

# МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

ISSN 2072-0297

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

## СПЕЦВЫПУСК

Спецвыпуск, посвященный  
110-летию доцента С. А. Шрубко,  
90-летию профессора  
Б. М. Жаркимбаева

Казахский национальный  
исследовательский технический  
университет имени К. И. Сатпаева  
(Satbayev University)

Является приложением к научному журналу  
«Молодой ученый» № 10 (613)

10.1  
2026

# Молодой ученый

## Международный научный журнал

### № 10.1 (613.1) / 2026

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

*Главный редактор:* Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук  
Отв. за спецвыпуск — Нурпеисова Маржан Байсановна, доктор технических наук, профессор

*Редакционная коллегия:*

Жураев Хусниддин Олгинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук  
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук  
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук  
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук  
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)  
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)  
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук  
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)  
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук  
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук  
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук  
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук  
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук  
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук  
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения  
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)  
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)  
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук  
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук  
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук  
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук  
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук  
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук  
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук  
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук  
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук  
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук  
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук  
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)  
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)  
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук  
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)  
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук  
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук  
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук  
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры  
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)  
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук  
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

*Международный редакционный совет:*

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)  
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)  
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)  
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)  
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)  
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)  
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)  
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)  
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)  
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)  
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)  
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Досманбетов Динар Бакберганович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)  
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)  
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)  
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)  
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмурадович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)  
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)  
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)  
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)  
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)  
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)  
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)  
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)  
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)  
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)  
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)  
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)  
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)  
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)  
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)  
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)  
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)  
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)  
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)  
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)  
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

---

---

На обложке изображен *Андрей Андреевич Марков* (1856–1922), русский математик.

Андрей Андреевич Марков родился в Рязани в семье чиновника Андрея Григорьевича Маркова, служившего в Лесном департаменте в чине коллежского советника, а затем вышедшего в отставку. Андрей Марков в детстве страдал туберкулезом коленного сустава и до десяти лет ходил на костылях. Только после операции, проведенной известным хирургом Кадэ, он получил возможность ходить нормально.

В 1866 году его отдали в 5-ю Петербургскую гимназию. Это классическое учебное заведение с преподаванием древних языков (латинского и греческого) пришлось мальчику не по вкусу; по большинству предметов он учился плохо, исключение составляла только математика.

По окончании гимназии Марков поступил в Санкт-Петербургский университет, где слушал лекции профессоров Александра Коркина и Егора Золотарева, а также Пафнутия Чебышева, оказавшего определяющее влияние на выбор научной деятельности молодого человека. В 1878 году он окончил Петербургский университет по математическому разряду физико-математического факультета. В том же году он был награжден золотой медалью за сочинение «Об интегрировании дифференциальных уравнений при помощи непрерывных дробей» и был оставлен при университете для приготовления к профессорскому званию. В дальнейшем он защитил свою знаменитую диссертацию «О бинарных квадратичных формах положительного определителя», а затем докторскую диссертацию «О некоторых приложениях алгебраических непрерывных дробей», сразу выдвинувшие его в первые ряды русских математиков.

Свою преподавательскую деятельность в Петербургском университете он начал в 1880 году в качестве приват-доцента. Вскоре ему был передан курс введения в анализ, а также курс теории вероятностей. С 1886 года по предложению Чебышева Марков был избран адъюнктом физико-математического отделения; через четыре года — экстраординарным академиком, а еще через шесть лет — ординарным академиком Императорской Санкт-Петербургской академии наук.

Марков является первооткрывателем обширного класса стохастических процессов с дискретной и непрерывной временной компонентой, названных его именем. Марковские процессы можно описать так: следующее состояние процесса зависит вероятностно только от текущего состояния. В то время когда эта теория была построена, она считалась абстрактной, однако в настоящее время практические применения данной теории чрезвычайно мно-

гочисленны. Теория цепей Маркова выросла в огромную и весьма важную область научных исследований — теорию марковских случайных процессов, которая, в свою очередь, представляет собой основу общей теории стохастических процессов. Ученый существенно продвинул классические исследования предшественников, касающиеся закона больших чисел и центральной предельной теоремы теории вероятностей, а также распространил их и на цепи Маркова.

В общем списке научных трудов Андрея Андреевича работы по математическому анализу составляют более трети. Его внимание привлекали самые разнообразные вопросы: теория непрерывных дробей, исчисление конечных разностей, теория интерполирования функций, экстремальные задачи в функциональных пространствах, проблема моментов, теория ортогональных многочленов, квадратурные формулы, дифференциальные уравнения, теория функций, наименее уклоняющихся от нуля и многие другие. По многим разделам математического анализа Марков получил значительные результаты, которые играют важную роль и в наши дни.

Ученый воспринял идеи своего учителя Пафнутия Чебышева и занимался решением многих задач, поставленных в его трудах. Классические работы Чебышева и Маркова о предельных величинах интегралов составили основы теории моментов и теории экстремальных задач в функциональных пространствах.

Работ по теории чисел у Маркова сравнительно немного — 15, но они имеют непреходящее значение для этой теории. Сюда относится прежде всего диссертация «О бинарных квадратичных формах положительного определителя». Работа посвящена проблеме арифметических минимумов неопределенных бинарных квадратичных форм. В последующих статьях рассматривается проблема арифметических минимумов неопределенных тернарных и четвернарных квадратичных форм. Идеи и результаты исследований Маркова оказали большое влияние на дальнейшее развитие теории чисел.

В 1883 году Андрей Андреевич женился на Марии Ивановне Вальватъевой. Через 20 лет брака у них родился сын Андрей (полный тезка отца, тоже математик).

Умер Марков-старший в Петрограде в 1922 году и был похоронен на Митрофаньевском кладбище; в 1954 году захоронение было перенесено на Литераторские мостки.

*Информацию собрала ответственный редактор  
Екатерина Осянина*

---

---

## СОДЕРЖАНИЕ

ГОРДОСТЬ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА SATBAYEV UNIVERSITY К 110-летию Софьи Алексеевны Шрубко .....	1	<b>Канатбаев А. Д.</b> Методика повышения точности геодезических работ в условиях плотной городской застройки .....	29
ЗОЛОТОЙ ЧЕЛОВЕК: к 90-летию Бахита Молдагалиевича Жаркимбаева .....	3	<b>Кусаинов А. Н.</b> Влияние регулярной поверки геодезических приборов на точность инженерных изысканий (на примере оборудования South) ...	32
<b>Абишева А. М.</b> Интеграция геопространственных данных инженерных систем и коммуникаций использование BIM-технологий .....	5	<b>Мурат Д. Т.</b> Применение ГНСС-технологий для мониторинга деформаций земной поверхности на участках кучного выщелачивания .....	35
<b>Алик А. С.</b> Оценка морфологических изменений техногенно нарушенных земель .....	9	<b>Остертаг Д. Е.</b> Автоматизация геодезического мониторинга деформаций зданий и сооружений .....	37
<b>Байтурбай О.</b> Загрязнение водных ресурсов — главная проблема рационального природопользования в Казахстане .....	12	<b>Сакенова С. С.</b> Анализ пространственного соотношения инфраструктурной обеспеченности и плотности населения города Алматы .....	43
<b>Бек Р. Ш.</b> Использование современных технологий при преподавании специальных дисциплин в колледже .....	16	<b>Сейтов А. М.</b> Совершенствование маркшейдерского аудита на основе интегрированных цифровых технологий .....	48
<b>Жаксыгулова Д. А.</b> Спутниковая альтиметрия как инструмент пространственного анализа динамики уровня Каспийского моря .....	18	<b>Султанхамитова А. М.</b> Совершенствование методов геодезических работ при строительстве подстанций и высоковольтных линий электропередачи с использованием ГНСС-технологий и беспилотных летательных аппаратов .....	53
<b>Жалилов Л. Л.</b> Возможности применения гравиметрических данных при глубинном изучении недр на территории Павлодарской области .....	22	<b>Турегалиева Ж. Т.</b> Совершенствование методики учета земельных участков на основе современных технологий .....	56
<b>Жолтай М. А.</b> Современные геодезические технологии при изысканиях для проектирования линий электропередач .....	26		



## ГОРДОСТЬ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА SATBAYEV UNIVERSITY К 110-летию Софьи Алексеевны Шрубко



**Ж**изнь, хотя и редко, рождает таких прекрасных, цельных людей, чей разум и добрая улыбка убеждает нас, что есть место в реальности прекрасному и возвышенному. К когорте таких людей по праву принадлежит Софья Алексеевна Шрубко.

Она родилась в 1916 году в Казахстане. После окончания с отличием в 1943 году КазГМИ С. А. Шрубко по распределению направляется в Текелийский СЦК на маркшейдерскую работу. С 1945 года по 1988 год, в течение 43-х лет трудовая деятельность ее была связана с Казахским национальным университетом, где она прошла путь от аспиранта до декана горного факультета.

Софья Алексеевна Шрубко — одна из старейших работников Satbayev University, с 1968 по 1978 гг. возглавляла горный факультет. За период ее руководства горным факультетом, а также за 40-летний период руководства кафедрой геодезии внесла значительный вклад в развитие нашего факультета. Свою трудовую деятельность она начала на Текелийском горно-обогатительном комбинате с должности горного инженера-маркшейдера.

На протяжении всей своей трудовой деятельности ярко проявился ее педагогический талант, организаторские способности, сердечное отношение к людям, особенно в период ее работы деканом горного факультета.

Софья Алексеевна Шрубко обладала магией человеколюбия, материнского отношения к студентам и сотрудникам факультета. Уделяла большое внимание учебно-методической работе и научно-исследовательским проблемам в области горного дела, геодезии, маркшейдерии и других технических специальностях.

Все, кто работал в этот период, получали очень полезные советы для улучшения качества преподавания и воспитания студентов. Софья Алексеевна внешне была красивым и обаятельным человеком и очень отзывчивым, равно для всех: и для студентов, и для сотрудников. Будучи деканом, она очень заботилась о самых разных сторонах жизни факультета. И прежде всего об учебных и научных показателях факультета.

На самом высоком уровне проводились студенческие научные конференции, работы студентов высоко оценивались на конкурсах. Впоследствии из их числа вышли многие известные ученые и руководители горных предприятий. М. Ж. Битимбаев, А. Ф. Цеховой, М. А. Муртазаев, С. З. Кыдырманов, Е. Г. Кармбаев, Б. Т. Толеуов и др.). Зная традиции нашего факультета, качественную подготовку студентов, они направляли к нам на учебу своих детей. Она всегда трепетно относилась к нам: геодезистам и маркшейдерам, среди которых ныне действующие и известные ученые кафедры маркшейдерского дела Нурпеисова М. Б., Милитенко И. В., Байгурин Ж. Д., Шамганова Л. С., Касымханова Х. М., Турсбеков С. В., Мейрамбек Г. М., Рысбеков К. Б., Кожаев Ж. Т., Солтабаева С. Т. и др.

На протяжении работы на горном факультете главной ее с любовью и заботой были студенты. Она по-матерински относилась к студентам, заботилась об их здоровье, обеспечении жильем и питанием. И все студенты и выпускники, работающие на горных предприятиях, задавали вопросы о Софье Алексеевне, нашей «маме»: как ее здоровье и дела?

С. А. Шрубко пользовалась большим авторитетом в научно-педагогической среде стран СНГ и Казахстана. Ее ценили руководство института, министерство и ученые за пределами Казахстана. Трудно представить, сколько сил, душевного

тепла, времени она должна была отдавать студентам, чтобы во всех уголках страны выпускники факультета вспоминали ее с благодарностью и уважением.

В КазНИТУ им. К. И. Сатпаева, в горно-металлургическом корпусе открыта мемориальная доска, посвященная декану горного факультета, ученому, педагогу, прекрасной женщине С. А. Шрубко.

Софья Алексеевна Шрубко говорила: «Я счастлива, потому что состоялась и как Человек, и как профессионал». Светлая и добрая память о ней навечно сохранится в сердцах тех, кто был рядом, работал и дружил.

**Ж. Ж. Байгурин,**  
*доктор технических наук, профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезии» Satbayev University*

## ЗОЛОТОЙ ЧЕЛОВЕК: к 90-летию Бахита Молдагалиевича Жаркимбаева



18 мая 2026 года исполняется 90 лет со дня рождения выдающегося горного инженера-маркшейдера, «от бога» организатора, модератора образования и науки, отличника высшего образования СССР, Почетного геодезиста СССР, Почетного разведчика недр Республики Казахстан, профессора Бахита Молдагалиевича Жаркимбаева.

Есть у нашего народа имена, символизирующие целую эпоху в той или иной области знаний, науки и культуры. К числу таких людей относится выдающийся Учитель, Ученый, наставник, профессор Бахит Молдагалиевич Жаркимбаев. В 2016 году к его 80-летию мы, его ученики, создали короткометражный фильм «Золотой человек» — о его яркой биографии, о его жизненном пути. Предлагаем вам воспоминание о нашем Золотом человеке.

Б. М. Жаркимбаев окончил в 1960 г. Казахский горно-металлургический институт по специальности «Горный инженер-маркшейдер». Трудовую деятельность начал в должности участкового маркшейдера Соколовского рудоуправления ССГОКа (г. Рудный). Во время работы на руднике инженерную деятельность совмещал с научной работой. Научные интересы Б. М. Жаркимбаева формировались под влиянием крупного ученого, члена-корреспондента АН КазССР А. Ж. Машанова. В 1963 г. профессор А. Ж. Машанов пригласил его в очную аспирантуру в г. Алматы. После защиты диссертации (1966 г.), в 1970 г. Б. М. Жаркимбаеву присвоено ученое звание доцента, а в 2004 г. он стал профессором; работал преподавателем, старшим преподавателем и доцентом.

Как хорошего организатора, А. Ж. Машанов рекомендовал Б. М. Жаркимбаева на должность заведующего объединенной кафедры «Маркшейдерского дела и геодезии». Это был удивительно точный выбор, одно из самых удачных его кадровых решений. Б. М. Жаркимбаев заведовал кафедрой с 1988 по 2004 гг.; внес существенный вклад в развитие высшего образования республики. Впервые в Казахстане при кафедре была начата подготовка по специальностям: «Аэрофотогеодезия, прикладная геодезия, астрономоргеодезия», «Землеустройство, земельный кадастр и оценка недвижимости». Б. М. Жаркимбаев является автором 8 учебников и учебных пособий, горно-геологического словаря и более 200 научных статей, разработчиком 11 Государственных общеобразовательных стандартов высшего профессионального образования (ГОСО), в том числе 6 — по инженерным специальностям, 3 — бакалавриата, 2 — магистратуры. Автор 6 типовых учебных программ по маркшейдерским и геодезическим дисциплинам.

Под научным руководством Б. М. Жаркимбаева — специалиста в области охраны и рационального использования недр — проводились исследования по обоснованию нормативов извлечения руд при добыче на многих предприятиях цветной металлургии СССР. Он является одним из разработчиков «Кодекса о недрах и недропользовании», концепции охраны недр (1992 г.), «Единых правил охраны недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых (ЕПОН ТПИ, 1996 г.), «Единых правил охраны недр при разработке месторождений подземных вод (ЕПОН ПВ, 1995 г.)

Являясь членом Главного управления геодезии и картографии РК (ГУГК РК), членом редколлегии журнала «Маркшейдерский вестник» (1993–2002 гг.), Б. М. Жаркимбаев внес большой вклад в вопросы повышения квалификации кадров. В 1992–1997 гг. он, будучи членом коллегии ГУГК РК, организовал Центр повышения квалификации кадров при РККП «Казгеодезия». В 2002 и 2004 гг. организовал и провел I и II Республиканские совещания руководителей маркшейдерских и геодезических служб горно- и нефтегазодобывающих предприятий Казахстана.

Б. М. Жаркимбаев являлся членом учебно-методических объединений МОН РК по высшему горному образованию (КарГТУ, г. Караганда), по геодезическому (КазГАСА, г. Алматы) и землеустройству (КазНАУ, г. Алматы), в 2000 г. был избран почетным президентом «Союза маркшейдеров Казахстана».

Государство по достоинству оценило вклад Б. М. Жаркимбаева в развитие высшего образования по горной и геодезической специальностям страны, удостоив его нагрудного знака «Отличник высшего образования» (МВиССО СССР), званий «Почетный геодезист СССР» (Госкомгеодезия СССР), «Почетный разведчик недр РК» (Мингеологии и охраны недр РК), а также медали «Ы. Алтынсарин».

Замечательному педагогу высшей школы, профессору Бахиту Молдагалиевичу Жаркимбаеву присвоено звание «Заслуженный ветеран труда КазНИТУ им. К. И. Сатпаева» и открыта именная аудитория.

Мы, коллеги и ученики, благодарны судьбе, что нам выпала огромная честь учиться, работать и дружить с Золотым человеком — Б. М. Жаркимбаевым!

**Г. М. Мейрамбек,**  
*кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой «Маркшейдерское дело и геодезия» Satbayev University*

## Интеграция геопространственных данных инженерных систем и коммуникаций использование BIM-технологий

Абишева Аселя Маратовна, студент магистратуры

Научный руководитель: Рысбеков Канай Бахитович, кандидат технических наук, профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье рассматриваются методы обработки данных топографической съемки инженерных коммуникаций с целью их последующей интеграции в информационную модель зданий и инфраструктуры (BIM).*

**Ключевые слова:** топографическая съемка, инженерные коммуникации, BIM-технологии, геопространственные данные, интеграция данных, цифровая модель.

## Integration of geospatial data of engineering systems and utilities using BIM technologies

Abisheva Asely Maratovna, master's student

Scientific advisor: Rysbekov Kanay Bakhitovich, ph.d., professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*The article discusses methods for processing topographic survey data of engineering utilities for their subsequent integration into Building Information Modeling (BIM) systems for buildings and infrastructure.*

**Keywords:** topographic survey, engineering utilities, BIM technologies, geospatial data, data integration, digital model.

### Введение

Современное развитие городской инфраструктуры сопровождается активным внедрением цифровых технологий в процессы проектирования, строительства и эксплуатации объектов. Одним из ключевых направлений цифровой трансформации строительной отрасли является применение технологий информационного моделирования (BIM) [1].

Однако формирование достоверной BIM-модели (рис.1) инженерных коммуникаций невозможно без использования актуальных геопространственных данных, полученных в результате топографической съемки.

На практике часто наблюдается несоответствие форматов, координатных систем, уровней детализации и структуры данных между результатами инженерно-геодезических изысканий и BIM-средой. Это приводит к искажению пространственного положения сетей, ошибкам при проектировании и дополнительным затратам на корректировку моделей.

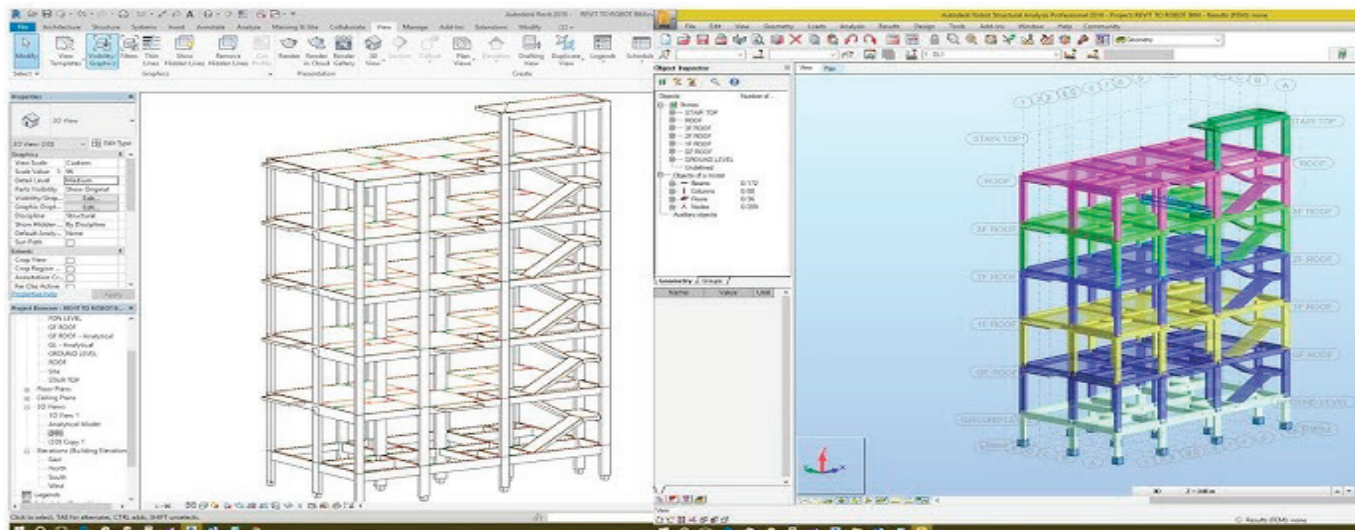


Рис. 1. Пример BIM-модели

Целью настоящего исследования является разработка методики обработки данных топографической съемки инженерных коммуникаций для их корректной интеграции в BIM-модель городской инфраструктуры.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать структуру и особенности данных топографической съемки.
2. Выявить проблемы интеграции геоданных в BIM-среду.
3. Разработать алгоритм обработки и трансформации данных.
4. Оценить эффективность предложенной методики на практическом примере.

**Обзор литературы.** Вопросы интеграции геоинформационных систем (ГИС) и BIM активно исследуются в последние годы. Большинство работ посвящено созданию концепции цифрового двойника города и объединению пространственных и атрибутивных данных [2].

Исследования показывают, что ключевыми проблемами интеграции являются:

- различия в подходах к моделированию (объектно-ориентированная структура BIM и слойная структура ГИС);
- различие координатных систем;
- несовместимость форматов;
- отсутствие унифицированных стандартов описания инженерных сетей.

В международной практике всё чаще используется формат IFC (Industry Foundation Classes) для обмена данными между различными платформами. Однако преобразование топографических материалов в IFC требует дополнительной обработки и параметризации объектов [3].

Несмотря на значительное количество публикаций, методика пошаговой обработки топографических данных для инженерных коммуникаций остаётся недостаточно формализованной, что определяет научную новизну настоящего исследования.

### 3. Исходные данные и методы исследования

#### 3.1. Характеристика исходных данных

В качестве исходной информации использовались материалы топографической съемки масштаба 1:500 (рис. 2), включающие:

- плановое и высотное положение подземных коммуникаций;
- данные о колодцах, камерах, опорах;
- цифровую модель рельефа;
- атрибутивную информацию (диаметр труб, материал, глубина заложения).

Данные были представлены в формате DWG с привязкой к местной системе координат.

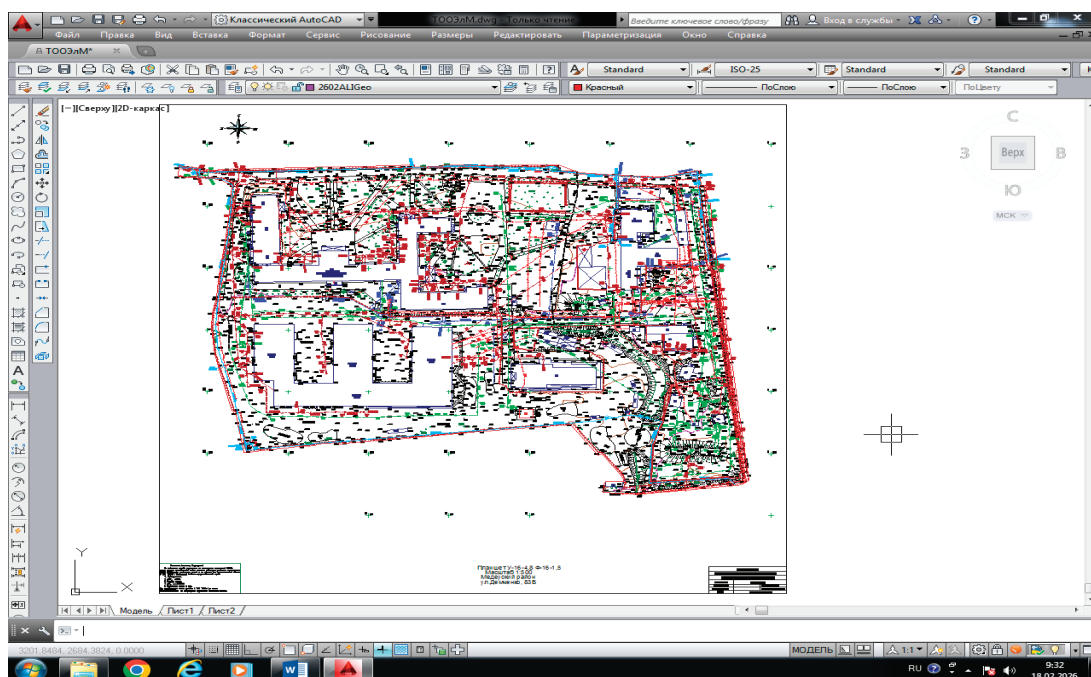


Рис. 2. Топографическая съемка объекта

### 3.2. Методика обработки данных

Процесс обработки топографических материалов включает несколько последовательных этапов.

Этап 1. Контроль и проверка точности

На данном этапе выполнялись:

- проверка соответствия координатной системы\;
- анализ высотных отметок;
- устранение дублирующихся объектов;
- проверка топологической корректности линий.

Среднеквадратическая погрешность положения объектов определялась по формуле (1) [4]:

$$m = \sqrt{\frac{\sum(\Delta x^2 + \Delta y^2)}{n}} \tag{1}$$

где  $m$  — средняя квадратическая погрешность;

$\Delta x, \Delta y$  — отклонения координат;

$n$  — количество контрольных точек.

Этап 2. Структурирование и классификация

Инженерные сети были разделены по видам (рис.3 а, б):

- водоснабжение;
- канализация;
- теплоснабжение;
- электроснабжение;
- газоснабжение.

Каждому объекту присваивался уникальный идентификатор и атрибутивные параметры.

Этап 3. Преобразование 2D-данных в 3D

Для интеграции в BIM требовалось формирование трёхмерной геометрии.

Глубина заложения рассчитывалась по формуле:

$$H = H_{\text{пов}} - h_{\text{зал}} \tag{2}$$

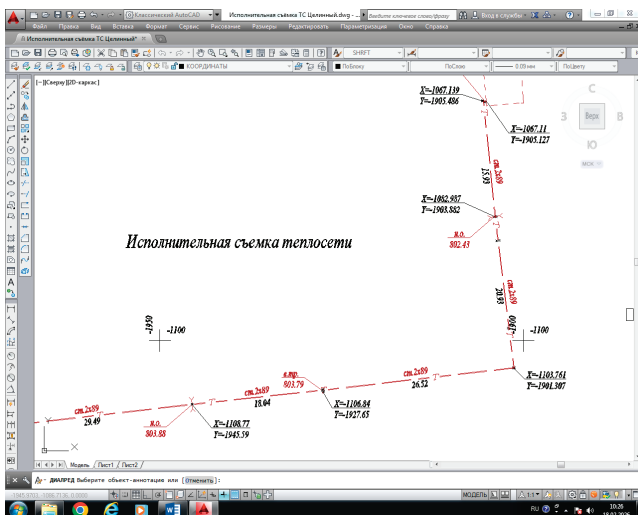
Где  $H$  — отметка трубы;  $H_{\text{пов}}$  — отметка поверхности;  $h_{\text{зал}}$  — глубина заложения.

На основе полученных значений формировались пространственные модели трубопроводов и элементов сетей.

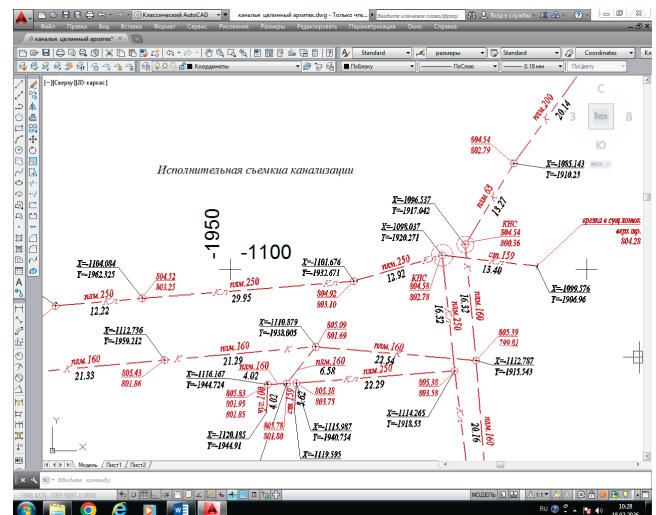
Этап 4. Подготовка к BIM-интеграции

Выполнялись:

- параметризация объектов;
- назначение классов IFC;
- проверка коллизий;
- экспорт модели в формат IFC [5].



а



б

Рис. 3. Выделенные коммуникации: а) теплосеть; б) канализация

#### 4. Алгоритм интеграции данных

Обобщённая схема процесса представлена ниже:

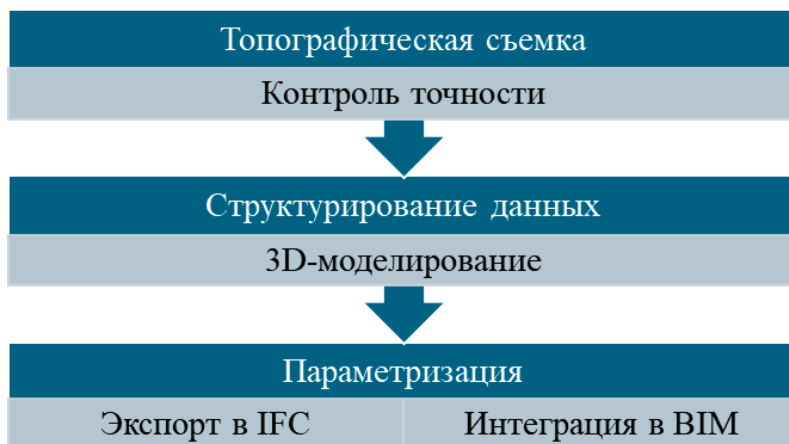


Рис. 4. Обобщенная схема процесса

#### Практическая апробация

Методика была апробирована на фрагменте городской территории Алматы.

При выполнении топографической съёмки использовалось GPS- оборудование для определения координат и высот характерных точек местности.

**BeiDou** — китайская глобальная навигационная спутниковая система (аналог GPS и ГЛОНАСС), разработанная Китайская академия космических технологий.

Характеристика:

Глобальное покрытие (с 2020 года)

Более 30 спутников на орбитах разных типов (GEO, IGSO, MEO)

Предоставляет услуги позиционирования, навигации, синхронизации времени

Поддержка гражданских и военных пользователей

Уникальная функция — передача коротких сообщений через спутник (рис. 5)



Рис. 5. Работа с GPS

В результате:

- создана трёхмерная модель инженерных коммуникаций;
- устранены пространственные несоответствия;
- выявлены потенциальные коллизии с проектируемыми объектами;
- повышена точность пространственного положения сетей на 15–20 % по сравнению с исходными материалами.

### Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ показал, что применение предложенной методики позволяет:

1. Повысить точность позиционирования коммуникаций.
2. Обеспечить совместимость геопространственных и BIM-данных.
3. Снизить вероятность ошибок на стадии проектирования.
4. Создать основу для цифрового двойника инженерной инфраструктуры.

Основные трудности связаны с:

- отсутствием стандартизированной структуры атрибутов;
- различиями в программных платформах;
- необходимостью ручной корректировки отдельных элементов.

### Заключение

В работе разработана и апробирована методика обработки данных топографической съемки инженерных коммуникаций для их интеграции в BIM-среду. Предложенный алгоритм включает этапы контроля точности, структурирования, трёхмерного моделирования и параметризации данных.

Практическая реализация методики показала её эффективность при формировании цифровой модели городской инфраструктуры. Полученные результаты могут быть использованы при создании цифровых двойников городов и внедрении технологий информационного моделирования в систему управления инженерными сетями.

Перспективы дальнейших исследований связаны с автоматизацией процессов конвертации данных и разработкой единого стандарта описания инженерных коммуникаций.

Литература:

1. Яскевич В. В. Парадигма внедрения BIM технологий в архитектурно-строительную практику Республики Казахстан: дис. ... доктора философии (PhD): 8D07302 — Архитектура и градостроительство. — Алматы: Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева, 2025. — 223 с.
2. Уровень развития и применения BIM-технологии в компаниях проектно-изыскательской отрасли Республики Казахстан: исследование. 2 волна, 2022: НАПр РК / рук. Национальная Ассоциация проектировщиков Республики Казахстан. — Алматы, 11.2022.
3. Eastman, C. M. The Use of Computers Instead of Drawings in Building Design // AIA Журнал, 1975, с. 178–201.
4. Нурпеисова М. Б., Жаркимбаев Б. М. Геодезия, электронный учебник. — Алматы: КазНТУ, 2002 г. — 351 с.
5. Козырев, Юрий. Экспорт моделей в формат IFC в соответствии с требованиями Мосгосэкспертизы. [Электронный ресурс] — URL: <https://dzen.ru/a/YeatNyCRkAI6GT96> (дата обращения: 12.02.2026).

## Оценка морфологических изменений техногенно нарушенных земель

Алик Алияр Сабитулы, студент магистратуры

Научный руководитель: Токтар Мурат, PhD, ассоциированный профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье рассмотрены морфологические изменения техногенно нарушенных земель после проведения рекультивационных мероприятий на основе применения современных геодезических методов мониторинга. В исследовании используются спутниковые геодезические измерения, беспилотная аэрофотосъемка и методы цифрового моделирования рельефа.*

**Ключевые слова:** техногенно нарушенные земли, горные разработки, антропогенный рельеф, геодезический мониторинг, цифровая модель рельефа, рекультивация.

## Assessment of morphological changes in technogenically disturbed lands

Alik Aliyar Sabituly, master's student

Scientific advisor: Toktar Murat, phd, associate professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*The article examines morphological changes in technogenically disturbed lands following the implementation of reclamation measures based on the application of modern geodetic monitoring methods. The study employs satellite geodetic measurements, unmanned aerial photography, and digital terrain modeling techniques.*

**Keywords:** *technogenically disturbed lands, mining operations, anthropogenic relief, geodetic monitoring, digital terrain model, land reclamation.*

### Введение

Интенсивное освоение минеральных ресурсов сопровождается значительными преобразованиями природных ландшафтов и формированием техногенных форм рельефа. Наиболее выраженные изменения наблюдаются в районах открытой добычи полезных ископаемых, где происходит разрушение естественной морфологии поверхности, формирование карьеров, отвалов и искусственных склонов [1].

Одним из крупнейших районов промышленного освоения является Каратауский фосфоритоносный бассейн, где многолетняя добыча привела к масштабным трансформациям рельефа [2]. Восстановление нарушенных территорий осуществляется путём рекультивации, направленной на стабилизацию поверхности и снижение негативного воздействия на окружающую среду [3].

Современные геодезические технологии позволяют выполнять высокоточный мониторинг изменений поверхности и количественно оценивать эффективность рекультивационных мероприятий [4]. Это особенно актуально в условиях промышленного развития Казахстана, где восстановление нарушенных земель является важной задачей устойчивого природопользования [5].

Цель исследования — оценка морфологических изменений техногенно нарушенных земель после рекультивации на основе геодезических методов наблюдения.

### Объект и методы исследования

Объектом исследования являются территории открытых горных разработок на рисунке 1, подвергшиеся рекультивации. Основное внимание уделено карьерам и отвалам, сформированным в процессе добычи фосфоритов.

*Методы исследования.* Для анализа морфологических изменений применён комплекс геодезических и дистанционных методов:

- спутниковые GNSS-наблюдения для определения координатных изменений поверхности;
- беспилотная аэрофотосъёмка для получения высокодетаализированных ортофотопланов (рисунок 3);
- построение цифровых моделей рельефа (ЦМР);
- морфометрический анализ высот, уклонов и объёмов перераспределения пород;
- сравнительный анализ данных до и после рекультивации.

Применение комплексного подхода позволило получить количественные показатели трансформации рельефа и выявить динамику его стабилизации [6].



Рис. 1. ТОО «Казфосфат», расположенный в Сарысуском районе



Рис. 2. Строительство Горно-обогатительного комбината в Кордайском районе

Применение комплексного подхода позволило получить количественные показатели трансформации рельефа и выявить динамику его стабилизации.

**Результаты исследования.** В ходе анализа установлено, что рекультивация существенно изменяет морфологию техногенных форм рельефа.

Основные выявленные изменения:

1. Снижение крутизны склонов за счёт планировочных работ.
2. Уменьшение амплитуды высотных перепадов.
3. Частичное выравнивание поверхности карьеров и отвалов.
4. Формирование устойчивых техногенных террас.
5. Стабилизация процессов эрозии и осыпания.



Рис. 3. Беспилотная аэрофотосъёмка

Количественный анализ цифровых моделей рельефа показал уменьшение средних уклонов на 18–35 % и сокращение максимальных высотных различий до 25 % по сравнению с дорекультивационным состоянием. Однако восстановление исходной природной морфологии не наблюдается. Формируется новый антропогенно преобразованный рельеф, отличающийся упрощённой структурой и изменёнными параметрами поверхности.

Полученные результаты подтверждают, что рекультивация выполняет стабилизирующую функцию, снижая опасность геодинамических процессов и повышая экологическую устойчивость территории. Вместе с тем мор-

фологическая структура восстановленных земель существенно отличается от естественных геоморфологических форм. Геодезический мониторинг показал высокую эффективность при оценке динамики изменений, что делает его ключевым инструментом контроля пострекультивационных процессов.

#### Выводы

1. Горнодобывающая деятельность приводит к формированию устойчивых техногенных форм рельефа с изменёнными морфометрическими характеристиками.

2. Рекультивация способствует стабилизации поверхности и снижению контрастности рельефа.
3. Полное восстановление природной морфологии не происходит — формируется новый антропогенный ландшафт.

4. Геодезические методы обеспечивают высокоточную количественную оценку морфологических изменений.
5. Геодезический мониторинг является эффективным инструментом контроля восстановления нарушенных земель.

#### Литература:

1. Акимов, В. А. (2019). Геоморфология техногенных ландшафтов. Москва, Россия.
2. Производственно-геологический отчёт по разработке Каратауского фосфоритоносного бассейна. (2022). Алматы, Казахстан.
3. Методические рекомендации по рекультивации нарушенных земель. (2021). Астана, Казахстан.
4. Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2020). GNSS — Global Navigation Satellite Systems. Springer.
5. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Казахстан. (2023).

## Загрязнение водных ресурсов — главная проблема рационального природопользования в Казахстане

Байтурбай Орынбасар, докторант

Научный руководитель: Ауелхан Ергали Сатышулы, кандидат технических наук, профессор;

Научный руководитель: Нурпеисова Маржан Байсановна, доктор технических наук, профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В настоящее время проблема загрязнения водных объектов является наиболее актуальной, т. к. всем известно выражение: «вода — это жизнь». Без воды человек не может прожить более трех суток, но даже понимая всю важность роли воды в его жизни, он всё равно продолжает жестко эксплуатировать водные объекты, безвозвратно изменяя их естественный режим сбросами и отходами. В данной статье авторами описаны основные источники загрязнения вод, в том числе- подземных вод республики.*

**Ключевые слова:** водные ресурсы, загрязнение воды, вредные вещества, источники загрязнения, сточные воды.

## Pollution of water resources as the main problem of rational environmental management in Kazakhstan

Baiturbay Orynbasar, doctoral student

Scientific advisor: Auelkhan Yergali Satyshuly, ph.d., professor;

Scientific advisor: Nurpeisova Marzhan Baysanovna, doctor of technical sciences, professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*At present, the problem of water body pollution is one of the most pressing issues, since the well-known expression “water is life” clearly reflects its vital importance. A human being cannot survive for more than three days without water. However, despite fully understanding the crucial role of water in human life, people continue to exploit water bodies intensively, irreversibly altering their natural regimes through discharges and waste disposal. This article describes the main sources of water pollution, including groundwater contamination within the republic.*

**Keywords:** water resources, water pollution, harmful substances, sources of pollution, wastewater.

**Введение.** По данным многих экспертов, по обеспеченности водой Казахстан занимает последнее место среди стран СНГ. На одного жителя региона приходится в год всего 6 тыс. кубических метров воды, в России, например в 6 раз больше. Казахстан, богатый природными, минеральными ресурсами остается бедным на водные за-

пасы. На сегодня более трети населения Казахстана использует привозную воду или колодезную. По расчетам, уже через 40 лет удовлетворить спрос на воду может оказаться невозможным.

Почти половина водных ресурсов в Казахстан приходит по рекам из сопредельных государств: России, Та-

джикистана, Узбекистана, Кыргызстана и Китая. Большой вопрос в последнее время встает на юге страны. Когдато это была единый водно-хозяйственный комплекс. За годы независимости пять центральноазиатских государств, так и не смогли окончательно договориться, как использовать водные ресурсы региона. И сегодня Казахстан разрабатывает собственную стратегию развития системы водных ресурсов. И образное выражение «вернуть реки вспять», популярное в 80е годы прошлого века, может вполне реализоваться к 2020 году [1, 2].

**Основное содержание.** Территорию Казахстана можно условно разделить на восемь водохозяйственных бассейнов:

1. Арало-Сырдарьинский водохозяйственный бассейн
2. Балхаш-Алакольский водохозяйственный бассейн
3. Иртышский водохозяйственный бассейн
4. Урало-Каспийский водохозяйственный бассейн
5. Ишимский водохозяйственный бассейн
6. Нура-Сарысуский водохозяйственный бассейн
7. Шу-Таласский водохозяйственный бассейн
8. Тобол-Тургайский водохозяйственный бассейн

Ресурсы поверхностных вод Республики Казахстан в средний по водности год оцениваются в 100,9 млрд. куб. м., из которых 56,5 формируются на территории Казахстана и 44,4 — поступает из сопредельных территорий (КНР, Республики Узбекистан, Кыргызстан и Российская Федерация).

Казахстан располагается на обширной территории, охватывающей зоны с различными климатическими характеристиками, сложным геологическим строением и разнообразными гидрологическими условиями. Это предопределило разнообразие факторов формирования качественного состава подземных вод, их количественных показателей и отразилось на распределении ресурсов подземных вод по отдельным регионам [3].

Совокупность водных объектов в пределах общей водосборной территории образует бассейновые водные

системы (аквасистемы). В процессе круговорота воды в природе поверхностные воды гидравлически связаны с подземными водами, образуя единый водный потенциал территории. А подземные воды, являющиеся одновременно частью недр и частью общих водных ресурсов, представляют собой ценнейшее полезное ископаемое, использование которого в экономике и социальной сфере и, главным образом, для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения населения с каждым годом возрастает. В условиях постоянно возрастающей нагрузки на природную среду и прогрессирующего загрязнения поверхностных вод расширение использования подземных вод не имеет альтернативы.

Подземные воды на территории Казахстана располагаются в разнообразных гидрогеологических условиях. Степень их защиты от загрязнения значительно варьируется и преимущественно зависит от толщины аэрационной зоны, что определяет глубину залегания подземных вод. Основные источники загрязнения подземных вод включают промышленные предприятия, объекты горно- и нефтегазодобывающей промышленности, сельскохозяйственные угодья, города и крупные населенные пункты, а также места складирования промышленных отходов [4].

Как отмечалось ранее, мировой опыт в области обеспечения населения чистой питьевой водой находится под непрерывным наблюдением ООН. Организация систематически анализирует глобальную ситуацию и разрабатывает целевые программы через такие подразделения, как ЮНЕСКО и Программу развития ООН (ПРООН), ориентированные на поддержку развивающихся стран [5].

Загрязнение водных ресурсов — это снижение их качества в результате попадания в моря, реки, ручьи, озера, различных физических, химических или биологических веществ.

В результате загрязнения снижается способность вод к насыщению кислородом, парализуется деятельность



Рис. 1. Водохозяйственные бассейны Республики Казахстан

бактерий, минерализующих органические вещества. Все эти причины приводят к сильному загрязнению воды, особенно в замкнутых бассейнах-озерах.

Промышленные сточные воды в Казахстане в основном загрязнены отходами и выбросами горнодобывающих и горно-обогатительных производств. Количественный и качественный состав их разнообразен и зависит от отрасли промышленности.

Этому вопросу уделено особое внимание в Водном кодексе и Законе Республики Казахстан «О недрах и недропользовании».

Одним из загрязнителями водных ресурсов является Балхашская Обоганительная фабрика (БОФ) «Корпорация Казахмыс» расположенная в северной части о. Балхаш. В настоящее время в южной части озера стоит первая АЭС «Балхаш», а в западной стороне расположен Акбакайский золоторудный район (рис. 2).

Данный промышленный комплекс оказывает антропогенное воздействие на окружающую среду, водные ресурсы, недра и требует всестороннего изучения.

Вопрос строительства АЭС в Казахстане уже решен. В настоящее время решается проблема, что мы охраняем от деятельности горно-металлургических комбинатов и радиационного влияния будущей АЭС. В первую очередь, это жемчужина Казахстана – озеро Балхаш и прилегающие природные ресурсы. Во-вторых, разведанные в свое время К. И. Сатпаевым, включенные в металлогеническую карту Казахстана и оставленные в нынешнему поколению — минеральные ресурсы. Это меднорудные месторождения Центрального Казахстана, золоторудная Акбакайская зона, прилегающая к АЭС [6].

Балхашская обоганительная фабрика расположена в 3 км от ближайших населенных пунктов. Цеха складирования хвостов находится в 3 км от основной территории Обоганительной фабрики, дренажная насосная

станция находится в 6 км от Цеха складирования хвостов. Транспортная связь БОФ осуществляется подъездными внутриплощадочными автомобильными и железнодорожными дорогами, связанными с внешними магистралями г. Балхаш и между городскими трассами. Лесов, сельскохозяйственных угодий, граничащих с территорией промышленной площадки нет. Санатории, дома отдыха в районе расположения промплощадки отсутствуют. Обзорная карта-схема расположения Балхашской обоганительной фабрики ПО «Балхашцветмет» представлена на рис. 3.

**Результаты мониторинга** за состоянием подземных вод в зоне влияния хвостохранилища. Мониторинг воздействия на водные ресурсы производился инструментальными замерами на наблюдательной сети мониторинговых скважин один раз в квартал. При эксплуатации объектов хвостохранилища предусмотрены наблюдательные скважины для осуществления контроля подземных вод. Наблюдательные скважины расположены по периметру хвостохранилища в количестве 12 штук, по которым ежеквартально проводится мониторинг состояния грунтовых вод. Проведен анализ концентраций химических компонентов и минерализации жидкой фазы хвостов обогащения, сбрасываемых в хвостохранилище. Содержание таких металлов как медь, хром, цинк и мышьяк хоть и находится в пределах допустимых концентраций, но превышает содержание в подземных водах в пределах санитарно-защитной зоны хвостохранилища [7].

Подземные воды играют ведущую роль в водопользовании. Одно из ведущих направлений их применения — это питьевое назначение, в связи с лучшей защищенностью по сравнению с поверхностными водами. Водоносные горизонты, залегающие первыми от поверхности, чаще всего используются населением в местах отсутствия централизованных систем водоснабжения, но



Рис. 2. Расположение БОФ, Акбакайского золоторудного района и АЭС «Балхаш»

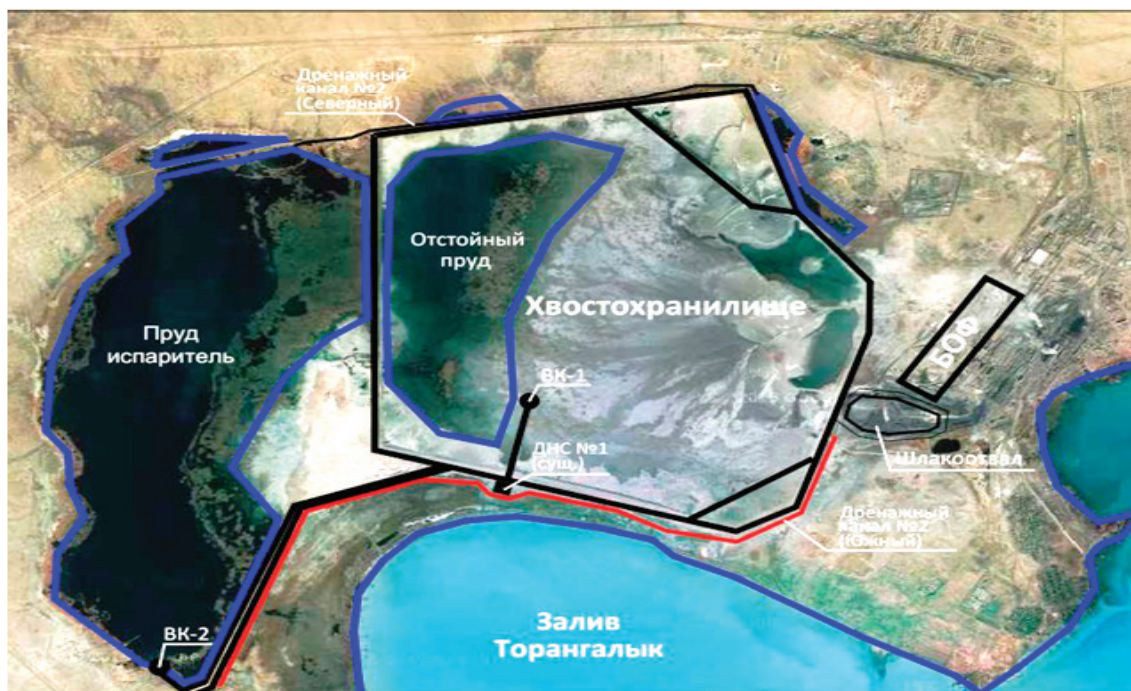


Рис. 3. Обзорная карта-схема расположения Балхашской обогатительной фабрики

они являются и недостаточно защищенными и наиболее подвержены воздействию от техногенных источников. На основе вышесказанного недостаточная изученность гидрохимического состояния подземных вод испытывающих влияния техногенных объектов в настоящее время сохраняет свою актуальность.

**Выводы.** Загрязнение окружающей среды, в том числе подземных вод сосредоточено в непосредственной близости от антропогенных источников. Основными источниками загрязнения на исследуемой территории являются з БОФ, а также месторождения по добыче полезных

ископаемых и расположенные на их территории отвалы вскрышных пород, стихийные свалки. По результатам исследований установлено, что загрязнение от крупных источников является постоянным во времени.

Загрязнение и дефицит водных ресурсов представляет собой серьезную экологическую проблему для устойчивого развития не только Казахстана, но и Земли в целом. И эту проблему стоит решать как в больших масштабах — на уровне государств и предприятий, так и в маленьких — на уровне, региональных и местных властей, а также на уровне каждого человеческого существа.

#### Литература:

1. Министерство экологии, геологии и природных ресурсов РК. Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды города Алматы, Алматинской и Жетысуской области. Январь 2024. Филиал РГП «Казгидромет» г. Алматы. [https://www.kazhydromet.kz/uploads/calendar/114/kvartal\\_4\\_file/63d258d28b01b4-kv-almaty-i-almatinskaya-oblast-rus-2022-byulleten-kopiya.pdf](https://www.kazhydromet.kz/uploads/calendar/114/kvartal_4_file/63d258d28b01b4-kv-almaty-i-almatinskaya-oblast-rus-2022-byulleten-kopiya.pdf)
2. Белоусова А. П. Экологическая гидрогеология / А. П. Белоусова, И. К. Гавич, А. Б. Лисенков. — М.: Академкнига, 2006. — 396 с. <https://search.rsl.ru/ru/record/01003405674>
3. Смоляр В. А., Бузов Б. В., Мустафаев С. Т. Подземные воды Казахстана: обеспеченность и использование. Караганда, ТОО «Арно». — 2012. — 402с.
4. Национальный проект «Зеленый Казахстан» Постановление Правительства РК от 12 октября 2021 года № 73.
5. Руководство по распределению водных ресурсов в трансграничном контексте. Организация Объединенных Наций, Женева, 2022 г. -215 с.
6. Nurpeissova M., Menayakov K., Aitkazinova Sh., Nukarbekova Zh., Bakyt N. K. Environmental and industrial safety of subsurface development near a nuclearpower plant//News of the national academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, series of Geology and technical sciences ISSN 2224–5278 Volume 1.Number 475 (2026), 231–246 <https://doi.org/10.32014/2026.2518–170X.601>
7. Ауелхан Е., Байтурбай О., Нурпеисова М., Киригизбаева Д. Использование ГИС технологии при гидрогеологических- изысканиях //Труды МНПК «Перспективы применения цифровых технологий при рациональном и безопасном недропользовании –Ташкент: ТашГТУ, 2023.- С.126–130

## Использование современных технологий при преподавании специальных дисциплин в колледже

Бек Рахим Шакирович, студент магистратуры

Научный руководитель: Цеховой Алексей Филиппович, доктор технических наук, профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье рассматриваются особенности применения современных технологий при преподавании специальных дисциплин в колледжах технического и бизнес-профиля. Показано, что цифровое поколение студентов требует новых подходов к организации обучения, направленных на повышение мотивации, развитие критического мышления и формирование профессиональных компетенций. Представлен опыт работы Международного колледжа бизнеса и коммуникации в городе Алматы, где при реализации программы подготовки специалистов используются интерактивные методы, технологии сотрудничества, дуальное обучение и игровые методики. Отдельное внимание уделено необходимости укрепления сотрудничества между колледжами и вузами, включая заключение меморандумов о взаимодействии, обеспечивающих преемственность образовательных программ и возможность беспрепятственного продолжения обучения выпускниками колледжа в высших учебных заведениях.*

**Ключевые слова:** современные педагогические технологии, колледж, специальная дисциплина, интерактивные методы, профессиональная подготовка, цифровое поколение, образовательная траектория, сотрудничество колледжа и вуза.

## Use of modern technologies in teaching specialized disciplines in college

Bek Rakhim Shakirovich, master's student

Scientific advisor: Tsekhovoy Alexey Filippovich, doctor of technical sciences, professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*The article examines the specific features of applying modern pedagogical technologies in the teaching of special disciplines in technical colleges. It demonstrates that the digital generation of students requires new approaches to the organization of learning aimed at increasing motivation, developing critical thinking, and forming professional competencies. The paper presents the experience of the International College of Business and Communication in Almaty, where interactive methods, collaborative learning technologies, problem-based learning, and game-based approaches are implemented in professional training programs. Special attention is given to the importance of strengthening cooperation between colleges and universities, including the signing of memoranda of understanding to ensure continuity of educational programs and provide college graduates with opportunities for seamless transition to higher education institutions.*

**Keywords:** modern pedagogical technologies, college, special discipline, interactive methods, professional training, digital generation, educational trajectory, college–university cooperation.

### Введение

Современные обучающиеся растут в условиях активного развития цифровых технологий, которые значительно влияют на их когнитивные особенности и способности восприятия информации. Технологии становятся не только частью их повседневной жизни, но и инструментом, определяющим эффективность образовательного процесса. Использование современных педагогических технологий при преподавании специальных дисциплин в колледже позволяет повысить качество подготовки специалистов, усилить практическую направленность обучения и сформировать устойчивую профессиональную мотивацию.

Однако большое количество цифровых развлечений снижает интерес обучающихся к традиционным формам обучения. Поэтому актуальным является поиск таких методов и технологий, которые сочетали бы интерактив-

ность, практико-ориентированность и развитие критического мышления.

### Основы применения современных педагогических технологий в колледже

Согласно Закону Республики Казахстан «Об образовании», одной из ключевых задач колледжей является подготовка конкурентоспособных специалистов, соответствующих требованиям рынка труда [1]. В этой связи внедрение современных педагогических технологий становится необходимым условием повышения качества средней профессиональной подготовки.

К основным технологиям, наиболее эффективным при обучении специальным дисциплинам, относятся:

- проблемно-ориентированное обучение;
- интерактивные методы (диалог, дискуссия, кейс-методы);

- кооперативное обучение (технология сотрудничества);
- игровые методы и элементы геймификации;
- дифференцированное и личностно-ориентированное обучение;
- развивающее обучение.

Эти технологии обеспечивают повышение познавательной активности обучающихся, развитие профессиональных навыков, формирование критического мышления и устойчивую мотивацию к обучению.

### **Опыт международного колледжа бизнеса и коммуникации город Алматы**

Международный колледж бизнеса и коммуникаций является современным образовательным учреждением, ориентированным на подготовку конкурентоспособных специалистов для цифровой экономики и сферы управления. Колледж осуществляет обучение на базе 9 и 11 классов, на государственном и русском языках, в строгом соответствии с Государственными общеобязательными стандартами образования Республики Казахстан [2].

Колледж реализует образовательные программы по востребованным направлениям, включая специальности «Разработчик программного обеспечения», «Менеджмент», «Техник информационных систем», обеспечивая практико-ориентированную подготовку и формирование профессиональных компетенций, соответствующих требованиям современного рынка труда.

Примером эффективного применения современных образовательных технологий является реализация профильных дисциплин в рамках специальности где значительный акцент делается на интеграцию теоретических знаний и практической управленческой деятельности. Учебные дисциплины предусматривают сочетание теоретических занятий и практических работ, направленных на освоение основ управления, организационного поведения, деловых коммуникаций, принятия управленческих решений и использования цифровых инструментов в сфере менеджмента [3, 4].

При преподавании дисциплин в Международном колледже бизнеса и коммуникаций применяются:

- постановка проблемных и исследовательских вопросов, ориентированных на управленческую деятельность;
- анализ практических и кейсовых ситуаций из сферы управления и бизнеса;
- практические задания с элементами проектной деятельности, включая командную работу;
- использование деловых и ролевых игр, моделирующих реальные управленческие процессы;

Литература:

1. Закон Республики Казахстан «Об образовании. 27 июля 2007 г.
2. Государственный общеобязательный стандарт технического и профессионального образования. — Астана: МОН РК.

- интерактивные методы обучения (мини-тренинги, работа в малых группах, обсуждения);
- элементы дифференцированного подхода при выполнении практических и проектных заданий.

Систематическое применение данных методов способствует формированию профессиональных компетенций менеджера, развитию управленческого и системного мышления, навыков командной работы и устойчивой учебной мотивации обучающихся, что обеспечивает их готовность к дальнейшему профессиональному развитию и успешной адаптации в условиях цифровой трансформации экономики.

### **Сотрудничество между колледжем и Satbayev University**

Современная система профессионального образования требует обеспечения преемственности между программами среднего и высшего образования. Поэтому особенно важно формировать устойчивые связи между колледжем и вузом. Предлагается реализовать следующие формы взаимодействия:

1. *Заключение меморандума о сотрудничестве* между колледжем и университетом.
2. *Разработка сквозных образовательных программ*, позволяющих выпускникам колледжа продолжить обучение по сокращённой траектории.
3. *Создание единой образовательной траектории*, включающей участие студентов колледжа в учебных и научно-практических мероприятиях вуза.
4. *Совместные профориентационные мероприятия* (экскурсии, мастер-классы, лекции).
5. *Организация практики и стажировок* на базе партнёрских предприятий [5, 6].

Такой формат сотрудничества позволит студентам плавно адаптироваться к требованиям высшего образования и повысит их профессиональные перспективы.

**Выводы.** Современные педагогические технологии открывают широкие возможности для повышения качества подготовки специалистов в колледжах. Их применение обеспечивает активизацию познавательной деятельности обучающихся, развитие профессиональных навыков, формирование устойчивой мотивации и повышение практической направленности обучения.

Особое значение имеет укрепление сотрудничества между колледжами и университетами, которое должно быть закреплено официальными меморандумами и поддерживаться совместными образовательными инициативами. Это позволит обеспечить преемственность образовательного процесса и расширить возможности для дальнейшего обучения выпускников колледжей в высших учебных заведениях.

3. Слостёнин В. А., Подласый И. П., Шиян Л. Н. Педагогика. — М.: Академия, 2016. — 512 с.
4. Беспалько В. П. Педагогические технологии в современном образовании. — М.: Педагогика, 2019. — 368 с.
5. Сайт Международного колледжа бизнеса и коммуникации <https://icb.kz/>
6. Меморандум МКБК и КазННТУ имени К. И. Сатпаева, 08.03.2025 г.

## Спутниковая альтиметрия как инструмент пространственного анализа динамики уровня Каспийского моря

Жаксыгулова Дилыра Амангельдиновна, студент магистратуры

Научный руководитель: Ержанкызы Айнур, ассоциированный профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*Статья рассматривает спутниковую альтиметрию как источник пространственно распределённых наблюдений уровня воды для мониторинга динамики Каспийского моря. Описываются назначение и преимущества альтиметрических данных по сравнению с точечными прибрежными измерениями, а также типовая логика их использования в задачах пространственно-временного анализа. Подчёркивается значимость альтиметрии для выявления и интерпретации различий в характере изменений уровня в пределах акватории, а также для поддержки комплексного дистанционного мониторинга.*

**Ключевые слова:** Каспийское море, обмеление, спутниковая альтиметрия, пространственный анализ, динамика уровня моря, интерполяция, ГИС.

## Satellite altimetry as a tool for spatial analysis of Caspian sea level dynamics

Zhaksygulova Dilyara Amangeldinovna, master's student

Scientific advisor: Erzhanqyzy Ainur, associate professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*This paper considers satellite altimetry as a source of spatially distributed observations for monitoring Caspian Sea level dynamics. It outlines the purpose and practical advantages of altimetry compared with point-based coastal gauge measurements, and summarizes the general logic of its use in spatio-temporal analysis. The paper highlights the role of altimetry in characterizing spatial differences in sea level behavior across the basin and in supporting integrated remote monitoring and coastal-zone decision-making.*

**Keywords:** Caspian Sea, shallowing, satellite altimetry, spatial analysis, sea level change, GIS, interpolation.

### Введение

В настоящее время для Каспийского моря характерна устойчивая тенденция к снижению уровня воды, которая в последние десятилетия приобретает всё более выраженное экологическое и социально-экономическое значение. Как крупнейший в мире замкнутый водоём, Каспий отличается тем, что его уровень формируется балансом притока речных вод и потерь на испарение; поэтому динамика уровня находится в тесной связи с климатической изменчивостью, условиями испарения и величиной речного стока. Снижение уровня приводит к регрессии береговой линии и расширению зон мелководья, трансформации прибрежных ландшафтов и ухудшению состояния прибрежных экосистем, а также осложняет эксплуатацию портов и иной прибрежной инфраструктуры. Эти изменения обуславливают необходимость системного мониторинга уровня моря и пространственного описания происходящих процессов в пределах всей акватории.

Количественные оценки понижения уровня подтверждают длительный характер процесса. По данным, обобщённым в публикациях на основе спутниковой альтиметрии, в период 1996–2015 гг. средний темп падения уровня составлял порядка 0,07 м/год (около 1,5 м суммарно), при этом в 2006–2021 гг. отмечалось усиление снижения до величин порядка 0,10 м/год. В прикладных оценках последних лет также подчёркивается ускорение: суммарное снижение примерно на 2,5 м за 30 лет и текущие темпы порядка 0,20–0,30 м/год. На фоне этих тенденций оперативные наблюдения по казахстанскому побережью фиксируют абсолютные отметки уровня вблизи — 29 м.

Традиционный контроль уровня моря опирается на данные прибрежных гидропостов, которые обеспечивают точные, но локальные наблюдения. Для акватории больших размеров такой подход ограничен: при точечных измерениях затруднено пространственное описание изменений и сопоставление характера динамики между отдельными районами моря. В этих условиях спутни-

ковая альтиметрия выступает существенным дополнением к наземным данным, поскольку обеспечивает регулярные и сопоставимые измерения высоты поверхности моря, распределённые в пространстве, и тем самым расширяет возможности пространственного анализа динамики уровня Каспийского моря.

Цель статьи — раскрыть возможности спутниковой альтиметрии как инструмента пространственного анализа динамики уровня Каспийского моря и описать методический подход к использованию альтиметрических наблюдений в сочетании с традиционными контактными измерениями для комплексного мониторинга изменений в пределах акватории.

Актуальность использования альтиметрических данных в исследованиях уровня Каспийского моря обусловлена тем, что традиционные прибрежные наблюдения обеспечивают высокую точность, но остаются пространственно разреженными и не дают целостного представления об изменениях в пределах всей акватории. Спутниковая альтиметрия, напротив, формирует регулярные, сопоставимые по времени и пространственно распределённые измерения высоты поверхности воды, что позволяет рассматривать динамику уровня как пространственный процесс, а не как набор локальных рядов.

При этом пространственная разреженность прибрежной сети ограничивает возможность описания уровня как непрерывного поля по всей акватории. Альтиметрические данные, напротив, формируют пространственно распределённые измерения вдоль треков спутников и обеспечивают сопоставимость наблюдений во времени, что позволяет рассматривать динамику уровня как пространственно-временной процесс, а не как набор несвязанных локальных рядов. В условиях усиливаю-

щейся динамики уровня Каспийского моря такая комбинация источников является методически значимой основой для более полного и согласованного описания изменений.

**Описание данных и подходов к анализу.** Спутниковая альтиметрия — метод дистанционного зондирования, в котором высота поверхности воды оценивается по времени прохождения радиолокационного импульса от спутника до поверхности и обратно с учётом орбитальных параметров и геофизических поправок. Выходной величиной выступает высота водной поверхности относительно принятого высотного основания, что делает возможным сопоставление наблюдений в разных районах и в разные периоды. Методический анализ альтиметрических данных в задачах уровня моря опирается на набор типовых процедур: контроль качества и фильтрация измерений, формирование временных рядов высоты поверхности воды для выбранных участков акватории, оценка сезонной и межгодовой изменчивости, расчёт трендов и темпов изменения уровня с использованием регрессионных и робастных статистических методов, а также пространственная генерализация результатов.

Для перехода от трековых измерений к пространственному описанию используются методы интерполяции геостатистического моделирования (например, IDW, сплайн, кригинг), после чего формируются тематические поверхности и карты показателей уровня и его динамики в ГИС-среде.

Приведённый график иллюстрирует многолетнюю динамику уровня, реконструированную по многомиссионным альтиметрическим наблюдениям (TOPEX/Poseidon, Jason-1/2/3, Sentinel-6A) в рамках базы DANITI, специализирующейся на гидрологических временных



Рис. 1. Схема морских станций и постов на Каспийском море

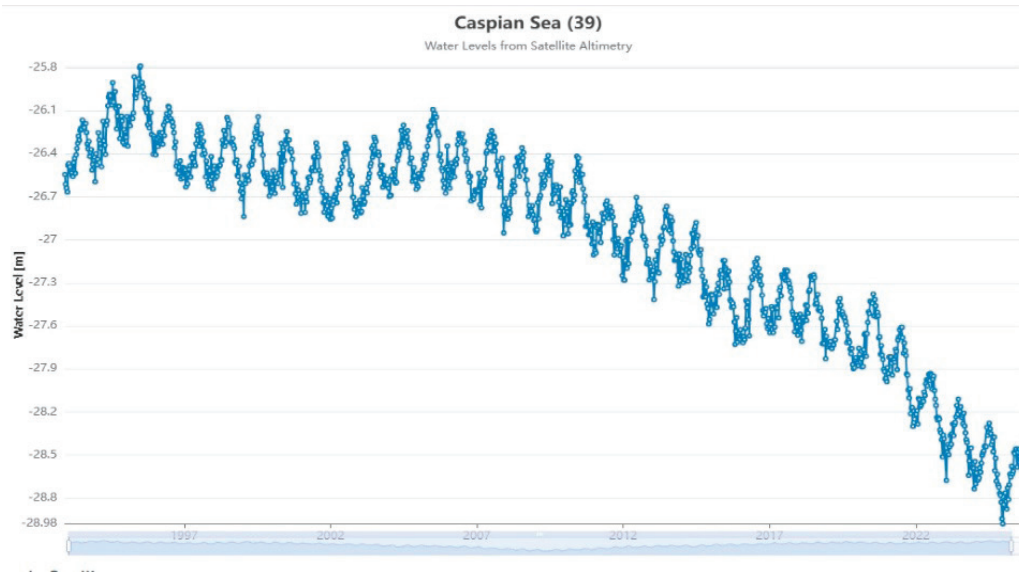


Рис. 2. Временной ряд уровня Каспийского моря по данным спутниковой альтиметрии, сформированный в базе ДАНТИ (DGFU-TUM) на основе многомиссионных наблюдений (TOPEX/Poseidon, Jason-1/2/3, Sentinel-6A)

рядах внутренних водоёмов и замкнутых морей. Такая форма представления удобна для сопоставимого анализа межгодовой изменчивости и долгосрочных тенденций на единой временной шкале.

Данные спутниковой альтиметрии Sentinel-3, распространяемые через инфраструктуру Copernicus и сервисы операторов, представляют собой стандартизированные продукты с учётом геофизических поправок. На уровне L2 формируются геофизические параметры, связанные с оценкой высоты и аномалии высоты поверхности моря, что обеспечивает воспроизводимость обработки и сопоставимость наблюдений во времени и между треками. Значимость таких данных для исследований Каспийского

моря определяется их регулярностью, едиными принципами процессинга и возможностью интеграции с ГИС-процедурами пространственного анализа.

Данные РГП «Казгидромет» по Каспийскому морю представляют собой ключевой источник инструментальных контактных наблюдений в казахстанском секторе и публикуются в виде регулярных бюллетеней, прогнозов и ежегодных сводок.

Иллюстрация отражает прогнозный компонент оперативного мониторинга: прогноз уровня формируется для ряда пунктов на заданный интервал времени и сопровождается оценкой диапазона ожидаемых колебаний. Наблюдения ведутся на морских станциях и постах (Форт-

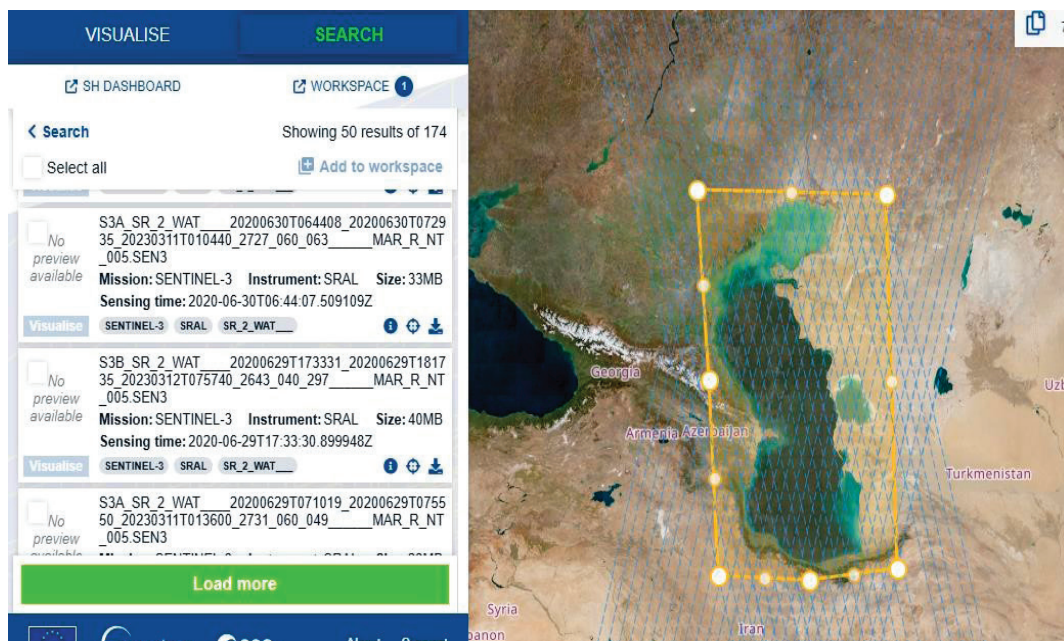


Рис. 3. Альтиметрические данные Sentinel-3

**FORECAST OF THE CASPIAN SEA LEVEL (MIDDLE CASPIAN SEA)  
ON DECEMBER 30, 2025 – JANUARY 04, 2026**

№	Point name	Characteristic values of the forecast Caspian Sea level, sm ( m abs)				
		Maximum level, sm (m BS)	date, time, GMT*	Minimum level, sm (m BS)	date, time, GMT*	Average level, sm (m BS)
1	Fort-Shevchenko	<b>-166</b> <b>(-29,66)</b>	01/01/2026 15:00:00	<b>-180</b> <b>(-29,80)</b>	02/01/2026 15:00:00	<b>-172</b> <b>(-29,72)</b>
2	Saura	<b>-165</b> <b>(-29,65)</b>	31/12/2025 09:00:00	<b>-176</b> <b>(-29,76)</b>	04/01/2026 09:00:00	<b>-171</b> <b>(-29,71)</b>
3	Kuryk	<b>-181</b> <b>(-29,81)</b>	02/01/2026 06:00:00	<b>-194</b> <b>(-29,94)</b>	30/12/2025 14:00:00	<b>-189</b> <b>(-29,89)</b>
4	Aktau	<b>-163</b> <b>(-29,63)</b>	04/01/2026 11:00:00	<b>-177</b> <b>(-29,77)</b>	01/01/2026 12:00:00	<b>-172</b> <b>(-29,72)</b>
5	Fetisovo	<b>-122</b> <b>(-29,22)</b>	31/12/2025 00:00:00	<b>-136</b> <b>(-29,36)</b>	04/01/2026 05:00:00	<b>-130</b> <b>(-29,30)</b>
6	Peschanyi	<b>-150</b> <b>(-29,50)</b>	03/01/2026 07:00:00	<b>-164</b> <b>(-29,64)</b>	02/01/2026 23:00:00	<b>-158</b> <b>(-29,58)</b>
7	Makhachkala	<b>-126</b> <b>(-29,26)</b>	02/01/2026 21:00:00	<b>-140</b> <b>(-29,40)</b>	02/01/2026 03:00:00	<b>-131</b> <b>(-29,31)</b>

Рис. 4. Прогнозные данные уровня Каспийского моря

Шевченко, Актау, Фетисово, Саура, Песчаный, Курык и др.), а в бюллетенях приводятся оперативные характеристики уровня (средние значения для глубоководной части, экстремумы, диапазоны колебаний). В совокупности такие материалы обеспечивают контекст для интерпретации кратковременной изменчивости уровня и её связи с текущими гидрометеорологическими условиями. Кроме уровня, в ежегодных изданиях «Ежегодные данные о режиме Каспийского моря, казахстанское побережье» публикуются сведения стандартных гидрологических наблюдений, включая температуру воды, солёность, волнение, ледовые явления, а также расчёты элементов водного баланса. Отдельные материалы также фиксируют сгонно-нагонные колебания, показывая, что уровень может заметно меняться даже в пределах нескольких суток.

Совместное использование контактных наблюдений и спутниковой альтиметрии обеспечивает комплексное описание динамики уровня Каспийского моря на разных масштабах. Контактные измерения на морских станциях и постах формируют высокочастотные и инструментально надёжные ряды уровня в прибрежной зоне, отражая как фоновую динамику, так и кратковременную из-

менчивость, связанную со сгонно-нагонными явлениями и гидрометеорологическими условиями. Спутниковая альтиметрия дополняет эти данные пространственным покрытием, позволяя рассматривать уровень как распределённую величину в пределах всей акватории и выявлять пространственные различия характера изменений. В интегрированном подходе контактные ряды служат опорой для сопоставления и интерпретации спутниковых оценок (согласование временных шкал и высотного основания), тогда как альтиметрия обеспечивает пространственную генерализацию и сопоставимость оценок между районами моря.

**Вывод**

Интегрированный подход, основанный на сочетании контактных прибрежных измерений и спутниковой альтиметрии, является методически обоснованным и повышает информативность мониторинга, объединяя точность и детальность инструментальных наблюдений с возможностью пространственного анализа динамики уровня на масштабе всей акватории Каспийского моря.

Литература:

1. Sentinel-3 altimetry level 2 data guide. EUMETSAT User Portal. <https://user.eumetsat.int/resources/user-guides/sentinel-3-altimetry-level-2-data-guide>
2. Schwatke C., Dettmering D., Bosch W., Seitz F. DAHITI — an innovative approach for estimating water level time series over inland waters using multi-mission satellite altimetry // Hydrology and Earth System Sciences. 2015. Vol. 19. P. 4345–4364. DOI: 10.5194/hess-19-4345-2015
3. РГП «Казгидромет». Прогноз уровня Каспийского моря (раздел «Каспийское море») <https://www.kazhydromet.kz/en/kaspiyskoe-more/prognoz-urovnya-kaspiyskogo-morya>
4. DAHITI: Water Level Time Series from Altimetry — Caspian Sea (39) <https://dahiti.dgfi.tum.de/en/39/water-level-altimetry/> РГП «Казгидромет». Ежегодные данные о режиме Каспийского моря, казахстанское побережье. <https://www.kazhydromet.kz/ru/kaspiyskoe-more/ezhegodnye-dannye-o-rezhime-kaspiyskogo-morya>

## Возможности применения гравиметрических данных при глубинном изучении недр на территории Павлодарской области

Жалилов Лутпулла Летипович, студент магистратуры

Научный руководитель: Кенесбаева Айгуль Кенесебаевна, ассоциированный профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье рассмотрены возможности применения гравиметрических данных при глубинном изучении недр Павлодарской области Республики Казахстан. Проведена интерпретация гравитационного поля с учётом геологического и неотектонического строения территории. Выявлены зоны пониженных и повышенных аномалий, отражающие неоднородность плотностного строения земной коры, глубинные разломные структуры и особенности мощности осадочного чехла. Показано, что гравиметрия является эффективным инструментом уточнения глубинного строения региона и может быть использована при прогнозировании размещения полезных ископаемых.*

**Ключевые слова:** гравиметрические данные, глобальная модель геопотенциала, тектоническая структура, неотектоника, осадочный чехол.

## Application of gravimetric data in deep subsurface studies: a case study of the Pavlodar region

Jalilov Lutpulla Letipovich, master's student

Scientific advisor: Kenesbayeva Aigul Kenesebaevna, associate professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*The article examines the possibilities of applying gravimetric data for deep subsurface studies of the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan. The gravitational field was interpreted taking into account the geological and neotectonic structure of the territory. Zones of negative and positive anomalies were identified, reflecting density heterogeneity of the Earth's crust, deep fault structures, and variations in sedimentary cover thickness. The results demonstrate that gravimetry is an effective tool for refining deep geological structure and can be applied in forecasting mineral resource distribution.*

**Keywords:** gravimetric data, global geopotential model, tectonic structure, neotectonics, sedimentary cover.

### 1. Введение

Изучение глубинного строения недр является одной из ключевых задач современной геологии и геофизики. Глубинные процессы, протекающие в пределах земной коры и верхней мантии, оказывают существенное влияние на формирование тектонических структур, распределение полезных ископаемых и развитие геодинамических процессов. В условиях возрастающей потребности в минерально-сырьевых ресурсах особое значение приобретает совершенствование методов исследования глубинного строения литосферы. Среди комплекса геофизических методов особое место занимает гравиметрия, основанная на изучении вариаций гравитационного поля Земли, обусловленных неоднородностью плотности горных пород. Гравиметрические данные позволяют выявлять крупные тектонические элементы, определять глубину залегания фундамента, картировать разломные зоны и оценивать мощность осадочного чехла.

Павлодарская область Республики Казахстан представляет значительный интерес для глубинных исследований в связи с её расположением в пределах Западно-Сибирской плиты, наличием развитых тектонических структур

и перспективных участков размещения полезных ископаемых. Уточнение глубинного строения региона имеет важное значение для повышения эффективности геолого-разведочных работ.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью активного применения гравиметрических данных при комплексном изучении недр и построении достоверных геолого-геофизических моделей региона.

**Целью настоящей работы** является анализ возможностей использования гравиметрических данных при глубинном изучении недр Павлодарской области.

**Методы исследования.** В работе использованы методы гравиметрической интерпретации, сравнительного геофизического анализа и обобщения литературных источников.

**Объектом исследования** является Павлодарская область Республики Казахстан, образованная в январе 1938 года. Административный центр — город Павлодар. Площадь территории составляет около 124,8 тыс. км<sup>2</sup>.

Область расположена на северо-востоке Республики Казахстан и граничит:

— на севере — с Омской областью Российской Федерации;

— на северо-востоке — с Новосибирской областью;  
 — на востоке — с Алтайским краем Российской Федерации [1] (рис. 1).

Рельеф территории преимущественно равнинный, что обусловлено её принадлежностью к южной окраине Западно-Сибирской плиты. В геологическом отношении территория характеризуется платформенным строением. Кристаллический фундамент представлен породами докембрийского и палеозойского возраста, перекрытыми осадочным чехлом мезозойско-кайнозойского комплекса различной мощности. Наличие контрастных по плотности геологических комплексов создаёт предпосылки для формирования гравитационных аномалий, что делает регион перспективным для применения гравиметрических методов.

## 2. Геологическая изученность и строение территории

Павлодарская область расположена в зоне сочленения Казахской складчатой страны (Сарыарки) и Западно-Сибирской низменности, находясь в пределах Урало-Монгольского складчатого пояса. Такое тектоническое положение обуславливает сложное строение региона и широкое развитие палеозойских структур, перекрытых мезозойско-кайнозойским осадочным чехлом.

Юго-западная часть области представлена структурами Казахского мелкосопочника (Сарыарки), занимающего около 25 % территории. Данный район характеризуется развитием палеозойских складчатых комплексов

и является основным источником твердых полезных ископаемых [4]. Северная и восточная части региона относятся к Западно-Сибирской низменности и представлены преимущественно денудационно-аккумулятивными равнинами. Геологическое строение региона представлено на рис. 2.

Кристаллический фундамент области сложен палеозойскими складчатыми образованиями, сформированными в ходе каледонской и герцинской тектонических эпох. В его строении выделяются эвгеосинклинальные и миогеосинклинальные комплексы, представленные магматическими, метаморфическими и осадочными породами различной степени преобразования.

Регион богат месторождениями угля, полиметаллов, золота, никеля и кобальта, что делает его стратегически важным для недропользования [4].

Наиболее детально геологически изученными являются Баянаульский район и пойма реки Иртыш. Сейсмотектоническая обстановка региона представлена на рис. 3

Однако наличие мощного покрова рыхлых отложений существенно затрудняет проведение прямого геологического картирования, особенно в пределах платформенной части региона.

В связи с этим особую актуальность приобретает применение геофизических методов, в том числе гравиметрии, позволяющей дистанционно исследовать глубинное строение, выявлять разломные зоны, уточнять глубину залегания фундамента и прогнозировать размещение полезных ископаемых.

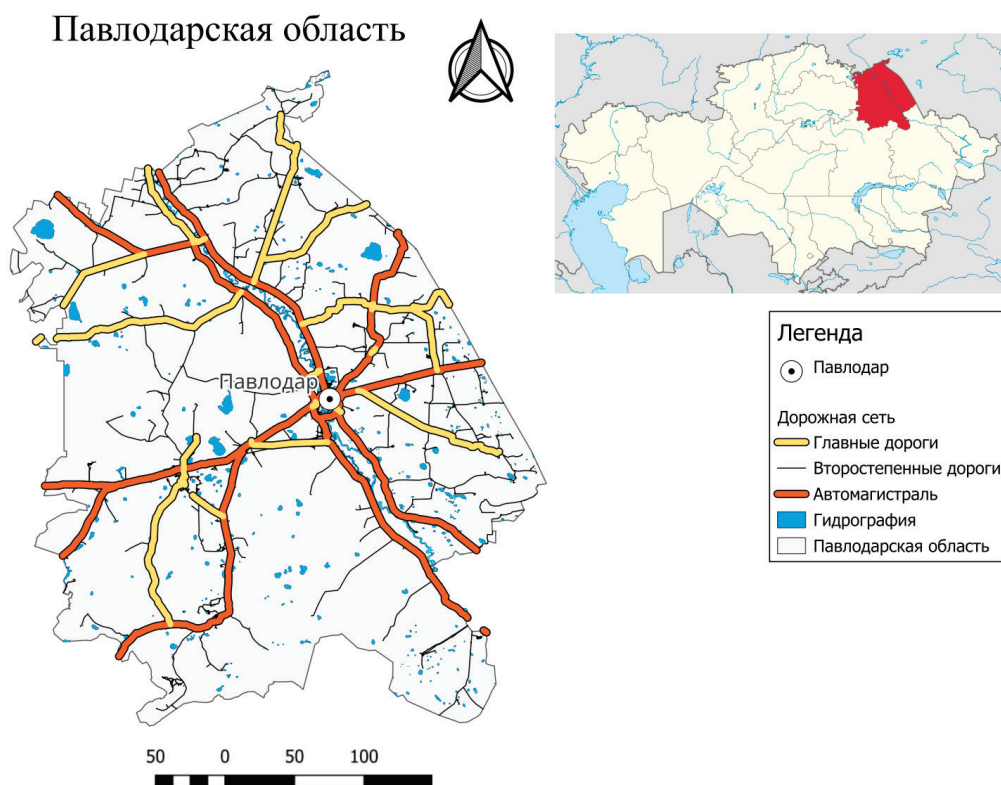


Рис. 1. Расположение Павлодарской области

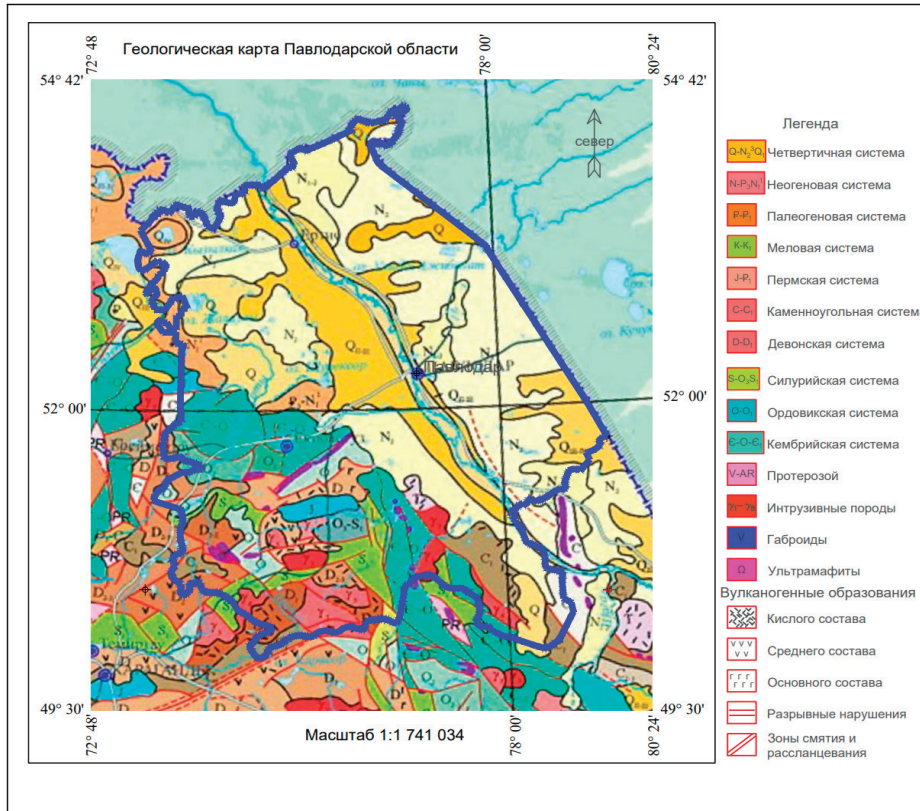


Рис. 2. Геологическая карта Павлодарской области

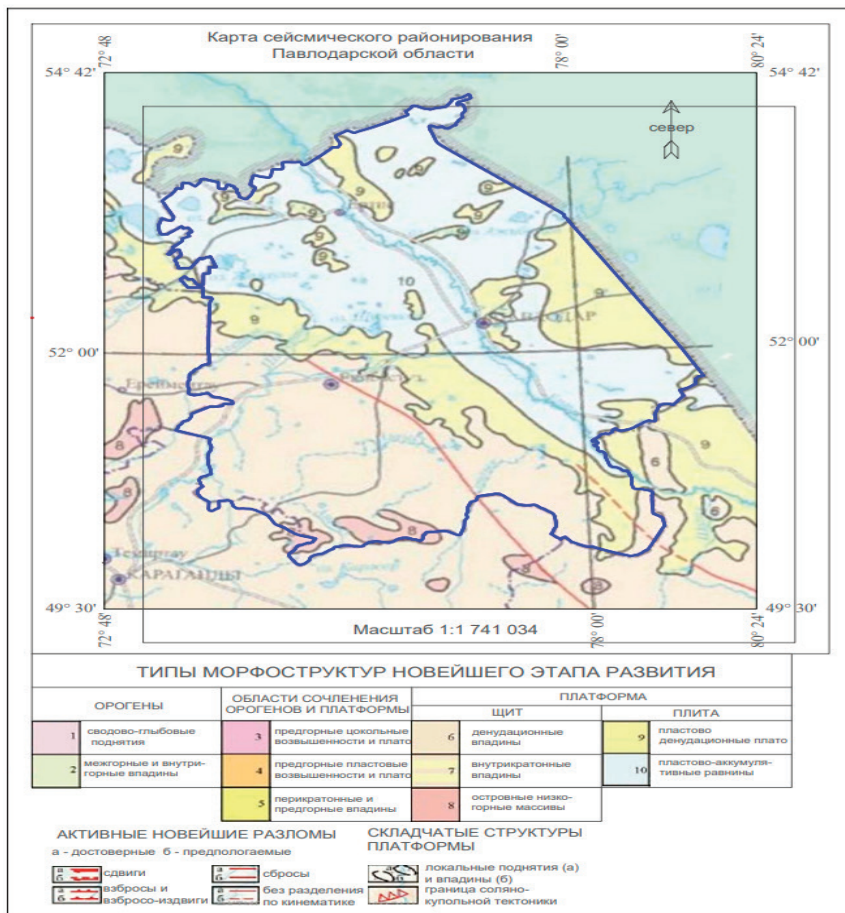


Рис. 3. Карта сейсмического районирования Павлодарской области

### 3. Результаты гравиметрического анализа и их интерпретация

По результатам обработки гравиметрических данных построена карта региональной аномалии Буге (рис. 4)

По всей территории исследования наблюдаются отрицательные гравитационные аномалии. Диапазон значений аномалий в пределах Павлодарской области изменяется приблизительно от  $-10$  до  $-80$  мГал.

*Общий характер поля.* Гравитационное поле носит выраженно неоднородный характер и демонстрирует зональность распределения аномалий. Наиболее пониженные значения (до  $-70...-80$  мГал) приурочены к южной и юго-западной части региона, тогда как северные и центральные участки характеризуются относительно менее отрицательными значениями.

Общее снижение значений Буге южном направлении свидетельствует об увеличении мощности менее плотных пород или углублении поверхности кристаллического фундамента.

*Северо-восточная часть области.* В северо-восточном секторе наблюдаются относительно сглаженные аномалии с меньшей амплитудой. Данная зона соответствует платформенной части территории, связанной с Западно-Сибирской плитой (см. рис. 2). Отрицательные значения Буге здесь обусловлены мощным мезо-кайнозойским осадочным чехлом, перекрывающим фундамент (см. рис. 4). Сейсмическая карта показывает относительно стабильный характер территории, что согласуется с платформенной природой участка.

*Южная и юго-западная часть (Сарыарка).* Южная часть области характеризуется резкими градиентами гравитационного поля и локальными минимумами. Эти зоны пространственно совпадают с областью развития Казахского мелкосопочника (Сарыарки) (см. рис. 2). Наличие интенсивных градиентов может свидетельствовать о: разломных нарушениях, блоковом строении фундамента, глубинных тектонических контактах.

Сопоставление с картой неотектоники (см. рис. 3) показывает, что часть градиентных зон совпадает с активными разломами, трассируемыми по геофизическим полям.

*Линейные структуры.* На карте аномалий Буге прослеживаются вытянутые зоны изменения поля северо-западного и субширотного направления. Такие линейные аномалии интерпретируются как глубинные разломные зоны, контролируемые тектоническое членение территории.

Совпадение этих зон с элементами новейшей тектоники (см. рис. 3) подтверждает их структурную значимость.

*Геодинамическая интерпретация.* Анализ гравитационного поля в комплексе с картой сейсмического районирования (см.рис.4) показывает, что области повышенных градиентов аномалий соответствуют зонам потенциальной тектонической активности. Это указывает на связь плотностных неоднородностей земной коры с современными геодинамическими процессами.

*Гравиметрический анализ позволил:* уточнить границу сочленения складчатых и платформенных структур; выявить глубинные разломные зоны; оценить неоднородность мощности осадочного чехла; подтвердить связь гра-

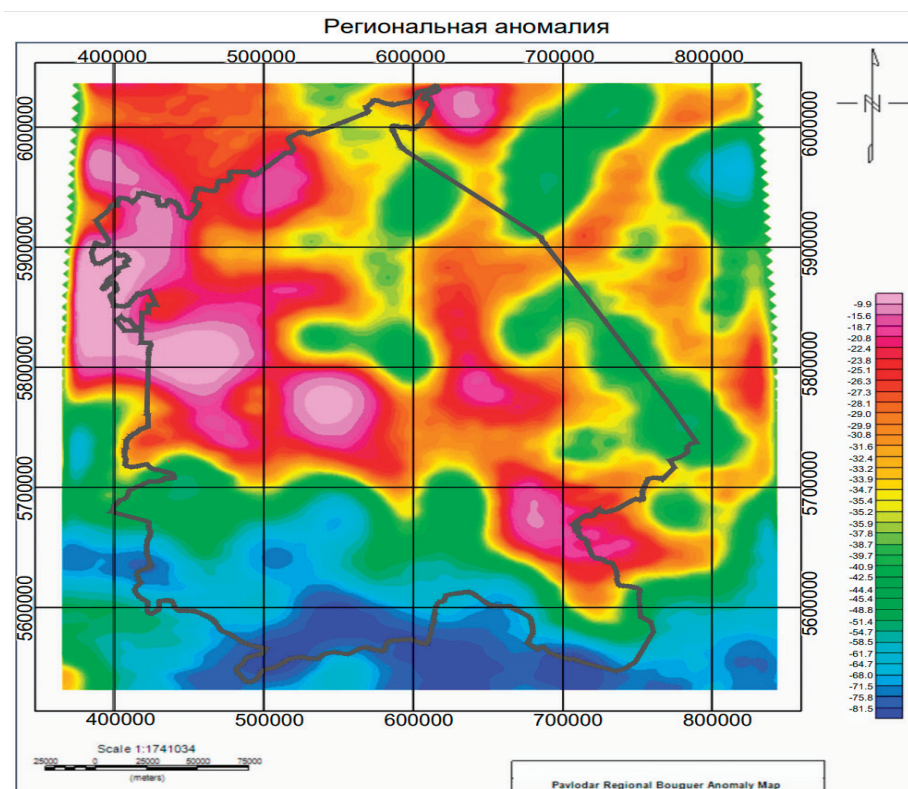


Рис. 4. Региональная Аномалия Буге

витационных аномалий с новейшими тектоническими структурами.

### Выводы

Таким образом, обобщённые в работе подходы и методические решения формируют научно-методическую основу для последующих региональных исследований

и могут быть использованы при планировании детальных геофизических работ, направленных на уточнение геологического строения и оценку ресурсного потенциала Павлодарской области. Перспективным направлением является интеграция гравиметрии с другими геофизическими и геологическими методами, что позволит повысить достоверность интерпретации и расширить возможности глубинного изучения недр.

### Литература:

1. Официальный сайт акимата Павлодарской области (июнь 2009).
2. Общая информация о Павлодарской области / Портал [visitkazakhstan.nur.kz](http://visitkazakhstan.nur.kz)
3. Тажибек Е. Исследование инженерно-геологических условий города Павлодар // Вестник науки № 2 (83) том 1. С. 722–726. 2025 г
4. Геологическая карта Казахстана М1:5000000, <http://neotec.ginras.ru/neomaps.html>, ГИН РАН, лаборатория неотектоники и современной геодинамики, 2015–2026.
5. Карта новейшей тектоники Казахстана М 1:5000000, Абдулин, Шлыгин, Жуков, 1987; Геологическое строение Казахстана», 2000, <http://neotec.ginras.ru/neomaps.html>, ГИН РАН, лаборатория неотектоники и современной геодинамики, 2015–2026
6. Карта общего сейсмического районирования Казахстана М1:5000000, Нусипов Е. Н., Тимуш А. В., Сыдыков А. С., Шацков В. И., Садыкова А. Б., <http://neotec.ginras.ru/neomaps.html>, ГИН РАН, лаборатория неотектоники и современной геодинамики, 2015–2026

## Современные геодезические технологии при изысканиях для проектирования линий электропередач

Жолтай Мадина Асылбеккызы, студент магистратуры

Научный руководитель: Кожаяев Женис Тусыналиевич, PhD, ассоциированный профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье рассматриваются современные геодезические технологии, применяемые при инженерно-геодезических изысканиях для проектирования линий электропередачи (ЛЭП). Анализируются методы спутниковых измерений, электронных тахеометрических работ и автоматизированной обработки данных, повышающие точность и оперативность измерений. Приведён литературный обзор научных исследований по теме, отражающий мировую и отечественную практику. Показано, что интеграция передовых геодезических подходов позволяет создать высококачественную исходную основу для проектирования и реализации линейных энергетических объектов.*

**Ключевые слова:** линии электропередачи, инженерные, геодезические приборы, GNSS, тахеометрическая съёмка, автоматизация измерений.

## Modern geodetic technologies in surveys for power transmission line design

Zholtai Madina Asylbekkyzy, master's student

Scientific advisor: Kozhayev Zhenis Tusynalievich, phd, associate professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*The article discusses modern geodetic technologies used in engineering and geodetic surveys for the design of power transmission lines (PTLs). The methods of satellite measurements, electronic total station surveys, and automated data processing that enhance measurement accuracy and efficiency are analyzed. A review of scientific literature on the topic is presented, reflecting both international and domestic practices. It is shown that the integration of advanced geodetic approaches makes it possible to create a high-quality baseline framework for the design and implementation of linear power infrastructure facilities.*

**Keywords:** power transmission lines, engineering surveys, geodetic instruments, GNSS, total station survey, measurement automation.

## Введение

Линии электропередачи являются важнейшей частью энергетической инфраструктуры, обеспечивающей передачу электроэнергии от генерирующих источников к потребителям. Надёжность и долговечность таких объектов определяется качеством проектно-изыскательских работ, среди которых ключевую роль играет инженерно-геодезическое обеспечение. Геодезические изыскания включают получение точных пространственных данных о рельефе, ситуации местности и природно-антропогенных условиях, служащих основой для проектирования трассы ЛЭП и расположения опорных конструкций.

Основная цель настоящей статьи — проанализировать современные геодезические технологии, применяемые при инженерно-геодезических изысканиях для проектирования линий электропередачи, а также представить литературный обзор основных научных достижений по исследуемой проблеме.

**Литературный обзор.** Анализ научной литературы показывает, что вопросы применения передовых геодезических технологий для инфраструктурных проектов привлекают пристальное внимание исследователей как в мире, так и в Казахстане.

В работе Дж. Смит и соавторов (2018) подчёркивается важность интеграции спутниковой навигации (GNSS) и тахеометрии для повышения точности геодезических работ на трассах линейных объектов. Авторы показывают, что использование GNSS-измерений в сочетании с наземной тахеометрией позволяет получить высокоточные координаты опорных пунктов и детальных точек рельефа, что критически важно для расчёта пролётов и расположения опор [1].

В исследованиях Ли и Чена [2] рассматриваются методы автоматизированной обработки геодезических данных с применением программных комплексов геопространственного анализа. Авторы демонстрируют, что применение цифровой обработки измерений позволяет существенно сократить время получения готовых графических материалов и увеличить точность топографических моделей.

Работы Петрова и Кузьмина [3] из российских университетов посвящены вопросам интеграции лазерного сканирования (LiDAR) в процессы инженерно-геодезических изысканий. LiDAR-технологии обеспечивают получение плотных облаков точек и цифровых моделей рельефа с высокой детализацией, особенно в сложных ландшафтных условиях.

В отечественных исследованиях [4] подчёркивается необходимость использования комплексных методик измерений с опорой на GNSS, тахеометрию и цифровые инструменты для повышения качества проектно-изыскательских материалов в энергетике.

Общий вывод литературного обзора: современные геодезические технологии, такие как спутниковые измерения, автоматизированная наземная тахеометрия и цифровая обработка данных, являются неотъемлемой частью качественных инженерно-геодезических изысканий при проектировании линейных объектов, включая ЛЭП.

**Содержание работы.** Первым этапом полевых работ является создание плано-высотного обоснования. Для этого используются высокоточные спутниковые GNSS-приёмники, которые позволяют в реальном времени определять координаты пунктов с высокой точностью. С их помощью устанавливаются опорные точки, необходимые для дальнейших измерений и построения топографических планов. [5, 6].

Спутниковые GNSS-измерения позволяют быстро и точно определить пространственное положение пунктов, что особенно полезно на длинных линейных трассах. Современные многоканальные GNSS-приёмники обеспечивают надёжность данных даже в сложных условиях видимости спутников (рис. 1)

Детальная топографическая съёмка трассы выполняется с помощью электронных тахеометров, которые позволяют получать координаты характерных точек местности, здания, коммуникаций и других объектов за счёт угловых и линейных измерений. Данные тахеометрии представляют основу для построения планов и продольных профилей трассы [7].

Автоматизированная камеральная обработка измерений в специализированных программных комплексах обеспечивает формирование цифровых моделей рельефа, топографических планов и отчётных материалов, необходимых для проектирования ЛЭП.

В современных инженерно-геодезических работах используются точные приборы, такие как GNSS-приёмники и электронные тахеометры. Например, при выполнении полевых работ для проектирования трассы применялся GNSS-приёмник SOUTH Galaxy G1 Plus, обеспечивающий получение координат точек с высокой степенью точности и устойчивостью к внешним условиям.

Для детальной тахеометрической съёмки применялся электронный тахеометр Leica TC407, который позволяет быстро регистрировать угловые и линейные измерения с автоматическим накоплением данных и минимизацией ошибок оператора [8; 9].

Применение спутниковых измерений и электронных тахеометров позволяет:

1. значительно повысить точность определения координат пунктов,
2. ускорить проведение полевых работ,
3. автоматизировать обработку измерений,
4. снизить влияние человеческого фактора на результаты,



Рис. 1. GNSS-приёмник SOUTH Galaxy G1 Plus в полевых условиях

5. обеспечить качественную основу для проектирования.

На этапе проектирования линии электропередач, проводится анализ потребностей в передаче электроэнергии, выбор оптимального маршрута ЛЭП и разработка проектной документации. Важные аспекты включают: маршрутизацию ЛЭП; инженерные изыскания; оформление прав на земельные участки, через которые будет проходить линия электропередачи; проведение подготовительных работ для строительства ЛЭП

Для строительства ЛЭП проводятся работы по межеванию участков и установление границ охранных зон; удаляются растительности, сносятся строения; готовятся площадки для строительства опор и прокладки проводов. Помимо Земельного кодекса Республики Казахстан, процедура отвода земельных участков под строительство линейных объектов регулируется Строительными нормами Республики Казахстан. Они определяют размеры земельных участков и ширину земельных полос, предназначенных для прокладки ЛЭП с напряжением 6 кВ.

Площадь земель, выделяемых для размещения опор (включая оттяжки) воздушных линий электропередачи на постоянное (бессрочное) пользование, рассчитывается согласно следующей формуле:

$$F = n(F_0 + f)$$

где:  $F_0$  — это площадь, которую занимает одна опора внутри ее внешнего контура (включая оттяжки);

$n$  — количество опор в линии;

$f$  — площадь полосы земель вокруг внешнего контура опоры (включая оттяжки) подлежит принимать для ЛЭП напряжением до 10 кВ.

Выводы: Современные геодезические технологии, включающие спутниковые GNSS-измерения, электронную тахеометрию и автоматическую обработку данных, являются эффективными инструментами при проведении инженерно-геодезических изысканий для проектирования линий электропередачи. Интеграция указанных методов позволяет получить точные исходные данные, что является гарантией корректности проектных решений и повышения качества энергоинфраструктурных объектов.

#### Литература:

1. Смит, J., Johnson, P., & Lee, K. (2018). Integration of GNSS and total station measurements for linear infrastructure projects. *Journal of Geospatial Engineering*, 12(3), 45–56.
2. Li, Y., & Chen, H. (2020). Automated processing of geodetic survey data for energy infrastructure design. *International Journal of Geomatics*, 15(2), 88–99.
3. Петров, А.В., & Кузьмин, С.И. (2021). Использование лазерного сканирования (LiDAR) при инженерно-геодезических изысканиях. *Геодезия и картография*, 82(4), 23–34.
4. Ашимов, М.К. (2022). Комплексные методики измерений в проектировании линейных объектов энергетики. *Вестник КазГТУ*, 56(1), 112–121.
5. Ефимов, Н.В., & Сидоров, В.А. (2019). *Топографические и геодезические работы при строительстве линий электропередачи*. Санкт-Петербург: Издательство СПбГАСУ.

- Zhang, L., Wang, Y., & Sun, F. (2017). UAV-based photogrammetry for power line corridor mapping: Accuracy and efficiency. *Remote Sensing*, 9(10), 1015.
- Капустин, И.А., & Миронов, П.В. (2018). Современные приборы и методы геодезических измерений в энергетике. Москва: Энергоиздат.
- South Surveying Instruments (2021). SOUTH Galaxy G1 Plus GNSS Receiver Technical Manual. China: South Surveying.
- Leica Geosystems (2020). Leica TC407 Total Station User Guide. Switzerland: Leica Geosystems AG.

## Методика повышения точности геодезических работ в условиях плотной городской застройки

Канатбаев Алишер Дарханович, студент магистратуры

Научный руководитель: Турсбеков Серик Вахитович, кандидат технических наук, профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В данной работе представлена углубленная методика оптимизации геодезического обеспечения строительства в экстремальных условиях современных мегаполисов Республики Казахстан (Алматы, Астана).*

**Ключевые слова:** геодезическое обеспечение, сейсмичность, сложный рельеф, современные технологии, точность.

## Methodology for improving the accuracy of geodetic works in conditions of dense urban development

Kanatbayev Alisher Darkhanovich, master's student

Scientific advisor: Tursbekov Serik Vakhitovich, ph.d., professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*This paper presents an advanced methodology for optimizing geodetic support of construction under the extreme conditions of modern megacities of the Republic of Kazakhstan (Almaty, Astana).*

**Keywords:** geodetic support, seismicity, complex terrain, modern technologies, accuracy.

### 1. Введение

Развитие строительного сектора в Республике Казахстан характеризуется переходом к возведению технически сложных, уникальных и высотных объектов. Мегаполисы Астана и Алматы стали полигонами для реализации амбициозных проектов, таких как «Абу-Даби Плаза» (высота до 382 м) и «Изумрудный квартал». Геодезическое сопровождение таких объектов требует точности, выходящей за рамки стандартных инструкций.

В условиях «городских каньонов» инженер сталкивается с критическим снижением точности GNSS-позиционирования из-за блокировки спутниковых сигналов и эффекта многолучевости (multipath). Отражения сигналов от стеклянных фасадов и металлических конструкций создают ложные фазовые задержки, что делает невозможным применение RTK-режимов для высокоточных разбивок.

В сейсмоопасном Алматы (9–10 баллов) к этим факторам добавляется необходимость учета тектонических разломов и микросейсм, которые могут вызывать постепенный дрейф опорных пунктов разбивочной сети. Таким образом, современная геодезия в РК требует перехода от классических методов к интегрированным системам мониторинга, объединяющим тахеометрию, лазерное сканирование и цифровые двойники объектов (BIM).

### 2. Методика

Геодезическое обеспечение строительства в РК жестко регламентировано и требует неукоснительного соблюдения иерархии стандартов. Ключевым инструментом контроля является «Принцип 0,2» (п. 32 СП РК 1.03–103–2013), который гласит: среднеквадратическая погрешность (СКП) измерений не должна превышать 20 % от величины допуска на строительный элемент. Это правило гарантирует, что ошибка геодезиста не станет доминирующим фактором при оценке качества монтажа.

Таблица 1. Детальные технологические допуски (согласно СП РК 1.03–103–2013)

Плановые размеры котлованов	±30	±6.0	Обычные условия
Высотные отметки дна котлована	±10	±2.0	Перед зачисткой
Смещение осей фундаментов	±10	±2.0	От главных осей
Отклонение колонн (высота < 4 м)	±8	±1.6	Критичный параметр
Установка анкерных болтов	±5	±1.0	Прецизионный монтаж
Перенос осей на горизонт (>50 м)	±5	±1.0	Методом ПВП

Для достижения таких значений СКП (особенно 1.0–1.6 мм) необходимо использовать оборудование не ниже 1–2 секундной угловой точности и фазовые дальномеры последнего поколения.

### 3. Эксплуатационные характеристики систем Leica FlexLine (TS02plus, TS07, TS10)

Тахеометры Leica серий FlexLine (TS02plus, TS07, TS10) являются промышленным стандартом в РК благодаря своей надежности в суровых климатических условиях (от -40°C до +70°C).

#### 3.1. Технология PinPoint EDM

Дальномер PinPoint использует лазер с минимальной расходимостью луча, что позволяет работать в условиях «зашумленного» пространства стройплощадки:

**Размер пятна:** Лазерное пятно составляет всего 7\*10 мм на расстоянии 30 м и 8\*20 мм на 50 м. Это позволяет «протреливать» арматурные каркасы и проводить измерения в узких технологических проемах без риска получить отражение от краев конструкций.

**Точность на призму:** В режиме *Precise+* достигается СКП 1.0 мм + 1.5 ppm, что полностью перекрывает требования для монтажа анкеров.

**Безотражательный режим:** Режим R500/R1000 обеспечивает точность 2 мм + 2 ppm на дистанции до 500 м. Важно помнить, что при работе на расстояниях более 500 м погрешность.

### 4. Создание и стабилизация геодезической разбивочной основы (ГРО)

В условиях мегаполисов Астана и Алматы грунтовые знаки (штыри, дюбели в асфальте) считаются временными, так как они подвержены смещениям из-за просадки грунта и деятельности техники.

#### Стенная полигонометрия и «Правило 2 лет»

Для ГРО должны использоваться капитальные здания, построенные более 2 лет назад — это гарантирует завершение процессов первичной осадки фундамента.

**Высота установки:** Марки (отражатели) монтируются на высоте 0.3–1.2 м от земли. Это обеспечивает удобство визирования и выводит линию визирования из зоны максимальной турбулентности воздуха, которая на высоте менее 0.3 м вызывает отклонение луча до нескольких миллиметров.

**Конфигурация сети:** Знаки ГРО должны обеспечивать прямую видимость между смежными пунктами и располагаться не далее 10 м от границ стройплощадки. Средний шаг сетки для высотных зданий составляет 50–100 м.

**Зимняя специфика:** В Астане при монтаже марок в зимний период обязателен подогрев воды для раствора до +40°C и использование противоморозных добавок для обеспечения адгезии с холодным бетоном фасада.

### 5. Практические рекомендации для Leica FlexField

**Избыточность:** Для исключения грубых ошибок и повышения точности необходимо использовать не менее 3–4 опорных точек.

**Опасная окружность:** Если тахеометр оказывается на окружности, проходящей через три опорных пункта, решение становится неопределенным. Методика требует смещать станцию таким образом, чтобы она находилась вне этой зоны минимум на 10 % радиуса.

**Контроль невязок:** В меню *Residuals* (Невязки) тахеометра при высокоточных работах значения не должны превышать 2 мм по плановым осям и 3 мм по высоте.

## 6. Работа на сложном рельефе и атмосферные поправки

В предгорных районах Алматы вертикальная рефракция является главным врагом точности тригонометрического нивелирования. Поправка PPM в Leica TS02plus. Скорость лазерного луча меняется в зависимости от плотности воздуха. Ошибка в 1°C или 3 гПа давления дает погрешность 1 мм на 1 км (1 ppm). В условиях городской застройки, где асфальт нагревается неравномерно, введение метеоданных в меню *Settings > Atmospheric* является обязательным перед каждым сеансом измерений. Динамический метод борьбы с рефракцией. Стандартный коэффициент рефракции  $k = +0.13$  неприемлем в приземном слое, где он может колебаться от -4 до +16 на солнечных участках. Методика предписывает:

1. Выполнение серии из 100 отсчетов зенитного расстояния в течение 2–10 минут.
2. Использование статистического усреднения в контроллере для нивелирования влияния турбулентности («дрожания» изображения).
3. Обеспечение высоты прохождения луча над землей не менее 0.8 м, что снижает ошибку в 2–3 раза по сравнению с измерениями на уровне земли.

## 7. Геодезический мониторинг в сейсмических зонах (Алматы)

Согласно СП РК 2.03–30–2017, объекты в Алматы требуют непрерывного контроля деформаций из-за высокой сейсмической активности и наличия тектонических разломов под городом. Для метрополитена, плотин и уникальных зданий (КазНУ, «Абу-Даби Плаза») относительная погрешность ГРО не должна превышать 1:30 000.

**Стабильность реперов:** Проверка исходной ГРО должна проводиться ежеквартально.

**Критические значения:** Тренд смещения конструкций свыше 30 мм является сигналом к немедленному инженерному обследованию.

**Спецтехнологии:** В Алматы для установки высокоточных приборов применяются железобетонные сваи с принудительным центрированием (без штативов) длиной до 12 м, что исключает влияние сезонного пучения грунта на положение станций.

## 8. Высотные работы и технология вертикального проектирования

При строительстве небоскребов (свыше 16 этажей / 50 м) классическая засечка с земли становится невозможной. Применяется метод вертикального проектирования через технологические отверстия 15x15 см.

Для этих целей используются приборы вертикального проектирования, обеспечивающие точность 1 мм на 100 м высоты. СКП переноса отметки на монтажный горизонт по СП РК зависит от геологии:

Скальные грунты: 1 мм.

Сжимаемые грунты (глины, пески): 2 мм.

Просадочные грунты (лессовидные суглинки юга РК): 5 мм.

## 9. Использование программных приложений Leica FlexField plus

ПО тахеометра содержит мощные инструменты, минимизирующие человеческий фактор при сложных вычислениях.

**Reference Line (Опорная линия):** Позволяет выносить точки относительно проектной оси здания (базиса), а не в глобальных координатах. Это критично для установки опалубки колонн, где допуски минимальны. Процесс включает ориентирование на BS-точку (backsight) и обнуление горизонтального угла.

**Tie Distance (Косвенные измерения):** Используется для мгновенной проверки геометрии — например, измерения диагоналей между вынесенными осями без необходимости установки прибора в створе.

**DTM Volume (Объемы):** Позволяет рассчитывать объемы земляных работ (котлованов) непосредственно в поле путем сравнения цифровых моделей поверхностей с погрешностью до 5 %.

## 10. Метрологическое обеспечение и полевые поверки

Согласно СТ РК ISO 17123–1–2016, даже новый прибор с сертификатом требует регулярных полевых проверок («Check & Adjust») из-за вибраций при транспортировке и резких температурных скачков в Казахстане.

**Алгоритм полевой юстировки:**

**Нивелирование:** Проверка точности электронного уровня (должна быть лучше 2»).

**Юстировка осей:** В меню *Tools* выбирается программа поверки коллимации (с) и места нуля (i). Производятся измерения на четкую удаленную цель при двух кругах (КЛ и КП).

**Коррекция:** Если значения превышают 10», необходимо обновить юстировочные константы в памяти прибора. Также важно регулярно проверять стабильность сетки нитей и оптического отвеса.

## Выводы

Методика повышения точности геодезических работ в агрессивной среде мегаполисов РК — это комплексный процесс, где технологические возможности тахеометров Leica (AutoHeight, PinPoint) должны сочетаться со строгим соблюдением «принципа 0,2» и математически обоснованным проектированием разбивочных сетей.

## Литература:

1. СП РК 1.03–103–2013. Геодезические работы в строительстве. — Астана: Комитет по делам строительства и ЖКХ, 2013. — С. 12–28.
2. СП РК 2.03–30–2017. Строительство в сейсмических зонах Республики Казахстан. — Алматы: КазНИИСА, 2017. — С. 40–55.
3. Поклад Г. Г., Гриднев С. П. Геодезия: учебное пособие для вузов. — М.: Академический проект, 2013. — С. 310–330 (математика обратной засечки).
4. Вшивкова О. В. Особенности выполнения геодезических работ в горных условиях // Геодезия и картография. — 2023. — № 11. — С. 2–9.
5. Leica FlexLine TS02plus/TS07. Технические характеристики и руководство пользователя. — Heerbrugg: Leica Geosystems AG, 2013/2018. — 312 с.

## Влияние регулярной поверки геодезических приборов на точность инженерных изысканий (на примере оборудования South)

Кусаинов Айдын Нурсолтанович, студент магистратуры

Научный руководитель: Солтабаева Сауле Темирбулатовна, кандидат технических наук, ассоциированный профессор  
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье исследуется влияние регулярной поверки геодезических приборов на точность инженерных изысканий. Рассмотрены теоретические основы метрологического контроля, классификация погрешностей и механизмы их влияния на результаты измерений. Проведён сравнительный анализ точности тахеометров, нивелиров и GNSS-приёмников South до и после поверки. Полученные результаты подтверждают существенное снижение систематических ошибок и повышение воспроизводимости измерений. Обоснована необходимость интеграции поверки в систему управления качеством инженерных работ.*

**Ключевые слова:** геодезические приборы, поверка, точность измерений, инженерные изыскания, метрологический контроль.

## Influence of regular calibration of geodetic instruments on the accuracy of engineering surveys (on the example of South equipment)

Kussainov Aidyn Nursoltanovich, master's student

Scientific advisor: Soltabaeva Saule Temirbulatovna, ph.d. in engineering, associate professor  
Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*The article examines the impact of regular verification of geodetic instruments on the accuracy of engineering surveys. The theoretical foundations of metrological control, the classification of errors, and the mechanisms of their influence on measurement results are considered. A comparative analysis of the accuracy of South total stations, levels, and GNSS receivers before and after verification was conducted. The obtained results confirm a significant reduction in systematic errors and an increase in measurement repeatability. The necessity of integrating verification into the quality management system of engineering works is substantiated.*

**Keywords:** geodetic instruments, verification, measurement accuracy, engineering surveys, metrological control.

## Введение

Точность инженерных изысканий является основой надёжного проектирования и строительства объектов различного назначения. Геодезические измерения формируют планово-высотное обоснование, обеспечивают вынос проектных решений и контроль деформаций конструкций [4].

Согласно требованиям государственной системы обеспечения единства измерений [2], средства измерений подлежат обязательной периодической поверке. Однако на практике регламентные процедуры часто выполняются формально, что приводит к накоплению систематических погрешностей.

Цель исследования — оценить влияние регулярной поверки геодезических приборов на точность инженерных изысканий на основе теоретического анализа и практических данных.

### Теоретические основы поверки геодезических приборов

Поверка представляет собой совокупность операций, направленных на подтверждение соответствия прибора установленным метрологическим требованиям [1].

Основными задачами поверки являются:

- выявление систематических отклонений;
- проверка стабильности характеристик;
- подтверждение соответствия нормативным допускам.

Нормативные пределы допустимых погрешностей установлены стандартами [1, 2].

По классификации, приведённой в работах [3, 5], погрешности подразделяются на:

- **систематические** (коллимационные ошибки, индекс вертикального круга, постоянная дальномера);
- **случайные** (влияние температуры, давления, вибраций, ошибок оператора).

Регулярная поверка направлена прежде всего на выявление и устранение систематических погрешностей.

### Современные приборы и их чувствительность к погрешностям

Современные инженерные изыскания выполняются с использованием цифровых тахеометров, нивелиров и GNSS-приёмников, в том числе производства South [6].

Даже незначительное отклонение угловой точности тахеометра (2–3") может привести к плановым смещениям на сантиметровом уровне при работе на дальностях 300–500 м [7].

GNSS-приёмники чувствительны к смещению фазового центра антенны и нестабильности частотного генератора [9]. Нивелиры подвержены систематическому смещению визирной оси [7].

Механизм влияния поверки на точность измерений представлен на рисунке 1.

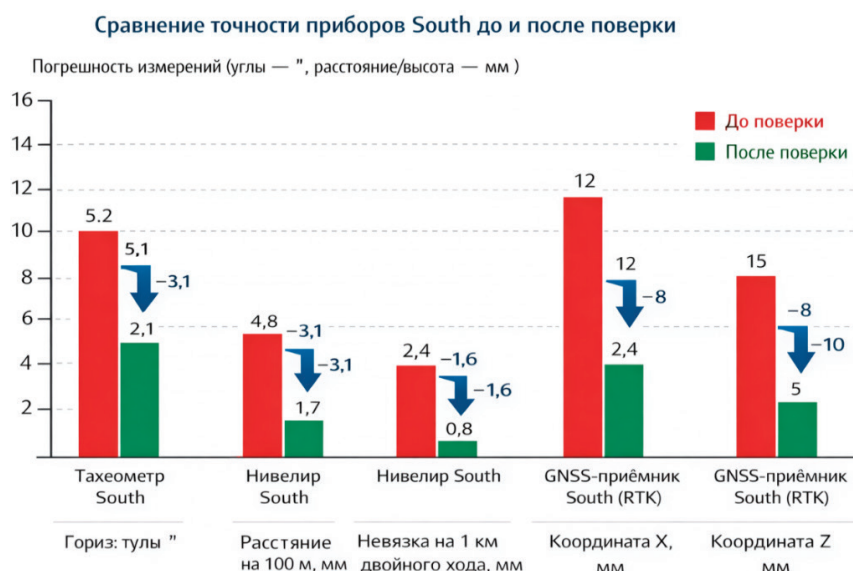


Рис. 1. Схема влияния поверки на снижение систематической погрешности

Схематически:

- 1 — накопление систематической ошибки во времени;
- 2 — проведение поверки и юстировки;
- 3 — восстановление нормативной точности;
- 4 — стабилизация измерительных характеристик.

Как видно из рисунка 1, без проведения поверки систематическая ошибка имеет тенденцию к накоплению, тогда как регулярный метрологический контроль обеспечивает возврат параметров к нормативным значениям.

### Практический анализ результатов измерений

Результаты сравнительного анализа точности приборов до и после поверки приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение точности приборов до и после поверки

Прибор	Параметр	До поверки	После поверки	Снижение погрешности
Тахеометр	Горизонтальный угол, "	5.2	2.1	3.1
Тахеометр	Вертикальный угол, "	5.0	2.0	3.0
Тахеометр	Расстояние 100 м, мм	4.8	1.7	3.1
Нивелир	Невязка 1 км, мм	2.4	0.8	1.6
GNSS (RTK)	Координата X/Y, мм	12	4	8
GNSS (RTK)	Координата Z, мм	15	5	10

Как следует из таблицы 1, проведение поверки позволило снизить угловые ошибки более чем в два раза, линейные — на 60–70 %, а координатные ошибки GNSS — примерно в три раза.

### Обсуждение результатов

Полученные данные подтверждают выводы исследований [8, 10, 13] о значительном влиянии систематических ошибок на итоговую точность строительных проектов.

Снижение угловой ошибки с 5" до 2" при выносе проектных точек уменьшает плановое смещение на объектах протяжённостью более 500 м, что особенно важно при строительстве линейных сооружений.

Поверка также обеспечивает соответствие требованиям стандартизации и метрологического контроля [11], что повышает доверие заказчиков к результатам работ.

### Заключение

Регулярная поверка геодезических приборов является эффективным инструментом повышения точности инженерных изысканий.

На основе анализа (таблица 1) и представленной схемы (рисунок 1) установлено, что своевременный метрологический контроль существенно снижает систематические погрешности, повышает воспроизводимость измерений и обеспечивает соответствие нормативным требованиям [1, 2].

Интеграция поверки в систему управления качеством инженерных работ позволяет минимизировать технические и финансовые риски, а также повысить надёжность проектных решений.

### Литература:

- ГОСТ 10529–2015. Приборы геодезические. Методы поверки и контроля точности.
- Бабичев А. П. Геодезические приборы и их метрологическая проверка. М.: Недра, 2019.
- Иванов С. В. Точность измерений в инженерных изысканиях // Геодезия и картография. 2020. № 3.
- Левин В. И. Современные методы контроля точности геодезических приборов. СПб., 2021.
- Гусев В. М. Методы нивелирования и тахеометрических измерений. М., 2020.
- Алексеева Е. В. Поверка и юстировка электронных тахеометров // Современная геодезия. 2019. № 5.
- Кузнецов И. Н. Применение GNSS-приёмников в инженерных изысканиях // Геоинформатика. 2021. № 2.
- Федоров А. П. Влияние систематических ошибок приборов на точность строительных проектов. СПб., 2018.
- Лукина М. С. Интеграция тахеометров, нивелиров и GNSS-приёмников в единые системы измерений. М., 2022.

## Применение ГНСС-технологий для мониторинга деформаций земной поверхности на участках кучного выщелачивания

Мурат Дамир Талгатұлы, студент магистратуры

Научный руководитель: Касымканова Хайникамал Михайловна, доктор технических наук, профессор  
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье рассматривается методика применения ГНСС-технологий для высокоточного мониторинга деформационных процессов на объектах кучного выщелачивания меди (на примере полигона Коунрад). Обоснована необходимость перехода к регулярным инструментальным наблюдениям в условиях роста объемов отвального хозяйства. Описана схема организации геодезической сети, режимы проведения измерений и алгоритмы контроля качества данных. Представлен подход к визуализации результатов в виде карт устойчивости, позволяющих оперативно принимать инженерные решения.*

**Ключевые слова:** ГНСС, мониторинг деформаций, кучное выщелачивание, геодинамический полигон, Коунрад, карты устойчивости.

## Application of GNSS technologies for monitoring ground surface deformations in heap leaching areas

Murat Damir Talgatuly, master's student

Scientific advisor: Khaynikamal Mikhailovna Kassymkanova, doctor of technical sciences, professor  
Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*The article discusses the methodology for using GNSS technologies for high-precision monitoring of deformation processes at copper heap leaching sites using the Kounrad polygon as an example. The necessity of transition to regular instrumental observations in conditions of increasing volumes of dump facilities is substantiated. The scheme of organizing the geodetic network, measurement modes and data quality control algorithms are described. An approach to visualizing results in the form of stability maps is presented, allowing for prompt engineering decisions.*

**Keywords:** GNSS, deformation monitoring, heap leaching, geodynamic polygon, Kounrad, stability maps.

### Введение

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается формированием масштабных техногенных массивов, устойчивость которых во многом определяет безопасность горных работ. В условиях увеличения глубин карьеров и объемов переработки сырья особое значение приобретает контроль деформационных процессов, способных привести к нарушению устойчивости бортов, откосов и отвалов. [1–3]. Площадки кучного и отвального выщелачивания характеризуются сложным инженерно-геологическим и гидрогеологическим режимом. Воздействие орошения, инфильтрации растворов и атмосферных осадков вызывает длительные осадки, а также медленные горизонтальные смещения массива. В связи с этим актуальной задачей является внедрение методов мониторинга, обеспечивающих регулярные и достоверные наблюдения за состоянием земной поверхности. [1, 2]

Одним из наиболее эффективных инструментов такого контроля являются глобальные навигационные спутниковые системы, позволяющие фиксировать деформации с миллиметровой точностью.

### Объект исследования

Объектом исследования является полигон Коунрад, представляющий собой промышленный участок кучного и отвального выщелачивания меди, сформированный на базе исторических техногенных отвалов. Подобные объекты характеризуются сложным инженерно-геологическим строением, обусловленным многолетним накоплением вскрышных и рудных материалов различного гранулометрического состава и степени уплотнения.

Техногенный массив отвала отличается выраженной неоднородностью по плотности, проницаемости и влажности, что приводит к неравномерному распределению напряжений и деформаций. Существенное влияние на состояние массива оказывает водно-фильтрационный режим, формируемый как атмосферными осадками, так и технологическим орошением слабокислыми растворами в процессе выщелачивания.

На поверхности отвала размещена система капельного орошения, обеспечивающая подачу раствора по параллельным оросительным линиям (рис. 1). Интенсивность полива, длительность циклов орошения и последовательность обработки отдельных участков определяют характер



Рис. 1. Поверхность отвала с оросительными линиями

инфильтрации жидкости в массив и напрямую влияют на величины осадок и возможных горизонтальных смещений.

В нижней части полигона располагается система сбора продуктивного раствора, включающая дренажные элементы и циркуляционные пруды (рис. 2). Формируемый гидравлический режим оказывает дополнительное воздействие на напряжённое состояние основания отвала и прилегающих участков. В совокупности перечисленные факторы создают условия для развития длительных деформационных процессов, требующих постоянного инструментального контроля. [3]

#### Методика мониторинга с применением ГНСС

Мониторинг деформаций земной поверхности на полигоне осуществляется с использованием глобальных на-

вигационных спутниковых систем в составе комплексной геодезической схемы наблюдений. Основой методики является организация сети стационарных пунктов, позволяющих регистрировать пространственные перемещения поверхности во времени.

Сеть наблюдений включает один опорный пункт, размещённый за пределами зоны возможных деформаций, и систему рабочих пунктов, установленных по периметру отвала и на его поверхности. Размещение пунктов выполняется с учётом рельефа, технологических зон и предполагаемых участков максимальных нагрузок. Такая конфигурация обеспечивает контроль как вертикальных осадок, так и горизонтальных смещений массива. [4]

Измерения выполняются преимущественно в ночное время, что позволяет снизить влияние радиопомех, температурных градиентов и нестабильности атмосферы.



Рис. 2. Система сбора продуктивного раствора и циркуляции

В периоды активных технологических операций или изменения режимов орошения дополнительно проводятся контрольные дневные наблюдения. Для наиболее ответственных пунктов может применяться режим непрерывной регистрации с автоматической передачей данных.

Для повышения достоверности и интерпретационной надёжности результатов спутниковые измерения периодически дополняются наземными методами — тахеометрией и геометрическим нивелированием. В отдельных случаях используется аэрофотосъёмка с беспилотных летательных аппаратов, позволяющая уточнять модель рельефа и выявлять локальные изменения формы поверхности.

### Обработка и анализ результатов

Обработка результатов ГНСС-наблюдений включает несколько последовательных этапов, направленных на получение достоверной информации о характере и динамике деформаций. На предварительном этапе выполняется проверка полноты исходных данных, анализ устойчивости спутниковых решений и выявление аномальных значений координат.

Особое внимание уделяется исключению влияния случайных ошибок, отражённых сигналов и кратковременных помех. Для этого применяются процедуры фильтрации и сглаживания временных рядов координат. После очистки данных для каждого пункта формируются временные зависимости вертикальных и горизонтальных смещений.

### Литература:

1. Нурпеисова М. Б., Рысбеков К. Б., Касымканова Х. М. и др. Инновационные методы мониторинга деформационных процессов // Труды междунар. форума. — Караганда, 2023.
2. Нурпеисова М. Б., Рысбеков К. Б., Кыргызбаева Г. М. Комплексный мониторинг геодинимических полигонов. — Алматы, 2015.
3. Бейсембаев Б. Б., Кенжалиев Б. К. и др. Физико-химические свойства выщелачивания халькопирита // Комплексное использование минерального сырья. — 1993. — № 5. — С. 10–13.
4. Проходов В. В., Ананин А. И. Карта устойчивости карьера как инструмент оценки опасных зон // Материалы междунар. конф. — 2013.

На основе полученных временных рядов определяются накопленные деформации и средние скорости перемещений. Анализ динамики позволяет выявлять участки с ускорением осадок или сдвигов, что может свидетельствовать о неблагоприятных изменениях состояния массива. Полученные результаты сопоставляются с технологическими параметрами работы полигона, включая режимы орошения и погодные условия.

Для наглядного представления информации результаты мониторинга переводятся в картографическую форму. Карты деформаций позволяют визуально выделять зоны повышенной активности и служат основой для принятия инженерных решений по корректировке технологических процессов и усилению контроля.

### Выводы

Применение ГНСС-технологий позволяет эффективно контролировать деформации земной поверхности на участках кучного выщелачивания и своевременно выявлять неблагоприятные изменения состояния техногенных массивов. Использование спутниковых измерений в составе комплексного геодезического мониторинга повышает достоверность оценки осадок и смещений, а также способствует принятию обоснованных инженерных решений, направленных на обеспечение устойчивости и безопасности горных объектов.

## Автоматизация геодезического мониторинга деформаций зданий и сооружений

Остертаг Даниил Евгеньевич, студент магистратуры

Научный руководитель: Касымканова Хайни-Камаль Михайловна, доктор технических наук, профессор  
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье рассмотрены основные принципы автоматизации геодезического мониторинга деформаций зданий и сооружений в современных условиях строительства и эксплуатации объектов. Приведён анализ актуальности применения автоматизированных систем наблюдений, рассмотрены проблемы организации мониторинга и недостатки действующей нормативной базы.*

**Ключевые слова:** геодезический мониторинг, деформации, автоматизация, здания и сооружения, Leica GeoMoS, тахеометр, датчики наклона, контроль смещений.

# Automation of geodetic monitoring of deformations in buildings and structures

Ostertag Daniil Yevgenyevich, master's student

Scientific advisor: Kasyumkanova Khayni-Kamal Mikhaylovna, doctor of technical sciences, professor  
Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*The article discusses the main principles of automation in geodetic monitoring of deformations in buildings and structures under modern conditions of construction and operation. The relevance of applying automated monitoring systems is analyzed, along with the organizational challenges and shortcomings of the current regulatory framework.*

**Keywords:** geodetic monitoring, deformations, automation, buildings and structures, Leica GeoMoS, total station, tilt sensors, displacement control.

## 1. Введение

В современных условиях строительства и эксплуатации зданий и сооружений особое значение приобретает контроль их технического состояния. Интенсивное развитие городской застройки, возведение высотных и уникальных объектов требуют постоянного наблюдения за деформационными процессами, происходящими в конструкциях и основаниях.

Геодезический мониторинг деформаций является одним из основных инструментов обеспечения надежности и безопасности строительных объектов. Он позволяет выявлять осадки, крены, горизонтальные смещения и другие изменения пространственного положения конструктивных элементов, а также своевременно принимать инженерные решения, направленные на предотвращение аварийных ситуаций.

Несмотря на важность мониторинга, на практике данному направлению зачастую уделяется недостаточное внимание, особенно на этапе эксплуатации объектов. Дополнительной проблемой является устаревание нормативной базы. В Республике Казахстан основным документом, регламентирующим требования к автоматизированным системам мониторинга, является СНиП РК 3.02–05–2010, который не в полной мере учитывает современные возможности цифровых измерительных систем.

В связи с этим особую актуальность приобретает автоматизация геодезического мониторинга деформаций с использованием современных измерительных комплексов и программного обеспечения Leica GeoMoS.

## 2. Материалы и методы

В качестве материалов исследования использованы современные приборы и программные средства, применяемые при организации автоматизированного геодезического мониторинга деформаций зданий и сооружений. Основным измерительным оборудованием являлся роботизированный тахеометр Leica MS60, оснащённый системой автоматического наведения ATR, обеспечивающей выполнение высокоточных угловых и линейных измерений в автоматическом режиме. В качестве вспомогательных средств применялись отражательные призмы, референсные точки, метеорологические датчики, а также коммуникационное оборудование (Leica ComVox60, сетевые устройства MOXA) для передачи данных.

Программой основой мониторинга выступало специализированное программное обеспечение Leica GeoMoS, обеспечивающее централизованное управление измерительным оборудованием, сбор, хранение и обработку данных. Хранение результатов наблюдений осуществлялось в SQL-базе данных, что позволяло формировать временные ряды координат контрольных точек и выполнять анализ динамики смещений.

Методика исследования включала организацию стационарной установки тахеометра вне зоны возможных деформаций с ориентированием по референсной призме, закреплённой на устойчивом основании. После создания проекта в GeoMoS выполнялось добавление контрольных и референсных точек, формирование групп мониторинга и настройка измерительных циклов с заданной периодичностью наблюдений.

Координаты точек задавались двумя способами: путём ввода исходных координат с последующим ориентированием прибора либо посредством автоматического ориентирования на основе измерений по отражателям. Для повышения точности результатов применялись поправочные коэффициенты, рассчитываемые по референсной точке, а также метеорологические поправки (PPM), формируемые на основе данных внешних датчиков. При необходимости учитывалась поправка VzCorrection, компенсирующая влияние рефракции.

Обработка результатов заключалась в сравнении текущих координат контрольных точек с предыдущими измерениями, вычислении величин горизонтальных и вертикальных смещений, а также анализе временных рядов для выявления тенденций развития деформационных процессов. Полученные данные использовались для оценки технического состояния объекта и принятия инженерных решений.

### 3. Результаты и обсуждение

#### *Важность и проблемы геодезического мониторинга деформаций*

Геодезический мониторинг деформаций зданий и сооружений предназначен для контроля изменения пространственного положения конструкций во времени, а также для раннего выявления негативных процессов. Методически правильно организованный мониторинг позволяет не только фиксировать деформации, но и прогнозировать их развитие.

На практике в Казахстане мониторинг нередко выполняется формально либо прекращается после ввода объекта в эксплуатацию. Часто требования нормативных документов игнорируются или выполняются частично, что снижает уровень безопасности эксплуатации.

Особую актуальность данная проблема приобретает для объектов повышенного уровня ответственности: многоэтажных зданий, мостов, промышленных сооружений и объектов, расположенных в сложных инженерно-геологических условиях.

Таким образом, автоматизированный мониторинг становится необходимым инструментом повышения надежности и предотвращения аварийных ситуаций.

#### *Виды датчиков и систем геодезического мониторинга*

Современные автоматизированные системы мониторинга (Таблица 1) основаны на комплексном применении различных типов датчиков. В зависимости от назначения они подразделяются на геодезические, геофизические и вспомогательные.

Для систем мониторинга характерно комплексное использование различных датчиков, что позволяет получать объективную информацию о состоянии объекта.

#### *Принцип работы автоматизированной системы мониторинга*

Автоматизированная система геодезического мониторинга представляет собой комплекс измерительного оборудования и программных средств, обеспечивающих непрерывный или периодический контроль деформаций объекта.

Измерения проводятся в заданные интервалы времени, формируя временные ряды наблюдений. На основе сравнения текущих и предыдущих координат определяется величина и направление смещений.

Таблица 1. Виды датчиков

Тип датчика	Пример модели	Внешний вид	Применение
Геодезический датчик	Leica TM 60		Предназначены для высокоточных угловых и линейных измерений в автоматическом режиме. Они обеспечивают контроль пространственного положения контрольных точек, закрепленных на объекте наблюдения, и позволяют определять горизонтальные и вертикальные смещения, осадки и крены конструкций.
Геофизический датчик	WiSenMeshWAN Omni Tilt Node		Геофизические датчики предназначены для контроля физических параметров, характеризующих деформационное состояние конструкций.
Вспомогательный датчик	Leica TP meteo sensor RS485		Вспомогательные датчики используются для учета внешних факторов, способных оказывать влияние на деформационное поведение зданий и сооружений.

### Программное обеспечение Leica GeoMoS

Leica GeoMoS является специализированной платформой для организации автоматизированного мониторинга. Программный комплекс обеспечивает централизованное управление оборудованием, сбор и хранение данных, их анализ и визуализацию.

GeoMoS использует SQL-базу данных, в которой сохраняются результаты измерений, что позволяет формировать временные ряды наблюдений и оперативно выявлять отклонения от нормативных значений.

**Пример установки геодезического датчика.** В качестве примера организации автоматизированного геодезического мониторинга рассмотрена настройка системы с использованием роботизированного тахеометра Leica MS60 (рисунок 1), оснащенного функцией автоматического наведения ATR. Подключение прибора осуществляется через интерфейс RS232 с применением устройства Leica ComBox60 либо сетевого оборудования MOXA. После создания проекта в программном обеспечении Leica GeoMoS выполняется подключение тахеометра, добавление контрольных и референсных точек, а также настройка поправок и циклов измерений.



Рис. 1. Leica MS60

Измерения проводятся автоматически с заданной периодичностью, результаты сохраняются в базе данных и используются для последующего анализа деформационных процессов.

**Работа с данными.** Перед получением данных необходимо осуществить добавление контрольных точек (рисунок 2) а также точки интереса. Координаты точек могут быть заданы двумя способами: путем ввода известных координат с последующим ориентированием прибора либо путем наведения тахеометра на отражатели, при котором ориентирование выполняется автоматически на основе выполненных измерений.

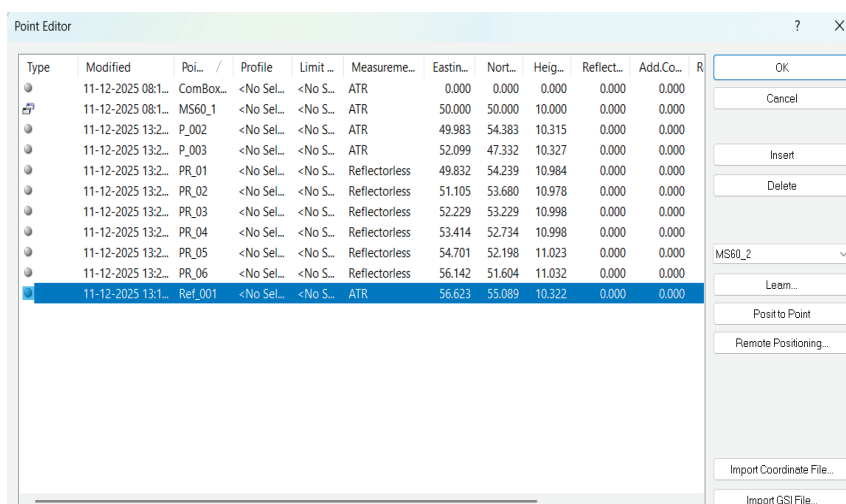


Рис. 2. Добавление точек

Для упорядочивания структуры наблюдений и корректной организации измерительных циклов в GeoMoS Monitor создаются группы точек (рисунок 3) мониторинга. Разделение точек по группам позволяет избежать наложения измерительных циклов и обеспечивает гибкую настройку периодичности наблюдений. Кроме того, в системе выделяется отдельная группа для референсных точек.

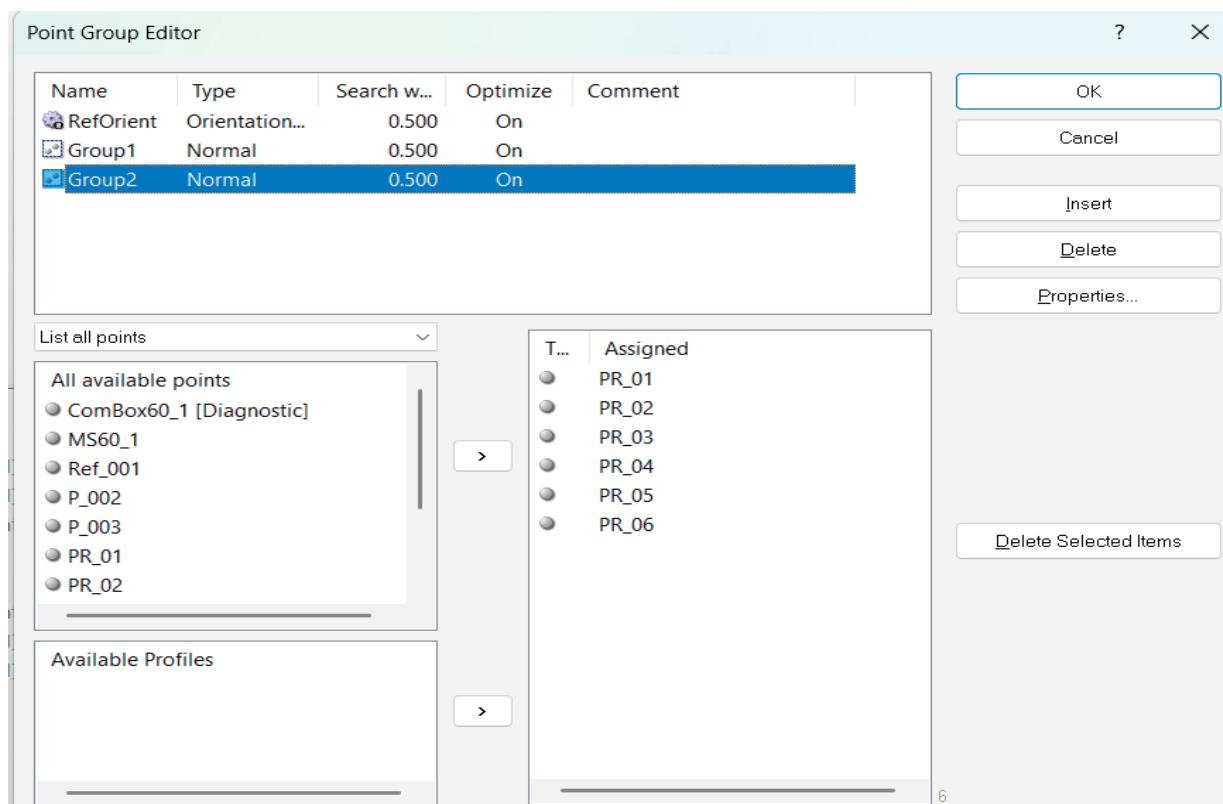


Рис. 3. Группы точек

В качестве референсной точки используется призма с высоким уровнем доверия, установленная на устойчивой поверхности, не подверженной деформациям. При измерении на референсную точку вычисляется поправочный коэффициент (рисунок 4), который впоследствии применяется ко всем измерениям. В системе может использоваться несколько референсных точек, однако наличие как минимум одной является обязательным условием корректной работы мониторинга.

- **VzCorrection** — поправка, учитывающая влияние рефракции, применяется реже, так как влияние рефракции, как правило, компенсируется коэффициентом по референсной призме;
- **PPM** — метеорологическая поправка, формируемая на основе данных метеодатчиков;
- **OrientationOnly** — поправка, основанная исключительно на ориентировании по референсной точке.

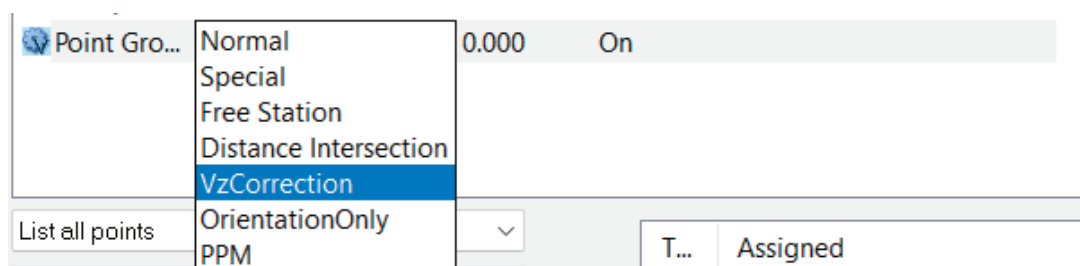


Рис. 4. Виды поправок

В результате (рисунок 5) работы системы формируются измерительные данные, которые автоматически сохраняются в базе данных и могут быть использованы для последующего анализа и визуализации.

State	Time	Sensor	Profile	Target	Text
Info	11-12-2025 13:51:45	-	-	-	Measurement process started. (Note, that these project options are OFF: Adjustment Export)
Info	11-12-2025 13:29:08	-	-	-	Measurement process stopped.
Info	11-12-2025 13:21:33	MS60_2	Group2 [Normal]	-	Point group measurement finished. (11.12.2025 13:20:40 - 13:21:32: 6/6 (100.0%))
Info	11-12-2025 13:20:40	MS60_2	Group1 [Normal]	-	Point group measurement finished. (11.12.2025 13:20:00 - 13:20:39: 2/2 (100.0%))
Info	11-12-2025 13:15:23	MS60_2	RefOrient (Orientati..	-	Point group measurement finished. (11.12.2025 13:15:00 - 13:15:23: 1/1 (100.0%))
Mess.	11-12-2025 13:05:45	-	-	-	The communication device is offline (ComBox60_1)
Info	11-12-2025 13:05:36	-	-	-	Measurement process started. (Note, that these project options are OFF: Adjustment Export)
Info	11-12-2025 13:00:23	MS60_2	RefOrient (Orientati..	-	Point group measurement finished. (11.12.2025 13:00:01 - 13:00:22: 1/1 (100.0%))
Info	11-12-2025 12:21:35	MS60_2	Group2 [Normal]	-	Point group measurement finished. (11.12.2025 12:20:43 - 12:21:35: 6/6 (100.0%))
Info	11-12-2025 12:20:43	MS60_2	Group1 [Normal]	-	Point group measurement finished. (11.12.2025 12:20:00 - 12:20:43: 2/2 (100.0%))
Info	11-12-2025 12:17:28	-	-	-	Measurement process started. (Note, that these project options are OFF: Adjustment Export)
Info	11-12-2025 12:16:51	-	-	-	Measurement process stopped.
Mess.	11-12-2025 12:15:54	-	-	-	The communication device is offline (ComBox60_1)
Info	11-12-2025 12:15:46	-	-	-	Measurement process started. (Note, that these project options are OFF: Adjustment Export)
Info	11-12-2025 12:13:06	MS60_2	Group1 [Normal]	-	Point group measurement finished. (11.12.2025 12:05:01 - 12:13:05: 1/2 (50.0%))
Mess.	11-12-2025 12:12:06	MS60_2	P_002 [Group1]	-	No communication with sensor!
Info	11-12-2025 12:00:04	-	-	-	Measurement process started. (Note, that these project options are OFF: Adjustment Export)
Mess.	11-12-2025 11:59:09	-	-	-	The communication device is offline (ComBox60_1)
Info	11-12-2025 11:33:38	-	-	-	Measurement process stopped.
Info	11-12-2025 11:30:21	MS60_1	RefOrient (Orientati..	-	Point group measurement finished. (11.12.2025 11:30:01 - 11:30:21: 1/1 (100.0%))

User Level: Administrator Database: 16.4 MB (99.8% available) 13:51:52

Measurement Cycle Status:						
Communication Devi...	Sensor	Type	Status	Next Event	Last Message	
ComBox60_1	MS60_2	TM60/TS60/MS60	Active	11-12-2025 14:00:00 [Reference]	11-12-2025 13:21:33: Point group measurement finished. (11.12.2025 13...	

TPS Measurement Status:						
Communication Devi...	Sensor	Sequence Name	Group / # P...	Point ID	Progress	Actually Measur...
GeoMoS Server	MS60_2					

Рис. 5. Результаты измерений

#### 4. Выводы

В работе рассмотрены основные принципы автоматизации геодезического мониторинга деформаций зданий и сооружений в условиях современного строительства и эксплуатации объектов различного уровня ответственности.

Проанализированы основные виды датчиков, применяемых в системах мониторинга, включая геодезические, геофизические и вспомогательные измерительные средства. Рассмотрен принцип функционирования автоматизированных мониторинговых комплексов на базе роботизированных тахеометров и специализированного программного обеспечения Leica GeoMoS.

Практическая значимость исследования заключается в подтверждении эффективности автоматизированного геодезического мониторинга как инструмента предотвращения аварийных ситуаций и повышения уровня инженерной безопасности объектов повышенной ответственности.

Таким образом, автоматизация геодезического мониторинга является перспективным направлением развития инженерно-геодезических работ и важным элементом обеспечения устойчивого и безопасного функционирования зданий и сооружений.

#### Литература:

1. А Климова А. В. Применение искусственного интеллекта в геодезических работах утиная // Материалы студенческой конференции БНТУ, 2024
2. Использование программ на основе искусственного интеллекта в геодезии «Уралкоммерс», новость / обзор, 2025
3. Гура Д. А. Применение технологий искусственного интеллекта в кадастре и геодезии: современное состояние и перспективы // Вестник СГУГиТ, Том 30, № 1, 2025
4. Сайт Leica Geosystems Kazakhstan <https://geosystems.kz>

## Анализ пространственного соотношения инфраструктурной обеспеченности и плотности населения города Алматы

Сакенова Санира Самгаркызы, студент магистратуры

Научный руководитель: Ержанкызы Айнур, ассоциированный профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В работе выполнена оценка обеспеченности населения социальной инфраструктурой в городе Алматы на основе ГИС-анализа. Рассмотрены школы, детские сады и медицинские учреждения. Используются данные OpenStreetMap и растр населения за 2025 год с разрешением 100 м. В ArcGIS построены сетевые зоны обслуживания и рассчитаны обслуженное население и доля покрытия по административным районам. Результаты выявили выраженную территориальную неоднородность обеспеченности инфраструктурой и позволили определить районы с повышенной долей населения вне зоны доступности.*

**Ключевые слова:** Алматы, социальная инфраструктура, доступность, зоны обслуживания, сетевой анализ, OpenStreetMap, население.

## Analysis of the spatial relationship between infrastructure provision and population density in the city of Almaty

Sakenova Sanira Samgarkyzy, master's student

Scientific advisor: Erzhanqyzy Ainur, associate professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*The study assesses the provision of social infrastructure to the population of Almaty based on GIS analysis. Schools, kindergartens, and healthcare facilities were examined. OpenStreetMap data and a 2025 population raster with a spatial resolution of 100 m were used. In ArcGIS, network service areas were constructed, and the serviced population and coverage share were calculated by administrative districts. The results revealed pronounced spatial heterogeneity in infrastructure provision and made it possible to identify districts with a higher proportion of population located outside accessibility zones.*

**Keywords:** Almaty, social infrastructure, accessibility, service areas, network analysis, OpenStreetMap, population.

### Введение

Алматы является крупнейшим урбанизированным центром Казахстана и устойчиво сохраняет миграционную привлекательность. По данным Бюро национальной статистики, в 2025 году для города фиксируется положительное миграционное сальдо, в том числе за счёт внутренней миграции (внутреннее сальдо составило 33 126 человек). Это отражает устойчивый приток населения из других регионов, связанный с концентрацией рабочих мест, образовательных возможностей и городской инфраструктуры.

Рост численности населения, как правило, сопровождается уплотнением жилой застройки и расширением городской ткани. В быстро растущих районах (в том числе на периферии) возникает риск несоответствия между демографической нагрузкой и доступностью объектов социальной инфраструктуры: школ, детских садов и первичной медицинской помощи. В рамках данной работы акцент сделан на количественной оценке пространственного "покрытия" населения инфраструктурой в пределах нормативного порога доступности.

Цель исследования — оценить соотношение развитости социальной инфраструктуры и пространственного распределения населения, а также определить территориальное покрытие зон обслуживания социальных объектов в пределах города Алматы.

Объекты анализа:

- общеобразовательные школы;
- детские сады;
- медицинские учреждения первичного звена (городские поликлиники и частные медицинские центры — по доступности данных).

В данной статье использовали данные OSM такие, как дорожная сеть, социальные объекты в рамках исследования; растровые данные по населению Казахстана за 2025 в разрешении на 100 м из открытого источника Wordpop.

Самыми населенными районами являются: Алмалинский, Ауэзовский, Бостандыкский. Однако, что касается плотности, смотря на рисунок 1 видно, что особо высокие показатели наблюдаются в Бостандыкском и Медеуском районе,

что связано с особенностями застройки (особенности рельефа из-за чего высокоэтажная застройка концентрируются на более ровных территориях) и функциональными зонами [1–3].

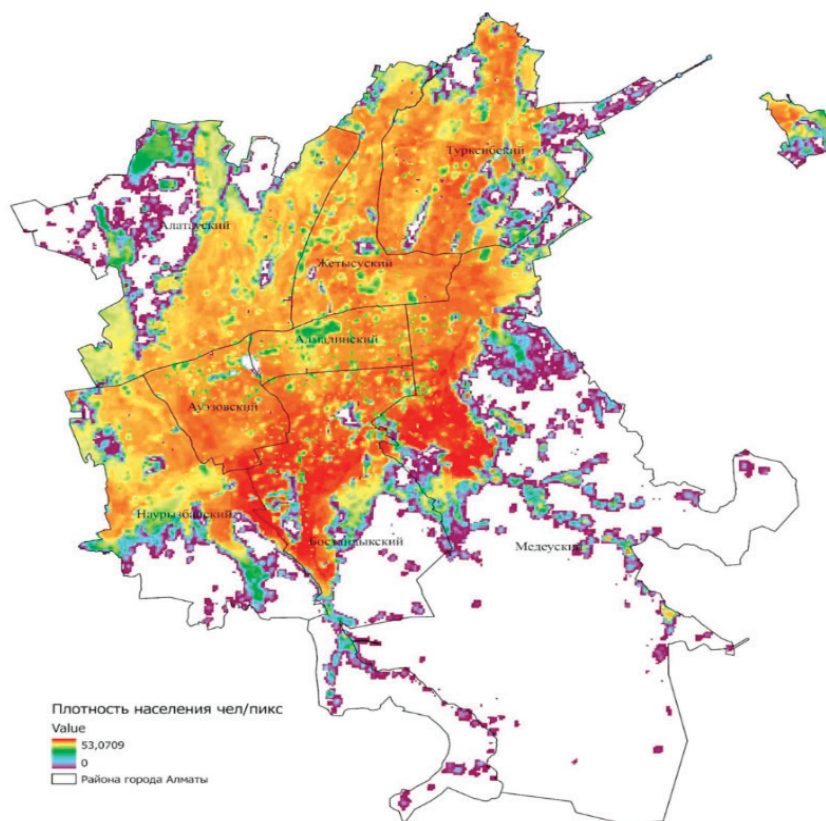


Рис. 1. Плотности населения города Алматы (чел/пикс)

**Методика.** Для оценки доступности применён подход сетевого анализа «зоны обслуживания» (Service Area), позволяющий определить территорию достижимости от заданных пунктов обслуживания в пределах фиксированного порога стоимости (в данном исследовании — расстояние). Метод реализован средствами ArcGIS Pro (Network Analyst) с формированием слоя зон обслуживания и выходных полигонов достижимости.

В процессе анализа использовалась предварительно подготовленная дорожная сеть, приведённая к топологической связности. В качестве импеданса применялась длина участков сети, а зона доступности определялась на основе нормативов пешей досягаемости (таблица 1). Для каждого типа объектов социальной инфраструктуры — школы, детские сады, спортивные объекты и медицинские учреждения — была построена отдельная зона Service Area с соответствующим значением предела охвата — Cutoff (рис. 2).

Таблица 1. Критерии доступности объектов социальной инфраструктуры

Объекты	Зона доступности по нормативам, м
Дошкольные учреждения	300
Общеобразовательные школы	500
Поликлиники и их филиалы в городах	1000

Далее выполнена оценка обслуженного населения как суммы значений растра «чел/пиксель» внутри покрытия:

— **PopCovered** — обслуженное население района: сумма значений растра населения, попавших в объединённую зону обслуживания;

— **PopTotal** — общее население района: сумма значений растра населения в границах района.

Это делается через выделение растра по маске покрытия и последующий зональный расчёт суммы по полигонам районов.

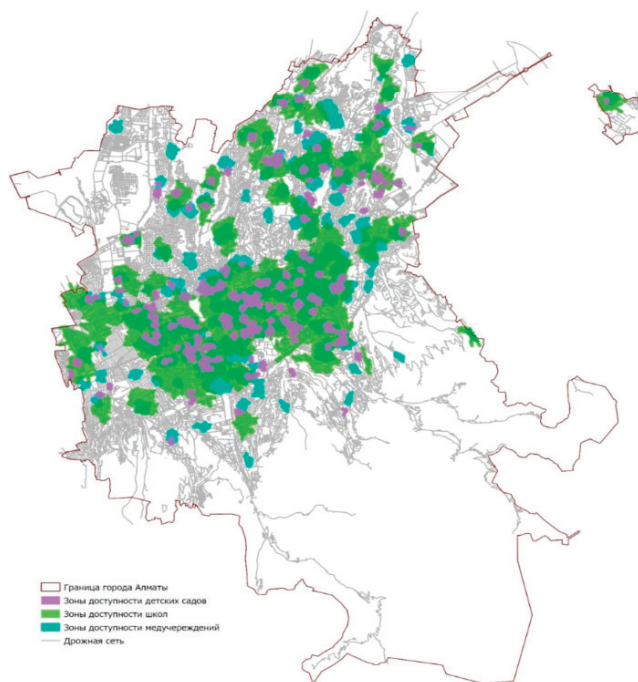


Рис. 2. Зоны доступности социальной инфраструктуры

Показатель *Coverage %*

Для каждого района рассчитана доля обслуженного населения:

$$Cov\_Sch500 = 100 \times PopCovered / PopTotal$$

где *PopCovered* — численность населения, проживающая внутри зоны доступности, *PopTotal* — общая численность населения района (2025).

Таблица 2. Количество населения, находящиеся в зоне покрытия социальных объектов

№	Район	Численность населения	Кол-во населения в зоне покрытия школ	Кол-во населения в зоне покрытия детских садов	Кол-во населения в зоне покрытия мед. учреждений
1	Наурызбайский	252721,001	23907,107	8016,759	58232,246
2	Турксибский	353956,299	88732,566	28094,707	110540,646
3	Алатауский	395882,894	69075,292	23127,062	113178,935
4	Алмалинский	117096,879	73525,685	34942,559	110685,808
5	Ауэзовский	156725,326	74537,854	37277,940	142779,138
6	Жетысуский	245020,946	61264,996	15130,766	99954,798
7	Бостандыкский	297908,415	86246,980	33087,821	125930,475
8	Медеуский	335499,711	83103,724	20472,325	129697,282

Показатель *Coverage %*

**Результаты.** Территориальное покрытие и обслуженное население. Наглядная картографическая визуализация демонстрирует выраженную пространственную неоднородность: наибольшие значения покрытия зафиксированы в Алмалинском и Ауэзовском районах. Выявленная структура согласуется с историей формирования городской ткани и размещения общественных функций.

Алмалинский район расположен в центральной части Алматы и в течение длительного периода выполнял роль административного ядра и центра общественной и культурной жизни города, что исторически способствует более высокой концентрации инфраструктуры и более плотной сети обслуживания. В совокупности это объясняет его более

высокое покрытие зон обслуживания по сравнению с периферийными территориями, где социальная инфраструктура часто «догоняет» жилой рост [4].

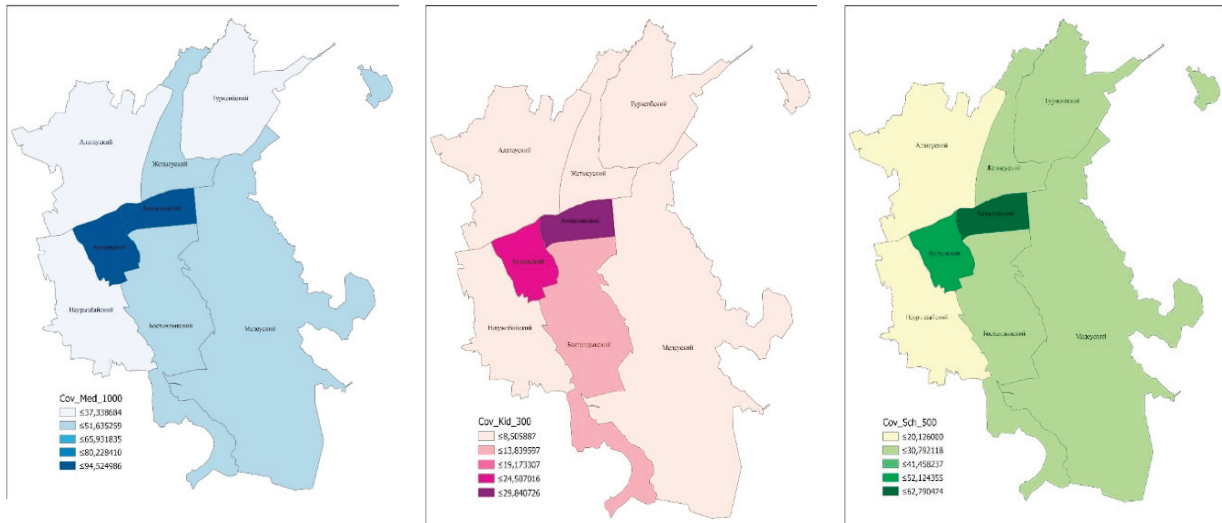


Рис. 3. Территориальное покрытие и обслуженное население:

а) детские сады; б) медицинские учреждения; в) школы

Ауэзовский район, в свою очередь, является спальным районом, где большую часть функционального зонирования занимает жилые зоны. Для микрорайонного принципа планирования в СССР характерно включение объектов повседневного обслуживания (в том числе школ и детских садов) в структуру жилых массивов, что позволяет ожидать относительно более равномерного размещения части социальных объектов внутри жилых кварталов [5, 6]. В остальных районах выявляется тенденция отставания развития социальной инфраструктуры от темпов роста населения и жилищного строительства. Наиболее выраженные изменения городской ткани связаны с периферийными зонами, где наблюдается рост плотности застройки и увеличение числа жителей. При этом современное жилищное развитие часто характеризуется высокой этажностью и уплотнением кварталов, что приводит к дополнительной нагрузке на существующую сеть социальных объектов и транспортную инфраструктуру.

Таблица 2. Доля покрытия по административным районам

№	Район	Доступность школ, %	Доступность детсадов, %	Доступность мед. Учреждений, %
1	Наурызбайский	9,460	3,172	23,042
2	Турксибский	25,069	7,937	31,230
3	Алатауский	17,448	5,842	28,589
4	Алмалинский	62,790	29,841	94,525
5	Ауэзовский	47,560	23,786	91,102
6	Жетысуский	25,004	6,175	40,794
7	Бостандыкский	28,951	11,107	42,272
8	Медеуский	24,770	6,102	38,658

Снижение локальной доступности школ и детских садов частично компенсируется «перетоком» спроса: жители периферийных территорий вынуждены выбирать ближайшие доступные учреждения за пределами своего микрорайона. Это увеличивает ежедневную транспортную мобильность (в том числе подвоз детей), что отражается в росте нагрузки на улично-дорожную сеть и повышении чувствительности города к пиковым нагрузкам в утренние и вечерние часы.

**Обсуждение:** Полученная пространственная картина ожидаемо демонстрирует выраженную центр-периферийную асимметрию: наиболее высокие значения покрытия формируются в районах с исторически сложившейся городской

тканью и более ранним размещением общественных функций, тогда как на периферии наблюдаются зоны недостаточной обеспеченности и более высокий вклад необслуженного населения.

Полицентры как инструмент выравнивания доступности. В Генплане заложен принцип перехода от моноцентричной модели развития мегаполиса к полицентричной. Вместо прежней моноцентричной структуры, где вся деловая, социальная и административная активность сосредоточена в центре, планируется формирование пяти полицентров («Исторический центр», «Восточные ворота», «Запад», «Юго-Запад», «Север»). Каждый из них будет выполнять собственную функциональную нагрузку, обеспечивая сбалансированное развитие и снижение транспортной и социальной нагрузки на центральную часть города. [7]

Основная цель такого перехода — оптимизация транспортных потоков, улучшение экологической обстановки и снижение плотности застройки в перегруженных районах. Полицентры предполагается развивать с учётом уже сложившихся жилых массивов и планов по размещению объектов образования, здравоохранения, досуга и трудоустройства в шаговой доступности от мест проживания (рис. 4).

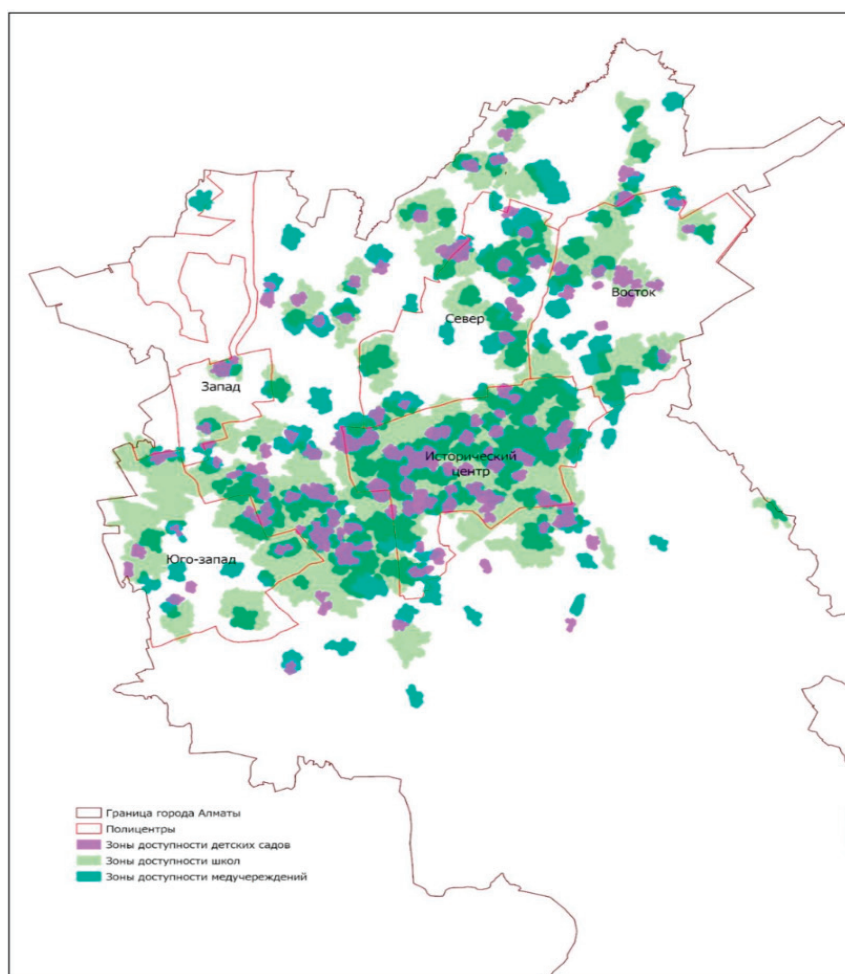


Рис. 4. Зоны доступности социальных объектов относительно полицентров

**Выводы.** Выполнена ГИС-оценка обеспеченности населения города Алматы объектами социальной инфраструктуры на основе сетевого анализа зон обслуживания. Для школ, детских садов и медицинских учреждений построены зоны доступности по улично-дорожной сети и рассчитаны показатели обслуженного населения и доли покрытия по административным районам.

Полученные результаты выявили выраженную территориальную неоднородность доступности: наибольшее покрытие характерно для центральных и исторически более сформированных районов, тогда как в периферийных районах фиксируется более высокая доля населения, проживающего вне зон доступности.

Выявленные различия интерпретируются как следствие неодинаковых темпов развития жилой застройки и социальной инфраструктуры. В районах с интенсивным периферийным ростом и уплотнением жилищного фонда инфраструктура в ряде случаев не успевает за демографической нагрузкой, что увеличивает абсолютное число необслуженных жителей.

Показатели Coverage и PopUncovered позволяют обосновывать приоритетные территории для размещения новых объектов и корректировки городской инфраструктурной политики, а также использовать результаты как аналитическую основу при обсуждении полицентрического развития города.

Ограничениями исследования являются полнота и актуальность данных OpenStreetMap, а также отсутствие информации о мощности объектов (количество мест, пропускная способность) и фактических пользовательских предпочтениях. Дальнейшее развитие работы целесообразно направить на учёт ёмкости объектов, демографической структуры населения (дети школьного/дошкольного возраста), а также на сопоставление доступности с плотностью застройки и границами полицентров.

#### Литература:

1. О Генеральном плане города Алматы (включая основные положения) Постановление Правительства Республики Казахстан от 3 мая 2023 года № 349.
2. Свод правил Республики Казахстан. Государственные нормативы в области архитектуры, градостроительства и строительства. — Астана: Министерство индустрии и инфраструктурного развития РК, 2024. — 282 с.
3. Решение маслихата города Алматы от 5 сентября 2023 года «Об утверждении Генерального плана города Алматы». — [Электронный ресурс]. — Официальный интернет-ресурс gov.kz. — Режим доступа: <https://www.gov.kz/memleket/entities/maslihat-almaty/documents/details/514832?lang=ru>
4. OpenStreetMap contributors. Copyright and License. — Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://www.openstreetmap.org/copyright>
5. Esri. Service Area analysis layer, ArcGIS Pro documentation. — Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/analysis/networks/service-area-analysis-layer.html>
6. Orda.kz. Какое жильё строили в Алматы в разные годы: номерные микрорайоны. — Электронный ресурс. — Режим доступа: <https://orda.kz/kakoe-zhile-stroili-v-almaty-v-raznye-gody-60-e-nomernye-mikrorajony-396852/>
7. Tengrinews.kz. Панельные дома, построенные в 1960–80-х годах в Алматы. — Электронный ресурс. — Режим доступа: [https://tengrinews.kz/kazakhstan\\_news/panelnyie-doma-postroennyie-1960-80-h-godah-almaty-odni-524463/](https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/panelnyie-doma-postroennyie-1960-80-h-godah-almaty-odni-524463/)

## Совершенствование маркшейдерского аудита на основе интегрированных цифровых технологий

Сейтов Асхат Максатович, студент магистратуры

Научный руководитель: Солтабаева Сауле Темирбулатовна, кандидат технических наук, ассоциированный профессор  
Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье исследуются методы совершенствования маркшейдерского аудита на основе интеграции современных цифровых технологий, включая геоинформационные системы, 3D-лазерное сканирование, беспилотные летательные аппараты и цифровые модели месторождений.*

*Показано, что комплексное использование цифровых технологий способствует снижению производственных рисков, повышению достоверности маркшейдерской информации, улучшению планирования горных работ и укреплению промышленной безопасности. Полученные результаты могут быть применены для повышения эффективности управления горным производством и оптимизации процессов маркшейдерского контроля.*

**Ключевые слова:** маркшейдерский аудит, цифровые технологии, геоинформационные системы, 3D-сканирование, беспилотные летательные аппараты, цифровая модель месторождения, мониторинг деформаций.

## Improvement of surveying audit based on integrated digital technologies

Seitov Askhat Maksatovich, master's student

Scientific advisor: Soltabaeva Saule Temirbulatovna, ph.d. in engineering, associate professor  
Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*This paper examines methods for improving mine surveying audit through the integration of modern digital technologies, including geographic information systems (GIS), 3D laser scanning, unmanned aerial vehicles (UAVs), and digital models of deposits.*

*The study shows that comprehensive use of digital technologies contributes to reducing production risks, enhancing the reliability of surveying information, improving mine planning, and strengthening industrial safety. The obtained results can be applied to increase the efficiency of mining management and optimize surveying control processes.*

**Keywords:** *surveying audit, digital technologies, geographic information systems, 3D scanning, unmanned aerial vehicles deformation monitoring.*

## Ведение

Развитие горнодобывающей промышленности в Республике Казахстан сопровождается усложнением горно-геологических условий, увеличением глубины разработки месторождений и ростом объемов горных работ. В таких условиях существенно возрастает роль маркшейдерского контроля, от точности которого напрямую зависят безопасность горных работ, соблюдение проектных параметров и эффективность управления производственными процессами. Маркшейдерский аудит является важным инструментом оценки достоверности пространственных данных, используемых при планировании и ведении горных работ. Однако на практике маркшейдерский аудит на ряде предприятий по-прежнему основывается на разрозненных измерениях и частично цифровой документации, что снижает оперативность контроля и затрудняет комплексный анализ геометрических параметров выработок. В связи с этим актуальной является задача совершенствования маркшейдерского аудита на основе интеграции современных цифровых технологий, обеспечивающих формирование единой информационной среды и повышение надёжности принимаемых инженерных решений.

**Степень разработанности вопроса** маркшейдерского аудита основана на разрозненных измерениях и бумажной отчетности и имеют ряд ограничений: трудоёмкость обработки данных, длительность контроля, высокая вероятность ошибок при ручной обработке и отсутствие единой цифровой среды для анализа пространственных данных. Современные исследования в области цифровизации горной отрасли показывают, что интеграция геоинформационных систем, 3D-лазерного сканирования, беспилотных летательных аппаратов и цифровых моделей месторождений позволяет существенно повысить точность и оперативность маркшейдерского контроля.

**Цель и задачи исследования** — разработка методов совершенствования маркшейдерского аудита на основе интегрированных цифровых технологий.

### **Задачи исследования:**

1. Проанализировать современное состояние маркшейдерского аудита и выявить ограничения традиционных методов.
2. Исследовать возможности цифровых технологий для повышения точности и оперативности контроля.
3. Разработать принципы формирования интегрированной цифровой платформы аудита.
4. Оценить эффективность внедрения цифровых решений в практику горных предприятий.

**Научная новизна** работы заключается в обосновании принципов формирования интегрированной цифровой платформы маркшейдерского аудита, обеспечивающей совместную обработку данных геоинформационных систем, 3D-лазерного сканирования и беспилотных летательных аппаратов в едином координатном пространстве. В отличие от существующих подходов, рассматривающих указанные технологии разрозненно, в работе предложен комплексный подход к их использованию в рамках маркшейдерского аудита, направленный на повышение точности контроля геометрических параметров горных выработок и оперативности мониторинга деформационных процессов.

## Теоретические основы и нормативная база маркшейдерского аудита

**Сущность маркшейдерского аудита** представляет собой систематическую проверку полноты, точности и достоверности маркшейдерской информации о геометрических параметрах горных выработок и состояния горного массива. Он включает оценку соблюдения проектных параметров разработки месторождения, правильности выполнения измерений и корректности обработки данных. Основная цель аудита — выявление отклонений, потенциальных рисков и нарушений, которые могут привести к снижению безопасности горных работ или ухудшению качества геодезической документации.

**Роль маркшейдерского аудита в системе промышленной безопасности** является важным элементом системы промышленной безопасности на горных предприятиях. Он обеспечивает контроль за соблюдением проектных и нормативных требований, своевременное выявление деформаций выработок и опасных изменений горного массива. Результаты аудита используются для принятия управленческих решений, планирования мероприятий по снижению рисков и предотвращения аварийных ситуаций. Таким образом, аудит способствует повышению надежности и безопасности горных работ.

**Нормативные требования и контроль** маркшейдерского аудита регулируется государственными стандартами, правилами промышленной безопасности и отраслевыми инструкциями. В Республике Казахстан ключевую роль играют

нормативные акты, определяющие порядок измерений, ведения геодезической документации и контроля за безопасностью горных работ. В соответствии с ними, маркшейдерский аудит включает систематическую проверку геометрических параметров выработок, анализ результатов измерений и формирование отчетной документации для органов управления предприятием.

### Анализ современного состояния маркшейдерского аудита на горных предприятиях

**Практика проведения аудита** на современных горных предприятиях маркшейдерский аудит проводится с использованием традиционных методов геодезических измерений, контроля проектных параметров и проверки документации. Аудит включает плановые и внеплановые проверки, измерения деформаций выработок, контроль объемов добычи и оценку точности пространственных данных. Обычно результаты фиксируются в бумажной или частично цифровой документации, что позволяет управлению предприятия отслеживать соответствие фактических работ проектным требованиям. В ряде случаев применяются специализированные программные продукты для обработки данных, однако интеграция с другими системами предприятия ограничена.

**Основные недостатки традиционных методов** маркшейдерского аудита имеют ряд ограничений: высокая трудоемкость обработки данных, длительность проведения контроля, ограниченная оперативность получения результатов и высокая вероятность ошибок при ручной обработке измерений. Кроме того, отсутствие единой цифровой среды затрудняет комплексный анализ данных и формирование оперативной информации для принятия управленческих решений. Эти факторы снижают эффективность контроля и увеличивают риск возникновения отклонений в геометрических параметрах выработок.

Таблица 1. Сравнение традиционных и цифровых методов аудита

Параметр	Традиционные методы	Цифровые методы
Точность	Средняя	Высокая
Оперативность	Низкая	Высокая
Трудозатраты	Высокие	Средние
Вероятность ошибок	Высокая	Низкая

### Риски, связанные с несвоевременным контролем

Несвоевременный или неполный маркшейдерский контроль может привести к накоплению ошибок в геодезических данных, отклонениям проектных параметров выработок, повышению вероятности аварийных ситуаций и снижению промышленной безопасности. Риски особенно возрастают на глубоких и сложных месторождениях, где геологические условия изменяются динамично. Отсутствие оперативного контроля затрудняет своевременное принятие корректирующих мер, что может привести к увеличению затрат на исправление нарушений и снижению общей эффективности горного производства.

#### *Цифровые технологии в маркшейдерской деятельности*

**Геоинформационные системы (ГИС)** обеспечивают хранение, обработку и визуализацию пространственных данных о горных выработках и геологических структурах. Применение ГИС позволяет интегрировать данные маркшейдерских измерений, проектную документацию и результаты мониторинга в единую информационную среду, что повышает точность анализа и оперативность принятия управленческих решений.

**3D-лазерное сканирование** используется для высокоточного снятия геометрических параметров горных выработок и рельефа месторождений. Данные сканирования позволяют создавать детализированные цифровые модели выработок, выявлять деформации и отклонения от проектных размеров, а также ускоряют обработку и анализ больших объемов пространственных данных.

Модель отображает рельеф и геометрические параметры горного объекта с высокой точностью, что позволяет проводить детальный анализ конфигурации выработок и планировать дальнейшие горные работы. Использование таких моделей способствует улучшению контроля геометрии и мониторингу деформационных процессов на производстве.

**Беспилотные летательные аппараты (БПЛА)** применяются для воздушного мониторинга горных объектов, создания ортофотопланов и трёхмерных моделей местности. Использование БПЛА сокращает время полевых измерений, повышает безопасность работников и обеспечивает регулярное обновление данных для маркшейдерского аудита.

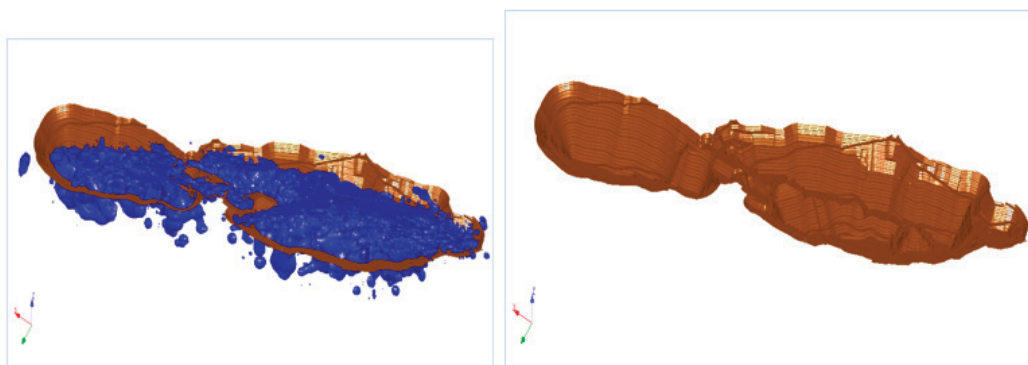


Рис. 1. Цифровая трехмерная модель карьера и рудного тела, построенного на основе геологических данных и топографических сечений



Рис. 2. Беспилотные летательные аппараты(БПЛА) GeoScan Lite

**Цифровые модели и пространственные базы данных** месторождений и пространственные базы данных позволяют объединить данные ГИС, 3D-сканирования и БПЛА в единую платформу. Это обеспечивает автоматизацию анализа, контроль изменений геометрических параметров выработок и оперативный мониторинг деформаций, что повышает точность и эффективность маркшейдерского аудита.



Рис. 3. Цифровые модели и пространственные базы данных

*Интеграция цифровых технологий в систему маркшейдерского аудита*

**Формирование единой цифровой среды** предусматривает создание единой информационной платформы, объединяющей данные геоинформационных систем, 3D-сканирования и БПЛА. Такая среда обеспечивает централизованное хранение, обработку и визуализацию маркшейдерской информации, упрощает доступ к актуальным данным и повышает точность анализа геометрических параметров горных выработок.

**Алгоритм обработки пространственных данных** требует разработки алгоритмов обработки пространственных данных, включающих фильтрацию, сопоставление, анализ отклонений и выявление деформаций. Автоматизированные алгоритмы позволяют ускорить обработку больших объемов информации, повысить достоверность результатов и снизить вероятность ошибок при интерпретации данных.

**Автоматизация контроля геометрических параметров** позволяет автоматизировать контроль геометрических параметров горных выработок, включая измерение отклонений от проектных размеров, мониторинг деформаций и оценку соответствия нормативным требованиям. Автоматизация сокращает время проведения аудита, повышает оперативность принятия решений и снижает производственные риски.

#### *Повышение точности и оперативности мониторинга*

**Контроль деформационных процессов** позволяют проводить регулярный и точный контроль деформационных процессов горных выработок, выявлять отклонения от проектных параметров и фиксировать динамику изменений. Использование 3D-сканирования, БПЛА и цифровых моделей обеспечивает непрерывный мониторинг и своевременное обнаружение потенциально опасных зон.

**Сравнительный анализ традиционных и цифровых методов** показывает, что цифровые методы значительно повышают точность измерений, сокращают время обработки данных и уменьшают вероятность ошибок по сравнению с традиционными способами маркшейдерского контроля. Кроме того, цифровые технологии позволяют интегрировать данные в единую информационную платформу для комплексного анализа.

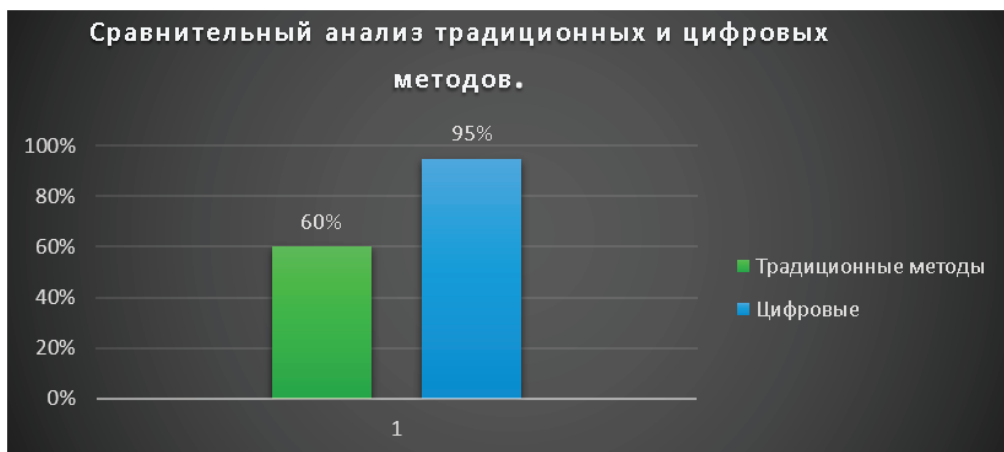


Рис. 4. Сравнительный анализ традиционных и цифровых методов

**Снижение производственных рисков** и применение цифровых решений способствует снижению производственных рисков за счёт своевременного выявления отклонений, оперативного принятия управленческих решений и повышения достоверности маркшейдерской информации. Это позволяет уменьшить вероятность аварийных ситуаций и укрепить промышленную безопасность на горных предприятиях.

#### *Оценка эффективности внедрения цифровых решений*

**Техническая эффективность** и внедрение цифровых технологий повышает точность и оперативность маркшейдерского контроля, ускоряет обработку данных и минимизирует ошибки измерений. Использование единой цифровой платформы обеспечивает интеграцию всех источников информации и позволяет проводить комплексный анализ состояния горных выработок в реальном времени.

Таблица 2. Эффект применения цифровых технологий

Показатель	До внедрения	После внедрения
Ошибки в измерениях	5–10 %	<1 %
Время обработки данных	5–7 дн	0,5–1 дн
Производственные риски	Высокие	Низкие

### Экономическая целесообразность

Применение цифровых методов сокращает трудозатраты на проведение маркшейдерского аудита, уменьшает расходы на повторные измерения и предотвращение аварийных ситуаций, что обеспечивает экономическую выгоду для горных предприятий. Долгосрочная эффективность также проявляется в оптимизации планирования добычи и сокращении простоев оборудования.

### Влияние на промышленную безопасность

Комплексное использование цифровых технологий способствует повышению уровня промышленной безопасности, снижению вероятности аварий, своевременному выявлению опасных деформаций и улучшению управляемости процессов на горных предприятиях. Это обеспечивает защиту персонала, оборудования и окружающей среды. Следует отметить, что эффективность внедрения цифровых технологий во многом определяется уровнем технического оснащения предприятия и квалификацией маркшейдерского персонала.

### Заключение

В результате проведенного исследования рассмотрены возможности совершенствования маркшейдерского аудита на основе интеграции современных цифровых технологий, включая геоинформационные системы, 3D-лазерное сканирование и беспилотные летательные аппараты. Установлено, что применение традиционных методов маркшейдерского контроля в условиях усложнения горно-геологических условий ограничивает оперативность получения информации и повышает риск накопления ошибок в пространственных данных. Обосновано, что формирование интегрированной цифровой платформы маркшейдерского аудита позволяет обеспечить централизованное хранение и обработку пространственной информации, повысить точность контроля геометрических параметров горных выработок и организовать регулярный мониторинг деформационных процессов. Практическое значение полученных результатов заключается в возможности их использования на горных предприятиях Республики Казахстан для повышения уровня промышленной безопасности и эффективности управления горными работами.

### Литература:

1. Бердиев Р., Сопыева А., Шаназаров Б., и др. Скалирование и цифровые технологии в маркшейдерском обеспечении горных работ. *Инновационная наука*. 2025. № 2.
2. Балашов А. М. Тенденции цифровизации производственных процессов в горном деле. *Горная промышленность*. 2023. № 3
3. Петров А. А., Сидоров В. Н. Применение цифровых технологий в горном деле. Санкт-Петербург: Горное издательство. 2018. 312 с.
4. Кузнецов С. В., Морозов О. П. Геодезический контроль деформаций на горнодобывающих предприятиях. Екатеринбург: Уральское горное издательство. 2020. 245 с.

## Совершенствование методов геодезических работ при строительстве подстанций и высоковольтных линий электропередачи с использованием ГНСС-технологий и беспилотных летательных аппаратов

Султанхамитова Анеля Мухамбеткаликызы, студент магистратуры

Научный руководитель: Кожаев Женис Тусыналиевич, PhD, ассоциированный профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В работе исследуются современные подходы к инженерно-геодезическому обеспечению строительства подстанций и линий электропередачи высокого напряжения с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS) и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Рассмотрены методы спутниковой геодезии, тахеометрических измерений и аэрофотограмметрии, которые способствуют повышению точности, скорости и безопасности инженерных работ. Проведен обзор отечественных и зарубежных публикаций, посвящённых внедрению цифровых геодезических технологий в энергетическом строительстве. Отмечено, что совместное применение GNSS и БПЛА позволяет*

создавать точные планово-высотные обоснования и цифровые модели рельефа, что формирует надежную основу для проектирования и реализации объектов энергетической инфраструктуры.

**Ключевые слова:** подстанция, линии электропередачи, инженерно-геодезические изыскания, GNSS, БПЛА, цифровая модель рельефа, тахеометрическая съёмка.

## Enhancement of geodetic surveying methods for the construction of substations and high-voltage power transmission lines using GNSS technologies and unmanned aerial vehicles

Sultankhamitova Anelya Mukhambetkaliyzy, master's student

Scientific advisor: Kozhayev Zhenis Tusynalievich, phd, associate professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*This paper examines modern approaches to geodetic support for the construction of high-voltage power lines and substations using Global Navigation Satellite Systems (GNSS) and unmanned aerial vehicles (UAVs). The study considers satellite geodesy techniques, total station measurements, and aerial photogrammetry methods that enhance the accuracy, efficiency, and safety of engineering operations. A review of national and international publications on the implementation of digital geodetic technologies in power engineering construction is presented. It is emphasized that the integrated use of GNSS and UAV technologies enables the development of precise horizontal and vertical control networks as well as digital terrain models, thereby providing a reliable basis for the design and implementation of energy infrastructure facilities.*

**Keywords:** substation, power transmission lines, engineering and geodetic surveys, GNSS, UAV, digital terrain model, total station survey.

### 1. Введение

Подстанции и линии электропередачи высокого напряжения представляют собой ключевые элементы энергетической инфраструктуры, обеспечивающие передачу и распределение электроэнергии. Надежность и эксплуатационные характеристики этих объектов во многом зависят от качества инженерно-геодезических работ, проводимых на этапах изысканий, проектирования и строительства.

Традиционные геодезические методы, основанные преимущественно на наземной тахеометрической съёмке, отличаются высокой трудоёмкостью и значительными временными затратами, особенно при обследовании протяжённых линейных объектов и сложных ландшафтных условий. В современных условиях всё более востребованным становится использование спутниковых технологий GNSS и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые позволяют получать более точные пространственные данные и ускорять выполнение инженерных работ.

Цель данной работы заключается в изучении современных геодезических технологий, применяемых при возведении подстанций и линий электропередачи, а также в оценке эффективности комбинированного применения GNSS и БПЛА для обеспечения точности и оперативности инженерно-геодезических процессов.

### 2. Материалы и методы

Инженерно-геодезическое обеспечение реконструкции высоковольтных линий электропередачи и подстанци-

онных сооружений осуществлялось последовательно, с использованием современных средств цифровых измерений и автоматизированной обработки пространственных данных. Такой подход позволил обеспечить требуемую точность и технологичность на всех стадиях работ.

### 3. Результаты

На первом этапе создавалось планово-высотное обоснование, служащее исходной геодезической базой для выполнения изысканий и разработки проектных решений. Закрепление исходных пунктов производилось с применением двухчастотных GNSS-приёмников в режимах статических наблюдений и RTK. Проведение спутниковых измерений обеспечило определение координат и высотных отметок с высокой степенью точности и их корректную увязку с действующей государственной системой координат. Использование приёмников, поддерживающих несколько навигационных систем, повысило надёжность результатов в условиях затруднённого приёма сигнала, вызванного особенностями рельефа или наличием инженерных конструкций [1, 2].

Далее выполнялась аэрофотосъёмка территории с использованием беспилотных летательных аппаратов. Применение БПЛА позволило получить актуальные ортофотопланы, цифровые модели рельефа и трёхмерные модели исследуемой местности в пределах трассы линии и площадки подстанции. Данные дистанционного зондирования использовались для оценки рельефных условий, выявления факторов, способных повлиять на строительство, корректировки положения проектируемых опор,

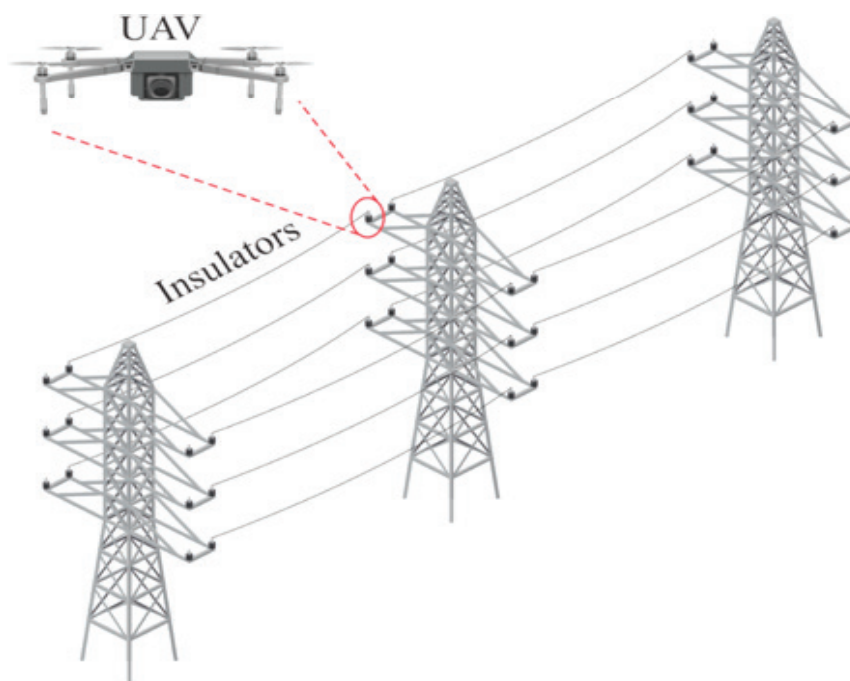


Рис. 1. БПЛА при аэрофотосъёмке трассы ВЛЭ

а также для подсчёта объёмов земляных работ и мониторинга строительного процесса.

Объединение спутниковых измерений и результатов аэрофотосъёмки обеспечило точную пространственную привязку полученных изображений и формирование целостной цифровой модели территории, пригодной для дальнейшего проектирования.

С целью уточнения положения отдельных элементов на строительной площадке применялась тахеометрическая съёмка с использованием электронных тахеометров. Этот метод позволил детально определить координаты характерных точек рельефа, существующих инженерных сетей и конструктивных элементов объектов с соблюдением нормативных требований по точности [3, 4].

Обработка результатов полевых измерений выполнялась в специализированных программных комплексах, таких как AutoCAD и Credo. В процессе камеральных работ создавались топографические планы, продольные и поперечные профили трассы, цифровые модели местности, а также формировалась исполнительная документация. Применение автоматизированных инструментов обработки данных снизило влияние человеческого фактора и повысило достоверность итоговых материалов.

В ходе выполнения работ была создана надёжная планово-высотная основа, обеспечивающая нормативную точность при реконструкции объектов электроэнергетики. Применение спутниковых методов измерений позволило ускорить проведение полевых работ и повысить их эффективность по сравнению с традиционными технологиями.

Обработка аэрофотоснимков обеспечила получение актуальных ортофотопланов и цифровых моделей рельефа. Это позволило детально проанализиро-

вать условия прохождения трассы, выявить проблемные участки и обоснованно определить размещение проектируемых опор. Использование трёхмерного моделирования повысило наглядность проектных решений и упростило подготовку документации.

Тахеометрическая съёмка дала возможность уточнить положение отдельных элементов и инженерных коммуникаций на строительной площадке. Сопоставление результатов, полученных различными методами, подтвердило их согласованность и достоверность [5].

#### 4. Выводы

Результаты выполненного исследования свидетельствуют о высокой эффективности комплексного применения спутниковых измерений, аэрофотосъёмки с использованием беспилотных летательных аппаратов и тахеометрических работ при геодезическом сопровождении реконструкции объектов электроэнергетической инфраструктуры.

Внедрение современных технологий обеспечивает получение пространственных данных с необходимой точностью, уменьшение продолжительности изыскательских и разбивочных процессов, повышение безопасности специалистов при выполнении полевых работ, а также создание цифровой модели территории, пригодной для последующего анализа, мониторинга и эксплуатации объекта.

Таким образом, сочетание цифровых методов измерений и автоматизированной обработки информации представляет собой перспективное направление развития инженерно-геодезического обеспечения строительства и реконструкции подстанций и высоковольтных линий электропередачи.

## Литература:

1. Иванов А. А. ГНСС-технологии в строительстве. — СПб.: Питер, 2020.
2. Петухов С. Н. Беспилотные летательные аппараты... — М.: Наука, 2019.
3. Zhang C., Kovacs J. M. The application of small UAVs... Precision Agriculture, 2012.
4. Rehak M., et al. Integration of GNSS and UAV data... Journal of Surveying Engineering, 2020.
5. Аблакашева Т. Е., Ипалаков Т. Т. Исследование комплекса геодезических работ при строительстве ЛЭП в Казахстане. ВКТУ, 2023.

## Совершенствование методики учета земельных участков на основе современных технологий

Турегалиева Жаннат Тургалиевна, докторант

Научный руководитель: Мадимарова Гулмира Сурабалдиновна, кандидат технических наук, профессор;

Научный руководитель: Нурпеисова Маржан Байсановна, доктор технических наук, профессор

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К. И. Сатпаева (Satbayev University) (г. Алматы, Казахстан)

*В статье рассматривается ведение учета земельных участков в населенных пунктах на основе инновационных методов и технологий, создание их геовизуализированной электронной базы данных, а также разработка интерфейсов и приложений, отображающих информацию о регистрации земельных участков с использованием программного обеспечения ArcGIS.*

**Ключевые слова:** земельные участки, кадастровый учет, современные технологии, БПЛА, ГАЖ, ArcGIS.

## Improvement of land parcel accounting methodology based on modern technologies

Turegaliyeva Zhannat Turgaliyevna, doctoral student

Scientific advisor: Madimarova Gulmira Surabaldinovna, ph.d., professor;

Scientific advisor: Nurpeisova Marzhan Baysanovna, doctor of technical sciences, professor

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

*The article examines the management of land parcel records in populated areas based on innovative methods and technologies, the creation of a geovisualized electronic database of these parcels, as well as the development of interfaces and applications that display information on land parcel registration using the ArcGIS software.*

**Keywords:** land parcels, cadastral registration, modern technologies, UAV, GAJ, ArcGIS.

### Введение

Использование эффективных методов управления земельными ресурсами для обеспечения социально-экономической стабильности имеет большое практическое значение. Учитывая, что земельные ресурсы, приходящиеся на душу населения, в мире сокращаются в результате роста населения, эффективное управление и учет земель населенных пунктов требуют широкого внедрения в практику геоинформационных систем. В этой связи особое внимание уделяется организации рационального и эффективного использования земель населенных пунктов и их учета в целях обеспечения действенного контроля и строгого соблюдения установленных земельным законодательством организационно-технических механизмов регулирования землепользования.

В этом смысле актуальны исследования, направленные на совершенствование методики учета земель населенных

пунктов с использованием геоинформационных технологий и предотвращение неэффективного расходования времени и средств на качественное и постоянное обновление информации.

**Целью исследования** является разработка рекомендаций по совершенствованию методик учета земель населенных пунктов на основе современных технологий и по автоматизации точного анализа базы геоданных.

**Объектом исследования** являются земельные участки Алматинской области Республики Казахстан.

**Методы исследования.** В процессе исследования использовались такие методы, как геостатистический анализ, геопространственная привязка объектов, дистанционное зондирование.

**Содержание работы.** В 2021–2025 годах увеличение количества земель населенных пунктов потребовало обеспечения всех условий, необходимых для присвоения статуса населенного пункта, путем предварительного отбора

территорий, которые должны быть отнесены к землям населенных пунктов. Эти анализы свидетельствуют о необходимости регулирования учета количества и использования земельных угодий. Это требует правильной организации контроля, предупреждения возникновения серьезных недостатков и проблем в формировании оперативной информации.

В настоящее время в республике при формировании кадастровой информации и выполнении таких процессов, как представление полученной информации в соответствующие места, используется специальная электронная программа «База данных недвижимости». Благодаря этому, данные о недвижимости быстро становятся доступными для периодического ввода, хранения, изменения информации, относящейся к земельным участкам. Геодезические данные, созданные и заархивированные в программе ArcGIS, лежат в основе данных, доступных в программе «База данных недвижимости», которая в настоящее время является онлайн-базой данных Национального кадастра [1].

Ведение государственного земельного учета в регионах в установленном порядке осуществляется государственной кадастровой службой и ее районными (городскими) филиалами. Данные землепользователей населенных пунктов, образованных в районе, анализировались в программе Excel на уровень точности по команде «ВПР» с данными электронной программы «База данных недвижимости». Из-за отсутствия информации в электронной программе «База данных недвижимости» или неправильно введенных показателей населенного пункта,

землепользователи не имели возможности визуализировать земельные участки в программе Excel, в ходе проверки требовалось время, чтобы выяснить, какой именно это земельный участок и местонахождение земельного участка [2, 3]. На основе фотографий, полученных с помощью БПЛА, с помощью программы ArcGIS сформированы и геовизуализированы данные высокого разрешения из Единой системы государственного кадастра а (ЕСГК) землепользователей Алматинской области в камеральных условиях. На базе геоданных разработаны этапы технологической схемы учета земель населенных пунктов, создания векторных слоев земель и выполнения работ по геовизуализации (рис. 1).

С помощью программы ArcGIS определены земельные участки населенных пунктов по Алматинской области, сформированы в векторных тематических слоях и геовизуализированы в разрезе территорий. Данные полевых исследований сравнивались с существующей программой «База данных недвижимости» и включены атрибуты земельных участков, созданных в каждом векторном формате. На основе фотографий с БПЛА, с помощью программы ArcGIS сформированы и геовизуализированы данные высокого разрешения земельных участков в камеральных условиях. Затем, с помощью программы ArcGIS были разработаны этапы обновления наземных данных, а также проведения геостатистического анализа (рис. 2).

Векторные данные, импортированные на основе проекции на электронную цифровую карту в базе геоданных, отличаются своим специфическим географическим положением.



Рис. 1. Этапы технологической схемы учета земель участков



Рис. 2. Этапы обновления земельных данных и выполнения геостатистического анализа с использованием программного обеспечения ArcGIS

С помощью векторных данных земельные участки землепользователя выделяются и маркируются тематическими слоями в виде отдельных полей [4].

В результате вышеперечисленных последовательностей было доказано, что при ведении земельного учета и интеграции информации в геоданные можно добиться высокого качества работ, меньших затрат времени и большей производительности труда. Отличие от анализа, выполненного в предыдущей программе Excel, заключается в том, что программа ArcGIS предназначена для работы с базами данных векторных слоев и имеет возможность визуализации.

По результатам проведенных исследований, формирование адресного реестра на территории населенного пункта, геопространственная привязка и его использование не только создали огромные возможности для интерактивного обслуживания пользователей земель населенного пункта, расположенных в городских, сельских районах, но и позволили автоматизировать регистрацию жителей по адресу проживания. При выделении населению земли под строительство домов точный адрес определялся по названию улицы. В результате были предотвращены различные ошибочные обмены информацией. Для министерств и ведомств, использующих программу «Кадастровая база данных недвижимости», обеспечена более высокая точность данных. При этом появилась возможность получения высокоточных результатов при ведении земельного учета.

Кроме того, в регионах до сих пор ведется учет протяженности дорог, благодаря формированию базы данных реестра адресов на основе геоинформационных технологий появилась возможность определять и площадь, занимаемую дорогами. В результате определена площадь, занимаемая внутренними улицами на землях поселения, и произведен общий земельный учет. Также были сформированы геоданные другой категории земельного фонда, расположенной на землях населенного пункта, и в результате проведенных исследований были сопоставлены с отчетами, хранящимися в районном отчете (балансе) о земельных ресурсах, и выявлены земельные участки площадью 7305,64 га, на которых до сих пор не уплачен земельный налог (таблица 1).

Обоснованы предложения по формированию реестра адресов земель населенных пунктов, выявлению прилегающих территорий, проведению аналитической работы в программе ArcGIS, которая доказала всестороннее удобство методики точного расчета площади земель населенных пунктов. Кроме того, была проведена работа по обновлению текущих изменений в данных для заинтересованных министерств и ведомств, для частных предприятий, а также предоставлен доступ к государственным услугам (скорая помощь, служба безопасности, такси, служба доставки и т. д.) на землях населенных пунктов, расположенных в сельской местности [5].

**Выводы.** На основе проведенных исследований по совершенствованию методики учета земель населенных

Таблица 1. Анализ земельного учета Енбекшиказахском районе Алматинской области

№ п/п	Категории земельного фонда	Земельный баланс района		Результат описи (ГИС)		Разница +/-
		Количество	Площадь (га)	Количество	Площадь (га)	
1	Земли населенных пунктов	445	337	499	7 642,64	7,305,64
2	Земельные участки	14	337	43	6 308,66	5 971,66
3	Электрические сети	431		413	2,67	2,67
4	Земли общего пользования		179	43	940,42	761,42
5	Автомобильные внутренние дороги	785 км		827 км	390,89	390,89

пунктов с помощью геоинформационных технологий (на примере Алматинской области) были сделаны следующие выводы:

1. Налажена работа по формированию, анализу данных земельных участков и анализа данных на основе геоинформационных технологий, что позволило обеспечить интерактивное и качественное обслуживание объекта исследования заинтересованным организациям и населению.

2. Правильное и точное получение информации из единой системы государственных кадастров, регистрация существующих зданий и сооружений на территории, использование беспилотных летательных аппаратов для ре-

шения правовых и экономических вопросов, связанных с землей и недвижимостью, присвоение адресов и мониторинг земельных участков имеют большое практическое значение для развития экономики страны и эффективного управления землей и недвижимостью.

3. Использование беспилотных летательных аппаратов и их данных при ведении кадастровых работ, в процессе формирования кадастровой информации и изучения состояния землепользования населенного пункта, формирование адресного реестра на местах, наряду с рациональным ведением земельного учета, позволило сэкономить затраты и время на ведение кадастровых работ.

Литература:

1. Земельный кодекс Республики Казахстан от 20 июня 2003 года № 442-III (с изменениями и дополнениями по состоянию на 15.06. 2015 г
2. Полухина В. С., Цораева Э. Н. Использование современных информационных технологий в проведении мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Математическое моделирование и информационные технологии при исследовании явлений и процессов в различных сферах деятельности. 2022. С. 230–233.
3. Нурпеисова М. Б., Мадимарова Г. С., Абдигалиева С. С., Турегалиева Ж. Т. Применение современных технологий в земельном кадастре// Сборник трудов международной научно-технической конференции «Перспективы применения цифровых технологий в рациональном и безопасном недропользовании»- Ташкент: ТашГТУ, 2024
4. Nurpeisova M., Turegaliyeva, Zh., Zh. Nukarbekova Zh., Baiturbay O. Innovative technologies in the urban planning cadastre //NEWS of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan series of geology and technical. 2025. No.1. pp.155–168.
5. Turegaliyeva Z. T., Baiturbay O., Nurpeisova M. B. Artificial intelligence for automated cadastral mapping:a review of methods and applications//Satbayev International Conference, (2025), Issue 1, 102–109. <https://doi.org/10.51301/SIC.2025.i1.17>

# Молодой ученый

Международный научный журнал  
№ 10.1 (613.1) / 2026

Выпускающий редактор Г. А. Письменная  
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова  
Художник Е. А. Шишков  
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.  
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.  
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.  
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 18.03.2026. Дата выхода в свет: 25.03.2026.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: [info@moluch.ru](mailto:info@moluch.ru); <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.