МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт естественных наук
Кафедра географии, картографии и геоинформатики

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

НА ТЕМУ

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ МЕЖЕВАНИЯ

Работу выполнил студент группы ОБ-05.03.03-41
Белянкин Владимир Андреевич /_____/

Научный руководитель: старший преподаватель кафедры географии, картографии и геоинформатики
Казаков Андрей Геннадьевич/_____/

Зав. кафедрой географии, картографии и геоинформатики, к.г.н., Сидоров Валерий Петрович

_____
(решение о допуске)

_____
(подпись)

«___» _____20___г.

Ижевск - 2026 г

ВКР УдГУ

Оглавление

Введение 2
Глава 1. Теоретические основы....5
1.1. Понятие межевания и его значение в геодезии....5
1.2 Взаимодействие с органами Росреестра и местными властями 7
1.3. Проблемы и сложности при проведении межевания 9
Глава 2. Анализ условий проведения межевания....11
2.1. Принципы работы базовых станций....11
2.2. Рассогласованность базовых станций: причины и последствия....13
2.3. Экономические аспекты межевания 17
Глава 3. Анализ практики межевания 21
3.1 Анализ практики межевания....21
3.2. Рекомендации по оптимизации условий межевания....30
3.3. Прогнозирование развития системы межевания....33
Заключение 37
Список литературы 40

ВКР УлГУ

Введение

Актуальность темы исследования заключается в том, что в условиях интенсивного развития рынка недвижимости и урбанизации, вопросы точно-

сти и надежности межевания земельных участков приобретают особую актуальность. Межевание является ключевым этапом в процессе формирования кадастровых данных, и его результаты напрямую влияют на правовую определенность границ земельных участков, а также на экономическую эффективность использования земель. Ошибки в межевании могут привести к серьезным последствиям, включая судебные споры, финансовые потери и необходимость проведения повторных геодезических работ.

Статистические данные свидетельствуют о том, что значительная часть проблем в сфере кадастрового учета обусловлена погрешностями, возникающими на различных этапах межевания. К таким ошибкам относятся наложения границ, расхождения в координатах и некорректные результаты измерений. Эти погрешности могут привести к искажению пространственных данных, снижению достоверности кадастровой информации и значительным временным и финансовым затратам на их исправление.

Цель работы -выявление и соблюдение требования межевания объектов недвижимости.

Задачи исследования:

1. Систематизировать типы геодезических ошибок, возникающих на разных этапах межевания (подготовительном, полевом, камеральном), и выявить их ключевые причины.
2. Проанализировать современные методы и технологии межевания с точки зрения их способности минимизировать погрешности измерений.
3. Оценить влияние внешних факторов (удалённость от базовых станций GNSS, атмосферные условия, рельеф, застройка) на возникновение геодезических погрешностей.
4. Исследовать существующие методики коррекции результатов измерений и устранения ошибок на различных этапах работ.
5. Провести анализ условий межевания земельных участков с акцентом на выявление типичных геодезических ошибок, их причин и разработку научно обоснованных рекомендаций по их предупреждению и исправлению для повышения точности кадастровых работ.

Объект исследования — процесс межевания земельных участков как комплекс геодезических процедур, включающий этапы выявления, предупреждения и исправления ошибок измерений.

ВКР УлГУ

Предмет исследования — условия проведения межевания и механизмы устранения геодезических погрешностей, в т. ч. технические средства и методы измерений с оценкой их точностных характеристик; Методы исследования включают сравнительный анализ традиционных и современных методов межевания, направленный на минимизацию погрешностей. Особое внимание уделяется математическому моделированию геодезических измерений и анализу погрешностей, что позволяет проводить расчёт среднеквадратичной погрешности (СКП), а также оценивать влияние атмосферных задержек и кривизны Земли. Применение статистических методов к полевым данным способствует выявлению типичных расхождений и их причин. Геоинформационный анализ пространственных данных используется для обнаружения наложений границ и других геометрических ошибок. Апробация предложенных рекомендаций осуществляется на модельных участках с последующей оценкой эффективности коррекции данных. Точность результатов оценивается с применением методов математической статистики.

Информационная база исследования включает:

1. материалы земельных участков из ЕГРН и данные исследованных участков кадастровый номер 16:01:040101:44. Геодезической основой послужила местная система координат Татарстана МСК-16 (зона 2).

2. Данные полевых геодезических измерений с зафиксированными ошибками и их исправлением
3. Отчёты геодезических изысканий с анализом причинно-следственных связей погрешностей
4. Техническую документацию на геодезическое оборудование с указанием точностных характеристик
5. Материалы экспериментальных исследований точности различных методов измерений

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что разработанные рекомендации позволят существенно снизить количество ошибок на всех этапах межевания и повысить точ

Структура работы состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Первая глава посвящена теоретическим основам межевания и классификации геодезических ошибок. Вторая глава содержит оценку современных методов и технологий межевания с точки зрения минимизации погрешностей. Третья глава включает разработку практических рекомендаций по предупреждению и исправле-

ВКР УлГУ

нию ошибок, а также прогноз развития системы межевания. В заключении обобщены результаты исследования и сформулированы основные выводы.

ВКР УДГУ

Глава 1. Теоретические основы

1.1. Понятие межевания и его значение в геодезии

Межевание-это комплекс инженерно-геодезических работ, направленных на установление, восстановление или уточнение границ земельных участков на местности, их закрепление межевыми знаками, определе-

ние координат характерных точек и площади участка с применением высокоточного геодезического оборудования и современных методов измерений. В контексте геодезии межевание выполняет ключевую роль как практическая реализация геодезических методов и технологий. Его значение проявляется в нескольких аспектах: Развитие геодезической сети. Межевые работы способствуют расширению и уточнению опорной межевой сети, которая служит основой для последующих геодезических изысканий на территории. Создаваемые при межевании пункты геодезической сети используются в топографической съёмке, инженерных изысканиях, градостроительном планировании, мониторинге деформаций земной поверхности. Применение современных геодезических технологий. В процессе межевания активно используются: спутниковые методы определения координат тахеометрическая съёмка, лазерное сканирование, аэрофотосъёмка с БПЛА

Для обеспечения точности геодезических измерений используется один из ключевых аспектов межевания: оно требует высокой точности определения координат (до ±2 см), что стимулирует развитие методов учёта атмосферных и ионосферных искажений, совершенствование алгоритмов постобработки данных, внедрение дифференциальных методов коррекции (RTK, PPK) и использование базовых станций для повышения точности.

Также создание пространственных данных-ещё одно важное следствие межевых работ: их результаты формируют массив точных пространственных данных, которые пополняют государственные фонды пространственных данных, служат основой для создания цифровых моделей местности, используются в геоинформационных системах (ГИС) и обеспечивают совместимость данных различных геодезических проектов [2].

Стандартизация геодезических методов также напрямую связана с требованиями к межеванию: она способствует унификации методик геодезических измерений, разработке единых стандартов точности для различных категорий земель, созданию нормативных документов по выполнению геодезических работ и внедрению единых систем координат (например, ГСК-2011).

Развитие метрологического обеспечения-область, на которую межевание оказывает заметное влияние: оно стимулирует регулярную поверку и калибровку геодезического оборудования, разработку методик оценки точности измерений, создание эталонов для контроля качества геодезических работ и внедрение систем внутреннего и внешнего контроля качества[1].

ВКР УлГУ

Наконец, интеграция с другими геодезическими дисциплинами подчёркивает междисциплинарный характер межевания: оно тесно связано с инженерной геодезией (при строительстве на земельных участках), прикладной геодезией (в горнодобывающей отрасли), космической геодезией (через использование GNSS-технологий) и картографией (при создании кадастровых карт).

Таким образом, межевание не только решает прикладные задачи установления границ земельных участков, но и активно способствует развитию геодезии в целом-от совершенствования измерительных технологий и стандартизации методов до формирования пространственных данных и интеграции с смежными дисциплинами.

1.2 Взаимодействие с органами Росреестра и местными властями

Взаимодействие с Росреестром и местными органами власти-ключевой элемент процедуры межевания земельного участка, обеспечивающий законность и достоверность сведений, вносимых в Единый государственный реестр недвижимости (ЕГРН). После подготовки межевой план направляется в Росреестр для внесения сведений о земельном участке в ЕГРН. В ходе рассмотрения специалисты ведомства проводят комплексную проверку документа. Сначала осуществляется приём и регистрация документов: при поступлении в Росреестр (или через МФЦ) они регистрируются в системе с присвоением входящего номера, а заявителю выдаётся или направляется уведомление о приёме документов с указанием регистрационного номера и ориентировочной даты готовности результата.

Далее следует проверка комплектности и соответствия требованиям законодательства: специалисты Росреестра проверяют наличие всех обязательных разделов межевого плана (согласно Приказу Росреестра от 14.12.2021 № П/0592), правильность оформления документов, соответствие данных ЕГРН и представленных сведений, а также соблюдение процедуры согласования границ с соседями (наличие акта согласования). Затем проводится правовая экспертиза содержания межевого плана, в рамках которой анализируется законность образования земельного участка (отсутствие нарушений при его формировании), отсутствие пересечений границ с другими участками в ЕГРН, соответствие площади и конфигурации участка установленным нормам, а также достоверность координат характерных точек границ.

ВКР УлГУ

По итогам экспертизы Росреестр принимает одно из решений: вносит сведения о земельном участке в ЕГРН (при отсутствии нарушений), приостанавливает учётные действия (если выявлены устранимые недостатки-например, ошибки в документах или отсутствие согласований) либо отказывает во внесении сведений (при наличии неустранимых нарушений-например, пересечении границ с другим участком). В завершение заявитель получает официальное уведомление о результатах рассмотрения: о постановке участка на кадастровый учёт (с присвоением кадастрового номера), о приостановке с указанием причин и сроков для устранения недостатков либо об отказе с обоснованием причин. Уведомление направляется тем же способом, которым были поданы документы.

Сроки постановки на кадастровый учёт регламентированы ст. 16 Федерального закона от 13.07.2015 № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости»: 5 рабочих дней-при подаче документов непосредственно в Росреестр, 7 рабочих дней-при подаче через МФЦ (дополнительное время требуется на передачу документов между МФЦ и Росреестром), 10 рабочих дней-в случае одновременной постановки на учёт и регистрации прав (например, при образовании нового участка и оформлении права собственности).

Эффективное взаимодействие с территориальными органами Росреестра — важный элемент успешного межевания. Оно включает предварительные консультации по требованиям к документам: заявители или кадастровые инженеры могут уточнить актуальный перечень документов для подачи, особенности оформления межевого плана для конкретных случаев (например, для участков в охранных зонах), а также требования к точности измерений для разных категорий земель. Кроме того, территориальные подразделения помогают ориентироваться в изменениях законодательства и дают официальные разъяснения по неоднозначным. Также сотрудники Росреестра содействуют в оперативном решении технических проблем при подаче документов-например, если электронная подпись не проходит проверку или файл межевого плана имеет некорректный формат [1].

Выписки из ЕГРН и кадастровые планы-обязательные документы для подготовки межевого плана. Они содержат сведения о текущем статусе участка, его границах, владельце и обременениях Такое взаимодействие обеспечивает соблюдение всех нормативных требований, минимизирует риски отказа или приостановки кадастрового учёта, а также позволяет оперативно решать возникающие вопросы на всех этапах межевания.

ВКР УлГУ

1.3. Проблемы и сложности при проведении межевания

Межевание земельных участков-сложная процедура, которая может сопровождаться рядом проблем и сложностей, связанных с техническими, юридическими, организационными и технологическими аспектами(Рис.1.).



Рис.1. правильное расположение участков

Среди технических ошибок при измерениях выделяют те, что составляют около 45 % всех нарушений при межевании. К ним относится неправильная настройка геодезического оборудования, приводящая к значительным погрешностям. Также встречаются ошибки привязки к пунктам государственной геодезической сети (ГГС) - неверное определение координат опорных точек смещает весь участок на местности(Рис.2.).

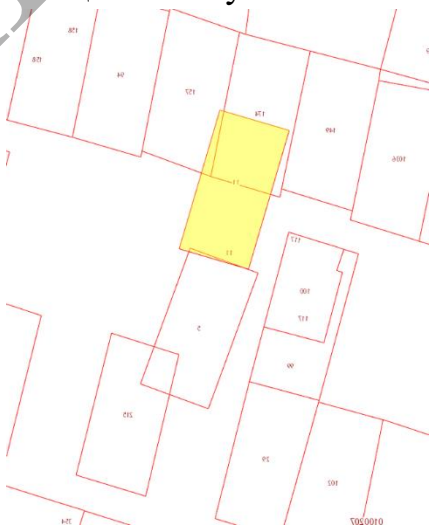


Рис.2 Смещение координат участка

ВКР УЛ

Нередко нарушается методика полевых измерений: несоблюдение требований инструкции по межеванию земель искажает результаты. Погрешности особенно вероятны в условиях сложного рельефа: в районах с неровным ландшафтом они могут достигать критических значений.
Процедурные нарушения часто связаны с несоблюдением регламента кадастровых работ. Одна из самых распространённых проблем - отсутствие согласования границ с соседями: это причина около 60 % земельных споров в судах. На практике нередко игнорируется требование о заблаговременном извещении о согласовании границ. Ещё одна сложность - неуведомление заинтересованных лиц: если соседи не были должным образом извещены о межевании, это приводит к спорам и необходимости судебного урегулирования. Кроме того, возможны нарушения особых режимов землепользования: в регионах с особыми условиями (водоохранные зоны, особо охраняемые природные территории) процедурные ошибки особенно критичны.
К юридическим ошибкам относят наложение границ на соседние участки (реестровая ошибка), которое возникает, если в ЕГРН содержатся неверные сведения о местоположении границ смежных участков. Другие типичные проблемы: выход за границы кадастрового квартала, нарушение красных линий застройки, несоответствие площади участка правоустанавливающим документам более чем на 10 %, пересечение с охранными зонами инженерных коммуникаций.
Проблемы с документами -частая причина сложностей при межевании. Среди них:
неактуальные выписки из ЕГРН;
отсутствие абрисов и схем геодезических построений в сведениях о выполненных измерениях;
несоответствие вида разрешённого использования классификатору;
использование условной системы координат вместо требуемой местной системы координат (МСК);
отсутствие реквизитов документа о получении сведений об исходной геодезической сети, использованной при выполнении работ.
Организационные сложности тоже затрудняют процесс. Например, кадастровый инженер в большинстве случаев не является заявителем при подаче документов на государственный кадастровый учёт - это ограничивает его возможности по получению необходимых сведений (выписок из ЕГРН, копий межевых планов и т. д.).

Технологические проблемы связаны с техническими сбоями и недочётами в работе программно-технического комплекса ЕГРН. В частности, в «Личном кабинете кадастрового инженера» возможны ошибки, за-

ВКР УлГУ

трудняющие автоматизированную проверку документов (межевого плана, технического плана, акта обследования). Кроме того, возникают проблемы с обратной связью: отсутствует оперативное взаимодействие с технической поддержкой и органами регистрации прав. Ещё один пример - ошибки при загрузке документов в ФГИС ЕГРН: система не обрабатывает обращения, содержащие межевые или технические планы с вложенными архивами, которые включают ещё один архив и электронную подпись.

Если возникают разногласия по границам, споры могут быть урегулированы только в судебном порядке. Судебные разбирательства по вопросам установления границ участков - одни из самых сложных и длительных. В таких случаях суд часто назначает землеустроительную экспертизу, на основании которой принимается решение[1].

Глава 2. Анализ условий проведения межевания

2.1. Принципы работы базовых станций

Базовая станция в геодезии -стационарный геодезический комплекс с высокоточным GNSS-приёмником и дополнительным оборудованием, установленный на точке с заранее точно определёнными координатами. Её основная функция - непрерывный приём сигналов от глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS: GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou) и формирование корректирующих поправок для повышения точности измерений мобильных приёмников (роверов).В состав базовой станции входят: высокоточный GNSS-приёмник, спутниковая антенна (на пилоне или мачте), средства связи (радиомодемы, GSM/GPRS-модемы или интернет-подключение), источник бесперебойного питания (ИБП), системы защиты от молний и грозовых перенапряжений, а также программное обеспечение для обработки сигналов и формирования поправок[2].

Принцип работы строится на следующем алгоритме: станция непрерывно принимает спутниковые сигналы, затем сопоставляет полученные координаты с заранее известными точными координатами своего местоположения. На основе выявленных расхождений вычисляются ошибки, вызванные ионосферными и тропосферными искажениями, орбитальными отклонениями спутников, дрейфом атомных часов на спутниках и эффектом многолучевости (переотражением сигнала от объектов местности). Далее станция формирует дифференциальные поправки, компенсирующие эти погрешности, и передаёт их на мобильные приёмники одним из способов: по радиоканалу (УКВ-диапазон, 410–470 МГц), через сотовую связь (GSM, GPRS, 3G/4G) или посредством интернет-соедине-

ВКР УлГУ

ния (по протоколу NTRIP). Подвижный приёмник (ровер) использует полученные поправки для уточнения своих координат-в реальном времени (режим RTK) или при последующей постобработке данных (режим PPK). Базовые станции классифицируют по масштабу и режиму работы: Одиночные базовые станции-это специализированные геодезические устройства, предназначенные для выполнения локальных задач. Они характеризуются высокой точностью позиционирования в радиусе до 30-50 километров и обеспечивают надёжные данные для точного определения координат в ограниченных пространственных областях. Сети дифференциальных геодезических станций (СДГС) представляют собой сложные системы, включающие несколько базовых станций, объединённых в единую сеть с централизованной системой обработки данных. Такие сети позволяют создавать «сетевые» решения, например, технологию виртуальной базовой станции (VRS). СДГС обеспечивают равномерную точность измерений на обширных территориях, что делает их особенно эффективными для крупномасштабных геодезических проектов. эффективность функционирования базовых станций определяется комплексом взаимосвязанных факторов, которые оказывают существенное влияние на точность и надёжность системы позиционирования. Среди них - геометрическое расположение базовой станции относительно подвижного приёмника (ровера). Оптимальным расстоянием для систем RTK считается диапазон от 30 до 50 километров. Также важно количество видимых спутников -оно должно составлять не менее шести для обеспечения высокой точности позиционирования. Состояние ионосферной и тропосферной среды влияет на качество радиосигналов и, соответственно, на точность определения координат. Топографические особенности местности и наличие естественных и искусственных препятствий, таких как здания, деревья и горные массивы, также могут существенно искажать радиосигналы [2].

Технические характеристики используемого оборудования и программного обеспечения, включая их соответствие современным стандартам и требованиям, играют немаловажную роль. Стабильность местоположения базовой станции критически важна для обеспечения постоянства референсных данных. Наконец, тип и параметры канала связи, включая его пропускную способность и устойчивость к внешним воздействиям, также влияют на эффективность системы позиционирования. Комплексное взаимодействие всех этих факторов определяет общую эффективность системы позиционирования и требует тщательного анализа и оптимизации для достижения максимальной точности и надёжности [5].

Базовые станции играют важную роль в геодезических работах: они повышают точность GNSS-измерений с метров до сантиметрового уровня (±1-2 см в плане и ±2 см по высоте), сокращают время полевых работ за счёт использования RTK-режима, создают опорную геодезическую сеть для после-

ВКР УлГТУ

дующих изысканий, позволяют мониторить деформации земной поверхности и сооружений, а также поддерживают инженерные изыскания, строительство, кадастровые и землеустроительные работы[6]..

Таким образом, базовые станции выступают ключевым элементом современной геодезической инфраструктуры: они обеспечивают высокоточное позиционирование, способствуют развитию технологий геодезических измерений и повышают эффективность широкого спектра прикладных задач ,от межевания земель до мониторинга инженерных объектов.

2.2. Рассогласованность базовых станций: причины и последствия

Рассогласованность базовых станций -ситуация, при которой координаты, полученные с использованием разных измерительных данных базовых станций, не совпадают или имеют значительные расхождения даже для одной и той же точки на местности. Причиной таких расхождений и рассогласованности могут быть разные геодезические построения регионального уровня в исходных данных. Это снижает точность геодезических измерений и создаёт проблемы при интеграции данных в единую систему.

Причины рассогласованности носят комплексный характер и затрагивают технические, нормативные и организационные аспекты. Прежде всего, отсутствует единая система идентификации станций: встречаются коллизии идентификаторов (разные станции имеют один и тот же код) и дублирование обозначений (одни и те же станции имеют разные обозначения в разных сетях).

Серьёзную проблему создают различия в системах координат и параметрах преобразования. Базовые станции могут использовать разные системы координат , а нормативные документы порой противоречат друг другу. В результате расхождения при преобразовании координат могут достигать 2 см и более включая метровые диапазоны.

ВКР УлГУ

Неоднородность геодезической инфраструктуры также способствует рассогласованности. Территориальное покрытие неравномерно: высокая плотность станций наблюдается в центральных и южных регионах, тогда как в Сибири, на Дальнем Востоке и в Арктике их явно недостаточно. Кроме того, различаются точность и статус станций (государственные ФАГС и коммерческие сети), а для коммерческих станций не предусмотрена обязательная поверка и верификация координат.Среди технических и технологических факторов, влияющих на точность геодезических измерений и формирование кадастровых данных, выделяются следующие: использование оборудования разных производителей, из-за чего возникают расхождения в результатах до 10 см-это связано с различиями в алгоритмах пересчёта координат и обработки сигналов у приборов различных брендов; несовместимость форматов данных и протоколов передачи поправок между устройствами и программным обеспечением, что затрудняет интеграцию и сопоставление информации; нестабильность связи и задержки при передаче данных (в т.ч. в режиме реального времени), приводящие к потере или искажению корректирующей информации и снижению оперативности измерений; разное качество антенн и приёмников, напрямую влияющее на чувствительность к спутниковым сигналам, устойчивость к помехам и точность фиксации псевдодальностей -менее качественные компоненты могут существенно ухудшать итоговую точность позиционирования, особенно в сложных условиях (городская застройка, пересечённая местность и т.д.) К рассогласованности приводят и организационные и нормативные проблемы. В частности, до сих пор не разработаны единые требования к созданию и эксплуатации дифференциальных геодезических станций (ДГС) в соответствии со ст. 9 ФЗ № 431-ФЗ. Коммерческие станции недостаточно интегрированы в единую сеть, а доступ к архивам данных ограничен: многие операторы хранят информацию только за 3-12 месяцев. Кроме того, пользователи слабо информированы о доступных ресурсах ФСГС[1].

ВКР УлГУ

Наконец, проблемы с привязкой к государственной геодезической сети усугубляют ситуацию. Станции привязаны к разным пунктам ГГС, которые различаются по классу точности и количеству. Некоторые операторы не предоставляют отчётов о привязке, а методики калибровки и уравнивания сетей варьируются, что дополнительно усиливает рассогласованность. Последствия рассогласованности затрагивают техническую, юридическую и экономическую сферы. Прежде всего, снижается точность геодезических работ: расхождения в координатах могут достигать 1 метра и более между соседними регионами или посёлками. Это приводит к ошибкам при выносе границ земельных участков, наложениям и спорам, некорректным расчётам площадей и объёмов.Возникают проблемы интеграции данных: невозможно объединить информацию от разных станций в единую согласованную сеть, что осложняет создание цифровых моделей местности и ГИС-проектов, провоцирует ошибки в кадастровом учёте и регистрации прав на недвижимость.Рассогласованность порождает юридические и экономические риски: земельные споры из-за некорректного определения границ, финансовые потери при проектировании и строительстве из-за ошибок в топосъёмке, риски признания результатов измерений недействительными.Кроме того, снижается точность мониторинга деформаций земной поверхности, оползней, оседаний сооружений, а синхронизация данных от разных источников становится проблематичной. Затрудняется интеграция в международные системы , наблюдается отставание от зарубежных аналогов , где стандартизация и открытость данных выше, что сдерживает внедрение цифровых технологий в геодезии и кадастре.Наконец, рассогласованность влечёт дополнительные затраты: приходится проводить повторные измерения с привязкой к пунктам ГГС, тратить ресурсы на калибровку и уравнивание локальных сетей, нести расходы на разрешение споров и исправление ошибок.Для решения проблемы необходим системный подход. Ключевые меры включают создание единого общедоступного реестра с уникаль-

ВКР УлГУ

ной идентификацией станций, что позволит упорядочить информацию о действующих геодезических пунктах, обеспечить их однозначную идентификацию и упростить доступ к актуальным данным для всех участников процесса. Также требуется разработка и внедрение единых требований к оборудованию, точности измерений и форматам данных -это устранит расхождения, вызванные использованием приборов разных производителей и несовместимостью форматов, обеспечит унификацию результатов и повысит сопоставимость данных. Важным шагом станет обеспечение интеграции с международными системами , что даст возможность использовать глобальные эфемериды и модели атмосферных задержек, улучшая точность позиционирования. Кроме того, необходимо увеличить плотность покрытия геодезическими станциями в слабоосвоенных регионах, где текущая разрежённость сети приводит к значительным погрешностям из-за удалённости от базовых пунктов. Следует организовать долгосрочное хранение данных измерений с обеспечением открытого доступа к ним-это позволит проводить ретроспективный анализ, отслеживать деформации земной поверхности и использовать исторические данные для повышения точности последующих работ. Не менее важна регулярная поверка и сертификация станций, гарантирующая соответствие оборудования установленным стандартам и поддержание его метрологических характеристик на требуемом уровне. Наконец, нужно повысить информированность геодезистов о доступных ресурсах и действующих стандартах через обучающие программы, семинары и методические материалы-это поможет специалистам корректно применять новые требования и эффективно использовать существующие геодезические ресурсы, в итоге повысив общую точность и надёжность кадастровых данных-Таким образом, рассогласованность базовых станций -комплексная проблема, требующая согласованных действий на нормативно-правовом, техническом и организационном уровнях. Её решение позволит повысить точность геодезических работ, снизить риски и затраты, а также ускорить развитие единой координатно-временной инфраструктуры России [2].

ВКР УлГУ

2.3. Экономические аспекты межевания

Следующим важным фактором является категория земель. Межевание участков, предназначенных для индивидуального жилищного строительства (ИЖС) или коммерческой застройки, требует более высокой точности и соответствия строгим нормативам, что приводит к увеличению стоимости. Проблемы возникают в случае изменения категории участка (например, из сельхозназначения в ИЖС), поскольку это требует повторного межевания с учётом новых требований, что влечёт за собой дополнительные расходы. Кроме того, каждая категория земель имеет свои специфические требования к точности измерений и оформлению документации, что усложняет работу кадастрового инженера.

Сложность рельефа и застройки также оказывает значительное влияние на формирование стоимости услуг и порождает ряд специфических проблем. В горной местности доступ к точкам измерений затруднён, что может привести к ошибкам из-за перепада высот. Это требует дополнительных выездов и корректировок, что увеличивает затраты. В условиях городской застройки возникают помехи для спутниковых сигналов, а также риск повреждения коммуникаций при установке межевых знаков. Кроме того, необходимо согласование с коммунальными службами, что может существенно затянуть процесс. На участках с густой растительностью требуется предварительная расчистка, что не всегда учитывается в смете и может привести к дополнительным расходам[2].

Одним из ключевых факторов, влияющих на стоимость межевания, является количество характерных точек границ. Чем больше точек необходимо определить и зафиксировать, тем больше трудозатрат требуется. Особенно это актуально при межевании участков сложной формы, таких как участки с извилистой границей, проходящей вдоль реки. В таких случаях количество точек резко возрас-

ВКР УлГУ

тает, что может привести к превышению бюджета. Кроме того, увеличение числа точек повышает вероятность ошибок в измерениях и оформлении документации.

Значимым фактором ценообразования являются территориальные коэффициенты. В регионах с высокой стоимостью жизни, таких как крупные мегаполисы, цены на услуги умножаются на коэффициент 1,5-2,0, что делает их недоступными для части населения. В отдалённых районах, таких как Крайний Север и Дальний Восток, коэффициенты ещё выше из-за логистических сложностей, однако спрос на услуги там значительно ниже, что снижает конкуренцию и, как следствие, качество предоставляемых услуг. В таких условиях местные кадастровые инженеры либо завышают цены, либо экономят на оборудовании и квалификации персонала, что негативно сказывается на качестве работ.

Необходимость проведения дополнительных изысканий также оказывает существенное влияние на процесс межевания и его стоимость. Заказчик не всегда осведомлён о необходимости проведения дополнительных работ, таких как топографическая съёмка или поиск архивных данных, что приводит к превышению сметы и конфликтам с подрядчиком. Отсутствие архивных данных или их противоречивость усложняют работу и увеличивают сроки выполнения, поскольку приходится запрашивать информацию из различных источников и проверять её достоверность. Согласование с профильными ведомствами, такими как Министерство культуры при наличии объектов культурного наследия, может затянуться на месяцы, что приводит к срыву сроков выполнения работ и увеличению накладных расходов.

Процесс согласования границ также является важным фактором, влияющим на стоимость услуг кадастровых инженеров. Большое количество смежных участков затрудняет организацию одновременного согласования, что особенно актуально, если собственники проживают в разных регионах или за границей. Спорные границы требуют привлечения юристов или медиаторов, что увеличивает затраты и сроки урегулиро-

ВКР УдГУ

вания разногласий. Невозможность установить всех заинтересованных лиц приводит к необходимости публикации объявлений в средствах массовой информации, что добавляет 10-15 % к стоимости и требует дополнительных временных затрат.

Источники финансирования и связанные с ними сложности также играют важную роль в процессе межевания. Для частных заказчиков основной проблемой является ограниченный бюджет: стремление сэкономить приводит к выбору некачественных услуг, что впоследствии оборачивается ошибками в межевании и необходимостью повторного проведения работ. Недостаток информации о реальной стоимости работ также является серьёзной проблемой -риск столкнуться с недобросовестными подрядчиками, которые занижают цену на этапе заключения договора, а затем требуют доплат за «неожиданные» работы, остаётся высоким.

В случае муниципальных программ возникают следующие сложности: бюрократические задержки, связанные с согласованием бюджетов и выделением средств, что замедляет процесс межевания и увеличивает его стоимость из-за инфляции; лимитированное финансирование, при котором приоритет отдаётся крупным проектам, а мелкие участки остаются без внимания, что создаёт дисбаланс в развитии территорий; коррупционные риски при распределении средств, что может привести к злоупотреблениям при выборе подрядчиков и контроле качества работ.

Для инвестиционных проектов характерны свои проблемы: зависимость от экономической ситуации, при которой в условиях спада финансирование сокращается, а проекты замораживаются; приоритет коммерческих объектов, в то время как социальные участки межеванию не подлежат, что усугубляет проблему нехватки благоустроенных территорий для нужд населения [2].

Субсидирование межевания для отдельных категорий граждан также сталкивается с рядом проблем: ограниченный перечень льготников приводит к тому, что многие нуждающиеся не попадают под критерии, снижая социальную эффективность программ; сложный порядок оформле-

ВКР УлГУ

ния, требующий сбора большого количества документов, отпугивает потенциальных получателей субсидий; лимитированный объём субсидий приводит к тому, что средства быстро заканчиваются, и заявители вынуждены ждать следующего бюджетного периода; региональные различия в программах, когда в одних субъектах РФ поддержка разработана и доступна, в других же отсутствует или носит формальный характер, создают неравенство в доступе к льготам.

Таким образом, экономические аспекты межевания связаны с множеством проблем, затрагивающих все этапы процесса - от формирования цены до финансирования работ. Решение этих проблем требует комплексного подхода: совершенствования законодательства, повышения прозрачности ценообразования, развития конкуренции среди кадастровых инженеров, упрощения процедур согласования и получения субсидий, а также повышения финансовой грамотности заказчиков.

ВКР УДГУ

Глава 3. Анализ практики межевания

3.1 Анализ практики межевания

Рассмотрим ряд типичных ошибок и выделим наиболее распространённые в кадастровых планах.



Рис.3. Участок со смещением координат и разворот

На данном участке зеленым показано верное расположение участка, красным ошибочное расположение координат(Рис.3.).

ВКР УлГУ

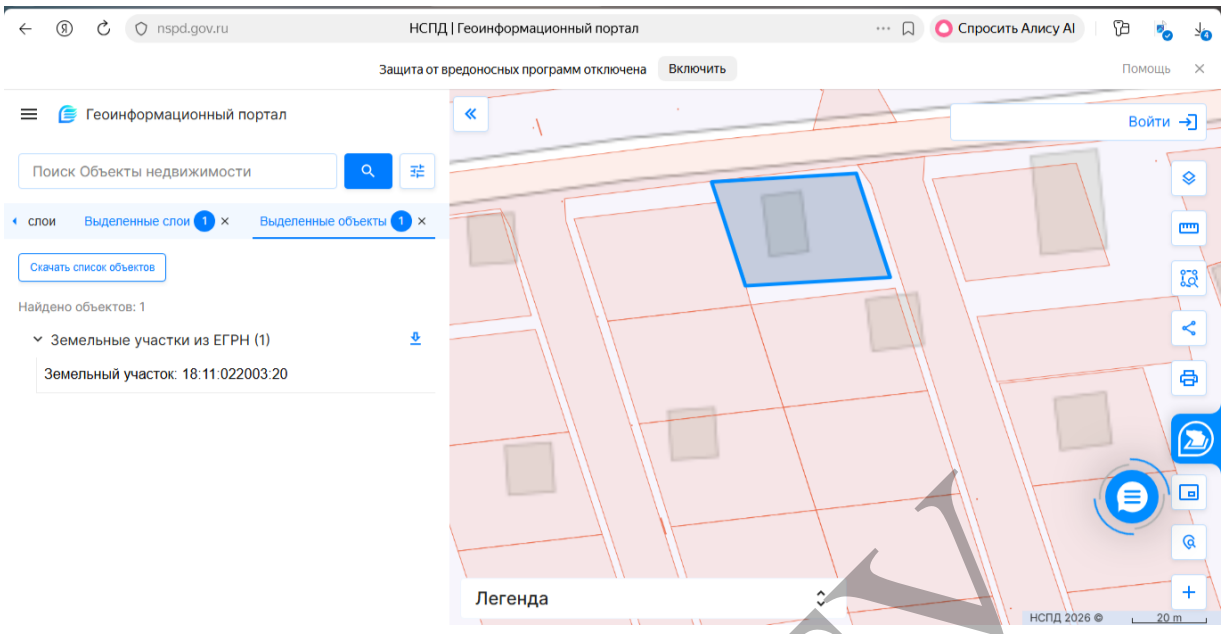


Рис.4. Участок со смещением координат и разворот

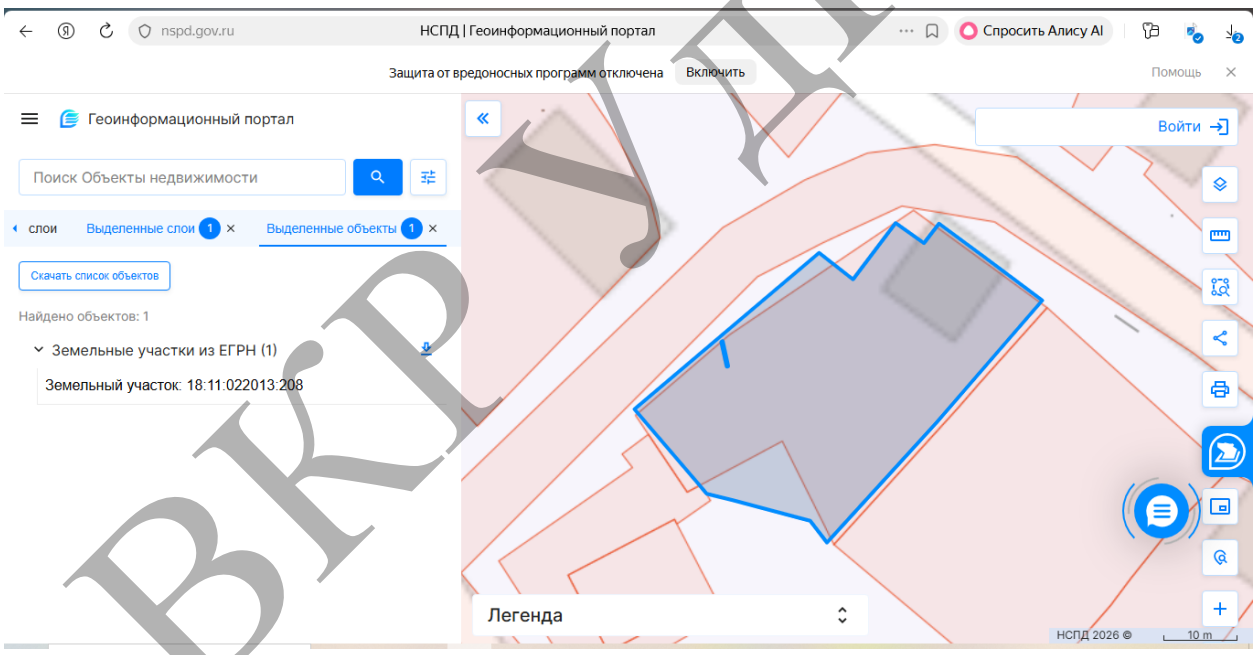


Рис.5. Наложение координат друг на друга

ВКР УлГУ

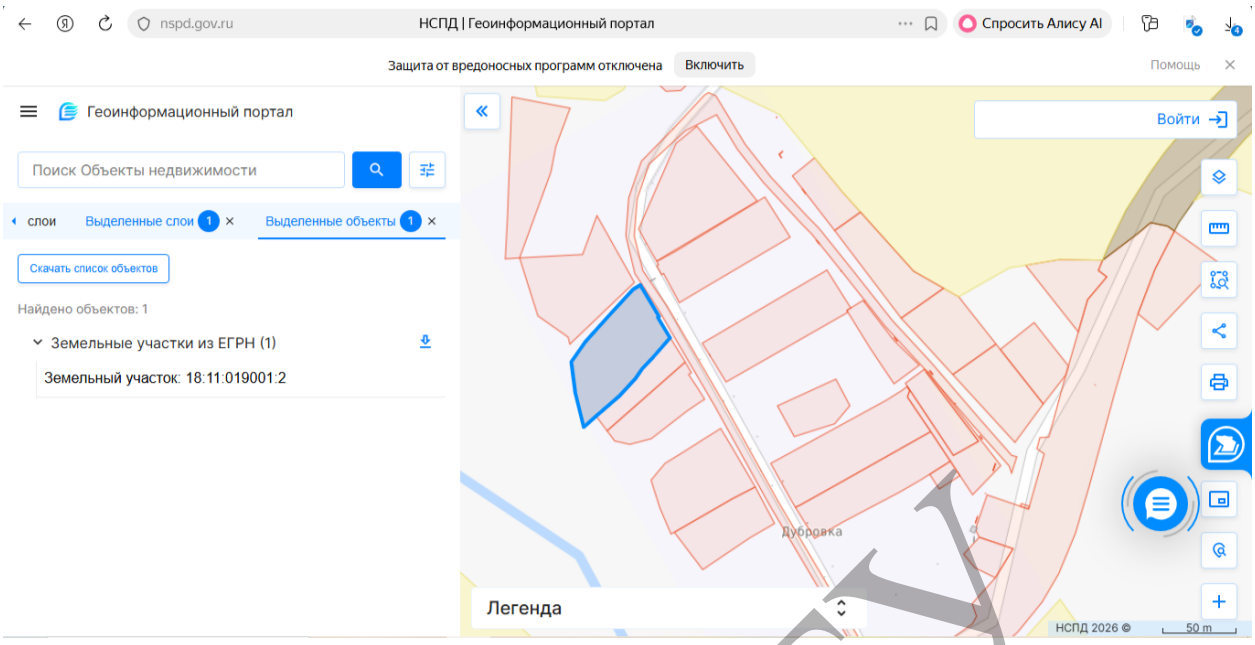


Рис.6. На участке видно смещение координат и разворот

На данных участках мы видим как удаленность станции влияет на точность измерений и на частоту проявления данной ошибки. Эта ошибка появляется из-за увеличения плеча сигнала, которое поворачивает данный участок. Это мы можем увидеть на следующей схеме(Рис.6.). Для небольших расстояний (до нескольких десятков километров) можно использовать упрощённую формулу, связывающую угол поворота координат с удалённостью от базовой станции (или от осевого меридиана зоны в проекции Гаусса-Крюгера). Формула имеет вид: $r = R \div y \times tan\varphi.$ где r - угол поворота (в радианах или градусах), y - расстояние от точки до осевого меридиана (по ординате в проекции Гаусса-Крюгера), выраженное в метрах, R - средний радиус Земли (обычно принимается равным 6,371×106 м), а φ - широта точки (в радианах). Эта формула показывает, что угол поворота γ прямо пропорционален расстоянию y: чем дальше участок от базовой станции, тем больше величина угла. Предположим, необходимо определить угол поворота координат для участка, расположенного на удалении от базовой станции (осевого меридиана зоны в проекции Гаусса-Крюгера). Известно, что расстояние от точки до осевого меридиана (по ординате в проекции Гаусса–Крюгера) составляет y=50000 м (то есть 50 км к востоку). Широта данной точки - φ=55∘. Для расчёта используем упрощённую формулу, применимую для небольших расстояний (до нескольких десятков километров): $\gamma \approx Ry \cdot \tan\varphi$, где γ - искомый угол поворота в радианах, R - средний радиус Земли, который принимается равным 6,371×106 м.

ВКР УлГУ

Сначала переведём широту из градусов в радианы: $\varphi \approx 55 \circ \times 180 \pi \approx 0{,}96$ рад. Далее найдём тангенс широты: $\tan \cdot \varphi \approx \tan \cdot (55 \circ) \approx 1{,}428$. Теперь подставим все известные значения в формулу: $\gamma \approx 6{,}371 \times 10650000 \cdot 1{,}428 \approx 0{,}0112$ рад. Полученный результат выражен в радианах, но для удобства интерпретации его стоит перевести в градусы. (Рис.7.). Для этого умножим значение на $\pi 180$: $\gamma \approx 0{,}0112 \times \pi 180 \approx 0{,}64$. Таким образом, угол поворота координат относительно базовой станции (осевого меридиана) для данной точки составляет примерно 0,64. Это означает, что при переходе от геодезических координат к плоским прямоугольным в проекции Гаусса-Крюгера на указанной широте и при удалении на 50 км от осевого меридиана система координат повернётся на этот угол. Чем дальше участок от базовой станции, тем больше будет величина угла поворота(Рис.4.). [3].

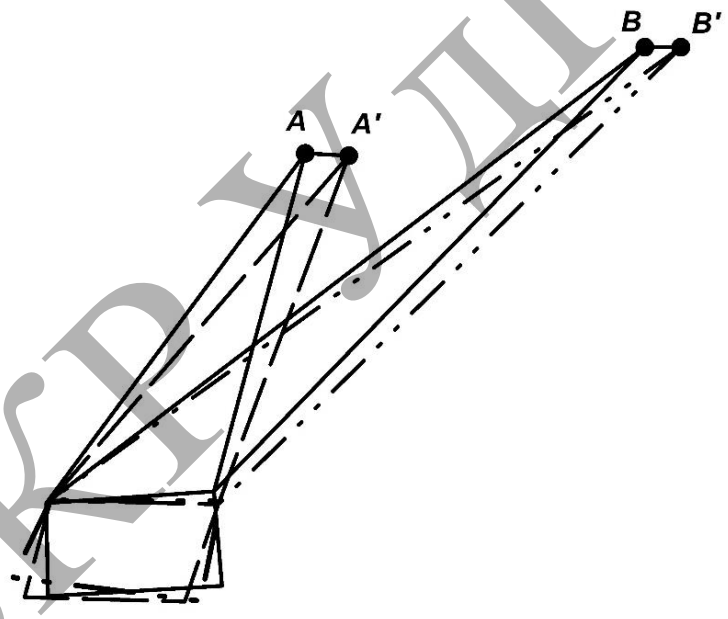


Рис.7. Схема координирования прямоугольно участка с базовых станций с истинными и искаженными значениями

Также часто наблюдаются другие ошибки такие как не правильная стыковка участков, либо неправильно указаны границы участка, а также ВРИ(Рис.5.).

ВКР УлГУ

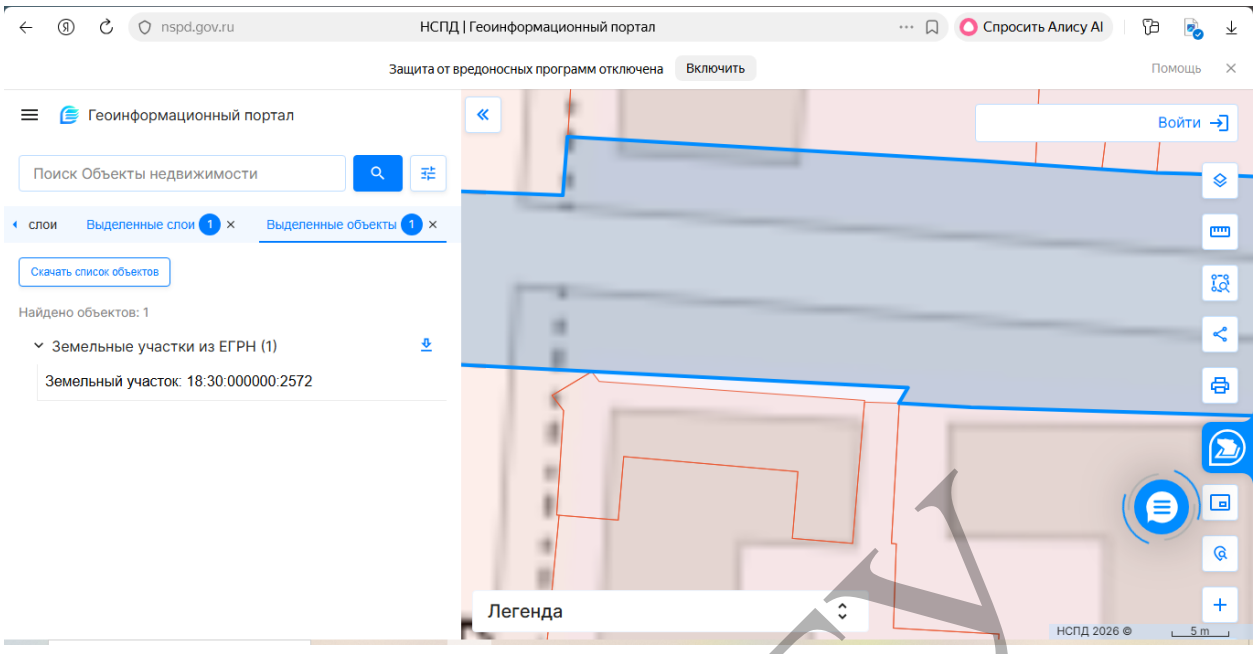


Рис.8. Показана граница участка без стыковки

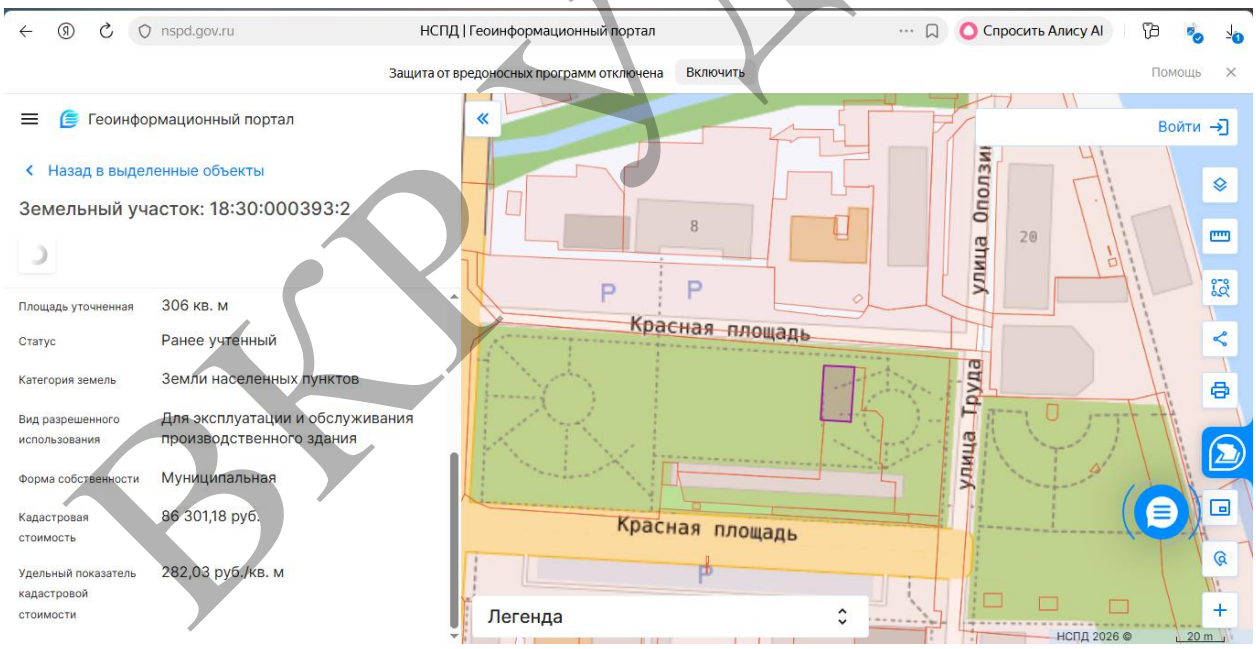


Рис.9. Неправильно указанный ВРИ для участка

ВКР УдГУ

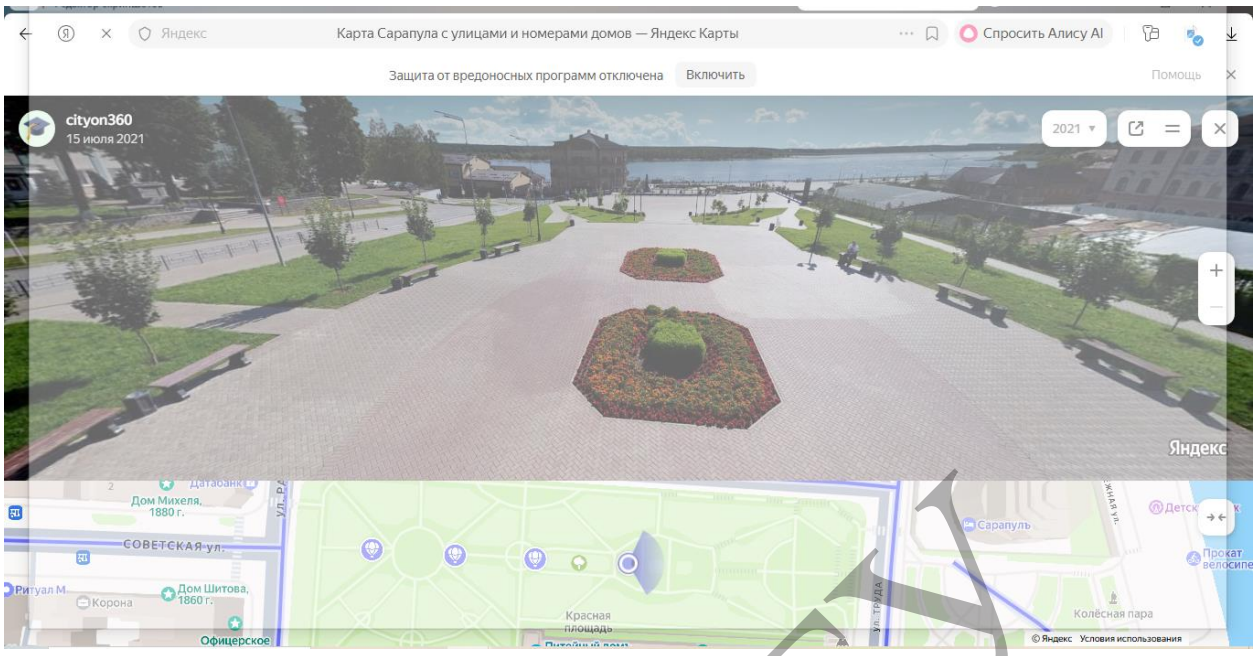


Рис.10. Реальный вид территории набережной

По итогу работ с кадастровой картой обнаружился ряд проблем, снижающих достоверность данных. Для их решения была проведена систематизация ошибок -все неточности были классифицированы и особое вниманию уделяется влиянию искажения координат от базовых станции.

Такой подход позволил выйти за рамки точечного исправления отдельных недочётов и выявить коренные причины проблем. На основе полученных данных разработаны меры по предотвращению ошибок, что обеспечит повышение точности и надёжности кадастровой карты в долгосрочной перспективе. Систематические ошибки в кадастровой карте, возникающие из-за технических погрешностей измерительных приборов и некорректного указания исходных данных, можно классифицировать на две взаимосвязанные категории. Первая категория включает ошибки, связанные с характеристиками и состоянием измерительного оборудования. Это включает использование устаревших или неисправных геодезических инструментов, таких как тахеометры и GNSS-приёмники, которые не обеспечивают требуемую нормативными документами точность. Некорректная калибровка приборов перед проведением измерений также приводит к систематическим отклонениям. Физические повреждения или износ компонентов оборудования, таких как датчики и приёмные устройства, могут вызывать сбои в работе и искажение результатов. [13]. Внешние факторы, такие как рельеф местности, застройка и атмосферные явления, могут снижать точность измерений. Недостаточная плотность пунктов государственной геодезической сети ограничивает возможности точной привязки результатов к опорным точкам. Значительная удалённость от базовых станций GNSS существенно увеличивает погрешности позиционирования, особенно при использовании методов RTK и

ВКР УлГУ

дифференциальной коррекции. Это приводит к накоплению ошибок из-за ослабления сигнала, увеличению времени его распространения, росту влияния ионосферных и тропосферных задержек, снижению надёжности фазовых измерений и уменьшению числа видимых спутников, что ухудшает геометрию позиционирования , и в конечном итоге снижает точность определения координат до значений, превышающих допустимые нормативными актами (Рис.8.),(Рис.9.),(Рис.10.). Вторая категория охватывает ошибки в исходных данных и их обработке. Это включает использование устаревших, неполных или недостоверных картографических материалов и сведений о смежных участках. Ошибки при трансформации координат между различными системами, например, при преобразовании из местной системы координат в государственную, приводят к смещению границ участков в Едином государственном реестре недвижимости (ЕГРН). Неправильный выбор методики геодезических измерений, не учитывающий особенности местности и условия съёмки, также может привести к ошибкам. Опечатки, описки и арифметические ошибки при вводе данных в программное обеспечение или оформлении документации являются распространёнными источниками ошибок. Недостаточная квалификация исполнителей приводит к просчётам в вычислениях, неправильной интерпретации данных или некорректной подготовке оборудования. Отсутствие непосредственной привязки к местности, использование приблизительных координат на основе вторичных источников вместо проведения полевых измерений, а также игнорирование локальных особенностей территории, таких как рельеф, застройка и природные объекты, влияющих на точность определения границ, являются дополнительными источниками ошибок. Нарушения процедуры согласования границ с собственниками смежных участков или отсутствие необходимой документальной фиксации таких согласований также могут привести к ошибкам. Неполнота исходных документов, например, отсутствие реквизитов документов, содержащих сведения ЕГРН, или неполное отражение данных, на основании которых подготовлен межевой план, является ещё одним источником ошибок. Последствия указанных ошибок имеют комплексный характер и проявляются в виде пересечений или несовпадений границ смежных участков, искажения фактической формы и площади земельных участков, некорректного отображения местоположения объектов недвижимости на кадастровых картах, затруднений при регистрации прав, оформлении сделок, получении кредитов или вступлении в наследство, а также возникновения земельных споров между собственниками, которые требуют разрешения в судебном порядке[3]. Для минимизации вероятности возникновения ошибок при межевании земельных участков необходимо применять комплекс мер: использовать современное геодезическое оборудование, соответствующее нормативным требованиям к точ-

ВКР УлГУ

ности; регулярно проводить поверку и калибровку приборов; строго соблюдать утверждённые методики выполнения измерений и обработки данных; выполнять контрольные измерения и проверки результатов на всех этапах работ; привлекать квалифицированных специалистов с соответствующей подготовкой и опытом; обеспечивать полноту и достоверность исходной документации, используемой при подготовке межевых планов; учитывать специфику местности и внешние факторы, влияющие на точность измерений (в т.ч. удалённость от базовых станций GNSS и плотность опорной геодезической сети). Реализация этих мер позволит существенно повысить достоверность кадастровых данных и снизить количество ошибок, связанных с определением границ земельных участков. Основные причины смещения границ включают несколько ключевых факторов. Во-первых, влияние кривизны Земли: на расстояниях свыше 5-10 км пренебрежение сферичностью планеты приводит к систематическим ошибкам, причём погрешность растёт пропорционально кубу расстояния. Это описывается формулой $\Delta D \approx 3R2D3$, где D -расстояние, а R - радиус Земли (около 6371 км). Во-вторых, атмосферные задержки: ионосферные и тропосферные искажения спутниковых сигналов зависят от влажности, температуры, давления и солнечной активности, особенно сильно искажая сигнал на длинных трассах. В-третьих, геометрический фактор (PDOP): при удалённости от базовой станции снижается количество видимых спутников и ухудшается их геометрия, что выражается формулой $PDOP=HDOP2+VDOP2$. Высокое значение PDOP (>4) существенно снижает точность измерений. В-четвёртых, многолучевое распространение сигнала (мультипуть): отражение сигналов от рельефа, зданий и растительности искажает измерения псевдодальностей, особенно в городской застройке или пересечённой местности. Дополнительно к смещению приводят погрешности оборудования (дрейф часов приёмников, шумы измерений, температурные деформации), ошибки исходных данных (неточность координат базовых станций передаётся на все последующие измерения) и деформации земной поверхности (тектонические движения, оседания грунта могут смещать точки за годы между измерениями). (Рис.11.).

ВКР УлГУ

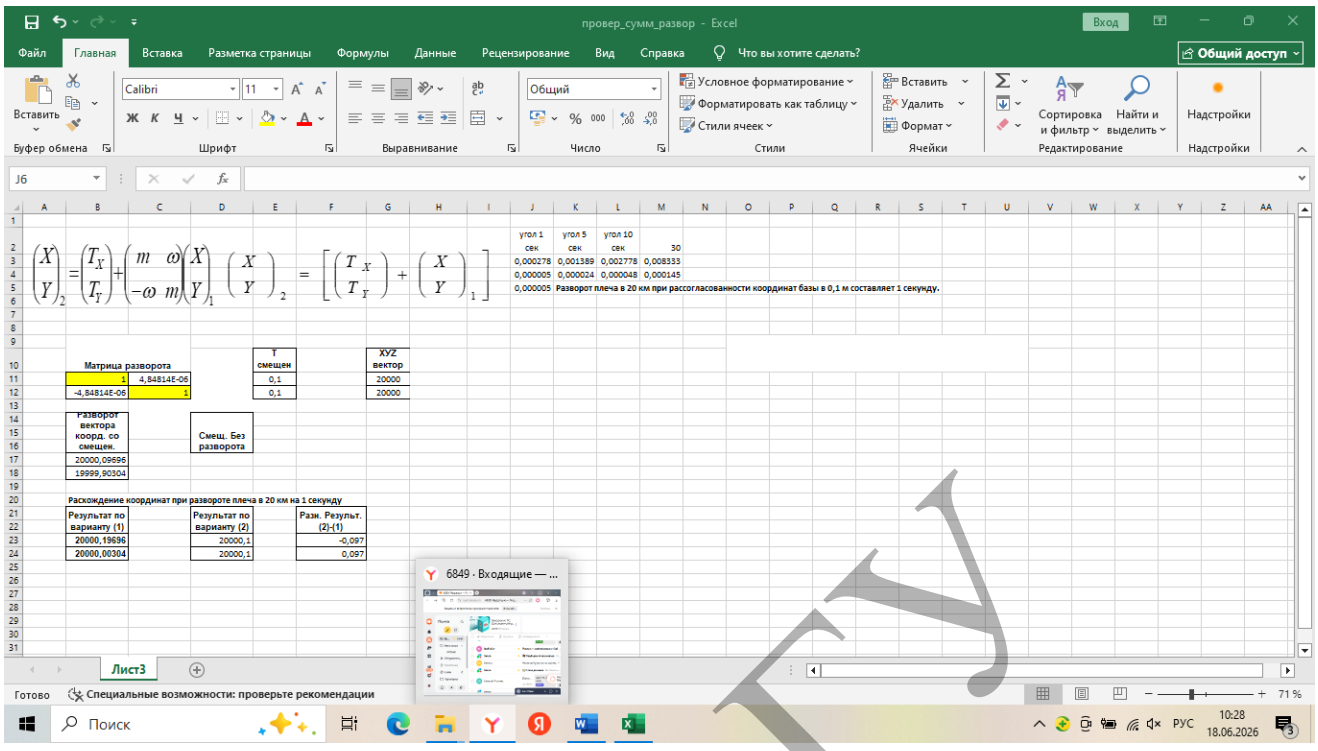


Рис.11. Расхождение координат

Одним из наиболее эффективных методов минимизации смещения является создание статической опорной точки с последующей работой от неё. Методика включает несколько последовательных этапов. Сначала выбирают место для статической точки: требуется ровная открытая площадка без препятствий для спутникового сигнала (зданий, деревьев, ЛЭП), расположенная не далее 5-10 км от объекта работ и надёжно закреплённая (например, бетонным монолитом или металлическим штырём). Затем выполняют статические измерения: на точке устанавливают GNSS-приёмник, сеанс длится не менее 2-4 часов (для расстояний более 20 км - до 8 часов), данные записывают с частотой 1-5 с, фиксируют метеопараметры (температуру, давление, влажность). Далее проводят обработку данных: выполняют постобработку с использованием данных ближайших базовых станций (CORS), применяют точные эфемериды (IGS), учитывают ионосферные и тропосферные модели, вычисляют координаты с точностью 1–3 мм. Точность статических измерений оценивают по формуле $m_{ст} = m_{баз}2 + m_{изм}2$, где $m_{ст}$ - среднеквадратическая погрешность (СКП) координат статической точки, $m_{баз}$ - погрешность координат базовой станции, $m_{изм}$ —-погрешность измерений приёмника[4].

Следующий этап -создание локальной сети: от статической точки прокладывают ходы к характерным точкам участка с использованием мето-

ВКР УдГУ

дов RTK или тахеометрической съёмки, контроль осуществляют через замкнутые полигоны. Затем ведут работу от статической точки - она используется как временная базовая станция для RTK-измерений или опорный пункт для тахеометрических измерений. Стабильность точки регулярно проверяют повторными статическими измерениями (1 раз в 3-6 месяцев). Завершающий этап -контроль качества: выполняют независимые контрольные измерения (например, от другой статической точки), проводят сравнение с данными кадастрового учёта и анализ невязок в полигонах.

Преимущества данного метода включают высокую точность (1-5 мм в плане и 2-10 мм по высоте), снижение влияния удалённости за счёт локальной опорной сети (минимизация ошибок из-за кривизны Земли и атмосферных задержек), повторяемость (контроль стабильности точки во времени), универсальность (подходит для GNSS, тахеометрии, лазерного сканирования) и юридическую значимость (координаты точки могут быть документально закреплены). Вместе с тем метод имеет ряд ограничений: значительные временные затраты на статические измерения, необходимость высокоточного GNSS-приёмника, квалифицированную постобработку данных, регулярный мониторинг стабильности точки и обязательную фиксацию всех этапов в отчёте.

В итоге создание статической опорной точки представляет собой надёжный способ устранения смещения участков при работе на больших расстояниях. Метод позволяет минимизировать влияние кривизны Земли, снизить атмосферные ошибки, обеспечить высокую точность привязки, создать локальную геодезическую сеть и гарантировать повторяемость результатов. Для максимальной эффективности рекомендуется комбинировать статические измерения с сетевыми RTK, использовать данные референцных станций, регулярно проверять стабильность опорных точек и применять современные методы постобработки с учётом всех поправок.

ВКР УлГУ

3.2. Рекомендации по оптимизации условий межевания

Рекомендации по оптимизации условий межевания включают два ключевых направления: улучшение нормативно-правовой базы и внедрение новых технологий (БПЛА, лазерное сканирование), а также меры по минимизации последствий большой удалённости базовых станций GNSS и смещений участков из-за этого.

Большая удалённость базовых станций GNSS приводит к снижению точности позиционирования, накоплению ошибок и, как следствие, к смещениям границ участков на кадастровой карте. Чтобы избежать этих последствий, необходимо реализовать комплекс технических, методических, программных и организационных мер.

Начнём с технических решений для компенсации удалённости базовых станций. Прежде всего, целесообразно развернуть региональные сети постоянно действующих базовых станций (CORS) с расстоянием между ними 30-50 км - это обеспечит точность позиционирования до 1–2 см в режиме реального времени (RTK), позволит передавать поправки через интернет или радиоканал и минимизирует влияние удалённости от ближайшей станции. Дополнительно стоит применять сервисы сетевых RTK (Network RTK), в т.ч. технологии VRS (Virtual Reference Station) и FKP (Flächen Korrektur Parameter), которые формируют виртуальную базовую станцию вблизи объекта работ и снижают погрешность даже при удалённости физических станций. Также полезно комбинировать спутниковые системы (GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BeiDou) для увеличения количества видимых спутников и повышения надёжности позиционирования в сложных условиях. Для работы без локальной базовой станции подойдут глобальные сервисы дифференциальных поправок (например, RTX, TerraStar) по технологии PPP (Precise Point Positioning), обеспечивающие точность 2–5 см. В отдельных случаях оправдана установка временной локальной базовой станции вблизи объекта межевания (до 10 км) с последующей привязкой к государственной геодезической сети (ГГС). При этом обязателен контроль качества измерений: повторные замеры контрольных точек, сравнение с данными ГГС и использование нескольких методов определения координат.В рамках методик полевых работ для снижения риска смещений важно выбирать оптимальные условия для съёмки: проводить измерения при хорошей спутниковой видимости (минимум 6-8 спутников с PDOP < 3) и избегать периодов сильных ионосферных возмущений (с учётом прогнозов космической погоды). Рекомендуется выполнять многократные сеансы измерений в разное время суток и в разные дни для усреднения случайных ошибок, а также обеспечивать избыточность данных - определять каждую точку границы минимум тремя независимыми способами (RTK, статический режим, постобработка). Обязательно использовать ближайшие пункты ГГС для контроля точности и коррекции данных, а перед началом работ - калибровать GNSS-приёмники и антенны.Программные и вычислительные методы включают постобработку данных в специализированном ПО (Leica GeoOffice, Trimble Business Center, Topcon Tools) для учёта ио

ВКР УлГУ

носферных и тропосферных задержек, коррекции многолучевости и вычисления точных координат в государственной системе. Важно корректно трансформировать координаты между системами с применением местных моделей геоида и задействовать автоматизированный контроль в ГИС-платформах - алгоритмы должны выявлять аномальные смещения через сравнение с соседними участками и анализ исторических данных.Организационные меры предполагают создание региональных центров мониторинга, которые будут вести реестр базовых станций, предоставлять доступ к поправкам и контролировать стабильность сети. Необходимо организовать программы повышения квалификации для кадастровых инженеров по работе с сетевыми RTK, методам постобработки и оценке точности измерений. В стандартах отчётности следует закрепить требование включать в межевой план данные о расстоянии до базовой станции, параметрах точности (СКО, PDOP) и методах коррекции ошибок. Кроме того, нужно запланировать регулярное обновление опорных сетей: плановую ревизию пунктов ГГС и модернизацию референцных станций каждые 5 лет.

Экономические и правовые механизмы могут включать субсидирование развёртывания базовых станций за счёт госпрограмм для создания равномерной сети CORS, стимулирование использования точных методов через снижение госпошлины за регистрацию участков с высокой точностью координат (СКО < 1 см), а также введение штрафов за подачу данных с превышением допустимых погрешностей из-за игнорирования коррекции удалённости.Параллельно с этим нужно совершенствовать нормативно-правовую базу. Следует унифицировать требования к межевым планам: разработать единые федеральные стандарты оформления документов с чётким форматом данных (в т.ч. электронным), требованиями к точности для разных категорий земель (городские участки - 5 см, сельхозугодья - 2,5 м, лесной фонд - 5 м), правилами описания характерных точек границ и порядком согласования с соседями. Законодательство (в т.ч. ФЗ № 218 «О государственной регистрации недвижимости») нужно обновить под современные технологии: закрепить правовой статус данных БПЛА и LiDAR, определить порядок использования LiDAR-данных в кадастровом учёте и установить требования к ПО для обработки геодезических данных. Необходимо ужесточить требования к кадастровым инженерам: ввести обязательную аттестацию каждые 3 года, персональную ответственность за ошибки и систему рейтингования по качеству работ. Административные процедуры стоит упростить: сократить сроки рассмотрения в Росреестре до 10 рабочих дней, внедрить электронное согласование границ с онлайн-подписью и автоматическую проверку межевых планов через ГИС. Также важно развивать комплексные кадастровые ра-

ВКР УлГТУ

боты (ККР): финансировать их из региональных бюджетов для устранения наложений границ и обязать проводить в кварталах с долей участков без координат > 30 %, а Росреестр -обязать публиковать открытые карты с границами и зонами ограничений плюс статистику по приостановкам и отказам.

Внедрение новых технологий повышает точность и скорость межевания. БПЛА для аэрофотосъёмки обеспечивают высокую скорость (100 га за несколько часов вместо 3-5 дней наземной съёмки), доступ к труднодоступным территориям и детализацию (ортофотопланы с точностью 2–5 см/пиксель) при затратах на 30-40 % ниже наземной геодезии. Для них подходят мультиспектральные камеры, GNSS-приёмники с сантиметровой точностью и LiDAR-сканеры. LiDAR (лазерное сканирование) даёт беспрецедентную точность: воздушное сканирование создаёт 3D-модели с плотностью до 100 точек/м², наземное - снимает сложные объекты с точностью 1-2 мм. Интеграция данных БПЛА/LiDAR в ГИС (QGIS, ArcGIS) позволяет визуализировать границы в 3D, автоматически выявлять наложения и формировать электронные планы. ИИ-алгоритмы проверяют корректность данных, прогнозируют споры о границах и автоматизируют описания объектов.

Ожидаемые результаты: снижение погрешности координат из-за удалённости станций с 10-30 см до 1-3 см; сокращение смещений границ на кадастровой карте на 70-80 %; уменьшение земельных споров из-за ошибок на 40-50 %; повышение доверия к кадастровым данным. Реализация этих мер в комплексе обеспечит переход к цифровому, прозрачному и эффективному межеванию, снизит нагрузку на госорганы и минимизирует риски юридических конфликтов из-за смещений границ[2].

3.3. Прогнозирование развития системы межевания

Прогнозирование развития системы межевания связано с ускоренной цифровизацией кадастровых работ и адаптацией законодательства к новым технологическим реалиям. Эти процессы направлены на повышение точности, прозрачности и оперативности учёта земельных участков, а также на снижение количества ошибок и споров. Перспективы цифровизации кадастровых работ предполагают переход от традиционных методов регистрации прав на землю к интеграции современных информационных систем. Прежде всего, ожидается внедрение 3D-моделирования и цифровых двойников объектов: ведущие кадастровые системы мира уже используют трёхмерные модели для учёта объёмных объектов и динамического мониторинга деформаций, а в

ВКР УлГУ

России прогнозируется запуск 3D-кадастра для нового строительства с 2027–2028 годов и полный отказ от бумажных носителей к 2030 году. Важную роль сыграют LiDAR-технологии(Рис.12.).

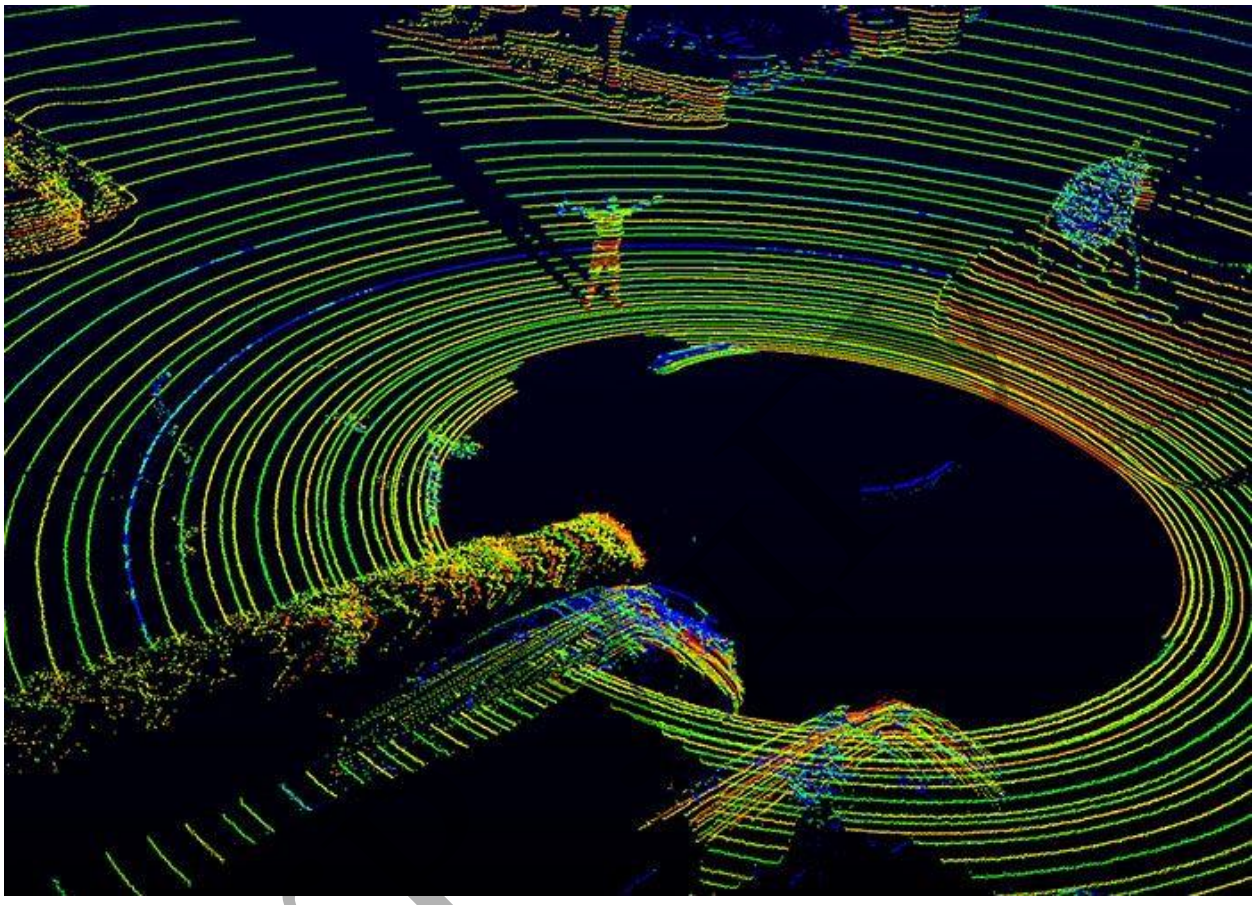


Рис.12. Lidar технологии

и беспилотные системы: лазерное сканирование с помощью БПЛА позволит получать высокоточные трёхмерные данные о рельефе, автоматически классифицировать объекты и оперативно обновлять кадастровые сведения, что особенно актуально для труднодоступных или опасных территорий.

Дальнейшее развитие связано с интеграцией Единой цифровой платформы «Национальная система пространственных данных» (НСПД): с 2026 года через неё будет проводиться государственная кадастровая оценка, что повысит точность расчётов и прозрачность алгоритмов, а также упростит обмен данными между различными государственными и муниципальными органами.

Искусственный интеллект и машинное обучение станут ключевыми инструментами автоматизации: ИИ будет использоваться для верификации данных, выявления ошибок в кадастровых записях и обработки текстовых и геометрических данных из кадастровых планов - например, системы УМКА и ЕВА в Росреестре уже применяют машинное зрение и обработку естественного языка.

Кроме того, цифровизация затронет документооборот: переход на усиленные неквалифицированные электронные подписи через Госуслуги ускорит процессы согласования границ и регистрации прав, а бумажные акты согласования будут заменены цифровой платформой «Единое окно межевания». Автоматизация коснётся и уведомлений - соседи будут получать их через портал Госуслуг, и при отсутствии возражений границы будут считаться согласованными автоматически.

Что касается возможных изменений в законодательстве, то они направлены на синхронизацию правовых норм с технологическими изменениями и повышение эффективности управления земельными ресурсами. Прежде всего, с 2026 года планируется ужесточение требований к точности границ: допустимая погрешность в определении координат снизится с 0,2 м до 0,05 м, а для участков до 10 соток - до 0,03 м; превышение погрешности приведёт к блокировке электронной подписи кадастрового инженера на 3 месяца. Также вводится обязательное электронное межевание — все процедуры будут проводиться через цифровые платформы, исключая бумажные документы. Сроки проведения межевания сократятся с 6 месяцев до 45 дней за счёт автоматической сверки данных с ЕГРН и устранения бюрократических этапов.

Изменения коснутся и комплексных кадастровых работ (ККР): с 2024 года они будут разделены на три вида (федерального, регионального и местного значения), а ККР федерального значения будет выполнять ППК «Роскадастр», что должно повысить качество и оперативность работ. С 2025 года вступит в силу требование об обязательном освоении земельных участков: собственники обязаны будут использовать землю в соответствии с её разрешённым видом использования в течение трёх лет. С 2026 года появится система внесудебного обжалования приостановлений регистрации прав через

ВКР УлГУ

апелляционные комиссии, что упростит разрешение споров. Наконец, усиление контроля за использованием земель предусмотрено Постановлением Правительства РФ № 1165 (2025): Росреестр получит право применять беспилотники для государственного земельного контроля и использовать мобильное приложение «Инспектор» для фиксации нарушений.

В итоге цифровизация и модернизация законодательства создадут более точную, оперативную и прозрачную систему межевания. Ключевые тренды -переход на 3D-моделирование, активное использование ИИ и беспилотных технологий, полный отказ от бумажных документов, ужесточение требований к точности и автоматизация процессов. Эти изменения сократят время обработки данных, минимизируют ошибки и повысят доверие к кадастровой системе, но потребуют подготовки квалифицированных специалистов, способных работать с новыми технологиями, и усиления мер информационной безопасности.

ВКР УДГУ

Заключение

В ходе выполнения дипломной работы проведён комплексный анализ условий межевания земельных участков с акцентом на выявление и устранение ошибок смещения границ - одного из наиболее распространённых и критичных видов погрешностей в геодезическом обеспечении кадастровых работ. Исследование позволило достичь поставленной цели и решить все сформулированные задачи. Прежде всего была проведена систематизация причин возникновения ошибок смещения участков. Выявлены следующие ключевые факторы: инструментальные погрешности измерительных приборов (тахеометров, GNSS-приёмников); методические ошибки при выборе способов измерений и обработки данных; влияние внешних условий (рельеф местности, застройка, атмосферные явления, удалённость от базовых станций GNSS); недостаточная плотность опорной геодезической сети; ошибки при трансформации координат между системами; человеческий фактор (недостаточная квалификация, нарушение методик, опечатки при вводе данных).

Особое внимание в исследовании уделено роли дополнительных статических точек в повышении точности межевания. Установлено, что их грамотное размещение позволяет существенно снизить вероятность ошибок смещения за счёт улучшения привязки к государственной геодезической сети (ГГС), уменьшения влияния удалённости от базовых пунктов, повышения надёжности контроля сходимости измерений, создания более равномерного покрытия территории опорными точками и снижения влияния локальных искажений, вызванных рельефом или застройкой.

Для выявления ошибок смещения разработаны и апробированы следующие методы: сопоставление фактических границ на местности с данными ЕГРН через полевые измерения; анализ наложений и расхождений границ смежных участков с учётом расположения статических точек; проверка сходимости измерений через замкнутые полигоны с включением дополнительных статических точек; контроль точности привязки к пунктам ГГС и дополнительным статическим точкам; расчёт среднеквадратической погрешности (СКП) для каждой точки границы с учётом данных от всех статических точек; сравнительный анализ координат поворотных точек до и после измерений с верификацией через статические точки.

На основе полученных данных предложены эффективные способы устранения ошибок смещения с использованием дополнительных статических точек: создание локальной опорной сети из статических точек вокруг участка межевания; повторные измерения на проблемных участках с привязкой к дополнительным статическим точкам; перерасчёт коорди-

ВКР УлГУ

нат границ с учётом данных от всей сети статических точек; уточнение положения границ через дополнительные измерения от статических точек с наилучшей видимостью и условиями приёма сигналов; корректировка данных с учётом поправок, полученных от статических точек, расположенных в благоприятных условиях (открытая местность, отсутствие помех); верификация результатов через контрольные измерения от нескольких статических точек.

Разработан пошаговый алгоритм действий геодезиста при обнаружении ошибки смещения, включающий следующие этапы: локализация участка с погрешностью через полевой контроль и сопоставление с данными статических точек; анализ причин возникновения ошибки (инструментальные, методические, внешние факторы, недостатки опорной сети); оценка возможности использования существующих статических точек или необходимость создания дополнительных; создание (при необходимости) сети дополнительных статических точек с оптимальными условиями размещения; выполнение корректирующих работ с привязкой к статическим точкам и соблюдением повышенных требований к точности; верификация исправленных данных через контрольные измерения от разных статических точек; документирование всех изменений с указанием причин, методов исправления, расположения статических точек и результатов; обновление данных в ЕГРН после завершения работ.

Оценка эффективности предложенных решений на модельных участках показала, что использование дополнительных статических точек позволяет снизить количество ошибок смещения на 30–50 % за счёт более надёжной привязки, сократить время на исправление погрешностей на 40–60 % благодаря оперативному контролю через статические точки, уменьшить затраты на повторное межевание на 25-35 % из-за снижения числа повторных выездов, повысить точность определения границ до нормативных требований (0,1-0,3 м для населённых пунктов, 0,5-2,5 м для сельхозучастков), а также минимизировать риск наложений и пересечений границ смежных участков за счёт равномерного покрытия опорными точками.

Выводы исследования подтверждают, что ошибки смещения границ являются одним из наиболее распространённых видов погрешностей при межевании, приводящих к наложениям, пересечениям и искажению кадастровых данных. Основные причины связаны с инструментальными погрешностями, методическими неточностями, влиянием внешних факторов и человеческим фактором. Раннее выявление ошибок через полевой контроль и сопоставление данных от статических точек позволяет существенно сократить затраты на их устранение. Грамотное использование дополнительных статиче-

ВКР УлГУ

ских точек повышает точность межевания и снижает вероятность смещения границ за счёт создания надёжной локальной опорной сети. Внедрение стандартизированного алгоритма исправления ошибок с опорой на статические точки обеспечивает системный подход к устранению погрешностей и минимизирует риск их повторного возникновения.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что разработанные методы выявления и устранения ошибок смещения позволяют повысить достоверность кадастровых данных за счёт снижения количества погрешностей, сократить сроки выполнения кадастровых работ за счёт минимизации повторных измерений, оптимизировать затраты на геодезическое обеспечение межевания благодаря эффективному использованию статических точек, обеспечить соответствие результатов нормативным требованиям точности и снизить количество земельных споров, связанных с наложениями границ. Предложенные решения могут быть внедрены в практику работы геодезических организаций, кадастровых инженеров и научно-исследовательских институтов.

Перспективы дальнейшего исследования связаны с углублённым изучением оптимальных схем размещения статических точек для различных типов местности, разработкой методик расчёта необходимого количества статических точек в зависимости от площади участка и сложности условий, исследованием влияния качества закрепления статических точек на долговременную стабильность результатов межевания, совершенствованием методик коррекции координат с учётом разнородных данных от статических точек, а также созданием рекомендаций по техническому оснащению и закреплению статических точек в различных грунтовых условиях.

Таким образом, проведённое исследование внесло вклад в развитие методов геодезического обеспечения межевания, предложив практические решения для выявления и устранения ошибок смещения границ земельных участков через использование дополнительных статических точек. Результаты работы будут полезны геодезистам, кадастровым инженерам, специалистам по пространственным данным, а также студентам и преподавателям профильных специальностей. Реализация предложенных подходов позволит существенно повысить точность и надёжность кадастровых работ, снизить количество спорных ситуаций и улучшить качество пространственных данных в ЕГРН.

ВКР УлГУ

Список литературы

Учебные и научные издания

1. Неумывакин Ю.К., Перский М.И. Геодезическое обеспечение землеустроительных и кадастровых работ. - М.: Недра, 1996. - 205 с..
2. Стародубцев В.И., Михаленко Е.Б., Беляев Н.Д. Инженерная геодезия. - СПб.: Лань, 2026
3. Азаров Б.Ф., Карелина И.В., Мурадова Г.И., Хлебородова Л.И. Геодезическая практика: учебное пособие. - СПб.: Лань, 2025.
4. Серапинас Б. Б. «Основы спутникового позиционирования». Издательство географического факультета МГУ, 2012 год.
5. Генике Е. А., Побединский Г. Г. «Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии».
6. Яценков В. А. «Основы спутниковой навигации».

Федеральные законы:

7. № 431-ФЗ от 30.12.2015 «О геодезии, картографии и пространственных данных» - устанавливает требования к использованию базовых станций и геодезических сетей;
8. № 218-ФЗ от 13.07.2015 «О государственной регистрации недвижимости» - определяет порядок внесения сведений в ЕГРН;
9. № 221-ФЗ от 24.07.2007 «О кадастровой деятельности» -регламентирует деятельность кадастровых инженеров.
10. Трофимов Д. А., Петров С. Д., Смирнов С. С., Волков Е. В. «Сети базовых ГНСС-станций» (СПбГУ, 2023).
11. Борискин А. Д., Вейцель А. В., Вейцель В. А., Жодзишский М. И., Милютин Д. С. «Аппаратура высокоточного позиционирования по сигналам

ВКР УДГУ

глобальных навигационных спутниковых систем: приёмники-потребители» (2010)

12. Корчагин А. А. «Землеустройство с основами геодезии»

13. Каморный В. Е., Ромашко Е. А. «Геодезическое обеспечение кадастровых работ».

14. Методические указания «Межевание объектов землеустройства»

15. Дементьев В. Е. «Современная геодезическая техника и её применение».

Подзаконные акты:

16. № 139 от 29.03.2017 - требования к созданию геодезических сетей;

17. № 149 от 29.03.2018 - правила технического проектирования и отчётности;

18. приказ Минэкономразвития России от 09.01.2018 № 3 «Об утверждении Административного регламента исполнения Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии государственной функции по осуществлению федерального государственного надзора в области геодезии и картографии».

19. Приказ Минэкономразвития России от 29.03.2017 № 138 «Об установлении структуры государственной геодезической сети и требований к созданию государственной геодезической сети, включая требования к геодезическим пунктам» (утратил силу с 13.06.2023; заменён приказом Минэкономразвития России от 27.04.2023 № 287).

20. Приказ Минэкономразвития России от 27.04.2023 № 287 (заменяет приказ № 138 от 29.03.2017).

21. Приказы Росреестра, устанавливающие формы и требования к кадастровым и геодезическим документам (в т. ч. к техническому плану, карте-плану территории, акту обследования и др.).

Технические регламенты и стандарты:

22. ГОСТ Р 51872-2019 «Документация исполнительная геодезическая»;

ВКР УлГУ

23. СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства».

24. СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства» (актуализированная редакция СНиП).

25. ГОСТ Р 51872-2019 «Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения».

ВКР УДГУ