

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»

Жангалиев Ануар Нуркенович

Использование ГНСС технологий для контроля границ горного и земельного отводов
недропользователями

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6В07304 – Геопространственная цифровая инженерия

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени А.О. Байконурова

Кафедра «Маршейдерское дело и геология»



ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
«Маршейдерское дело и геология»,
к.т.н., доцент, Профессора

Г.Мейрамбек

«26» 06 2025 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Использование ГИСС технологий для контроля границ горного и земельного
отводов водопользователями»

6807304 – Геопространственная цифровая инженерия

Выполнил

Жанталева А.Н.

Рецензент
к.т.н., к.г.н. профессор
Кафедры «Маршейдерское дело и геология»

Калимуллин Д.Б.

«26» 06 2025 г.



Научный руководитель
доктор технических наук,
профессор

Касымжанова Х.К.М.

«26» 06 2025 г.

Алматы 2025

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И. Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконура

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия»

6B07304 – Геопространственная цифровая инженерия

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
«Маркшейдерское дело и геодезия»,
к.т.н., доцент, профессор
Г. Мейрамбек
«29» 06 2025 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Жансаинову Ануару Нуржановичу

Тема: «Использование ГНСС-технологий для контроля границ горного и земельного отводов недропользователями»

Утверждена приказом Проректора по академическим вопросам №26-П/О от 29.01.2025 г.

Срок сдачи законченной работы «30» мая 2025г.

Исходные данные к дипломной работе: Материал, накопленный во время производственной практики, и данные лекций.

Краткое содержание дипломной работы:

а) Раскрытие теоретических аспектов использования ГНСС-технологий

б) Проведение наземных и камеральных работ ГНСС измерений

в) Контроль границ горного и земельного отводов

Перечень графического материала представлен 20 слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература:

1. «Земельный кодекс» Республики Казахстан, 20 июня 2003 г. Дополнения сделаны 26.07.07.

2. Сейфуллин Ю.Т. «Земельный кадастр». Алматы, 2001 г.

3. Кодекс Республики Казахстан о недрах и недропользовании от 27 декабря 2017 года.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Теоретические аспекты использования ГИСС-технологий	27.02.2025	
Проведение геодезических работ с использованием ГИСС	19.03.2025	
Контроль границ горного и земельного отводов	09.04.2025	

Подписи

консультантов и норм контролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Теоретические аспекты использования ГИСС-технологий	Касымканова Х.-К.М. Доктор технических наук Профессор	28.02.25	
Проведение геодезических работ с использованием ГИСС	Касымканова Х.-К.М. Доктор технических наук Профессор	10.03.25	
Контроль границ горного и земельного отводов	Касымканова Х.-К.М. Доктор технических наук Профессор	10.04.25	
Нормоконтролер	Кенесбаева А. PhD, ассон. профессор	26.05.25	

Научный руководитель

Касымканова Х.-К.М.

Задание принял к исполнению обучающийся

Жангалия А.Н.

Дата

« 26 » 05 2025 г

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс жер қойнауын пайдаланушылардың тау-кен және жер қойнауын пайдалану шекараларын бақылау үшін ГНСС технологияларын қолдану әдістемесін зерттеуге арналған. Жұмыстың негізгі мақсаты – навигациялық спутниктік жүйелерді пайдалану арқылы жер учаскелерінің шекараларын анықтау және мониторинг жүргізу әдістемесін әзірлеу. Жұмыста ГНСС технологияларының теориялық негіздері, нормативтік-құқықтық аспектілері және геодезиялық өлшеу әдістері қарастырылады. Сонымен қатар, әдістеменің нақты объектілерде қолданылуының мысалдары келтірілген. Дипломдық жұмыс кіріспеден, екі негізгі бөлімнен және қорытындыдан тұрады. Бірінші бөлімде ГНСС және жерге орналастырудың теориялық негіздері қарастырылады. Екінші бөлімде әдістемені практикалық іске асыру, оның ішінде далалық жұмыстар, мәліметтерді өңдеу және дәлдікті талдау сипатталады.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа посвящена исследованию методики применения ГНСС-технологий для контроля границ горного и земельного отводов недропользователями. Основная цель работы – разработка методики определения и мониторинга границ землепользования с использованием спутниковых навигационных систем. В работе рассматриваются теоретические основы ГНСС, нормативно-правовые аспекты, а также методы геодезических измерений и обработки данных. Также приведены примеры практического применения методики на реальных объектах. Дипломная работа состоит из введения, двух основных частей и заключения. В первой части рассматриваются теоретические основы ГНСС и землеустройства. Вторая часть посвящена практической реализации методики, включая полевые работы, обработку данных и анализ точности.

ANNOTATION

The thesis is devoted to the study of the methodology for applying GNSS technologies to control the boundaries of mining and land allotments by subsoil users. The main goal of the work is to develop a methodology for determining and monitoring land use boundaries using satellite navigation systems. The paper examines the theoretical foundations of GNSS, legal aspects, as well as methods of geodetic measurements and data processing. Examples of the practical application of the methodology on real objects are also provided. The thesis consists of an introduction, two main parts, and a conclusion. The first part examines the theoretical foundations of GNSS and land management. The second part is devoted to the practical implementation of the methodology, including fieldwork, data processing, and accuracy analysis.

СОДЕРЖАНИЕ

	Нормативные ссылки	
	Введение	
1	Теоретические аспекты использования ГНСС-технологий	5
1.1	Основы ГНСС и их применение в геодезии	5
1.2	Цели использования ГНСС для контроля границ	6
1.3	Землеустроительные основы в контексте недропользования	7
1.4	Нормативно-правовая база ГНСС в землеустройстве	8
1.5	Методы контроля границ горного и земельного отводов	9
1.6	Анализ современных тенденций в применении ГНСС	11
2	Проведение геодезических работ с использованием ГНСС	14
2.1	Общие сведения и исходные данные	14
2.2	Административная принадлежность и физико-географические условия	17
2.3	Перечень документов и нормативно-правовых актов	20
2.4	Закладка реперов и создание опорной геодезической сети	23
2.5	Камеральная обработка данных и трансформация координат	27
2.6	Контроль границ горного и земельного отводов	31
	Заключение	35
	Список использованной литературы	36
	Приложение	37

Нормативные ссылки

СП РК 1.02-105-2014 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

СП РК 1.02-101-2014 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Основные положения.

СН РК 1.03-03-2013 Геодезические работы в строительстве. Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства Строительные нормы Республики Казахстан. Министерство национальной экономики Республики Казахстан. Дата введения – 2015-07-01.

ГКИНП (ГНТА)-08-003-07 Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000. Агентство Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами. Геодезические, картографические инструкции нормы и правила. Утверждены приказом Агентства Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами от 25 декабря 2007 г., № 200-П.

ГКИНП (ГНТА)-02-028-09 Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500. Агентство Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами. Геодезические, картографические инструкции нормы и правила. Астана 2009. Утверждены приказом Агентства Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами от 15 декабря 2009 г., № 222-П.

ВВЕДЕНИЕ

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) играют ключевую роль в современных геодезических измерениях и землеустроительных работах. Их применение в области контроля границ горного и земельного отводов недропользователями позволяет обеспечить высокую точность определения границ, сократить временные затраты на проведение измерений и повысить уровень достоверности полученных данных. В условиях развития горнодобывающей промышленности и интенсивного использования земельных ресурсов актуальность применения ГНСС-технологий постоянно возрастает.

Контроль границ горного и земельного отводов является важной задачей для недропользователей, так как корректное определение границ необходимо для соблюдения законодательных норм, предотвращения земельных споров и рационального использования земельных ресурсов. Традиционные методы геодезических измерений требуют значительных затрат времени и ресурсов, тогда как использование ГНСС позволяет значительно ускорить этот процесс, обеспечивая высокую точность измерений даже в сложных условиях местности.

Целью данной дипломной работы является изучение и практическое применение ГНСС-технологий для контроля границ горного и земельного отводов недропользователями. В рамках исследования будут рассмотрены теоретические основы ГНСС, методы их использования в землеустройстве, а также проведен анализ правовых аспектов, связанных с установлением границ земельных участков. Практическая часть работы включает проведение геодезических измерений с применением ГНСС-оборудования, камеральную обработку данных и оценку точности результатов.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью внедрения современных геодезических технологий в процессы контроля границ землепользования. В Казахстане, как и во многих других странах, значительная часть земельных ресурсов используется для недропользования, что требует строгого учета и контроля границ горных и земельных отводов. Применение ГНСС-оборудования в сочетании с программным обеспечением для обработки спутниковых данных позволяет автоматизировать процесс измерений, минимизировать ошибки и повысить точность землеустроительных процедур.

Структура работы включает два основных раздела. В первой главе рассматриваются теоретические аспекты использования ГНСС в землеустроительных работах, включая законодательные нормы, методы определения координат и трансформации систем координат. Вторая глава посвящена практическим вопросам — проведению полевых измерений, обработке полученных данных, анализу точности результатов и применению их для контроля границ недропользования.

1 Теоретические аспекты использования ГНСС-технологий в геодезии и землеустройстве

1.1 Основы ГНСС: принципы работы и основные системы

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) представляют собой высокотехнологичный инструмент, который обеспечивает координатное позиционирование объектов в пространстве с высокой степенью точности. Эти технологии сегодня применяются во всех сферах — от транспортной логистики до кадастра и землеустройства. Но именно в геодезии, особенно в контексте недропользования, ГНСС приобретают стратегическое значение. Дело в том, что любая ошибка в определении пространственного положения может повлечь за собой юридические и экономические последствия, особенно если речь идет о границах горного отвода или землепользования. Для решения этой задачи необходимо полагаться на точные, проверенные временем методы.

Фундамент ГНСС состоит из трех основных сегментов: космического, наземного и пользовательского. Космический сегмент включает спутники, находящиеся на орбитах и передающие сигналы в радиодиапазоне. Эти сигналы содержат информацию о положении спутника и точном времени, что необходимо для вычисления расстояния до приемника. Наземный сегмент представлен станциями наблюдения и управления, которые отслеживают траектории спутников, уточняют их орбиты и вносят коррективы. Пользовательский сегмент — это, собственно, приёмное оборудование, устанавливаемое на местности. Приёмники могут быть стационарными, мобильными, работать в режиме реального времени (RTK) или с постобработкой (PPK).

Среди наиболее известных и широко используемых систем — GPS (США), ГЛОНАСС (Россия), Galileo (ЕС) и BeiDou (Китай). Каждая из них имеет собственную орбитальную конфигурацию и стандарты. Так, например, GPS насчитывает 31 спутник и обеспечивает уверенное покрытие по всей планете. ГЛОНАСС используется активно в СНГ, обеспечивая дублирование сигналов и улучшение точности при совместной эксплуатации с GPS. Galileo отличается высокой точностью и ориентирован на гражданское применение, а BeiDou быстро развивается и уже конкурирует с остальными по числу спутников.

Принцип работы систем основан на методе псевдодалности — приёмник определяет задержку сигнала от спутника и рассчитывает расстояние. При наличии информации хотя бы от четырёх спутников становится возможным определение координат в трёхмерном пространстве и точного времени. Современные многодиапазонные приёмники способны принимать сигналы одновременно от всех систем, что повышает надёжность и устойчивость позиционирования, особенно в условиях плотной застройки, сложного рельефа или при ограниченном обзоре небесного свода.

В контексте геодезии, особенно в условиях полевых работ, ГНСС позволяют отказаться от необходимости устанавливать прямую видимость между

пунктами, что ранее было обязательным при традиционных методах триангуляции и полигонометрии. Благодаря этому возможно проводить измерения в труднодоступных местах, без значительных затрат времени и ресурсов. При этом точность позиционирования при корректной настройке и применении может достигать от 2–5 мм в плане и 5–10 мм по высоте.

В условиях Казахстана, где территория отличается значительной площадью, разнообразием ландшафтов и активным развитием горнодобывающего сектора, именно использование ГНСС даёт возможность соблюдать как технические, так и юридические нормы определения границ землепользования. В следующем разделе будет рассмотрено, как именно эти системы применяются для контроля границ горного и земельного отвода.

1.2 Применение ГНСС для контроля границ горного и земельного отводов

Одним из ключевых направлений использования глобальных навигационных спутниковых систем в геодезической практике является контроль границ горного и земельного отводов. Эта задача актуальна прежде всего для недропользователей, осуществляющих добычу полезных ископаемых на территории Республики Казахстан. Наличие четко установленных, зафиксированных и юридически оформленных границ имеет первостепенное значение при эксплуатации месторождений. В условиях активного развития добывающей промышленности, особенно в удаленных и труднодоступных районах, необходимость использования точных и технологичных методов пространственного позиционирования становится очевидной.

Границы горного отвода определяют пространственные пределы территории, на которой допускается ведение горных работ в соответствии с выданной лицензией или контрактом на недропользование. Аналогично, границы земельного отвода устанавливаются в целях рационального использования и охраны земельных ресурсов. Нарушение установленных границ может привести к серьезным последствиям — как юридическим, так и экологическим. Именно поэтому процесс фиксации и контроля этих границ должен быть максимально точным, прозрачным и доступным для последующей проверки. ГНСС-технологии идеально подходят для решения этой задачи [1,5].

При применении ГНСС для контроля границ, геодезист получает возможность с высокой точностью определить координаты поворотных точек участка. Это особенно важно в случаях, когда границы имеют сложную конфигурацию или проходят по участкам с ограниченной доступностью. В отличие от традиционных методов, не требующих создания разветвленной опорной сети и установки визирных знаков, ГНСС позволяет работать в автономном режиме, используя спутниковые сигналы как «виртуальную основу» для измерений.

Кроме фиксации, важной задачей является регулярный мониторинг состояния границ. Например, в условиях открытых разработок (карьеров, рудников) может происходить смещение почв, осадки, обрушения и другие процессы, влияющие на точное положение объекта. С помощью ГНСС-измерений можно фиксировать такие изменения и своевременно реагировать на них, корректируя документацию или принимая меры по устранению нарушений. Также необходимо учитывать возможность самовольного расширения работ или проникновения на соседние участки — система спутникового мониторинга позволяет выявлять подобные факты и документировать их.

Одним из очевидных преимуществ ГНСС-технологий является их интеграция с геоинформационными системами. Это дает возможность не только собрать координаты на местности, но и отобразить их на цифровой карте, совместить с другими пространственными данными (например, с кадастровой картой, схемой землепользования, планами инженерных коммуникаций и т.д.). Такой подход делает весь процесс работы с границами более наглядным, понятным и открытым для всех заинтересованных сторон.

Применение ГНСС-технологий при контроле границ также способствует упрощению документооборота. Полученные координаты могут быть напрямую интегрированы в кадастровые документы, геодезические чертежи, акты согласования и иные правовые формы. Современное программное обеспечение, такое как Trimble Business Center, Leica Geo Office, Topcon Tools, позволяет автоматизировать процесс обработки данных, включая расчет площадей, построение границ, создание схем отвода и многое другое.

Этим самым можно утверждать, что внедрение ГНСС в сферу контроля границ горного и земельного отводов — это не просто техническое усовершенствование, а качественный переход на новый уровень землеустроительных работ. Это особенно актуально в контексте обеспечения законности, прозрачности и устойчивости недропользования в Казахстане.

1.3 Землеустроительные основы в контексте недропользования

Землеустройство как область знаний и практики включает в себя совокупность мероприятий, направленных на рациональное использование земельных ресурсов, их охрану и правовую регламентацию. В рамках недропользования землеустройство приобретает особый характер, так как связано с необходимостью предоставления участков недр в пользование для добычи полезных ископаемых, что требует строгого соблюдения пространственных и правовых параметров. В этой связи особое значение приобретает точность определения границ, а также правомерность их установления и документального подтверждения.

На практике процесс землеустройства при недропользовании начинается с определения границ горного и земельного отводов, которые должны быть согласованы с заинтересованными государственными органами. Обычно речь

идет о территориальных подразделениях комитета геологии, архитектуры и градостроительства, а также местных исполнительных органах. Эти границы подлежат не только согласованию, но и фиксации на местности, что и требует применения высокоточных геодезических инструментов, в частности — ГНСС-технологий.

Процедура землеустройства предполагает проведение комплекса работ: сбор исходных данных, подготовка технического задания, рекогносцировка, камеральная обработка и оформление результатов в виде землеустроительного проекта. Важно, что этот проект должен быть согласован и утвержден в установленном порядке, после чего информация о границах вносится в государственные информационные системы, в том числе в Государственный земельный кадастр [3,4,7].

ГНСС-измерения в данном процессе позволяют значительно ускорить этап полевых работ и повысить точность привязки. Кроме того, использование ГНСС облегчает построение цифровых моделей участка, что важно при подготовке графических материалов: схем размещения, топографических планов, профилей. Все это — неотъемлемая часть землеустроительной документации, особенно если речь идет о предоставлении участка недр в длительное пользование.

Следует учитывать, что в отличие от иных форм землепользования, участки недропользователей имеют особый режим. Это выражается в ограниченном доступе, наличии опасных зон, соблюдении санитарных и экологических требований. Поэтому геодезическая составляющая землеустройства здесь должна учитывать множество дополнительных факторов — от возможности проведения измерений в сложных условиях до адаптации координат к действующей системе координат, принятой на данном объекте.

1.4 Нормативно-правовая база определения границ землепользования

Определение границ горного и земельного отводов – это сложный процесс, требующий не только высокоточных геодезических измерений, но и строгого соблюдения законодательных норм. В Республике Казахстан правовое регулирование землеустроительных работ в сфере недропользования осуществляется на основе комплексной системы нормативных актов, технических стандартов и ведомственных инструкций. Эти документы не только устанавливают требования к точности измерений, но и регламентируют порядок согласования границ, оформления документации и разрешения споров [1,2,5,7].

Основные законодательные акты: ключевыми документами, регулирующими применение ГНСС-технологий при определении границ землепользования, являются:

- земельный кодекс Республики Казахстан – фундаментальный акт, определяющий принципы земельных отношений, права и обязанности недропользователей. В частности, ст. 67 регламентирует порядок установления

границ земельных участков, а ст. 72 закрепляет требования к геодезическому обоснованию межевания [1].

- закон РК «О недрах и недропользовании» – устанавливает правовые основы пользования недрами, включая порядок выделения горных отводов. В контексте геодезического контроля особое значение имеют нормы, касающиеся;

- требований к точности определения границ лицензионных участков (ст. 34);

- обязанностей недропользователей по сохранности межевых знаков (ст. 41);

- ответственности за нарушение границ отводов (ст. 89) [5].

Государственные стандарты (СТ РК) на геодезические работы – включают:

- СТ РК ISO 17123-5 (точность измерений с использованием спутниковых методов);

- СТ РК 2.04-2018 (требования к топографо-геодезическим работам при землеустройстве);

- СТ РК 3.02-2020 (методики контроля деформаций земной поверхности). [8,9,10]

Ведомственные инструкции и методические рекомендации – например:

1 «Инструкция по межеванию земель» (утверждена Комитетом по управлению земельными ресурсами);

2 «Методика применения ГНСС для определения границ горных отводов» (разработана Минэнерго РК).

Требования к точности и порядку работ

Современные ГНСС-технологии (RTK, PPP, сетевые решения) позволяют достигать сантиметровой точности, однако их применение должно строго соответствовать законодательным нормам. Например:

- для горных отводов допустимая погрешность не должна превышать 0,1 м (согласно приложению к Закону «О недрах»);

- для земель сельскохозяйственного назначения требования менее жесткие – до 0,3 м (по Земельному кодексу).

При этом процесс согласования границ включает:

- полевые измерения с использованием сертифицированного ГНСС-оборудования;

- Камеральную обработку данных с применением GIS-систем;

- Юридическое оформление результатов (акты согласования, межевые планы).

1.5 Методы геодезического контроля границ при недропользовании

Контроль границ горного и земельного отводов представляет собой важнейшую задачу для предприятий недропользования, где точность определения граничных точек непосредственно влияет как на экономическую эффективность эксплуатации месторождений, так и на минимизацию потенциальных правовых рисков [5]. В современных условиях геодезические

методы, основанные на технологиях глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), позволяют решать эти задачи с беспрецедентной точностью и оперативностью. Однако выбор конкретной методики измерений требует тщательного анализа множества факторов, включая не только требуемую точность измерений и особенности рельефа местности, но и наличие инфраструктуры коррекционных сигналов, а также специфические требования нормативных документов к оформлению землеустроительной документации.

Статический метод измерений заслуженно считается фундаментом высокоточных геодезических работ. Основная область его применения включает создание опорных геодезических сетей как государственного значения, так и локальных, используемых для конкретных проектов. Главным преимуществом данного метода является возможность достижения исключительной точности измерений с погрешностью всего 3-5 мм, что делает его незаменимым при решении особо ответственных задач. Однако следует учитывать, что такая высокая точность требует значительных временных затрат - измерения одной точки могут занимать от 30 минут до нескольких часов в зависимости от условий. В профессиональной практике для реализации статического метода используются высококласные GNSS-приемники, такие как Leica GS18 или Trimble R10, с последующей обработкой данных в специализированном программном обеспечении (Trimble Business Center, CREDO и аналоги). Особую ценность статический метод представляет при проведении юридически значимых измерений, например, при межевании спорных территорий или оформлении документации для судебных разбирательств. Типичным примером практического применения может служить процедура отвода земель для крупного горнодобывающего проекта, где первоначально создается высокоточная опорная сеть статическим методом, и только затем выполняются детальные измерения другими способами.

Кинематические методы измерений, включающие технологии RTK (Real-Time Kinematic) и PPK (Post-Processed Kinematic), представляют собой оптимальное сочетание точности и оперативности выполнения работ. Технология RTK позволяет получать координаты точек с точностью 1-2 см в режиме реального времени благодаря использованию коррекционных сигналов от базовой станции. Однако эффективность этого метода существенно зависит от качества радиосвязи и ограничивается расстоянием примерно 10-15 км от базовой станции. В отличие от RTK, технология PPK не требует постоянной связи с базой во время измерений - обработка данных выполняется после завершения полевых работ, что делает этот метод особенно ценным при работе в удаленных районах с отсутствием стабильного покрытия коррекционными сигналами, при этом достигаемая точность остается сопоставимой с RTK-измерениями. Основные преимущества кинематических методов проявляются при выполнении маршрутных съемок, например, при определении границ карьеров или других протяженных объектов. Производительность таких измерений несопоставима с традиционными методами - объем работ, на выполнение которого статическим методом потребовалась бы неделя, может

быть выполнен за один рабочий день. Однако существуют и определенные ограничения: качество измерений существенно снижается в условиях ограниченной видимости спутников (в лесных массивах, вблизи высоких скал или зданий), а для RTK-измерений критически важна стабильность связи с базовой станцией (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ методов

Метод	Точность	Скорость	Зависимость от инфраструктуры	Применение в недропользовании
Статический	3–5 мм	Низкая	Минимальная	Опорные сети, спорные границы
RTK	1–2 см	Высокая	Требует базу/сеть	Оперативный контроль карьеров
PPK	1–3 см	Средняя	Независим	Удаленные участки без связи
DGPS	5–10 см	Высокая	Умеренная	Крупномасштабный мониторинг

Дифференциальное позиционирование занимает особую нишу в спектре современных геодезических методов, обеспечивая разумный баланс между точностью измерений и автономностью работы. В зависимости от используемого режима работы и типа измерений, точность дифференциального позиционирования может варьироваться от 5-10 см в режиме DGPS до 2-3 см при использовании фазовых измерений.

Основная область применения этого метода включает мониторинг обширных территорий, например, при контроле границ лицензионных участков нефте- и газодобычи, а также выполнение работ в районах с ограниченным покрытием RTK-сигналами. Важным преимуществом дифференциальных методов является их относительная независимость от непрерывности связи с базовой станцией, что делает их особенно ценными при работе в сложных условиях.

1.6 Анализ современных тенденций в применении ГНСС для землеустроительных задач

Современные технологии глобальных навигационных спутниковых систем переживают период активного развития, что открывает новые возможности для решения землеустроительных задач. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к комплексной цифровизации процессов определения и контроля границ землепользования, что особенно актуально для предприятий недропользования, работающих с обширными территориями горных отводов.

Технологическая конвергенция становится ключевым трендом в развитии ГНСС-решений. Наблюдается сближение нескольких технологических направлений: традиционных геодезических методов, спутникового позиционирования, беспилотных технологий и облачных вычислений. Этот синтез позволяет создавать принципиально новые инструменты для землеустройства. Например, современные тахеометры со встроенными ГНСС-модулями сочетают преимущества классической геодезии и спутниковых технологий, обеспечивая точность измерений до 1 мм на коротких расстояниях и до 1 см - на протяженных участках (см. таблицу 2).

Интеграционные процессы проявляются в создании единых цифровых платформ, объединяющих полевые измерения, кадастровый учет и мониторинг землепользования. Такие системы, как показано в Таблице 1, позволяют автоматизировать до 80% рутинных операций по контролю границ.

Таблица 2 - Сравнительные характеристики цифровых платформ для землеустройства

Платформа	Точность данных	Интеграция с ГИС	Поддержка БПЛА	Облачное хранение
Trimble Access	1-2 см	Полная	Ограниченная	Да
Leica Captivate	0,5-1 см	Частичная	Полная	Да
Topcon MAGNET	1-3 см	Полная	Полная	Нет

Для Казахстана особую актуальность приобретает задача создания национальной системы точного позиционирования, которая могла бы обеспечить:

- единые стандарты точности;
- доступность технологий для всех участников рынка;
- соответствие международным нормам;
- интеграцию с цифровыми государственными сервисами.

Развитие ГНСС-технологий в землеустройстве требует комплексного подхода, включающего:

- модернизацию технической базы;
- подготовку квалифицированных кадров;
- совершенствование нормативной базы;
- развитие инфраструктуры точного позиционирования;
- реализация этих мер позволит вывести контроль границ землепользования

на качественно новый уровень, обеспечивая как экономическую эффективность предприятий недропользования, так и соблюдение экологических норм и земельного законодательства.

В этом контексте в Республике Казахстан уже ведутся активные работы по созданию собственной государственной системы координат и единой геодезической основы, которая получила наименование KazTIRF (Kazakhstan Terrestrial Reference Frame). Данная инициатива направлена на формирование высокоточной, современной и адаптированной к местным условиям системы пространственных координат, полностью совместимой с международными геодезическими стандартами, такими как ITRF и ETRF.

Создание и внедрение KazTIRF осуществляется в тесной связи с другими государственными инициативами в области цифровизации, включая развитие Национальной инфраструктуры пространственных данных (НИПД), внедрение электронного кадастра, а также интеграцию геоданных в информационные системы государственного управления.

Особое внимание в рамках этого процесса уделяется разработке нормативно-методической документации, созданию сети опорных пунктов ГНСС-наблюдений, внедрению автоматизированных систем обработки и хранения геодезических данных. Таким образом, KazTIRF станет основой для устойчивого и эффективного управления территорией страны, отвечающей современным вызовам в сфере экологии, природопользования и недропользования.

Интеграция KazTIRF с международными ГНСС-сетями также будет способствовать усилению научного потенциала страны в сфере геоинформационных технологий, обмену опытом и участию в глобальных проектах по мониторингу геодинамических процессов, деформаций земной поверхности, климатических изменений и других актуальных задач геонаук

Кроме того, такая интеграция обеспечит более высокую точность координатных данных при выполнении инженерных и кадастровых работ. Это создаст благоприятные условия для внедрения современных цифровых сервисов в строительстве, сельском хозяйстве, экологии и других отраслях. В долгосрочной перспективе KazTIRF станет основой для построения устойчивой и независимой системы пространственных данных Казахстана.

2 Проведение геодезических работ с использованием ГНСС

2.1 Общие сведения и исходные данные

Инженерно-геодезические изыскания являются неотъемлемой частью любого масштабного проекта в области недропользования. Их цель — обеспечение достоверной координатной основы, на которой впоследствии строится не только картографическое, но и правовое сопровождение деятельности. В контексте горного и земельного отвода, особенно в условиях интенсивной промышленной эксплуатации недр, именно точность и актуальность геодезической информации служат гарантом правомерности и безопасности работ.

Объектом изысканий, рассмотренных в данной главе, является промышленная территория Донского горно-обогатительного комбината (Донской ГОК) — одного из крупнейших предприятий Республики Казахстан, расположенного в г. Хромтау Актюбинской области. На территории комбината было выполнено комплексное геодезическое сопровождение, включающее в себя закладку долговременных пунктов, построение опорной геодезической сети, проведение спутниковых наблюдений, трансформацию координат в местную систему и подготовку итоговых материалов.

Работы проводились согласно техническому заданию KCR00105-402-КМЕ-TOR-0001-R-R07 в рамках договора № PCC/KZC-DGOK/24-1832 от 14.05.2024 г., заключённого между ТОО «Алматы ГеоЦентр» и Донским ГОКом. Все виды изысканий выполнялись в соответствии с требованиями действующих стандартов Республики Казахстан, в том числе:

- СН РК 1.02-105-2014 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства»;

- СН РК 1.03-03-2013 «Геодезические работы в строительстве».

В рамках реализации проекта были выполнены следующие виды работ:

Таблица 3 – Этапы работ

№ п.п.	Наименование работ	Единица измерения	Объемы работ по категориям сложности			Всего
			I	II	III	
1	Рекогносцировочное обследование местности	Га	620	-	-	620
2	Изготовление и закладка долговременных геодезических пунктов	пункт	30	-	-	30
3	построение геодезической сети	пункт	30			30
4	Камеральная обработка	пункт	30	-	-	30
5	Составление технического отчета	экз.	4	-	-	4

Работы проводились в местной прямоугольной системе координат с применением Балтийской системы высот, что позволяет корректно интегрировать полученные данные в проектную документацию и государственные кадастровые системы.

Основной задачей данного этапа стало создание устойчивой и высокоточной координатной основы, на которую могут опираться как исполнительные, так и контрольные съемки в процессе разработки и эксплуатации месторождений.

Учитывая масштаб и сложность объекта, решение этой задачи требует не просто технического подхода, а глубокого осмысления пространственной структуры территории и взаимодействия между существующими пунктами и новыми, специально заложенными.

Подход к выполнению

Инженерно-геодезические изыскания велись поэтапно, в соответствии с утверждённой программой:

1 Подготовительный этап: анализ исходных материалов, получение координат существующих пунктов, разработка схемы расположения новых реперов, согласование с заказчиком.

2 Полевой этап: рекогносцировка местности, закладка пунктов, проведение спутниковых измерений в статическом режиме.

3 Камеральный этап: обработка измерений, уравнивание сети, трансформация координат, оформление отчетной документации.

Выполненные работы не только создают устойчивую геодезическую основу для текущей проектной стадии, но и позволяют в дальнейшем проводить мониторинг деформаций земной поверхности, отслеживать границы отвода, уточнять планы горных выработок, а также обеспечивать правовую защиту недропользователя.

Используемое оборудование и программное обеспечение:

Для выполнения спутниковых измерений использовались четыре GNSS-приемники South Galaxy G1 и G6, внесённые в реестр средств измерений РК и имеющие соответствующие сертификаты поверки. [Обработка материалов велась в Trimble Business Center, уравнивание координат выполнено с использованием современных алгоритмов МНК (метод наименьших квадратов) [13,15].

Таким образом, исходными данными для дальнейших работ стали:

- координаты 30 вновь заложенных пунктов в местной системе координат и в системе WGS-84;
- координаты и отметки ранее установленных пунктов полигонометрии;
- данные спутниковых наблюдений, полученные в режиме «статика»;
- отчеты о трансформации координат и уравнивании сети;

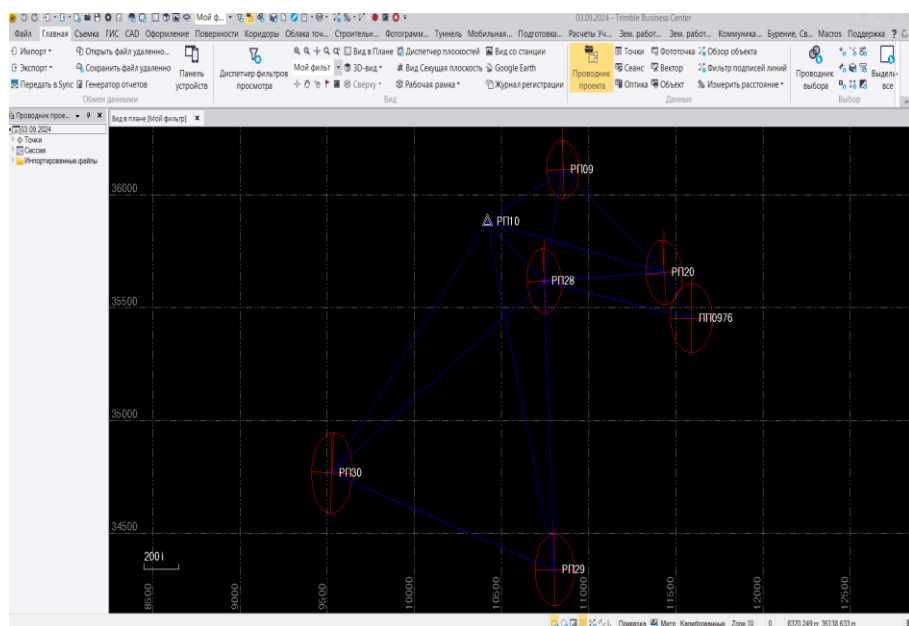


Рисунок 1 - ПО «Trimble Business Centre»



Рисунок 2 - ГНСС-приемник SOUTH G6

- каталог урвненных координат и высот;
- ведомости точек и паспортные карточки пунктов.

Эти данные легли в основу всей последующей работы, о которой будет подробно рассказано в следующих разделах.

2.2 Административная принадлежность и физико-географические условия

Территория выполнения инженерно-геодезических работ, направленных на контроль границ горного и земельного отводов, находится в пределах административной единицы — город Хромтау, Актюбинская область, Республика Казахстан. Это ключевой промышленный центр западного Казахстана, входящий в состав Мугалжарского района, хотя сам город имеет статус самостоятельного административного подчинения.

Географическое положение и транспортная доступность

Город Хромтау расположен в северо-западной части Актюбинской области, в зоне степей и полупустынь. Он соединён с другими крупными населёнными пунктами железнодорожной линией «Орск — Атырау» и магистральной автодорогой Уральск — Ташкент, что делает его стратегически важным транспортным узлом. Именно в Хромтау сосредоточены основные мощности Донского горно-обогатительного комбината (Донской ГОК), на территории которого выполнялись изыскания.

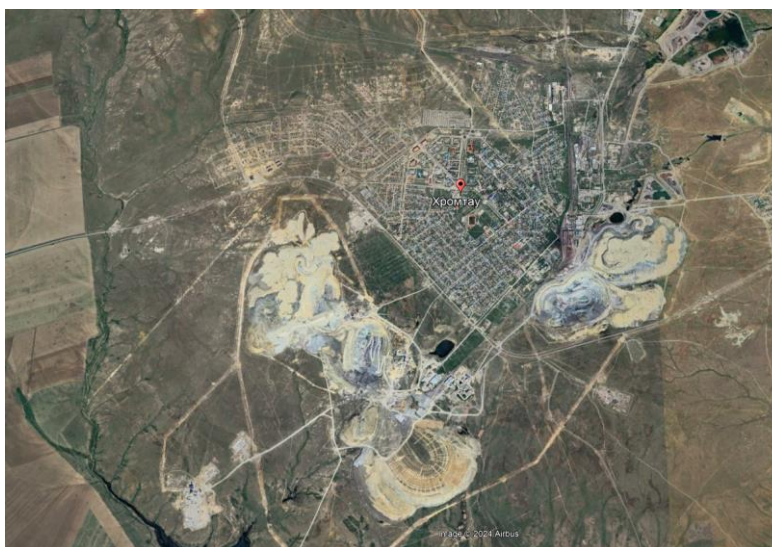


Рисунок 3 - Местоположение объекта

Координаты центра участка изысканий:

- широта: $50^{\circ}13' - 50^{\circ}15'$ с.ш.

- долгота: $58^{\circ}23' - 58^{\circ}26'$ в.д.

- высота: от 354 до 450 метров над уровнем моря (Балтийская система высот).

Природно-климатические условия: климат территории, где расположены горные и земельные отвода Донского ГОКа, — резко континентальный (см. таблицу 4). Он оказывает существенное влияние на сроки выполнения геодезических работ и на конструктивные решения при закладке пунктов, а так же на методы производства измерений.

Таблица 4 – Климатические характеристики

Показатель	Значение
Средняя температура января	–21...–22°C
Абсолютный минимум температуры	–43,5°C
Средняя температура июля	+18...+19°C
Среднегодовое количество осадков	350–450 мм
Устойчивый снежный покров	С конца октября (до 35 см)
Весна	Поздняя, сопровождается активными паводками
Лето	Тёплое, местами засушливое
Осень	Затяжная, пасмурная, ветреная

Особое внимание уделялось ветровому режиму: частые ветра (особенно в весенний период) создают условия для значительного переноса пыли и песка, что влияет на условия работы оборудования и на сохранность пунктов.

Рельеф местности — преимущественно равнинный, со слабовыраженными холмами и балками. Перепады высот на территории работ составляют от 60 до 80 метров, что позволяет эффективно размещать опорную сеть и проводить измерения с достаточной взаимной видимостью между пунктами.

Геологическое строение характеризуется осадочными породами: в основании залегают песчаники, аргиллиты, мергели и известняки. На поверхности — суглинистые и супесчаные почвы. Эта особенность предопределила необходимость устройства бетонных оснований при закладке геодезических пунктов — чтобы обеспечить их устойчивость и долговечность в условиях подвижных грунтов.

Преобладают светло-каштановые почвы, малогумусные, с прослойками солонцев и засоленных участков. В местах с повышенной засоленностью бетон якорей подвергается разрушению, что учтено при проектировании состава бетонной смеси.

Постоянные водотоки на участке изысканий отсутствуют. В весенний период возможны сильные паводки, особенно при быстром таянии снега, что приводит к подтоплению пониженных участков. Эти участки были заранее исключены при выборе мест для закладки реперов.

Кроме того, на территории месторождения имеются искусственные водоёмы и отстойники, образованные в результате хозяйственной деятельности Донского ГОКа. Все пункты закладывались на безопасном расстоянии от подобных объектов.

Инфраструктурные ограничения: значительная часть территории занята производственными объектами: карьерами, транспортными коридорами, отвалами, линиями ЛЭП. При выборе точек для закладки геодезических пунктов строго учитывались:

- санитарно-защитные зоны объектов;
- охранные зоны ЛЭП;
- зоны повышенной вибрации и задымления;
- доступность для полевых групп и возможность подъезда автотранспорта.

Землеустроительные и кадастровые данные. Работы выполнялись на территории, относящейся к категории **земель промышленности**, с оформленными правами землепользования. Все земельные участки, попадающие в зону проведения изысканий, имеют кадастровые номера и зарегистрированы в Единый Государственный Кадастр Недвижимости (ЕГКН) Республики Казахстан (см. таблицу 5) [6,7].

Таблица 5 – Земельные участки, принадлежащие ДГОК

№	Кадастровый номер	Площадь участка (га)	Назначение участка
1	02-034-026-006	3 200	Основной производственный участок (рудники, обогатительная фабрика, карьеры)
2	02-034-026-014	600	Вспомогательные объекты (мастерские, базы, ремонтные площадки)
3	02-034-026-015	600	Складская зона и логистика (железнодорожные подъезды, хранилища)
4	02-034-026-016	150	Административная и социально-бытовая территория
5	02-034-026-017	750	Охранная зона, санитарные разрывы, рекультивация

Кадастровые данные сыграли ключевую роль на всех этапах работ, начиная с определения точных контуров горного и земельного отводов. Они позволили учесть существующие границы участков, зарегистрированные в официальных базах данных, что обеспечило юридическую корректность всей геодезической деятельности. Кроме того, кадастровая информация использовалась при трансформации координат в местную систему, обеспечивая соответствие проектных и фактических данных. Это позволило провести точное наложение новых измерений на ранее утверждённые границы, что особенно важно при контроле за соблюдением правовых норм и требований законодательства в сфере недропользования и землеустройства.

С учётом специфики объекта (шахтная и карьерная добыча, интенсивное движение техники, наличие отвалов и зон деформаций), к геодезическим работам предъявлялись особые требования:

- пункты не размещались в пределах зон возможных сдвижек или техногенного воздействия;
- были выбраны безопасные площадки, обеспечивающие долгосрочное использование пунктов;
- все реперы оборудованы защитными конструкциями и табличками;
- каждая точка имеет визуальную привязку к существующим объектам.

Таким образом, выбор и обоснование местоположения геодезических пунктов на территории Донского ГОКа был выполнен с учётом широкого спектра факторов: от административной принадлежности и климатических условий до геологических особенностей, техногенной нагрузки и правового статуса земель. Это позволило создать качественную, устойчивую и долговечную координатную основу, необходимую для целей контроля границ недропользования.

2.3 Перечень документов и нормативно-правовых актов

Качественное выполнение инженерно-геодезических работ в горнодобывающей отрасли невозможно без точного соблюдения действующих нормативно-правовых и методических документов. Именно они формируют стандартизированную методику выполнения измерений, их обработки и юридической интерпретации. Особенно это актуально при закладке и паспортизации долговременных геодезических пунктов, а также при ведении контроля за границами горного и земельного отводов.

В процессе выполнения работ на территории Донского ГОКа применялись как государственные нормативы, утверждённые на уровне Республики Казахстан, так и отраслевые технические инструкции. Все эти документы обеспечивали методическую базу и нормативную валидность полученных данных.

Основные строительные нормы и правила **СН РК 1.02-105-2014** «Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила выполнения работ» [8,10]

Основной регламент, определяющий принципы организации, методику выполнения, состав работ и технические требования к результатам геодезических изысканий. На его основе формировалась программа изысканий, велась документация, выбирались методы измерений.

Применение:

- описание всех этапов работ (рекогносцировка, измерения, камеральная обработка);
- определение точности координат и допусков при уравнивании сети;
- состав отчётной документации.

СН РК 1.03-03-2013 «Геодезические работы в строительстве»

Документ, устанавливающий нормативные положения при закладке геодезических пунктов, их классификации, порядок контроля и переноса пунктов в проектные координаты. Особое внимание уделяется технологиям GPS/ГЛОНАСС-измерений, в том числе при создании съемочного обоснования.

Применение:

- классификация создаваемой сети (геодезическая сеть сгущения 2 класса);
- оценка допустимых отклонений по координатам и высотам;
- требования к оформлению полевой и камеральной документации.

Геодезические инструкции и методические указания

ГКИНП (ГНТА)-08-003-07 «Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов от 1:500 до 1:1 000 000»

Применялась для корректной интеграции полученных данных в систему государственных координат и подготовки планово-картографической основы для технического отчета. Особенно важен в части выбора типа опорной геодезической сети.

ГКИНП (ГНТА)-02-028-09 «Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:500 – 1:5000»

Основной документ, применяемый при проведении съемки и закладке точек, в том числе при описании ситуационных ориентиров и создании планов.[12]

Применение:

- формат и структура паспорта геодезического пункта;
- форма ведения полевых журналов;
- допустимые методы нивелирования и выбор оборудования.

Инструкция по применению ГНСС-технологий (Астана, 2008) Подробно регламентирует порядок проведения спутниковых измерений — от установки приемников и выбора метода (статика, кинематика, RTK) до обработки и трансформации координат. Этот документ стал базой для настройки режима «статика» на приёмниках South Galaxy G1 и G6 и разработки схем измерений.[13,14]

Метрологические и кадастровые документы.

ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Применяется для подтверждения пригодности используемого оборудования. На его основании проводились поверки GNSS-приемников. Все приёмники внесены в государственный реестр средств измерений РК.

АЛМАТИНСКИЙ ФИЛИАЛ АО "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР ЭКСПЕРТИЗЫ И СЕРТИФИКАЦИИ"
(наименование, идентификация поверочной лаборатории)

KZ.P.02.0687
(номер аттестата поверочной лаборатории)

СЕРТИФИКАТ № BA-01-24-249813 о поверке

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС)
(наименование средства измерения)

Тип	South моделей Galaxy G6		
заводской номер	SG61A6133652787EDD		
	от 0 до 30 км		
	(диапазон измерений средства измерения)		
Изготовитель	фирма «South Surveying & Mapping Instruments Co., Ltd-045,04500,04500000, Китай	Дата изготовления	2021 г.
Пользователь	Товарищество с ограниченной ответственностью "АлматыГеоЦентр" города Алматы, - , ул. Курулган, 145		
	(фамилия, имя, отчество (при наличии) для физических лиц, наименование и адрес для юридических лиц)		

Поверка проведена в соответствии:
KZ.05.01.01072-2021, «Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) South моделей Galaxy G1, Galaxy G6, S660, Galaxy G7, Galaxy G1 Plus, Методика поверки».

(обозначение и наименование методики поверки)

С использованием эталонов длины и времени
Базис эталонный, - , зав. №ЛБ-1, в диапазоне Номинальные значения интервалов: 1,5м; 20м; 48м; 100м; 104 м, класс точн.: раз.: 2 разряд, погреш.: $\Delta = \pm 0,5$ мм, рас. неопр.: $U = \pm 0,29$ мм, при ($k=2$, $P=95\%$)
(обозначение единиц измерения, заводской номер, метрологические характеристики)

На основании результатов поверки средство измерений признано годным и допущено к применению в качестве рабочего СИ по классу -

Динамический ход прослеживаемости (ДХП): 056.ТЛ.ВА

Дата поверки: 18.04.2024 Действителен до: 18.04.2025

Руководитель отдела: Сарсенбия Г. А.
Поверитель: Касимова Э.К.








Рисунок 4 - Сертификат о проверке ГНСС приемника

Правила ведения государственного земельного кадастра РК Регламентируют порядок ведения ЕГЗК, в том числе:

- методику регистрации границ земельных участков;
- работу с координатами в местной системе;
- фиксацию изменений в границах в связи с перераспределением горного отвода. [7]

Эти правила были применены при формировании перечня координат контуров горного отвода, подготовке ведомостей и трансформации координат из WGS-84 в местную систему.

Таким образом, выполнение инженерно-геодезических работ на территории Донского ГОКа происходило в полном соответствии с действующими нормативами и методиками. Это позволило обеспечить высокую точность, достоверность и юридическую состоятельность всех полученных результатов. Соблюдение нормативных требований, правильный выбор технической базы и документальное оформление каждой стадии стали ключевыми факторами качества всей изыскательской деятельности.

2.4 Закладка реперов и создание опорной геодезической сети

Создание опорной геодезической сети на промышленных объектах, особенно в условиях активного недропользования, является основой для всех последующих геодезических измерений, контроля деформаций, проектирования и ведения пространственного мониторинга. В рамках инженерно-геодезических изысканий на территории Донского ГОКа была запроектирована и создана долговременная опорная геодезическая сеть, состоящая из 30 пунктов, заложенных по всей площади работ.

Работы выполнялись с применением современных технологий, инструментов и конструктивных решений, обеспечивающих долговечность и точность геодезической основы.

Подготовка к закладке пунктов: на подготовительном этапе была проведена рекогносцировка территории, направленная на выбор оптимальных мест установки пунктов.

При этом учитывались следующие критерии:

- устойчивость геологического основания;
- отсутствие подвижных или оседающих грунтов;
- удалённость от зон вибраций и строительных площадок;
- доступность для измерений и последующего обслуживания;
- взаимная видимость для ГНСС-наблюдений;
- возможность надёжной охраны пунктов.

Каждое место установки согласовывалось с представителями заказчика. Выбор осуществлялся в пределах санитарно-защитных зон и с учётом действующих планов будущего строительства и карьерной отработки.



Рисунок 5 - Схема расположения пунктов

Конструкция долговременного геодезического пункта

Для создания опорной сети применялись долговременные реперы, конструкция которых обеспечивает устойчивость на десятилетия при условии соблюдения технологии монтажа. Это реперы заглублённого типа, с бетонным основанием, установленным ниже уровня промерзания.

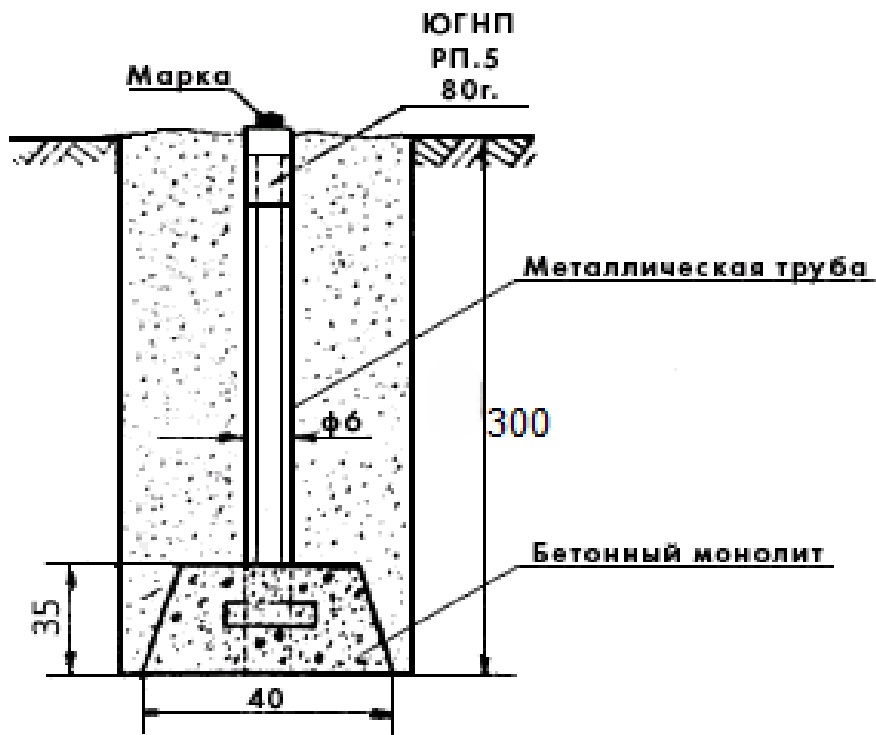


Рисунок 6 - Грунтовый репер тип 160

Основные элементы конструкции:

- 1 Глубина заложения: до 3,0 м (в зависимости от грунта).
- 2 Материал корпуса: бетон марки не ниже М300.
- 3 Анкерное основание: армированное, залитое бетонной смесью в пропорции цемент:песок:щебень — 1:3:5.
- 4 Марка: металлический знак с выбитым номером, установленный на вершине репера.
- 5 Охранная табличка: металлический столбик с табличкой, установленный на расстоянии 1 м севернее.

Пункты устанавливались с помощью буровой установки, применялись вибропогружатели и ручной инструмент для зачистки и подготовки скважин.

Такая конструкция обеспечивает не только высокую точность и долговечность реперов, но и их надёжную сохранность в условиях неблагоприятного климата и возможных механических воздействий. Благодаря прочному основанию и анкерной фиксации, реперы устойчивы к деформациям грунта и могут использоваться в качестве точек привязки в течение всего срока эксплуатации объекта.



Рисунок 7 - Изготовление лунки репера

Далее репер закреплялся в лунке и проводилась заливка якоря. При изготовлении реперов применен цемент марки 300-500, а бетонная смесь (цемент, песок, щебень или гравий) для изготовления якорей.



Рисунок 8 - Установка пункта и заливка якоря

После застывания бетона производилась обратная засыпка лунки и покраска репера. С северной стороны на расстоянии 1,0 м от репера устанавливается металлический столбик с табличкой на которой указан номер репера.



Рисунок 9 - Готовый пункт

Характеристика сети и ее конфигурация: созданная сеть из 30 пунктов представляет собой геодезическую сеть сгущения 2 класса, с равномерным распределением по территории.

Расстояния между пунктами варьируются от 500 до 1200 м. Все пункты обеспечивают:

- взаимную видимость (не менее трёх пунктов из каждой точки);
- устойчивость во времени;
- координатную однородность;
- возможность точной трансформации в любую систему координат.

Сеть замкнута, с высокой степенью избыточности, что позволяет производить как контрольные, так и мониторинговые измерения с высокой точностью и надёжностью.

Отмечается, что применение реперов типа 160 ранее было реализовано на месторождениях Костанайской, Павлодарской, Восточно-Казахстанской областей. На фоне других сетей, сеть Донского ГОКа отличается:

- более глубокой установкой (средняя глубина – 3 м);
- высоким качеством материала (бетон М500 на ключевых точках);
- плотной привязкой к существующей геодезической основе.

Это позволило создать сеть, полностью соответствующую условиям интенсивной горной разработки.

Итоги и оценка выполненного этапа

Закладка пунктов была завершена в установленные сроки. Все пункты успешно пронумерованы, промаркированы, проверены и включены в каталог координат, а также приняты представителями заказчика.

Сеть представляет собой устойчивую геодезическую платформу, способную обеспечить:

- съемку и вынос в натуру границ отвода;
- сопровождение горных и строительных работ;
- ведение мониторинга земной поверхности;
- кадастровое и правовое сопровождение территории.

2.5 Камеральная обработка данных и трансформация координат

Камеральная обработка геодезических измерений — это неотъемлемый и финальный этап инженерно-геодезических изысканий, который включает в себя систематизацию, проверку, корректировку и уравнивание полевых данных, а также их трансформацию в требуемую систему координат. Данный этап играет решающую роль в обеспечении точности пространственного положения реперов, используемых при контроле границ горного и земельного отводов.

Основные этапы камеральной обработки

Камеральная обработка данных, полученных в ходе полевых ГНСС-измерений на территории шахты «10-летия независимости Казахстана» Донского ГОКа, осуществлялась в офисе ТОО «Алматы ГеоЦентр» опытными инженерами ГИС и ДЗЗ. Основным программным обеспечением, применяемым для камеральной обработки, являлся Trimble Business Center, позволяющий выполнять комплексную обработку спутниковых данных в различных системах координат.

Обработка проводилась параллельно с полевыми работами, по мере поступления материалов от бригад. Это обеспечивало оперативную проверку и, при необходимости, возможность повторных измерений. Процесс обработки состоял из нескольких последовательных этапов:

- загружались форматы измерений GNSS-приемников (RINEX, TBC, T01);
- проверялась целостность файлов, наличие всех необходимых сессий и спутников.

Предварительная обработка векторов (см. таблицу 6):

- оценивалось качество и точность наблюдаемых базовых линий;
- вычислялись параметры векторов, проверялись невязки;
- проводилась фильтрация ошибочных наблюдений.

Таблица 6 - Предварительная обработка векторов

Название	Координаты		Отметка
	X	Y	H
Пункт Маласай	33529,34	9672,52	401,63
Пункт Шетеге - беет	37365,45	8903,43	448,143
Пункт полигонометрий 1314	34382,30	9067,25	401,77
Пункт полигонометрий 2612	33897,425	8055,57	396,012
Пункт полигонометрий 0976	35450,999	11590,892	411,825
Пункт полигонометрий 2088	35358,76	8454,40	408,31

Создание отчета о замыкании полигонов:

- на основании сетевой схемы создавался замкнутый полигон, обеспечивающий взаимную проверку реперов [Б.1];
- оценивалась точность замыкания;
- при необходимости — повторялись измерения.

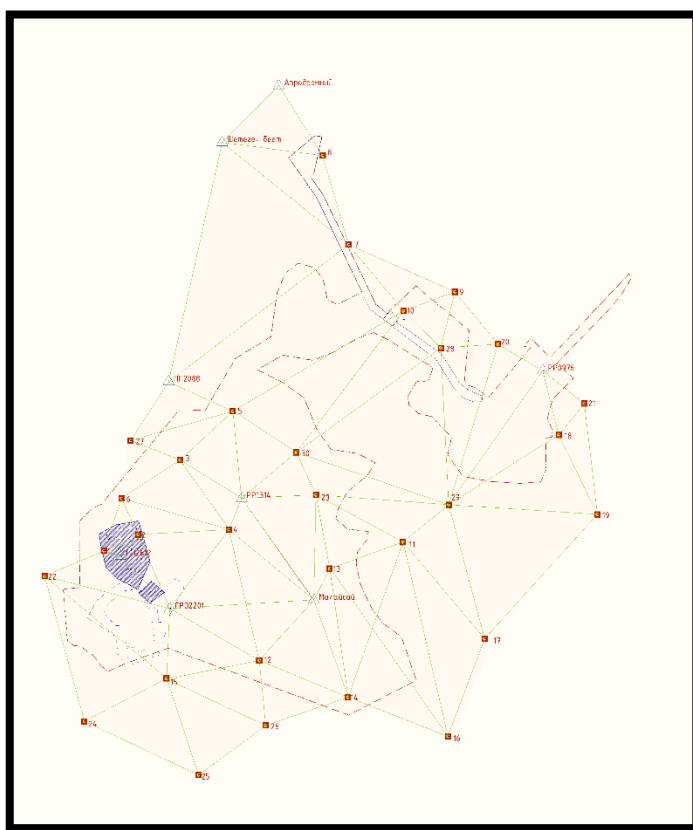


Рисунок 10 - Схема выполнения измерений

Уравнивание координат. Первый этап «свободное уравнивание», без фиксации координат базовых пунктов. Это позволяло выявить общую деформацию сети и проверить устойчивость конструкции.

Второй этап «жесткое уравнивание» с фиксацией координат опорных пунктов, переданных заказчиком. Производился анализ отклонений и исключались сомнительные значения.

Трансформация координат

После получения уравненной сети выполнялась трансформация координат в местную систему координат, принятую на предприятии. Для этого был применен метод семипараметрической трансформации Гельмерта, включающий:

- перенос начала координат (по трём осям);
- вращение системы координат;
- масштабный коэффициент.

Использовались параметры, полученные в результате полевых измерений на реперах, координаты которых были известны в обеих системах [А.1].

Точность и результаты обработки

В результате обработки были получены координаты 30 пунктов в глобальной системе координат (WGS84) и в местной системе координат предприятия с привязкой к Балтийской системе высот.

Среднеквадратические ошибки по координатам не превышали $\pm 0,012$ м, что подтверждает высокое качество выполненных измерений и возможность их дальнейшего использования в:

- контроле границ горного и земельного отвода;
- кадастровой привязке участков;
- составлении технических и межевых планов;
- создании топографических подоснов масштаба 1:500 и 1:1000.

Координаты уравненных пунктов стали основой для пространственного моделирования территории и формирования единой геодезической основы Донского ГОКа, что является ключевым требованием при недропользовании.

Таблица 8 - Отклонения от каталога

Уравненные				Отклонения от каталога		
Имя точки	X	Y	H	X	Y	H
ШетегеБиет	37365,268	8903,598	448,133	-0,182	0,168	-0,01
ПП1314	34382,3	9067,25	401,799	0	0	0,029
Малайсай	33529,337	9672,529	401,603	-0,003	0,009	-0,027
ПП0976	35450,999	11590,892	411,728	0	0	-0,097
ГРО2001	33456,939	8465,858	388,703	0,004	-0,005	-0,015
РП2612	33897,414	8055,548	396,007	-0,01	-0,009	-0,007
Аэродромный	37840,68	9379,042	451,584	-0,28	0,332	0,079

Землеустроительные аспекты.

Камеральная обработка также позволила подготовить данные для актуализации границ горного отвода на уровне землеустроительной документации. Все реперы, установленные в ходе проекта, имеют привязку к местной кадастровой системе и могут быть использованы при подаче обновлённых сведений в ГККП «Национальный центр геодезии и картографии» и АО «Госградкадастр».

Вся геодезическая сеть была описана в техническом отчете, составленном в 4 экземплярах — бумажные и цифровые версии переданы заказчику. На каждый пункт составлены паспорт, фотофиксация, а также акты приёма-передачи.



Рисунок 11 - Схема расположения пунктов

2.6 Контроль границ горного и земельного отводов

Контроль границ горного и земельного отводов представляет собой неотъемлемую часть инженерно-геодезических работ, выполняемых на территории Донского горно-обогатительного комбината. Проведение данного этапа обусловлено необходимостью обеспечить соответствие фактического положения контуров отвода установленным проектным границам, что критически важно как в правовом, так и в производственно-техническом аспекте. Особенно строго должны соблюдаться границы земельного отвода, поскольку любые отклонения могут повлечь за собой нарушения земельного законодательства, включая неправомерное использование смежных участков. Контроль границ горного отвода, в свою очередь, позволяет своевременно

выявить смещения, вызванные горнотехническими процессами, и принять соответствующие меры.

Работы по контролю проводились с использованием спутниковой технологии позиционирования — ГНСС в статическом режиме. Этот метод был выбран как наиболее точный и надёжный для получения координат с высокой степенью достоверности. Наблюдения осуществлялись с помощью геодезических приёмников South G6, обеспечивающих точность определения координат в плане до $5 \text{ мм} + 0.5 \text{ мм/км}$. Установку оборудования производили на заранее заложенные реперы, координаты которых были известны и определены в местной системе координат. Использование местной системы обусловлено необходимостью соблюдения конфиденциальности глобальных координат, а также спецификой проектной документации, которая полностью ведётся в МСК.

Перед началом работ был составлен перечень характерных точек, расположенных вдоль границ как земельного, так и горного отвода. По границе земельного отвода контрольные замеры проводились на трёх точках — ЗТ-01, ЗТ-07 и ЗТ-13. Эти точки были выбраны таким образом, чтобы максимально охватить периметр и отследить возможные линейные или угловые отклонения. Аналогично по горному отводу были выбраны точки ГТ-02, ГТ-06 и ГТ-11. Указанные точки фиксировались с выносом на местность и с последующей статической съёмкой. Время съёмки составляло не менее 40 минут на точку, с учётом накопления достаточного объёма спутниковых данных и снижения влияния многолучевости.

После полевого этапа данные были обработаны в программном обеспечении Trimble Business Centre и Credo MIX.[15] Камеральная обработка включала расчёт средних координат точек, уравнивание наблюдений и трансформацию полученных значений в местную систему координат. Полученные координаты сравнивались с проектными значениями, после чего рассчитывались отклонения по осям X и Y.

Подробные результаты сведены в таблицу (см. таблицу 10). На основании анализа видно, что для всех трёх точек, расположенных вдоль границы земельного отвода (ЗТ-01, ЗТ-07, ЗТ-13), отклонения не превышают 0.06 м. Это говорит о том, что фактическое положение границ полностью соответствует проектным координатам. Следовательно, можно сделать вывод о корректности эксплуатации участка в границах установленного земельного отвода, без нарушений и правовых рисков.

Проведённые измерения подтвердили высокую эффективность применения ГНСС совместно с современным программным обеспечением. Такой подход позволяет точно выявлять отклонения, оперативно обновлять координатную информацию и обеспечивает соблюдение законодательных норм. Это способствует защите интересов недропользователей и контролю границ при реализации промышленных проектов.

Таблица 10 – Сравнительный анализ координат контрольных точек

Точка	X_факт	Y_факт	X_проект	Y_проект	ΔX	ΔY	Δ
ЗТ-01	854221,5	5278214	854221,5	5278213	-0,05	0,03	0,05831
ЗТ-07	854379,3	5278388	854379,3	5278388	-0,05	0,02	0,053852
ЗТ-13	854560,9	5278541	854560,8	5278541	0,04	-0,05	0,064031
ГТ-02	855001,1	5278816	855001,3	5278816	-0,21	0,07	0,221359
ГТ-06	855145,9	5278963	855146,2	5278963	-0,26	0,21	0,334215
ГТ-11	855301,4	5279102	855301,6	5279103	-0,17	-0,08	0,187883

В случае с границей горного отвода, ситуация немного иная. По результатам контрольных измерений, для точек ГТ-02, ГТ-06 и ГТ-11 отклонения составили от 0.19 до 0.33 м. Наибольшее отклонение зафиксировано по точке ГТ-06, и составляет 0.33 м. Несмотря на то, что это значение не превышает допустимый предел (в соответствии с нормативами СП РК 1.02-105-2019 допускается отклонение до 0.5 м), оно требует внимания со стороны инженеров и службы эксплуатации объекта. Возможными причинами смещения являются локальные сдвиги пород, вибрационные воздействия от работы тяжёлой техники, а также температурные деформации основания.

Для наглядности был построен график отклонений (см. рисунок ниже), на котором можно увидеть распределение величин отклонений по точкам.

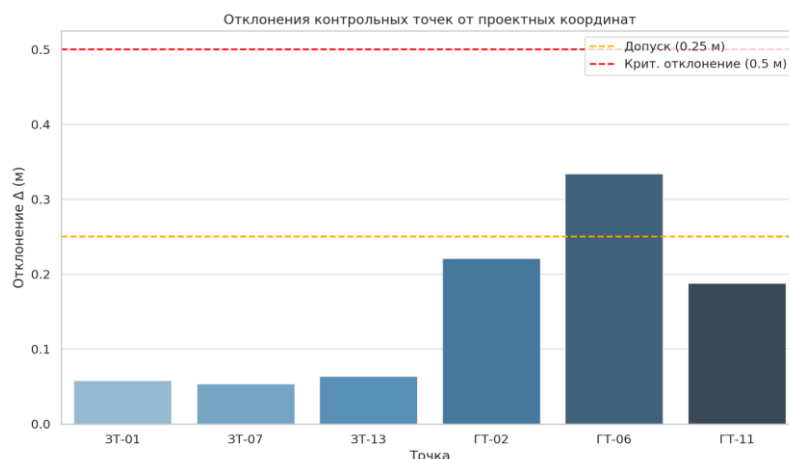


Рисунок 12 - График отклонений контрольных точек от проектных координат.

Кроме того, составлена инженерная ведомость, где каждая точка представлена с указанием фактических координат, проектных значений, рассчитанных отклонений по ΔX , ΔY и векторному отклонению Δ .

Таким образом, в результате анализа можно сделать следующие выводы:

Границы земельного отвода находятся в полном соответствии с проектными материалами, нарушений и смещений не выявлено.

По границам горного отвода выявлены незначительные отклонения, не выходящие за пределы допустимых значений. Это подтверждает, что участок

эксплуатируется с соблюдением геодезических требований, однако для некоторых точек (например, ГТ-06) рекомендуется организовать повторную проверку через 6 месяцев.

По результатам контрольных работ составлен технический отчёт, который может быть использован в случае проведения внеплановых проверок или подачи отчётности перед контролирующими органами.

Проведённый контроль показал, что применение ГНСС-технологий является эффективным и надёжным инструментом для контроля соблюдения проектных границ. Совмещение полевых наблюдений с последующей камеральной обработкой в современных программных средах позволяет оперативно выявлять отклонения, принимать корректирующие меры и обеспечивать юридическую чистоту эксплуатационных границ участка.

Следует отметить, что применение ГНСС-технологий также упрощает взаимодействие между всеми участниками земельного процесса — от геодезистов до представителей государственных органов. Электронные форматы обмена данными и интеграция с кадастровыми системами значительно сокращают сроки оформления землеустроительной документации и повышают её достоверность.

Реализация таких комплексных подходов обеспечит переход от традиционных методов съёмки к интеллектуальному управлению территориями, где каждая точка на карте имеет правовой статус, техническую характеристику и связь с цифровыми сервисами государства. Таким образом, внедрение и развитие ГНСС в рамках современного землеустройства становится не только технологическим, но и стратегическим направлением, способным обеспечить устойчивое развитие и рациональное использование природных ресурсов страны.

Это также создаёт основу для построения единого цифрового кадастра, в котором все пространственные данные будут синхронизированы между ведомствами, исключая дублирование и ошибки. Благодаря высокой точности и оперативности ГНСС-съёмки становится возможным более эффективное планирование инфраструктурных проектов, контроль за недропользованием и мониторинг изменений землепользования в режиме реального времени. Особенно важным это становится в условиях масштабных индустриальных и природоохранных программ, где необходима точная и своевременная информация. Использование таких технологий способствует снижению административных барьеров и упрощению процедур регистрации прав на землю. Более того, цифровая трансформация в сфере землеустройства открывает новые возможности для научных исследований, моделирования природных процессов и устойчивого территориального планирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения дипломной работы была поставлена и успешно решена задача комплексного геодезического контроля границ горного и земельного отводов на территории Донского горно-обогатительного комбината с применением современных ГНСС-технологий. Данное исследование позволило не только оценить фактическое состояние границ, но и наглядно продемонстрировать эффективность и точность спутниковых методов при решении практических задач в сфере землеустройства и недропользования.

Работа включала в себя все основные этапы инженерно-геодезического цикла: от сбора исходных данных, изучения нормативной документации и физико-географических условий объекта, до создания опорной сети, проведения спутниковых статических измерений, камеральной обработки результатов и трансформации координат в местную систему. Каждый этап был выполнен с соблюдением технических требований, нормативных актов и методических указаний, что обеспечило высокую достоверность и точность полученных данных.

Особое внимание было уделено анализу соответствия фактических границ проектным координатам. В результате контроля границы земельного отвода оказались в полном соответствии с проектной документацией, нарушений не выявлено. Это свидетельствует о корректном проведении кадастровых и землеустроительных процедур на данном участке, а также о высокой дисциплине землепользования со стороны недропользователя.

Что касается границ горного отвода, то по итогам обследования были выявлены локальные отклонения в пределах допустимых значений — до 0.33 метра. Подобные смещения не выходят за установленные нормативами пределы, однако указывают на необходимость регулярного мониторинга. Это особенно актуально в условиях активной горной деятельности, при которой изменение рельефа, движение грунта и влияние техники могут оказывать воздействие на положение границ. Проведение контроля на постоянной основе позволит оперативно реагировать на такие изменения и сохранять актуальность геоданных.

Практическое значение работы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы для актуализации горно-геологических карт, согласования с контролирующими органами, предоставления отчётности в государственные порталы, а также для составления новых проектов по развитию участка. Более того, данное исследование может стать основой для автоматизации контроля границ с применением беспилотных систем и ГНСС-мониторинга в реальном времени.

Результаты подтвердили, что применение ГНСС в контроле границ отводов — это надёжный, точный и экономически оправданный подход, соответствующий современным требованиям недропользования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 «Земельный кодекс» Республики Казахстан, 20 июня 2003 г.
- 2 «Конституция Республики Казахстан», 30 августа 1995 г.
- 3 Жуманазаров К.Б., Кенжебаев Н. А. Государственный контроль за использованием и охраной земель: Учебник.- Астана, 2008.
- 4 Сейфуллин Ю.Т. «Земельный кадастр». Алматы, 2001 г.
- 5 Кодекс Республики Казахстан о недрах и недропользовании от 27 декабря 2017 года № 125-VI.
- 6 Публичная Кадастровая карта <https://map.gov4c.kz/egkn/>
- 7 Электронное правительство РК <https://egov.kz/cms/ru>
- 8 Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС. Астана 2008.
- 9 Руководство по эксплуатации GPS 1200-01 РЭ.
- 10 Инструкция [по использованию ПО Trimble Business Centre](#)
- 11 СП РК 1.02-105-2014 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
- 12 СП РК 1.02-101-2014 Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Основные положения.
- 13 СН РК 1.03-03-2013 Геодезические работы в строительстве. 2015, 15 с.
- 14 ГКИНП (ГНТА)-08-003-07 Основные положения по созданию и обновлению топографических карт масштабов 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000. 2007, 23 с.
- 15 ГКИНП (ГНТА)-02-028-09 Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500. 2009, 12 с.

Приложение А

Таблица А.1 - Каталог урвненных координат и высот пунктов система координат система высот Балтийская

Имя точки	Север X	Восток Y	Отметка
РП1	33941,864	7913,027	398,259
РП2	34079,034	8198,873	399,835
РП3	34703,332	8551,326	401,607
РП4	34120,12	8960,464	398,818
РП5	35111,21	8994,435	410,144
РП6	34382,255	8058,547	404,62
РП7	36508,839	9961,884	433,081
РП8	37254,45	9746,645	443,862
РП9	36112,009	10853,366	424,043
РП10	35879,755	10416,843	421,987
РП11	34003,267	10424,294	414,173
РП12	33024,439	9214,126	390,369
РП13	33791,373	9803,568	397,2
РП14	32714,107	9958,354	387,119
РП15	32874,471	8437,468	377,382
РП16	32387,156	10795,544	383,628
РП17	33204,323	11102,757	388,773
РП18	34913,78	11723,593	410,152
РП19	34246,568	12048,525	404,6
РП20	35656,344	11432,623	416,255
РП21	35172,171	11930,791	421,139
РП22	33728,994	7416,199	390,244
РП23	34410,494	9690,361	399,157
РП24	32512,811	7750,071	380,057
РП25	32063,101	8705,14	374,164
РП26	32477,882	9268,508	377,474
РП27	34865,18	8135,46	406,929
РП28	35616,299	10744,122	418,384
РП29	34336,374	10803,384	409,871
РП30	34766,925	9524,636	406,203

Приложение Б

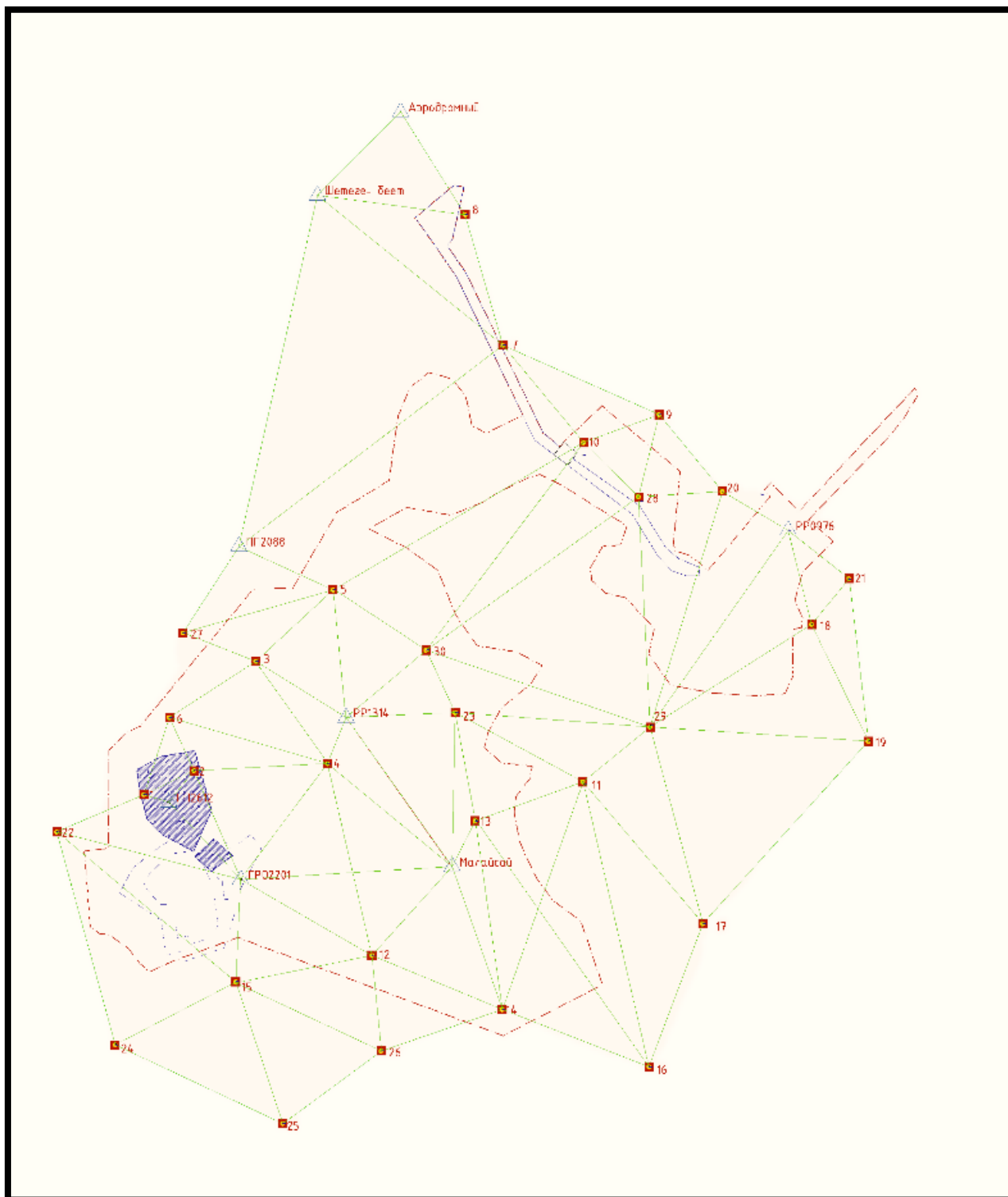


Рисунок Б.1 - Схема выполнения измерений

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу

Жангаалиева Ануара

6807303- Геопрограммная цифровая инженерия

На тему: **Использование ГИСС-технологий для контроля границ горного и земельного отводов неарендователями**

Дипломная работа посвящена применению ГИСС-технологий для контроля границ горного и земельного отводов неарендователями на примере Донецкого горно-обогатительного комбината. В работе рассмотрены ключевые этапы геодезических изысканий с использованием спутниковых технологий, включая закладку долговременных реперов, проведение статических наблюдений, камеральную обработку данных и анализ результатов с применением современных программных решений.

Целью дипломной работы является повышение точности и надежности контроля проектных границ посредством использования ГИСС-оборудования и сочетания с программным обеспечением Trimble Business Center и Credo MIX. Работа демонстрирует комплексный подход к обеспечению пространственной точности и правовой прозрачности при эксплуатации участков в рамках горного и земельного отводов.

При выполнении дипломного проекта студент грамотно применил полученные теоретические знания по специальности, показал высокий уровень владения профессиональными программами и методами геодезической съемки. Особое внимание уделено созданию опорной геодезической сети и трансформации координат в местную систему, что особенно актуально при проведении кадастровых и горнотехнических работ.

В ходе подготовки дипломной работы студент проявил ответственность, самостоятельность и внимательность. Работа практикоориентирована, отличается обоснованным выбором методов и качественным исполнением графических и аналитических материалов, что подтверждает её соответствие современным требованиям к землеустроительным и геодезическим работам.

Дипломная работа выполнена согласно государственному стандарту, оценивается на 100% (отлично), а студент Жангаалиев Ануар заслуживает присуждения степени бакалавра по образовательной программе специальности 6807303- Геопрограммная цифровая инженерия

Научный руководитель

д. т. н., профессор

Касымжанова Х.К.М.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Жангалисев Ануар

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Жангалисев Ануар Использование ГИСС-технологий для контроля границ горного и земельного отводов недропользователями

Научный руководитель: Хайни-камаль Касымханова

Коэффициент Подобия 1: 0.6

Коэффициент Подобия 2: 0

Микропроблемы: 0

Знаки из других алфавитов: 4

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрыва плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

☐ Обоснование:

Дата

20.06.25



Заведующий кафедрой

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу Жангалыева Ануара, студента 4 курса специальности
6В07304 – Геопространственная цифровая инженерия, кафедр
«Маркшейдерское дело и геология» Горно-металлургический институт имени
О. А. Байконура

Тема: Использование ГНСС-технологий для контроля границ горного и
земельного отводов недропользователями

Выполнено:

пояснительная записка на 36 страницах
иллюстраций 12
таблицы 10
приложения 2
библиография 15

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Автор выпускной квалификационной работы показал отличную
способность формулировать собственную точку зрения по рассматриваемой
проблеме. Сформулированные в работе выводы достаточно обоснованы и
могут быть использованы в практической деятельности. Существенных
недостатков в дипломной работе не выявлено.

Оценка работы

Выпускная квалификационная работа выполнена полностью в
соответствии с предъявляемыми требованиями, рекомендована к защите и
заслуживает оценки «5» 95 баллов.

Рецензент

зам. зав. кафедрой «Картография
и геоинформатика»

КазНУ им. аль-Фараби по научно-инновационной
работе и международным связям,
к.т.н. старший преподаватель



Д. Б. Кумар