности // Геодезия и картография. – 2020. – № 11. – С. 29-39.
- Тарарин А. М. Цифровая трансформация градостроительной деятельности // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26. № 1. – С. 110-121.
10. Тарарин А. М., Сушкова Е. В., Забаева М. Н. Предпосылки и опыт проведения полной инвентаризации земель в России // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2020. – Т. 64. № 6. – С. 692-699.

УДК 528.5

Исследование возможности применения ГНСС-приемников с инерциальной системой (IMU) при строительстве дорог

Джангишиев Н.Г., Щукин Г.Г., научный руководитель: старший преподаватель ГУЗ Хромов А.В.

Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва, Россия

Основная суть инерциальной системы компенсации угла наклона вехи заключается в том, что не всегда возможно установить веху вертикально (например, при координировании угла строения), и в этом случае параметры отклонения вехи от вертикали определяются аппаратно, и затем вводятся поправки за их влияние, позволяющие получить максимально приближенные к истинным координаты

определяемой точки. Это позволяет решать ряд других задач, таких как, например, автоматическая съёмка пикетов, при которой приводят вежу в вертикальное положение и нет необходимости нажимать кнопку контроллера для начала координирования - программа понимает, что вежа стала вертикальной и можно начинать съёмку [2].

Для ускорения выполнения работ наиболее интенсивно используются ГНСС-приёмники со встроенной инерциальной системой компенсации отклонения вежи от вертикали [3]. Но при этом возникает логичный естественный вопрос – способна ли данная технология обеспечить требуемую на конкретных видах работ точность, и при каких условиях эта точность может быть обеспечена, а при каких – нет [6]. Далее приведены исследования на эту тему.

В работе рассматривались следующие факторы, способные повлиять на конечный результат:

- 1) модель применяемого оборудования и поколение системы IMU;
- 2) высота вежи, на которой установлен ГНСС-приёмник;
- 3) направление отклонения вежи (по сторонам света);
- 4) угол отклонения вежи от вертикали.

Кроме того, исследования были разделены на 2 этапа – определение характеристик точности оборудования по данным измерений на одной общей точке с проверкой влияния всех вышеперечисленных факторов, а также определение отклонений координат (от истинных значений) пикетов реального объекта, полученных в реальных полевых условиях, но с учетом минимизации влияния внешних факторов (т.е. примерно в идеальных полевых условиях, в «чистом поле») [7].

Для рассмотрения первого интересующего нас фактора в сравнительных исследованиях использовались приёмники китайского производства компаний CHCNAV (в России - PrinCe) и Hi-Target - PrinCe i90VR, PrinCe i90, PrinCe i80Pro, PrinCe i30VR, PrinCe i30IMU, Hi-target VRTK2, Hi-target V200 [4; 5]. Для координирования пикетов объекта съёмки использовался электронный тахеометр SOKKIA CX-105. Вышеперечисленные ГНСС-приёмники позволяют получить представление об эволюции данной технологии.

В качестве влияния второго фактора были выбраны значения высоты, которые назначаются наиболее часто – 1.800 м, 2.500 м и 3.500 м.

Следующим этапом было исследование понимания зависимости направления наклона вежи относительно северного (в силу нашего географического положения в северных широтах) и понимания параметров орбит спутниковой группировки.

Последним, наиболее любопытным фактором, было выявление значимости величины угла отклонения от вертикали. Здесь же были выбраны значения углов отклонения в 20°, 40° и 60°, которые позволяют перекрыть практически весь наиболее часто используемый диапазон углов наклона вежи.

Процедура проведения измерения была следующей. Первоначально, ГНСС-приёмник размещалось на высоте 1.800 м, после чего определялись координаты опорной точки стандартным методом, без использования IMU, в течение 60 секунд. Фиксация приёмника в вертикальном положении осуществлялась посредством бипода. Затем приёмник наклонялся в северном направлении на 20°, 40° и 60° поочередно. Значение азимута и угла отклонения от вертикали контролировалось по данным системы IMU, отображаемым на дисплее контроллера. Погрешность установки азимута составляла 5°, а точность наклона 1°. После этого вежа с приёмником отклонялась в восточном, южном и западном направлениях, с аналогичными тремя значениями угла отклонения. Продолжительность каждого измерения составляла 3 секунды, что соответствует минимальному и наиболее часто используемому на практике значению. Таким образом, при одной установке высоты вежи выполнялось 37 измерений, включая одно (первое) при вертикальном положении вежи и отключенной системе IMU.

В дальнейшем вежа устанавливалась на высотах 2.500 и 3.500 метра, и на этих отметках измерения координат проводились в той же последовательности, но без первого, уже выполненного ранее измерения, не зависящего от системы IMU.

В ходе второй фазы исследования проводилась фотофиксация закрепленных определяемых точек. Для повышения точности и однозначности наведения все целевые точки предварительно отмечались специальными указателями. Параметры съемки оставались неизменными (3 секунды на пикет), однако высота вежи была оптимизирована до 1.800 м. Определение координат пикетов осуществлялось при углах наклона вежи в пределах 10°-20°.

Для контрольной (базовой) съемки применялся электронный тахеометр, а определение координат пикетов производилось посредством минипризмы и отражательной пленки. Всего для съемки было запланировано 24 пикета, из которых 2 находились внутри контура здания, в зоне глубокой радиотени, что делало практически невозможным точное определение их координат с использованием ГНСС-оборудования.

Каждым из 7-ми приёмников в итоге выполнялось по 109 измерений на опорном пункте и по 22 измерения на точках строения. В общей сложности, включая съёмку строения тахеометром и всеми приёмниками, были получены координаты почти 900 точек. После завершения измерений в целях контроля работы от базовой станции и всей системы были выполнены контрольные определения координат каждым приёмником на опорном пункте. Отклонения составили не более 10 мм в плане и 15 мм по высоте.

Обратимся к итогам начальной фазы исследования, представленным в табличной и графической форме, структурированным по заданным критериям и их комбинациям.

В этих материалах особо выделены значения, выходящие за установленный порог средней квадратической погрешности (СКП) при RTK-позиционировании, а именно: превышение 10 мм в горизонтальной плоскости и 15 мм по вертикали. На основе этих данных можно заключить, что ориентация вежи оказывает незначительное воздействие на точность вычисления координат, преимущественно в вертикальной составляющей и в северном направлении (рис. 1).

высота вежи		1.800							2.500							3.500							
Напр.	Угол откл.	i90	i80pro	i30	i30vr	i90vr	vrk2	v200	i90	i80pro	i30	i30vr	i90vr	vrk2	v200	i90	i80pro	i30	i30vr	i90vr	vrk2	v200	
Отклонение от среднего в плане, ΔS	N	20	0,005	0,001	0,005	0,005	0,004	0,009	0,003	0,007	0,010	0,003	0,005	0,001	0,006	0,003	0,018	0,003	0,001	0,002	0,012	0,004	0,017
		40	0,004	0,004	0,023	0,005	0,006	0,005	0,007	0,009	0,005	0,004	0,010	0,002	0,004	0,004	0,029	0,002	0,010	0,001	0,003	0,001	0,013
		60	0,000	0,004	0,012	0,005	0,001	0,001	0,002	0,001	0,009	0,000	0,002	0,014	0,004	0,000	0,000	0,013	0,003	0,003	0,009	0,000	0,007
	E	20	0,004	0,002	0,000	0,008	0,003	0,010	0,004	0,009	0,000	0,001	0,005	0,004	0,013	0,000	0,018	0,020	0,006	0,000	0,014	0,005	0,000
		40	0,004	0,001	0,002	0,014	0,006	0,010	0,006	0,013	0,005	0,009	0,000	0,003	0,010	0,002	0,014	0,027	0,005	0,001	0,017	0,008	0,008
		60	0,008	0,005	0,003	0,018	0,002	0,008	0,001	0,013	0,005	0,008	0,001	0,007	0,004	0,001	0,012	0,016	0,004	0,002	0,004	0,018	0,007
	S	20	0,001	0,001	0,003	0,002	0,002	0,002	0,011	0,003	0,007	0,005	0,005	0,001	0,004	0,003	0,008	0,006	0,001	0,004	0,013	0,002	0,003
		40	0,003	0,004	0,011	0,002	0,010	0,006	0,010	0,000	0,005	0,005	0,006	0,003	0,000	0,003	0,013	0,022	0,004	0,015	0,008	0,000	0,000
		60	0,001	0,003	0,006	0,002	0,008	0,004	0,012	0,001	0,001	0,002	0,004	0,003	0,004	0,001	0,011	0,015	0,008	0,021	0,010	0,012	0,012
	W	20	0,011	0,000	0,002	0,011	0,003	0,004	0,011	0,001	0,003	0,000	0,006	0,004	0,011	0,000	0,008	0,011	0,006	0,007	0,012	0,011	0,014
		40	0,010	0,007	0,011	0,010	0,002	0,012	0,009	0,004	0,009	0,009	0,003	0,004	0,008	0,003	0,002	0,004	0,008	0,017	0,012	0,008	0,021
		60	0,009	0,012	0,010	0,014	0,007	0,011	0,011	0,011	0,012	0,010	0,007	0,004	0,012	0,000	0,002	0,012	0,015	0,032	0,013	0,000	0,012
высота вежи		1.800							2.500							3.500							
Напр.	Угол откл.	i90	i80pro	i30	i30vr	i90vr	vrk2	v200	i90	i80pro	i30	i30vr	i90vr	vrk2	v200	i90	i80pro	i30	i30vr	i90vr	vrk2	v200	
Отклонение от среднего по высоте, Δh	N	20	0,006	0,006	0,002	0,002	0,003	0,005	0,009	0,008	0,003	0,009	0,006	0,008	0,001	0,005	0,016	0,004	0,005	0,000	0,004	0,002	0,001
		40	0,011	0,003	0,001	0,002	0,012	0,003	0,006	0,024	0,002	0,017	0,003	0,016	0,008	0,001	0,005	0,000	0,001	0,003	0,002	0,003	0,011
		60	0,017	0,006	0,004	0,005	0,006	0,017	0,001	0,020	0,005	0,008	0,007	0,024	0,010	0,007	0,011	0,012	0,009	0,002	0,014	0,012	0,017
	E	20	0,002	0,006	0,001	0,006	0,004	0,005	0,004	0,000	0,004	0,006	0,002	0,006	0,002	0,003	0,009	0,001	0,001	0,002	0,012	0,000	0,006
		40	0,001	0,001	0,001	0,005	0,014	0,001	0,003	0,005	0,003	0,003	0,003	0,005	0,004	0,009	0,009	0,003	0,011	0,003	0,013	0,011	0,005
		60	0,003	0,006	0,001	0,004	0,015	0,009	0,001	0,004	0,001	0,008	0,003	0,018	0,003	0,002	0,017	0,001	0,002	0,003	0,008	0,001	0,003
	S	20	0,002	0,000	0,005	0,003	0,003	0,001	0,006	0,002	0,000	0,008	0,003	0,009	0,001	0,001	0,002	0,001	0,005	0,003	0,007	0,000	0,007
		40	0,006	0,006	0,000	0,002	0,000	0,001	0,001	0,007	0,005	0,004	0,011	0,015	0,000	0,003	0,006	0,001	0,009	0,001	0,009	0,009	0,003
		60	0,000	0,004	0,000	0,001	0,003	0,002	0,000	0,007	0,001	0,005	0,009	0,016	0,004	0,005	0,002	0,002	0,003	0,006	0,005	0,001	0,014
	W	20	0,006	0,012	0,003	0,004	0,001	0,002	0,007	0,006	0,002	0,008	0,006	0,005	0,001	0,001	0,006	0,005	0,001	0,005	0,002	0,002	0,001
		40	0,006	0,001	0,000	0,004	0,002	0,001	0,007	0,012	0,001	0,009	0,005	0,004	0,003	0,012	0,009	0,009	0,002	0,006	0,005	0,004	0,010
		60	0,014	0,009	0,006	0,007	0,005	0,007	0,002	0,010	0,007	0,012	0,010	0,010	0,004	0,005	0,004	0,010	0,009	0,008	0,017	0,013	0,001

Рис. 1. Отклонения координат от средних значений

Это объясняется геометрией спутниковой группировки и географическим положением точки измерений, подразумевающим большую концентрацию спутников в южной части неба. Следовательно, в дальнейшем данный критерий будет рассматриваться только в совокупности с другими параметрами.

В последующем анализе мы изучим совместное влияние высоты веши и угла её отклонения на точность определения координат.

Из всех вышеперечисленных приёмников наилучшие результаты показал ГНСС-приёмник PrinCe i30(imu) (рис. 2). По анализу данных видно, что почти при любых условиях отклонения координат в плане и по высоте укладываются в допустимые нормативные значения для интересующих нас видов геодезических работ (50 мм в плане и 20 мм по высоте) [1]. И что особенно интересно, из всей линейки моделей приёмников (с системой imu) компании ПРИН этот является самым простым и дешёвым. Самые большие отклонения координат показал наиболее самый возрастной PrinCe i90 (более 15 см в плане и 20 см по высоте в наиболее сложных условиях). Вполне достойные и очень схожие между собой результаты показали три оставшихся приёмника компании ПРИН – i80pro, i30vr, i90vr, из которых немного отстал от остальных в части плановой точности только i30vr, зато в части высотной составляющей он показал самый высокий результат из всех исследуемых приёмников (около 1-1.5 см).

Высота веши, м	Угол наклона	Абс. план. и выс. отклонения от среднего, м	Модели приёмников							
			PrinCe i90	PrinCe i80pro	PrinCe i30	PrinCe i30vr	PrinCe i90vr	Hi-target vrtk2	Hi-target v200	
1.8	20°	$\Delta Scp.$	0,041	0,047	0,021	0,052	0,036	0,065	0,056	
		$\Delta hcp.$	0,031	0,027	0,008	0,011	0,006	0,039	0,023	
	40°	$\Delta Scp.$	0,034	0,033	0,040	0,051	0,016	0,055	0,054	
		$\Delta hcp.$	0,051	0,035	0,002	0,014	0,008	0,056	0,046	
	60°	$\Delta Scp.$	0,024	0,027	0,042	0,045	0,012	0,040	0,037	
		$\Delta hcp.$	0,055	0,035	0,009	0,010	0,013	0,069	0,060	
2.5	20°	$\Delta Scp.$	0,088	0,057	0,015	0,075	0,069	0,073	0,075	
		$\Delta hcp.$	0,046	0,013	0,004	0,011	0,015	0,032	0,031	
	40°	$\Delta Scp.$	0,095	0,050	0,030	0,083	0,068	0,058	0,061	
		$\Delta hcp.$	0,086	0,013	0,008	0,005	0,006	0,055	0,049	
	60°	$\Delta Scp.$	0,074	0,060	0,040	0,095	0,057	0,036	0,054	
		$\Delta hcp.$	0,110	0,003	0,029	0,004	0,032	0,067	0,051	
3.5	20°	$\Delta Scp.$	0,153	0,067	0,036	0,106	0,102	0,056	0,099	
		$\Delta hcp.$	0,081	0,019	0,000	0,013	0,005	0,033	0,029	
	40°	$\Delta Scp.$	0,168	0,101	0,055	0,116	0,120	0,024	0,116	
		$\Delta hcp.$	0,162	0,007	0,024	0,001	0,045	0,026	0,009	
	60°	$\Delta Scp.$	0,123	0,149	0,056	0,125	0,109	0,041	0,121	
		$\Delta hcp.$	0,222	0,023	0,054	0,010	0,107	0,008	0,007	

Рис. 2. Отклонение измеренных координат в зависимости от высоты установки антенны и угла наклона веши

На втором этапе координировались точки реальной ситуации. Сначала их координаты были получены электронным тахеометром от опорных пунктов, определённых имеющимися приёмниками. В дальнейшем они брались за эталонные, а затем все эти точки ситуации координировались поочерёдно каждым приёмником с минимальной установкой высоты веши 1.8 м и углами отклонения веши не более 20°.

По координатам всех полученных точек был построен план дома, являвшегося объектом измерений. Причём для каждой группы точек, полученных всеми приёмниками и тахеометром, был создан отдельный контур для графического определения расхождений.

Анализ табличных и графических результатов (рис. 3) позволяет сделать ряд заключений. Как и на предыдущем этапе, наиболее устойчивые результаты продемонстрировал приёмник PrinCe i30imu, показав минимальные суммарные отклонения по плановым и высотным координатам (в среднем 0.038 м и 0.022 м соответственно). PrinCe i80pro оказался лучшим по точности плановых измерений, показав результат в 0.036 м. Приёмник PrinCe i90 показал самые скромные результаты, особенно по высоте, где его показатели составили 0.08 м, что более чем в два раза

уступает остальным участникам. Остальные приемники показали сопоставимые и вполне приемлемые результаты (от 0.03 до 0.06 м в плане и от 0.03 до 0.04 м по высоте). Однако оборудование Hi-target демонстрирует снижение качества и надежности координат в сложных условиях приема сигнала (с отклонениями 0.20 м и 0.40 м в плане, а также 0.27 м и 0.40 м по высоте). Важно отметить, что в аналогичных условиях практически все другие приемники также не показывают выдающихся результатов.

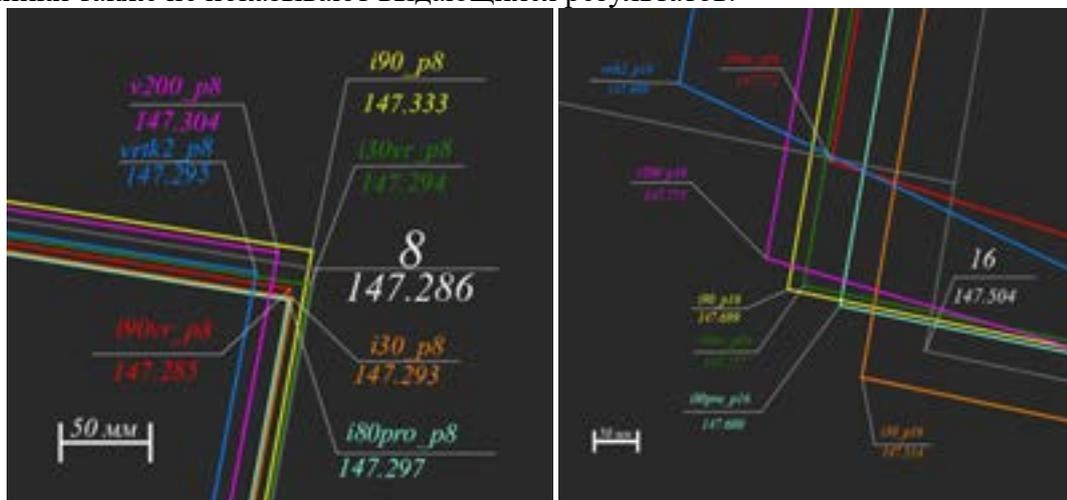


Рис. 3. Наилучший и наихудший результат

Заключение: ГНСС-приемники с IMU целесообразно использовать в дорожном строительстве для съёмки, разбивки и контроля, где не требуется высокая точность. Они ускоряют процесс и экономически выгоднее традиционных наземных методов. Современные ГНСС-приёмники с IMU обеспечивают плановую точность до 50 мм (при высоте вехи до 2 м, наклоне до 30° и открытой местности). Для высотной точности до 20 мм требуются IMU последних поколений (без учета факторов большой высоты и углов наклона вехи). ГНСС с IMU пока не подходят для высокоточных геодезических работ в дорожном строительстве, но эффективны для разбивки и съёмки. В заключении хочется сказать, что на основе вышеперечисленных данных можно сформулировать рекомендации для получения достаточно надежного и точного результата при производстве рассматриваемых видов работ стоит избегать установки высоты вехи более 2 м и её наклонов более 45°, и в направлениях на север (т.к. в сложных условиях это может заметно снизить точность определяемых координат).

Литература

1. ГОСТ 32869-2014. Требования к проведению топографо-геодезических изысканий. Дороги автомобильные общего пользования
2. Преимущества использования инерциальной системы в ГНСС-измерениях. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.prin.ru/blog/preimushhestva-ispolzovaniya-inercialnoj-sistemy-v-gnss-izmereniyakh/?ysclid=lxt3ws258s168179249>
3. Горобцов С. Р. Применение инерциальной системы для компенсации наклона вехи с антенной ГНСС-приемника // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2020. – Т. 1, № 1. – С. 129-136. – DOI 10.33764/2618-981X-2020-1-1-129-136. – EDN YLXXZI.
4. Сайт компании АО «Прин» [Электронный ресурс]. URL: [АО «ПРИН» Надежные ГНСС приемники PrinCe](#)
5. Сайт компании Hi-Target [Электронный ресурс]. URL: [Геодезический прибор Hi-Target Co.Ltd | Геодезический прибор Hi-Target](#)
6. Crassidis, J. L., Markley, F. L. (2003) Unscented filtering for spacecraft attitude estimation. Journal of Guidance, Control, and Dynamics, 26(4):536-542 (дата обращения 20.05.2025).

7. Шевчук С. О., Пономарев В. Н., Черемисина Е. С. Создание ГНСС-приемника для решения научных задач // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. – 2019. – Т. 1. № 1. – С. 36-43.

8. Ворошилов А. П. Спутниковые системы и электронные тахеометры в обеспечении строительных работ: учебное пособие. – Челябинск: Акселл, 2007. – 163 с.

УДК 528

Объекты археологического наследия на территории городского округа город Бор Нижегородской области и историко-географический анализ их расположения
Дюкина Д.О., научный руководитель: профессор ННГАСУ Никольский Е.К.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Объекты археологического наследия представляют собой уникальную ценность для всех народов Российской Федерации и являются неотъемлемой частью всемирного культурного наследия. Одним из ключевых документов в области работ с объектами культурного (археологического) наследия является Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» [1], который был принят в 2002 году и является основой правового регулирования в сфере охраны ОКН.

Под объектом археологического наследия понимаются «частично или полностью скрытые в земле или под водой следы существования человека в прошлых эпохах, основным или одним из основных источников информации о которых являются археологические раскопки или находки. Объектами археологического наследия являются в том числе городища, курганы, грунтовые могильники, древние погребения, селища, стоянки, каменные изваяния, стелы, наскальные изображения, остатки древних укреплений, производств, каналов, судов, дорог, места совершения древних религиозных обрядов, отнесенные к объектам археологического наследия культурные слои» [1].



Рис. 1. Территориальное расположение городского округа город Бор

Город областного значения с подчинёнными населёнными пунктами – городской округ город Бор по площади является одним из самых крупных в Нижегородской области. Расположенный на левом берегу Волги и с юга непосредственно примыкающий к городскому округу город Нижний Новгород. Он также граничит на западе с Городецким районом, на северо-западе с Ковернинским районом, на севере с городским округом Семеновским, на северо-востоке с Воскресенским районом, на востоке и юго-востоке (через Волгу) с Лысковским районом, на юге (через Волгу) с Кстовским районом (рис. 1).

Территория городского округа город Бор охватывает несколько археологических объектов, представляющих собой значительную ценность для науки и культурного наследия. История его окрестностей уходит корнями в далекое прошлое и в связи с этим проведение анализа расположения археологических объектов на территории округа является важным шагом в изучении культурного наследия, а также вносит вклад в дело сохранения памятников в ходе развития городской застройки.

Для анализа расположения объектов археологического наследия в городском округе город Бор была использована программа Google Earth Pro. Так, изучая исходные материалы с указанием мест расположения 43 объектов археологического наследия г.о.г. Бор [2, 3], было определено их визуальное пространственное расположение с помощью программы. Для этого по описанию местоположения и топографическим схемам, составленным археологами, получили их положение на карте и сопроводили названиями.

Результат добавления ряда объектов на фрагмент цифровой карты представлен на рис. 2. Затем получившиеся значки из Google Earth Pro загрузили в программу QGIS (Quantum GIS). Результат загрузки точек расположения объектов в программу QGIS был представлен на макете схемы зон расположения объектов археологии.

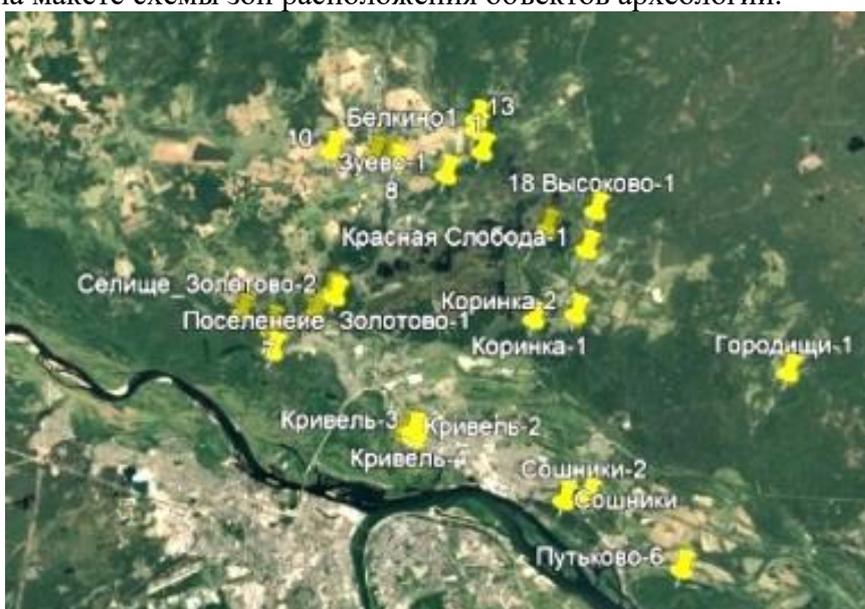


Рис. 2. Результат добавления объектов на территории г.о.г. Бор (фрагмент)

После того как определили местоположение объектов в соответствии с крупномасштабными схемами археологов, приступили к анализу особенностей их историко-географического расположения.

В ходе анализа карты с археологическими объектами на территории округа было отмечено, что основная их часть сосредоточена в юго-западной зоне, вблизи реки Волги. Ещё несколько объектов (4) находятся ближе к северной границе округа, вдоль реки Линда. Такая закономерность чётко указывает на связь археологических памятников с гидрографией: люди издавна стремились селиться у водоёмов, которые были источником питьевой воды и пищи.

Эта закономерность характерна для всех исторических эпох. Уже в неолите люди выбирали места поселения с учётом природных условий, особенно поблизости от водных

источников. Даже если в наше время ручей уже высох, то его русло нередко можно распознать на местности или по спутниковому геоизображению.

Что касается более раннего периода – палеолита, то здесь всё несколько сложнее. За тысячелетия природная обстановка изменилась под влиянием геологических процессов, поэтому для выявления таких поселений необходимо учитывать соответствующие геоморфологические особенности.

Кроме воды, важным фактором размещения поселений была близость к ресурсам – местам охоты, рыболовства, земледелия или ремесленного производства. В палеолите, когда основным занятием человека была охота, поэтому поселения располагались у мест обитания животных, а именно - ближе к лесным массивам. В неолите люди больше ориентировались на наличие водоёмов для активной рыбной ловли. С переходом к земледелию поселения стали формироваться с учетом плодородия участков.

Стоит отметить также важность рельефа местности. Курганы и городища, расположенные на возвышенностях, хорошо обнаруживаются на местности. Такие особенности местности как искусственные насыпи или природные возвышенности — до сих пор помогают археологам в поиске памятников. Некоторые из памятников археологии получили названия от местных жителей, другие – по ближайшим рекам, оврагам, формам рельефа или населённым пунктам.

Таким образом, изучение природных условий и топографии местности позволяет не только понять логику размещения древних поселений, но и значительно повысить эффективность их поиска. Именно поэтому мы особое внимание в поиске уделялось местам с характерными признаками – мысам, холмам, оврагам, даже если рельеф в наше время подвергся изменению и утратил явные в прошлом свои черты.

Поселения исследуемой территории в свою очередь делятся на два типа: стоянки и селища. Древнейшими из них являются «стоянки» (18 объектов), относящиеся к каменному веку. Раньше считали, что поселения людей каменного века были кратковременными, что группы людей якобы бродили в поисках пищи и останавливались лишь на короткое время. Но эта версия не оправдалась: на некоторых стоянках люди жили тысячи лет. Предположение отпало, а термин «стоянка» остался [4].

Стоянки не имеют никаких укреплений, а часто и никаких внешних признаков. Более того, стоянки палеолита (древнего каменного века) иногда погребены под многометровыми пластами земли, отложенными ледником или образовавшимися вследствие иных геологических перемещений земных слоев.

Примером стоянки на исследуемой территории является стоянка Белкино-1 (рис. 3). На рисунке видно, что у стоянки нет никаких укреплений, но имеется выраженный рельеф в виде оврагов и балок. Стоянка располагается у реки Линда, что считалось в древние времена удобным местоположением.



Рис. 3. Местоположение стоянки Белкино-1

Вторым типом поселений на исследуемой территории являются «селища» — неукрепленные поселения, иногда занимавшие довольно большую площадь. Нередко часть населения жила на городище, а у стен его располагалось селище — неукрепленная часть поселения. Удачным примером является Селище Городищи-1 (рис. 4).

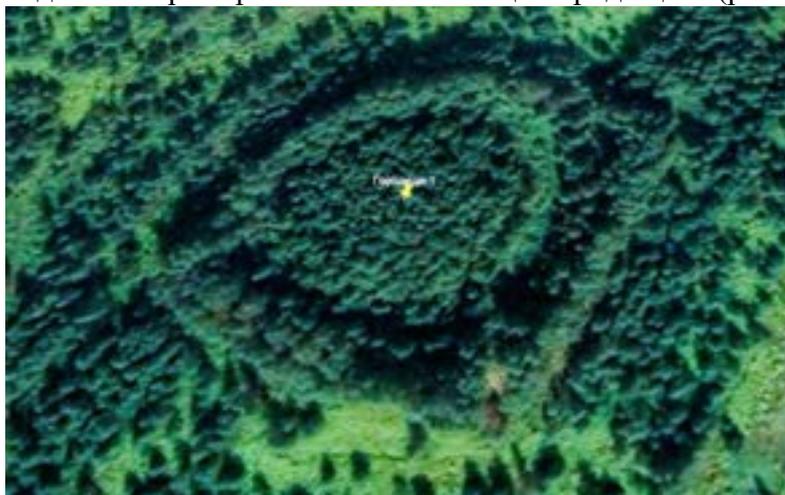


Рис. 4. Местоположение селища Городищи-1

На рисунке видно, что имеется укрепление в виде валов. Предположительно, на возвышенности находилось городище, а вокруг него располагалось селище. Весь этот комплекс получил обобщенное название «Городищи-1». На территории имеется и такая группа археологических памятников, как древние погребения. Они в свою очередь делятся на два типа: могилы и курганы [4].

Часто умершего человека хоронили в земле подобно тому, как хоронят сейчас, но без могильного холмика. По аналогии с современным типом захоронений такой вид погребального сооружения называют могилкой, а скопление могил — могильником. Никаких внешних признаков могильника не имеют, хотя возможно, что такие признаки когда-то были, но со временем исчезли. Это древнейший тип погребальных сооружений, он появился еще в палеолите. Если же покойника клали в яму, над которой возводили земляную насыпь, то такую насыпь называют курганом, а их скопление курганной группой. Курганы появились в бронзовом веке и исчезли под влиянием христианского запрета возводить курганные холмы [4].

Так, на исследуемой территории имеется одна курганная группа Золотово, имеющая 11 насыпей. Пример курганной группы представлен на рис. 5.

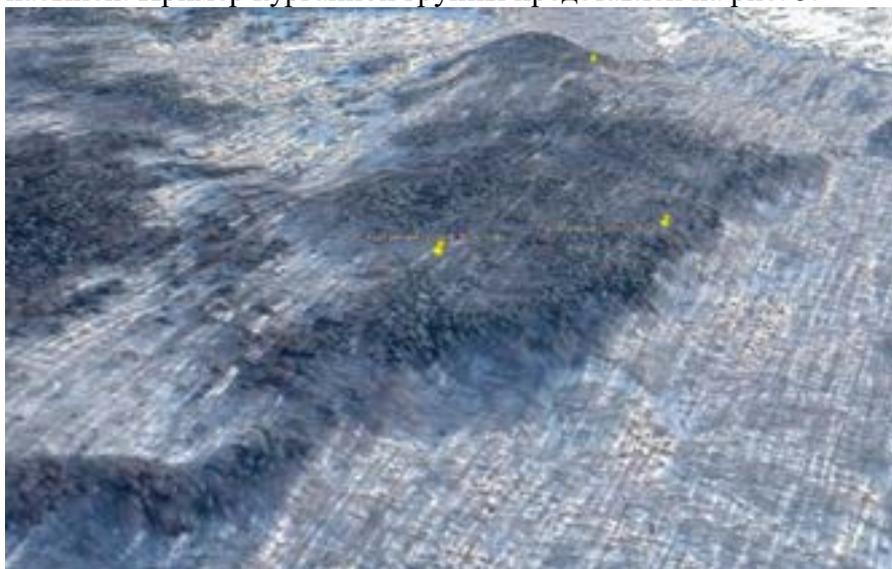


Рис. 5. Местоположение курганной группы Золотово (11 насыпей)

На рисунке видно, что курган имеет свои отличительные черты - имеется насыпь (холм). Рядом находятся поселение Золотово-1 и селище Золотово-2, именно поэтому курган назван по поселению.

По рельефу все археологические памятники на исследуемой территории можно разделить на группы: «рельефные» и «равнинные». К первым относятся городища (хорошо видны валы), курганы (видна насыпь), иногда селища, располагающиеся вокруг городища [4].

Стоянки, селища и некоторые другие виды памятников или не имеют рельефной структуры, или она плохо выражена.

Большое распространение имеет классификация объектов по их датировке. Проанализировав объекты по датам, была составлена таблица 1.

Таблица 1 Датировка памятников археологии г.о.г. Бор

Временной период	Класс памятника	Название памятника археологии
VI тыс. до н.э.	стоянка	Мамакино-3
V-IV тыс. до н.э.	стоянка	Остреево-1
IV-III тыс. до н.э.	стоянка	Юхро-2 Юхро-4 Белкино-1.
III- II тыс. до н.э.	стоянка	Высоково-1, Жуковская-16, Коринка-1, Кривель 1-6, Луговой Борок-3, Остреево-2, Память Парижской Коммуны-20, Путьково-6, Сошники-2
II- первая половина I тыс. до н.э.	Стоянка-селище	Память Парижской Коммуны-21
XIII-XVI вв	Селище	Вязилка-5
XIII-XIV вв	Селище	Городищи-1, Зуево-1, Коринка-1, Белкино-2, Борисовка-1, Борисовка-2, Никольское-1, Никольское-2, Приклонное-1, Юхро-1, Юхро-3
XIV-XVI вв	Селище	Городное
XIV-XV вв	Селище	Дрюково-1
XIII-XV вв	Селище	Красная Слобода-1, Сунгурово-8
XVI-XVIII вв	Селище	Молостово-1
XV-XVI вв	Селище	Сошники-2
XII-XIII вв	Курганная группа	Золотово
XII-XIV вв	Селище	Золотово-1, Ульяново-1, Филипповское-1
XII-XVIII	Селище	Золотово-2
XVIII вв	Селище	Мыс

Из таблицы видно, что наибольшее количество объектов (14) относится к эпохе III- II тыс. до н.э и к XIII-XIV вв – 11. Самыми древними поселениями по классу памятника являются стоянки. Самым древним поселением является стоянка Мамакино-3, относящаяся к VI тыс. до н.э. Относительно новым поселением является селище Мыс.

Проведённый историко-географический анализ археологических объектов на территории городского округа города Бор Нижегородской области позволил выявить устойчивые закономерности в их размещении. Основным фактором, определяющим локализацию памятников, была близость к водным объектам – рекам Волга и Линда, что соответствует общеизвестной закономерности заселения территорий вблизи источников воды.

Кроме того, расположение объектов тесно связано с характером рельефа: такие памятники, как курганы, размещены на возвышенностях, что облегчает их идентификацию на местности. В то же время стоянки и селища, особенно более древнего времени, часто скрыты под слоем почвы и не имеют внешних признаков неровностей земной поверхности, что усложняет их обнаружение.

Классификация памятников по времени их возникновения показала широкий хронологический диапазон – от VI тысячелетия до н.э. до XVIII века, что свидетельствует

о длительной и непрерывной истории освоения данной территории человеком. Наибольшее количество объектов относится к периоду III–II тыс. до н.э. и XIII–XIV вв., что указывает на активное заселение этих земель в эпоху бронзы и в средневековье.

Таким образом, результаты анализа подчеркивают ценность территории как археологического ландшафта и необходимость её дальнейшего изучения и охраны в условиях современного градостроительного развития.

Литература

1. Федеральный закон от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»

2. Указ Губернатора Нижегородской области от 30 октября 2001 г. № 67 «Об отнесении находящихся на территории Борского района объектов, имеющих историческую, научную и культурную ценность, к памятникам истории и культуры (памятникам археологии) местного (областного) значения, установлении их территорий и охранных зон»

3. Решение Исполнительного комитета Борского района Горьковской области от 18 декабря 1989 г. № 471 «О постановке на государственную охрану памятников культуры местного значения»

4. Авдусин Д. А. Курганы, городища, клады...: лекция, прочитанная в Политехническом музее. Из цикла «Памятники русской литературы». – Москва, 1970. – 45 с. [Электронный ресурс] URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/avdusin/text.pdf>

УДК 332.63

Расчет ценообразующих факторов объектов недвижимости в системе QGIS Курилова М.Д., Научный руководитель: профессор ННГАСУ Пылаева А.В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Налог на недвижимое имущество в Российской Федерации назначается на основании кадастровой стоимости (далее КС), установленной согласно нормам Федерального закона «О государственной кадастровой оценке» [1], а также приказа Росреестра «Об утверждении Методических указаний о государственной кадастровой оценке» (далее Методические указания) [2].

В части IV «Сбор и анализ бюджетными учреждениями информации о рынке объектов недвижимости» Методических указаний [2], указано, что в целях определения кадастровой стоимости бюджетными учреждениями реализуется сбор и анализ данных о факторах, влияющих на стоимость объектов, в том числе экономических, социальных, экологических. Большое влияние на кадастровую стоимость оказывают сведения о месторасположении объекта недвижимости.

В приложении № 3 Методических указаний представлен примерный перечень ценообразующих факторов, которые могут быть использованы для расчета кадастровой стоимости. Например, к сведениям о местонахождении могут относиться следующие факторы: расстояние от объекта недвижимости до автомобильных дорог, расположение объектов недвижимости относительно ближайшего водного объекта, рекреационной зоны, железных дорог [2].

В данной статье будет рассмотрено определение и расчет ценообразующих факторов объектов недвижимости в системе QGIS [3]. Это исследование может поспособствовать освоению новых инструментов и подбору ранее не используемых приемов для решения задач кадастровой оценки объектов недвижимости.

Quantum GIS (QGIS) [3] – геоинформационная система для создания, редактирования, визуализации, анализа и публикации геопространственной информации.

В системе можно создавать и редактировать векторные данные, а также экспортировать их в разные форматы. С помощью графического интерфейса можно создавать карты и исследовать пространственные данные. QGIS может быть адаптирован к особым потребностям пользователей с помощью установки дополнительных модулей, расширяющие возможности системы.

В качестве исходной информации об объектах недвижимости был использован отчет «Об итогах государственной кадастровой оценки зданий, помещений, сооружений, объектов незавершенного строительства, машино-мест, расположенных на территории Иркутской области» за 2023 год (далее отчет о проведении ГКО) [4]. Отчеты о проведении ГКО содержатся на ресурсе Фонд данных государственной кадастровой оценки [5].

Для анализа из материалов отчета о проведении ГКО было взято подмножество объектов недвижимости, в том числе сведения об их ценообразующих факторах и кадастровой стоимости. Подмножество объектов недвижимости состояло из объектов, находящихся в различных городских районах города Иркутск. Также из материалов отчета о проведении ГКО были взяты сведения, содержащие информацию об окружающей среде объектов недвижимости.

В целях расчета значений ценообразующих факторов в систему QGIS были импортированы слои, включающие информацию об окружающей среде объектов недвижимости. Перечень слоев, взятых из отчета о проведении ГКО представлен в табл. 1.

Таблица 1 Список слоев, содержащих информацию об окружающей среде объектов недвижимости города Иркутск

№	Наименование слоя	Тип слоя
1	Вокзалы, железнодорожные станции города Иркутск	точечный
2	Остановки общественного транспорта города Иркутск	точечный
3	Основные дороги города Иркутск	линейный
4	Улицы города Иркутск	линейный
5	Водные объекты города Иркутск	площадной
6	Кадастровое деление города Иркутск	площадной
7	Историко-культурные центры города Иркутск	площадной
8	Общественно-деловые центры города Иркутск	площадной
9	Зоны покрытия центральной канализации города Иркутск	площадной
10	Зоны покрытия центрального водоснабжения города Иркутск	площадной
11	Зоны покрытия центрального электроснабжения города Иркутск	площадной
12	Городские районы города Иркутск	площадной

На рис. 1 представлена рабочая область QGIS с отображением слоев, содержащих информацию об окружающей среде объектов недвижимости города Иркутска.

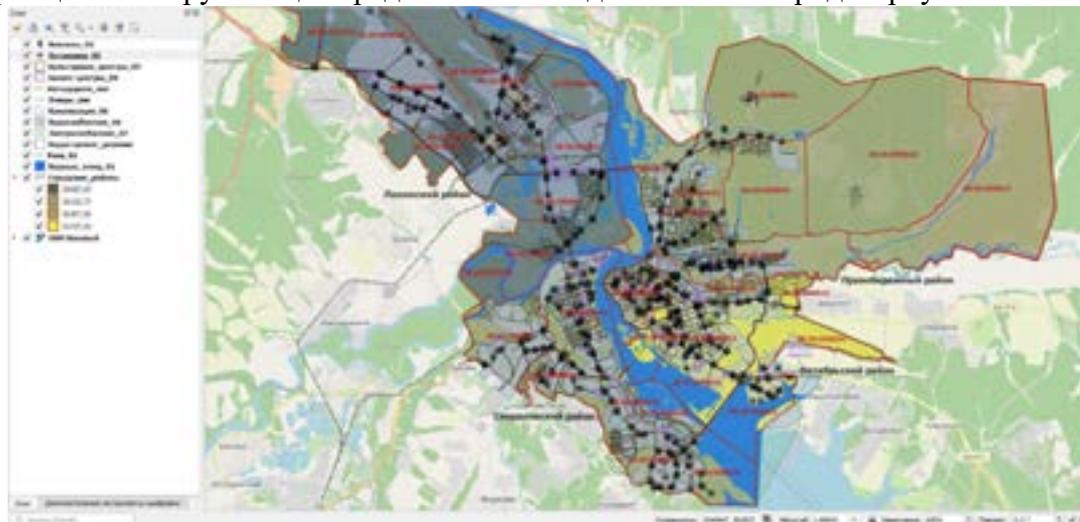


Рис. 1. Рабочая область QGIS с отображением слоев, содержащих информацию об окружающей среде объектов недвижимости города Иркутска

Для анализа данных были рассчитаны площади полигональных объектов (слои 5-12 в таблице 1) в квадратных километрах и длины линейных объектов (слои 3,4 в таблице 1) в километрах с помощью функции «Калькулятор полей» и запросов «\$area» для полигональных объектов и «\$length» для линейных объектов. Общая площадь городских районов города Иркутск составила 298,87 км². Площадь кадастровых кварталов города Иркутска составила 298,88 кв. км.

В целях расчета ценообразующих факторов объектов оценки было осуществлено геокодирование подмножества объектов недвижимости города Иркутска с целью получения их координат с помощью сайта BatchGeo [6]. На сайт был загружен файл с подмножеством объектов недвижимости. Для определения координат было использовано поле с информацией о неформализованном описании адреса объектов недвижимости. В результате геокодирования объектов недвижимости было получено их расположение на местности (рис. 2).

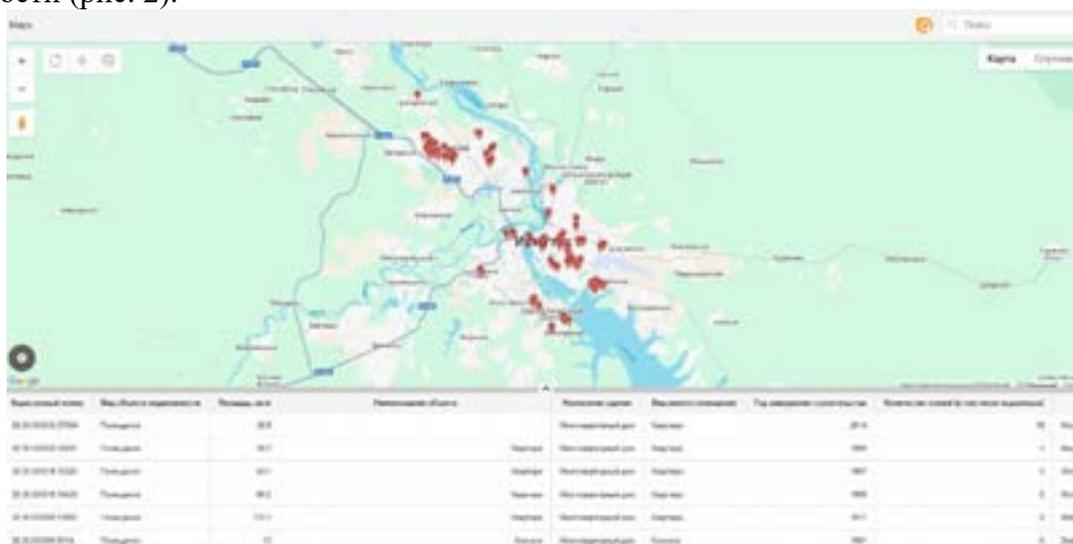


Рис. 2. Результат геокодирования с помощью сайта BatchGeo

Далее координаты объектов недвижимости были экспортированы с сайта BatchGeo [6] в формате KML. После этого слой с отметками объектов недвижимости был импортирован в проект QGIS (рис. 3).

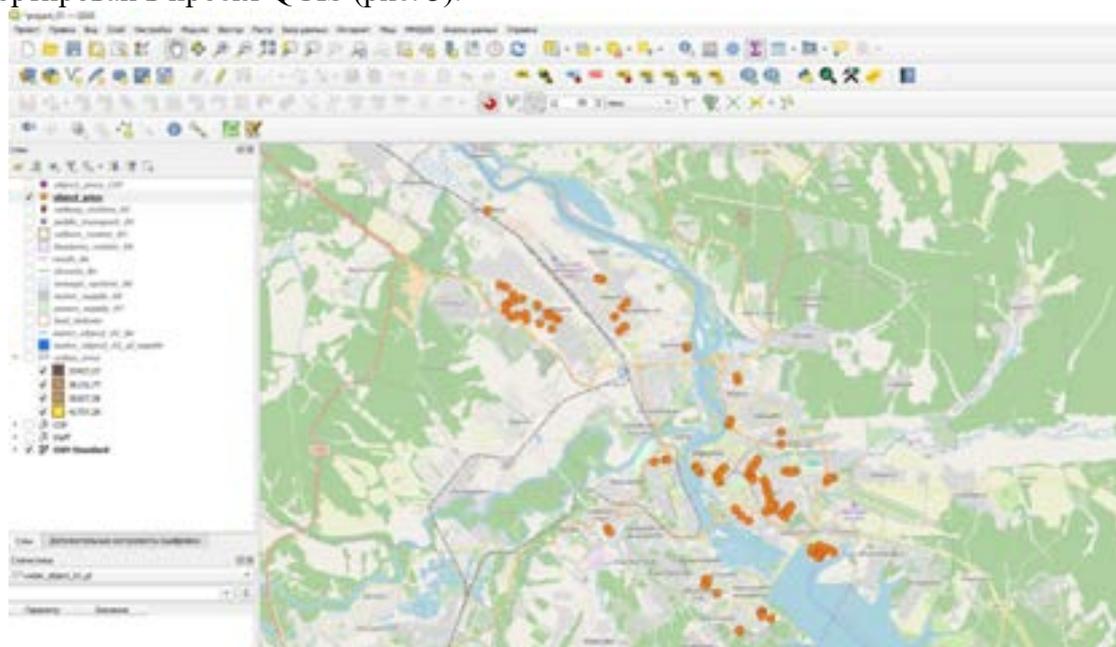


Рис. 3. Отметки объектов недвижимости города Иркутска на местности

Посредством создания запросов были заполнены и рассчитаны значения ценообразующих факторов объектов недвижимости в целях расчета кадастровой стоимости. Перечень ценообразующих факторов, которые были заполнены в ходе работы:

- расстояние от объекта недвижимости до водного объекта, м;
- расстояние от объекта недвижимости до железнодорожной станции, м;
- расстояние от объекта недвижимости до историко-культурного центра, м;
- расстояние от объекта недвижимости до бизнес-центра, м;
- расстояние от объекта недвижимости до остановки общественного транспорта, м;
- наличие у объекта недвижимости водоснабжения;
- наличие у объекта недвижимости электроснабжения;
- поправка на материал стен объекта недвижимости.

С помощью SQL-запросов были закодированы значения ценообразующего фактора «Материал стен». Каждому значению ценообразующего фактора «Материал стен» было присвоено кодовое значение, а после на основе кодов были поставлены поправки для каждого значения. Значения кодов и поправок ценообразующего фактора приведено в табл. 2

Таблица 2 Кодированные значения ценообразующего фактора «Материал стен»

Значение ценообразующего фактора «Материал стен»	Кодовое значение	Поправка
Бетонные; Железобетонные; Монолитные	1	1,0
Кирпичные; Кирпичные облегченные	2	1,1
Крупнопанельные	3	0,8
Смешанные (более двух значений)	4	0,75
Прочие (Из легкобетонных панелей; из мелких бетонных блоков; из унифицированных железобетонных элементов; легкие из местных материалов; пустые значения)	5	0,7

Кодирование значений ценообразующего фактора осуществлялось с помощью функции «Калькулятор полей». В окне было задано выражение, представленное на рис. 4.

```

CASE
WHEN "material" = 'Бетонные' THEN 1
WHEN "material" = 'Железобетонные' THEN 1
WHEN "material" = 'Монолитные' THEN 1
WHEN "material" = 'Кирпичные' THEN 2
WHEN "material" = 'Кирпичные облегченные' THEN 2
WHEN "material" = 'Крупнопанельные' THEN 3
WHEN "material" = 'Железобетонные; Кирпичные' THEN 4
WHEN "material" = 'Железобетонные; Монолитные;
Кирпичные' THEN 4
WHEN "material" = 'Каменные и бетонные' THEN 4
WHEN "material" = 'Каменные; Кирпичные' THEN 4
WHEN "material" = 'Кирпичные; Монолитные' THEN 4
END

```

Рис. 4. Калькулятор полей. Кодирование ценообразующего фактора «Материал стен»

В результате запроса были заполнены значения большей части объектов недвижимости, а оставшимся одиннадцати объектам недвижимости значения были заполнены вручную кодом «5». Результат представлен на рис. 5.

ID	kad_number	тип	наим	year	material	material_c	area	LPKS	KS
1	3 38:36:000029:1..	Полтавские	Квартира	1977	Кирпичные	2	112.1	20420,13996	2430097.69
2	7 38:36:000029:4..	Полтавские	Квартира	1982	Кирпичные	2	41.5	28238,11012	1173851.57
3	8 38:36:000029:7..	Полтавские	Квартира	1992	Кирпичные	2	42.5	36650,22000	2290638.75
4	15 38:36:000029:7..	М.П.	Квартира	1986	Кирпичные	3	40.8	34743,87007	2112427.3
5	17 38:36:000029:1..	Полтавские	Квартира	1986	Кирпичные	3	44.8	34938,87009	1361261.38
6	18 38:36:000029:4..	Полтавские	Квартира	1981	Кирпичные	3	91.4	34218,40996	3272976.21
7	20 38:36:000029:4..	Полтавские	Квартира	1983	Кирпичные	2	53.2	28630,48008	1523141.54
8	31 38:36:000012:8..	Полтавские	Квартира	М.П.	М.П.	5	42.5	28096,34000	1194094.48
9	39 38:36:000029:1..	М.П.	Квартира	1970	Кирпичные	3	40.8	34286,42010	1402965.94
10	44 38:36:000029:1..	Полтавские	Квартира	1984	Кирпичные	3	59	34899,57000	2047274.63
11	49 38:36:000029:1..	Полтавские	Квартира	1989	Кирпичные	3	44.4	34382,30991	1526374.56

Рис. 5. Результат кодирования значений ценообразующего фактора «Материал стен»

После на основе кодированных значений было поставлены значения поправки для каждого значения кода с помощью функции «Калькулятор полей». В окне «Калькулятор полей» было задано выражение, представленное на рис. 6.

```

CASE
WHEN "material_c" = 1 THEN 1
WHEN "material_c" = 2 THEN 1.1
WHEN "material_c" = 3 THEN 0.8
WHEN "material_c" = 4 THEN 0.75
WHEN "material_c" = 5 THEN 0.7
END

```

Рис. 6. Калькулятор полей. Проставление поправок на основании значений ценообразующего фактора «Материал стен»

Значения ценообразующего фактора «Наличие энергоснабжения» были получены с помощью оверлейной операции. В окне «Калькулятор полей» было задано следующее выражение: `Intersects ($geometry, aggregate ('polygons', 'collect', $geometry))`

Текст команды вводился для точечного слоя с объектами недвижимости и вместо 'polygons' было введено наименование полигонального слоя, с которым необходимо было вычислить пересечения (слой с зонами покрытия энергоснабжения города Иркутск). С помощью данного запроса объединяются все объекты полигонального слоя в единую составную геометрию и затем проверяется, пересекает ли точка этот составной полигон. В данном случае значение «1» - пересекает, «0» - не пересекает. В результате операции были получены сведения о причастности объектов недвижимости к слою электроснабжения – у всех объектов оценки есть электроснабжение (рис. 7).

```

intersects($geometry, aggregate('power_supply_07',
'collect', $geometry))

```

Рис. 7. Запрос для расчета значений ценообразующего фактора «Наличие энергоснабжения»

Аналогичным образом были получены значения ценообразующего фактора «Наличие водоснабжения» (рисунок 8). Сведения о зонах водоснабжения были получены от слоя «Зоны покрытия центрального водоснабжения города Иркутска».

В результате были получены сведения о причастности объектов оценки к слою водоснабжения – 7 объектов недвижимости не попадают в зону водоснабжения. Далее с помощью запроса для объектов недвижимости с водоснабжением поставлено значение 1, для объектов недвижимости без водоснабжения 0,5.



Рис. 8. Запрос для предоставления значений ценообразующего фактора «Наличие водоснабжения»

Далее были получены значения ценообразующего фактора «Расстояние от объекта недвижимости до ближайшей остановки общественного транспорта, м» с помощью функции «Матрица расстояний». В окне «Матрица расстояний» были выставлены настройки, представленные на рис. 9.

В качестве исходного слоя был выбран слой, содержащий сведения о расположении объектов недвижимости в городе Иркутск. В качестве исходного признака классификации объектов недвижимости использовано поле «ID», содержащее идентификационный номер объекта в системе QGIS.

Для выходного точечного слоя был выбран слой, содержащий сведения о расположении остановок общественного транспорта города Иркутск. Для признака классификации остановок общественного транспорта в выходном слое было также использовано поле «ID», содержащее идентификационный номер остановок общественного транспорта города Иркутск в системе QGIS.

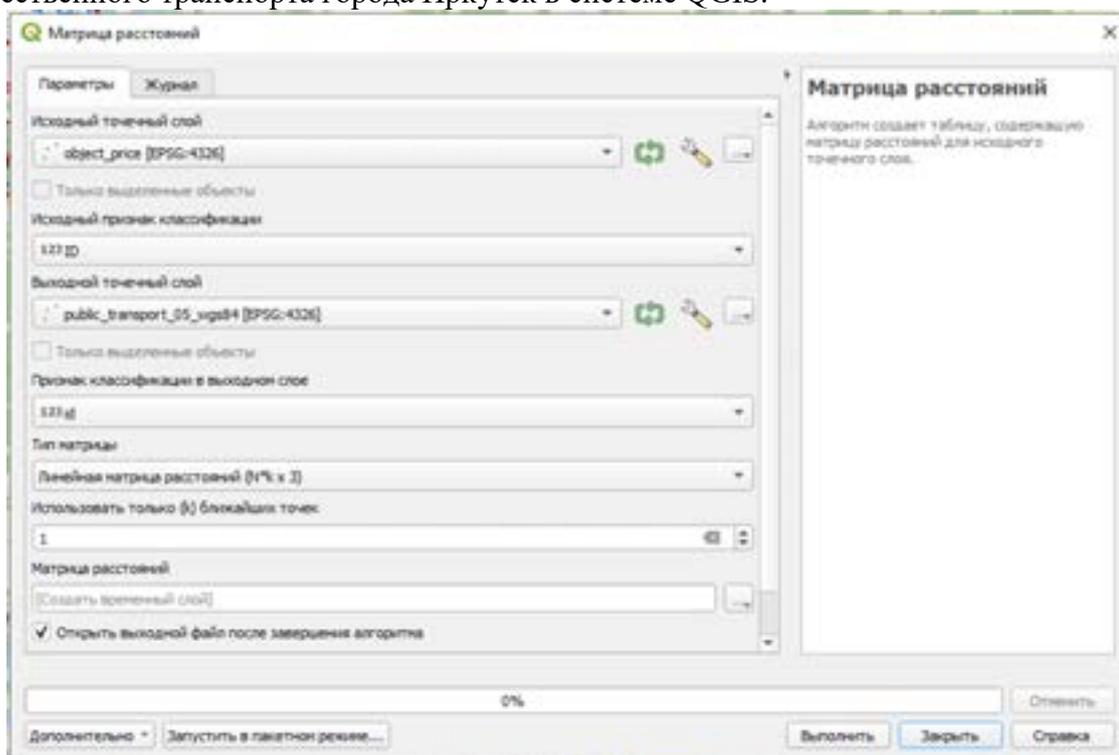


Рис. 9. Окно «Матрица расстояний» для расчета значений ценообразующего фактора «Расстояние от объекта недвижимости до ближайшей остановки общественного транспорта, м»

Способ расчета расстояния от объекта недвижимости до остановки общественного транспорта – линейная матрица расстояний. Для расчета до ближайшей остановки общественного транспорта был установлен параметр использовать только одну ближайшую точку.

Таким образом система рассчитала самое короткое расстояние от объекта недвижимости до ближайшей остановки общественного транспорта города Иркутск в метрах (рис. 10).

InputID	TargetID	Distance
1	265	154,340776359366629
2	370	126,387938178397331
3	145	84,814876406383224
4	140	496,673340025205384
5	478	437,024213727577489
6	351	706,624600546418060
7	507	265,040565057891740
8	434	528,906477987210224
9	304	175,438411326849774
10	107	326,807879218580430

Рис. 10. Результат расчета ценообразующего фактора «Расстояние от объекта недвижимости до ближайшей остановки общественного транспорта, м»

Аналогичным образом были получены значения ценообразующего фактора «Расстояние от объекта недвижимости до ближайшего вокзала, железнодорожной станций, м» с помощью функции «Матрица расстояний».

В качестве исходного слоя был выбран слой, содержащий сведения о расположении объектов недвижимости в городе Иркутске. В качестве исходного признака классификации объектов недвижимости использовано поле «ID».

Для выходного точечного слоя был выбран слой, содержащий сведения о расположении вокзалов, железнодорожных станций города Иркутска. Для признака классификации вокзалов, железнодорожных станций в выходном слое было также использовано поле «ID».

Способ расчета расстояния от объекта недвижимости до вокзалов, железнодорожных станций – линейная матрица расстояний. Для расчета до ближайшего вокзала, железнодорожной станций был установлен параметр использовать только одну ближайшую точку.

Таким система рассчитала самое короткое расстояние от объекта недвижимости до ближайшего вокзала, железнодорожной станций города Иркутска в метрах.

Далее были получены значения ценообразующего фактора «Расстояние от объекта недвижимости до ближайшего бизнес-центра, м» с помощью функции «Извлечь точки». Данная функция позволяет выделять в отдельный слой вершины полигональных объектов. В последствии с помощью функции «Матрица расстояний» было рассчитано расстояние от объекта недвижимости до ближайшего бизнес-центра в метрах, по алгоритму описанному ранее.

Для ценообразующих факторов «Расстояние от объекта недвижимости до ближайшего водного объекта, м» и «Расстояние от объекта недвижимости до ближайшего историко-культурного центра, м» значения были получены таким же образом как и для ценообразующего фактора «Расстояние от объекта недвижимости до ближайшего бизнес-центра, м» с помощью функций «Извлечь точки» и «Матрица расстояний».

После с помощью функций «Калькулятор полей» было заполнено значение удельного показателя кадастровой стоимости каждого объекта недвижимости, для этого использована формула:

$$KS / \text{area},$$

где: KS – кадастровая стоимость объекта недвижимости;

area – площадь объекта недвижимости.

Далее объектам недвижимости был проставлен признак расположения их в том или ином городском районе города Иркутска.

В табл. 3 представлена выборка объектов недвижимости с полученными значениями характеристик: нахождение объекта недвижимости в городском районе города Иркутска; кодированное значение материала стен объекта недвижимости; удельный показатель кадастровой стоимости.

Таблица 3 Перечень объектов недвижимости с полученными значениями характеристик объектов недвижимости города Иркутска

№	Кадастровый номер	Площадь, кв. м	Городской район	Материал стен	Материал стен код	УПКС
1	38:36:000033:37054	38.9	Свердловский	Железобетонные	1	38 960,0599
2	38:36:000033:25047	30.2	Свердловский	Кирпичные	2	37 740,7901
3	38:36:000018:16326	43.1	Правобережный	Кирпичные	2	31 786,0399
4	38:36:000018:16429	60.2	Правобережный	Крупнопанельные	3	30 103,2100
5	38:36:000009:11692	112.1	Ленинский	Кирпичные	2	30 420,1400
6	38:36:000000:5014	13	Свердловский	Крупнопанельные	3	32 785,6700
7	38:36:000009:4852	41.5	Ленинский	Кирпичные	2	28 218,1101
8	38:36:000003:7826	62.5	Ленинский	Кирпичные	2	36 650,2200
9	38:36:000027:18428	47.1	Свердловский	Крупнопанельные	3	35 652,1601
10	38:36:000021:7206	49.4	Октябрьский	Кирпичные	2	41 900,6700

УПКС – удельный показатель кадастровой стоимости

В табл. 4 представлена выборка объектов недвижимости с рассчитанными значениями ценообразующих факторов объектов недвижимости города Иркутска с помощью запросов в системе QGIS.

Таблица 4 Перечень объектов недвижимости города Иркутска с рассчитанными значениями ценообразующих факторов

№	Кадастровый номер	Расстояние от ОН2 до ближайшего водного объекта г Иркутска, м	Расстояние от ОН2 до ближайшего вокзала / железнодорожной станции г Иркутска, м	Расстояние от ОН2 до ближайшего историко-культурного центра г Иркутска, м	Расстояние от ОН2 до ближайшего бизнес-центра г Иркутска, м	Расстояние от ОН2 до ближайшей остановки общественного транспорта г Иркутска, м	Наличие у ОН водоснабжения	Наличие у ОН2 электроснабжения	Поправка на материал стен ОН
1	38:36:000033:37054	950,50	887,57	819,21	10,06	154,34	0,5	1	1
2	38:36:000033:25047	1008,46	772,09	704,96	170,83	126,39	1	1	1,1
3	38:36:000018:16326	467,70	4769,11	1464,68	89,92	84,81	1	1	1,1
4	38:36:000018:16429	285,56	4928,00	1703,73	294,48	496,67	1	1	0,8
5	38:36:000009:11692	1128,10	707,30	715,21	874,86	437,02	1	1	1,1
6	38:36:000000:5014	739,75	1272,85	3418,66	573,74	706,62	1	1	0,8
7	38:36:000009:4852	1518,84	1582,14	38,92	352,11	265,04	1	1	1,1
8	38:36:000003:7826	1639,19	2211,08	1503,81	863,77	528,91	1	1	1,1
9	38:36:000027:18428	1915,53	4884,53	6143,42	568,19	175,44	1	1	0,8
10	38:36:000021:7206	1073,78	3156,25	308,81	243,74	326,81	1	1	1,1

ОН – объект недвижимости города Иркутска

На основе полученных значений удельного показателя кадастровой стоимости подмножества объектов недвижимости рассчитано значение среднего удельного показателя кадастровой стоимости для каждого городского района города Иркутска (табл. 5)

Таблица 5 Среднее значение удельного показателя кадастровой стоимости объектов недвижимости по районам города Иркутска

№	Наименование городского района города Иркутска	Среднее значение удельного показателя кадастровой стоимости объектов недвижимости города Иркутска, руб./кв. м
1	Ленинский район	33 427,27
2	Свердловский район	36 132,78
3	Октябрьский район	41 737,29
4	Правобережный район	36 207,59

В ходе исследования был рассмотрен процесс получения координат объектов недвижимости, с применением таких сведений в целях расчета ценообразующих факторов в системе QGIS. Используемые алгоритмы расчета значений ценообразующих факторов могут быть использованы в процессе государственной кадастровой оценки объектов недвижимости. Также расчет ценообразующих факторов вида «расстояние до характерного объекта (например, до историко-культурного центра, общественно-делового центра, вокзала и т.п.)» может осуществляться в системе QGIS с помощью функции расчета кратчайшего маршрута по дорожной сети от объекта недвижимости до характерного объекта, например, с помощью модуля «Road graph». Сведения, учитывающие особенности рельефа местности, на которой находится объект недвижимости, будут более подходящими для расчета кадастровой стоимости. Наиболее востребовано это может быть на территориях с перепадами высот.

Литература

1. Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 237 «О государственной кадастровой оценке»
2. Приказ Росреестра от 4 августа 2021 г. № П/0336 «Об утверждении методических указаний о государственной кадастровой оценке»
3. QGIS / Spatial without Compromise QGIS Web Site. – URL: <https://www.qgis.org/>
4. Отчет № 05_ОКС_2023 «Об итогах государственной кадастровой оценки зданий, помещений, сооружений, объектов незавершенного строительства, машино-мест, расположенных на территории Иркутской области». – Областное государственное бюджетное учреждение «Центр государственной кадастровой оценки объектов недвижимости». [Электронный ресурс]. – URL: https://taishet.irkmo.ru/byulleten-normativnykh-pravovykh-aktov-ofitsialnaya-sreda/Отчет_№05_ОКС_2023_от_18.08.2023-1.pdf?ysclid=mks7hgb1vx636429612
5. Получение сведений из Фонда данных государственной кадастровой оценки – Портал услуг Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. – URL: <https://nspd.gov.ru/cadastral-price/search>
6. BatchGeo / BatchGeo: создавайте карты на основе своих данных. – URL: <https://ru.batchgeo.com/>

УДК 332.332 (332.334)

**Разработка мероприятий по выявлению и вовлечению в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения
Грязнова К.А., научный руководитель: старший преподаватель ННГАСУ
Шершнева Н.Н.**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Актуальность исследования заключается в том, что на сегодняшний день большие площади земель остаются неиспользуемыми, что приводит к экономическим и экологическим проблемам. Неиспользование земель сельскохозяйственного назначения

является серьёзной проблемой, которая требует комплексного подхода к её решению. С учетом растущего населения и увеличения потребности в продовольствии, вопрос эффективного использования имеющихся земельных ресурсов стал одним из ключевых для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития сельских территорий. Таким образом, исследование направлено на выявление путей решения проблемы неиспользуемых земель, что имеет огромное значение как для сельского хозяйства, так и для социальной и экономической стабильности.

Целью исследования является выявление неиспользуемых участков и разработка мероприятий по вовлечению их в оборот.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- определить признаки неиспользования земель;
- выявить неиспользуемые участки на части территории сельскохозяйственного предприятия ООО «Болтин» Сеченовского муниципального округа;
- разработать мероприятия по вовлечению в оборот неиспользуемого участка;
- определить экономическую эффективность проектных решений.

Проблема неиспользования земель сельскохозяйственного назначения в нашей стране стоит особенно остро. В 2023 году Россельхознадзор выявил 27,4 тыс. га заросших земель сельхозназначения, что на 16% больше, чем годом ранее. За 1 квартал 2024 года уже обнаружено 3,1 тыс. га [5].

Среди причин столь масштабного неиспользования самой ценной категории земель исследователи выделяют: отсутствие надлежащей государственной поддержки сельскохозяйственной отрасли; спекулятивные интересы у правообладателей сельскохозяйственной земли, вследствие которых земля используется для перепродажи под строительство, а не для ведения сельского хозяйства [4].

Остается вопрос, какая земля сельскохозяйственного назначения признается неиспользуемой. Для этого имеются специальные признаки (критерии), утвержденные Постановлением Правительства РФ «О признаках неиспользования земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения по целевому назначению или использования с нарушением законодательства Российской Федерации» [2], в соответствии с которыми не менее половины площади земельного участка для признания его неиспользуемым по целевому назначению должно:

1) зарости сорными растениями, перечень которых содержится в приложении к признакам, и/или древесно-кустарниковой растительностью, кроме поле- и лесозащитных насаждений, плодовых и ягодных насаждений;

2) иметь дерн, характеризующийся переплетением корней, побегов, корневищ многолетних сорных растений, глубина которого достигает 15 и более сантиметров, кроме дерна на земельных участках, предназначенных и используемых для выпаса сельскохозяйственных животных;

3) иметь признаки деградации земель [2].

При этом для признания земельного участка неиспользуемым будет достаточно как одного такого признака, так и нескольких, которые в совокупности будут занимать минимум 50% площади такого участка.

Не следует забывать и о принципе приоритета сохранения особо продуктивных сельскохозяйственных угодий. В целях его реализации установлено, что земельный участок, отнесенный в установленном порядке к особо ценным продуктивным сельскохозяйственным угодьям, может быть признан неиспользуемым по целевому назначению при наличии вышеуказанных критериев только на 20% и более его площади.

Для поиска сведений о таких земельных участках имеется Государственный реестр земель сельскохозяйственного назначения, который не вовлечен ещё в правоприменительную практику. В настоящее время сведения о ценности угодья содержатся в государственном фонде данных, полученных в результате проведения землеустройства в соответствии со ст. 24 Федерального закона «О землеустройстве» [1].

В данной статье для исследования неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения была выбрана часть территории ООО «Болтин» Сеченовского муниципального округа Нижегородской области. Исследуемое предприятие находится вблизи села Болтинка Сеченовского муниципального округа Нижегородской области. Площадь исследуемого земельного участка на территории ООО «Болтин» составляет 26,1 га.

Одним из важных методов выявления неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения является дистанционное зондирование. Выявление неиспользуемых участков было проведено с помощью дешифрирования полученных космоснимков.

Дешифрирование космоснимков – один из методов изучения и картографирования местности по её изображению, полученному путем космосъемки. Дешифрирование имеет как общую научно-техническую основу, присущую методу в целом, так и частные методические различия, связанные со спецификой тех отраслей практики, в которых оно применяется [3].

Для выявления неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения была использована программа «GOOGLE EARTH PRO» – бесплатная программа от компании Google, с помощью которой можно наблюдать поверхность Земли на спутниковых снимках с хорошим разрешением, а также обрабатывать и анализировать геоданные.

После установки программы проведен анализ земельного участка с кадастровым номером 52:48:0100015:63, в ходе которого был выявлен неиспользуемый участок сельскохозяйственных угодий. Полученные снимки представлены на рис. 1.



Рис. 1. Космоснимки исследуемой территории в программе «GOOGLE EARTH PRO»
а – космоснимок 2009 года, б – космоснимок 2024 года

Проанализировав полученные снимки, был сделан вывод о том, что территория части земельного участка с кадастровым номером 52:48:0100015:63, имеющего 41 контур по экспликации, с течением времени зарастает древесно-кустарниковой растительностью. Это подтверждается тем, что в 2009 году участок использовался по целевому назначению: его контур был обработан, а территория была подготовлена для выращивания сельскохозяйственных культур. В 2024 году участок покрыли древесно-кустарниковые растения, что указывает на его запущенность и отсутствие активного использования.

Для введения в оборот неиспользуемого участка необходимо провести культуртехнические мероприятия. Объем проведения культуртехнических работ представлен в табл. 1.

Таблица 1 Культуртехнические работы вовлечения неиспользуемого земельного участка

№	Наименование	Ед. изм.	Объем
1	Срезка кустарника и мелколесья трактором К-79 (108) кВт (л.с.)	га	0,18
2	Сгребание срезанного и выкорчеванного кустарника и мелколесья корчевателями-собирающими на тракторе К-79 (108) кВт (л.с.)	га	0,18
3	Сжигание с перетряхиванием валов из кустарников, мелколесья и корней корчевателями-собирающими на тракторе К-79 (108) кВт (л.с.)	га	0,18
4	Повторное сжигание с перетряхиванием валов из кустарника и мелколесья корчевателями-собирающими на тракторе мощностью К-79 (108) кВт (л.с.)	га	0,18
5	Дискование на раскорчеванных площадях на почвах тяжелых, на тракторе К-79, бороны дисковая	га	0,18
6	Вспашка почвы, трактор К-79, плуг ПЛН-8-40	га	0,18
7	Культивация с одновременным боронованием, трактор К-79, культиватор	га	0,18

Помимо культуртехнических мероприятий, можно предложить следующие действия:

1) Повышение качества почвы и внедрение экологически чистых методов земледелия для более эффективного использования земельных ресурсов. Одним из способов улучшения почвы является компостирование – переработка органических отходов в удобрение. Важно также отказаться от химических удобрений и пестицидов, способных загрязнять почву и ухудшать ее состояние. Вместо них рекомендуется применять экологичные методы борьбы с вредителями, например, использование биологических препаратов и привлечение полезных насекомых.

2) Внедрение новых технологий и современного оборудования как повышение использования земельных ресурсов. Эти нововведения могут помочь увеличить урожайность и эффективность сельскохозяйственных культур, сократить издержки на их выращивание, улучшить качество продукции и разнообразить ассортимент. Одной из таких технологий является использование дронов для проведения аэрофотосъемки и мониторинга посевов.

3) Предотвращение деградации земель как важный фактор повышения эффективности использования сельскохозяйственных территорий. Для этого применяются различные методы:

- использование агротехнических приемов, таких как севооборот, удобрение и обработка почвы, которые способствуют улучшению ее качества и увеличению урожайности;

- защита почвы от негативного влияния антропогенных факторов, включая загрязнение воздуха и воды, осушение и неправильную утилизацию отходов;

- применение современных сельскохозяйственных технологий, например, искусственного орошения, рационального использования удобрений и биотехнологий, направленных на улучшение состояния почвы и повышение продуктивности.

Далее участок будет включен в севооборот, для которого разрабатывается оптимальная структура посевных площадей. Севообороты планируются на основе принципа плодосмены, учитывая подбор хороших предшественников для каждой культуры и вовлечение в оборот ранее неиспользуемых земель. В данном исследовании изучаемый участок будет внесевооборотным, на нем будет выращиваться картофель.

Экономическая оценка вовлечения в сельскохозяйственный оборот неиспользуемой пашни заключается в определении объема продукции, которую можно получить с 1 га такой земли при минимальных затратах труда и финансовых ресурсов. Этот процесс включает анализ средней урожайности выбранных культур, расчет затрат на подготовку и освоение пашни, а также определение чистой прибыли и показателей рентабельности. При этом важно учитывать не только прямые издержки, но и потенциальные экономические эффекты от повышения плодородия почвы и долгосрочного использования земли. Такой комплексный подход позволяет обоснованно планировать инвестиции и оптимизировать использование сельскохозяйственных ресурсов.

Экономический эффект (в руб.) от реализации мероприятий определяется по формуле:

$$Э_{\Delta} = P - Z,$$

где: P – экономический результат от реализации проекта, руб., Z – затраты, связанные с внедрением проекта, руб.

Расчет затрат на культуртехнические мероприятия представлен в табл. 2.

Таблица 2 Расчет затрат на культуртехнические мероприятия

№	Наименование	Объем	Затраты на 1 га, руб.	Всего затрат, руб.
1	Срезка кустарника и мелкокося трактором К-79 (108) кВт (л.с.)	0,18	4295,44	773,18
2	Сгребание срезанного и выкорчеванного кустарника и мелкокося корчевателями-собираателями на тракторе К-79 (108) кВт (л.с.)	0,18	4130,30	743,45
3	Сжигание с перетряхиванием валов из кустарников, мелкокося и корней корчевателями-собираателями на тракторе К-79 (108) кВт (л.с.)	0,18	6026,35	1 084,74
4	Повторное сжигание с перетряхиванием валов из кустарника и мелкокося корчевателями-собираателями на тракторе мощностью К-79 (108) кВт (л.с.)	0,18	4021,5	723,87
5	Дискование на раскорчеванных площадях на почвах тяжелых, на тракторе К-79, борона дисковая	0,18	1044,65	188,04
6	Вспашка почвы, трактор К-79, плуг ПЛН-8-40	0,18	4025,39	724,57
7	Культивация с одновременным боронованием, трактор К-79, культиватор	0,18	738,22	132,88
Всего:		-	-	4 370,73

Как видно из табл. 2, основные затраты будут приходиться сжигание древесины, что составляет 41% от затрат. Далее провели оценку вовлечения в сельскохозяйственный оборот участка пашни. Расчет представлен в табл. 3.

Таблица 3 Оценка вовлечения в сельскохозяйственный оборот участка пашни

Показатели	Значение
Урожайность картофеля, т/га	18
Площадь, введенная в оборот, га	0,18
Дополнительная продукция, т	3,24
Средняя цена реализации картофеля, руб./т	22 400
Стоимость дополнительной продукции, руб.	72 576
Затраты на введение в оборот новых земель, руб.	4 370,73
Чистый доход (экономический эффект), руб.	68 205,27

Как видно, экономический эффект производства картофеля на участке после введения его в оборот составит 68 205,27 рублей. Этот показатель свидетельствует о высокой рентабельности и потенциальной эффективности данной культуры. Успешное культивирование картофеля не только обеспечивает стабильный доход, но и может способствовать улучшению финансовых показателей сельскохозяйственного предприятия в целом.

Данную территорию следует включить в сельскохозяйственный оборот. Для этого важно реализовать комплекс культуртехнических мероприятий и разработать систему севооборота. Стоимость данных работ составит 4 370,73 рублей. Основная часть расходов будет связана со сжиганием древесины, что составит 41% от общего объема затрат. Чистый доход по завершении всех мероприятий составит 68 205,27 рублей.

Таким образом, вовлечение в сельскохозяйственный оборот неиспользуемых сельскохозяйственных угодий приведет к улучшению экономических и экологических показателей.

Литература

1. Федеральный закон от 10 января 1996 г. № 4-ФЗ «О землеустройстве»

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 сентября 2020 г. № 1482 «О признаках неиспользования земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения по целевому назначению или использования с нарушением законодательства Российской Федерации»

3. ГКИНП-02-121-79. Руководство по дешифрированию аэроснимков при топографической съемке и обновлении планов масштабов 1:2 000 и 1:5 000. Утверждено приказом ГУГК при СМ СССР от 2 августа 1979 г. № 345п.

4. Абанина Е. Н. Аверьянова Н. Н. Актуальные проблемы теории земельного права России: монография, – Москва: Юстицинформ, 2020. – 799 с. – ISBN 978-5-7205-1606-2

5. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору. Официальный сайт. – URL: <https://fsvps.gov.ru/>

УДК 528.31

История, современное состояние и перспективы развития государственной геодезической сети

Портнов А.Н., научный руководитель: профессор ННГАСУ Побединский Г.Г.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

В основу современной системы геодезического обеспечения заложены следующие основные принципы:

- в системе геодезического обеспечения, должен быть использован весь потенциал современных средств измерений – спутниковых и наземных геодезических, нивелирных, гравиметрических и астрономических, основанных на разных физических принципах;

- система геодезического обеспечения должна быть в максимальной степени ориентирована на эффективное применение современных ГНСС, и прежде всего ГНСС ГЛОНАСС;

- система геодезического обеспечения должна быть максимально ориентирована на использование современных информационно-телекоммуникационных технологий;

- система геодезического обеспечения должна быть обеспечена резервным (дублирующим) контуром обеспечения потребителей геодезическими данными [3].

Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр) активно занимается развитием высокоэффективной государственной системы геодезического обеспечения. Основной целью этой деятельности является значительное повышение точности геодезических работ и оперативности обеспечения потребителей геодезическими данными, что в свою очередь подразумевает создание федерального банка координат и высот, который будет включать данные как государственных, так и специализированных геодезических сетей.

Структура государственной сети определена следующими правовыми актами:

- Федеральный закон «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [8];

- приказ Росреестра «Об установлении структуры государственной геодезической сети и требований к созданию государственной геодезической сети, включая требования к геодезическим пунктам» [5];

- приказ Минэкономразвития России «Об установлении Структуры государственной нивелирной сети и Требованиям к созданию государственной нивелирной сети, включая требования к нивелирным пунктам» [4].

Нормативными актами предусмотрены следующие виды сетей:

- государственная геодезическая сеть;

- государственная нивелирная сеть;

- государственная гравиметрическая сеть;

- геодезические сети специального назначения, в том числе сети дифференциальных геодезических станций.

В структуру государственной геодезической сети входят:

- пункты фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС);

- пункты высокоточной геодезической сети (ВГС);

- пункты спутниковой геодезической сети 1 класса (СГС-1);

- ранее созданные геодезические сети: астрономо-геодезическая сеть 1 и 2 классов, геодезические сети сгущения 3 и 4 классов.

Государственная нивелирная сеть включает в следующие элементы:

- Кронштадтский футшток, который выступает в качестве исходного нивелирного пункта государственной нивелирной сети;

- нивелирная сеть I класса;

- нивелирная сеть II класса;

- нивелирная сеть III класса;

- нивелирная сеть IV класса.



Рис. 1. Наличие пунктов ФАГС в 2024 году и планы на 2025 год

Состояние государственной сети представлено на примере результатов обследования пунктов на территории Нижегородской области в 2024 году. По данным Росреестра из 593 геодезических пунктов подтверждена сохранность 422 пунктов, включая 9 пунктов ВГС, которые по данным предыдущих годов числились как утраченные.

Выявлено 5 поврежденных пунктов, требующих восстановительных работ. Общее количество утраченных пунктов составило 83, из которых 26 случаев разрушения зафиксированы впервые, а 57 подтвердили сведения об утрате, полученные в ходе предыдущих обследований.

Особую проблему представляет группа из 63 пунктов, которые не были обнаружены в ходе текущих работ, что может быть связано как с их фактической утратой, так и с погрешностями в координатной привязке. Кроме того, для 20 пунктов доступ оказался невозможным из-за изменений ландшафта и отсутствия подъездных путей.

Согласно полученным данным, общий процент поврежденных и утраченных пунктов достиг 29% от общего количества обследованных объектов. Этот показатель свидетельствует о серьезных проблемах в системе поддержания геодезической сети.

Сравнительный анализ с данными предыдущих лет показывает устойчивую тенденцию к увеличению количества утрат:

- в 2020 году – 22%;
- в 2022 году – 26%.

Ежегодные обследования на территории Российской Федерации свидетельствуют о ежегодной утрате в среднем 3% от общего числа закрепленных геодезических пунктов.

При этом имеется существенный дефицит пунктов высших классов точности (ФАГС, ВГС и СГС-1) на территории страны, что создает серьезные проблемы для геодезического обеспечения. Ситуация осложняется прогрессирующей утратой пунктов ГГС.

Пример плотности пунктов СГС-1 по некоторым регионам (данные ФФПД):

- 36 пунктов СГС-1 в Нижегородской области на 76 624 км²;
- 13 пунктов СГС-1 в Омской области на 141 140 км²;
- 46 пунктов СГС-1 в Московской области на 44 329 км².

Современное состояние геодезических сетей России характеризуется критическим снижением их надежности. Активно разрушаются пункты, заложенные в середине прошлого века, при этом создание современных высокоточных аналогов существенно отстает от потребностей. Особую тревогу вызывает катастрофически низкая плотность пунктов высших классов точности, что ставит под угрозу качество геодезического обеспечения территории страны.

В перспективе целесообразно развитие высокоточных геодезических сетей (ФАГС, ВГС и СГС-1), а также спутниковой дифференциальной геодезической сети (СДГС), что обусловлено их повышенной точностью и соответствием современным стандартам. Это позволит оптимизировать доступ к пунктам сетей, а также упростит проведение их периодического обследования.

Анализ успешного опыта создания и эксплуатации сетей постоянно действующих дифференциальных геодезических станций (СДГС), в ряде регионов Российской Федерации, таких как г. Москва, Московская область, г. Санкт-Петербург, Ленинградская область, Тюменская область, Чувашская Республика, Республики Коми и Крым, Краснодарский край и др. позволяет прогнозировать существенное положительное влияние на экономическое развитие.

Создание и эксплуатация СДГС приведет:

- к росту инновационной составляющей в производственной сфере;
- сокращению сроков и упрощению процедур выполнения инженерно-геодезических и кадастровых работ;
- к снижению их стоимости как для государственных заказчиков, так и для частных организаций.

Развитие СДГС облегчит работы связанные с обновлением государственных топографических карт и планов, так как это позволит непрерывно проводить работы по закреплению опорных точек по всей территории региона.

Положением об обновлении государственных топографических карт и государственных топографических планов, а также масштабов, в которых они создаются с 1 апреля 2024 г. установлена следующая периодичность их обновления:

- 1:2 000 - 1 раз в 3 года;
- 1:10 000 - 1 раз в 6 лет;
- 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000 - 1 раз в 10 лет.

В связи с этим можно предположить, что развитие СДГС облегчит по времени и трудоемкости целый комплекс работ по обновлению государственных топографических карт и планов. На территории Российской Федерации дифференциальных геодезических станций эксплуатируются около 2 500 из требуемых 14 000 для удержания требуемых норм плотности.

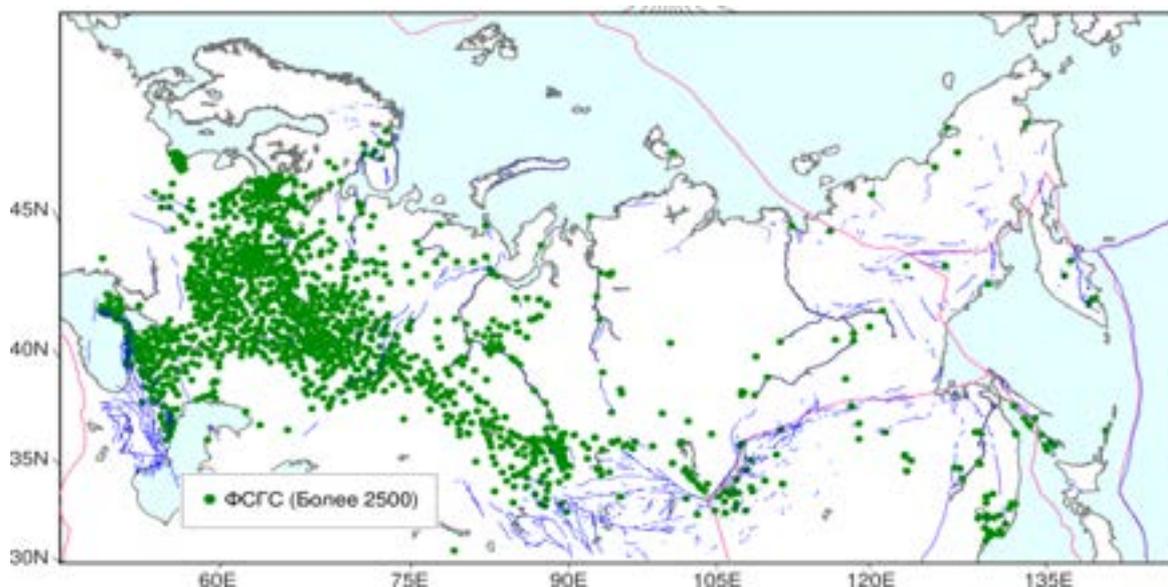


Рис. 2. Федеральная сеть геодезических станций в 2024 году

Для установления необходимого количества станций СДГС потребуется 20 млрд. руб., кроме того необходимо ежегодно 810 млн. руб. на их обслуживание. Представляется нецелесообразным выполнение этих работ только за счет бюджетных средств. Более приемлем комбинированный вариант создания интегрированной сети геодезического обеспечения территории за счет объединения дифференциальных геодезических станций и сетей, созданных и создаваемых за счет средств федерального, региональных и местных бюджетов [3].

Приказом Росреестра «Об установлении структуры государственной геодезической сети и требований к созданию государственной геодезической сети, включая требования к геодезическим пунктам» [5] определено, что для геодезического обеспечения картографирования территории Российской Федерации и акваторий окружающих ее морей предназначены астрономо-геодезическая сеть 1 и 2 классов, геодезические сети сгущения 3 и 4 классов. При этом пунктом 21 установлено, что новые пункты геодезических сетей сгущения не создаются. При снижении плотности пунктов государственной сети за счет утраты пунктов геодезических сетей сгущения на этой территории создаются пункты спутниковой геодезической сети 1 класса [5]. Следовательно, для обеспечения картографирования территории Российской Федерации геодезическое обоснование может развиваться в основном путем создания пунктов СГС-1.

Альтернативным и более перспективным решением является создание и эксплуатация постоянно действующих спутниковых дифференциальных геодезических станций или их сетей (СДГС). СДГС представляет собой распределенную инфраструктуру, состоящую из стационарно установленных и синхронизированных станций, обеспечивающих непрерывные наблюдения и передачу корректирующей информации на обширной территории.

Для реализации данного проекта в соответствии с приказом Росреестра «Об установлении требований к созданию, эксплуатации, функционированию и развитию федеральной сети геодезических станций, содержащих в том числе требования к дифференциальным геодезическим станциям, включаемым в федеральную сеть геодезических станций, порядка включения дифференциальных геодезических станций в федеральную сеть геодезических станций и их исключения из такой сети, требований к созданию, эксплуатации, функционированию государственной информационной системы федеральной сети геодезических станций, состава сведений, содержащихся в государственной информационной системе федеральной сети геодезических станций, а также порядка сбора, хранения, обработки измерительной информации и предоставления

сведений о дифференциальных геодезических станциях, включенных в федеральную сеть геодезических станций» [6] осуществлены следующие мероприятия:

- формирование детализированного свода правил и стандартов, регламентирующих процедуры создания, эксплуатации и использования СДГС, включая технические требования к сетям, порядок их регистрации и сертификации;

- организация специализированного центра мониторинга для осуществления комплексного контроля за деятельностью СДГС. В его задачи должны входить: регистрация станций и сетей дифференциальной коррекции, лицензирование поставщиков дифференциальной информации, а также периодическая проверка соответствия координат станций, определенных в системе координат ГСК-2011, установленным требованиям;

- подготовка детального руководства по организации и функционированию центра мониторинга, включая процедуры контроля качества, порядок принятия решений и механизмы взаимодействия с другими организациями;

- развертывание Интернет-сервиса на официальном сайте, содержащего актуальную информацию о зарегистрированных станциях и сетях дифференциальной коррекции, включая их характеристики, область действия и контактные данные;

- создание централизованной базы данных, содержащей полные сведения о всех зарегистрированных СДГС, включая их технические параметры, географическое положение и информацию о владельцах и операторах;

- разработка и внедрение системы мониторинга, обеспечивающей непрерывный контроль качества измерительных данных, предоставляемых СДГС, а также качества предоставляемых сервисов, включая доступность, скорость и надежность операторов [7].

Наиболее массовой в настоящее время технологией геодезического обеспечения для создания и обновления государственных топографических карт и планов является применение сети дифференциальных геодезических станций (СДГС), обеспечивающих возможность получения высокоточных координат в режиме реального времени [7].

Из перспективных технологий развития спутниковой геодезической сети можно назвать сервисы высокоточного определения местоположения с использованием разреженной сети опорных станций, так называемым методом PPP (Precise Point Positioning), а также комплекс высокоточного широкозонного функционального дополнения системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ), которые в настоящее время уступают технологии применения сети дифференциальных геодезических станций (СДГС) в части точности, а особенно оперативности определения местоположения.

Наиболее перспективными решениями развития спутниковой геодезической сети для обновления государственных топографических карт и планов являются следующие:

- расширение сети дифференциальных геодезических станций, обеспечивающих возможность получения высокоточных координат в режиме реального времени [6];

- развития сервисов высокоточного определения местоположения с использованием разреженной сети опорных станций, так называемым методом PPP [1];

- совершенствование комплекса высокоточного широкозонного функционального дополнения системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) [2].

Литература

1. Алеев Д. А., Коломиец А. Г. Сравнительный анализ метода точного точечного позиционирования (PPP) и перспективы его применения в кадастровых работах // Вестник науки и образования. – 2018. – Т. 2. – № 7 (43). – С. 99-103.

2. Методы геодезического обеспечения комплекса высокоточного широкозонного функционального дополнения системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ-КФД) / И. А. Аникеева, В. К. Андреев, В. С. Вдовин, Г. М. Стеблов // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2023. – № 4. – С. 67-71.

3. Побединский Г. Г., Забнев В. И., Столяров И. А. Научно-технические и организационные проблемы развития системы геодезического обеспечения Российской Федерации // Россия: Тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 15. Ч. 1. Материалы XIX Национальной научной конференции с международным участием «Модернизация России: приоритеты, проблемы, решения», Москва 18-19 декабря 2019 г. – Москва. – ИНИОН РАН. – 2020. – С. 506 - 513. – EDN [YHGDCR](#)

4. Приказ Минэкономразвития России от от 29 марта 2017 г. № 137 «Об установлении структуры государственной нивелирной сети и требований к созданию государственной нивелирной сети, включая требования к нивелирным пунктам»

5. Приказ Росреестра от 19 сентября 2022 г. № П/0344 «Об установлении структуры государственной геодезической сети и требований к созданию государственной геодезической сети, включая требования к геодезическим пунктам»

6. Приказ Росреестра от 26 апреля 2024 г. № П/0123/24 «Об установлении требований к созданию, эксплуатации, функционированию и развитию федеральной сети геодезических станций, содержащих в том числе требования к дифференциальным геодезическим станциям, включаемым в федеральную сеть геодезических станций, порядка включения дифференциальных геодезических станций в федеральную сеть геодезических станций и их исключения из такой сети, требований к созданию, эксплуатации, функционированию государственной информационной системы федеральной сети геодезических станций, состава сведений, содержащихся в государственной информационной системе федеральной сети геодезических станций, а также порядка сбора, хранения, обработки измерительной информации и предоставления сведений о дифференциальных геодезических станциях, включенных в федеральную сеть геодезических станций»

7. Сведения об операторах дифференциальных геодезических станций». Сайт ППК «Роскадастр. [Электронный ресурс]. – Доступ: <https://kadastr.ru/services/svedeniya-ob-operatorakh-differentsialnykh-geodezicheskikh-stantsiy/>

8. Федеральный закон от 30 декабря 2015 г. № 431-ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

УДК 332.334.2:69

Анализ эффективности сервисов Национальной системы пространственных данных для формирования земельных участков под домами блокированной застройки

Макарова Д.Н., научный руководитель: доцент ПГУАЗ Киселева Н.А.

Пензенский государственный университет архитектуры и градостроительства» (ПГУАС), г. Пенза, Россия

Федеральная государственная информационная система «Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных» (НСПД) – это отечественное геоинформационное программное обеспечение, создаваемое для работы с пространственными данными федеральных и региональных информационных систем, поступающими на платформу в рамках информационного взаимодействия.

Государственная программа Российской Федерации «Национальная система пространственных данных» утверждена постановлением Правительства Российской Федерации «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных» [3].

Одним из ключевых направлений развития системы является обеспечение достоверности и полноты данных в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН), содержащем сведения о характеристиках земельных участков и объектов недвижимости, а также сведения об их правообладателях.

Кроме того, с 1 января 2025 года, после упрощения процедуры оказания государственных услуг в сфере земельных отношений, Национальная система пространственных данных позволяет подготовить необходимые документы в электронном виде.

Цель исследования: выявление и изучение возможностей пространственного анализа, которые предоставляет Национальная система пространственных данных для оформления земельных участков в собственность под домом блокированной застройки.

Для достижения цели были определены следующие задачи:

изучить возможности НСПД в сфере земельно-имущественных отношений;

исследовать сервисы НСПД, необходимые для оформления земельных участков;

определить эффективность использования НСПД при оформлении земельных участков;

выявить возможности и недостатки пространственного анализа на основе Национальной системы пространственных данных.

Объект исследования: земельный участок под домом блокированной застройки по адресу: г. Пенза, 4-й Орловский проезд, 15Б.

Национальная система пространственных данных включает в себя 14 сервисов, используя которые можно:

- получить земельные участки, находящиеся в государственной или муниципальной собственности;

- получить информацию по изменениям объектов недвижимости;

- подготовить схему строительства для ИЖС;

- найти земельные участки, подходящие для развития туризма.

Земельный участок под домом блокированной застройки (жилой дом, блокированный с другим жилым домом (другими жилыми домами) в одном ряду общей боковой стеной (общими боковыми стенами) без проемов и имеющий отдельный выход на земельный участок [2]), расположенный по адресу г. Пенза, 4-й Орловский проезд, 15Б, принадлежащий жильцам на праве общей долевой собственности, отсутствует. Соответственно, чтобы избежать процедуры раздела земельного участка, необходимо изначальное образование и получение отдельных земельных участков под каждым блоком из муниципальной собственности в собственность жильцов данного дома.

Для получения в собственность или аренду земельных участков с помощью Национальной системы пространственных данных необходимо воспользоваться сервисом «Земля просто».

Сервис предоставляет следующие возможности:

1) Выбор существующего земельного участка:

- выбрать земельный участок из ЕГРН;

2) Выбор земельного участка или территории из перечней, сформированных органами власти:

- земля для стройки;

- земля для туризма;

- земля для фермера.

3) Формирование границы земельного участка для последующего образования:

- нарисовать территорию.

4) Увеличение площади земельного участка или изменение его конфигурации:

-увеличить площадь участка;

- изменить конфигурацию участка.

Так как при анализе территории по исследуемому адресу земельных участков не обнаружено, то следует сформировать границы земельных участков для их последующего образования с помощью функции «нарисовать территорию». Далее необходимо с помощью предложенных инструментов нарисовать земельные участки, пройти проверку

на пересечение с другими земельными участками, заполнить данные для формирования запроса.

После выполненных этапов происходит формирование запроса, в котором указываются следующие данные для земельных участков:

- кадастровый номер (58:29:3012007: ЗУ1 и 58:29:3012007: ЗУ2).
- адрес (г. Пенза, 4-й Орловский проезд, 15Б).
- вид разрешенного использования (блокированная жилая застройка).
- площадь (825 кв. м. и 1 069 кв. м. соответственно).
- тип услуги (предварительное согласование предоставления земельного участка);
- способ выбора земельного участка (нарисованная территория).
- дата создания.

Кроме запроса в данном сервисе автоматически готовится схема расположения земельного участка, в которой указаны координаты характерных точек границы земельного участка, а также сама схема с условными обозначениями. Данные, полученные с помощью сервиса «Земля просто» позволяют подавать заявление через портал Госуслуг о предварительном согласовании предоставления земельного участка и ждать ответа от органов власти.

Сводную информацию по земельному участку, которая также может пригодиться при оформлении участка в собственность, можно получить с помощью сервиса «Градостроительная проработка онлайн». Результатом использования данного сервиса является справка о запрашиваемой территории, в которой указаны все пересечения земельного участка: с другими земельными участками, а также с ЗОУИТ.

Анализируемые земельные участки имеют пересечения с зонами с особыми условиями использования территории: охранный зона кабельной линии, подзоны приаэродромной территории, охранный зона ВЛ-110кВ. Пересечения с ЗОУИТ не являются препятствием для оформления земельного участка в собственность, но несут за собой ряд ограничений.

Например, в охранный зоне ЛЭП (ВЛ) запрещается:

- производить строительство, капитальный ремонт, снос любых зданий и сооружений;
- осуществлять всякого рода горные, взрывные, мелиоративные работы, производить посадку деревьев, полив сельскохозяйственных культур;
- размещать автозаправочные станции;
- загромождать подъезды и подходы к опорам ВЛ;
- устраивать свалки снега, мусора и грунта;
- складировать корма, удобрения, солому, разводить огонь;
- устраивать спортивные площадки, стадионы, остановки транспорта, проводить любые мероприятия, связанные с большим скоплением людей.

После сбора необходимых документов и информации, полученных при использовании 2 сервисов НСПД, наступает этап оформления земельных участков. Однако возникает вопрос: действительно ли процесс так прост, или существуют основания для отказа со стороны муниципалитета в предоставлении земельных участков.

Основной причиной отказа в предоставлении земельного участка может стать случай, если границы земельного участка пересекают красные линии территорий общего пользования, поскольку земельные участки общего пользования приватизации не подлежат. Такие линии учитываются при подготовке схемы расположения земельного участка, которая необходима для образования участков.

Схему расположения земельного участка сервис «Земля просто» изготавливает автоматически, но если изучить условные обозначения, то «красных линий» там нет. Соответственно, если планируемые к образованию земельные участки пересекают красные линии, о которых нет возможности узнать с помощью сервисов НСПД, будет получен отказ о предварительном согласовании предоставления земельного участка.

Узнать, где проходят красные линии можно:

- 1) в администрации муниципалитета, сделав запрос на получение копии ППТ в отделе архитектуры. Информация об утвержденных проектах должна размещаться на официальных сайтах администраций, однако это делается не всегда;
- 2) в градостроительном плане земельного участка (п. 17 ч. 3 ст. 57.3 ГрК РФ) [1];
- 3) на публичной кадастровой карте.

Таким образом, можно сделать вывод, что Национальная система пространственных данных включает в себя сервисы, дающие возможность получить данные для образования и оформления земельных участков в собственность, но она не даёт гарантии, что собранных данных будет достаточно и что собственники дома не получат отказ.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ
2. Федеральный закон от 30 декабря 2021 г. № 476-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 1 декабря 2021 г. № 2148 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Национальная система пространственных данных»
4. Официальный сайт портала пространственных данных «Национальная система пространственных данных». [Электронный ресурс] – URL: https://nspd.gov.ru/#top_section
5. Публичная кадастровая карта. [Электронный ресурс] – URL: <https://nspd.gov.ru/map?thematic=ПКК>

УДК 528.4

Целесообразность использования лазерного сканера в целях трехмерного кадастра

**Тамарашвили Г.З., научный руководитель: старший преподаватель ГУЗ
Чистякова Е.А.**

Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва, Россия

Введение

Кадастровый учет объектов недвижимости связан с решением множества задач, среди которых ключевую роль играет геодезическое обеспечение ведения кадастра. Точное определение местоположения и геометрических параметров объекта — обязательное условие для его постановки на учет и внесения в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН). При этом все пространственные данные должны быть представлены в местной системе координат региона. Недостаточная систематизация и низкое качество геопространственной информации в текущей кадастровой системе ведут к реестровым ошибкам, судебным спорам и финансовым убыткам. Таким образом, высокоточные геодезические работы и упорядоченный кадастр служат фундаментом для устойчивого экономического развития государства.

Современные технологии повышают достоверность и полноту пространственных данных, что напрямую влияет на экономическую эффективность. Переход от двумерного к трехмерному кадастру обеспечивает более точное определение площадей, учет рельефа и многоуровневой застройки, что особенно актуально для растущей городской среды. Многоэтажная застройка включает надземные, подземные и наземные элементы, а значит, на разных высотах могут располагаться независимые недвижимые комплексы, которые невозможно корректно отобразить в двумерной модели.

Необходимость перехода к трехмерному кадастру ставит новую задачу перед геодезическим обеспечением — определение высотных координат с требуемой точностью в местной системе. Хотя законодательство допускает использование информационных моделей, четкие стандарты их точности и единые методики построения трехмерных пространственных моделей для кадастрового учета отсутствуют [4, 8].

Вид модели

В настоящее время трехмерные пространственные модели строятся по результатам лазерного сканирования. Метод сканирования основан на испускании высокочастотных лазерных импульсов, которые направляются на объект, отражаются от его поверхности и возвращаются к источнику излучения. Лазерный сканер регистрирует время прохождения луча и вычисляет расстояние до объекта. В результате формируется набор точек с точными координатами в пространстве, что позволяет создать детальную трехмерную модель объекта (рис. 1). Выделяют методы наземного, мобильного и воздушного сканирования, однако, поскольку в данном исследовании рассматривается процесс создания информационной модели объектов капитального строительства (ОКС), речь будет идти только о наземном лазерном сканировании (НЛС). Средняя квадратическая погрешность (СКП) определения координат при НЛС зависит от прибора и расстояния до измеряемого объекта, но в среднем не превышает 1 см [5, 7, 9, 11].

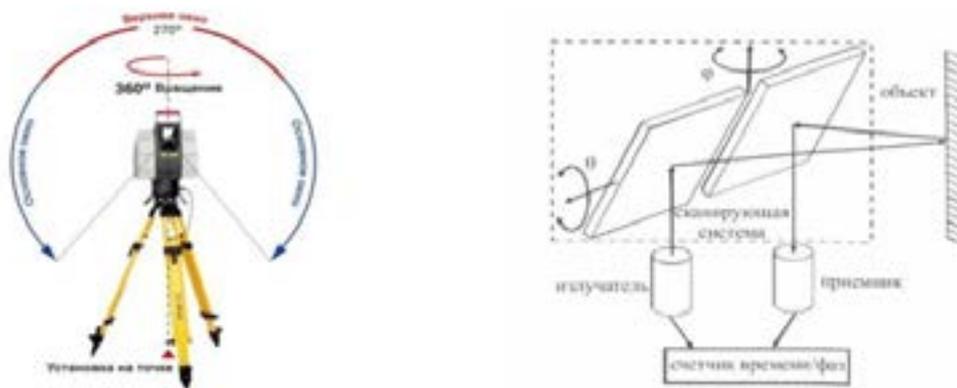


Рис. 1. Принцип работы лазерного сканера

Данный метод имеет как преимущества, так и недостатки (табл. 1).

Таблица 1 Преимущества и недостатки лазерного сканирования

Основные преимущества	Основные недостатки
- высокая точность измерений	- влияние погодных условий на результат
- высокая скорость съемочных работ	- сложность проведения съемочных работ объектов сложной конфигурации
- высокая степень автоматизации	- избыточность результатов для некоторых задач
- быстрое получение результатов	- сложность проведения работ внутри зданий и помещений

Кадастровый учет ведется в местной системе координат региона, соответственно необходима привязка трехмерной модели к пунктам государственной геодезической сети (ГГС) [1].

Точность определения положения характерных точек ОКС закреплена в приказе Росреестра «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» [2] и совпадает с максимально

допустимой погрешностью характерных точек земельного участка, на котором он расположен.

Поскольку в данной работе рассматриваются информационные модели многоуровневой застройки, которая, как правило, расположена в населенных пунктах, СКП определения координат цифровой модели ОКС должна составлять 0,1 м в местной системе координат. При этом возникает проблема контроля передачи координат с одного этажа здания на другой, особенно при высотной застройке [2].

В соответствии с вышеуказанными особенностями НЛС и требованиями к точности информационной модели ОКС для целей кадастра, можно сделать вывод о том, что лазерное сканирование дает большое количество избыточной информации, а именно избыточность в плотности определяемых точек (несколько сотен тысяч измерений на одну станцию съемки). Необходимо отметить, что при проведении лазерного сканирования дополнительно необходимо создавать линейно-угловую сеть при помощи электронного тахеометра. Поэтому основываясь на точности определения характерных точек ОКС в 10 см и на неизбежной необходимости использования в процессе работ электронного тахеометра представляется целесообразным создание упрощенной векторной трехмерной модели ОКС [5].

Под упрощенной векторной моделью понимается модель, построенная из ребер по точкам, которые были определены по углам помещения и другим характерным точкам, а не по облаку точек, которое определяются по результатам лазерного сканирования [6, 10].



Рис. 2. Трехмерная векторная модель ОКС

Как было указано выше, рассматривается вид работ, проводимый внутри зданий и помещений. На сегодняшний день для уже существующих ОКС работы по постановке на кадастровый учет обычно проводятся на этапе эксплуатации ОКС. Из этого вытекают следующие проблемы методов лазерного сканирования:

1) Отображение объектов внутреннего интерьера помещений (шумы). Большое количество шумов во много раз усложняет камеральную обработку измерений и соответственно создания трехмерной модели ОКС.

2) Избыточная точность методов лазерного сканирования для целей кадастрового учета. Методы НЛС позволяют выполнять измерения с точностью от 2 мм, при этом создается облако точек из миллионов измерений за короткое время. Данная особенность является преимуществом при геодезическом сопровождении строительства, где допуски при некоторых видах работ довольно строгие, но данная точность будет являться избыточной для целей кадастра.

3) Экономическая неэффективность метода. Процесс лазерного сканирования является довольно дорогостоящим, хоть и более быстрым в сравнении с классическими методами, но при этом внутри здания применим только метод НЛС, соответственно, из-за отсутствия «открытого неба» невозможно использование ГНСС модулей для привязки к местной системе координат. Данная привязка производится при помощи сгущения линейно-угловой сети электронным тахеометром от пунктов ГГС [3, 5].

Таким образом для создания трехмерных моделей кажется целесообразной разработка методики, учитывающей следующие положения:

1) Создание менее информативной, но достаточной по наполнению геопространственной информацией модели из ребер, построенной по результатам применения классических геодезических методов (электронными тахеометрами);

2) Использование электронного тахеометра как инструмента, которым осуществляется привязка модели к ГГС. При этом исключается необходимость использования лазерных сканеров. Это удешевляет процесс производства работ.

3) Развитие линейно-угловой сети внутри помещений с привязкой к пунктам ГГС, соответственно данные для построения модели будут в соответствии с требованиями кадастрового учета получены в местной системе координат.

4) Предполагается разработать алгоритм работ, по которому внутри здания будет создаваться полигонометрический ход или линейно-угловая сеть, уравнивание которой позволит производить строгий контроль результатов измерений на разных этажах, даже при условии высотной застройки.

Литература

1. Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости»

2. Приказ Росреестра от 23 октября 2020 г. № П/0393 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места»

3. СП 317.1325800.2017. Свод правил. Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила производства работ

4. Рахмедьянов Ч. М., Чернов А. В., Ершов А. В. Анализ возможностей применения BIM для развития системы пространственных данных // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2022. – Т. 7, № 1 – С. 110-115. – EDN YZIVTM.

5. Новоселов Д. Б. Применение наземных лазерных сканеров при геодезическом сопровождении строительства горнодобывающих промышленных предприятий // Интерэкспо Гео-Сибирь. - 2022 – Т. 1 – С. 104-112. – DOI 10.33764/2618-981X-2022-1-104-112 – EDN JIKUPW.

6. Ситникова А. В. Анализ методов создания пространственных моделей // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2022 – Т. 6 – С. 232-239. – DOI 10.33764/2618-981X-2022-6-232-239 – EDN FYOLHT.

7. Лазерные технологии в строительной отрасли: Преимущества и недостатки / С. О. Яценко, Т. А. Сабитова, О. И. Карпова, Е. Д. Соболева, Д. А. Соболев // Инженерный вестник Дона. – 2023 – № 6. [Электронный ресурс]. URL. <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n6y2023/8469>

8. Чернов А. В., Гоголев Д. В., Ким А. А. Анализ преимуществ применения технологии информационного моделирования объектов недвижимости при ведении ЕГРН // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2018 – № 8. – С. 43-49. – EDN XZONYT.

9. Алексеев М. Д., Ромашкина Ю. Э. Технология ручного лазерного сканирования как дополнительный инструмент BIM-моделирования // BIM-моделирование в задачах

строительства и архитектуры. Материалы III международной научно-практической конференции. – 2020. – С. 193-197. DOI: 10.23968/VIMAC.2020.024. – EDN DCLHNY.

10. Чернов А. В. Исследование вариантов построения 3D-модели объектов недвижимости для целей кадастра // Вестник СГУГиТ. – 2018. – Т. 23, № 3. – С. 192-210. – EDN YAATKP

11. Сарычев Д. С. Мобильное лазерное сканирование // САПР и ГИС Автомобильных дорог. – 2013. – № 1. – С. 36-41. – EDN RZKNSB.

УДК 528.88

**Формирование материалов по стереофотограмметрической обработке снимков
Коломиец П.А., научный руководитель: доцент ННГАСУ Ерискина Т.О.**

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Фотограмметрия – это «искусство, наука и технология получения достоверной информации о физических объектах и окружающей среде путем процесса записи, измерения и интерпретации фотографических изображений, изображений моделей электромагнитного излучения и других явлений» [1].

Целью освоения фотограмметрии является получение студентами знаний о наземной, аэро- и космической фотограмметрии, ее видах и методах, принципиальных схемах построения снимков в целях проведения исследований и решения прикладных задач в области картографии, принципах наблюдения и измерения снимков, моделях объектов, видах и методах фототопографической съёмки, фототриангуляции, геометрическом анализе изображений, принципиальных схемах построения снимков, связи между геодезическими и фотограмметрическими координатами, разрешающей способности снимка и других аспектах обработки изображений.

Актуальность изучения методов стереофотограмметрической обработки аэрофотоснимков обусловлена постоянным развитием геодезических и картографических технологий, а также необходимостью повышения точности и эффективности получения пространственных данных. В современном мире геоинформационных систем и дистанционного зондирования большое значение приобретает умение создавать точные цифровые модели рельефа и ортофотопланы с помощью цифровых фотограмметрических систем.

При формировании пакета материалов аэрофотосъёмки необходимо учитывать несколько основных параметров для получения как можно более качественного результата обработки снимков и получения конечного продукта, например, матрицы высот, горизонталей или ортофотоплана.

Первое, на что стоит обратить внимание – это масштаб получаемых данных. От масштаба зависит: высота фотографирования, количество снимков и маршрутов на территорию, детализированность видимых объектов и корректность дальнейшей картографической обработки полученных ортофотопланов.

В большинстве случаев масштаб аэрофотосъёмки принимается в 1,2–1,5 раза мельче масштаба создаваемого плана. Например, если масштаб плана 1:10 000, то масштаб аэрофотосъёмки – 1:12 000–1:15 000.

Выбор масштаба зависит от характера местности, целей съёмки и задач, решаемых при помощи получаемого ортофотоплана. Масштаб 1:2 000 и 1:5 000 используют для составления генеральных планов развития населённых пунктов и районов городов, поиска полезных ископаемых и разведки запасов на больших участках недр (геологоразведка), проектных работ для строительства автомобильных и железных дорог. Для планирования территории применяют такие масштабы, как 1:5 000 или 1:10 000. Эти масштабы позволяют отображать рельеф и объекты на больших площадях, не перегружая карту

мелкими деталями. Для составления карт больших территорий, например, географических или туристических карт, используют такие масштабы, как 1:50 000 или 1:100 000. На таких картах можно отобразить целые регионы, однако детализация объектов будет минимальной.

После выбора масштаба, создаваемого ортофотоплана или изображения рельефа местности, закупают снимки на исследуемую территорию. При получении снимков выполняется входной контроль аэрофотоматериала для проверки качества и пригодности снимков для дальнейшего качественного выполнения работы.

Входной контроль выполняется следующим образом:

1. Визуальный контроль. На аэрофотоснимках должно быть резкое изображение по всему периметру без потери качества и без смазанности изображения.

2. Выявление дефектов. На аэрофотоснимках не должно быть бликов и засветов, также оценивается в процентах степень облачности, попадающей на снимок.

3. Оценка качества. При выполнении входного контроля аэрофотоснимков составляется акт приема аэрофотоснимков в котором указываются выявленные дефекты и пригодности использования аэрофотоснимков в дальнейшей работе.

Входной контроль может быть сплошным или выборочным. Если по его результатам материалы не соответствуют требованиям документации, они не используются в изготовлении фотограмметрической продукции.

Приёмку и оценку качества материалов аэрофотосъёмки проводит организация, которая выполняет аэросъёмочные работы, в соответствии с действующими нормативными актами.

После проверки всех снимков и составления акта водного контроля выполняется внутреннее, внешнее и взаимное ориентирование снимков. Для этого вместе со снимками фотограмметристы получают паспорт аэрофотосъёмки с указанием основных параметров камеры и общими сведениями о результатах аэрофотосъёмки, и также каталог элементов внешнего ориентирования. Взаимное ориентирование выполняется программой автоматически с ручной доработкой.

После проверки всех снимков и составления акта водного контроля выполняется внутреннее и внешнее ориентирование снимков. Для этого вместе со снимками фотограмметристы получают паспорт аэрофотосъёмки с указанием основных параметров камеры и общими сведениями о результатах аэрофотосъёмки, и также каталог элементов внешнего ориентирования соответственно.

Внутреннее ориентирование снимков необходимо для вычисления значений параметров, которые определяют положение и ориентацию системы координат снимка относительно системы координат цифрового изображения.

Задачи внутреннего ориентирования снимков:

- искажения (аэроснимок может иметь искажения, обусловленные центральной проекцией – ошибка за рельеф);

- перспективные искажения;

- несоответствие масштаба (оно возникает из-за проведения залёта в другом масштабе и колебаний высоты фотографирования в момент съёмки);

- произвольная система координат;

- определение положения главной точки для каждого снимка в проекте (позволяет связать измеренные координатные метки с пиксельной или файловой системой координат).

Таким образом, внутреннее ориентирование важно для корректной обработки снимков и работы с ними в различных задачах, связанных с фотограмметрией.

Внешнее ориентирование снимков нужно для того, чтобы определить положение и угловую ориентацию изображения. Это важно при получении со снимков пространственной информации в виде координат, цифровых моделей рельефа или местности, контуров ситуации и других данных.

Без внешнего ориентирования модель, построенная по снимкам, будет расположена произвольно в пространстве, а измерения по ней будут проводиться в произвольной системе координат. Как правило, картографическая продукция должна быть в геодезической системе координат, поэтому модель необходимо ориентировать в ней.

Таким образом, внешнее ориентирование снимков позволяет пересчитывать модель из системы координат, выбранной при взаимном ориентировании, в геодезическую (внешнюю) систему координат.

После добавления элементов внешнего ориентирования снимков и получения данных о маршрутах переходят к восстановлению взаимного положения всех снимков и объединения одиночных моделей местности в единую модель в продольном и поперечном перекрытиях. Для этого производят взаимное ориентирование снимков, а именно, набор связующих точек в стереопарах и триплетах снимков. При наборе следуют правилам, что в стереопаре связующих точек должно быть не менее 6 на зону перекрытия, в триплетах – не менее 2 [2].

По окончании набора связующих точек в проекте переходят к установлению данных о системе координат сформированной модели местности. Для точного определения координат точек и дальнейшей проверки правильности создания ортофотопланов выставляют опорные и контрольные точки с определенными на местности координатами. Для выполнения данного вида работ получают материалы планово-высотной привязки, а именно, абрисы и каталоги координат опорных и контрольных точек [3].

Опорные точки используются для уточнения геопривязки аэрофотоснимков, с их помощью получают точные пространственные координаты земной поверхности или объектов на ней, опорные точки служат для ориентирования и уравнивания сети фототриангуляции в системе координат местности (объекта). Чем больше опорных точек и чем равномернее они распределены по всей области, тем выше точность и качество определения координат точек на снимке.

Контрольные точки используются для определения конечной точности получения координат точек сети фототриангуляции, то есть точек на местности (объекте).

Таким образом к пакету исходных данных проекта относятся:

1. аэрофотоснимки (могут быть масштаба мельче масштаба создаваемых ортофотоплана и плана);

2. паспорт аэрофотосъемки, включающий:

- данные о проведенной съемке,
- данные о параметрах и модели камеры,
- данные о размерах аэрофотоснимка,
- данные о физическом размере пикселя,
- данные о количества маршрутов и аэрофотоснимков,
- элементы внутреннего ориентирования и др;

3. каталог элементов внешнего ориентирования снимков, включающий в себя:

- имена аэрофотоснимков,
- элементы внешнего ориентирования (координаты центра проекции, углы разворота системы координат),
- высоты фотографирования;

4. материалы планово-высотной привязки:

- абрисы для получения данных о местоположении точек,
- каталоги координат опорных и контрольных точек проекта (для получения данных о системе координат проекта и определения конечной точности получения координат точек сети фототриангуляции).

Правильность и полнота подготовленных материалов обеспечивает качество дальнейшей обработки и точность получаемых геопространственных данных. В процессе подготовки необходимо обеспечить правильную организацию и оформление всех

исходных документов, внимательное заполнение и проверка позволяют обеспечить высокую точность внутреннего и внешнего ориентирования изображений, что в конечном итоге гарантирует получение точных результатов, соответствующих требованиям проекта.

Литература

1. Козин Е. В., Карманов А. Г., Карманова Н. А. Фотограмметрия: учебное пособие. – Санкт-Петербург: ИТМО, 2019. – 142 с.

2. Цифровая фотограмметрическая система PHOTOMOD UAS. Версия 8.0: руководство пользователя: обработка данных беспилотных летательных аппаратов (Windows x64) // Акционерное общество «ФИРМА «РАКУРС». – URL: <https://racurs.ru/downloads/documentation/rus/uas.pdf>

3. Цифровая фотограмметрическая система PHOTOMOD. Версия 6.4: руководство пользователя: общие параметры системы // Акционерное общество «ФИРМА «РАКУРС». – URL: <https://racurs.ru/upload/medialibrary/pdf/settings.pdf>

УДК 528.8

Анализ пространственного распределения эрозии почв с использованием облачных технологий Google Earth Engine

Андрейченко А.О., научный руководитель: доцент ГУЗ Евстратова Л.Г.

Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва, Россия

Деградация земель является критической проблемой во всем мире. На фоне сокращения площадей пахотных земель в России одной из ключевых задач становится мониторинг и предотвращение процессов почвенной эрозии [1, 2]. Одним из наиболее эффективных инструментов количественной оценки водной эрозии является модель RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation – универсальное уравнения потери почвы), широко применяемая как в научных исследованиях, так и в практике природопользования.

Актуальность использования данной модели заключается в её универсальности, способности учитывать влияние различных факторов – осадков, уклона, типа почв, растительности и землепользования – на интенсивность эрозии. Современные методы пространственного анализа, основанные на интеграции дистанционного зондирования, геоинформационных систем и открытых данных, позволяют автоматизировать расчёты и повысить точность оценок на больших территориях. Внедрение модели RUSLE в среду Google Earth Engine (GEE) обеспечивает оперативность, воспроизводимость и масштабируемость анализа. Благодаря облачным вычислениям, встроенным библиотекам спутниковых данных, удобному интерфейсу и возможности написания программного кода на JavaScript и Python, GEE становится особенно актуальной платформой для оценки эрозионных рисков, в том числе в таких регионах, как Нижегородская область, где требуется детальный подход к охране почв при интенсивном сельскохозяйственном использовании и сложной морфологии рельефа.

Методология исследования основывается на последовательном расчёте универсального уравнения потерь почвы от эрозии RUSLE [3, 4, 5]:

$$A = LS \cdot R \cdot K \cdot C \cdot P,$$

где R – фактор эрозионного воздействия дождя $\frac{\text{Мегаджоуль-мм}}{\text{га}\cdot\text{час}\cdot\text{год}}$, K – фактор эродированности почвы $\frac{\text{т}\cdot\text{га}\cdot\text{час}}{\text{га}\cdot\text{Мегаджоуль-мм}}$, LS – фактор длины и крутизны склона (безразмерный), C – фактор растительного покрова (безразмерный, изменяющийся от 0 до 1), P – фактор противоэрозионных мероприятий (безразмерный, изменяющийся от 0 до 1).

Каждый из этих факторов был определён на основе общедоступных глобальных данных за 2017-2018 г, таких как:

- данные по гидрологическим бассейнам из набора HydroSHEDS/v1/Basins/hybas_12;
- ежемесячные данные осадков: NASA/GPM_L3/IMERG_V06;
- цифровая модель высот SRTM USGS/SRTMGL1_003;
- мультиспектральные данные для расчета NDVI: Sentinel-2;
- ежегодные данные типов земного покрова: MODIS/006/MCD12Q1;
- карта текстурных классов почвы USDA: OpenLandMap/SOL/SOL_TEXTURE-CLASS_USDA-TT_M/v02.

Фактор R (фактор эрозионного воздействия осадков – Rainfall-Runoff Erosivity Factor) отражает вклад осадков в процесс водной эрозии почв. Он характеризует кинетическую энергию осадков и их способность вызывать смыв почвы, особенно в периоды интенсивных дождей. В оригинальной методике R рассчитывается на основе интенсивности и продолжительности дождевых событий. Однако в условиях отсутствия детальных метеорологических данных на больших территориях использовалась формула, которая пользуется популярностью в таких случаях [5; 6; 7]:

$$R = a \cdot P + b ,$$

где P – сумма осадков в мм, а и b – коэффициенты, отражающие погодные условия исследуемой области.

На территории Нижегородской области значения варьируются от умеренных до относительно высоких, что указывает на наличие климатических условий, способствующих развитию водной эрозии при отсутствии защитных мер.

Пространственное распределения фактора эрозионного воздействия осадков для исследуемой территории представлен на рис. 1, визуализирован в виде непрерывного числового слоя с помощью инструментов Google Earth Engine, где возрастающие значения отражают рост риска водной эрозии. Этот показатель напрямую связан с кинетической энергией дождевых осадков: более высокие значения R характерны для регионов с интенсивными и продолжительными осадками в течение года, что усиливает разрушительный потенциал дождевых капель и поверхностного стока. На легенде карты зоны с повышенным эрозионным риском выделены тёмно-синими оттенками, подчёркивая территории, где климатические условия создают предпосылки для активного смыва почв.

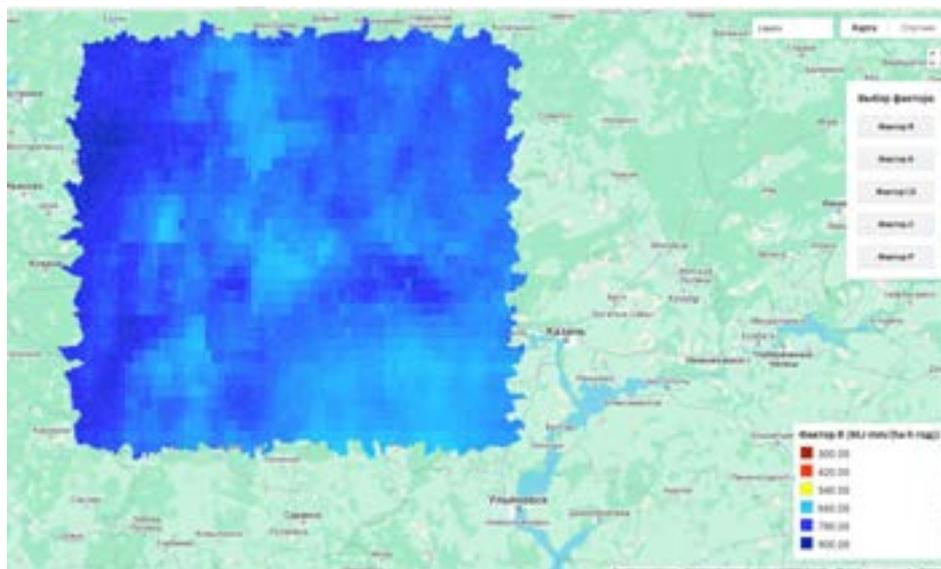


Рис. 1. Визуализация фактора эрозионного воздействия осадков

В Нижегородской области значения фактора R варьируются от умеренных до относительно высоких, демонстрируя пространственную неоднородность эрозионного потенциала. Наибольшие риски сконцентрированы в районах с повышенным годовым

количеством осадков, где даже при средних значениях R отсутствие противоэрозионных мер может привести к деградации почвенного покрова. Так же повышенные риски вызывает сочетание умеренного эрозионного потенциала осадков с резкими перепадами высот, характерными для правобережья Волги и южной части региона. Такая комбинация факторов усиливает энергию поверхностного стока, что при антропогенной нагрузке провоцирует ускоренное развитие овражной сети и потерю плодородного слоя. Таким образом, даже умеренные климатические показатели R в условиях сложного рельефа и хозяйственной деятельности требуют внедрения адаптивных природоохранных практик для минимизации почвенных потерь.

Фактор K (эродируемость почвы – Soil Erodibility Factor) определяет чувствительность почв к размыванию. Расчёт производился по классам, выделенным на основе данных глобальной почвенной карты. Каждому классу почв было сопоставлено значение коэффициента K согласно нормативам и рекомендациям USDA (United States Department of Agriculture) [8].

Таким образом, на карте значений K (рис. 2), варьирующихся в диапазоне от 0.01 до 0.06, можно наглядно увидеть, насколько подвержены почвы эрозии в каждом пикселе территории. Значения выше 0.04 характерны для лёгких почв с высоким содержанием ила и низким содержанием органического вещества – такие почвы наиболее уязвимы к водной эрозии. В то же время, значения ниже 0.03 соответствуют более плотным, глинистым почвам с высоким содержанием гумуса и устойчивой структурой, что делает их менее восприимчивыми к разрушению.

На итоговой карте отчётливо прослеживается, что в северной части исследуемой территории преобладают именно те типы почв, которые обладают высокой эродируемостью. Здесь распространены лёгкие супеси и сильно структурированные илы, отличающиеся низкой прочностью агрегатов и слабой сопротивляемостью воздействию поверхностного стока. Значения фактора K на этих участках, превышают 0.05, указывая на необходимость применения специальных почвозащитных мероприятий. Эти особенности необходимо учитывать при землепользовании и аграрном планировании, поскольку такие почвы быстрее теряют плодородный слой под воздействием эрозионных процессов.

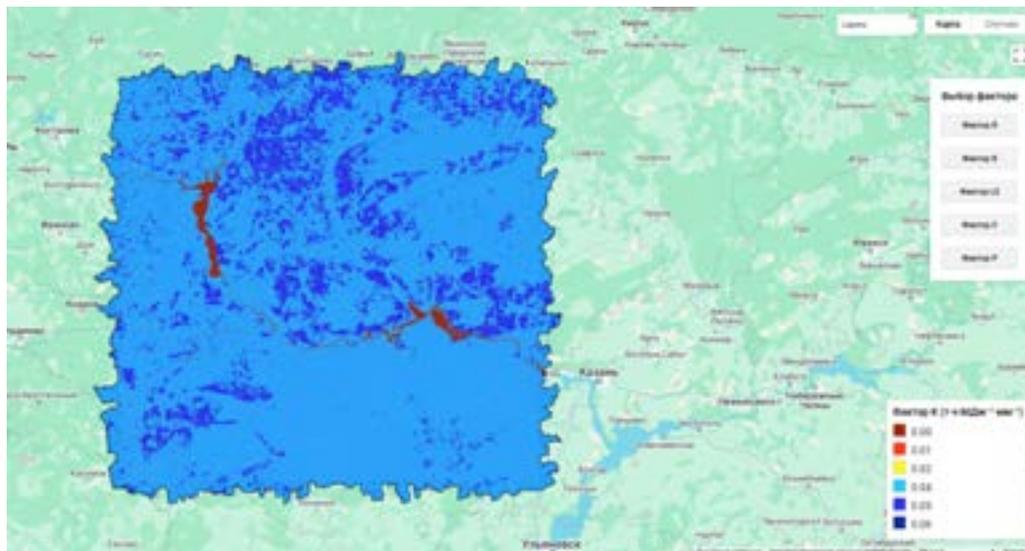


Рис. 2. Визуализация фактора эродируемости почвы

Фактор LS (Slope Length and Steepness Factor) LS – топографический фактор в уравнении RUSLE который учитывает влияние длины склона L и его крутизны S на эрозию почвы. Этот фактор учитывает, как изменяются процессы водной эрозии в зависимости от формы рельефа и рассчитывался по формуле [6]:

$$LS = \sqrt{\frac{L}{100}} \cdot (0.53 \cdot S_{Rad} + 0.076 \cdot S \cdot S_{Rad} + 0.76),$$

где S – уклон склона в градусах, S_{Rad} – уклон, приведённый к тангенсу, L – длина склона в метрах.

Значения LS-фактора варьируются от почти 0 в равнинных участках без накопления потока до высоких значений 30–40 на склонах с интенсивным дренажем. Высокие значения LS часто наблюдаются вдоль речных долин, оврагов, склонов – там, где поток собирается и имеет крутой уклон. Низкие значения – на водоразделах, равнинах, плато. В соответствии с классификацией склонов по крутизне, значения в диапазоне 0.00–8.00 соответствуют пологим склонам, где эрозионная опасность минимальна; 8.00–16.00 – слабо покатым склонам с умеренной подверженностью эрозии; 16.00–24.00 – средне покатым склонам, где интенсивность эрозии существенно возрастает; 24.00–32.00 – сильнопокатым склонам, подверженным активной эрозии; 32.00–40.00 и выше – крутым склонам, где процессы размыва почвы наиболее выражены. На итоговой карте LS-фактора (рис. 3) отчётливо прослеживается пространственное распределение склонов. В южной части территории Нижегородской области, а также в долинах и по краям речных балок преобладают средне- и сильнопокатые склоны, где значения LS превышают 16 и достигают 30 и более, что указывает на значительную эрозионную опасность. Эти участки требуют особого внимания при планировании противоэрозионных мероприятий. В то же время в северной и центральной части региона доминируют пологие и слабо покатые склоны, где значения LS-фактора в основном не превышают 8–12. Несмотря на это, при наличии других неблагоприятных факторов, таких как высокая эродируемость почв, интенсивные осадки или низкий уровень растительного покрова, даже такие участки могут быть уязвимыми к водной эрозии.

Таким образом, карта LS-фактора позволяет не только количественно оценить эрозионное давление рельефа, но и классифицировать территорию по степеням риска, служа основой для комплексной оценки уязвимости земель и планирования природоохранных мер.

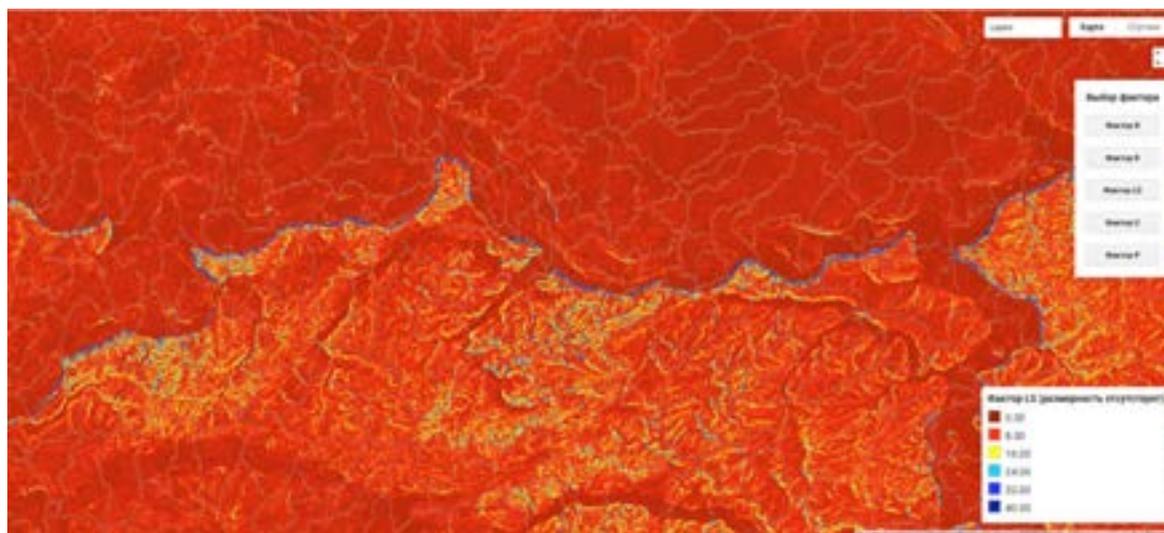


Рис. 3. Визуализация фактора LS

Фактор C (Cover-Management Factor) отражает влияние растительности на защиту почвы от эрозии. Из коллекции была получена медианная мозаика, на основе которой рассчитывался NDVI (Normalized Difference Vegetation Index):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED},$$

где NIR – значение яркости ближнего инфракрасного канала (Sentinel-2: B8), RED – значение яркости красного канала (Sentinel-2: B4). Затем по формуле:

$$C_{temp} = \exp \frac{(-\alpha \cdot NDVI)}{(\beta - NDVI)}.$$

где $\alpha = -2$, $\beta = 1$, был рассчитан промежуточный показатель, который преобразует данные NDVI в числовые значения, отражающие степень защиты почвы растительностью. Который было необходимо нормализовать до значений от 0 до -1 с помощью формулы:

$$C = \frac{C_{temp} - C_{min}}{C_{max} - C_{min}}.$$

где C_{min} – минимальное значение C_{temp} в регионе, C_{max} – максимальное значение C_{temp} в регионе.

На итоговой карте фактора С (рис. 4) отчетливо видно распределение зон с разной степенью растительной защиты почвы. В северных и лесистых районах преобладают низкие значения фактора С (0.00–0.29), что соответствует густым лесам и нетронутым экосистемам с высокой защитой от эрозии. В центральных зонах с пастбищами и агролесоводством значения фактора варьируются в среднем диапазоне (0.29–0.43), указывая на умеренно высокую степень защиты. В районах интенсивного сельскохозяйственного использования, где выращиваются озимые культуры и редкие кустарники, значения С находятся в среднем диапазоне (0.43–0.86), что свидетельствует о средней защите почвы. На участках с сезонными пропашными культурами, часто расположенных на более открытых и обрабатываемых землях, фактор С достигает максимальных значений (0.86–1.00), указывая на низкую растительную защиту и высокую подверженность эрозии. Такое пространственное распределение факторов позволяет выявить зоны с повышенным риском потерь почвы и необходимость применения мер по защите и восстановлению растительного покрова.

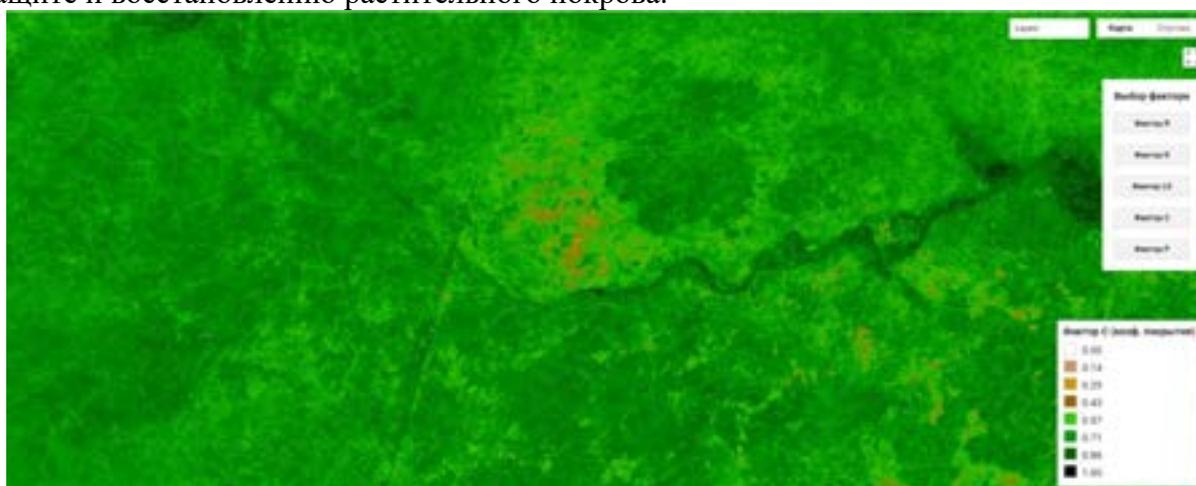


Рис. 4. Визуализация фактора С

Фактор Р (Support Practice Factor) в модели RUSLE отражает влияние агротехнических и инженерных мероприятий, направленных на снижение эрозионных потерь. Он учитывает степень внедрения практик, таких как террасирование, контурная обработка почвы, мульчирование и другие методы, способствующие уменьшению силы поверхностного стока и сохранению почвы. В данном исследовании расчёт фактора Р был выполнен на основе перекрёстного анализа уклонов местности (по цифровой модели рельефа) и классифицированного слоя землепользования (например, по данным MODIS Land Cover). Для каждой комбинации типа землепользования и градиента уклона были присвоены эмпирические значения коэффициента Р, основанные на рекомендациях международных исследований, включая методические подходы USDA.

Так, например, для сельскохозяйственных угодий на пологих склонах (менее 5°) было задано значение $P \approx 0.3$, что отражает наличие эффективных защитных практик. При увеличении уклона до 10–20% значение возрастает до 0.6, а для крутых склонов с интенсивным землепользованием может достигать 0.9. Для других категорий, таких как леса, водоёмы, застройка и пастбища без обработки почвы, значение коэффициента P принималось равным 1, что означает отсутствие специальных защитных мероприятий или их нерелевантность в контексте рассматриваемой модели.

На итоговой карте значений P (рис. 5) значения варьируются от 0.2 до 1.0. Значения P ниже 0.4 указывают на высокую степень противоэрозионной защиты, характерную для территорий с террасированием, травяными полосами, мульчированием и другими интенсивными практиками. Такие условия чаще всего наблюдаются на ровных и умеренно наклонных сельскохозяйственных землях, где применяются технологии охраны почв. Значение около 0.6 типично для участков с контурной обработкой почвы, где меры снижения эрозии реализуются, но в менее выраженной форме. Наиболее уязвимыми считаются участки с коэффициентами P в диапазоне 0.8–1.0. Они соответствуют зонам, где отсутствуют меры защиты или применяются малоэффективные практики, такие как вспашка вдоль склона. Эти участки чаще всего приурочены к крутым склонам, фрагментам интенсивного землепользования и периферийным зонам населённых пунктов, где наблюдаются повышенные риски почвенной эрозии.

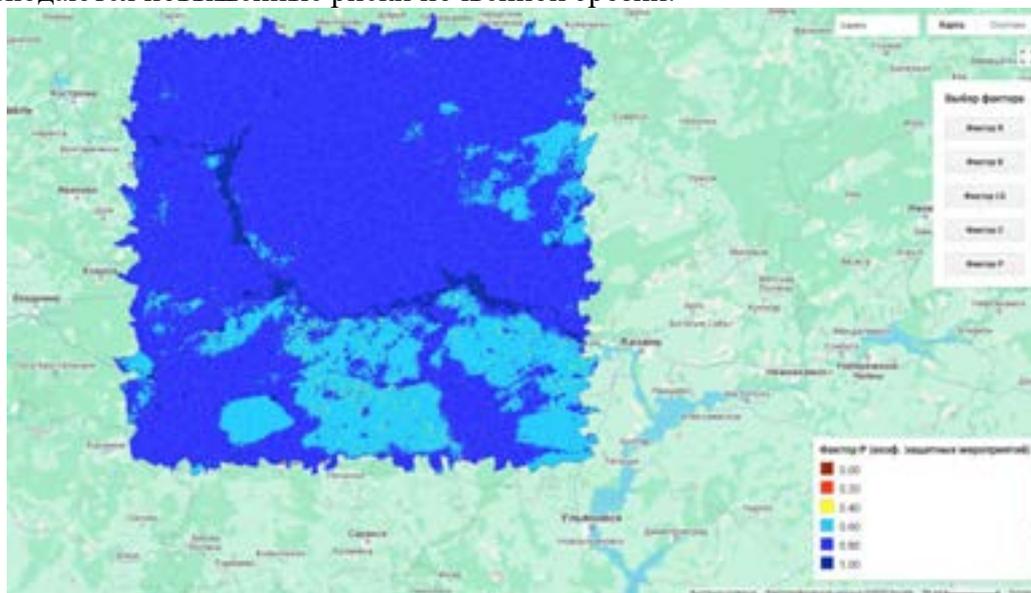


Рис. 5. Визуализация фактора противоэрозионных мероприятий

На основе всех рассчитанных факторов модели RUSLE была получена итоговая карта среднегодовой потери почвы для Нижегородской области (рис. 6). Средняя потеря почвы по региону составила: 41 т/га/год, что свидетельствует о высокой интенсивности эрозионных процессов. Итоговая карта визуализирует пространственное распределение эрозионных потерь на исследуемой территории, что позволяет выявить участки с наибольшей уязвимостью к эрозии, провести сравнительный анализ по суббассейнам, а также использовать полученные данные в системах пространственного планирования и природоохранных мероприятий. Визуализация итогового слоя сопровождается легендой, отражающей градации потерь почвы от минимальных до критических значений, и может быть экспортирована для дальнейшего анализа и отчётности.

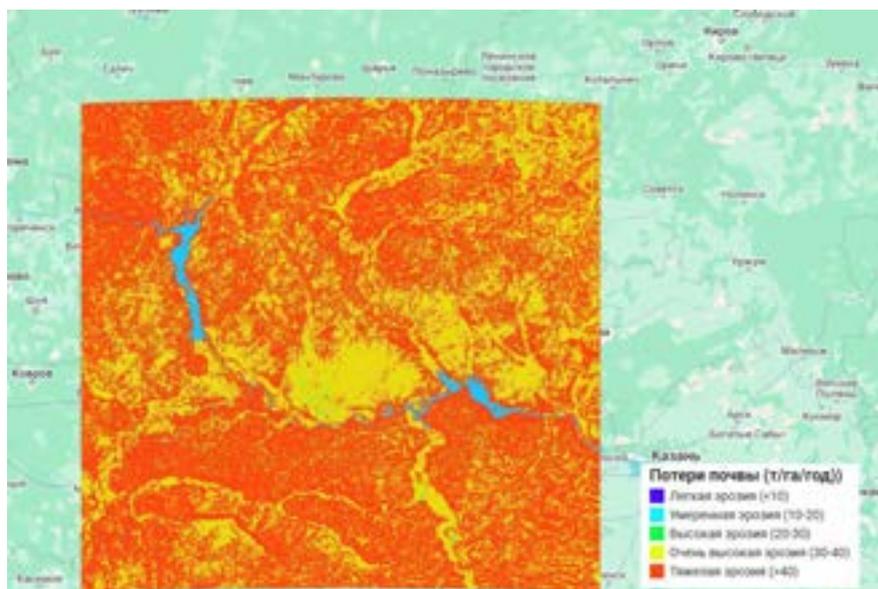


Рис. 6. Визуализация итоговой карты

Таким образом, проведённое исследование демонстрирует потенциал применения современных ГИС и данных ДЗЗ для оценки почвенной эрозии на региональном уровне. Облачная платформа GEE обеспечивает высокую автоматизацию процессов обработки и анализа данных, а также возможности для визуализации и экспорта результатов. Полученные данные могут быть использованы как основа для принятия решений в области устойчивого управления земельными ресурсами, планирования агроэкологических мероприятий и мониторинга состояния окружающей среды. В перспективе целесообразно расширение географии анализа, внедрение более точных региональных данных и моделирование различных сценариев землепользования с целью оценки их воздействия на процессы деградации почв.

Литература

1. Барсукова, Г. Н., Шеуджен З. Р., Деревенец Д. К. Сокращение площади сельскохозяйственных угодий и пашни как общемировая тенденция уменьшения части ресурсного потенциала аграрного производства // *International agricultural journal*. – 2021. – № 6. – С. 524-544. – DOI:10.24412/2588-0209-2021-10413. URL: [https://cyberleninka.ru/article/n/sokraschenie-ploschadi-selskohozyaystvennyh-ugodiy-i-pashni-kak-obschemirovaya-tendentsiya-umensheniya-chasti-resursnogo](https://cyberleninka.ru/article/n/sokraschenie-ploschadi-selskohozyaystvennyh-ugodiy-i-pashni-kak-obschemirovaya-tendentsiya-umensheniya-chasti-resursnogo-potentsiala-agrarnogo-proizvodstva)
2. Методы использования мультиспектральных снимков при экологическом мониторинге мелиорированных земель / Д. А. Шаповалов, Л. А. Ведешин, Л. Г. Евстратова, А. А. Антошкин // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*. – 2023. – Т. 20. – № 4. – С. 187-201. DOI: 10.21046/2070-7401-2023-20-4-187-201.
3. Wischmeier, W. H. Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning / W. H. Wischmeier, D. D. Smith // DC: Science and Educational Administration, US department of Agriculture. – Washington, 1978. – P. 400.
4. Predict Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). / K. G. Renard [et al]; Agricultural Research Service. – Washington, 1997. – P. 404.
5. Parveen, R. Integrated Approach of Universal Soil Loss Equation (USLE) and Geographical Information System (GIS) for Soil Loss Risk Assessment in Upper South Koel Basin, Jharkhand / R. Parveen, U. Kumar // *Journal of Geographic Information System*. – 2012. – Т. 4, № 6. – С. 588 – 596. – DOI: 10.4236/jgis.2012.46061.

6. Gelagay, H. S. Soil Loss Estimation Using GIS and Remote Sensing Techniques: A Case of Koga Watershed, Northwestern Ethiopia / H. S. Gelagay, A. S. Minale // International Soil and Water Conservation Research. – 2016. – Vol. 4. – P. 126–136.– DOI: [10.1016/j.iswcr.2016.01.002](https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2016.01.002). –

URL: <https://sciencedirect.com/science/article/pii/S2095633915301076>

7. Desmet, P. J. J. GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units / P. J. J. Desmet, G. A. Govers // Journal of Soil and Water Conservation. – 1996. – Vol. 51, №. 5. – P. 427-433.

8. Renard, K. G. Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) / K. G. Renard, G. R. Foster, G. A. Weesies, D. K. McCool, D. C. Yoder // Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1997. – 404 p. – (Agriculture Handbook; No. 703). – URL: <https://www.tucson.ars.ag.gov/unit/publications/PDFfiles/717.pdf>

УДК 630.90

Формирование цифровой копии инженерных коммуникаций

Кочетов Н.А., Научный руководитель: заведующий кафедрой геоинформатики, геодезии и кадастра ННГАСУ Чечин А.В.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Создание трехмерных моделей территорий и объектов сегодня является наиболее прогрессивным способом представления геодезической информации о геометрических параметрах объектов. Исходными данными для создания трехмерных являются данные полученные в результате полевых инструментальных съёмок с использованием методов наземного и воздушного лазерного сканирования, наземной цифровой стереофотограмметрии и других современных технологий.

При малых объемах съемки метод наземной цифровой стереофотограмметрии демонстрирует превосходство над остальными методами с точки зрения экономической эффективности при построении трехмерных моделей [1].

Перед проведением съемки необходимо определить оптимальные параметры фотографирования, которые позволят минимальному числу снимков покрывать весь участок съемки и количество «черных» дыр будет сведено к минимуму. Для выявления оптимальных параметров фотографирования инженерной коммуникации было проведено исследование. Для этого была выполнена съемка инженерной коммуникации с разных расстояний и с разным базисом фотографирования. Схема проведения эксперимента представлена на рис. 1.

Для проведения эксперимента использовалась камера Olympus pen e-pl6. Разрешение матрицы составляет 16.1, фактический размер матрицы составляет 17.3 x 13.0 мм, максимальное разрешения полученного снимка 4608 x 3456 пикселя.

Фотоаппарат закреплялся на вехе с помощью специального переходника (рис. 2). Это делалось для установки фотоаппарата над точкой фотографирования в отвесное положение, с помощью круглого уровня, установленного на вехе.

Для координирования были закреплены кодированные 16-битные марки (рис. 3) на стене здания, вблизи коммуникации. Координирование марок осуществлялось электронным тахеометром «Sokkia FX-105», измерения производились полным приемом. Вычисление координат марок производилось в программном обеспечении Credo Dat.

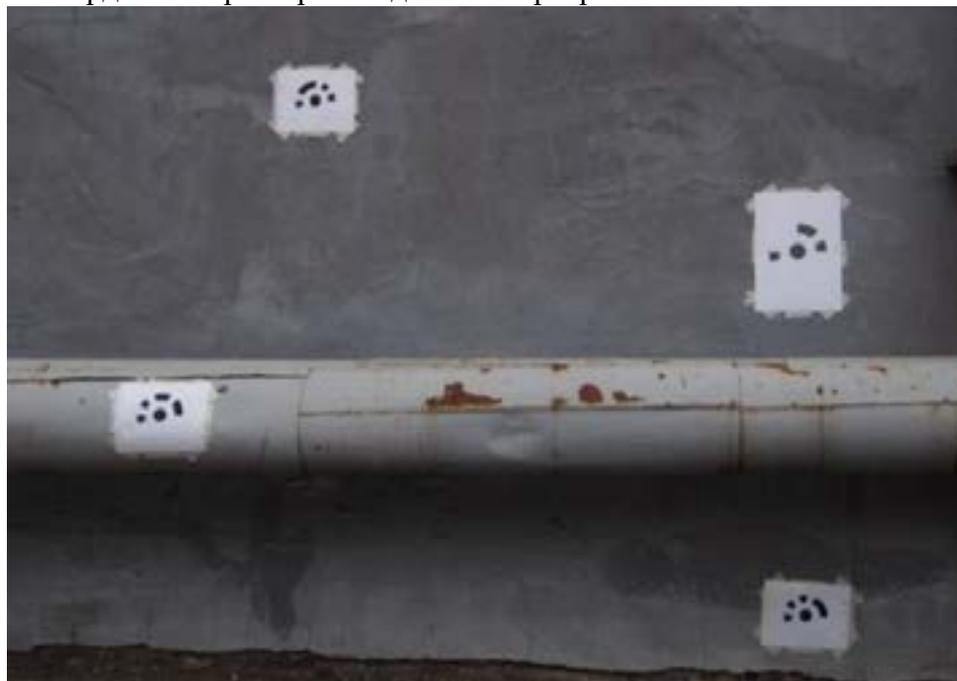


Рис. 3. 16-битные марки на стене здания

Для исследования была проведена наземная цифровая стереофотограмметрическая съёмка инженерных сетей. Съёмка производилась с базисом фотографирования в 0,25 метра (наборы снимков с базисом фотографирования 0,5, 0,75 и 1 метр были созданы путём удаления лишних снимков) и фокусными расстояниями 18, 25 и 25 миллиметров. Съёмка проводилась с пяти разных расстояний (1, 2, 3, 4 и 5 метров) от оси инженерной коммуникации.

В ходе эксперимента было получено 60 наборов исходных снимков, но построить плотные облака точек получилось только из 40 наборов снимков. В 20 наборах снимков процент перекрытия между соседними снимками был меньше, чем 50 процентов, что не позволило построить плотное облако точек в программе Metashape [2]. На рис. 4 представлены фрагменты построенных облаков точек, полученных по наборам снимков с базисов фотографирования 0,25 метров и фокусным расстоянием 18 мм. и с пяти разных расстояний.

На первом этапе был выполнен визуальный анализ полученных облаков точек, на основе которого можно сделать выводы:

- при съёмке на расстояниях 1 и 2 метра от оси инженерной коммуникации построенные облака точек имеют достаточно большое количество «разрывов»;
- при съёмке на расстояниях 5 метров от оси инженерной коммуникации происходит потеря объектов;
- съёмка на фокусном расстоянии 35 миллиметров на расстояниях от 3 до 5 метров даёт большое количество «разрывов» в облаках точек.

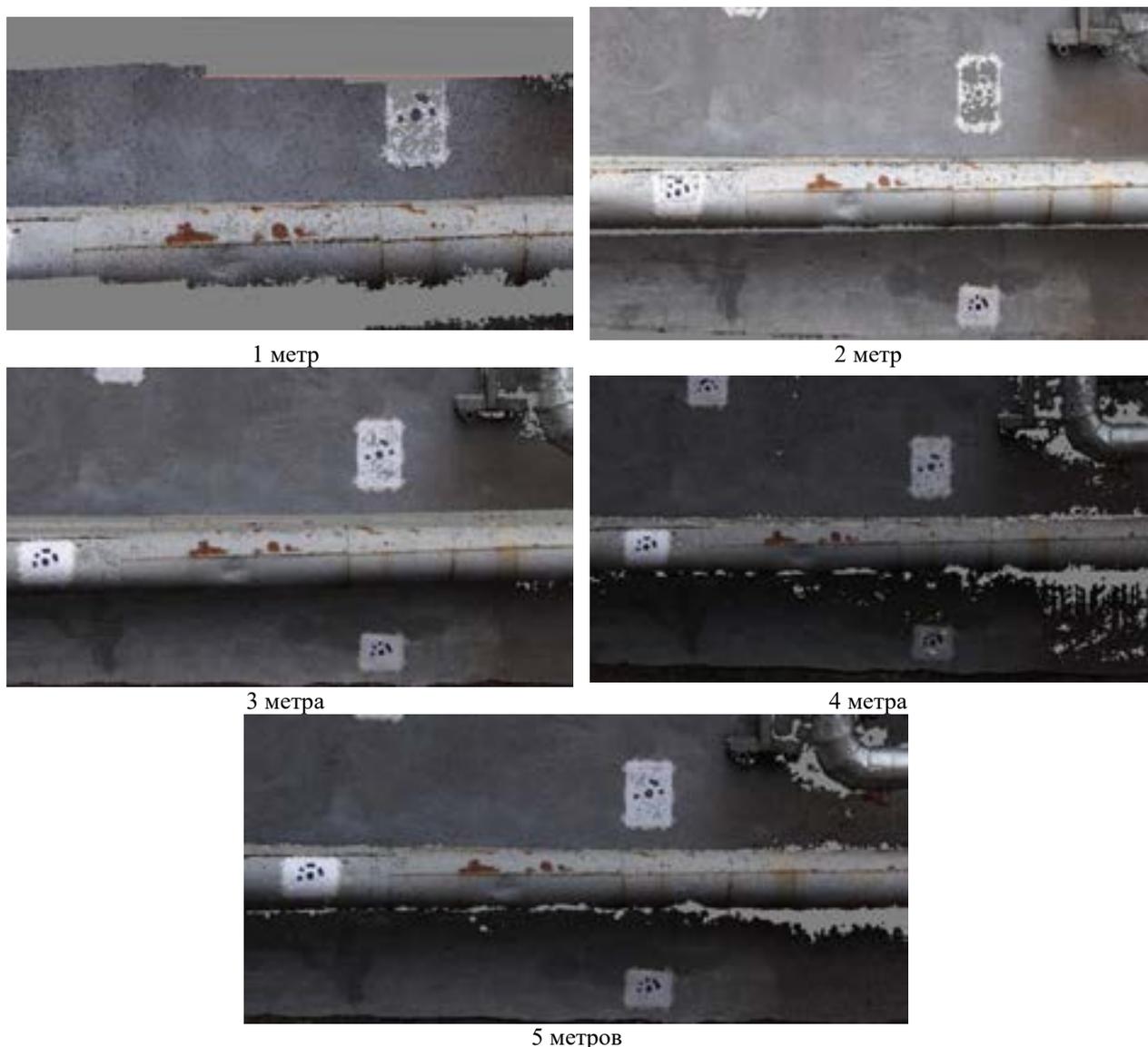


Рис. 4. Фрагменты построенных облаков точек с пяти разных расстояний (базис фотографирования 0,25, фокусное расстояние 18 мм)

Основным критерием оценки качества получаемого облака точек при разных величинах базиса фотографирования является плотность облака точек, полученного в результате стереорекострукции цифровых снимков. Для выявления зависимости плотности облака на инженерной коммуникации от базиса фотографирования была построена линейная диаграмма, она представлена на рис. 5. Для построения графика брались наборы снимков, где облака точек были построены при всех базисах фотографирования.

Поскольку в настоящее время отсутствуют нормативные документы, регламентирующие плотность облака точек при наземной цифровой стереофотограмметрической съемки, были установлены следующие требования: плотность облака точек, полученного методом наземной цифровой стереофотограмметрической съемки, должна соответствовать или превышать плотность облака точек, создаваемого методом наземного лазерного сканирования.

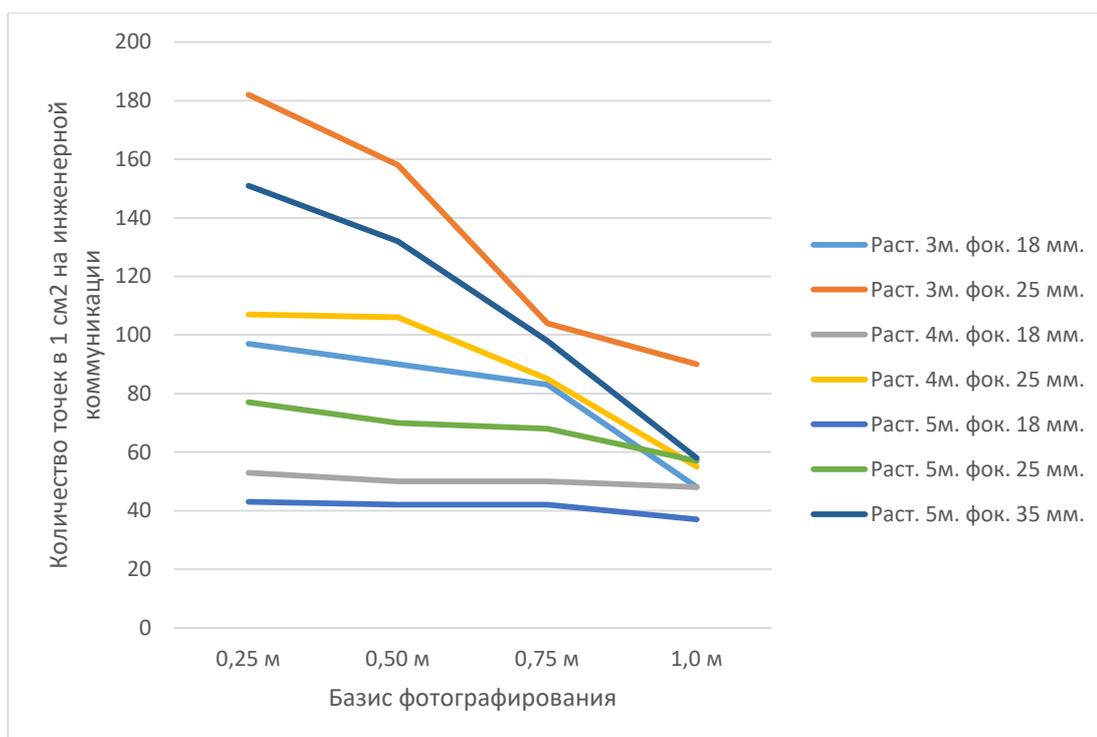


Рис.5. Линейная диаграмма зависимости плотности облака на инженерной коммуникации от базиса фотографирования

Согласно действующим стандартам, минимальная плотность точек лазерного отражения определяется следующим образом: по ГОСТ Р 70173-2022 она должна составлять не менее 3 точек на квадратный метр (что соответствует 0,0003 точки на квадратный сантиметр) поверхности сканируемой территории. При этом, согласно ГОСТ Р 70690-2023, при масштабе 1:500 требуемая плотность ТЛО значительно выше – 441 точка на квадратный метр (или 0,0441 точки на квадратный сантиметр) поверхности сканируемого участка местности. Такое различие в плотности точек говорит о несовершенстве действующих стандартов в области лазерного сканирования.

На основании приведённых значений можно сделать вывод, что все построенные облака точек удовлетворяют требованиям плотности. Проведённый анализ показывает, что оптимальные параметры съёмки – расстояние 4 метра, базис фотографирования 0,5 метра и фокусное расстояние 18 мм.

Литература

1. Комиссаров А. В., Чермошенцев А. Ю. Наземная фотограмметрия: учебно-методическое пособие. – Новосибирск: СГУГиТ, 2022. – 64 с. – ISBN 978-5-907513-25-9.
2. Agisoft Metashape Professional Standard Edition. Версия 2.0: руководство пользователя / Agisoft LLC. – Санкт-Петербург, 2023. – URL: https://www.agisoft.com/pdf/metashape_2_0_ru.pdf

УДК 528:711

Разработка алгоритма получения трехмерной геопространственной информации для территорий населенных пунктов Червинский К.И., Научный руководитель: доцент ННГАСУ Косарева Н.А.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

В современных условиях развития технологий и стремительного роста информационных систем вопросы цифровизации кадастровой деятельности становятся

всё более актуальными. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является внедрение трёхмерных пространственных моделей, позволяющих качественно улучшить процессы управления земельными ресурсами, обеспечения прав на недвижимость и территориального планирования [1, 2, 3]. Традиционные методы кадастрового учёта, основанные на двухмерном отображении объектов, имеют ряд ограничений. Они не учитывают пространственные особенности сложных многоуровневых конструкций, таких как туннели, мосты, многоэтажные здания с выступающими элементами. Кроме того, такие методы не предоставляют точной информации о рельефе местности, что особенно важно при проведении кадастровой оценки земельных участков. В этих условиях разработка методики создания пространственных моделей для целей трёхмерного кадастра приобретает особую значимость [4].

Применение трёхмерных технологий в кадастре открывает новые горизонты в управлении недвижимостью. Трёхмерный кадастр позволяет более точно фиксировать положение объектов, их геометрические характеристики и взаимосвязь с окружающей средой. Это, в свою очередь, способствует повышению точности кадастрового учёта, справедливости налогообложения и оперативности принятия решений в области земельно-имущественных отношений. Внедрение 3D-кадастра становится особенно важным в условиях городской застройки, где плотное расположение объектов недвижимости и сложный рельеф требуют более детального анализа и визуализации данных [5].

Международный опыт показывает, что использование трёхмерных моделей в кадастровой практике уже нашло широкое применение в ряде стран. В странах Евросоюза 3D-кадастр используется для управления земельными ресурсами, анализа многоуровневого землепользования и обеспечения прав на недвижимость. Такие технологии позволяют учитывать, как надземные, так и подземные объекты, что значительно расширяет функциональные возможности кадастрового учёта. Зарубежный опыт подтверждает, что ключевыми инструментами создания трёхмерных моделей являются аэрофотосъёмка и лазерное сканирование. Эти методы обеспечивают высокую точность данных и оперативность их обработки, что делает их незаменимыми в современных условиях. Для реализации поставленной цели были использованы следующие средства: программное обеспечение Agisoft Metashape Professional для построения плотного облака точек и генерации трёхмерных моделей [7]; программный комплекс Magnet Office Tools, обеспечивающий обработку навигационных данных [9]; ГНСС-приёмник South G1 Plus, функционирующий в режиме RTK, для получения координат с высокой точностью [8]; а также камера GoPro Max, осуществляющая панорамную видеосъёмку формата 360° [10]. Используемое оборудование представлено на рис. 1.

Разрабатываемый алгоритм включает несколько ключевых этапов (рис. 2). Основная цель заключается в обеспечении согласованности видеоматериалов и навигационных данных, пригодных для последующего построения моделей с сантиметровой точностью. Во всем алгоритме можно выделить следующие этапы: синхронизацию первых и последних ключевых кадров; непрерывную съёмку по маршруту; преобразование исходного панорамного видеоряда в плоский формат; формирование и уточнение координатного файла; разбиение видеоряда на кадры и их геопривязку; первичную и углублённую обработку изображений; оценку точности и анализ результатов.

На этапе синхронизации ключевых кадров устанавливается единая временная шкала, выражаемая в международном координированном времени (UTC) с точностью не хуже 0,1 секунды. Для этого в начале и в конце съёмки в кадр показывается внешнее устройство отсчёта времени, что позволяет привязать видеоряд к временным меткам

внутри файла спутниковых наблюдений. Такой приём является обязательным условием связи данных видеосъёмки и спутниковых наблюдений.



Рис. 1. Используемое оборудование



Рис. 2. Разработанный алгоритм наземной фотограмметрической съемки

Съёмка территории выполняется по заранее спланированному маршруту с обеспечением перекрытия и равномерного охвата фасадов зданий. Применяемая камера формирует видеоряд в формате 360. Картограмма маршрута съемки показана на рис. 3.



Рис. 3. Картограмма маршрута наземной фотограмметрической съемки

На следующем этапе выполняется преобразование видеоданных: сферическое изображение переводится в плоский формат, пригодный для дальнейшей пок кадровой обработки. При этом фиксируются параметры экспорта (кодек, частота кадров, разрешение, глубина цвета) и проверяется корректность карты проекции. Последний параметр определяется с учётом ориентации камеры, которая рассчитывается на основании данных гироскопа и акселерометра. Итоговый файл формируется в формате .mp4, с соотношением сторон 2:1 [10].

Формирование файла координат и его приведение к системе камеры решается как задача преобразования из системы фазового центра антенны спутникового приёмника в систему центра съёмки. Используется 7-ми параметрическое преобразование, программа рассчитывает матрицы поворота и вектора сдвига, по результатам расчета получаем набор параметров, связывающих координаты антенны и координаты центра камеры. Для оценки точности полученных параметров в программу была добавлена функция приращения координат по следующим формулам:

$$\begin{aligned} x' &= R \cdot X_2 + T, \\ y' &= R \cdot Y_2 + T, & - \text{ для угловых элементов;} \\ z' &= R \cdot Z_2 + T, \\ \Delta X &= -, \\ \Delta Y &= -, & - \text{ для линейны элементов.} \\ \Delta Z &= -, \end{aligned}$$

Сопоставление кадров с координатами выполняется на основе временной шкалы, содержащейся в файле спутниковых наблюдений. Для каждой метки времени, зафиксированной в указанном файле, производится вычисление соответствующего кадра видеоряда. При этом учитывается заранее заданная частота формирования выходных изображений, что позволяет обеспечить равномерность временной выборки и согласованность данных. Такой подход обеспечивает точную привязку каждого отдельного кадра к конкретному моменту наблюдения. После проведения временной привязки видеоряд подвергается процедуре декодирования, в результате которой из него формируется серия отдельных изображений. На следующем этапе в служебные EXIF-данные каждого изображения автоматически вносятся координаты и прочие параметры, заимствованные из файла наблюдений.

Фотограмметрическая обработка полученных изображений осуществляется в специализированной среде Agisoft Metashape Professional, которая является профессиональным инструментом для трёхмерного моделирования по фотоснимкам. Последовательность обработки включает несколько этапов. Вначале выполняется импорт подготовленных изображений и контрольных точек, обеспечивающих повышение точности привязки. Далее задаются калиброванные параметры для каждого из применяемых объективов, что необходимо для исключения возможных геометрических искажений. Следующим шагом является выравнивание снимков, в ходе которого производится оценка как внутренних, так и внешних ориентиров, а также построение разрежённого облака точек, отражающего структуру объекта съёмки.

Затем проводится оптимизация параметров камер, направленная на уточнение как калибровочных коэффициентов, так и пространственного положения камер относительно объекта. Далее формируются карты глубины, и строится плотное облако точек, служащее основой для создания трёхмерной модели объекта исследования [7].

Предложенный алгоритм даёт возможность формировать детализированные пространственные модели, которые могут быть использованы как для целей кадастрового учёта, так и для градостроительного планирования, анализа земельно-имущественных отношений, кадастровой оценки и налогообложения. Практическая значимость исследования выражается в том, что разработанная методика опирается на использование доступного оборудования и программных средств, включая Agisoft Metashape Professional, Magnet Office Tools, ГНСС-приёмники и панорамные камеры. Это делает возможным её

внедрения в реальную практику кадастровых работ без необходимости применения исключительно дорогостоящего оборудования. При этом точность полученных данных сопоставима с уже существующими методами, однако объем получаемых выходных материалов значительно больше.

Литература

1. Мирошникова В. В., Чернов А. В., Ершов А. В. Анализ возможности внедрения успешных зарубежных технологических решений 3D-кадастра в ЕГРН // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2023. – Т 7, № 2. – С. 179-184.
2. Аврунев Е. И., Вылегжанина В. В., Гиниятов И. А. К вопросу о создании трехмерного кадастра на застроенных территориях // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. – 2021. – № 1. – С. 25-30.
3. Чернова, Е. Г. Формирование трехмерного кадастра недвижимости в России // Дневник науки. – 2021. – № 2. – С. 45-50.
4. Росреестр. Доклад о перспективах развития ЕГРН и пространственных данных. – 2021. – Режим доступа: <https://rosreestr.gov.ru>.
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 ноября 2016 г. № 1240 «Об установлении государственных систем координат, государственной системы высот и государственной гравиметрической системы»
6. Ali Aien, Abbas Rajabifard, Mohsen Kalantari, Ian Williamson, and Davood Shojaei 3D Cadastre in Victoria Australia // GIM International. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gim-international.com/content/article/3d-cadastre-in-victoria-australia>
7. Agisoft Metashape Professional Edition. User Manual– Agisoft LLC, 2025. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.agisoft.com/downloads/user-manuals/>
8. South Surveying & Mapping Instrument Co., Ltd. South G1 Plus GNSS Receiver. User Manual – Guangzhou, 2020. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://globalgpsystems.com/wp-content/uploads/2020/03/New-G1-Plus-Measuring-System-User-Manual-0510-1.pdf>
9. Topcon Positioning Systems. MAGNET Tools. Help Manual. Version 3.0 – Topcon, 2015. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.ecomexico.net/proyectos/soporte/TOPCON-SOKKIA/GPS/SOFTWARE/MAGNET/MAGNET%20TOOLS/MAGNET_Tools_v300_Help_Manual_EN.pdf
10. GoPro Inc. GoPro MAX User Manual – GoPro, 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://gopro.com/content/dam/help/max/manuals/MAX_UM_ENG_REVB.pdf

УДК 528

Возможности использования современного ГНСС-оборудования с VR-модулем для кадастровых работ

Фирсов Н.А., Научный руководитель: старший преподаватель ГУЗ Чистякова Е.А.

Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), г. Москва, Россия

Оборудование, принцип работы которого основан на использовании глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС-оборудование) с VR модулем – это специализированное устройство, представляющее собой ГНСС-приемник, совмещенный с фотограмметрическим модулем, позволяющим выполнять работы в режиме дополненной реальности (VR-технология). Общий вид ГНСС-оборудования с VR модулем, на примере PrinCE i90VR, представлен на рис. 1. Оно предназначено для использования в навигации и позиционировании объектов в реальном времени с помощью спутниковой системы GPS, ГЛОНАСС, Галилео или других систем ГНСС. VR модуль позволяет как выполнять

фотограмметрические определения с известным центром фотографирования, так и добавляет возможности работы в режиме виртуальной реальности, позволяя пользователям в реальном времени визуализировать данные о позиции объектов в 3D пространстве.



Рис. 1. GNSS оборудование с VR модулем [8]

GNSS использует сигналы спутников для определения точного местоположения и времени на Земле. Эта технология очень важна для оперативного создания точных и надежных планов местности, которые необходимы в том числе для ведения кадастра недвижимости [1, 2].

Сочетание GNSS-оборудования с VR модулем позволяет землеустроителям и геодезистам взаимодействовать с кадастровой информацией в виртуальной среде. Это позволяет упростить выполнение таких задач, как съемка границ земельных участков, определение координат зданий и сооружений, подготовка планов местности, а также вынос в натуру проектных координат точек и границ земельных участков.

С помощью VR модуля пользователи могут легко визуализировать измеренную и проектную информацию, выполнять измерения и анализировать данные прямо на месте. Это позволяет значительно сократить время на проведение полевых кадастровых работ и уменьшить вероятность ошибок.

Кроме того, использование GNSS-оборудования с VR модулем также позволяет улучшить взаимодействие с заказчиками, предоставляя им более наглядные и понятные отчеты и модели местности. Это способствует повышению доверия к кадастровой информации и улучшению качества предоставляемых услуг.

GNSS оборудование упрощает работу при ведении кадастра недвижимости за счет следующих преимуществ:

1) Точность данных: GNSS-оборудование при работе в режиме RTK с подключением к сети дифференциальных базовых станций обеспечивает высокую точность (1-3 см) навигации и позиционирования, что позволяет получать точные координаты объектов недвижимости [3, 4].

2) Быстрота и эффективность: с помощью GNSS-оборудования можно быстро и эффективно, в сравнении с традиционными методами, собирать данные о местоположении участков земли, зданий и других объектов недвижимости.

3) Автоматизация процесса: GNSS технологии позволяют автоматизировать процесс сбора и обработки данных, что упрощает и ускоряет ведение кадастра недвижимости.

4) Мобильность: Современное GNSS-оборудование компактное и легкое, что позволяет его использовать в любом месте и в любое время, делая работу более гибкой и удобной.

5) Экономичность: В отличие от традиционных методов (работы с электронным тахеометром), для работы с ГНСС-оборудованием достаточно одного исполнителя полевых работ (вместо бригады из 2-3 исполнителей). Кроме того, при использовании ГНСС-оборудования происходит значительное снижение стоимости выполнения работ, поскольку нет необходимости проложения длинных (в некоторых случаях многокилометровых) полигонометрических ходов для привязки объектов недвижимости к установленной местной системе координат.

Два приёмника, работая одновременно, вычисляют трёхмерный вектор относительно друг друга. Если один из приёмников установить на исходной точке, то можно определить координаты второго приёмника относительно этой исходной точки. Приёмник на исходной точке обычно называют «базой», а на неизвестной точке – «ровером».

База и ровер могут работать без связи друг с другом - такой режим, когда накапливаются синхронные измерения, а потом скачиваются и обрабатываются называется постобработкой. Постобработка делится на статические измерения, когда база и ровер неподвижны в период измерений, и на кинематические, когда база неподвижна, а ровер перемещается от одной измеряемой точки к другой. Первый режим называется «статика». Второй делится на два варианта – кинематика с постобработкой, или РРК (англ. *postprocessed kinematic*), когда в результате обработки получаем траекторию движения, и *Stop And Go*, когда после обработки получаем координаты измеряемых точек.

Если же база передает измерительную информацию по интернету, радио или GSM-каналу – то ровер выдает свои координаты относительно базы в режиме реального времени. Эта технология называется RTK (англ. *Real Time Kinematic*) [4, 5].

При работе в этом режиме измерения передаются с базы для обработки на ровер. Весь процесс происходит в режиме реального времени. Часто данные, которые передаются от базы к роверу, принято называть поправками, но на самом деле передаются не поправки к измерениям, а непосредственно сами измерения (рис. 2).

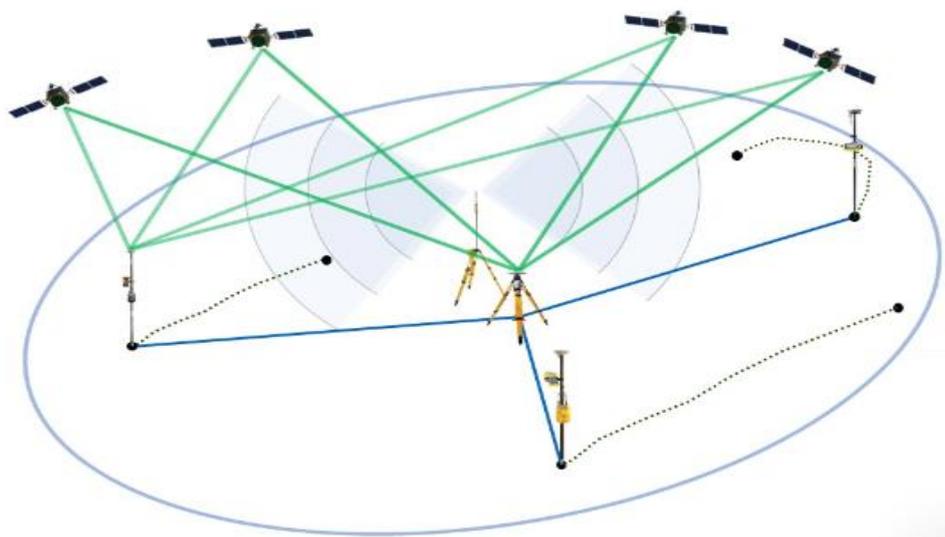


Рис. 2. Принцип работы режиме RTK [5]

В ГНСС приемник также встроен IMU модуль (инерциальный измерительный блок) для автоматической компенсации наклона вехи. Принцип компенсации наклона вехи: если длина вехи известна, достаточно определить угловую ориентацию наклонной вехи и её проекцию на плоскость относительно направления на север (рис. 3).

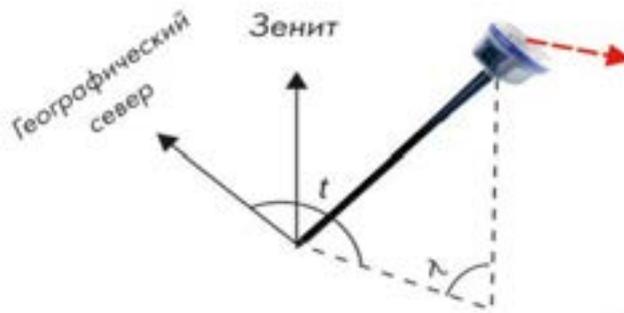


Рис. 3. Принцип определения наклона вехи [6]

Модуль IMU в ГНСС приёмниках представляет собой микроэлектромеханическую систему. Она включает в себя:

- трёхосевой гироскоп для измерения угловой скорости;
- трёхосевой акселерометр, для регистрации ускорения относительно ортогональных осей [7, 8].

Совместное использование данных от блоков ГНСС и IMU позволяет в реальном времени оценивать смещения акселерометра и гироскопа (рис. 4).



Рис. 4. Схематическая интеграция модулей ГНСС и инерциальной системы [6]

Современные IMU модули позволяют выполнять работы при отклонении вехи на 30 градусов без значительной потери точности.

Так же в современных ГНСС-приёмниках используется VR-модуль, который представляет собой 2 камеры на корпусе приёмника. С помощью приемника с VR-модулем, помимо стандартных функций, можно выполнять следующие виды работ:

- визуальное ориентирование и видеовынос: камеры позволяют выполнять съёмку в условиях недостаточной освещенности, обеспечивая непрерывный визуальный контроль положения со стороны оператора и выноса данных в натуру.

- Видео съёмку и 3D-моделирование: за счёт объединения ГНСС, IMU и видеокамеры, применяя передовые технологии видеogramметрии, можно за считанные секунды получить трехмерные координаты точки на основе видеосъёмки сразу в местной системе координат: с помощью видеосъёмки и автоматического сопоставления изображений с необходимым перекрытием (до 85%) [6], можно легко проводить съёмку в труднодоступных и опасных местах, а также местах неустойчивого приема сигнала ГНСС.

Несмотря на значительные преимущества, которые предоставляют современные ГНСС-приемники с VR-модулем, существует ряд существенных ограничений, связанных с особенностями работы визуального модуля. Одним из наиболее критичных недостатков является снижение эффективности работы в условиях недостаточной освещенности.

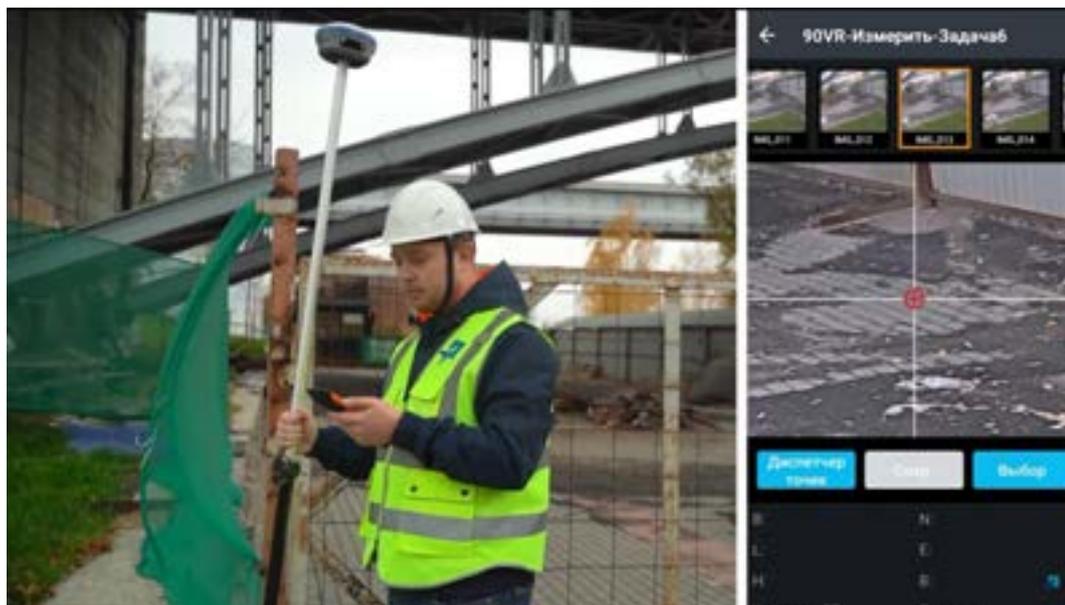


Рис. 5. Съемка недоступного объекта с помощью ГНСС-приемника с VR-модулем

При проведении исследований было установлено, что встроенная система камер VR-модуля демонстрирует существенное ухудшение качества съемки в темное время суток. На получаемых изображениях наблюдаются многочисленные артефакты, включая:

- цифровой шум, возникающий из-за высоких значений ISO;
- размытие объектов вследствие увеличения времени экспозиции;
- хроматические aberrации.

Эти искажения существенно влияют на возможность точного определения координат объектов во время обработки (рис. 6).

Данная проблема особенно актуальна при выполнении кадастровых работ в зимний период, когда световой день ограничен, или при необходимости проведения съемки в сумерках. Для минимизации влияния этого недостатка рекомендуется:

- по возможности планировать полевые работы на светлое время суток;
- использовать дополнительное освещение при работе в темное время.

На рис. 7 представлен снимок, выполненный при съемке под искусственным освещением, а именно под светодиодным прожектором. При этом, снимки на рис. 6 и 7 были выполнены в одно время и в одном проекте.



Рис. 6. Съемка в условиях недостаточной освещенности



Рис. 7. Съемка в условиях недостаточной освещенности под искусственным освещением

При определении координат границ участков можно значительно ускорить процесс с помощью ГНСС-оборудования с VR модулем. Когда до точки для выноса остается менее 50 метров, на экране контроллера в режиме реального времени прокладывается визуальный маршрут до этой точки. Это значительно упрощает задачу, так как при выносе границ участка всегда видно в каком направлении следует идти и как далеко еще до необходимой точки. Кроме того, использование ГНСС-оборудования с VR модулем позволяет избежать ошибок при выносе в натуру границ земельных участков, так как на экране контроллера всегда видно, где должна находиться проектная точка. Процесс напоминает приложение навигатора в смартфоне, которое используют автомобилисты. На рис. 8 представлен пример выполнения работ по выносу в натуру проектных точек с использованием VR модуля. Данный метод значительно ускоряет процесс определения координат границ участка.

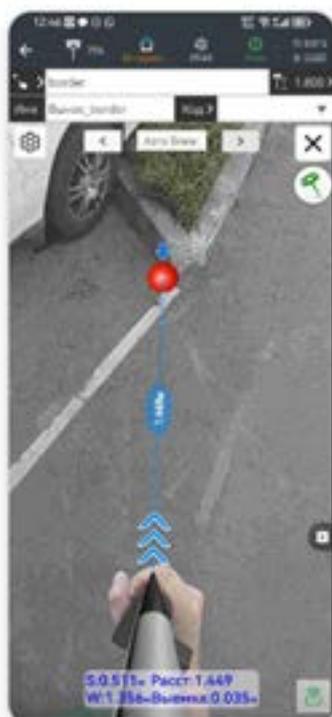


Рис. 8. Вынос в натуру с помощью ГНСС оборудования с VR модулем [1]

Выполнен вынос в натуру 100 точек 2 методами – с использованием VR модуля ГНСС-приемника и без использования этого модуля. При этом засекалось время, потраченное на выполнение выноса, и расстояние от текущего положения оператора до выносимой точки. Далее выполнен анализ зависимости времени, затрачиваемого на вынос в натуру проектных точек от расстояния выноса. Результаты представлены на графиках: рис. 9 при выносе ГНСС-оборудованием без использования VR модуля, рис. 10 с использованием VR модуля.

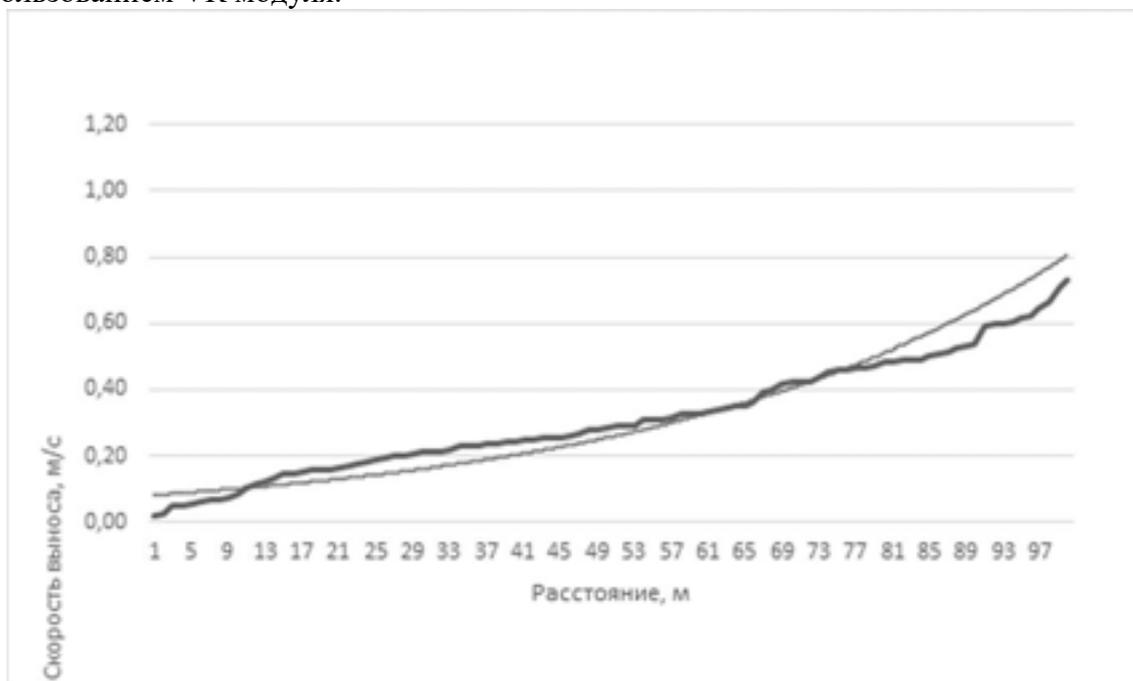


Рис. 9. График зависимости при выносе без VR модуля

Из анализа представленного графика (рис. 9) можно сделать очевидный вывод, что время, необходимое для выноса, зависит от расстояния выноса. Минимальное время, необходимое для выноса точки, располагающейся от текущего положения оператора на расстоянии менее 1 метра, составляет 44 с. Средняя скорость выноса составляет 0,28 м/с. Время выноса изменяется с расстоянием нелинейно, а экспоненциально – чем больше расстояние до проектной точки, тем больше времени затрачивается не только на прохождение расстояния до нее, но и на ее поиск. Это связано с необходимостью постоянно сверять свое местоположение и направление движения с местоположением и направлением до проектной точки.

Из анализа графика, представленного на рис. 10, можно сделать следующие выводы. Минимальное время, необходимое для выноса точки, располагающейся от текущего положения оператора на расстоянии менее 1 метра, составляет 20 с. Средняя скорость выноса составляет 0,62 м/с. Время выноса изменяется с расстоянием линейно, что говорит о том, что при работе с VR модулем скорость работы зависит только от скорости движения исполнителя. Наличие VR модуля позволяет в режиме реального времени отслеживать направление движения исполнителя и направление до проектной точки и визуализирует ее в интуитивно понятном интерфейсе.

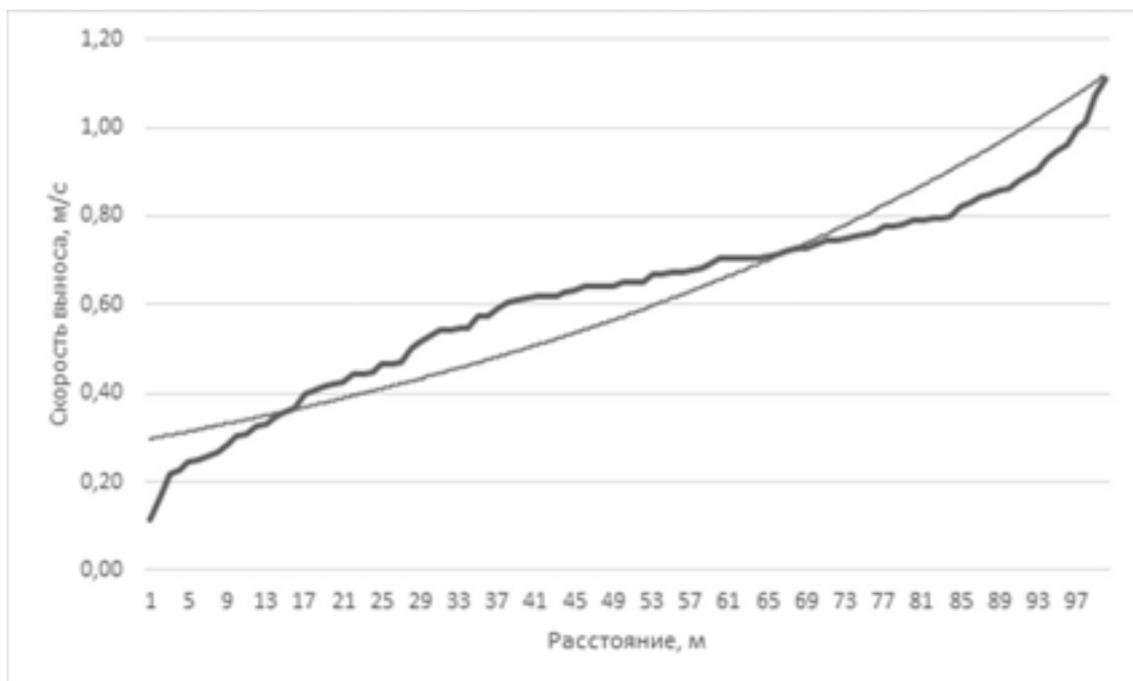


Рис. 10. График зависимости при выносе с VR модулем

Исследование показало, что использование VR модуля ГНСС-приемника значительно ускоряет процесс выноса точек в натуру. Анализ представленных графиков показал, что при использовании VR модуля скорость выноса в натуру проектных точек зависит только от скорости перемещения исполнителя, при этом время, затрачиваемое на вынос одной точки, располагающейся на расстоянии менее 1 метра от исполнителя, меньше, чем при отсутствии VR-модуля. Это свидетельствует о более высокой эффективности при работе ГНСС-оборудованием с VR модулем.

Сравнительный анализ результатов показал, что средняя скорость выноса точек с использованием VR модуля ГНСС приемника в 2,2 раза выше, чем без его использования. Это говорит о том, что использование современных технологий, таких как VR модуль, позволяет значительно увеличить производительность работ.

Таким образом, исследование подтверждает важность применения современных технологий в кадастре, чтобы повысить эффективность процесса выноса точек в натуру.

Литература

1. Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости».
2. Приказ Росреестра от 23 октября 2020 г. № П/0393 «Об утверждении требований к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, требований к точности и методам определения координат характерных точек контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке, а также требований к определению площади здания, сооружения, помещения, машино-места».
3. СП 47.13330.2016. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. Утвержден и введен в действие приказом Минстроя России от 30 декабря 2016 г. № 1033/пр.
4. Антонович К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии: монография: в 2 т. Т. 1. – Москва: Картогеоцентр, 2005. – 334 с. – ISBN 5-86066-072-3.

5. Генике А. А., Побединский Г. Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Картгеоцентр, 2004. – 355 с. – ISBN 5-86066-063-4.

6. Михайлов А. П., Чибуничев А. Г. Фотограмметрия: учебник для вузов. – Москва: Изд-во МИИГАиК, 2016. – 294 с. – ISBN 978-5-91188-070-5.

7. Егоров Н. В. Хромов А. В., Щукин Г. Г. Сравнительный анализ результатов внедрения технологических решений в ГНСС-оборудовании, полученных способами измерения «VR» и «laser» // Инновации в науке и практике: Сборник научных статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции, Уфа, 4 апреля 2025 года. Инновации в науке и практике / Сборник научных статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции, 4 апреля 2025 г., г. Уфа. В 2 ч. Ч.1. – Уфа: Научно-издательский центр «Вестник науки», 2025. – С. 6-12.

8. PrinCE i90 VR. Аппаратура геодезическая спутниковая. Руководство по эксплуатации. Редакция 2. Декабрь 2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://rosgeopribor.com/file/prince/i90vr/prince_i90_vr_rukovodstvo.pdf?ysclid=ml17qjkzed879326215.

УДК 528

Формирование модели объекта культурного наследия

Пигалицын Н.Д., Сергеев В.В., Научный руководитель: преподаватель ННГАСУ, инженер УНПЦ «Кадастр», руководитель СНК «Квадро», Косарев А.С.

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ), Нижний Новгород, Россия

Объекты культурного наследия представляют собой недвижимое имущество и иные объекты, исторически связанные с территориями. В них находят отражение предметы декоративно-прикладного искусства, объекты науки и техники и иные предметы материальной культуры, возникшие в результате исторических событий и представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, социальной культуры. В связи с большой культурной ценностью, объекты культурного наследия нуждаются в охране и сохранении, иными словами, необходимо выполнять мониторинг таких объектов и их реставрацию. Перед выполнением реставрационных работ необходимо выполнить обследование объекта культурного наследия и произвести оценку его состояния, что в последствии будет необходимо для расчёта объема работ по его восстановлению. Современные технологии открывают новые возможности для улучшения, повышения качества, увеличение объемов и процессов подготовки документов необходимых для сохранения объектов культурного наследия.

Объектом исследования являлась уличная подпорная стенка, расположенная вдоль проезжей части по Большому Кировскому съезду города Городца Нижегородской области. Это сооружение было признано объектом культурного наследия регионального значения по «Акту государственной историко-культурной экспертизы, составленной в соответствии с требованиями Федерального закона «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» [1] и «Положения о государственной историко-культурной экспертизе, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации [2]. Сооружение (рис. 1) было создано в XIX веке для предотвращения оползней склона оврага.

Для получение достоверных качественной и количественной информации об объекте могут применяться разные методы и способы сбора информации. Наиболее всеобъемлющим методом получения информации и ее систематизации является

моделирование [3]. Для создания модели исследуемого объекта был использован фотограмметрический метод.



Рис. 1. Объект культурного наследия «Подпорная стенка»

Наземная стереофотограмметрическая съемка включала в себя несколько этапов. Первый – полевой этап заключался в рекогносцировке объекта работ, построении маршрутов наземной стереофотограмметрической съемки и закреплении на объекте опознавательных знаков. В качестве опознаков были выбраны 16-битные, кодированные марки, равномерно расположенные на объекте, в количестве 35 штук. Для координирования опознаков вокруг объекта были закреплены 6 пунктов планово-высотного обоснования, с которых положение опознаков было определено линейно-угловыми измерениями и тригонометрическим нивелированием. Координирование опознаков выполнялось с нескольких станций инженерным тахеометром Sokkia FX-105. В рамках работы все измерения были приняты за равноточные. Оценка точности полученных координат опознаков производилась по разностям двойных измерений. В результате расчетов средние квадратические погрешности пространственных координат не превышали 0,005м в плане и 0,007м по высоте.

Стереофотограмметрическая съемка производилась фотокамерой E-PL6 OLIMPUS, оснащенной объективом с фокусным расстоянием 14 мм, по маршрутам, параллельным оси объекта. При этом съемка производилась при положении оптической оси камеры равноотклоненном (конвергентный случай съемки) и ортогональном (нормальный случай съемки), а продольное перекрытие было не менее 70%.

Для обеспечения необходимой точности определения координат точек объекта было необходимо рассчитать базис фотографирования (B) и максимальное отстояние камеры от объекта (Z) по формулам [5]:

$$b = \frac{l_x * (100\% - P_x)}{100\%},$$

$$Z = \frac{b}{m_p} * m_y,$$

$$B = \frac{Z}{f} * b,$$

где b – базис фотографирования в масштабе снимка;

P_x – продольное перекрытие между стереопарой;

l_x – формат снимка по оси x ;

m_p – средняя квадратическая ошибка измерения продольных параллаксов по снимкам;

m_y – требуемая средняя квадратическая ошибка определения глубины;

B – базис фотографирования на местности;

f – фокусное расстояние объектива.

Процесс камеральной обработки данных наземной цифровой фотограмметрической съемки произведен в программном обеспечении «Agisoft Metashape Pro». В результате фотофиксация было получено 2 459 снимков, из которых были отфильтрованы снимки недостаточного качества, а для уравнивания были использованы 2 352 снимка. Камеральный этап заключался в стереорекострукции и внешнем ориентировании снимков. Результатом стереорекострукции являлось плотное облако точек, которое имеет большее количество шумов по всей модели. Для исключения шумов и избыточной информации была выполнена фильтрация облака точек (рис. 2).

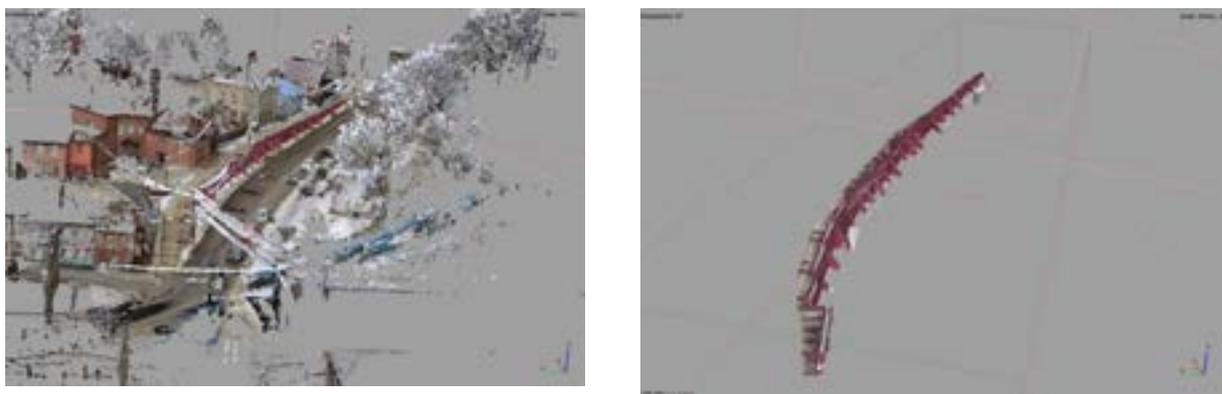


Рис. 2. Полученная модель объекта культурного наследия

Внешнее ориентирование снимков осуществлялось по кодированным опознакам, 30 из которых участвовали в уравнивании, а 5 являлись контрольными. По результатам уравнивания фототриангуляционной сети средняя квадратическая ошибка реконструкции не превысила 0,009м на опорных точках и 0,015 м на контрольных, максимальная ошибка по абсолютной величине не превысила 2,5 см.

В результате проведенных работ по наземной цифровой стереофотограмметрической съемки и ее геодезическому сопровождению была сформирована пространственная модель объекта культурного наследия «Подпорная стенка XIX века». Эта модель была передана проектировщикам для расчета нагрузок и формированию обмерных чертежей и разверток. Наземная цифровая фотограмметрическая съемка – оптимальный метод сбора информации об объекте и в результате эксперимента было установлено, что данный метод имеет высокие точностные показатели в двумерном и трехмерном пространстве.

Литература

1. Федеральный закон от 25 июня 2002 г. № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 15 июля 2009 г. № 569 «Об утверждении Положения о государственной историко-культурной экспертизе»
3. Agisoft Metashape User Manual. Version 1.7. 2023. URL: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_7_en.pdf
4. Цыганов М. Н. Основы цветной фотографии и аэрофотографии. – Москва: Геоиздат, 1956. – 176 с.
5. Сердюков В. М. Фотограмметрия в инженерно-строительном деле. Москва: Недра, 1970 – 136 с.

Решение III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Геофорум Нижний Новгород 2025»

Участники Геофорума Нижний Новгород 2025

- основываясь на приоритетах государственной политики Российской Федерации в рамках Десятилетия науки и технологий, объявленного Президентом Российской Федерации и направленного на усиление роли науки и технологий в решении важнейших задач развития общества и страны (Указ Президента Российской Федерации от 25 апреля 2022 г. № 231, распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 июля 2022 г. № 2036-р),

- подчеркивая исключительную важность обеспечения органов государственного и муниципального управления, отраслей экономики, обороны и безопасности современными, достоверными и точными геопространственными данными,

- отмечая определяющую роль передовых наукоемких технологий создания, обновления, мониторинга и предоставления геопространственных данных,

- высоко оценивая содержательную часть III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Геофорум Нижний Новгород 2025», ее презентационную часть и состоявшиеся дискуссии,

постановили:

Поддержать инициативу Российского общества геодезии, картографии и землеустройства, Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета по ежегодному проведению Геофорума для обсуждения проблем, решений и предложений современных технологий геодезии, картографии, геоинформатики, геопространственных данных.

Подчеркнуть необходимость расширения связей научных, образовательных и производственных организаций для совершенствования процесса подготовки молодых специалистов в части освоения прогрессивных технологий использования глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), цифровых технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), использования материалов фондов пространственных данных (ФПД).

Рекомендовать издать доклады форума в сборнике трудов «Геофорум Нижний Новгород: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием» в электронном и полиграфическом виде, включая доклады молодежной научной конференции «Инновационные технологии геодезии и землеустройства».

С целью подготовки кадров в области применения цифровых технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), полученных с космических и авиационных носителей, с целью решения задач экономики страны, ее обороны и безопасности обратиться в Министерство образования и науки Российской Федерации и Федеральную службу государственной регистрации, кадастра и картографии с предложением, включающим вопросы:

- увеличения количества бюджетных мест на направления подготовки «Геодезия и дистанционное зондирование» и «Землеустройство и кадастры» в профильных вузах, включая Государственный университет по землеустройству (ГУЗ), Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (ННГАСУ) и др.;

- обновления парка геодезических приборов, компьютеров и программного обеспечения профильных вузов, включая современные симуляторы;

- системного развития сети эталонных геополигонов профильных вузов и организаций;

- системного обеспечения эталонных геополигонов материалами ДЗЗ с космических аппаратов (с учётом решений о монетизации услуг Роскосмоса) и БПЛА;

- формирование единого геобанка топографических эталонов машинного обучения с целью использования искусственного интеллекта в задачах дешифрирования и автономной навигации;

- реализации системного подхода к развитию образовательного сегмента отечественной геоинформационной платформы силами научно-образовательного картографо-геодезического консорциума на основе упорядочения разработки и совершенствования общедоступного базового набора программно-инструментальных средств в рамках единой библиотеки прикладных функций геоинформационного назначения.

Рекомендовать проектировщикам, застройщикам, инвесторам использовать в работе сведения, документы, материалы, размещенные в государственной информационной системе обеспечения градостроительной деятельности Нижегородской области посредством обращения к порталу ГИСОГД НО, личному кабинету застройщика портала ГИСОГД НО, а также путем запросов сведений из ГИСОГД НО в рамках оказания государственной услуги.

Принято на заключительном заседании III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «ГЕОФОРУМ. НИЖНИЙ НОВГОРОД» 28 апреля 2025 г.