## ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

#### SATBAYEV UNIVERSITY







ҚАЗАҚСТАН МАРКШЕЙДЕРЛЕР ОДАҒЫ Ө.А.БАЙҚОҢЫРОВ АТЫНДАҒЫ ТАУ-КЕН МЕТАЛЛУРГИЯ ИНСТИТУТЫ

СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ КАЗАХСТАНА ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ О.А. БАЙКОНУРОВА

UNION OF SURVEYORS OF KAZAKHSTAN
MINING AND METALLURGICAL INSTITUTE NAMED AFTER O.A. BAIKONUROV

## «ГЕОДЕЗИЯ МЕН МАРКШЕЙДЕРИЯДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР» АТТЫ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ФОРУМЫНЫҢ ЕНБЕКТЕР ЖИНАҒЫ 26-27 СӘУІР 2024

СБОРНИК ТРУДОВ МЕЖДУНАРОДНОГО ФОРУМА «ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОДЕЗИИ И МАРКШЕЙДЕРИИ» 26-27 АПРЕЛЯ 2024

PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL FORUM «DIGITAL TECHNOLOGIESS IN GEODESY AND SURVEYING» 26-27 of APRIL, 2024

### Бас редактор:

Көлдеев Е.И. – т.ғ.к., профессор.

#### Редакция алкасы:

**Көлдеев Е.И.** – т.ғ.к., профессор, Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ Басқарма мүшесі - Ғылым және корпоративтік даму жөніндегі проректор;

**Рысбеков Қ.Б.** – т.ғ.д., профессор, Ө.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институтының директоры;

**Орынбасарова** Э.О. – PhD, қауымдастырылған профессор, Маркшейдерлік іс және геодезия кафедрасының меңгерушісі;

**Нұрпейісова М.Б.**— т.ғ.д., профессор; **Нұрпейісова Т.Б.**— т.ғ.к., профессор; **Ержанқызы А.**— т.ғ.м., аға оқытушы; **Байтурбай О**— з.ғ.м., ассистент.

«Геодезия мен маркшейдериядағы цифрлық технологиялар» атты халықаралық форумының енбектер жинағы –  $\Gamma$ 31. Бас редактор Күлдеев Е.И. – Алматы: Қ.И.Сәтбаев ат. ҚазҰТЗУ, 2024. – 281 б.

ISBN 978-601-323-463-2

Жинақта 26-27 сәуір 2024 жылы өткізілген «Геодезия мен маркшейдериядағы цифрлық технологиялар» атты халықаралық форумына қатысушы магистранттар, докторанттар, оқытушы-профессорлардың, шет елдік ғалымдар мен кәсіпорын өкілдерінің баяндамалары жарияланды.

УДК 004 ББК 32.973



## Приветствие ректора Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И.Сатпаева (КазНИТУ)

Уважаемые гости и участники форума! Тепло и сердечно приветствую вас на международном форуме Маркшейдеров Казахстана в стенах нашего университета.

В этом году Satbayev University — первый национальный исследовательский технический университет Казахстана отмечает свой 90-летний юбилей, в том числе ровестник университета - кафедра маркшейдерское дело и геодезия. Наш вуз носит имя академика Каныша Сатпаева, под руководством которого в 40-е годы в Казахстане было открыто и разработано Джездинское месторождение марганцевых руд, позволившее Советскому Союзу в годы Вели кой Отечественной войны продолжить выпуск броневой стали, несмотря на потерю месторождений в Украине и Грузии.



Каныш Сатпаев в годы войны возглавлял Казахский горно-металлургический институт, который позже будет переименован Казахский политехнический институт, а затем преобразован Казахский национальный технический университет. Выпускники нашего вуза принимали активное участие в освоении всех месторождений полезных ископаемых и развитии горно-металлургической промышленности страны.

В знак признания заслуг Каныша Сатпаева, казахстанские ученые утвердили 12 апреля, день рождения основателя академии наук, Днем науки Казахстана. Satbayev University бережно хранит память о Каныше Сатпаеве, продолжает заложенные им традиции и передает их следующим поколениям ученых, геологов, горных инженеров, маркшейдеров и металлургов. Главное достижение вуза — наши выпускники, многие из которых стали учеными, общественными деятелями, талантливыми педагогами, специалистами высокого уровня и успешно работают не только в Республике Казахстан, но и за ее пределами. Сегодня Satbayev University, как и прежде остается символом качественного образования и инновационныхисследований.

Главной темой сегодняшнего форума стала её ІТ-направленность. Сегодня цифровые технологии стремительно захватывают все отрасли промышленности. Представленные на форуме доклады и обмен мнениями по тематике «Цифровые технологии в геодезии и маркшейдерии» — и все это позволит его участникам сформировать новые подходы в управлении природными ресурсами. В основе всего управленческого процесса лежат данные, полученные в результате цифрового описания всех имеющихся объектов принятых координатных системах, называемых «Геопротранственными данными». В рамках нашего юбилейного года, организовывая этот международный форум, мы хотели обсудить с Вами возникающие проблемы и рзультаты научно-исследовательских достижений передовых стан, инновационные технологии, внедренные их разрабатываемые учеными и специалистами в области в информационных технологий. Как известно, основными богатствами Казахстана являются его народ и природные ресурсы. Бережное оптимальное использование природных богатств страны невозможно без получения об их состоячнии в полном объеме и в реальном времени.

В настоящее время создание геопространственных данных на территорию Республики Казахстан, занимающийся 9-место в мире площади, находится на стадии звершения. В этот труд геодезистов, картографов, маркшейдеров и геоинформатиков вносит свой немалый вклад и Satbayev University, выпускающий специалистов всего профиля специальностей, необходимых для управления природными ресурсами Республики Казахстан.

Желаю участникам форума ярких выступлений, интересных дискуссий, успешной и плодотворной работы.

С уважением, Мейрам Мухаметрахимович Бегентаев!

## Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ Басқарма мүшесі - Ғылым және корпоративтік даму жөніндегі проректорының құттықтау сөзі

## Құрметті қонақтар, әріптестер, жас ғалымдар!



«Менің халқым менен де биік» деп өз ұлтын өзінен әркез жоғары қойған ұлтымыздың мақтанышы, қазақ ғылымының атасы Қаныш Сәтбаевтың туғанының 125 жылдығы, өз қолымен құрып, өркендеткен Қазақстанның инженер кадрларын даярлайтын қарашаңырағы –Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің және оның көне отауларының бірі емес, бірегейі «Маркшейдерия және геодезия» кафедрасының торқалы 90 жылдығы аясында ұйымдастырылып өтіп жатқан «Геодезия мен маркшейдериядағы инновациялық технологиялар» атты Маркшейдерлердің харықаралық форумына хош келдіңіздер!

Қазақ ғыымының қаранары, атасы - Қаныш Имантайұлы Сәтбаевтың аты әлемге әйгілі. Ал, Сәтбаев атамыздың өзі ірге тасын қалап кеткен, бүгінгі Қазақстанның инженерлік білімі мен ғылымның қарашыңырығы Сәтбаев университетінің 90 жылдығы және оның түйедей құрдасы «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы ҚазҰТЗУдың техника саласында білікті жаңа буын мамандарын даярлауына, дамуы мен өркендеуіне өзінің лайықты үлесін қосып отырғанын ерекше атап өткім келеді. Сонымен қатар, кафедраның барлық профессорлары дерлік ғылыми-зерттеу жұмыстарына жетекшілік етеді, шетелдік университеттер ғалымдармен бірлесіп ғылыми жобалар мен конференцияларға қатысып, халықаралық ынтымақтастықты белсенді түрде жалғастыруда.

Мерейтой аясында техника ғылымының докторы, профессор М.Б.Нұрпейісова атындағы аудиторияның ашылуы - ұлы ғалым ұстазымыз Ақжан әл Машанидың геомеханика саласындағы ғылыми жұмыстарының жалғасын тауып жатқандығының және университеттегі ғылыми-зерттеужұмыстары деңгейінің жоғарылығының бір дәлелі деп білеміз.

Құрметті форумға қатысушы әріптестер! Алдағы уақытта денсаулықтарыңыз кеілісті, еңбектеріңіз жемісті болуына тілектеспіз.

Ізгі тілкпен, Көлдеев Ержан Итеменұлы!

## Congratulations of the head of the Department of Surveying and Land Use at China University of Mining and Technology (Beijing).

#### DEAR COLLEAGUES!

I extend my congratulations to you on the opening of the International Forum of Mine Surveyors dedicated to the 125th anniversary of the birth of the great scientist, Academician K. I. Satpayev, the 90th anniversary of Satpayev KazNRTU, and the 90th anniversary of the Department of Surveying and Geodesy!

I am confident that this 2-day forum, focused on "Innovative Technologies in Geodesy and Mine Surveying," will contribute significantly to discussions on the latest developments in science, exchange of experiences in modern technologies, and the efficient utilization of resources.

I wish the organizers, sponsors, and participants of this forum success and fruitful endeavors.

Regards Doctorof Technical Sciences, Professor Dai Hua-yang!

# Приветственное слово Вице-президента Международного союза маркшейдеров, президента Союза маркшейдеров Узбекистана

## Уважаемые участники Международного форума «Цифровые технологии в геодезии и маркшейдерии»!



Мне предоставляет большое удовольствие приветствовать вас от имени Международного союза маркшейдеров (ISM), Союза маркшейдеров Узбекистана и коллектива кафедры маркшейдерского дела и геодезии Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова.

Данный научный форум посвящен 90-летию образования Казахского национального исследовательского технического университета и кафедры Маркшейдерского дела и геодезии. В Узбекистане хорошо знают историю становления и достижения казахстанской научной школы маркшейдеров и геомехаников под руководством выдающихся ученых-маркшейдеров Рыжова П.А.,

Машанова А.Ж., Нурпеисовой М.Б. В стенах кафедры в годы Великой Отечественной войны педагогическую работу вели известные российские ученые чл. корр. АН СССР, профессор Келль Н.Г., профессор Хренов А.С., профессор Осташенко-Кудрявцев Н.С., и другие, которые заложили школы казахстанской маркшейдерии и геодеии.

Мы рады, что кафедра с достоинством отмечает свои такие достижения, как 1-ое место в рейтинге Атамекен (Геодезия и картография) подряд второй год, лидерство в рейтинге НАОКО по Геопространственной цифровой инженерии и др. Кафедра также активно продолжает международное сотрудничество, участв уя в конференциях и проектах совместно с зарубежными университетами и учеными.

Следует отметить, что кафедра Маркшейдерского дела и геодезии вносит свой достойный вклад в интеллектуальное и профессиональное развитие общества путем подготовки специалистов нового поколения с техническим образованием и всестороннего содействия развитию и процветанию КазНИТУ им. К. И. Сатпаева через осуществление учебной, научно-исследовательской, воспитательной деятельности, направленной на удовлетворение потребностей личности в интеллектуальном и профессиональном развитии с использованием инновационных образовательных технологий в области геодезии, картографии, горного дела и кадастра.

Мы радуемся, что данный научный форум посвящен памяти выдающегося ученого Казахстана, 125-летию со дня рождения Каныша Имантаевича Сатпаева — великого сына казахской степи, с именем которого связаны огромные достижения в науке и промышленности. К.И. Сатпаев является первым в Казахстане профессиональным инженером-геологом, академиком АН СССР, президентом и основателем Академии наук Казахстана, лауреатом Государственной и Ленинской премий.

Выдающийся ученый в области горной геологии, незаурядный организатор науки, крупный государственный и общественный деятель, человек высокой эрудиции, обладавший энциклопедическими знаниями во многих областях науки Каныш Сатпаев золотыми буквами вписан в историю казахского народа. Сатпаев задал стране интеллектуальный научный тренд развития. Именно благодаря заслугам великого учёного был заложен фундамент сегодняшнего инновационного и научного потенциала горнотехнического образования в Казахстане.

Считаем удачным время проведения конференции, оно созвучно идеям и вкладу аксакалов горной науки, и наследию, которые завещали они настоящим и будущим недропользователям.

Весна символизируют обновление природы и человека, очищению души и началу новой жизни.

Мы высоко ценим нашу дружбу с профессорско-преподавательским составом кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, мы дорожим нашими отношениями с профессором Маржан Байсановной Нурпеисовой и другими коллегами.

Международный форум — это хороший повод и площадка по обсуждению актуальных проблем маркшейдерской науки и практики, которые объединяют представители научного и производственного сообщества.

Очень завидуем участникам форума и пожелаем им успешной работы. Наши мудрые предки утверждали, что «Дорогу одолеет идущий»! В добрый путь уважаемые участники форума! Не уставайтедорогие коллеги!

Суважением, д.т.н., профессор Саййиджаббор Саййидкосимов!

## Dearparticipants of the International Mine Surveying Forum!

I am delighted to meet with you once again, organized by the Kazakh National Research Technical University (KazNRTU) named after K.I. Satpayev, with the support of the Department of Mine Surveying and Geodesy in collaboration with the "Union of Mine Surveyors of Kazakhstan"!

Currently, digital technologies are being actively implemented in the field of geodesy and mine surveying, aligning perfectly with the theme of this forum. It is gratifying to note thatKazNRTU, represented by the department, possesses the necessary scientific and technical infrastructure for the successful implementation of digital technology.

I would like to emphasize that the department's team is focused on strengthening and developing relationships with mining enterprises and fostering close international cooperation. These close ties enable us to enhance the quality of training for bachelor's, master's, and PhD students. I wish all forum participants fruitful discussions and productive work!

Sincerely, Senior Research Scientist (Assisstant Professor), Remote Sensing and Analysis Lab Coordinator (Interdisciplinary Research Center for Aviation and SpaceExploration) King Fahd University of Petroleum and Minerals: Dhahran R. Shultz

#### Халықаралық білім беру корпорациясы ректорының құттықтау сөзі

#### Құрметті Халықаралық форум қатысушылары мен әріптестер!

Сәтбаев университеті бүгінгі таңда еліміздің ең алғашқы техникалық мамандарын дайындаған білім ордасы ғана емес, сонымен қатар, жоғары оқу орындарына ғылыми мамандар дайындаудың негізін қалаған қара шаңырақ.

Қазақ бас сәулет-құрылыс академиясы қазіргі Халықаралық білім беру корпорациясы өзінің тарихын 1957 жылы Қазақ политехникалық институтында "Өнеркәсіптік және азаматтық құрылыс" мамандығы ашылуынан бастайды. 1961 жылы "Сәулет" мамандығына қабылдау жүзеге асырылып, құрылыс, сәулет және санитарлық-техникалық факультеттері құрылған еді. Сонымен қатар, «Геодезия» кафедрасы да алғашқы 9 кафедраның бірі болған. 1980 жылы осы факультеттердің және Бүкілодақтық сырттай инженерлік-құрылыс

институтының Алматы филиалының негізінде Алматы сәулет-құрылыс институтының (ААСИ) іргесі қаланды.

1987-1999 жылдары ҚазБСҚА ректоры болған, геодезиялық әдістермен жер сілкінісін болжау саласындағы көрнекті ғалым, т.ғ.к., профессор, мемлекет қайраткері П.А. Атрушкевич алғашында ҚазПТИ геодезия кафедрасында ассистент, доцент, кейіннен кафедра меңгерушісі болып еңбек еткен. ҚазБСҚА ардагері, доцент П.М. Кислов сол кезде институтта орындалған жер асты жағдайлары және далалық бақылаулары күрделі ғылыми-зерттеу жұмыстарының жетекшісі болған жәнешәкірттерді тәрбиелеген.

Осы ұзақ жылдар бойы екі университет тікелей қарым- қатынасын үзбей, кәсіби мамандарды дайындап келеді. Атап айтсақ, политехникалық университеттің ғалымдарының жетекшілігімен көптеген біздің университетіміздің мұғалімдері докторлық, кандидаттық жәнеРhD ғылыми жұмыстарын жасап, дәрежелерін қорғап шыққан. 2000-2005 жылдары т.ғ.д., профессор Т.П. Пентаев, техника ғылымдарының канидаттары: Ж.Т.Омиржанова, А.С.Естемесова, З.Н.Алтаева осы ҚазҰТУ Диссертациялық кеңесінде ғылыми дәрежелерін қорғаған. Сонымен қатар, қазіргі «Геодезия және картография, Кадастр» кафедрасында еңбек етіп жүрген қауымдастырылған профессорлары Кузнецова И.А., Умирбаева А.Б., Картаева К.Т. геодезия саласына ерекше еңбегі сіңген, майталман ғалым, т.ғ.д., профессор М.Б.Нұрпейісованың шәкірттері.

Сәтбаев университетінің барлық ұжымын университеттің 90 жылдық мерей той ымен құттықтай отырып, өткізіліп жатқан Форумның геодезия және кадастр, маркшейдерия саласындағы теориялық және практикалық білімдерді одан әрі дамытуға, игі жобаларды жүзеге асыруға жәнежаңа бастамаларға жол ашатынына сенімдіміз.

Ізгі тілекпен, ХБКректоры Имандосова М.Б.

# СОСТОЯНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА И ГЕОМЕХАНИКИ НА ГОРНОДОБЫВАЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ КАЗАХСТАНА

Низаметдинов Ф.К. - д.т.н., профессор Хмырова Е.Н. - к.т.н., зав. каф. МДиГ Ожигин С.Г. - д.т.н., доцент Низаметдинов Н.Ф. - к.т.н., доцент НАО «КарТУ им. А. Сагинова», г. Караганда

**Аннотация.** В статье рассматривается состояние маркшейдерских служб горнодобывающих предприятий в республике и качество подготовки маркшейдерских и геотехнических кадров. Особое внимание уделено разработке и внедрению новой образовательной программы в профильной магистратуре: «Инновационные технологии в горно-металлургическом комплексе. Геотехника»

**Ключевые слова:** маркшейдерская служба, геотехника, горнодобывающие предприятия, Маркшейдерское дело.

Современный этап развития горнодобывающей промышленности в Республике Казахстан характеризуется техническим перевооружением и увеличением мощностей предприятий, более сложными горно-геологическими условиями эксплуатации месторождений и внедрением инновационных технологий. Одновременно с этим, в маркшейдерии произошли глобальные перемены, связанные с внедрением информационных технологий, новейшего электронного и сканирующего лазерного оборудования и спутниковых технологий. Расширился круг решаемых маркшейдерских вопросов за счет задач геомеханики, которые являются неотъемлемой частью маркшейдерского дела. Для решения новых задач потребуется интеграция маркшейдерской общественности - ученых и практиков с целью определения стратегических направлений развития.

Важным этапом в этом направлении стало создание общественного объединения «Союза маркшейдеров» (октябрь 2011 г.) на базе Карагандинского государственного технического университета (КарГТУ). Целью Союза является объединение усилий маркшейдеров для совместного решения профессиональных задач и содействие повышению эффективности использования природных ресурсов, охране недр и окружающей среды при разработке месторождений полезных ископаемых на основе инновационных достижений и строгого соблюдения национальных интересов и законодательства о недрах Республики Казахстан.

В маркшейдерских отделах горнодобывающих предприятий Казахстана работают свыше 1000 маркшейдеров и маркшейдерских рабочих. В крупных маркшейдерских службах, таких как ТОО «Корпорация Казахмыс» работают 256 человек, АО «ССГПО» - 114 человек, угольный департамент АО «АрселорМиттал Темиртау» - 71 человек, в средних: ТОО «Алтынтау Кокшетау» -15 человек, РУ «Казмарганец» -17 человек, АО «Шубарколькомир» -20 человек, АО «Жайремский ГОК» - 10 человек, остальные предприятия имеют до 5-6 человек. Все имеют базовое образование по специальности «Маркшейдерское дело» как по пятилетней программе подготовки, так и четырехлетней в рамках специальности «Горное службы Перечисленные выше маркшейдерские оснащены оборудованием: электронными тахеометрами, цифровыми нивелирами, глобальными спутниковыми системами (GPS), лазерными рулетками, отдельные имеют 3D сканеры и геоинформационные системами: SURPAC, AutoCAD, GEMS, DATAMINE, MACROMINE. Наличие современного оборудования позволяет маркшейдерской службе вести качественно новом уровне полевые и камеральные работы с изготовлением планов и разрезов в цифровом виде. Некоторое отставание оснащенности электронными приборами

(тахеометрами) наблюдалось на Карагандинских угольных шахтах (АО «АрселорМиттал Темиртау»), связанное с наличием безопасного их исполнения для работы в горных выработках опасных по газу метана. Однако в 2017 г. данная проблема решена в связи с серийным выпуском электронных тахеометров во взрыво-безопасном исполнении и приобретением для маркшейдерских служб угольных шахт.

Несмотря на имеющиеся успехи маркшейдерских служб, следует обратить внимание на существующие на производстве проблемные вопросы, связанные с творческой переработкой нормативно-правовой базы на основе появившихся новых приборов и инновационных технологий измерений. Это касается, в первую очередь, принятия в новой редакции проектов «Инструкции по производству маркшейдерских работ» и «Правил по обеспечению устойчивости бортов карьеров и угольных разрезов». Назрел вопрос создания новой номенклатуры обеспеченности инструментами маркшейдерских служб горнодобывающих предприятий, обязывающий руководителей предприятий приобретать соответствующую измерительную технику. К тому же, необходимо наделить маркшейдерские службы полномочиями по осуществлению контрольных функций за рациональным использованием недр.

Внедрение в маркшейдерско-геодезическую практи ку новых электронных приборов потребовало и еще потребует открытия на территории республики нескольких Центров по их сервисному обслуживанию с выдачей соответствующих сертификатов. В настоящее время имеется сервисный Центр при фирме «LeicaGeosystems Казахстан» (г. Алматы). Надеюсь, такой Центр следует открыть в г. Караганде на базе КарГТУ (или ОО «Союзе маркшейдеров»). Предстоит серьезная работа с заводами изготовителями и фирмами по продаже приборов для поставки оборудования по сервисномуобслуживанию.

быстрейшего распространения лазерных сканирующих маркшейдерско-геодезическую практику при обеспечении горного дела, строительства и землеустройства потребуется создание ряда Центров по оперативному использованию лазерных технологий. Один из них создан в Караганде при активном участии ОО «Союз маркшейдеров» и фирмы «LeicaGeosystems маркшейдерии Казахстана» на базе кафедры МД и Г. КарГТУ - «Центр лазерного геосканирования». Развитие аэро и космических технологий зондирования земли думаю потребует открыть специализированную лабораторию «Аэрокосмического зондирования Земли» с привлечением фирм «Алтамира» (Италия и Испания) и Российской компании «Совзонд».

Обработка исходной и текущей информации, а также планирование горных работ на предприятиях осуществляется с использованием программных продуктов: SURPAC. AutoCAD, DATAMINE, GEMCOM, MACROMAINи другие, что требует использование компьютеров с достаточно мощными характеристиками и повышения квалификации маркшейдеров и геодезистов. Возникла острая необходимость в создании Центров повышения квалификации маркшейдеров и геодезистов, желательно при активном и оперативном участии Союза маркшейдеров на базе КарГТУ (г. Караганда) и КазНИТУ (г. Алматы). Программа проведения занятий в этих центрах подготовлена и разослана маркшейдерским службам горнодобывающих предприятий, составлен график проведения занятий, утверждена тематика этих курсов, которая направлена на изучение парка современных электронных приборов и инновационных технологий измерений, а также геоинформационных систем в горномаркшейдерском деле и геодезии. Кроме того, на этих курсах предусматриваются изучение специальных вопросов геомеханических исследований по обоснованию параметров бортов карьеров и систем разработки месторождений полезных ископаемых с разработкой мероприятий по повышению их устойчивости за счет внедрения технологических схем заоткоски, а также инструментального контроля за их состоянием. Подготовлена первая редакция «Инструкции по производству маркшейдерских работ», «Правила по обеспечению устойчивости откосов уступов и бортов карьеров и отвалов» которые должны пройти обсуждение на предприятиях, а затем должна быть утверждена в органах департамента.

Всем нам известно, что подготовкой маркшейдерских кадров в Казахстане полноценно

занимаются две кафедры маркшейдерского дела и геодезии при КарГТУ (г.Караганда) и КазНИТУ (г.Алматы), которые имеют определенные исторические традиции, богатый опыт специалистов, современную материально-техническую подготовки высококвали фицированный кадровый потенциал. Вузы ежегодно выпускают маркшейдеров и геодезистов от 50 до 100 человек. Начата подготовка специалистов через профильную магистратуру «Геотехников» (а сейчас и более «Геомехаников»). Качество подготовки обеспечиваются маркшейдеров наличием современных приборов швейцарского производства: электронных тахеометров и нивелиров, 3D сканеров, глобальных спутниковых систем (GPS), а также программных продуктов CREDO, LISCAT, GEMCOM, CAMAPA, MACROMAIN. Имеются компьютерные классы и научно-исследовательские лаборатории, позволяющие выполнять хоздоговорные работы и госбюджетные темы на проведение научных исследований в области геодезии, маркшейдерии и геомеханики. Реальными заказчиками являются крупные горнодобывающие предприятия: АО «ССГПО», АО «Шубарколькомир», ТОО «Алтынтау Кокшетау», АО «Жайремский ГОК», АО «УД МиталлСтил Темиртау», ТОО «Оркен» и др., а также министерство образования и науки РК. На предприятиях созданы филиалы кафедр для повышения качества подготовки и тесной связи с предприятиями для прохождения студентами производственных практик на рабочих местах. Разработаны учебно-методические комплексы по всем читаемым дисциплинам, изданы монографии, учебные пособия, готовятся электронные учебники, слайдлекции и видеолекции. Несмотря на это, в подготовке маркшейдерских и геодезических кадров, имеются проблемные вопросы:

-включение в номенклатуру специальностей бакалавриата: специальность «Маркшейдерское дело» (объективная предпосылка к этому есть, так как в существующем классификаторе имеется магистратура и PhD докторантура);

-обеспечение передовой техникой и технологией маркшейдерско-геодезического направлений;

-прохождение студентами производственных и преддипломных практик на рабочих местах;

-согласование и утверждение инструкции по производству маркшейдерских работ и правил по геомеханическому обеспечению ведения горных работ;

-прохождение преподавателями кафедр стажировок на горнодобывающих предприятиях и повышение квалификации в передовых вузах республики, ближнего и дальнего зарубежья.

Масштабы современного горнодобывающего производства и их более 50 средних и крупных месторождений требуют углубленного изучения и постоянного инструментального контроля (мониторинга) за происходящими в горном массиве геомеханическими процессами, вызванными нарушением равновесияв земной коре.

В процессе разработки месторождений полезных ископаемых особое внимание должно уделяться безопасной и рациональной разработке месторождений полезных ископаемых. Это связано, в первую очередь, с подготовкой специалистов «Геотехников», отвечающих за правильную геомеханическую оценку состояния горного массива, во – вторых, внедрением прогрессивных технологических решений при добыче полезных ископаемых и, в третьих, использованием автоматизированных систем управления производственным процессом добычи.

Для этого разработана новая образовательная программа в профильной магистратуре «Инновационные технологии в горно — металлургическом комплексе: Геотехника», включающая современные дисциплины, направленные на изучение физических процессов, происходящих в земной коре, механики горных пород, геомеханическое сопровождение ведения горных работ при открытой и подземной разработке с мониторингом, организация научных исследований, геоинформационные системы в горном деле, управление устойчивостью массива, рекомендации и аудит. Модульные программы и рабочие учебные планы согласованы с ведущими высшими учебными (научными) университетами

(институтами) мира: Мичиганским технологическим университетом (США), Технологическим университетом Клаусталь и Высшей школой прикладных наук им.Бойта (Германия), Высшей горной школой — Техническим университетом Острава (Чехия), Институтом горного дела (ИГД) им.Чинакала СОРАН (Россия, Новосибирск).

Центром подготовки уникальных специалистов «Геотехников» стал Карагандинский государственный технический университет на базе кафедры маркшейдерское дело и геодезии (МД и Г) имени чл.корр НАН РК Попова И.И. и разработки месторождений полезных ископаемых (РМПИ) имени академика НАН РК Сагинова А.С., признанных научных школ в области геомеханики, маркшейдерии и горного дела. Этот факт позволил успешно осуществить плановый набор в профильную магистратуру на образовательную программу «Геотехника» в течении 2 – лет, начиная с 2006 г. в количестве 50-60 человек. Уникальность набора заключается в поступлении соискателей (2/3) в основном инженерно – технических работников крупных горнодобывающих предприятий Казахстана, таких как: ТОО «Корпорация Казахмыс», AO «АрселорМиттал Темиртау». «ССГПО». AO «Шубарколькомир», TOO «АлтынтауКокчетау», AO «АК Алтыналмас», ΑO «Алтайполиметалл» и др.

Чтение лекций осуществляли ведущие профессора кафедр МД и Г и РМПИ (Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Долгоносов В.Н., Сабденбекұлы Ө. , Элиманов К.К., Исабек Т.К., Демин В.Ф.), которые прошли повышение квалификации в ведущих мировых вузах и институтах. За время обучения они прослушали курсы лекционных и практических занятий по инновационным технологиям мониторинга состояния объектов строительного и горного производства. Посещены научные лаборатории, изучены новые лазерно — цифровые приборы и технологии, методы определения физико — механических свойств горных пород и оценка устойчивости состояния горного массива.

Кроме этого, в обучении магистрантов принимали участие зарубежные ученые, в рамках подписанных соглашений, такие как Левин Е. (США), Резник Б.Е. (Германия), Барышников В.Д. и Мансуров В.А. (Россия), которые оказывали консультационные услуги по созданию и экспертизе модульной образовательной программы организации учебного процесса, а также прочитали специализированные курсы лекций: в области контроля состояния знаний и сооружений на основе использования деформационных датчиков, фотограмметрические измерения с помощью компьютерного зрения, современные методы экспериментальных исследований напряженно — деформированного состояния массива горных породи геомеханический мониторинг процессов в массиве горных пород.

Для закрепления полученных теоретических знаний и изучения новых в области исследования состояния горного массива магистранты прошли десятидневную стажировку в научно – исследовательских институтах зарубежных стран Германии и России, а также в республике.

Магистрантами совместно с научными руководителями выбраны интересные темы магистерских диссертаций, направленные на геомеханические исследования состояния бортов карьеров и горного массива рудников, ведущих разработку месторождений полезных ископаемых на горно — добывающих предприятиях Казахстана. В январе 2018 г. был осуществлен первый выпуск магистров наук техники и технологий в количестве 35 человек. Защита магистерских проектов показаны повышенную успеваемость 92% (А-) и тесную связь выпускников с горнодобывающими предприятиями. Своевременность подготовки специалистов — геотехников (геомехаников) по программе ГПИИР - 2 связана с открытием на многих горных предприятиях геотехнических служб, к ним относятся следующие горнодобывающие предприятия: ТОО «Корпарация Казахмыс», АО «АрселорМиттал Темиртау», АО «Жайремский ГОК», АО «Алтынтау Кокшетау», АО «ССГПО» и др.

Вхождение маркшейдеров Казахстана в состав международного маркшейдерского сообщества (ISM) позволяет оперативно получать современную — цифров ую информацию о перспективных приборах и цифровых технологиях измерений. Членами президиума ISM от Казахстана является проф. Низаметдинов Ф.К., проф. Касымханова Г.М. и доц. Низаметдинов

Н.Ф., которые активно участвуют в работе президиума ISM, прошедшие в Норвегии (2017г.) и Узбекистане г.Ташкенте (2018г.). Основная деятельность Союза Маркшейдеров РК направлена на проведение ежегодных Маркшейдерских форумов в г.Караганде (КарГТУ) и г.Алматы (КазНИТУ им.Сатпаева К.И.), где идут дебаты о роли и месте маркшейдерских и геодезических служб при создании Цифрового Казахстана. На наш взгляд, это уникальная площадка оказание быстрейшего получения цифровых моделей сооружений при использовании лазерных приборов: сканеров, тахеометров с функцией сканирования и других технологий. Вторая задача — это создание нормативно-правовой базы данных в виде инструкций и методических указаний.

## Список использованной литературы:

- 1 Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Низаметдинов Р.Ф., Ожигина С.Б., Низаметдинов Н.Ф., Хмырова Е.Н. Состояние и перспективы развития геомеханического обеспечения открытых горных работ. XV International ISM Congress 2013 (International Society for Mine Surveying), September 16-20, Eurogress Aachen in conjunction with the German Mine Surveyor Association (Deutscher Markscheider-Verein e.V. - DMV), Proceedings Volume 1, p. 338-349 c.
- 2 Низаметдинова Ф.К. «Управление устойчивостью техногенных горных сооружений» Монография, Караганда: Изд-во *Российско-Казахстанского университета*, 2014.- 657 с.
- 3 «Состояние и перспективы развития маркшейдерского дела и геомеханики в казахстане», журнал «Горный вестник Узбекистана», 2018.-c.17-20, авторы: Низаметдинов Ф.К., Низаметдинов Н.Ф.

#### ҰЛЫЛЫҚТЫ ҰЛЫҚТАУ – ПАРЫЗ!

## Нұрпейісова М.Б.

Сәтбаев силығының лауреаты, Қазақстан жазушылар одағының мүшесі, т.ғ.д., Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-дың профессоры

Республиканың бүкіл жұртшылығы Қазақтың шексіз де шетсіз Ұлы даласының ұлы перзенті, ХХ ғасырдың көрнекті ғалымы, КСРО ҒА академигі, Қазақ ғылым академиясының тұңғыш президенті, қазақ ғылымының атасы Қаныш Имантайұлы Сәтбаевтың туған күнін жыл сайын aman өтеді. Академик айналасындағылармен қарым-қатынас жасауда, оларға әсер етуде және болашақты болжаудғы керемет қабілеттерге ие болған, шынымен ғарыштық тұлға болған. Оның туған даласынан, жастық шағы өткен және көп жылғы геологиялық ізденіс жұмыстарын жүргізген өлесінен 1961 жылдың 12 сәуірінде ғарышқа тұңғыш комонавт Юрий Гагаринның ұшуы кездейсоқ емес. Бұл дәуірлік оқиға кеңестік білім беру жүйесінің, ғылымының, техниканың және адамзат ақыл-ойының артықшылығын әлемге паш етті. Сондықтан символикалық түрде Сәтбаевтың туған күнін Қазақстанда 12 сәуір - ғылым күні деп бекітілген. Сол күнді кеше ғана атап өттік.

Қазақтың қасиетті топырағы XX-ғасырда көптеген ғалымдарды өмірге әкелді, солардың арасында Қаныш Имантайұлының тұлғасы құзар шыңға ұқсайды. Ол Баянауылдан бастау алып, қазақтың даласын қақ жарып өтіп, Алатаудан асып, әлемдік ғылым шыңына көтерілген ұлы тұлға. Қ.И.Сәтбаев аса көрнекті ғалым-геолог қана емес, өз заманының жарық жұлдызы, ойшыл ғұламасы, мемлекет және қоғам қайраткері ретінде өте шебер ұйымдасты ру қабілетінің арқасында Қазақстанда ғылым мен индустриялық дамудың көшбасшысы болып, кеменгер ғалым атанды.

Ол Қазақ ССР Ғылым академиясының ірге тасын далаушысы, арі тұңғыш Президенті, геология- минералогия гылымдарының докторы, профессор, КСРО Ғылым академиясының

академигі, КСРО Мемлекеттік және Лениндік сыйлықтардың лауреаты атанды. Төрт мәрте Ленин орденімен, Ұлы отан соғысының орденімен, басқа да отдандық және шет елдік сыйлықтармен марапатталған ғұлама ғалым еді.

Ол туралы 1957 жылы Ұлыбритания Корольдігінің премьер-министрі Антони Иден: «Көптеген ұлттардың қаумдастығы болып отырған біздің Ұлыбританияда бірде-бір көрнекті ғалым шыққан жоқ, ал Кеңес Одағында Қаныш Сәтбаев сынды әлемдік тұлғаның туғандығы ғажап құбылыс..» деп таң қалған. Қазақ халқы:

« Ақыл-ойдан жүк тиеп, теңіздейін телегей,

Желді күні желкенсіз жеке жүзген кемедей.

Менменсіген Мәскеу мен Лондонды да тәкаппар

Таңғалдырған кім еді, Қанышаға, сен емей?!»- деп жырға қосқан.

Кеңес үкетінің алғашқы жылдарында Қазақстанда ешқандай жоғарғы оқу орны (ЖОО) болмасада, қазақ жастары орыс тілін нашар білсе де аш, жалаңаш жүріп -ақ оқып білім алуға ұмтылған. Солардың бірі Томскі технология институтында оқып, тау-кен инженері-геолог мамандығын игерген Қаныш Имантайұлы Сәтбаев болатын.

Институтты бітіргеннен кейін Қ.И. Сәтбаев өзінің туған еліне оралып, өлкеміздің геологиясын, минералдық ресурстарын зерттеуге және барлау, ғылыми ізденістерінің нәтижесін өніріске енгізуге, республикамызда индустрия алыптарын салуға зор улес қосты. Ғалымның өмір жолының шырқау шыңы — формациялық металлогениялық талдаулар мен қазба кен орындарының болжамын жасаудың жан-жақты тәсілін табу, әдісін көрсету болды. Орталық Қазақстанның металлогениялық болжам картасы әлемдегі теңдессіз ғылыми еңбек ретінде тарихқа енді. Ол КСРО-ғы металлогения ғылымын жасаушылардың көшбасшысы болды. Кен орындарын табу жөніндегі дүние жүзіндегі тұңғыш болжамдық карта бес жыл бойы Сарыарқа жонында сынақтан өтіп, болжаулы орындардың барлығында кен орндары табылды, әлі де солай бола беретіні сөзсіз.

Бұл ғылым Сәтбаев зерттеулерінің арқасында пайдалы қазындылардың қай жерде шоғырлануы мумкін екенін болжауға және геологтардың іздестіру жұмыстары н жеңілдетіп болжамдық карталарды құрастыруға мүмкіндік берді. Жезказғаннын ірі мыс рудалы аудандар қатарына жататынын Каныш Сәтбаев «Жезказған мыс кенауданы және оның минералдық минералдық байлықтары»(1932 ж.) және «Орталық Қазақстанның болжамдык металлогениялық картасы» (1950ж.) деген еңбектерінде дәлелдеп берген болатын.

Акдемик Қ.И.Сәтбаевтың басшылығымен геологиядағы металлогения саласының өмірге келуіне байланысты Қазақ тау-кен металлургия институның (осы күнгі Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалык зерттеу университетің - КазҰТЗУ) екі ғалым-ұстаздары И.И.Бок және Г.Ц.Медоев Лениндік сыйлыққа ие болды. Айтулы геолог-ұстаздар С.П.Анкинович және Е.А.Анкиноваич КСРО Мемлекеттік сыйлықтарының иегері атанды. «Орталык Казакстанныц болжамдык металлогениялык картасын» жасаған кезде Каныш Сәтбаев барлау жүргізілген аймақтан бес кен орындарын геологиялық картаға кіргізбеген. Сонда әрәптестері: «Қаныш Имантаевич, мына кен орындарын неге картаға кіргізбейміз? – деп сұрағанда, Сәтбаев әріптестеріне «Ондағы руда қоры өте тереңде орналасқан. Оны игеру қаржыны да, техниканы да көп қажет етеді. Толық пісіп-жетілмеген кен орындарын картаға енгізуге әлі ерте» - деп жауап берген. Ал, өзімен сырлас достары Мұхтар Әуезов пен Ә лкей Марғұланға: «Әдейі жасырып алып қалдым. Кейінгі ұрпаққа да керек емес пе» – деген екен. Ғұлама ғалымның сол еңбегінің жемісін бүгінгі ұрпақ көріп отыр.

Бүгінде мыс кенінің барланған қорлары біртіндеп қолға алынып, болашақта қиындықтарды болдырмау үшін, Жезқазған өңірін тағы 40-50 жылға ұзартатын Ұлытау облысында алып Сарыоба мыс кен орны іске қосылды. Орталық Қазақстанның минералдықшикізат базасы кеңейіп, «Жезқазған мысы - ел ырысы» деген ұранға айналып отырғаны Қ.И.Сәтбаевтың қажырлы еңбегінің нәтижесі деп білеміз. Орталық Қазақстан өңіріндегі, кезінде Қ.И.Сәтбаев ашып кеткен Жезқазған, Жаман Айбат, Жыланды тобы (Сарыоба, Қыпшақпай, Қарашошақ, Итауыз) кен орындары орналасқан өңірдің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге бағытталған «Орталық Қазақстанның рудалық кенорындарын ауқымды игеру кезіндегі

жер беті деформациялық процестерін кешенді мониторингтеу» атты мемлекеттік гранттық жобаның Сәтбаев университетіне жүктелуі – университеттегі ғылыми-зерттеу жұмыстары деңгейінің жоғарылығының бір дәлелі.

Жалғыз Жезқазған өң ірі ғана емес, республикамыздағы көптеген кен ошақтарының ашылуы және пайдаға асырылуы Қаныш Сәтбаев есімімен байланысты. Сонау 1940 жылы көрегендікпен: «Шығыста – Алтай алқабы, оңтүстікте – Қаратау, Орталық Қазақстанның кенді жотасы, батыста – Маңғыстау түбегі, міне, осының бәрі кен байлықтың сарқылмас көздері» - деп зор шабытпен айтқан сөзінің өзінен қасиетті қазақ даласы кен байлығының исі аңқып тұрғандығын сезінеміз және оған бүгінде көзіміз жетіп отыр.

Өткен ғасырдың 30-шы жылдарының басында Кеңестер одағы қолға алған елді жаппай индустрияландыру бағдарламасы қазақ даласына келіп жетті. Сол кезде құпиясын ішке бүгіп жатқан қазақ жерінің кенді қойнауын игеру, алып өнеркәсіп орындарының құрылысын бастау аса маңызды іс болатын. Осыған орай, К.И.Сәтбаев инженер-техникмамандарды дайындау мәселесін қызу қолға алып, қазақ жастары үшін жұмысшы факультеттері мен техникумдар, содан кейін институттарды ұйымдастырған кезеңді басынан өткерген. 1934 жылдың күзінде Алматы қаласында құрамыында геология, тау-кен және металлургия факультеттері бар Қазақ тау-кен-металлургия институы ашылып, студенттер кабылданып, бірінші оқу жылы басталды.

Ауыр индустрияда үш сала бар: геология, тау-кен өндірісі, металлургия. Геологтар іздеп, кен орындарын тапса, оны игеру тау-кен мамандарының ісі. Әрі қарай қазылып алынған кеннің құрамындағы қаншама элементтерді бөліп алу металлургиялық зауыттарда жүргізіледі. Кешегі Қазақ тау-кен-металлургия институтының, бүгінгі Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-дың(Сәтбаев университетінің) ірге тасы, өзегі - тірегі осы үш сала бойынша маманкадрлар дайындау. Олай болса, Қ.И.Сәтбаевтың Қазақстндағы осы тұңғыш инженер кадрларын дайындайтын жоғарғы оқу орнына құрылған күннен бастап, өмірінің соңғы күндеріне дейін ерекше назар аударып, ыстық ықлас көрсетіп, бар ынта-жігерімен қамқорлықжасағаны өзінен өзі түсінікті болмақ.

Иә, ұлы ғалымның тигізген шарпаты аса мол болды. Ол 1937 жылдан бастап үнемі геология мамандары бойынша бітірген түлектердің Мемлекетп к емти хан комиссиясының төрағасы болды. Ол Қазақстанның ҰҒА-ының шаңырағын көтеруде, академияның зерттеу институтарын тап осы Қазақ тау-кен-металлургия институтының түлектерімен толтықтырып отырған. Сондықтан ту бастан біздің институтымыздың дамуына мұрындық болған ұлттық мақтанышымыз Қ.И.Сәтбаевтың есіміне иеболу – ҚазҰТЗУ үшін зор мәртебе деп білеміз.

Сол кездің өзінде-ақ, ғалым ізденістерге бағыт сілтеді, ғылым кадрларын дайындауға басшылык жасады. Өзінің Ө.А.Байқоныров, И.А.Онаев, С..Жаппарханов сиякты аса дарынды шәкірттерін институтқа ұстаздық қызметке жіберіп отырды. Тек институты он жылдан астам баскарып, оку орнының осы күнгі қарашаңырағын өзі тікелей баскарып салдырган, заман талабына сай жаңа мамандықтар ашып, жаңа зертханаларды іске қосқан, оку орнын Қазақ политехникалық инситуты болып қайта құрылуын жүзеге асырған, ұлттық инженер кадрларын даярлаудың арнасын ашқан Қанекеңнің сүйікті шәкірті, осы оқу орнының алғашқы тулегінің бірі академик Өмірхан Байқоңыровтың еңбегін айтсақ та жеткілікті. Немесе, Казақстан институттыц тугыш тулегі, Ғылым академиясының алғашқы құрылтайшысыларының бірі, Ұлы устаз әл-Фарабиді отанына қайтарған, геомеханика ғылымының негізін қалаған Акжан Машаниды айтайықшы.

Қазақстан Республикасы үкіметінің 1999 жылғы 2 қыркүйектегі каулысымен біздің Қазақ ұлттық техникалық университетіне (Қазақ политехникалық институты 1994 жылдан бері осындай мәртебеге ие болған) Қ.И.Сәтбаевтың есімі берілді. Сөйтіп, Қазақ елін баоша әлемге танытқан, ұлы ғалым, ұлттық мақтанышымыз Қ.И.Сәтбаевтың есіміне ие болу біздің ұжым үшін аса зор мәртебе деп білеміз және ерекше қадыр тұтамыз. Сонымен бірге Қ.И.Сәтбаевтың есіміне ие болғанымыз біздің оқу орнының студенттеріне, тулектеріне, ұстаздарына үлкен жауапкершілік жүктейтінін терең сезінеміз.

90 жылдық өмір өткелінде Қ.И.Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ әр алуан уақиғалары мен күрделі де түбірлі қоғамдық өзгерістерін бастан өткеріп, өзінің тұтас б ір тарихын сомдады. Осы уақыт аралығында табанды окыту мен жүйелі тәрбиенің, қарқынды ғылыми ізденістердің арқасында университет қабырғасынан 150 мыңнан астам инженер мамандар біліммен сусындап, өмірге жолдама алғанын, олардың арасынан 7 Кеңес Одағының батыры, 6 социалистік Еңбек ері, алғашқы Қазақстанның «Халық қаһарманы», алташкы Еңбек ері шыққанын мақтанышпен айтамыз. Университеттің 91 түлегі Лениндік және КСРО Мемлекеттік сыйлықтарының лауреаттары атанды, 100 те жуық тулегі ҚР Ұлттық ғылым академиясына мүше болды. Сонымен қатар, 50 дан астам ұстаздар «Сәтбаев», «Есенов», «Алтын Гефест» сыйлықтарының лауреаттары және ҚР ЖОО «Ең үздік окытушысы» мемлекеттік грантының иегерлері атанды.

Тулектер арасынан айтулы мемлекет және ірі қоғам қайраткерлері, ұлт мактанышына айналған ақын жазушылар, ғылым докторлары, қазақ жұртын әлемге таныткан «Досмұхасан» өнер тобы, Олимпиада чемпиондары шықты.

Қаныш Имантайұлының жұрт өнеге тұтар табандылығы мен іскерлілігіні, ерлікке парапар бір ұлы ісі – Ұлы Отан соғысының ауыр жыдарында үкімет пен Қорғаныс министрлігі алдына, жаумен соғысу үшін қажет бронь марганецсіз құйылмайтынын дәлелдей келе, сол кездегі аса зәру кен көздерінің бірі ретінде Қазақстандағы Жезді марганец кенін жедел түрде игеруді ұсынды. Сөйтіп, көптеген геологтар мен экономистердің қарсы пікіріне қарамастан, Сәтбаевтың инициативасымен Жезді марганец руднигі құрылды да оған темір жол тартылды. Бұл кен көзі елімізді жаудан қорғау ісінде орасан зор роль атқарды. Соғыс біткеннен кейін баспа бетінде «Соғыс жылдарында жасалған әрбір он танктің жетеуі Қаныш Сәтбаевтың табандылығымен табылған құрыштық шикізаттан жасалды», «Жауға атылған оноқтың тоғызы Қазақстан қорғасынынан құйылды»- дегенді оқырман жақсы біледі.

Сонымен қатар, Қаныш Имантайұлы соғыс кезінде орталықтан жер аударылған ғалымдар мен өнер қызметкерлеріне үлкен қамқорлық жасап, майданға көмек көрсету, әртүрлі күрделі ғылыми мәселелерді шешуде оларды ортақ іске жұмылдырды. Солардың бірі Ленинградта әлемге әйгілі Пулково обсерваториясы Күннің толық тұтылуын, Лениградтың тұманды тұмшасынан ғөрі Алматыға барып, ашық аспан аясында бақылау үшін экспедициясын құрып, 1941 жылы келген болатын. Ұлы Отан сағысы басталап, қоршауда қалған Лениградқа қайтаалмай қалған астрономдар, геофизиктер және т.б. ғалымдар Алматыда қалған.

Бүгінде «Ғарыштық зерттеулер мен технологиялардың ғылыми орталығы» еншілес мекемесі Астрофизика институтының сол кездегі басшысы В.Г.Фисенков өз естелігінде: «Соғыс жылдарында біз қысылып-қымтырылмай, өзімізді еркін ұстадық, себебі біздер Қаныш Имантайұлы Сәтбаев тарапынан толық қолдау-қошеметке бөлендік. Академик Сәтбаевтың арқасында Қазақ Ғылым академиясы жанынан «Астрономия және физика институын» құрылды, институт қызметкерлеріне физика-математика ғылымының докторы ғылыми дәрежесін беру мәселесін Мәскеуге өзі барып шешті. Сәтбаевтың ұсынысы бойынша 1963 жылы ҚазССР ғылым академиясында «Аспан әлемі мен Жер туралы ғылым Бөлімшесі құрылды, оған ионосфера секторы кірді.

Қ.И.Сәтбаев өзіне тән ой-өрісінің арқасында Жер туралы ғылымды Аспан әлемі туралы ғылыммен тығыз ұштастыру қажеттігін сол кездің өзінде айқын түсінді және ол үшін қажетті ұйымдастыру шараларын жүргізді» деп жазып кеткен. Мінкей, мұндай істер соғыс кезінде КСРО аймақтарынан келген ғалымдар, әдебиет және өнер адамдарын деген Сәтбаетың қамқорлығы білгенге ұмытылмайтын жайттар. Осындай Академик Қ.И.Сәтбаевтың есімін мәңгі есте сақтау шараларының бірі, «Фесенков атындағы Астрофизика институтының ұсынысы бойынша, Марс пен Юпитер аралығында Күнді 3 жылда айнала қозғалатын кіші планетаға, АҚШ-тың Кембридж қаласындағы Халықаралық планета орталығының шешімі бойынша, ғалымның туғанының 80 жыл толуына орай (1979 ж.), Сәтбаев аты берілді. Сөйтіп, ол планеталардың халықаралық каталогіне 2402 номермен енгізілді.

Осы қуанышты хабарға байланысты, қазақ ақындары:

Құдайлығын тіріде құндайды Алып, Бұл дүниеде қалыпты кім байланып. Даныштанның талайытасқа айналса,

Біздің Қаныш ұшып жүр Күнді айналып!-деп жырға қосса, бүгінгі ғарыш әлемін зерттеушілер: сонау бойлық пен сонау ендік аралығында, Күннен пәлендей қашықтыта Сәтбаев планетасы ұшып барады деп мәлімет береді. Және де, біздер «Ғарыштық геодезия» пәнінен дәріс оқығанда жастарға Күн жүйесіндег Сәтбаев кіші планетасы бар екендігін, оның сөнбейтін жарық жұлдыз екендігін айтуды өзімізге *парыз санаймыз*.

Қ.И.Сәтбаевтың қолдауын, қамқорлығын көрген біздің университетіміз Қазақстандағы ұлттық инженерлік техникалық интелегенциясының қалыптасуының, өсіп -өркендеуінің көш басында тұрғанын ерекше атап өткіміз келеді.

Бүгінде инженер мамандарын даярлайтын Қазақстанның қара шаңырағы -Қаз ҰТЗУ-дың құрамында 1000 — та жуық оқытушы бар. Оның тек бір пайызы ғана Сәтбаевтың көзін көрген және өмір жолын Қаныш Имантайұлымен бірге бастаған А.Ж.Машанов, Ш.Е.Есенов, Ө.А.Байқоңыров, Г.Ц.Медоев, Е.А.Букетов және тағы басқалардан дәріс алғандар. Ол бір пайыз отқытушылардың жастары жер ортасынан асып, шаштарына ақ қырау түссе де жоғарыда Қ.Сәтбаевтан бастап айтылған ғұламалардың шәкіртіміз деп есептейтіндер. Олар Қаныш Имантайұлының өзін ойларында, сөздерін саналарында сақтап: «Есейіп кетсем де, мен Сізге шәкіртпін» -деп жүргендер. Иә, Қ.И.Сәтбаевтың көзін көрдік, сөзін естідік.

Қ.И.Сәтбаев ізін салып кеткен қазіргі ҚазҰТЗУ – біздің алтын бесігіміз, терең тамырымыз, мәртебе -мерейіміздің тұғыры. 2004 жылы Университетіміздің 70 жылдық мерейтойында

Білім ідеп алғаш ашқан есігім, Талайлардыәлдилеген бесігің. Ұшып шыққан осы ұядан шәкірттер,

Ақтап жүр гой Қаныш ата есімін.... деп жырға қоссақ, биыл талайлар талдай болып кіріп, таудай азамат болып шыққан, инженерлік білім мен ғылымның Хан Тәіңірі - ҚазҰТЗУ-дың 90 жылдық мерейтойына келесі жыр жолдарын арнадық

Тянь-Шаньдай бір мен үшін алып тұлғаң, Әлеммен бар қазынаң таныстырған. О, менің Қарашаңырақ - таумекенім, Алғашқы ақ жолыңды Қанышсызған.

Мен сенің мектебіңнен білім алдым, Санамды ғылыми сара жолға салдың. Өсіріп өрендеріңді өсиетіңмен, Жырболып жадтарында мәңгі қалдың!

> Мен сенің шәкіртіңмін үміт еткен, Ғажайып жетістіктерге қолы жеткен. Әр тасыңсүрінгендерге сүею болған, О, ҚазҰТЗУ- қасиетті едің неткен!

Мен сенің құдіретіңе бағынамын, Асқақтап, зулап, алға ағыламын. Инженерлік білімнің-Хан тәңірі Тасыңашым-кесте боп жазыламын!

Жастарға білім мен ғылымның кілтін ашудан, үйретуден, ғылымды насихаттаудан жалықпаған ұстаздардың ұстазы, ғұлама ғалым Қ.И.Сәтбаевтан үлгі -өнеге алған ҚазҰТЗУ-дың бүгінгі аға буын ақылман ағалары мен батагөй апалары жастарды жоғары біліктілікке

шыңдауда.

Халқымыздың дана нақылдарының бірі «Ұстаз ұстаз емес өз шәкірті үшін күймесе, шәкірт шәкірт емес өз ұстазын сүймесе» -дегендей, нағыз Ұстазымыз болып өткен Қаныш Имантайұлы жайлы естеліктер қаншалықты көп жазылса да олардың ешбірі артық емес. Қазақ елінің мандайына біткен жарық жұлдыздарының бірі Қаныш Сәтбаев деп айтуға толық хақым бар деп санаймын. Қалай болғанда да, ғылымда сайрап жатқан өшпес із қалдырған ұлағатты ұстаздарды шәкірттері естен шығармақ емес. Әлде болса, біздің Қаныш Сәтбаев туралы айтарымыз көп, болашақта ғалым еңбектері туралы зерттеулер жалғаса бермек.

Алатау алыстаған сайын биіктеп, аскақтап көрінеді. Жалпы тіршілікте де алыстаған сайын асқақтай көрінетін адамдар да болады. Біз үшін сондай адам – Қ.И.Сәтбаев деп білеміз. Оның ғибратты ғұмыры бізге өмірлік рухани азық. Жыл сайын «Сәтбаев оқуларын» өткізу - ұрпақтары, шәкірттері, біздердің *парызымыз*.

Жаратушымыз, адамға екі тізе бергенде: біреуін ұстаздың алдында, екіншісін дәрігердін алдында бұгуге берген екен деген қағида бар. Сол айтылғандай, қазақ деген халықтың адамзат құрылымының арасында мөр басып тіркелген паспорты, мәңгі мақтанышы және Қазақстанның инженерлік кадрларын даярлайтын тұңғыш ұстаханасы, бүгінгі инженерлік білім мен ғылымның Хан Тәіңірі болып отырған университеттің ірге тасын қалаған Сәтбаев сынды ұлы ұстазды еске алу, тағзым ету және қалдырған мәңгілік ізін, қадір қасиетін келер ұрпаққа айтып кету – қай-қысымызға да *парыз*.

УДК 539

# ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ НА ГОРЕВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Милетенко Н.А. - к.т.н., с.н.с., Федоров Е.В. -к.т.н., зав. отделом ИПКОНРАН, г. Москва, Россия

**Аннотация.** Рассмотрены условия разработки уникального месторождения у реки Ангары. Проведен анализ состояния отработки участка комбинированным открытоподземным способом. Полученные результаты позволили сделать вывод и предложить рекомендации для эффективного и безопасного ведения горных работ. О тмечена важность обеспечения экологической безопасности уникального природного объекта при освоении недр и в долгосрочной перспективе.

**Ключевые слова:** комбинированная отработка, дамба, гидрогеологические условия, геомеханические процессы, дренажные воды, математическое моделирование, междисциплинарные методы.

Горевское месторождение свинцово-цинковых руд, которое находится в Мотыгинском районе Красноярского края, является уникальным по запасам металлов и качеству руд. На его долю приходится свыше 42% общероссийских запасов свинца - сейчас на нем добывают и перерабатывают 2,5 миллиона тонн в год. По последним данным его запасы составляли свыше семи миллионов тонн свинца, почти два миллиона тонн цинка и около шести тонн серебра. Промышленная эксплуатация месторождения началась около 20 лет назад и обозначила комплекс особенностей, которые необходимо учитывать при решении задач его освоения, а именно: климатические условия — район приравнен к Крайнему Северу; нахождение месторождения прямо на берегу реки Ангара, при этом часть рудных тел уходит под русло реки. Необходимость разработки карьера определила строительство защитной дамбы, которая пододвинула Ангару почти на триста метров (рисунок 1).



Рисунок 1. Вид на дамбу, отделяющую карьер от русла реки Ангары

За дамбой первой очереди запасов осталось на восемь лет, поэтому к строительству готовится вторая очередь, соответственно, наступление на русло будет продолжено. Сейчас в этом месте ширина Ангары составляет 2,4 километра, и новая дамба подвинет реку на километр.

Еще одна особенность состоит в том, что месторождение, разрабатываемое открытым способом, в перспективе планируется к отработке комбинированным открыто-подземным [1,3]. При этом глубина карьера, составляющая на сегодня 250 м, будет увеличена до 500 м. Из междамбового пространства будет откачана вода и дамба 1-й очереди будет разобрана (рисунок 2).

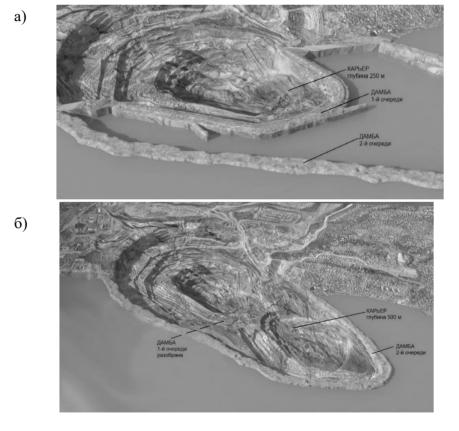


Рисунок 2. Динамика изменения состояния карьерного поля а) при глубине карьера 250 м и наличии дамбы 1-й и 2-й очереди; б) при увеличении глубины карьера до 500 м наличии дамбы 2-й очереди.

Разработка месторождения вовлечет в хозяйственное пользование следующие виды природных ресурсов:

- природный ландшафт территории, накоторой ведется добыча минерального сырья;
- почва по мере отработки карьера эта почвабудет использоваться для рекультивации;
- гидроресурсы почвенные и сточные воды скапливаются на дне карьера. По водоотливу их перекачивают в отстойник и после осветления повторно используют в производственном процессе дробильно-обогатительной фабрики;
- атмосферный воздух мероприятия по уменьшению вредного воздействия на атмосферу.
- недра при разработке месторождения вскрышные породы складируются на внешнем отвале, а сопутствующие минералы не участвующие в процессе обо гащения, складируются в спецотвалы.

Особое внимание при этом следует уделить вопросам оценки гидрогеологических условий разрабатываемого месторождения, поскольку наиболее остро на «Горевском ГОКе» стоит проблема с загрязнением гидросферы. Загрязнение карьерных вод происходит в основном мелкодисперсными взвешенными частицами, которые образуются при бурении взрывных скважин, дроблении пород взрывным способом, погрузочных и транспортных работах. В связи с высоким уровнем механизации горных работ происходит загрязнение карьерных вод нефтепродуктами. В связи с большим разнообразием качественно-количественного состава и свойств сточных вод на карьере применяют следующие методы очистки и обеззараживания: от взвешенных веществ, минеральных солей, солей тяжёлых металлов, органических и бактериальных загрязнений.

Сложность гидрогеологических условий месторождения также связана стектоническим строением и неравномерной проницаемостью пород. На месторождении выделены два типа подземных вод: пластовые воды четвертичных отложений и трещинные воды коренных пород. Первый тип подземных вод питается за счет атмосферных осадков, поэтому влияние этих вод в общей обводненности месторождения незначительно. Трещинныеже воды коренных пород представляют собой безнапорные воды рудовмещающей толщи и коренных пород. Подземный поток их формируется за счет инфильтрации в четвертичных отложениях, а в подрусловой части - за счет поверхностного стока реки.

Карьерные воды образуются в результате накопления смешанных подземных и поверхностных природных вод, насыщенных мелкодисперсными взвешенными частицами добываемого минерального сырья и вмещающих пород, которые образуются при работе погрузочных и транспортных средств. В связи с высоким уровнем механизации горных работ происходит загрязнение карьерных вод нефтепродуктами.

По трубам вода выводится за пределы карьерного поля и сбрасывается в дренажную канаву, по которой она стекает в отстойник, где происходит осветление сточных вод. Этот способ прост в техническом отношении и достаточно экономичен.

На предприятии предусмотрен комплекс мер по контролю за охраной окружающей среды и промышленной санитарии, однако, на данный момент не предложен способ защиты от значительных объемов выводимых иззоны разработки месторождения агрессивных вод. Необходимо также предусмотреть развитие специальных исследований по взаимодействию геомеханических и гидрогеологических процессов в связи с возможным сдвижением массива горных пород при увеличении масштаба техногенного воздействия на геосреду. В этих исследованиях должны быть использованы методы математического моделирования геопроцессов и разработана система инструментального геомониторинга за сдвижением массива горных пород[2,4-10].

Ситуация осложняется также близким расположением 3-х рабочих поселков в непосредственной близости к месторождению. Все это в своей совокупности требует системного подхода по обеспечению безопасного ведения горных работ посредством определения просачивания воды в карьер, мониторинга состояния массива горных пород,

контроля за поведением и выводимых за пределы разрабатываемого участка агрессивных вод. Необходимо учесть, что все указанные особенности предполагают также новую постановку задач по обеспечению безопасного ведения горных работ на основе оценки развития процессов фильтрации воды в карьер и изменения геомеханического состояния водозащитной дамбы по мере углубления карьера, а также мониторинга сдвижениямассива горных пород.

Вне зависимости от степени проработки проектных материалов, представляется очевидным, что загрязнение Ангары будет иметь долговременный, масштабный и необратимый характер, и эта проблема в перспективе будет только возрастать. При этом необходимо учитывать, что река Ангара — уникальный по своим характеристикам природный объект: она молодая по геологическим меркам, быстрая, чистая и порожистая — единственная вытекающая из озера Байкал. Особая тревога также связана с потенциальным ущербом рыбным ресурсам. Очевидно изменение гидрогеологического режима, а также климатических изменений вследствие образования незамерзающей полыньи. Возможный ущерб оценивается в два миллиарда рублей, поэтому требует стратегической комплексной экологической программы защиты, которая бы минимизировала причиняемый вред.

### Список использованной литературы:

- 1. Комплексное освоение недр земли. (Авт. Трубецкой К.Н., Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Радченко Д.Н. и др.) М: ИПКОН РАН, 2011, 276с.
- 2. Развитие ресурсоберегающих и ресурсовоспроизводящих геотехнологий комплексного освоения месторождений полезных ископаемых (Авт. Трубецкой К.Н., Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Радченко Д.Н. и др.) М: ИПКОН РАН, 2012, 206с.
- 3. Трубецкой К.Н. О совместном вскрытии карьерного и шахтного полей при комбинированной разработке месторождений // ФТПРПИ.- 1968. №7. С.58-63.
- 4. Трубецкой К.Н., Иофис М.А., Милетенко И.В., Милетенко Н.А. и др. Проблемы комплексного гидрогеологического и геомеханического техногенного воздействия на геосреду. В сборнике: Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды Екатеринбург: Институт горного дела УрО РАН, 2012. С. 23-28.
- 5. Трубецкой К.Н., Милетенко Н.А. Негативные последствия взаимовлияния гидрогеологических и геомеханических процессов при освоении недр. В сб. «Проблемы и перспективы комплексного освоенияи сохранения недр». М.:ИПКОН РАН, 2014. С.172.
- 6. Трубецкой К.Н., Милетенко Н.А., Одинцев В.Н. Развитие методов прогноза опасных геомеханических и гидрогеологических процессов при освоении земных недр. В сборнике: Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках Материалы XXI Международной научной школы 2011. С. 341-343.
- 7. Милетенко Н.А., Одинцев В.Н. Моделирование прорыва воды из наземного резервуара в подземную горную выработку // Маркшейдерский вестник. −2016. № 4. С. 40-44
- 8. Трубецкой К.Н., Милетенко Н.А. Влияние гидрогеологических и геомеханических процессов при освоении недр. Научно-техническое обеспечение горного производства. Материалы Международной научно-практической конференции «Горные науки в индустриально-инновационном развитии страны», Т.87, Алматы, 2015 г. С. 290-292.
- 9. Геомеханика. Учебник для ВУЗов / М.Б.Нурпеисова, Н.А.Милетенко- Алматы: КазНИТУ, 2015. 245с.
- 10. Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б. Инновационные методы ведения комплексного мониторинга нагеодинамических полигонах (монография). Алматы: КазНИТУ, 2016.-215 с

## ЭФФЕКТ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ КАК СЛЕДСТВИЕ ПРИЧИНЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД

Саййидкосимов С.С. - д.т.н., профессор Казаков А.Н. - PhD, доцент Низамова А.Т. - PhD, доцент

Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова Сохибов И.Й. - PhD

Филиал Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова в г. Алмалыке

Аннотация. Рассмотрена роль геологической памяти при формировании напряженного состояния массива горных пород, который является накопителем и носителем многовековой информации. Показана связь и зависимость деформационно-прочностных характеристик горных пород от истории формирования и развития массива в земной коре. Приведены результаты оценки изменения напряженно-деформированного состояния массивов горных пород и конечно-элементного моделирования тектонического состояния долины гравитационного типа в зоне месторождения до проведения горных работ, а также на основе результатов моделирования, показана оценка устойчивости бортов угольного разреза «Ангренский».

**Ключевые слова:** геологическая память, горные породы, массив горных пород, напряженно-деформированное состояние, моделирование.

При ведении горных работ в априори большое значение имеет получение надежной и достоверной информации о напряженном состоянии массива горных пород. Задачи экспериментального определения действующих в массиве напряжений возникают как на стадии проектирования объектов, так и на этапе эксплуатации и консервации.

Все решения, связанные с управлением и прогнозированием состояния массива горных пород, принимаются в условиях недостаточной и недостоверной информации. Мы до сих пор недостаточно информированы о горных породах — это не до конца изученный объект [1]. Горная порода хранит в себе многовековую информацию. Вопрос познания этой информации остается вечной проблемой горной науки. В тоже время массив горных пород хранит в себе информацию, связанную с геологической памятью горных пород.

Математическое моделирование или объемная геометризация геомеханических процессов, происходящих в горном массиве? При этом математическая модель должна быть наиболее информативной. Например, применение известных математических методов — теории распознавания образов, теория систем, теория больших чисел, теория массового обслуживания и другие.

При геометризации месторождений важное значение приобретает изучение качественных свойств полезных ископаемых. Геометрические графики, отображающие качественные свойства, дают возможность установить определенную зависимость между компонентами, входящими в состав полезного ископаемого, и тем самым характерразмещения этих компонентов в полезном ископаемом, что имеет существенное значение при проектировании, текущем и перспективном планировании развития горныхработ.

Горные породы неоднородные по составу, строению и сложению, что проявляются в их физических свойствах, таких как плотность, пористость, упругость, пластичность, хрупкость, твердость, разрыхляемость, плывучесть, влажность, проницаемость, естественная радиоактивность, а также в электрических, магнитных, акустических, нейтронных и других свойствах.

Перечисленные свойства горных пород в той или иной степени влияют навыбор метода

разведки и рациональной разработки месторождения, выбор системы управления качеством полезного ископаемого, обоснование технологий переработки минерального сырья.

Особенностью деформационно-прочностных характеристик горных пород является связь и зависимость их от историй формирования и развития массива в земной коре.

Следует подчеркнуть, что земная кора и ее участки в пределах шахтных полей предстают как неповторимые, т.е. единственные в своем роде массивы твердого тела. Это обстоятельство требует полного изучения состояния и свойств массивов пород на каждом руднике. Проанализировав полученную информацию и сопоставив ее с существ ующими гипотезами интересующих процессов, можно сформировать ее геомеханическую модель адекватно отражающую конкретные условия.

Естественным напряженным состоянием массивов горных пород называют напряженное состояние, возникшее в горном массиве под воздействием совокупности внутренних и внешних факторов в земной коре с начала ее формирования и на протяжении всего геологического времени развития (рис. 1).

Естественное напряженное состояние является интегральным результатом всей совокупности силовых воздействий на массив горных пород, а его качественные показатели характеризуют начальное поле напряжений при решении задач горной геомеханики.

Наиболее значимыми факторами, сформировавшими естественные поля напряжений, являются гравитационные, гидростатические и тектонические усилия.

Параметры поля напряжений в массиве характеризуются большой изменчивостью, как по площади, так и по глубине находятся в сложной зависимости от тектоники региона, интенсивности современных движений, свойств пород, структурных неоднородностей и нарушенности массива, рельефа и ряда других параметров.

В связи с этим даже при оценке напряженного состояния массива в пределах отдельного участка месторождения необходимо определение его локальных особенностей. Проблема напряженного состояния нетронутого массива ограничивается условиями аномального сжатия, причиной которой являются тектонические напряжения, сформировавшиеся в массиве в течении предшеств ующего геологического времени в конкретной геотектонической и тектонофизической обстановке. Обозначим наибольшее сжимающее напряжение в тензоре тектонических напряжений вектором Т.



Рисунок 1. Геологические и геодинамические условия формирования напряженного состояния массива горных пород

Модуль вектора тектонических сил определится как разность модуля небольшого сжимающего напряжения  $\sigma_3$  в массиве и модуля вектора гравитационных сил P[2]

$$T = \sigma_3 - P. \tag{1}$$

Уровень величин тектонических напряжений можно ориентировочно оценить по эмпирической формуле

$$T < (0.3-0.5) \sigma_{cx},$$
 (2)

где  $\sigma_{\text{сж}}$  – предел прочности породы (в образце) на одноосное сжатие.

Интерес представляют условия в массиве, при котором T> P.

При условии T> P можно теоретически установить распределение сил в массиве [2].

При длительном действии напряжений в зависимости от их интенсивности в породах может наблюдаться либо упругая деформация плюс ползучесть, либо упругая плюс текучесть. В массиве

горных пород обычно поддерживается определенный уровень тектонических напряжений. Накоплению тектонических напряжений противостоит процесс их уменьшения во времени – релаксация. Рассмотренные условия формирования напряженного состояния нетронутого массива показывают принципиальную разницу распределения тектонических напряжений. Определенные концентрации тектонических напряжений возникают вследствие различной скорости деформирования. Изучение концентраций напряжений в условиях взаимодействия пространственно-геометрического и временного факторов при математическом решении требует интегрирования как по координатам, так и по времени.

На основании вышеизложенного для условий угольного разреза «Ангренский» была выполнена оценка изменения напряженно-деформированного состояния массива горных конечно-элементное моделирование тектонического гравитационного типа в зоне месторождения до проведения горных работ. Для таких расчётов применялась программа Solidworks Premium SP1.0.2019, алгоритм которой предусматривал слоистость массива и выбор вариантов различных линий сдвижения в виде дуг окружностей с поиском наиболее опасной поверхности сдвижения. При этом программа также учитывала сейсмическое воздействие на сооружение и определяла устойчивость методами Г.Крея, К. Терцаги и весового давления, по результатам которых была выполнена оценка устойчивости угольного разреза «Ангренский» [3]. Геомеханическое состояние месторождения является исходным положением в формировании геомеханических процессов, происходящих в прибортовом массиве в период его вскрытия и разработки. Поэтому большой интерес представляла реконструкция напряженно-тектонических полей до начала разработки месторождения и количественной оценки тектонической структуры, которое было выявлено на основе точечно-пространственного математического моделирования рельефа системы «Долина-предгорье» (рис.2).

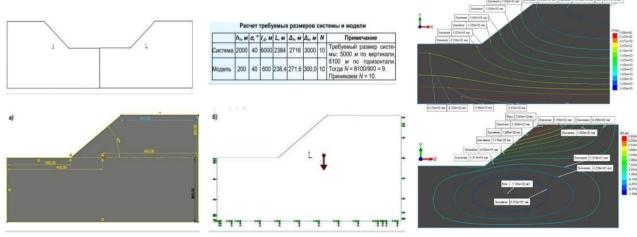


Рисунок 2. Схема сечения Ангренской депрессии в районе угольного разреза «Ангренский» и размеры симметричной модели

Рисунок 3. Эпюры смещений Uy/10, Ux/10, мм

современном структурном плане Ангренское месторождениеприурочено к Ангренской депрессии, которая представляет собой в верхней части долины (зона Ангренского месторождения) корытообразную грабен-синклиналь шириной до 6 км. Альтернативная гипотеза трех тектонических плит объясняет образование в долине взбросонадвигов тангенциальными разрывных структур виде деформациями, происходящими якобы от взаимодействия плит Кураминского поднятия и Чаткальского горста на плите-основании, верх которой обнажается долиной. Следует иметь ввиду, что выше сказанное навело на мысль о внешнем силовом поле, действующем на зону месторождения, что и послужило поводом выполнить данные исследования и получить необходимые численные величины напряжений.

Характер смещений Uy и Ux выявляет особенности напряжённого состояния предгорий и долины до начала горных работ (рис.3).

Для изучения механизма появления первой трещины и силовых условий потери устойчивости было проведено численное исследование долины, как объекта, зажатого предгорьями, с максимальной высотой (2000 м) и углами склонов (40°).

Как отмечено исследованиями [3], поверхность долины и глубинные слои испытывают повышенные горизонтальные ( $\sigma_x$ ) и сдвиговые напряжения ( $\tau_{xy}$ ), которые до начало горных работ сгенерированы самой конфигурацией предгорий. А механизм появления первой и сформулирован как геологическое последующих трещин, явление законсервированных историей долины в придонной зоне поперечных для долины растягивающих напряжений. В достаточно твёрдых породах зона придонных трещин способствует внезапному появлению первой трещины и затем включается в действие сжатая зона, расположенная ниже зоны растяжения, которая, освобождая от сжатия нижние слои может выталкивать блок, расположенный на слабом контакте. В случае слабых пород атмосферные осадки, проникая в ослабленный трещинами верх массива галечника, за десятки лет просто вызывают его сползание по имеющимся наклонам. Установлено, что такой механизм появления трещин согласуется с паспортами оползней «Северный» и «Центральный» наразрезе «Ангренский».

Таким образом при моделировании тектонического состояния района угольного разреза «Ангренский» до проведения горных работ было установлено, что геомеханические процессы в формировании оползня также имеют генетическую связь с «геологической памятью» горных пород вовлеченных в оползневой процесс. В частности, в проявлении первой трещины в теле горных пород, составляющих массив оползня [3].

#### Список использованной литературы:

- 1. Барон Л.И. Горно-технологическое породоведение. Предмет и способы исследований. М.: Недра, 1977.-324 с.
- 2. Марков Г.А. Тектонические напряжения и горное давления в рудниках Хибинского массива. Л.: Наука, 1977.-213 с.
- 3. Саййидкасимов С.С., Сохибов И.Ю. Моделирование тектонического состояния района угольного разреза «Ангренский» до проведения горных работ// Горный вестник Узбекистана.-Навои, 2022.- №4.- С. 31-38.

УДК 622.83

## ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

#### Чунуев И.К.

профессор кафедры "Маркшейдерское дело и ГИС технологии" Кыргызского государственного технического университета (КГТУ) им.И.Раззакова, президент Кыргызского общества экспертов недр (КОЭН),

**Аннотация.** Ключевой задачей, способствующей развитию Кыргызской Республики, является цифровизация экономики, промышленности, образования, связи, переход к цифровой модели оказания государственных услуг и др. Последние вызовы времени (всемирная пандемия коронавирусной инфекции) ясно обозначили не только эффективность, но и важность перехода к цифровому формату.

Ключевые слова: цифровизация, ГИС, горное део, КР, программы

1. Система "Образование, наука и производство". С момента образования кафедры "Маркшейдерское дело и ГИС технологии" (2000г) были организованы экспериментальная система, объединение "кафедра-производство" и Центр инновационных технологий, которая

включала параллельное обучение и работу студентов на производстве (2 недели учеба - 2 недели работа), 2-х годичную стажировку на производстве студентов 5 курса или выпускников с замещением оплачиваемых должностей. А также привлечение инженерно-технического персонала рудников в учебном и научном процессе кафедры. Что позволило в кратчайшие сроки эффективно внедрять научные разработки в производство и наоборот- передовые технологии, оборудования и компьютерные программы в учебный и научный процессы [1-6]. При этом базовыми предприятиями были: флагманы горнорудной промышленности республики-Кумтор и Кыргызалтын.

В условиях пандемии коронавирусной инфекции перевод сотрудников и студентов на удаленный формат работы привел к совершенствованию методики преподавания с широким внедрением возможностей цифровизации, и наличием на кафедре известных программ – GEMCOM, MICROMINE, SURPAC, DATAMINE и др. Больше внимания стало уделяться самостоятельной работе студентов. Появились новые стандарты контроля качества знаний и существенно изменился контроль за исполнением образовательных стандартов как студентов, так и профессорско-преподавательского состава.

Особую обеспокоенность в первые месяцы удаленной работы вызвала способность студентов выполнять графическую составляющую учебного процесса. Однако в результате совместной работы техническо-информационной базы университета и издателей программного обеспечения удалось обеспечить всех студентов и задействованных сотрудников университета 5 специализированными программами и модулями автоматизации

решения 44 геологических и маркшейдерских задач с краткосрочными электронными лицензиями и с доступом ко всему массиву обучающих материалов насайтах разработчиков.

В то же время защита дипломных проектов в удаленном режиме была быстро апробирована и не выявила никаких сложностей, несмотря на ожидаемые проблемы.

2. Деятельность государственных органов в области реализации политики иифровизации недропользования. Деятельность Государственной комиссии по запасам и Комиссии по лицензированию была переведена в дистанционный формат работы при техническом содействии Кыргызского общества экспертов недр (КОЭН). Заседания проходили в срок и в полном объеме. С учетом возросшей нагрузки на вышеприведенные органы по выдаче необходимых документов по форс-мажорным обстоятельствам для банковских и инвестиционных структур можно сказать, что работа Министерства природных ресурсов превышает отличные оценки.

Продолжается работа по гармонизации Национального стандарта КырКЗ (KyrRC) по публикации отчетности о результатах геологоразведки, оценки ресурсов и подсчета запасов твердых полезных ископаемых на основе шаблона КРИРСКО (CRIRSCO).

Составлен и внедрен инструмент перевода запасов из Инструкций ГКЗ КР 2010 года в формат Стандарта КырКЗ. Прорабатывается вопрос согласования запасов Классификации ГКЗ КССР 1985 года в Стандарт КырКЗ.

Кроме того, ведется работа по сведению к единому формату координатных систем 6 государственных органов, использующих разные системы координат: Гаусс-Крюгер 1942, WGS84 и KYRG06. А также нормативно-правовая база внедрения Беспилотных систем маркшейдерской съемки и сканеров. Ведется работа по переоценке начальных извлекаемых запасов, накопленной добычи и структуры остаточных запасов углеводородов на основе блочного моделирования.

- 3. **Контроль за запасами полезных ископаемых и охраны недр.** В настоящее время вводятся Публичные отчеты о результатах геологоразведки по Стандарту КырКЗ. Данная норма возможна при решении следующих вопросов:
- -Независимый институт компетентных лиц. Образовано в виде Кыргызского общества экспертов недр (КОЭН) в 2017 году.
- -Внедрение цифровых технологий в проведение государственной экспертизы запасов полезных ископаемых позволит эффективно решать задачи без прямых межличностных контактов и бумажного документооборота.

-Подготовлены необходимые правовые изменения, которые предусматривают передачу заявителями материалов для проведения государственной экспертизы запасов с использованием только электронных носителей, а также получение заключений государственной экспертизы в электронном виде.

-Подписание документов независимыми экспертами с использованием электронных цифровых подписей.

Переход к цифровым моделям проведения государственной экспертизы повысит эффективность использования временных и технических ресурсов, позволит привлекать к проведению государственных экспертиз высококвалифицированных специалистов вне зависимости от мест их проживания, а также облегчит подготовку и оформление материалов государственной экспертизы запасов полезных ископаемых.

**4. Контроль и мониторинг эксплуатации опасных природных объектов.** Продолжается работа по регулярному надзору за хвостохранилищами, прорывными горными озерами, современной оползневой активностью, предупреждению последствий землетрясений и др.

Данная работа увязана с ранее сказанным внедрением Беспилотных систем съемки. Проводится увязка и сравнение данных стандартными инструментами и с помощью дронов и уже обоснована эффективность для быстрого принятия решения для нужд МЧС КР – удалось провести ранее оповещение и эвакуацию населения при прорыве озер Адыгене вблизи ущелья Ала-Арча и в Белогорском ущелье Сокулукского района Чуйской области.

Обосновывается необходимость надзора за урановым наследием на ежеквартальной основе, а не как сейчас раз в 3 года.

5. Безопасное и эффективное освоение высокогорных месторождений полезных ископаемых в Кыргызской Республике. На базе кафедры "Маркшейдерское дело и ГИС технологии" и Центра инновационных технологий при содействии Кыргызского общества экспертов недр (КОЭН) ведутся научно-исследовательские работы по созданию отечественного программного продукта по созданию 3D модели горного производства «Умный рудник». Разрабатываемые модули включают: цифровое моделирование месторождения на базе топографической съемки и результатов геологоразведочных работ, проектирование, автоматизация сбора данных о состоянии горного массива (на базе успешно внедренных приборов Blastmaker и Cobus КРСУ) и районирование карьера по фактору устойчивости бортов, автоматический мониторинг состояния отвалов и бортов, диспетчеризация, оповещение, использования беспилотных летальных аппаратов и сканеров, оптимизация отчетности деятельности предприятия. Данный программный продукт стал основой разработки нормативного документа «ПРАВИЛА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ И УСТУПОВ КАРЬЕРОВ, РАЗРЕЗОВ И ОТКОСОВОТВАЛОВ», в которой:

1. Легализованы новые методы и приборы наблюдений (GPS) [5,6] (рис.1), также радарные наблюдения за деформациями; 2. Регламентированы размеры зон, в пределах которых должны вестись наблюдения; 3. При ведении радарных наблюдений регламентирована возможность снижения нормативных коэффициентов запаса устойчивости уступов и бортов на завершающей стадии отработки запасов; 4. Дана возможность создания площадной сети реперов (рис.1 и рис.2), а не системы профильных линий, в т.ч. в карьерном пространстве. Применяемые приборы : Система "Leica" Автоматическая система мониторинга Leica GeoMoS работает в режиме он-лай 24/7 бесперебойно. Фактически готовность системы составляет 100%. На карьере имеются свыше 800 мониторинговых точек. Система "MSR300" и Система "MSR400". Радиолокационная система круглосуточного отслеживания смещения бортов карьера в реальном времени на участках северо-западного борта и юго-восточного борта карьера работают непрерывно 24 час в сутки.

При этом документ включает *новизну в области расчетов устойчивости (рис.3)* : 1. Наряду с традиционными методами расчетов легализованы вероятностные методы расчетов и расчеты устойчивости наоснове численного моделирования; 2. Расширена сетка нормативных

коэффициентов запаса в зависимости от изученности, оставшегося срока службы, наличия людей в рабочей зоне и т.д.; 3. Учтено влияние взрывных работ и сейсмики на устойчивость уступов; 4. Для отвалов скальных пород на прочном основании сняты ограничения по высоте яруса, а также разрешена разгрузка самосвалов под откос; 5. Разрешена отсыпка отвала в режиме управляемой деформации, т.е. неустойчивых отвалов при соответствующем маркшейдерском сопровождении; 6. Легализованы расчеты на основе индексов GSJ и нелинейного критерия прочности Хоека-Брауна; 7. Добавлен способ оценки коэффициента структурного ослабления на основе учета прерывистости трещин (программа DIPS): 8.Определены технологические параметры обеспечения устойчивости рабочих уступов с учетом дополнительной нагрузки от применяемыхбольшегрузых оборудований и техники.

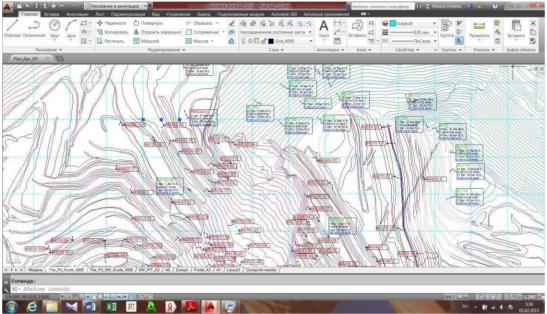


Рисунок 1. Площадной принцип построения наблюдательной станции за счет использования GPS-технологий, что позволяет получить полные трехмерные вектора смещения точек земной поверхности и пространственные компоненты поля деформаций

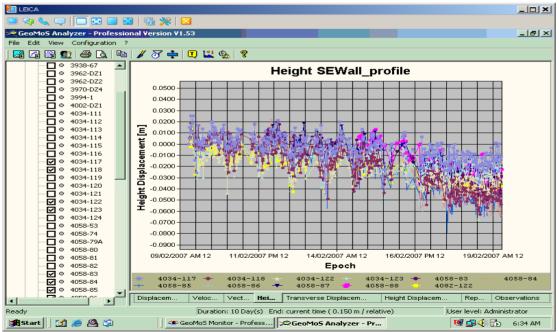


Рисунок 2. Наблюдение за устойчивостью борта карьера в реальном режиме времени с помощью GPS

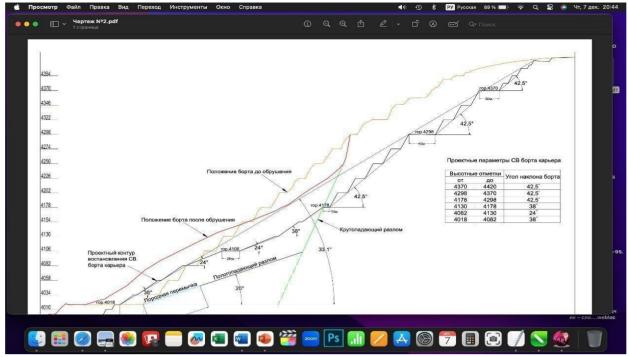


Рисунок 3.Оптимизация параметров бортов и уступов карьера по результатам наблюдений за деформацией массива с учетом тектонических напряжений, сейсмики и структуры месторождения.

Система «Маптек Ай-Сайт»™ (рис.5) предоставляет эффективные решения для съемочных работ с использованием современных технологий. Интегрированная система аппаратного и программного обеспечения позволяет использовать лазерное сканирование для создания трехмерного облака точек, создавать цифровые изображения высокого разрешения, обрабатывать и фильтровать данные для дальнейшего использования.



Рисунок 4. Обсуждение на кафедре возможности использования современных приборов, оборудований и программ в учебном процессе и на производстве с привлечением их разработчиков и дилеров.

Ай-сайт является идеальным решением для съемочных работ на горных работах. Быстрое, безопасное и точное получение данных значительно уменьшает время, необходимое для съемки. Полученные данные далее можно экспортировать в применяемый горногеологический пакет для планирования горных работ, что позволит вести точный учет объемов штабелей/отвалов, движенияматериалов и объемов работ.

Решаемые задачи:

Сканирование рудных складов и отвалов.

Быстрый подсчет объёмов на конец месяца в рудных складах.

Сканирование карьеров для получения обновленной топо-поверхности.

Сканирование линий электропередач-Сканирование ЛЭП может показать участки, где провода провисли больше проектного – с помощью измерения дистанции между проводами и топо-поверхностью и др.

Применение методов космической геодезии для определения скоростей движения блоков земной коры в районе разработки месторождений полезных ископаемых (МПИ) и ГЭС.

Изучение современных движений земной коры территории Тянь-Шаня посредством GPS-измерений было начато в 1992 году [7,8]. Непосредственно на месторождении Кумтор была заложена станция в 1995 г. и наблюдения проводились непрерывно автором данной статьи с участием сотрудников Института высоких температур АН Российской Федерации. С этого момента было начато развитие Центрально-Азиатской GPS-сети и накопление данных ее наблюдений.



Рисунок 5. Лазерное сканирование рудных складов и отвалов, а также провисание ЛЭП Эти

данные обрабатываются специалистами НС РАН при помощи программного комплекса GAMIT/GLOBK (Herring et.al., 2009) с целью получения согласованного набора оценок скоростей пунктов GPS-наблюдений. Регулярно проводимые полевые наблюдения и совершенствующаяся методика обработки (ФГБУН Научная Станция РАН в г. Бишкек) (Костюк, Баркалова, 2008; Мансуров, 2015) позволяют каждый год получать все более точные оценки этих скоростей. На сегодняшний день в отдельных областях Тянь-Шаня густота расположения пунктов GPS-наблюдений и точность оценки их скоростей позволяют провести детальный анализ распределения локальных деформаций вблизи эксплуатируемых месторождений и гидросооружений. Для получения карты распределения деформаций в

масштабе региона Тянь-Шаня используются оценки скорости более 50 пунктов GPSнаблюдений, лежащих в пределах 41.65°—42.9° с.ш., 73.5°—76.2° в.д. Ошибки оценки горизонтальной компоненты этих скоростей не превышают 0.3 мм/год. Общий тип деформации остается субмеридиональным сжатием региона Тянь-Шань. При этом горизонтальная составляющая деформации превышает вертикальную в 1,5-2 раза. Эти данные мы широко используем в создании геомеханической модели разработки месторождений и оценки устойчивости гидротехнических сооружений [9].

Таким образом, в данной статье *цифровизация горного производства рассматривается в комплексе* — начиная от вопросов лицензирования; оценки, учет и контроль движения запасов; цифрового проектирования безопасных параметров горного производства; разработка и внедрение высокопроизводительных и высокоточных методов и средств производства маркшейдерских и геодезических работ; автоматического контроля безопасных условий производства работ.

### Список использованной литературы:

- 1. Чунуев И.К., Дуйшеналиев Ж.М Организация мониторинга отвалов и ледников на руднике Кумтор. В сборнике "Проблемы геомеханики и геотехнического освоения горных территорий", Бишкек, 2001. С.70-75.
- 2. Чунуев И.К. Методика определения качества породных массивов на начальных стадиях проектирования. Программа DIPS. ИЗВЕСТИЯ Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова. №33. Бишкек, 2014. *С.* 554-557.
- 3. Чунуев И.К. Исследование естественного и вторичного напряженно-деформированного состояния и параметров сдвижения горных пород в геодинамически активных районах. Инженер №9, 2015 г.Бишкек. Научно-образовательный и производственный журнал минеральных ресурсов. с. 247-254.
- 4. Чунуев И. К., Умаров Т. С. Опыт внедрения современных компьютерных программ в учебный процесс и на горных предприятиях. Горный журнал. Москва, 2016;(8), с.84–88.
- 5. Чунуев И.К. Использование современных информационных технологий на руднике Кумтор, Сборник МНТЦ 2006г. Материалы Международной научной конференции «Использование современных информационных технологий на руднике Кумтор». 14-15 июня 2006 года, Бишкек.-С.58-65.
- 6. Чунуев И.К. Применение спутниковых систем в маркшейдерском деле. Сборник МНТЦ, Бишкек 2006 г. Материалы Международной научной конференции «Использование современных информационных технологий на руднике Кумтор». 14-15 июня 2006 года, Бишкек.-С.72-81.
- 7. Девяткина А.С. Применение методов космической геодезии для определения скоростей движения блоков земной коры. В сб.докладов: <a href="http://www.ifz.ru/fileadmin/user\_upload/subdivisions/506/Konferencii/2015/School/Vol1\_2015.pdf">http://www.ifz.ru/fileadmin/user\_upload/subdivisions/506/Konferencii/2015/School/Vol1\_2015.pdf</a>/ C.79-84.
- 8. А.Н. Мансуров. Распределение скорости современной деформации земной коры Северного Тянь-Шаня, полученное триангуляцией сети точек GPS наблюдений. В сб.докладов: <a href="http://www.ifz.ru/fileadmin/user-upload/subdivisions/506/Konferencii/2015/School/Vol1\_2015.pdf">http://www.ifz.ru/fileadmin/user-upload/subdivisions/506/Konferencii/2015/School/Vol1\_2015.pdf</a>/ С.182-191.
- 9. Чунуев И.К., Болотбеков Ж. Геотехнические аспекты освоения высокогорных месторождений и гидротехнических сооружений. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). М.: «Горная книга». №1, 2020 г.16с.

## МАРКШЕЙДЕРИЯДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР СЕКЦИЯСЫ СЕКЦИЯ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАРКШЕЙДЕРИИ SECTION DIGITAL TECHNOLOGIES IN SURVEYING

# РОЛЬ К.И. САТПАЕВА В СОЗДАНИИ КУЗНИЦЫ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ КАЗАХСТАНА

### Нурпеисова М.Б.

д.т.н., профессор Сатпаев университета, член Союза писателей Казахстана.

Ежегодно 11-12 апреля в Satbayev University проходит Международная научнопрактическая конференция «Сатпаевские чтения» В этом году особенный случай.

В этом году исполняется 125 лет выдающемуся ученому с мировым именем, крупному государственному деятелю и организатору науки в Казахстане, первому академику многонационального Казахстана, первому президенту Казахской Академии наук, лауреату Ленинской и Государственной премий, академику Канышу Имантаеваичу Сатпаеву, 100 летие которого отмечено в рамках ЮНЕСКО и 90-лет созданию кузницы инженерных кадров Казахстана — Казахскому национальному исследовательскому техническому университету (КазНИТУ) имени К.И.Сатпаева.

История любого вуза - это не только имена и дела людей, память и достижения прошлого, но и основа прогрессивного развития, движения вперед. И это обстоятельство оправдывает более подробное освещение истории становления и развития Satbayev University.

*История создания*. Юбилейная дата самого известного и старейшего в республике вуза, каким является КазНИТУ имени К. И. Сатпаева (Satbayev University), как известно значимое рубежное событие, как в жизни его коллектива, так и в жизни страны в целом.

На этом историческом этапе, традиционно принято оценивать достигнутое, показывать успехи сегодняшнего дня, и конечно, выстраивать перспективы дальнейшего развития ВУЗа на ближайшие годы.

Не отступая от этих традиции, хочется особо отметить, что историческое прошлое, реальное настоящее и будущее любой организации, в том числе и вуза, формируются и определяются коллективом, а именно людьми, которые работали, работают и будут работать в данном коллективе. Поэтому главными героями 90-летнего результативного трудового пути нашего университета являются студенты, магистранты, докторанты, выпускники, преподаватели, ученые, руководители структурных подразделений, и админирстрация университета, каждый из которых в разные годы внес свой весомый вклад в становление и формирование университета. Именно благодаря их уму, таланту и способностям университет создавался, формировался и развивался как один из ведущих вузов РК, со своими традициями, принципами и особым подходом к подготовке высококвали фицирован ных кадров высшего звена.

Идея организации технического вуза в Казахстане возникла в 1930 годах, в период индустриализации страны. Руководство выдвинуло задачу резкого увеличения экономического и военного потенциала страны.

Это в первую очередь требовало геологических изысканий, добычи, использования природных богатств. Над этим работал Каныш Имантаевич Сатпаев и смело выдвигал Жезказган как одну из потенциально-мощныхмедных районов Страны Советов.

В начале 1932 года была опубликована работа К.И.Сатпаева «Джезказганский меднорудный район и его минеральные ресурсы», в которой подводились итоги обширных геологоразведочных работ в Жезказганском районе за 1929-1931 годы. В заключении работы кратко описывается полезные ископаемые, выявленные лишь в этом районе: медь, железо, марганец, серный колчедан, уголь, золото, свинец, асбест, огнеупоры, барит, стройматериалы.

В те годы по выявленным запасом руд цветных металлов на первое место в Стране Советов выхолит Казахстан.

Для скорейшего народнохозяйственного использованияполезных ископаемых района перед правительством КанышИмантаевич выдвигает следующие задачи:

- связать Джезказган с железнодорожной колеей с Карагандинским бассейном;
- приступить к строительству Большого Джезказганского комбината, включив его в число ударных новостроек СССР;
- форсировать темпы геологоразведочных работ в Казахстане, придавая им широкий комплексный характер.
  - подготовить инженерных кадров для индустрии Казахстана.

Да, действительно, экономика Казахстана, в этот период, в основном ориентированная на эксплуатацию богатств подземных кладовых, нуждалась в росте числа квалифицированных разведчиков земных недр, в специалистах по разработке месторождений и производству металлов. В республике быстрыми темпами сооружались предприятия цветной металлургии, угольной, нефтехимической промышленности, энергетики, строились железные дороги и т.д. В связи с этим с особой остротой в республике встала проблема подготовки инженернотехнических кадров.

Одной из замечательных черт многогранной деятельности гениального мыслителя и прекрасного педагога К.И. Сатпаева является подготовка производственных, научных и педагогических кадров по всем направлениям науки и производства. И не случайно с именем этого всемирно известного ученого связано развитие и расцвет большой казахстанской науки, а также создание мощной минерально-сырьевой базы страны и укрепление производительных сил республики.

Академик К.И. Сатпаев, обладав ший поистине энциклопедическими знаниями во многих областях науки, культуры, истории и искусства, понимал, что создание научных центров, строительство новых рудников, комбинатов, заводов, каналов, водохранилищ и в целом развитие важнейших отраслей народного хозяйства республики — угольной, нефтяной и химической промышленности, цветной и черной металлургии невозможны без высококвали фицированных специалистов и ученых, знатоков производства. Здесь, в частности, проявилась научная прозорливость и организаторский талант К.И. Сатпаева, решившего эту проблему путем открытия курсов повышения квалификации работников, затем высших учебных заведений, в частности, первого технического учебного заведения республики — Геологоразведочного техникума в г. Семипалатинске (1932), впоследствии в связи с переездом в г. Алматы преобразованного (1934) в Казахский горно- металлургический институт (ныне Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева). Каныш Имантаевич принимал активное участие в становлении этого учебного заведения, ставил проблемы перед правительством, выступил с докладом в Народном Комиссариате тяжелой промышленности СССР, Управлении высшего образования и способствовал положительному решению этого вопроса.

Осенью 1934г в институте учебу начали 146 студентов, в том числе 33 казаха. Учебный процесс первоначально обеспечивали 16 преподавателей (из них 5 профессоров, 7 доцентов, 4 ассистента). Каныш Имантаевич Сатпаев перед первокурсниками КазГМИ выступил с научным докладом о геологии Жезказганского месторождения. Речь великого ученого настолько увлекла слушателей, что после лекции, окружив Сатпаева, они засыпали его вопросами. И заканчивая лекцию К.И.Сатпаев сказал: «В людях ваших специальностей очень нуждается Жезказган».

В 1935-1936 учебном году в институте имелось уже три факультета (геологоразведочный, горный и металлургический); число кафедр возросло с 9 до 16, а прием на первый курс составил 275 человек. Таким образом, процесс создания первого в Казахстане технического вуза завершался, институт набирал силы, начав выпуск квалифицированных инженерных кадров для базовых отраслей промышленного производства. Из числа первых выпускников вышли крупные ученые республики, среди них А.Ж.Машанов.- академик АН

КазССР, профессор, заслуженный деятель науки и техники КазССР, первый аспирант ипервый кандидат наук КазГМИ; Т.Б.Жилинский –док.геол.-мин.наук, член корр.АН КазССР, лауреат Ленинской премии; И.А.Онаев – академик АН КазССР, проф; М.Г.Мильграм-проф. доктор экономических наук, Ж.М.Канлыбаева, горный инженер-маркшейдер.

После окончания КазГМИ, по инициативе К.И.Сатпаева, Ж.М.Канлыбаева была направлена на работу в Институт горного дела АН КазССР, сектор маркшейдерии и геодезии. Академик Сатпаев, разглядел в ней исследовательские способности и будущего представителя большой казахстанской науки. И она в последствии стала член -корреспондентом АН КазССР.

Дальновидность и умение ставить проблемы по государственному всегда были отличительными чертами характера этого врожденного педагога. В результате при К.И. Сатпаеве многие известные ученые и талантливые руководители производства: П.Я. Авров, И.И. Бок, О.А. Байконуров, Г.Л. Кушев, Б.Н. Лебедев, Г.И. Медоев, В.К. Монич, В.А. Попов, В.Д. Пономарев, Е.Д. Шлыгин, Л. Цефт, И.Онаев, Ж.М.Канлыбаева, Ш.Е.Есенов, Е.А.Букетов и другие привлекались к педагогической работе в Горно-металлургическом институте, что позволило успешно решить вопросы интеграции науки и высшей школы и более качественно готовить научные и педагогические кадры с учетом требований производства.

Становление и развитие. Великая Отечественная война круто изменила жизнь КазГМИ. Приходилось приспосабливать учебный процесс к трудным условиям военного времени, ускорять обучение, так как многие преподаватели и студенты добровольно уходили на фронт. В условиях военного времени в восточные регионы бывшего СССР были эвакуированы многие предприятия, организации и учебные заведения. По решению народного Комиссариата цветной металлургии бывшего СССР Московский институт цветных металлов и золота был объединен с КазГМИ. Слияние двух вузов предопределило не только изменение педагогического состава и контингента обучающихся, но и структуру вуза. т.е. появились новые специальности и факультеты.

К началу 1941/1942 учебного года КазГМИ пополнился высококвалифицированными профессорско-преподавательскими кадрами из эвакуированных вузов г.Москвы, Ленинграда, Киева, Минска, Харькова, а также сотрудниками Академии наук Украины. Вновь прибывшие опытные педагоги и ученые сыграли огромную роль в улучшении качества подготовки инженеров, совершенствовании учебно-воспитательного процесса, в повышении эффективности научно-исследовательских работ, направленных на решение ряда производственных дач, стоящих перед промышленностью Казахстана.

В суровые военные годы в ряды защитников Родины становились студенты и преподаватели. Самые первые месяцы войны на фронт ушли 200 студентов, 22 преподавателя и три сотрудника института. В боях с фашистскими захватчиками многие из них отдали свою жизнь, проявив высокий патриотизм, мужество и отвагу. В их числе были директор института А.И.Коктов и секретарь партийной организации, заместитель директора М. Курмангалиев. За мужество и героизм, проявленный на фронтах ВОВ Муса Баймуханов, Максим Губанов, Николай Маркелов, Николай Ященко, Алексей Торопкин, Владимир Засядько были удостоены высокого зания Героя Советского Союза. Выпускник университета Талгат Бегельдинов удостоен звания Героя дважды.

Решая вместе с республикой задачи восстановления и реорганизации послевоенной промышленности, дальнейшего роста материально-культурного уровня народа Казахстана, рос и развивался КазГМИ Его выпускники работали в разных горнодобывающих предприятиях Казахстана. Одним из них является Омархан Аймагамбетович Байконуров - ученик Сатпаева получивший высокое звание горного инженера и посвятивший весь свой талант инженера производству, занимая ряд должностей от рядового инженера до руководителя Жезказганского рудоуправления.

Уже в первые послевоенные годы в связи большими перспективами развития промышлености республики, рассматривался вопрос о преобразовании КазГМИ в политехнический институт и здесь сказались совместные действия К.И.Сатпаева и его

ближайшего соратника, крупного руководителя промышленного предприятия О.А.Байконурова по политехнизации высшего технического образования Казахстана.

В становлении КазПТИ большая роль принадлежит доктору технических наук, академику Байконурову Омархан Аймагамбетовичу, выпускнику КазГМИ, который руководил коллективом с 1952 года по 1962 год. Байконуров в 1952 году обнаружил, что в кузнице инженерных кадров работает только один-единственный преподаватель-казах. Это было крупным упущением прежнего руководства института. Поэтому он начал свою деятельность с кадровой политики. Благодаря усилиям этого талантливого организатора и известного ученого был укомплектован преподавательский состав, были построены новое здание института, общежития, столовая, жилье для преподавателей и налажен учебный процесс. При О.А.Байконурове зам директором института работал молодой ученый-металлург Е.А.Букетов, впоследствии академик НАН РК, член Союза писателей СССР.

КазПТИ был определен как специализированный ВУЗ по подготовке кадров для предприятий Цветной металлургии СССР. В связи с этим выпускники института распределялись во все уголки бывшего СССР. В настоящее время многие из них являются руководителями крупнейших предприятий, расположенных на территориях независимых государств бывшего Советского Союза. В 1960 году, КазПТИ осуществлял подготовку инженерных кадров по 12 специальностям. На 30 кафедрах института педагогическую и научно-исследовательскую деятельность осуществляли 160 профессоров и преподавателей. Контингент студентов составил 1800 человек.

В процессе развития КазПТИ в недрах его неуклонно возрастал выпуск молодых инженеров, расширялся спектр специальностей их подготовки, росло число высококвали фицированных кадров ППС, тем самым готовилась база для превращения самого горно-металлургического института в политехнический институт и для открытия новых технических высших учебных заведений в Алматы (АЭИ, КазГАСА), а также Вузов, их филиалов и факультетов в других регионах республики, богатых минеральными ресурсами (гг. Рудный, Каратау, Джезказган, Экибастуз, Усть-Каменогорск, Лениногорск, Зыряновск и др.). Таким образом, за время своего существования вуз с тремя факультетами вырос в подлинно политехнический институт, где ведется всесторонняя подготовка квали фицированных инженерныхкадров самого различного профиля.

После О.А.Байконурова в разные годы ректорами университета были Г.М.Есиркегенов, А.К.Омаров, А.А.Ашимов, Б.Р.Ракишев, Е.М.Шайхутдинов, Н.Нусипов, Д.К.Сулеев, Ж.М.Адилов. И каждый из них внес огромный вклад в развитие КазПТИ-КазНТУ-КазНИТУ. Преобразование Казахского политехнического института в Национальный технический университет (КазНТУ) произошло (в1994г) накануне 60 - лития со дня образования первого технического вуза Республики Казахстан. В 1999 году КазНТУ было присвоено имя академика К.И.Сатпаева, в связи 100-летием со дня его рождения. В 2014 году университету была присвоена категория «Национальный исследовательский технический университет».

С 2021 года ректором университета стал доктор экономических наук М.М.Бегентаев. Главное достояние и предмет гордости университета — наши выпускники. Являясь обладателями глубоких, уникальных знаний, приобретенных в стенах родного университета, наши выпускники занимают ведущие позиции в разных сферах деятельности и работают на благо и процветание Отечества. За выдающиеся заслуги в науке и производстве 91 выпускнику университета присвоено высокое звание лауреата Ленинской, Сталинской и Государственной премий; более 60 стали академиками и членами-корреспондентами Национальной Академии наук; 6 выпускникам — руководителям крупных промышленных предприятий — присвоено высокое звание Героя Социалистического Труда, звание Героя Советского Союза. Среди выпускников — кавалеры ордена «Халық Қаһарманы», и те, кто удостоен звания

«Қазақстанның Еңбек Ері» (Герой Труда Казахстана) – высшей степени отличия Республики Казахстан; известные казахские писатели Лауреаты Государственной премии Казахской ССР.

*Кузница инженерных кадров –сегодня*. Соврменный КазНИТУ имени К.И.Сатпаева (Satbayev University) представляет собой исследовательский технический ВУЗ, ведущий

многопрофильную образовательную, научную и воспитательную деятельность, имеющийсвои традиции, новаторские идеи и инновационный подход в деле подготовки конкурентоспособных специалистов для различных промышленных регионов страны.

В настоящее время КазНИТУ крепко стоит на ногах, опираясь на факультеты (институты). Университет ведет трехуровневую подготовку кадров по 24 образовательным программам технического высшего образования, 40 специальностям магистратуры и 21 специальности докторантуры нагосударственном и русском языках.

Сатпаев университет тесно сотрудничает с более, чем со ста компаниями, которые обеспечивают нас производственной базой практик, трудоустройством, совместной НИР, Основными индустриальными стратегическими партнерами университета являются: ОАО «Васильковский ГОК», ОАО «Соколовско-Сарбайское объединение», АО «КАЗЦИНК, «Жайремским ГОК», «Казахстан ГИС центр» при МО РК, «АО КазГеоКосмос», АО «Мунайгаз», АО «Донской ГОК», ТОО «Корпорация Казахмыс», ТОО «Узеньмунайгаз», АО «Мангистаумунайгаз». СП «Карачиганак Петролиум Ltd»; НАК «Казатомпром»; ТОО «Казфосфат», ТОО «NOVA цинк», АО «Казахвзрывпром», ТОО «Интерин» и др.

Сатпаев университет имеет устойчивые связи со следующими вузами и организациями: Высший технический университет прикладных наук (г. Бохум, Германия); Технический университет горной академии Фрайберга (г. Фрайберг, Германия); Технический университет Kalushta (Германия); Горная школа Колорадо (США); Московский государственный горный университет; Санкт-Петербургский горный университет; Уральский горный университет; Хельсинкский технологический университет; Дублинский университет; ИПКОН РАН; МИГАиК и др.

В настоящее время, возглавляемый Мейрам Мухаметрахимовичем Бегентаевым, Satbayev University представляет собой современный научно-образовательный кластер, который осуществляет подготовку специалистов по 47 специальностям бакалавриата. В составе университета по всем направлениям подготовки функционируют 10 институтов.

Подготовка кадров в университете ведется по новым и перспективным направлениям производства и науки. Свидетельством этого является то, что имеет место ежегодное увеличение набора магистрантов и докторантов. Особенно ощутим рост контингента на образовательные программы докторантуры.

В настоящее время Satbayev University сохранил свое место в тройке лучших казахстанских вузов в рейтинге QS, подтвердив статус лидера.

Если говорить о преимуществах (лидерствах) Satbayev University, можно выделить несколько основных моментов, которые отличают наш университет. А выводы каждый делает сам.

Во-первых, Satbayev University - это первый и ведущий вуз Казахстана. За 90 лет работы он завоевал высокий авторитет в республике и за рубежом. Satbayev University - кузница инженерных кадров, которая обеспечивается высококвалифицированными кадрами, имеющими богатый опыт и многолетний научно-педагогический стаж.

Во-вторых, именно Satbayev University является базовым инженерным и управленческим вузом, в котором разрабатываются модели и программы, используемые техническими учебными заведениями республики для подготовки инженеров широкого профиля и менеджеров.

В третьих, наряду с качественным профессиональным образованием Satbayev University обеспечивает своих студентов свободным владением иностранными языками.

В четвертых, Satbayev University имеет самые широкие международные связи, особенно в сфере студенческого обмена по академической мобильности.

В пятых, Satbayev University имеется военный институт, который готовит офицеров запаса. Для обладателей государственных грантов обучение в военном институте бесплатное.

В шестых, обучение в Satbayev University сочетается с разнообразной культурной и спортивной жизнью. Это родина всемирно известного вокально-инструментальный ансамбля

Дос-Мукасан К услугам студентов – центр науки культуры имени Д.Сулеева, современные спортивные залы, стадион, профилакторий, базы отдыха на Капчагае.

За 90 лет жизни Satbayev University пережил различные события и сложные и коренные общественные изменения двух веков. За это время он создал целую историю. За это время благодаря настойчивому обучению и системному воспитанию, интенсивному научному поиску, более 420 тысяч специалистов-инженеров из стен университета получили знания и путевки в жизнь, среди которых 7 Героев Советского Союза, 6 Героев Социалистического Труда. 91 выпускников университета стали лауреатами Ленинских и Государственных премий СССР, около 100 выпускников стали членами Национальной академии наук РК. Кроме того, более 60 педагогов стали лауреатами премий «Сатпаев», «Есенов», «Алтын Гефест» и обладателями государственного гранта «Лучший преподаватель» вузов РК. Выдающиеся государственные и крупные общественные деятели из числа выпускников - Акжан Машанов, Ильяс Есенберлин, Омархан Байконруров, Евней Букетов, Медеу Серсеке, Иранбек Оразбаев, Касымхан Бегманов, Насипкали Сейитов, Улыкпан Сыдыков, Олимпийский чемпион Валерий Кравченко, первый покоритель Эвереста Казыбек Уалиев.

Одним из важных приоритетов деятельности университета является научноисследовательская работа. Имеющаяся материально—техническая база позволяет решать актуальные задачи, стоящие перед горно-металлургической наукой и производством. Опыт подготовки инженеров новой формации показал, что это возможно только при условии упрочнения «треугольника знаний»: образования, исследований и инноваций. Вся вузовская наука является одним из «локомотивов» инновационного процесса во всем мире.

Сегодня ведущее подразделение Satbayev University - Горно-металлургический институт имени О.А.Байконурова. сохранил лучшие традиции и направляет свою деятельность на практическое решение приоритетных задач, указанные в Послании Президента РК, связанной разведкой, освоением, переработкой природных ресурсов и получением из них вторичного сырья — востребованных строительных материало. В настоящее время научные исследования ГМИ проводится по 25 проектам грантового и программно-целевого финансирования на общую сумму 8,5 миллрд. тенге, из них доля кафедры Маркшейдерского дела и геодезии составляет - 3,0 миллрд.тенге. Кафедрой проводятся научные проекты таких как: «Разработка прогнозно-поисковых решений для геологического картирования рудных залежей наземно-космическими методами», «Исследование и разработка высокоэффективной методики мониторинга за геотехническим

«Исследование и разработка высокоэффективной методики мониторинга за геотехническим состоянием горного массива для оценки и прогноза деформационных процессов при освоении месторождений», «Разработка технологии переработки отходов ГМК с получением востребованных строительных материалов», «Разработка модели геоида РК, как основа единой государственной системы координат и высот» и др.

И это обстоятельство оправдывает более подробное освещение истории становления и развития кафедры Маркшейдерского делаи геодезии Satbayev University. В числе первых 10 кафедр КазГМИ была организована кафедра «Геодезия и маркшейдерское дело», которая является ровесницей университета. Именно поэтому в этом году на традиционных «Сатпаевских чтениях-2024» одна секция «Роль геодезии и маркшейдерии в цифровом Казахстане» была посвящена 90-летию кафедры Маркшейдерского дела и геодезии. К этой дате приурочен апрельский номер журнала «Маркшейдерия и недропользование» (Москва) который посвящен 90-летию Satbayev University и кафедры МДиГ. А также, один номер журнала «Еигаsian Mining», который входит в БД Scopus посвещен к 90 летию университета и 125-летию К.И.Сатпаева.

В настоящее время кафедра готовит к выпуску юбилейную книгу «Кафедра маркшейдерского дела и геодезии КазНИТУ за 90 лет». Этой книгой мы открываем цикл статей об истории КазГМИ, о его педагогах, воспитавших не одно поколение горных инженеров, о выпускниках, добившихся больших успехов в труде. Книга должна стать ориентиром для новых поколений корпуса горных инженеров.

Выдающийся ученый и талантливый руководитель Каныш Имантаевич Сатпаев оставил для нас огромное научно-практическое наследие, и мы обязаны сохранить его и пронести в будущее его благородные и прогрессивные идеи, представляющие общечеловеческую ценность. В канун 90 летия университета, мы по-настоящему начинаем постигать масштабность, огромную значимость научного и нравственного подвига великого сына казахского народа, крупного ученого и блестящего организатора науки. Необходимо возродить Сатпаевскую атмосферу, добиться, чтобы науку в Казахстане возглавляли люди высококомпетентные, творческие, подлинные патриоты-исследователи, стремящиеся к реформированию, чтобы Казахстан крепко встал в ряды цивилизованных и развитых стран мира.

Сегодня каждый ученый, преподаватель, обучающийся в университете вносит свою лепту в развитие Университета, как образовательно-исследовательского центра, признанного не только в Республике, но и на международном уровне. Думаю, что настоящий юбилейный год, в рамках которого широко отмечается 125-летие со дня рождения Каныша Имантаевича Сатпаева, как раз нацелен на это.

ОӘЖ 528.015

## WGS-84 КООРДИНАТАЛАРЫН ЖЕРГІЛІКТІ ЖЕРЖҮЙЕСІНДЕ ТҮРЛЕНДІРУ

#### Абенов А.М., Нукарбекова Ж.М., Байтурбай О.

Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

**Андатпа.** Координаталарды анықтаудың жерсеріктік технологияларын іске асыру жер қойнауын игеру кезінде геодезиялық негіз құру және кеніштерде маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарды жүргізу үшін жаңа мүмкіндіктер ашады. Осыған байланысты эллипсоидтың бетінде автоматтандырылған әдіспен алынған координаттарды қалыпты тік сызыққа бағытталған көлденең жергілікті проекцияға аударудың маңызы өте зор. Мақаклада геоцентрлік жүйеден топоцентрлік жүйеге координаталарды аударудың әдістемесі мен өлшеу нәтижелерін теңестірудің нақтылы мысалдары келтірілген.

**Түйінді сөздер**: кен орны, игеру, мониторинг, геодинамикалық полигон, геодезиялық торап, координаттар жүйесі, картографиялық проекциялар, жерсеріктік жүйе, өлшеу дәлдігін бағалау.

**Кіріспе**. Жыл сайын жер бетіндегі адамдар саны артып келеді, жақын арада біз шикізат тапшылығы сияқты мәселеге тап боламыз және содан кейін күрделі тау-кен геологиялық жағдайларында орналасқан, үлкен тереңдікте жатқан, яғни тау- кен кәсіпорындары аумақтарындағы экологиялық жағдайды қиындататын кен орындары тартылады [1].

Қазақстанда тау-кен өнеркәсібі халықты жұмыс орындарымен қамтамасыз етубойынша жетекші салалардың бірі болып табылады. Бүгінгі таңда минералдық шикізатты толық өндіруге үлкен терендікте және күрделі тау-кен-геологиялық жағдайларда орналасқан пайдалы қазба кен орындары белсенді пайдалануға берілуде. Мүндай жағдайда туындайтын геомеханикалық және геодинамикалық процестер аса қолайсыз теріс технологиялық, экологиялық және экономикалық салдарларға ғана емес, кейде адам өлімдеріне де әкелуі мүмкін. Оның дәлелі, Германияда, АҚШ, Польша, Чехословакияда болған техногендік жер сілкіністер [2,3]. Ресейде бұл мәселе СУБРда, калий тұзды Верхнекаменск кенорны және Хибин апатит-нефелин кеніштерінде әлі күнге дейін өзекті мәселе болып тұр [4,5].

Осының барлығы тау-кен жұмыстарының кең көлемде жүргізілуі әсерінен геологиялық ортаның геодинамикалық режимінің өзгеруінің тікелей салдары болып табылады. Және бұл

«Жезқазған» табиғи-техникалық жүйесініде (ТТЖ) жүргізілген көп жылдық ғылыми зерттеулердің нәтижелерімен расталған. «Жезқазған» жүйесі — бірнеше кеніштер, қалдық қоймалары бар байыту фабри калары, Қарағанды, Балқаш, Жезқазған және Сәтбаев қалаларындағы мыс балқыту зауыттары бар Орталық Қазақстанға тиесілі ірі инфрақұрылым, сонымен қатар ол экологиялық мәселелерді жанжақты зерттеуге мүмкіндік беретін, қоршаған ортаға антропогендік әсердің күшті субъектісі болып табылады [6].

Зерттеу әдістері және материалдары. Алға қойылған міндеттерді шешу үшін геодинамикалық процестерді зерттеу мен оның геодезиялық негізін құру саласындағы отандық және шетелдік тәжрибеге талдау жасаудан, заманауи геодезиялық құрылғыларды пайдаланып кеңістік геоцентрлік координаталар жүйесінен жазық топоцентрлік жүйеге көшудегі ауытқуларды талдаудан, өлшеу нәтижелеріне баға беруден, ұсыныстар мен әдістемелерді өндіріске енгізуден тұратын кешенді әдістер пайдаланылды.

Бүгінге дейін жекелеген кеніштерде тек геомеханикалық процестер зерттеліп келді және осы бағытта мол ғылыми тәжірибе бар. Ал соңғы жылдары Қазақстанда және шет елдерде жоғары кернеулі жартасты массивтерде, ауқымды көлемде тау-кен жұмыстарын жүргізу - массивтегі тау жыныстарының кернеулі жай-күйінің өзгеруіне, деформациялануына және Жердің тектоникалық белсенділігінің жаһандық геодинамикалық процестерімен ұштасатын жаңа жағдайға әкелуде. Осыған орай кеніштер мен карьерлерді, тау-кен геофизикалық, сеймологиялық және жерсеріктік геодезиялық әдістерді қолдана отырып, жер қойнауында жүріп жатқан геомеханикалық және геодинамикалық процестерді егжей-тегжейлі зерттеуге болатын бірегей табиғи зертханалар ретінде қарастыру қажетттігі туындайды. Осындай кен орындарының бірі — Ұлытау облысы Жезқазған кенішінің солтүстігінде 30-45 км қашықтықтағы, Жыланды мыс кен орындары тобы (1- сурет). Жыланды тобы кен орындары Қ.И.Сәтбаевтың жетекшілігімен ашылған және алғашқы геологиялық-барлау жұмыстары жүргізілген.

Міне осындай кең ауқымды тау-кен жұмыстарын жүргізуде әлемдік практикада геомеханикалық мәліметтерді жинау үшін жергілікті жердегі өлшеулерде инновациялық әдістер мен заманауи аспаптарды (мәселен, лазерлік, интерферометриялық аспаптар, GPS-технологиялар т.с.с.) қолдану арқылы шешілуде. Ол үшін геодезиялық негіз құрылады. Геодезиялық негізді құру - кендерді игеру, жер бетінің деформациялану процессін мониторингтеу кезіндерде және орындалатын жұмыстардың сапасын анықтайтын басты міндеттердің бір [7].



Сурет 1. Жыланды тобы кен орнындарының ғарыштық суреті

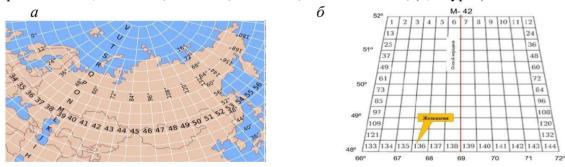
**Зерттеу нәтижелері және талқылау.** Маркшейдерлік – геодезиялық жұмыстардың сапасын айқындайтын жер қойнауын игеру кезіндегі басты міндеттердің бірі- геодезиялық негізді құру. Бүгінгі таңда жаһандық навигациялық спутниктік жүйелер (бұдан әрі-ЖНЖЖ)

өлшеу дәлдігін арттыруды қамтамасыз ете отырып, әртүрлі мақсаттағы геодезиялық тораптарды құру үшін кеңінен қолданылады. Оларды қолдану инженерлік тапсырмаларды орындау кезінде ыңғайлы, бірақ координаттарды геодезиялық жүйеден белгілі бір тегіс проекцияға ауыстырумен байланысты, өйткені практикалық іс жүргізу тікбұрышты координаттардың жазық жүйелерімен байланысты. Қазақстанда геодезиялық негізді құрудың дәстүрлі тәсілі Гаусс-Крюгер проекциясында анықталған, жазық тікбұрышты координаттарды пайдаланумен байланысты.

Бұл ретте, бірнеше кен орындарын ауқымды игеру кезінде геодинамикалық полигон арналған геодезиялық-маркшейдерлік жұмыстар жазық (ГДП) құруға пайдалануға бейімлелген. Мемлекеттік геодезиялык торап  $(M\Gamma T)$ пункттерінін координаттарын Гаусс-Крюгер проекциясына ауыстырудың жолға қойылған алгоритмі жергілікті учаскелер үшін геодезиялық негіз құруды қамтамасыз етеді. Алайда, ЖНЖЖ технологиясын қолдану және координаттардың оңтайлы жазық проекциясын таңдау негізінде арнайы геодинамикалық полигон (ГДП) пункттері координаталарының дәлдігін едәуір арттыру мүмкіндігі Гаусс-Крюгер проекциясына балама проекцияларды пайдалану мәселесін қарастыруды өзекті ете түседі. Сонымен қатар, геоцентрлік координаттарды жазық аймақтық координаттар жүйесіне аудару дәлдігі аймақтың осьтік меридианынан алыстаған сайын айтарлықтай төмендейтіні белгілі.

Әмбебап көлденең Меркатор (UTM – Universal Transverse Mercator) проекциясын 1940 жылдары АҚШ-ның әскери инженерлер корпусы жасаған. Алғашқы жылдары UTM проекциясы карталарды құру үшін пайдаланылды, бүгінде ол WGS84 эллипсоидына негіз болды. Гаусс-Крюгер проекциясындағы тікбұрышты координаттарды ( $X_{Gauss}$ ,  $Y_{Gauss}$ ) Меркатор проекциясының тікбұрышты координаттарына ( $X_{UTM}$ ,  $Y_{UTM}$ ) түрлендіру кезінде  $k_0$ =0,9996 масштаб коэффициентін ескеру қажет. Гаусс-Крюгер мен UTM проекцияларының негізгі айырмашылығы аймақтың осьтік меридианындағы деформация коэффициентінің мәні болып есептеледі. Гаусс-Крюгер проекциясында көрсетілген коэффициент  $m_0$ =1-ге тең. UTM проекцияларындағы масштаб коэффициентінің мәні:  $k_0$ = 0,9996 тең, бұл аймақтың осьтік меридианы үшін жарамды. Аймақтың басқа нүктелерінде коэффициент эртүрлі мәндерге ие болып келеді, яғни остік меридианнан алыстаған сайын бір координаталық жүйеден екіншіге көшу дәлдігі төмендей түседі.

Келесі 2,a-суретінде WGS84 UTM жүйесіндегі топографиялық карталардың номенклатурасы көрсетілген. Карталардың макетін және номенклатурасын пайдаланаотырып,1:1 000 000 (М-42) масштабында Жыланды кен орындары тобының (Жезқазған облысы) орналасқан жерлеріанықталды;1:100 000 (М-42-136), 1:10 000 (М-42-136-A-2-1) (2,6-сурет).



Сурет 2. Жыланды тобы кен орындарының топографиялық картада орналасуы: *а)* 1:1 000 000 (M-42) және б) 1:100000 (M-42-136) масштабтағы карталар

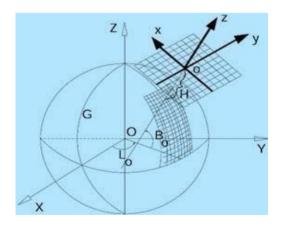
Геодезиялық негізді құру - кендерді игеру, жер бетінің деформациялану процессін мониторингтеу кезінде және орындалатын жұмыстардың сапасын анықтайтын басты міндеттердің бірі. Бүгінгі таңда жаһандық радионавигациялық жерсеріктік жүйелер (бұдан әрі- ЖРНЖЖ) өлшеу дәлдігін арттыруды қамтамасыз ете отырып, әртүрлі мақсаттағы геодезиялық тораптарды құру үшін кеңінен қолданылады.

Геодезиялық негіз құрудың дәстүрлі әдісі Гаусс-Крюгер проекциясында есептелетін жазық тік бұрышты координаталарды және қалыпты биіктіктерді пайдаланумен байланысты Биіктіктерге келетін болсақ, оларды анықтау геометриялық нивелирлеумен орындалуы ти іс. Алайда пландық координаттарды анықтаудың және олармен жұмыс істеудің ең ти імдісі - топоцентрлік координаттар жүйесін қолдану деп білеміз. Бұл жердегі мәселе, талап етілетін дәлдікті қамтамасыз ете отырып, геодезиялық жұмыстарды жүргізудің, Гаусс-Крюгерден ерекше арнайы геодезиялық координаттар проекциясын пайдалану туралы болып отыр. Сонымен қатар, координаттарды Гаусс-Крюгер проекциясына ауыстыру мүмкіндігі бар, бұл топоцентрлік бетті салыстыруды, таңдауды және қолдануды негіздеуді қамтамасыз етеді.

ЖРНЖЖ -технологиясын қолданудың дәстүрлі тәсілі геодезиялық торап пункттерінің координаталарын айқындаудан, координаталардың геоцентрлік жүйесіндегі өлшеу нәтижелерін теңестіруден, одан кейін - геодезиялық координаталарға (B, L) және бұдан әрі - тік бұрышты аймақтық координаттар жүйелеріне түрлендіруден тұрады. Геодезиялық өлшеулердің басты қағидаты - олардың бірлігін қамтамасыз ету. Алайда, геодезиялық торап пункттерінің дәлдігі осьтік меридианнан алшақтаған сайын UTM немесе Гаусс-Крюгер проекциясында айтарлықтай бұрмаланатыны белгілі. Құл мәселелер, көбінесе топоцентрлік координаттарды пайдаланудың ұсынылып отырған әдістемесінде, алынып тасталады.

Ұсынылып отырған әдіс жерсеріктік анықтамаларды жергілікті топоцентрлік координаталар жүйесіне (Local topocentric coordinate system) түрлендіру болып табылады, онда теңдестіру тахеометриялық өлшемдер негізінде жүргізіледі. Айта кету керек, топоцентрлік координаттар немесе Жер массасының орталығына қарай қалыпты нүктесі бар геоцентрлік координаталардың жазықтық проекция туралы сөз болып отыр. Қазіргі уақытта геодезиялық тораптарды жиілендіру маңызды мәселе болып отыр және бұл Орта Азияның бірқатар елдерде қолданылуда.

Жергілікті топоцентрлік тік бұрышты жазық жүйе, жер бетіндегі геоцентрлік жүйенің басталу нүктесінен  $O_1$  үдемелі тасымалдау арқылы алынады (3-сурет). Осылайша, біз геоцентрлік жүйенің ти істі осьтеріне параллель осьтері бар топоцентрлік жүйені (топоцентрлік беттегі тік бұрышты координаталардың жүйесін, одан әрі мәтін бойынша топоцентрлік жүйе) аламыз.  $O_1$  - координаттар жүйесінің басы.  $O_2$  осізениттік бағыт  $O_1$  арқылы өтіп, нормальды қалыпқа сәйкес келеді.  $O_x$  осі осьтік меридиан бойынша бағытталған (солтүстікке қарай бағытталған).  $O_y$  осі  $O_x$  және  $O_z$  осьтеріне перпендикуляр орналасқан. Демек, бұл - координаталардың геоцентрлік жүйесін координаталардың топоцентрлік жүйесіне түрлендірудің (проекциялаудың) нәтижесі болып табылады. Бұл ретте топоцентрлік жүйедегі ҒРНЖЖ өлшеу мәндері шамалы бұрмаланады [8].



Сурет 3.Топоцентрлік координаттар жүйесі

Геоцентрлік жүйеден жергілікті топоцентрлік жүйеге координаттарды түрлендіру 4 - суретте көрсетілген схема бойынша жүргізіледі:

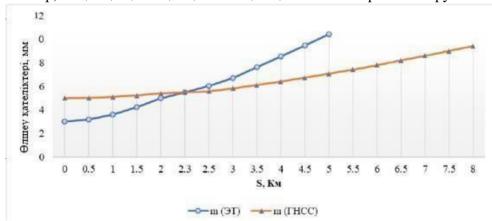


Сурет 4. WGS-84 координаталарын жергілікті жер жүйесіне түрлендіру схемасы

Түрлендіру бірнеше кезеңде жүзеге асырылады: 1-кезең. Құрылысқа арналған эталондық инженерлік-геодезиялық желі нүктелері үшін геодезиялық координаттарға (В, L, H) түрлендірілетін ҒНЖЖ технологияларын қолдану арқылы кеңістіктік тікбұрышты координаттар (X, Y, Z) анықталады.

2-кезең. ҒНЖЖ өлшеу нүктелерінің координаталары геоцентрлік координаттар жүйесінен жергілікті топоцентрлік координаттар жүйесіне түрлендіріледі. 3-кезең Жергілікті координаталар жүйесіндегі координаталары белгілі (х', у') тораптың бастапқы нүктелерінің координаталарынан топоцентрлік жүйеге түрлендіру параметрлері Гельмерт формулалары арқылы есептеледі. Далалық жұмыстарды жүргізу кезінде Leica GS16 екі GPS-қабылдағышы және бір GPS1200 қабылдағышы қолданылды. Спутниктік өлшемдер бойынша далалық жұмыстар аяқталғаннан кейін алынған деректерді камералдық жағдайда Rinex форматына ауыстырылды [9].

ҒНЖЖ технологиялары жерсеріктерден алынған сигналдарды жаһандық позициялау жүйесінде өңдейді. Нәтижесі – геоцентрлік координаттар жүйесінде базалық сызықтарды (спутниктік анықтау нәтижелері бойынша нүктелердің өсу координаттары) анықтау. Электронды тахеометр және GPS-технологиялары арқылы қашықтықты өлшеудің дәлдіктері салыстырылды (сурет 5). Графиктен үлкен қашықтықтарды өлшегенде GPS-технологиясының артықшылығы бар, ал қысқа қашықтықта ЭТ ең жақсы нәтиже беретінін көруге болады [10].



Сурет 5. ҒНЖЖ-технологиясын және электронды тахеометрды қолдану арқылы қашықтықты өлшеу дәлдігінің графиктері

Кең ауқымды тау-кен жұмыстарын жүргізуде, әлемдік практикада геомеханикалық мәліметтерді жинау үшін жергілікті жердегі өлшеулерде инновациялық әдістер мен заманауи аспаптарды қолдану арқылы шешілуде. Ол үшін геодезиялық негіз құрылады.

**Қорытынды** Зерттеу нәтижелері негізінде Жыланды кенішінің маркшейдерлік қызметі, жоғары дәлдікпен анықталған тірек пункттерімен қамтамасыз етілді және оларды пайдаланудың жоғары ти імділігін көрсетті. Кең ауқымда жер қойнауын игеру кезінде геомеханикалық және геодинамикалық процестерді зерделеу нәтижелері олардың барынша қауіпсіздігі мен экономикалық ти імділігін қамтамасыз ету үшін тау-кен жұмыстарын стратегиялық және жедел басқаруды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

#### Пайдаланылған әдебиеттертізімі:

- 1. Bazaluk, O., Rysbekov, K., Nurpeisova, M., Lozynskyi, V., Kyrgisbayeva, G., & Turumbetov,
- T. Integrated monitoring for the rock mass state during large-scale subsoil development. // Frontiers in Environmental Science. Accepted paper. −2022. −Vol. 10. − art. №852591(in English)
- 2. Drzewiecki J., Myszkowski J. Mining- induced seismicity of a seam located in a rock mass made of thick sandstone layers with very low strtngh and deformation parameters. // Journal of Sustainable Mining. 2018. Vol. 17. Issue 4. P. 167-174 (in English)
- 3. Трубецкой К.Н. Жер қойнауын кешенді игеру мен сақтаудың жағдайы және негізгі бағыттары // Жер қойнауын кешенді игеру мен сақтаудың мәселелері мен болашағы. М.: М.: ИПКОН РАН, 18-20.112020. –С.5-11 (орыс тіулінде).
- 4. Козырев А.А., Панин В.И., Семенова И.Е. Хибин апатит кен орындарының мысалында тау жыныстары қауіпті жағдайларда тау-кен жұмыстарының геодинамикалық қауіпсіздігі туралы // ФТРПИ. 2018.№5. Б.33-44(орыс тілінде).
- 5. Nurpeisova M.B., Bitimbayev M.Zh., Rysbekov K.V., Shults R. Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region. // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series of Geology and Technical Sciences. 2020. Vol. 6. P. 194-202 (in English
- 6. Рыльникова М.В., Юн А.Б., Терентьева И.В. Жезқазған кен орнын игерудің болашағы мен стратегиясы // Тау- кен журналы. 2015. № 5. 44–49 б. DOI:10.17580/gzh.2015.05.09(орыс тілінде).
- 7. Опарин В.Н. және т.б.Техногендік жер сілкінісі мен тау жыныстарының жарылуын сейсмикалық-деформациялық бақылау әдістері мен жүйелері.- Новосибирск: Из-во СБ РҒА, 2016 том 2.-261 б. (орыс тілінде).
- 8. Юнес Дж.А. Спутниктік позициялау технологиясын пайдалана отырып, сауалнаманы колдау желісін құру. / Дж.А. Юнес, М.Г. Мұстафин, В.Д. Морозова. // Сауалнама жаршысы. 2017. №2. Б. 25—28 (орыс тілінде)
- 9. Nurpeisova M.B., Abenov A.M., Miletenko N.A., Dosetova G.Zh. A highly effective method for predicting deformations in a mining quarry. // Eurasian mining. − 2023. − №1. − P. 3-6 (in English)).
- 10. Нурпеисова М.Б.,Кыргизбаева Г.М., Милетенко Н.А., Абенов А.М\.Мониторинг медленных движений земной коры в Центральном Казахстане.

//Новосибирск:Фундаментальные и прикладные вопросы горных нау, том 9, №3, 2022.- С.46-52 с. (орыс тілінде).

УДК 622.272

## АНАЛИЗ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ОБРУШЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ АКСУ

#### Ахметова Г.Ш. - магистрант

Карагандинский Технический Университет им. А. Сагинова

**Аннотация.** На месторождении Аксу как и на других аналогичных месторождениях бывают обрушения горных пород. Одно из них является обрушение горных пород за 2022г. в юго-западной части карьера. Для расчета устойчивости бортов карьера с целью определения безопасных параметров карьера Аксу использовался метод численного моделирования с описанием геологии и гидрогеологии месторождения.

**Ключевые слова:** Геология месторождения, минералогический состав руд, опробование, бурение, физико-механические свойства пород, кинематический анализ.

Геология месторождения

Вмещающий месторождение Аксу Ишим-Степнякский террейн возник в условиях раннепалеозойской островной дуги. Эволюцияосадочных, магматических, метаморфических

и гидротермальных пород террейна отражает сложную эволюцию дуги, магматической и гидротермальной систем в ней. Главным минерализованным объектом являются магматические тела степнякского типа и их экзоконтакты, позднеордовикского возраста, к которым пространственно приурочены кварцево-сульфидные жилы с золотом, группирующиеся в минерализованные зоны.

Месторождение Аксу располагается на территории со спокойным рельефом и незначительным перепадом высот от 274м до 278м. Климат района резко континентальный, с жарким летом и суровой зимой. По данным многолетних наблюдений температура воздуха летом в тени достигает +36,60 С, а зимой -35,10 С, при среднегодовой +1,10 С. Количество выпадающих осадков по годам распределяется неравномерно и колеблется от 184,9 до 371,0мм в год. Глубина промерзания почвы зимой достигает 1,5-2м. Гидрографическая сеть развита слабо и представлена речкой Аксу (в 5км от месторождения) и рекой Селеты (в 60 км от месторождения). Вода для производственных целей доставляется по трубопроводу из водохранилища на реке Аксу, для бытовых нужд — из водохранилища р. Селеты.

Дальнейшее изучение месторождения связано с разведкой зон минерализации. Зона Карьерная разведывалась в 1993-1995гг. и 2000–2002гг. Начиная с 2005 г началось вскрытие и отработка Карьерной зоны открытым способом. Отработка велась вплоть до 2015 г. Начиная с 2015 г начата отработка участка Котенко открытым способом, которая продолжается до настоящего времени.

Впервые оценка минерализованных зон была выполнена в 2003 г. Золоторудные кварцевые жилы характеризуются развитием вдоль них гидротермально-измененных пород, образующих зоны осветления, мощность которой зависит от состава вмещающих пород. Рудная минерализация вмещающих пород представлена кварцево-сульфидными прожилками и сульфидными вкраплениями согласными с основной жилой (жилы 1- я и 2-я Пологие). Месторождение относится к золотокварцевой умеренно сульфидной рудной формации. По морфологическим особенностям выделяются жильные и штокверковые (минерализованные зоны) рудные тела.

Минералогический состав руд

Золоторудные жилы имеют существенно кварцевый состав с небольшим количеством карбонатов (кальцит), хлорита, серицита. Рудная минерализация представлена преимущественно пиритом, а также халькопиритом, сфалеритом, галенитом, теллуридами и золотом.

Распределение рудных минералов в жилах крайне неравномерное.

Золото в кварцевых жилах обычно обнаруживается только под микроскопом, но иногда встречаются золотины размером до 2.0-2.5 мм. Чаще всего золото наблюдается в ассоциации с сульфидами и с гипергенными продуктами их разложения. Значительно реже золото распределяется в чистом кварце.

Геологическая характеристика II Октябрьской площади

Месторождение Аксу включает в себя шесть рудных площадей: Западная; Центральная; Старательская; І Октябрьская; ІІ Октябрьская и Буденовская. Рудные тела ІІ Октябрьской площади представляют собой многочисленные кварцево-сульфидные жилы с золотом небольших площадных размеров.

Обзор эксплоразведочных работ

На ІІ Октябрьской площади эксплоразведка осуществлялась следующими способами:

- опробованием подземных горных выработок (бороздовые пробы);
- опробованием буровзрывных (БВР) скважин карьера.

Скважины БВР

Скважины бурятся станками ROC и DML. Ударно-вращательное бурение осуществляется с использованием пневмоударника. Диаметр долота 170, 210 мм. Шлам, поднятый с 5 метрового интервала, собирается в мешки по 50 кг и пересыпается на железный лист 1.5x1.2 м для перемешивания и сокращения. Сокращение производится на делителе Джонса до веса 15-20 кг. Далее производится перемешивание и дальнейшее сокращение

материала методом квартования. Анализы в лаборатории Аксу выполнялись для бороздовых и шламовых проб. Анализы на золото выполнялись пробирным методом.

На месторождении Аксу как и на других аналогичных месторождениях бывают обрушения горных пород. Одно из них является обрушение горных пород за 2022г. в югозападной части карьера. По данному инциденту был выполнен отчет с целью обоснования безопасных параметров выветрелых пород карьера Аксу путем расчета устойчивости бортов карьера для различных вариантов отработки. Основной причиной выполнения данной работы является проявление неустойчивого состояния для выветрелых участков прибортового массива карьера, сложности с выдерживанием проектных углов откосов, а также факт, что при проектировании карьера не учитывались физико-механические свойства выветрелых пород. В расчете применялись разрезы по проектным параметрам обновленного LOMP 2023 с изменением углов откосов на выветрелых участках. Для проведения расчета устойчивости и определения физико-механических свойств прибортового массива на выветрелых участках был произведен обратный расчет по историческим данным обрушения. Для расчетов применялись программные обеспечения пакета Rocscience, такие как RocData, Dips, Slide2 и RS2. Месторождение находится в узле пересечения нескольких пересекающихся разломов северо-восточного/юго-западного отного простирания субмеридионального простирания. Выявлено пересечение месторождения низкими разломами позднего возраста и смещение более ранних образований.

Гидрогеология месторождения

В районе месторождения Аксу подземные воды по фильтрационным параметрам, по характеру формирования, залегания и разгрузки представляют собой единую, гидравлически связанную водоносную систему. Водовмещающими образованиями являются разнообразный комплекс пород, представленный песчаниками, алевролитами, аргиллитами, туфами, диоритами. Основную роль в питании трещинных вод принадлежит инфильтрующимся атмосферным осадкам. Исключительно важная роль в формировании подземных вод описываемого района принадлежит трещиноватым зонам и тектоническим нарушениям. Глубина трещинной зоны, т.е. глубина возможной циркуляции трещинных вод составляет 60-80м. Для оценки гидрогеологических условии и мониторинга подземных вод в 2019 году были пробурены 6 наблюдательных скважин вокруг проектного контура карьера Аксу, глубиной по 200м. Наиболее обводненной частью по результатам бурения и вскрытия карьера является северо-западнаячасть, где наблюдаются водопритоки в 4-х местах.

Физико-механические свойства пород

Для расчета устойчивости бортов карьера с целью определения безопасных параметров карьера Аксу использовался метод численного моделирования. Моделирование производилось путем построения модели методом конечных элементов по обобщенному критерию Хука-Брауна в программе "RS2". При моделировании данного участка применялись обработанные физико-механические свойства пород на основании лабораторных испытаний образцов керна. Согласно полученным результатам численного моделирования можно выявить, что процесс обрушения происходил в несколько стадий, что подтверждается по фактическому положению и визуальным наблюдениям.

Оптимизация угла откоса между съездами (IRA)

Средняя глубина выветрелых пород в карьере составляет приблизительно 40 м. Такое предположение основано на анализе данных исследований скважин, а также визуального мониторинга ввиду того, что установленная глубина была подтверждена на большей части участка. Было проведено моделирование выветрелой зоны подуглом откоса уступа в 53°.

Кинематический анализ

Обрушение пород в карьере зачастую происходит по иным принципам, нежели развитие оползневых процессов в дисперсных грунтах. Главную роль при этом играют системы трещин, которые, пересекаясь между собой, придают массиву блочное строение. В таком случае обоснование параметров откосов уступов и берм должно основываться наданных кинематического анализа, позволяющего оценить потенциальные режимы обрушения.

Выполнение кинематического анализа в основе базируется на использовании стереографических проекций.

Численное моделирование

Расчет устойчивости произведен путем численного моделирования методом конечных элементов по обобщенному критерию Хука-Брауна в программе "RS2".

Для моделирования применялись обработанные в программе RocData физикомеханические свойства пород согласно отчету о НИР по теме «Исследование физикомеханических свойств горных пород в лабораторных условиях» (договор № KA-У-190614-1 от 14.06.2019 г.).

Выводы

Произведен расчет устойчивости бортов карьера на потенциально опасных участках и на участке деформации №1 (рисунок 1). Согласно полученным результатам, на всех потенциально опасных участках коэффициент запасной устойчивости (далее — КЗУ) превышает минимально допустимый КЗУ=1,3. Согласно результатам моделирования, при дальнейшей отработке данных участков, строго выдерживая проектные параметры, сохраняется достаточный КЗУ, соответствующий устойчивому состоянию массива. В случае несоблюдения проектных параметров КЗУ будет снижаться, что в последствии может привести к локальным обрушениям бортов карьера.

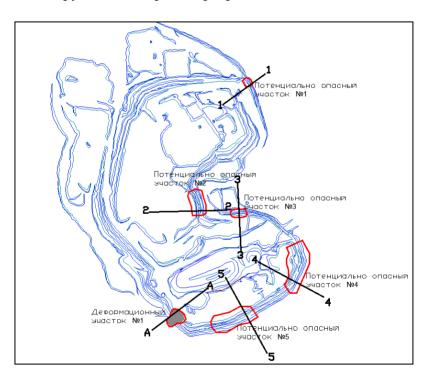


Рисунок 1. Расположение отработанных берм в плане

#### Рекомендации

Необходимо строго вести отработку карьера согласно проектным параметрам для сохранения устойчивого состояния массива.

Необходимо производить заоткосные работы после отработки прибортовых блоков.

Необходимо применять контурное взрывание или предварительное щелеобразование для постановки борта карьера на конечный контур.

Необходимо при проектировании блока БВР учитывать расстояние разрушения массива для минимизации влияния БВР на массив борта карьера.

Необходимо корректировка литолого-структурной модели для проектирования БВР.

Необходимо обеспечить автоматизированный мониторинг радарной системой для своевременного реагирования и выявления потенциальных участков деформации.

Необходимо сканирование георадаром Лоза-Н проектных границ карьера для определения неоцифрованных подземных горных выработок.

Необходимо сканирование отработанных выработок для оцифровки фактических границ.

#### Список использованной литературы:

- 1. ТОО «GeoMineProject» (GeoMineProject ltd.), Отчет о минеральных ресурсах по ІІ-й октябрьской площади золоторудного месторождения Аксу по состоянию на 01.01.2020г., Казахстан, Алматы, 2020г., стр.1-66
- 2. Алипов А.Б., Коригов С.Б., Балакаев З.Е., «Геотехнический отчет по обоснованию оптимальных параметров выветрелых пород карьера Аксу», 2023г., стр. 1-41.
- 3. Алипов А.Б., Нысанов Е.С., Копбаев К.С., «Геотехнический отчет по рассчету устойчивости бортов карьера напотенциально опасныхучастках», 2022г., стр.1-10.

**UDC 528** 

## MINING AND METALLURGICAL COMPLEX WASTE IS A PROMISINGSOURCE FOR CONSTRUCTION INDUSTRY

Ashimova A.A., PhD student
Nurpeisova M.B., doctor of technical sciences, professor
Rysbekov K.B., candidate of technical sciences, professor
Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Abstract.** The article presents research results on the ash and slag waste from CHPP-3 of the Almaty power plant. The possibility of using this waste in brick production has been established. The completed literature review has allowed us to assert the prospects of using mining and metallurgical waste in various industries. The significance of the results obtained for the construction industry lies in the expansion and reproduction of the raw material base of the building materials industry through the use of mining waste and the development of resource-saving technologies.

**Keywords:** mining and metallurgical complex wastes, ash and slag, building materials. **Introduction.** 

In connection with development of mining industry in the Republic of Kazakhstan, extraction and development of mineral resources has been strategically important task for state for many decades. According to the Bureau of National Statistics of the Republic of Kazakhstan, production growth is observed in the mining industry and quarrying by 3.8%(Fig.1).

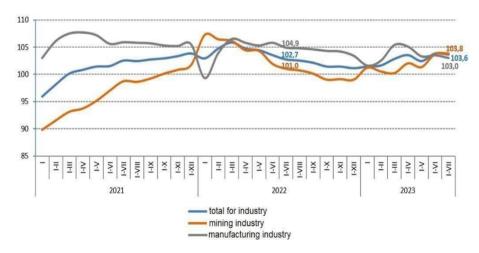


Figure 1. Development of Mining industry of Kazakhstan

At the same time, mining industry intensively impacts natural environment, causing its change, which is summarized by concept of "unfavorable environmental situation." Ecological balance of areas where mining enterprises are located (quarries, mines, processing plants) is disturbed partially or even completely due to formation of technogenic landscapes due to creation of overburden and tailings dumps, dredge landfills, etc. Presence of such technogenic formations leads to contamination of soil and atmosphere with harmful substances and compounds.

Currently, our state focuses great attention for ecology, energy and resource conservation issues. Mining waste, especially in form of waste rock and tailings, can have serious social and environmental impacts, so it is important that government ensure environmentally friendly and sustainable management of mining and mineral processing waste. According to the Department of State Policy and Waste Management of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of Kazakhstan, in 2023, waste from mining industry amounted to 470 million tons, 56% more than a year earlier.

Completely exhausting waste from mining industry is hardly feasible task, especially since humanity is not going to declare off further subsoil. Development. Generation, accumulation, storage and disposal of waste is also a fairly acute problem for Kazakhstan, affecting most regions. The main sources of waste are enterprises of the mining industry, fuel and energy complex and agriculture.

Fuel and electricity complex is one of the main "pollutants" of natural environment. By burning coal, enterprises obtain thermal energy and generate electrical energy. Negative side of this process is formation of by-products of coal combustion - fly ash and slag. The annual yield of ash and ash and slag mixtures when burning coal in ash dumps in Kazakhstan is more than 17 million tons. More than 300 million tons of ash waste have been accumulated in ash dumps [1].

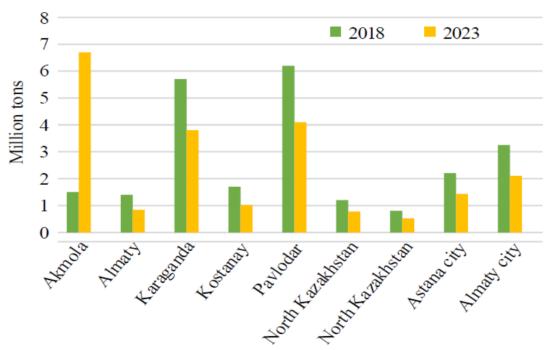


Figure 2. Ash and slag waste in the regions of the Republic of Kazakhstan

It stands to reason that need to reduce anthropogenic load through technologies adoption and use of energy waste in production of building materials. 17 regions of Kazakhstan (oil-bearing regions: Atyrau, Mangistau, West Kazakhstan, Aktobe and Kyzylorda) use gas fuel.

To date, the most widely used industrial waste in roadside construction is slag from ferrous and non- ferrous metallurgy, which partially replaces traditional binding materials - cement and lime. When forming heat- insulating layers and road bases, waste from coal power plants is also used: slag and ash and slag mixtures. As practice shows the cost of such materials is half that of traditional

ones. The need to use ashes and slag is dictated not only by economic considerations, but also by environmental protection requirements.

Ash dumps contribute to air and water pollution and changes in chemical and mineral composition of soils. Dust from ash dumps pollutes the environment and negatively affects human health, as well as the productivity of agricultural land. In case of strong wind, exceeding the maximum permissible concentration of ash in the air can occur at a distance of up to 4 kilometers from the edge of the dump. From a sanitary and hygienic point of view, the fractional composition of the ash is also important, with the most dangerous particles being 1 micrometer in size or less. Filtration of water in ash dump changes natural hydrochemical regime in area where it is located, which can lead to flooding, salinization and swamping of area, entry of pollutants into groundwater, and with them into rivers and reservoirs. Particularly significant damage to environment is caused by accidents at ash dumps. Replacing natural raw materials with ash and slag helps to protect the subsoil. Liquidation of ash dumps also has beneficial effect on environmental situation.

**Literature review.** Currently, in the literature there are a lot of different proposals for use of ASW of thermal power plants. In neighboring countries, level of use of ashes and slag from thermal power plants does not exceed 7-10%. In the USA, Germany, China, the volume of processing is more than 75%, in Scandinavian countries - up to 100%.

There is practically no processing of ash and slag waste in our country on industrial scale. In Kazakhstan ASW from coal produced by thermal power plants and state district power plants, about 8% of ash (less than 1.9 million tons) is processed at the research and production level. If the use of ASW remains at this level, then by 2030 volume of accumulated waste will reach 1 billion tons. According to expert estimates, investments in the reconstruction of one ash and slag dump can reach 5 billion tenge, and construction of a new one costs 12-13 billion tenge [2].

In terms of its composition, ash and slag waste is unique material for beneficial use in various sectors of economy with additional benefit of significant environmental benefits. Ash and slag waste can be used as additives and fillers in production of wide range of building materials: cement, concrete, mortar, brick, etc. Abroad, industry of involving ash and slag in construction has been systematically developing for several decades. Thus, in Germany, the technology of using fly ash in cement production has been used for more than 50 years. Many famous high-rise buildings in the world were built using concrete produced with the addition of fly ash: the Burj Khalifa tower with a height of 830 m (Dubai, UAE), the concrete foundation of which is 20% fly ash; The Shard tower, 305 m high, London, UK), where 50% of the cement was replaced with high-calcium fly ash; Picasso Tower 170 m high (Madrid, Spain).

At the same time, use in construction industry is far from only direction for involving ash and slag into economic circulation. In South Korea, closed list of 15 ways to involve it in economic circulation has been approved at the legislative level: from use of ash and slag in the production of construction products to agricultural use. According to analytical documents of the Australian Association for the Development of the Ash and Slag Industry, possibility of their recycling is determined by two factors: quality of the coal fuel from which the ash and slag is formed, and technologies for processing ash and slag.

For Kazakhstan, this experience is useful in terms of using innovative solutions in the field of processing and disposal of ash and slag waste in domestic practice. Problem of recycling slag in construction remains urgent task, since almost all research is limited to experimental developments. All this raises urgent need to conduct targeted comprehensive studies of both slag itself and materials based on it. Therefore, today waste management has become particularly relevant, as one of the key areas for development of "green" economy in Kazakhstan, i.e. conservation and effective management of ecosystems [3].

In this direction, KazNRTU named after K.I. Satpayev is conducting research and has launched mini-plant for production of secondary raw materials based on production waste. Young scientists and graduate students of KazNRTU take active part in these research (Fig. 3).



Figure 3. Research conducting process

Authors note that growing scale of construction in Kazakhstan requires significant amount of mineral raw materials for building materials industry.

In connection with above, it is advisable to use waste as secondary product of production cycle.

**Materials and methods of research.** In this work, ash of CHPP-3 of the Almaty power plant is studied. Almaty Electric Power Plant unites 3 combined heat and power plants (CHP-1, CHPP-2, CHPP-3), which provide heat and electricity to consumers in Almaty and the Almaty region of Kazakhstan. All thermal power plants use coal from the Ekibastuz deposit.

To determine phase composition of cements and ash, upgraded DRON-3M diffractometer on  $CuK\alpha$  radiation with software was used. X-ray patterns were obtained in the range of  $2\theta$  (angles) from 10 to  $70^{\circ}$ .

Chemical composition of fly ash was determined using energy dispersive X-ray fluorescence spectrometer EDX-8000. Analysis of the granulometric composition was carried out using Analizette 22 MicroTecFritschGmbH device (Germany). A micrograph of fly ash was taken using a Superprobe-733 scanning electron microscope.

Results and discussion. Further work consisted of producing samples of ceramic bricks with the addition of ash and slag waste. After conducting experiment to study properties of ash and slag waste, next step was production of ceramic samples in which this waste was included. To do this, it was necessary to carry out a number of technological processes, including preparation of raw materials, formation of ceramic samples and their firing in a kiln at high temperatures. After firing, series of tests were carried out to investigate mechanical and physical properties of ceramic samples with ash waste and compare them with samples without such an application. Test results made it possible to draw conclusion about effect of adding ash and slag waste on properties of ceramic target, in particular, on their strength and wear resistance.

In the work, method was chosen for producing laboratory ceramic bricks by plastic molding with different percentages of ash and slag waste and annealing at different temperatures [4-5]. Figures 4, 5 and 6 show graphs of the firing temperature and ash content in clay.

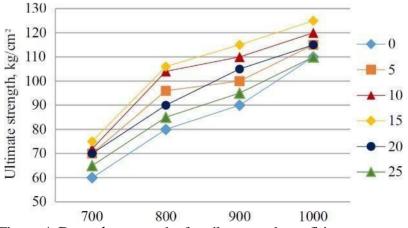


Figure 4. Dependence graph oftensile strength on firing temperature

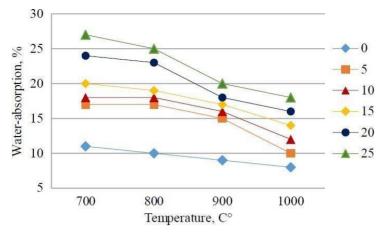


Figure 5. Dependence graph of water absorption of sample on firing temperature

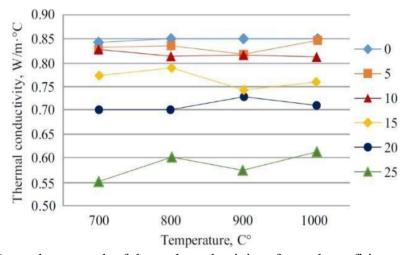


Figure 6. Dependence graph of thermal conductivity of sample on firing temperature Analysis

of studies of ash and slag waste from combustion of Ekibastuz coal showed that thermal conductivity, strength and water absorption depend on amount of added ash and the firing temperature. The higher ash content in a brick, lower its thermal conductivity. Water absorption increased with increasing ash. Compressive strength also decreases with increasing ash content of the brick. The optimal percentage of adding ash and slag waste is 15 percent at a firing temperature of 1000 degrees.

#### Conclusion.

Based on results of conducted research, it is possible that future scientific research will be aimed at optimizing production processes of ceramic bricks using ash and slag waste. It would be interesting to study influence of various parameters on properties of bricks, such as particle size of ash and slag waste, cooling rate and firing duratio n. In addition, further research could be aimed at finding alternative materials for use in brick production, which could lead to development of more sustainable and environmentally friendly building materials.

This study was carried out within the framework of grant funding AR 14871694 «Development of technology for processing ash and slag waste from a thermal power plant to obtain demanded building materials».

#### **References:**

1. Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan. Official Internet resource [Electronic resource] -2023. http://energo.gov.kz/index.php?id=2960 (access date 09/24/2023).

- 2. Ashimova A.A., Rysbekov K.B., Nurpeisova M.B. Waste recycling is one of the key areas for the development of a "green" economy in Kazakhstan // Materials of the 5th conference of the International Scientific School, Academician of the Russian Academy of Sciences K.N. Trubetskoy.-M.: IPKON RAS, 2022.- P.25-30.
- 3. National project "Green Kazakhstan" Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan  $N_2$  73dated October 12, 2021
- 4. M. Nurpeisova, Z. Estemesov, S. Gabbasov, A. Ashimova, A. Bek. (2023). Studying the properties of ash and slag waste for use in the manufacture of construction products. Mining of Mineral Deposits, 17(3), 102-109.
- 5.E.I. Kuldeyeev , M.B. Nurpeissova, E.V.Fedorov, A.A. Ashimova. Study of aggloporite producibility from the Ekibaztuz coal ashes. Eurasian Mining. 2023, №2, 85-88 p.

УДК 528.5:624

## ПРИМЕНЕНИЕ РУЧНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

**Баймагамбетова** Л.Д. - магистрант **Низаметдинов Ф.К.** - д.т.н., профессор **Игемберлина М.Б.** - PhD, ст.преподователь *НАО «КарТУ им. А. Сагинова», г. Караганда* 

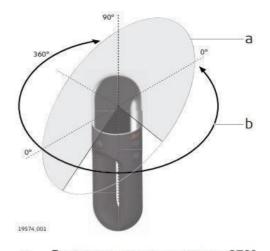
Аннотация. В статье описываются особенности проведения лазерного сканирования горнопроходческих и добычных выработок на Жезказганском месторождении. Приведены порядок проведения съемочных работ с помощью ручного лазерного сканера Leica BLK2GO, построение трехмерных моделей. Технологии подземного сканирования с помощью портативного лазерного сканера позволяет ускорить процесс обследования горных выработок, абсолютно недоступных для маркшейдеров участков и получить высокоточные 3D-модели рудника, что в последующем поможет смоделировать геомеханическую модель месторождения.

Ключевые слова:лазерный сканер, съемка, электронный тахеометр.

Применение лазерного сканирования в подземных условиях имеет ряд преимуществ, однако по точности 3D моделей вызвало множество вопросов, где проводились исследования с целью получения плотного облака точек подземных горных выработок.

Технологии подземного сканирования с помощью ручного сканера позволяет ускорить процесс обследования горных выработок, абсолютно недоступных для маркшейдеров участков и получить высокоточные 3D-модели рудника, что в последующем поможет смоделировать геомеханическую модель месторождения [1]. Кроме того, цифровые модели горных выработок, полученные в результате сканирования, позволяют оптимизировать процессы, связанные с разведкой, планированием и эксплуатацией. Полученные данные со сканера интегрируются в любые ГИС [2].

При сканировании используется сканер типа Leica BLK2GO (рисунок 1) это беспроводной ручной лазерный сканер, который плавно захватывает трехмерную среду, пока маркшейдер находится в движении, и непрерывно создает цифровое представление реальности в виде трехмерных облаков точек. Компактность и портативность сканера обеспечивает гораздо большую степень мобильности, а также доступ к пространствам и объектам, где раньше было сложно или невозможно сканировать [3].





а Вертикальное поле зрения: 270° b Горизонтальное поле зрения: 360°

Рисунок 1. Беспроводной ручной лазерный сканер Leica BLK2GO [3]

Таблица 1 - Технические характеристики лазерного сканера LEICA BLK2GO

	Применение	Мобильный 3D-сканер		
Возможности 3D-	Скорость сканирования	420000		
сканирования	Максимальная дальность	25 м		
	Поле зрения	360°/300°		
	Точность дальномера	4мм @ 10м / 7мм @ 20м		
Возможности визуализации	Камеры	3 камеры по 12 МР		
Управление и запись данных	Дисплей	Нет		
	Тип	Встроенный аккумулятор		
Питание	Тип батареи	Li-Ion		
	Время работы	50 мин		
Окружающая среда	Рабочая температура	от +5		
D	Размеры сканера	279х80 мм		
Размеры и вес сканера	Вес сканера без аккумулятора	0,78 кг		

Конструктивно сканер представляет собой пластиковый корпус, из чего состоит лазерный сканер: это двухосевой лидар, система панорамного видения, одна камера высокого

разрешения. Управляется все одной кнопкой достаточно нажать на кнопку, и он начнет сканировать [3].

Неоспоримые положительные плюсы использованияпортативных лазерных сканеров:

- легкость сканера и высокая скорость сканирования. Маркшейдерская съемка происходит во время обхода горной выработки, склада со сканирующим сенсором в руках. Высокая детализация объектов изысканий позволяет получать точные данные, на основе которых в программах можно быстро построить каркас шахты или создать цифровую модель и произвести расчеты;
- сканирование не требует дополнительного съемочного обоснования. Координатная привязка происходит по контрольным точкам (тахеометрическим), которые фиксируются в процессе сканирования;
- точные результаты получаются в самых сложных условиях: пыль, влага, полная темнота, удаленность.
- большим преимуществом системы является возможность загрузки облаков точек в ГГИС предприятия, для дальнейшего использованияи обработки.

Объемное (3D) моделирование горных выработок на рудных шахтах является одним из новых методов, но получившее в настоящее время широкое распространение и практическое применение. Моделирование в горнодобывающей отрасли является одним из важных элементов технологического процесса. Уровень научно-технического развития промышленности в целом диктовал те методики, которые применялись раньше при проектировании и моделировании. Эти методики, соответственно, оказывали решающее влияние накачество и эффективность, как моделей, так и производительности отрасли.

Перед началом сканирования определяются координаты центра опознавательных знаков. Опознавательные знаки необходимы для геопривязки к местной системе координат облака данных, полученных в процессе сканирования.

При включении прибора, производится калибровка его положения в пространстве. По готовности сканера, световой индикатор загорается зеленым светом. После чего необходимо произвести сопряжение (привязку) специального мобильного приложения BLK2GO Live с прибором для мониторинга 3D сканированияв реальном времени.

При 2D-просмотре приложение BLK2GO Live показывает в режиме реального времени двухмерный вид сверху того, что захватывает BLK2GO. Этот вид «плана этажа» дает мгновенную визуальную обратную связь, чтобы направлять вашу траекторию во время сканирования.

При 3D-просмотре приложение BLK2GO Live также показывает 3D-рендеринг облаков точек, снятых в режиме реального времени, что позволяет вам видеть единообразие и полноту ваших сканирований.

Во время проведения сканирования есть возможность делать отдельные изображения с высоким разрешением, нажимая кнопку BLK2GO во время сканирования.

Приложение BLK2GO Live позволяет получить доступ к информации о состоянии BLK2GO, такой как аккумулятор, дисковое пространство или температура, а также для визуализации и управления существующими сканированными изображениями.

При производстве сканирования выработанного пространства фактическое положение горной выработки отображается на дисплее смартфона. Данные со сканера передаются на дисплей смартфона через Wi-Fi соединение. После калибровки сканера производится сканирование ранее заданных и размеченных опознавательных знаков. Для этого подходим к размеченным точкам, при включенном режиме сканирования на расстояние 1,5 м от размеченного знака.

Далее производится сканирование горных выработок. Для этого маркшейдер производит обход по оси горнопроходческой выработки, удерживая сканер в вертикальном положении, сканирующей головкой вверх (рисунок 2, а). Передвигаться необходимо неторопливым шагом, сильно не раскачивая прибор.

Процесс сканирования аналогичен вышеприведенному для проходческой выработки. Отличием является то, что обход добычных забоев со сканером производится по контуру отработанной выработки (рисунок 2 а,б).





Рисунок 2. Сканирование горных выработок: а - горнопроходческой выработки; **6 -** добычного забоя

Процесс сканирования аналогичен вышеприведенному для проходческой выработки. Отличием является то, что обход добычных забоев со сканером производится по контуру отработанной выработки.

Экспортированные данные переходят к следующему этапу — этап обработки облака точек. На данном этапе используется ПО Micromine. Данная программа предоставляет набор основныхинструментов для создания трехмерной модели из облака точек [3].

Каркасная модель выработки строится в ПО Micromine, в связи с тем, что необходимый функционал для подсчета объемов и площади в ПО Cyclone REGISTER 360 отсутств ует. В ПО Micromine имеется возможность вручную редактировать каркасную модель выработки. Программа способна найти ошибки в неправильно построенной модели и исправить их. Подсчет площади и объемов каркасной модели проводится именно в ПО Micromine. Наложенная модель, построенная из облака данных полученных по результатам сканирования (синим цветом) (рисунок 3).

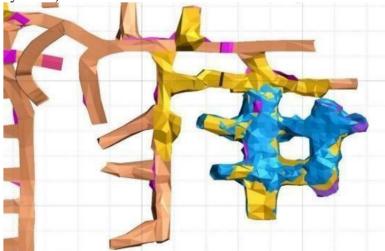


Рисунок 3. Наложенная модель добычных руд, построенная из облака данных, полученных по результатам сканирования (синим цветом)

Таким образом, полученые данные сканирования горных выработок позволяют констатировать, что положение внешних контуров более точнее на 10-15% фиксируются с помощью ручного лазерного сканера, это связано большей плотности съемки сканером, а также могут быть использованы при построения цифровой модели горных выработок шахты и рудника в целом.

Основным измерительным прибором является тахеометр так как он является высокоточным и отвечает всем требованиям при производстве работ и развитии опорных сетей.

#### Список использованной литературы:

- 1. Analysis of Ground Surface Displacements under the Influence of Repeated Mining Activities in the Zhezkazgan Area, Nizametdinov N.F., Baryshnikov V.D., Nizametdinov R.F., Igemberlina M.B., Staňková, H., Batyrshaeva, Z.M. Journal of Mining Science, 2021, 57(2), P.184–189.
- 2. Овчаренко А.В. Сканирование подземных пустот и полостей 3D-сканированием // Вопросы теории и практики геологической интерпретации геофизических полей ГИ УрО РАН, ПГНИУ, Пермь, 2015. —С. 161-163.
- 3. BLK2GO Руководства и вспомогательная документация. https://shop.leica-geosystems.com/leica-blk/blk2go/blk2go-support

УДК 622.1:622.834.1

## ОЦЕНКА ДЕФОРМИРУЕМОСТИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

**Бесимбаева О.Г.,** к.т.н., доцент **Хмырова Е.Н.,** к.т.н., доцент **Олейникова Е.А.,** магистр, ст. преп. *НАО Кар ТУ им. Абылкаса Сагинова (Караганда)* 

**Аннотация.** При подземной разработке рудных месторождений с целью геомеханического обоснования параметров зон деформаций массива на участке ведения горных работ необходимо получить информацию о прочностных войствах слагающих типов пород  $\sigma^{\pi}_{cж}$  и  $\sigma^{\pi}_{p}$ , соответственно, прочности образца породы на одноосное сжатие и расстяжение. Для оценки деформируемости массива горных пород при подземной разработке месторождения «Западный Каражал» использованы кривые линии поверхностей сдвигов, построенные по координатам точек линий скольжения для основных типов пород. Выделенные зоны деформации соответствуют явлениям, происходящим на земной поверхности вследствии веденияподземных горных работ.

Ключевые слова: деформация массива, поверхностисдвига, замок свода.

Скальные породы месторождения «Западный Каражал» характеризуются однородными прочностными свойствами и относятся к породам прочным и средней крепости. Значение коэффициента крепости по М.М Протодьяконову 10-16, что соответствует породам высокой крепости (к наиболее крепким относятся железные и марганцевые руды f = 10-16)[1].

В соответствии с перспективным планом развития горных работ и запасам месторождения, проектом предусматривается отработка залежей до глубины (700 - 900 м) [1, 2]. Геометрические параметры рудных тел месторождения изменяются в широких пределах. Протяжённость по простиранию железорудных залежей изменяется от 120 до 5500 м, марганцево-рудных - от 200 до 5600 м.

Физико-механические свойства пород и руд тел месторождения «Западный Каражал» и структурно-тектонические особенности строения позволили сделать следующие выводы:

- по своим физико-механическим свойствам железные и марганцевые руды и вмещающие их кремнисто-карбонатные и терригенные породы вне зон повышенной трещиноватости являются устойчивыми;
- в зонах тектонических нарушений, особенно в верхних частях месторождения и на участках мелкой складчатости, кремнисто-карбонатные породы, как рудного горизонта, так и лежачего и висячего бока рудной залежи подвержены интенсивной трещиноватости [1,2].

На основании результатов исследований физико-механических свойств горных пород месторождения, измерения трещиноватости массива и информации о прочностных свойствах слагающих типов пород на одноосное сжатие и растяжение  $\sigma^{\pi}_{cx}$  и  $\sigma^{\pi}_{p}$  и в соответствии с

методом «БАБО» [1, 2] были построены кривые поверхности сдвигов для основных типов пород месторождения «Западный Каражал».

В горном массиве главным фактором, формирующим поверхности сдвига, являются вертикальные напряжения  $\gamma H_i$ , где  $0 < H_i \to \infty$ , которые начинаются от уровня земной поверхности. При построении кривых линий начальным горизонтом принимается тот же уровень (земная поверхность), что позволяет получить непрерывно и плавно изменяющуюся кривизну кривых, которые представлены на рисунке 1.

Кривые поверхностей сдвига были построены для всех типов пород с учетом литологической разности горного массива месторождения (ОТЧЕТ), в том числе для пород «известняк красноцветный» месторождения «Западный Каражал», построенные покоординатам, приведены нарисунке 1.

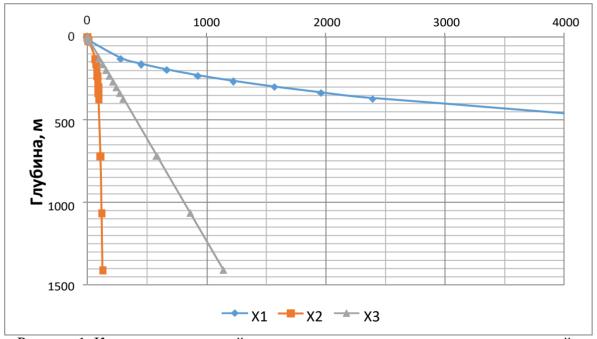


Рисунок 1. Кривые поверхностей сдвигов для породы «известняккрасноцветный»:

XI — кривая касательных напряжений;

 $X2 - \kappa$ ривая нормальных напряжений;

X3 – кривая границ зон нарушения устойчивости пород вокруг выработки (очистного пространства)

При анализе полученных результатов по методу «БАБО» был использован автоматизированный программный комплекс «RocLab», в основе которого заложен метод «Хука Брауна» [5]. Выполнены построения, огибающих разрушения основных типов пород, слагающих горные массивы, определены расчетные прочностные характеристики (сцепление

и угол внутреннего трения) основных типов горных пород надрудной толщи.

В условиях естественно сформированного рельефа земной поверхности предельный контур деформирующейся зоны на земной поверхности определяется применением кривых поверхностей сдвига.

Выполненный геомеханический анализ свидетельствует, о том что:

- 1. Напряженно деформируемое состояние горных пород в массиве главным образом формируется за счет собственного веса их столбов  $\gamma$ H.
- 2. Под каждым столбом горных пород существ ует поверхность предельного равновесия, способствующая перемещению столба в безопорную сторону (*напр*. очистных работ). Форма поверхностей предельного равновесия зависят от физико механических свойств горных пород массива.
- 3. Владея достаточной информацией о свойствах горных пород определяют формы поверхностей предельных равновесий под каждым столбом, суммирование которых образует единую поверхность смещения части массива  $(x_1, x_2 u x_3)$ .

Вышеуказанные контуры смещения пород не означают переход массива горных пород в разрыхленное состояние. Горные породы в этих частях могут деформироваться в пределах от упругого расширения и до полного разрыхления в зависимости от объема очистного пространства.

Первоначально форма свода будет зависить от разновидности вмещающих горных пород и глубины расположенияграничных условий (рисунок 2).

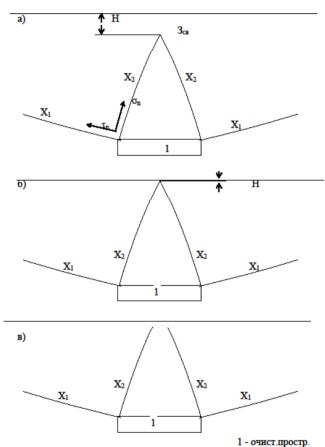


Рисунок 2. Формирование сводов над очистными пространствами

Если замок свода располагается на глубине от земной поверхности значительно больше чем  $H_{\text{сж}}-$  глубины прочности пород на одноосное сжатие (рисунок 2 а), то налегающая толща массива будет в устойчивом состоянии.

Если замок свода распологается на не большой глубине, но не достигает земную поверхность, то такой свод может быть не способным сохранять устойчивость пород, налегающих над очистным пространством. Он может быть способным сохронять

устойчивость пород в том случае если его замок будет находится на глубине больше чем  $H_{\text{сж}}$  (рисунок 2 б).

Если замок свода не будет замыкаться (рисунок 2 в) или замыкается на глубине меньше чем  $H_{cm}$ , налегающая толща пород может сразу переместиться в очистное пространства. В массиве на глубинах от 0 м и до  $H_{cm}$  действуют растягивающие напряжения[3, 4].

Массив налегающей толщи может состоять из горных пород расположенных на глубине  $H_{cm}$  или близкой к ней. В этом случае налегающая толща может внезапно «просесть» полностью или в его нижней части происходит постепенное разрушения на уровне пяты свода. Затем свод может разрушиться полностью. После разрушения подсводного объема, на месте граничных поверхностей могут возникнуть свободные границы, что позволит перемещаться откалывающейся часть пород. Это может происходить и за счет уплотнения уже обрушенных пород. После чего образуется обратный свод. Определение объема разрыхляющейся части массива, в данном случае, зависит от объема очистного пространства, образованного в результате разработки месторождения.

Для месторождения «Западный Каражал» построены кривые поверхностей сдвига для всех типов пород с учетом литологической разности массива, которые позволяют выполнить анализ и оценку деформируемости массива горных пород при подземной разработке.

На геологический разрез I-I накладываются кривые поверхностей сдвига таким образом, чтобы верхняя горизонтальная линия принятая за ось X совпадала с уровнем земной поверхности. Использованы два вида кривых поверхностей сдвигов:  $X_1$  — кривая образующаяся по поверхностям, где действуют тангенциальные напряжения и  $X_2$  -нормальные напряжения. Указанные напряжения являются взаимно перпендикулярными. Сводообразующей кривой является  $X_2$ , а  $X_1$  соответствует поверхностям сдвига пород в зависимости от формирования граничных условий ( $\mu$ anp. очистного пространства) [3, 4]. Кривая  $X_2$  является контурной линией потенциально обрушающихся пород в сторону выработанного пространства.

На рисунке 3 приведено построение поверхностей сдвига по сводообразующей кривой  $X_2$ , в соответствии с данными рисунка 4 и других отстроенных поверхностей сдвига литологической разности массива горных пород [1] на главном геологическом разрезе I-I месторождения «Западный Каражал».

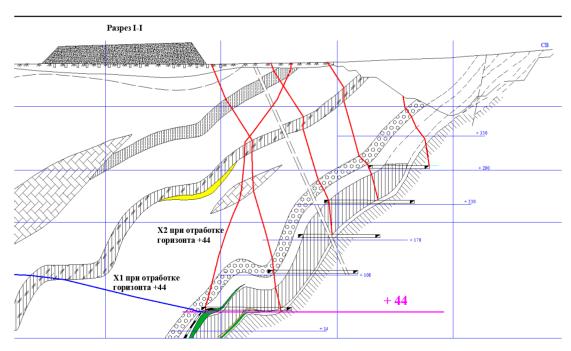


Рисунок 3. Построение поверхностей сдвига по сводообразующей кривой  $X_2$  по типам пород

Выделенные зоны деформации соответствуют явлениям, происходящим на земной поверхности вследствии ведения подземных горных работ. Области распростронения этих зон, с ростом глубины разработки, довольно быстро сужаются с юга на север (ближе к рудному телу). В результате сужения площади действия деформирующихся массивов происходит рост напряженного состояния слагающих горных пород.

#### Список использованной литературы:

- 1. Проект "Вскрытие и разработка восточного фланга гор. +44м рудника "Западный Каражал" АО "Атасуруда" (Арх. № 5186.ПЗ.40.1).
- 2. Закон Республи ки Казахстан «О недрах и недропользовании», утвержденный постановлением Президента РК от 24 июня 2010 года № 291-IV.
- 3. Сәбденбекұлы Ө. Геомеханика. ҚР. ЖШС, «№ 1 Инновациялық орталық». Қарағанды қ., Терешкова, 34/2. 2009. 450 б.
- 4. Сәбденбекұлы Ө., Сабденбеков Ш.У. Жерсілемдегі сырғу беттерді болжамдаудың тәсілі. Өнертабысқа № 25905 патент. ҚР Әділет министрлігінің зияткерлік меншік құқығы комитеті. Патент иеленушісі: Сәбденбекұлы Ө., Сабденбеков Ш.У. Метод «БАБО».
- 5. Hoek, E and Diederichs, M.S. (2006), Empirical estimation of rock mass modulus. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 43, 203c–215c.

УДК 622:504

## СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЦЕЛИКОВ И КРЕПЛЕНИЙ БОРТОВ КАРЬЕРА

#### Жалгасулы Н., Исмаилова А.А., Бектибаев У.А.

Институт горного дела им. Д.А. Кунаева (г. Алматы, Казахстан)

При усилении динамических проявлений горного давления и сейсмических воздействий промышленных взрывов, в том числе и массовых, наблюдается интенсивное снижение устойчивости бортов карьера и других элементах горных выработок, несмотря на их закрепленность, особенно на участках со сложной тектоникой, что вызывает снижение качества и полноты извлечения руды, темпа отработки карьера, деконцентрац ию горных работ, уменьшение производительности технологического оборудования по доставке и транспортировке руды. Ослабленные таким образом естественной и технологической трещиноватостью прибортовые породы, имея высокую прочность в образце, не обладают требуемой прочностью и устойчивостью в натурном массиве. Иными словами, преждевременное разрушение бортов при транспортировке руды свидетельствует о том, что породы, имея значительную прочность структурных отдельностей не обладают ею в реальных условиях движения грузопотока. Существ ующие и применяемые в указанных сложных традиционные виды И способы укрепления бортов дорогостоящими, трудоемкими и не всегда обеспечивают надлежащих условий безопасности труда.

Известно, что прочность массива на растяжение равна, в лучшем случае, ли шь трети прочности на сжатие образца. Одной из главных причин является то, что породный массив, особенно в приконтурной зоне выработок, подвержен ослаблению множеством трещин различного происхождения, в том числе технологического и часто может находиться в состоянии запредельных деформации. Возвращение его в область упругих деформаций, улучшение прочностных характеристик возможно исключительно за счет ликвидации или снижения трещиноватости массива путем заполнения трещин твердеющим скрепляющим материалом, что является одной из важнейших задач повышения устойчивости бортов карьера.

Обычно устойчивость бортов карьера определяется ее способностью сохранять равновесие в условиях применения тяжелых транспортных систем. Вывалы и обрушения пород бортов происходят тогда, когда интенсивность трещин и их направленность приводит к образованию таких структурных отдельностей, которые по размерам и форме не могут обеспечить устойчивое функционирование перемещения горной массы. В аналогичных условиях разработки находится и Жезказганское месторождение, характеризуемое значительным объемом обнажения прибортовой части глубокого карьера, что в сочетании взрывной отбойкой, горным давлением, развитием трещинообразования, расслоения и обрушения руд и пород осложняет крепление и поддержание бортов карьера. А между тем горные породы месторождения имеют сравнительно высокие прочностные свойства, благоприятствующие использованию их в качестве крепи, что является одним из главных факторов применения инъекционного метода упрочнения массива для повышения устойчивости выработок и безопасности работ. Применяемые в этих условиях традиционные виды и способы крепления выработок на рудниках Жезказгана недостаточно эффективны и не позволяют использовать трещиноватые, но крепкие скальные породы в качестве крепи.

Поэтому в таких случаях более эффективными следует считать такие пути и методы, при которых в качестве крепи использовались бы сами горные породы, которые как правило, на полиметаллических месторождениях имеют в основном высокую прочность. Для решения этой задачи большое значение приобретает разработка методов и средств воздействия на свойства и состояние горных пород, обеспечивающих достаточную устойчивость массива в натуре. В этой связи весьма перспективным является метод инъекционного воздействия на массив полимерными твердеющими скрепляющими составами, позволяющий путем нагнетания их в имеющиеся трещины склеивать естественные структурные и блочные отдельности массива и тем самым повысить их устойчивость. В результате такого рода скрепления отдельностей массива, обеспечивается жесткое фрикционное зацепление блоков между собой, при этом образуются прочные породные конструкции с высокой способностью противостоять к динамическим нагрузкам.

Такое упрочнение пород по сути дела представляет собой целенаправленное изменение механических свойств массива с переводом его в близкое к монолитному состоянию, т.е. восстановление естественной монолитности и прочности массива.

Наиболее приемлемыми для инъекционного упрочнения трещиноватых пород рудных месторождений считаются составы на основе синтетических (полимерных) смол, которые обладают хорошим сцеплением с породами при отвердении и представляют собой однородные жидкости с низкой первоначальной вязкостью, позволяющей им проникать при нагнетании в мельчающие трещины и поры массива.

Упрочненный таким образом массив начинает работать как монолитная плита — оболочка, способная воспринимать значительные нагрузки, противостоять дальнейшему развитию зоны неупругих деформаций. Она может создаваться практически на любом участке ведения горных работ, иметь различные размеры и форму в зависимости от трещиноватости и ее параметров в массиве.

Опыт многих промышленно развитых стран свидетельствует, что вместо возведения традиционных видов крепи во многих случаях целесообразно упрочнять ослабленный трещиноватостью приконтурный и законтурный массив полимерными композициями, которые позволяют на контуре горных выработок и за его пределами на значительной глубине образовать монолитную зону упрочненных пород с высокой несущей способностью.

В настоящее время в мировой практике для этой цели известны и применяются различные варианты технологии инъекционного упрочнения пород, основанные на принудительном нагнетании твердеющих скрепляющих составов на основе карбамидных, фенолформальдегидных, полиэфирных, эпоксидных, фурановых, полиуретановых и других смол. Этот способ является весьма эффективным средством обеспечения устойчивости породных обнажений в широком диапазоне горнотехнических условий: во вновь проходимых выработках, вокруг которых образуется область трещиноватых, разрушенных пород; в

выработках, проводимых в зонах геологических нарушений; в эксплуатируемых выработках, крепь которых продолжает деформироваться в связи с продолжающимися движениями пород; а также в ремонтируемых и перекрепляемых выработках.

Необходимым условием применения инъекционного упрочнения бортов карьера является наличие вокруг него трещиноватой зоны. Причинами, вызывающими разрушение скальных массивов пород могут быть: тектонические процессы, формирующие зоны геологических нарушений, технологические воздействия на массив при проведении выработок и геомеханические процессы, в результате которых могут, развивается зона неупругих деформаций. В этом случае, говоря об упрочнении пород, имеют в виду восстановление естественной монолитности и прочности массива (рисунок 1).

Таким образом, необходимо отметить, что крепи, базирующиеся на использовании несущей способности заинъектированного и упрочненного массива, позволяют реализовать принцип ресурсосбережения. Для этого оказывается достаточным только скрепить ее склеивающим раствором или неорганическими вяжущими веществами, что позволяет получить надежную нетрадиционную крепь при меньших затратах.

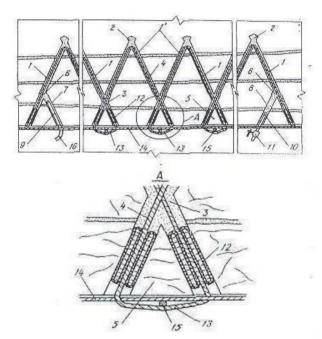


Рисунок 1. Схема тросо-смолоинъекционного (комбинированного) упрочнения неустойчивых пород кровли горных выработок

1 - инъекционные шпуры; 2 - донная часть шпуров; 3 - участок пересечения шпуров; 4 - трос; 5 - породные целики; 6 - место соединения шпуров; 7,8 - дополнительные шпуры; 9 - иньектор-герметизатор; 10 - патрубок; 11 - кран; 12 - тороидальные камеры; 13 - тросовые петли; 14, 15 - канаты (тросы); 16-высоконапорный шланг.

В настоящее время в отечественной и зарубежной горной практике применяют следующие способы упрочнения горных пород: цементацию, глинизацию, силикатизацию, битумизацию, замораживание, а также химические, электрохимические и термические способы. В нашем случае использованы применение дешевого композиционного материала на основе карбамидной смолы КФ-Ж с применением способа тороидальных камер с использованием их упругих эластичных свойств позволяющих осуществлять посекционное натяжение отрезка троса в каждых двух соединяющихся между собой в данной части Л-образующих шпурах, что обеспечивает и сохраняет натянутость троса [1-3].

Специфика подземных горных работ предусматривает проходки подготовительных выработок с использованием взрывных работ, при каждом взрыве которой, от возникающих динамических нагрузок вызывают трещиноватости различного характера и ослевивают

междукамерные целики. В последствии эти целики не несут полную нагрузку и доходят до полного разрушения. Прочность и устойчивость междукамерных опорных целиков определяется степенью их трещиноватости. Наибольшую опасность представляют крутопадающие секущие трещины и тектонические нарушения.

Степень трещиноватости и раздробленности массива выражаются средним расстоянием между трещинами, размером усредненного структурного блока и коэффициентом, показывающим отношение единицы объемакобъему усредненного структурного блока.

Предлагаемая технология упрочнения целиков должна обеспечить полное заполнение трещин в целиках полимерной композицией и надежно скрепить отдельные структурные блоки в единое целое.

Технология смолоинъекционного упрочнения целиков включает следующие операции: бурение нагнетательных шпуров; монтаж и подготовка к работе оборудования; подготовка упрочняющей полимерной композиции; герметизация шпуров; нагнетание композиции в тело целика: контроль за режимом работы и качеством упрочнения целика.

Технологические параметры и свойства упрочняющих композиций должны отвечать следующим требованиям: давление при нагнетании должно быть достаточно высоким, чтобы заставить композицию проникнуть в наиболее тонкие трещины, но ниже давления, которое может вызвать гидроразрыв пород по трещинам; сетка расположения и длина нагнетательных шпуров должны обеспечить полное насыщение массива целика; вязкость упрочняющей композиции должна обеспечивать высокую проникающую способность и способность к отверждению в широком температурном диапазоне; адгезия упрочняющей композиции к породам и ее собственная прочность должны обеспечивать прочное скрепление структурных блоков; упрочняющие композиции должны сохранять текучесть в течении времени, необходимого для полного заполнения трещин, а после отверждения сохранять деформационные и прочностные характеристики в условиях атмосферы подземного выработанного пространства в течении длительного времени; упрочняющие композиции должны быть химически нейтральными к окружающей среде и технологическому оборудованию, а также малотоксичны по санитарно-гигиеническим нормам; склеивающие композиций должны сохранять свои свойства в течении, например, до отработки панели или шахты. Сетка расположения шпуров, как показал опыт упрочнения, зависит от степени нарушенияпород. При интенсивности трещиноватости 1-2 мм/ми смолопоглощении массива не более 1 л/мин оптимальным является расстояние между шпурами 2 м.

При большей нарушенности, т.е. при интенсивности трещиноватости 2-4 мм/м и смолопоглощении более 1 л/мин расстояние между шпурами следует принимать 3 м. Схема расположенияшпуров при смолоинъекционном упрочнении целиков приведена нарисунке 2.

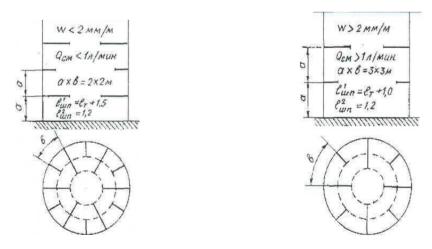


Рисунок 2. Схема расположения параметры нагнетальных шпуров при смолоинъекционном упрочнении ослабленных междукамерных целиков

Когда целики разбиты трещинами с различной величиной раскрытия, возможны случаи, когда укрепляющая композиция, заполнив трещины большого раскрытия, начнет выходить на поверхность целика, а тонкие трещины еще не будут заполнены. В этих случаях необходимо использовать двухстадийную технологию упрочнения целиков. На второй стадии после затвердевания упрочняющего состава, через вновь пробуренные шпуры заполняются трещины малого раскрытия.

Промышленные испытания технологии укрепляющего упрочнения ослабленных междукамерных целиков проводились нашахте № 55 АО "Жезказганцветмет".

Испытания проводились в добычных участках с различными горно-геологическими условиями: на шахте 55 - панель 26 горизонта 220 м, панель 25 горизонта 330 м, панель 29 горизонта 260 м, панель 4 горизонта 180-230 м.

Для испытаний отбирали целики, состояние которых вызывало опасение ихразрушения и обрушения кровли камер.

На первой стадии производственных экспериментов число шпуров, пробуренных в одном целике, достигало 24 - 4 ряда по 6 шпуров в ряду.

В ходе испытаний выяснилось, что полное насыщение трещин в целиках полимерной композицией достигается при меньшем количестве шпуров. Оптимальное количество шпуров составило для целиков первой группы - 10 (2 ряда по 5 шпуров в ряду); для целиков второй группы - 8 шпуров (2 ряда по 4 шпура в ряду); для целиков третьей группы - 6 шпуров (2 ряда по 3 шпура в ряду); для целиков четвертой группы - 4 шпура в шахматном порядке.

Всего за период испытаний упрочнению было подвергнуто 63 целика средним диаметром 8 м. Эти целики простояли до отработки запасов панели.

Таким образом, смолинъекционное упрочнение МКЦ приостанавливает и позволяет локализвать деформирование и разрушение МКЦ в очистных панелях и тем самым достаточно оперативно предотвращает развитие опасных деформаций и неблагоприятной геомеханической ситуации, что повышает устойчивость ослабленных панелей.

#### Список использованной литературы:

- 1 Жалгасулы Н., Кадырсизов Н.К., Спатаев А.Н. и др. Новее связующие растворы для упрочнения горных пород// Безопасность труда в промышленности, 1988.-С.37-38.
- 2 А.С.1273584, СССР. Композиция для закрепления крепких трещиноватых горных пород // Алтаев Ш.А., Жалгасов Н.Ж., Кадырсизов Н.К. и др. Опубл.30.11.1986.
- 3 А.С. Способ укрепления трещиноватого слоистого горного массива// Алтаев Ш.А., Нурлыбаев Р.О., Жалгасов Н.Ж., Жаркенов М.И. и др. Опубл. Предпатент № 3563 от 10.06.96.

УДК 622.271

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАРЬЕРА ЗАПАДНЫЙ АО ЖАЙРЕМСКИЙ ГОК

**Жарылгапова Ж.М. -** магистрант НАО «КарТУ им. А.Сагинова» Караганда

**Аннотация.** Основой геомеханического обеспечения и контроля состояния уступов бортов карьера и отвалов является получение объективной информации о динамике деформационного режима в процессе эксплуатации карьера с целью обеспечения его безаварийной работы. Важным фактором снижения рисков деформирования откосов, а также рисков, связанных с неустойчивостью откосов на любом карьере, является внедрение

качественной системы мониторинга, обеспечивающей не только своевременное оповещение о начинающемся смещении, но и регистрирующей продолжение уже начавшейся деформации.

**Ключевые слова:** система мониторинга, деформирование, прибортовые массивы, откосы, эксплуатация, системанаблюдения, обрушение.

#### Мониторинги обследование массива

Многие действующие карьеры имеют подвижные прибортовые массивы, которые оказывают крайне незначительное влияние на производительность или рентабельность предприятия. И, наоборот, даже относительно небольшое обрушение в неподходящем месте может крайне негативно сказаться на работе даже очень крупного карьера. Оценка последствий потенциальных обрушений является одним из важнейших аспектов, особенно для таких крупных карьеров, какие проектируются на месторождении Жайрем. Снижения рисков деформирования откосов, а также рисков, связанных с неустойчивостью откосов на любом карьере, является внедрение качественной системы мониторинга. Раннее оповещение приобретает все более важное значение по мере увеличения высоты борта, поскольку реализация мероприятий по устранению последствий потребует больше времени. Как таковая, система должна объединять в себе функции наблюдения и отслеживания как крупных, так и локальных обрушений, причем для последнего требуется высокое быстродействие. Быстродействие в части эффективного и оперативного предоставления данных — ключевой фактор обеспечения безопасности производственного персонала. На данный момент на карьере «Западный» применятся метод визуального наблюдения.

Доктор Alan Bye из University of Queensland, Australia выполнил анализ базы данных о 200 обрушениях бортов карьеров, которые контролировались разными инструментами мониторинга для сопоставления эффективности каждой системы наблюдений (таблица 1). В этом анализе, успех мониторинга определялся предсказанием разрушения склона с достаточным количеством времени для предупреждения, что движение склона началось.

Состав системы мониторинга	Эффективность		
Визуальный контроль	32%		
Призменный мониторинг	45%		
Визуальный + призменный	63%		
Визуальный + призменный + лазерный мониторинг	86%		
Радарный мониторинг	93%		
Визуальный + призменный + радарный мониторинг	98%		
Визуальный + призменный + лазерный + радарный	99%		

Таблица 1 - Оценка эффективности систем мониторинга разного состава

Методы мониторинга бортов карьера можно разделить на две группы — методы поверхностного и подземного мониторинга законтурного массива, которые, в свою очередь, подразделяются на методы качественного и количественного мониторинга. Все они находят применение при определенных условиях разработки карьера и часто зависят от размера возможного обрушения.

Системы качественного мониторинга могут предусматривать визуальное наблюдение, которое, при всей своей субъективности, может принести неоценимую помощь. Это могут быть общие осмотры с целью выявления начальных проявлений неустойчивости (например, трещины растяжения, чрезмерный камнепад) или мероприятия в рамках обеспечения безопасности (страховки от камнепада). Данные осмотров должны документироваться в журналах осмотров и передаваться следующей смене.

Системы количественного мониторинга, как правило, включают приборы для измерения поверхностных и глубинных смещений. Ниже приводятся типовые компоненты систем в порядке возрастающей сложности.

Компоненты систем для регистрации смещений поверхностей откосов:

- визуальный осмотр;
- измерения поперечных трещин вручную или с помощью проволочного экстензометра;
  - маркшейдерский мониторинг;
  - GPS/GNSS;
  - фотограмметрия;
  - лазерное сканирование;
  - наземный или спутниковый радар (InSAR);
  - наклономеры и электронные уровни.

Компоненты подземного мониторинга законтурного массива (приборы, обычно устанавливаемые в скважинах) могут включать:

- инклинометры;
- TDR-рефлектометры (time domain reflectometer, TDR);
- экстензометры;
- термисторы;
- микросейсмические датчики;
- пьезометры.

На выбор инструментального способа наблюдений влияют необходимость:

- получения высокой точности определения смещений массива;
- высокой производительности полевыхработ;
- получения большого количества информации с обеспечением полной объективности;
- наличия современных маркшей дерско геодезических и геомеханичских приборов.

Упрощённый метод мониторинга

Упрощенные наблюдения за деформациями откосов на карьерах проводятся на участках, где глазомерным обследованием выявлены признаки формирующихся нарушений устойчивости откосов (оползней, обрушений и другие).

Если деформации откоса развиваются интенсивно, проведение высокоточных измерений на постоянной наблюдательной станции не целесообразно. Закладывается временнаянаблюдательная станция упрощенного типа.

В этом случае реперы представляют собой обычные деревянные колья или металлические стержни, забиваемые в грунт.

Упрошенные наблюдения по реперам могут проводиться также на участках, где заложены станции длительного срока наблюдений, в промежутки времени между отдельными сериями наблюдений, выполняемых по полной программе.

Для наблюдения за оседанием прибортовых участков земной поверхности, участков уступов или отвалов производится периодическое нивелирование отдельных реперов или групп реперов, закладываемых на этих участках.

Призменный мониторинг

Данные мониторинга призмы регулярно проводятся через автоматизированную исследовательскую станцию для районов, где имеются ослабленные участки. Которые подвержены к деформации при изменении геомеханической обстановки массива. Данные мониторинга призмы передаются на центральный компьютер, где данные обрабатываются и интерпретируются геотехническим отделом. На основании анализа данных по деформациям и геологической структуры массива определяются допустимая величина вектор смещений ослабленных зон и горных пород(рисунок 1).



Рисунок 1. Регулярный радарный и призменный мониторинг

Интерферометрический метод мониторинга (радар)

Радар для отслеживания состояния откосов — это общепринятый мощный инструмент для мониторинга движенияестественных и искусственных уклонов (рисунок 2).

Радиолокационная технология, в которой применяются интерферометрические методы, дает преимущества высокоточных измерений, дальнобойности и ограниченного воздействия атмосферных явлений на точность измерений.

Благодаря возможности быстрого получения данных по чрезвычайно большой площади практически в реальном времени, радарные установки эффективно применяются для достижения лучшего понимания пространственного распределения движений откоса, а также для предупреждения в случае прогрессирующих смещений, которые могут привести к обрушению.

В основе радара для отслеживания состояния откоса лежит радиолокатор, который используется для отслеживания в режиме, близком к реальному времени, специфических "критических" зон карьера и подает предупредительные сигналы в случае быстрых смещений, которые могут привести к обрушению части откоса.



Рисунок 2. Регулярный радарный мониторинг

#### Пьезометры и экстензометры

За устойчивостью массива можно наблюдать посредством установки экстензометров в скважины, располагающиеся в прибортовом массиве. Экстензометры устанавливаются в устье скважины, а анкеры закрепляются на известных глубинах. Если массив, в пределах которого расположена скважина, деформируется, то расстояние между реперными точками изменится,

так же, как и расстояние от устья. Участок максимального смещения может быть определен между двумя реперными точками, что позволяет достаточно точно определить положение поверхности обрушения (при условии, что реперные точки расположены близко друг к другу). Если поверхность обрушения выявляется в нескольких скважинах с экстензометрами, это позволит оценить масштаб обрушения. Экстензометры могут быть оснащены сетевыми системами оповещения с целью предупреждения в режиме реального времени.

Помимо этого, скважины можно оборудовать пьезометрами для измерения порового давления. Вибрационные струнные пьезометры преобразуют давление воды в электрические сигналы, которые могут быть быстро переданы в систему контроля. Одна скважина может быть оборудована несколькими пьезометрами для отслеживания порового давления на нескольких горизонтах. Стремительно растущее или снижающееся паровое давление может быть признаком потери откосом устойчивости. Пьезометры могут быть оснащены такими же системами оповещения, что и экстензометры.

Одновременное использование экстензометров и пьезометров позволит получить более четкое представление о состоянии прибортового массива. Можно рассмотреть вариант использования старых (все еще открытых) скважин, что позволит исключить необходимость бурения новых скважин.

## Список используемой литературы:

- 1. Guidelines for open pit slope design. Editors: John Read, Peter Stacey CSIRO Publishing, 2009 (издано на русском языке: Руководство по проектированию бортов карьеров. Под редакцией Дж. Рид, П. Стейси, А. Макаров Правовед, Полиметалл, 2015).
- 2. Hoek, E. (2012) Evolution of the Hoek-Brown criterion and the associated Geological Strength Index GSI. www.rocscience.com.
- 3. Barton, N., Loset, F., Lien, R. and Lunde, J. Application of the Q-system in design decisions. 1980.
- 4. Using the Q-system. Rock mass classification and support design. www.ngi.no.
- 5. Инструкция по наблюдениям за деформациями бортов карьеров, откосов уступов и отвалов накарьерах и разработке мероприятий по обеспечению их устойчивости. Л., ВНИМИ, 1970.

УДК 622.272

## АҚБАҚАЙ КЕН ОРНЫН ИГЕРУДЕГІ ЖЕР РЕСУРСТАРЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН ТАЛДАУ

#### Жуматаев Б.Ж., Әбдәлімов Е.Е., Азанбаева А.

Satbayev University, Алматы қаласы

**Андатпа.** Ақбақай кен өнеркәсібіндегі қазіргі экологиялық жағдай мелиоративтік жұмыстар арқылы топырақ жамылғысының құнарлылығын жақсарту мен қалпына келтіруді қажет етеді. Топырақтың деградация процесін жақсартпастан, өсімдіктер мен жануарлар дүниесін, су мен ауаның тазалығын, сонымен қатар биосфераның жалпы қалыпты жұмысын сақтау мүмкін емес. Біртекті емес және көп деңгейлі ақпаратты талдау нәтижесінде Ақбақай аумағында жасалатын рекультивацияның басымдық бағыттары бойынша талдау жасалады.

Түйін сөздер: Жер ресурстары, рекультивация, тау-кен өнеркәсібі, бұзылған жерлер.

Тау-кен өнеркәсібі — еліміздің ұлттық экономикасының экологиялық күрделі салаларының бірі. Кен өнеркәсібінің кәсіпорындары табиғи ортаның барлық құрамдастарына елеулі кері әсер етіп, жағымсыз өзгерістерді тудырады. Бұзылған жерлер атмосфераның, судың, топырақтың және іргелес жатқан жерлердің ластану аумағына айналып, халықтың санитарлық-гигиеналық тұрмыс жағдайын нашарлатады. Бұзылған жерлердің теріс әсер ету

аймақтары көбінесе карьер қазбалары мен үйінділер алып жатқан аумақтардан бірнеше есе үлкен болады [1].

Ақбақай кен орны Қызылжар интрузиялық кешенінің шегінде және девонның жанартаулық-малтатас- шөгінді жыныстары бойында қалыптасқан. Кен орнының қоршаған ортаға шығаратын зиянды заттары 1-кестеге сай көрсетілген, оның ішінде:

азот диоксиді үшін -0,3143 ПДК;

азот оксиді үшін -0.0255 ПДК;

көміртегі оксиді үшін -0.0879 ПДК;

диметилбензол ушін  $-0.0269 \Pi Д K [2]$ .

Өнеркәсіптік үй інділердің және зиянды заттардың кері әсерін жою және оларды неғұрлым орынды пайдалану жөніндегі іс-шаралар маңызды жалпы мемлекеттік проблема болып табылады, соның нәтижесінде өнеркәсіп бұзған барлық жерлер халық шаруашылығына қайтарылуы тиіс. Бұл іс- шаралар қатарына бұзылған жерлерді ауылшаруашылық және орман алқаптары санатына, демалыс аймағына және т.б. ауыстыра отырып, үйінділер мен карьерлер орнында мәдени ландшафт құру бойынша барлық қалпына келтіру жұмыстары кіреді.

1-кесте. Ақбақай кен орнынан атмосфераға шығарылатын ластаушы заттар тізбесі (2023 жыл бойынша)

Код	Ластайтын	Күндік	Күндік	Қатерлік	Заттың	Заттың	КОВ	Ластаушы
	заттардыңаты	макс.	орташа	классы	бөлінуі,	бөлінуі,	мәні	заттардың
		ПДК	ПДК		г/с	т/жыл		шығарындылар
		мөлшері,	мөлшері,					шартты тонна
		мг/м3	мг/м3					
0301	Азот диоксиді	0,2	0,04	2	0,444	1,462	107,585	36,55
0304	Азот оксиді	0,4	0,06	3	0,072	0,237	3,95	3,95
0337	Көміртегі оксиді	5	3	4	3,104	9,617	2,8532	3,20566667
0616	Диметилбензол	0,2		3	0,038	0,244	1,22	1,22
2908	Құрамында кремн	0,3	0,1	3	3,9404	9 30,275	302,759	302,759
	диоксиді бар							
	бейорганикалық							
	шаң							
	Барлығы:		_		7,5984	41,835	9418,3676	347,684667
							2	

Бұзылған экожүйелердің топырақ-экологиялық функцияларын қалпына келтірудің ең тиімді жолы бұзылған жерлерді рекультивациялау болып табылады. Рекультивация деп бұзылған жерлердің өнімділігін және халық шаруашылық құндылығын қалпына келтіруге, сондай-ақ қоғам мүддесіне сәйкес экологиялық жағдайды жақсартуға бағытталған жұмыстардың жиынтығы түсініледі [2].

Ашық тау-кен жұмыстарымен бұзылған аумақтарда рекультивация 3 кезеңде жүргізіледі:

I кезең – дайындық. Бұзылған аумақтарды зерттеу, жағдайлардың ерекшеліктерін және қалпына келтіру бағытын анықтау.

II кезең – тау-кен техникалық. Үйінділер мен карьерлердің бетін ұтымды қалыптастыру.

III кезең – биологиялық. Бұған бұзылған жерлердің құнарлылығы мен биологиялық өнімділігін түпкілікті қалпына келтіру, ауылшаруашылық және орман шаруашылығы жерлерін құру, әртүрлі мақсаттағы мәдени биоценоздар құру кіреді [3].

Ауылшаруашылық мақсатындағы жерлерді игеру барысында бұзылған жағдайда, оны қайта қалпына келтіру кезінде биологиялық рекультивация жұмыстарын жүргізу өте маңызды болып табылады. Халықтың жан басына шаққандағы егістік алқаптарының қысқаруының

белгіленген тенденциялары оның санын көбейту кезінде ауыл шаруашылығы қажеттіліктері үшін жерлерді сақтау және қалпына келтіру мәселесін бірінші кезектегі қатарына қосады.

Тұрақты табиғи-техногендік кешендерді құруға ықпал ететін рекультивацияның ұтымды бағытын таңдау гетерогенді және көп деңгейлі ақпараттың үлкен көлемін талдауға негізделген. Сондықтан бұзылған жерлерді қалпына келтірудегі негізгі міндеттердің бірі рекультивацияның ұтымды бағытын таңдау болып табылады.

Мелиорация бағытын негіздеу кезінде рельеф, геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлар, іргелес аумақтардың тау жыныстары мен топырақтарының құрамы мен қасиеттері, ауа-райы мен климаттық жағдайлары, өсімдіктердің құрамы, экономикалық-географиялық, экономикалық, әлеуметтік-экономикалық жәнесанитарлықжағдайлары ескеріледі.

Бұзылған жерлерді пайдалану мақсатына қарай мелиорацияның келесі бағыттары — ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы, су шаруашылығы, рекреациялық, санитарлық-гигиеналық, құрылыстық шаруашылықтарда пайдалануға болады. Рекультивациялаудың таңдалған бағыты барынша тиімді және ең аз шығынмен аймақтағы жер ресурстарын ұтымды және кешенді пайдалану мәселелерін шешуді, экологиялық, экономикалық және санитарлық-гигиеналық талаптарға сәйкес келетін үйлесімді ландшафттарды құруды қамтамасыз етуі керек.

«Табиғатты қорғау. Жер. Жерді рекультивациялауға қойылатын жалпы талаптар» ережелеріне сай бұзылған жерлерді ең алдымен егістік және басқа да ауыл шаруашылығы жерлеріне қайтару керек. Бірақ бұзылған жерлерді қайталама ауыл шаруашылығында пайдалану үшін мелиоративтік тамыр аймағын құру қажет. Ол топырақ профилінің табиғи құрылымына ұқсастығы бойынша қалыптасады, екі мүшелі құрылым – ылғалдандырылған, іріктеп алынған топырақ және оның астында потенциалды құнарлы борпылдақ қабат шөгінділерінің қабаты [4]. Сондықтан мелиорацияның ауылшаруашылық бағытын тек топырақтары құнарлы, табиғи жағдайлары қолайлы, ауылшаруашылық өнімдерін өндіруге болатын жерлерде ғана қолдану ұтымды.

Ақбақай аумағында құнарлы сұр топырақтар мен қара топырақтардың негізгі аудандары орналасқан. Бұл аумақтар халықтың жоғары тығыздығымен ерекшеленеді, бұл мұнда ірі ауыл шаруашылығы кәсіпорындарын құруға мүмкіндік береді. Өсірілетін өнімді тұтыну орындарының жақындығы шаруашылықтардың жоғары рентабельділігіне жағдай жасайды және ауыл шаруашылығын қарқынды мелиорациялауды ынталандырады (1-сурет).

Бұзылған жерлерді халық шаруашылығында одан әрі пайдалану қалпына келтіру бағыттарын таңдау кезінде анықталады. Қалпына келтірудің негізгі бағыттары мыналар болып табылады:

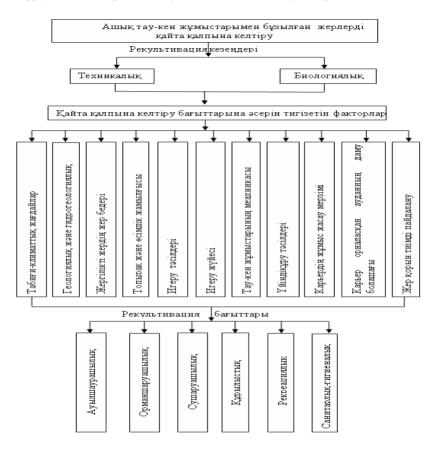
- ауыл шаруашылығы;
- орман шаруашылығы;
- су шаруашылығы;
- рекреациялық;
- табиғатты қорғау және санитарлық-гигиеналық;
- құрылыс.



Сурет 1. Ақбақай кен орны мен елдімекенінің көрінісі

Кәсіпорында бұзылған аумақтарды қалпына келтірудің техникалық кезеңінің тиісті бағыттарының әрқайсысы үшін оңтайлы бағытты таңдаудың жетілдірілген алгоритмі негізінде құрылымдық схема бойынша белгілеу ұсынылады (2-сурет). Таңдалған мелиорация бағыты аймақтағы жер ресурстарын ұтымды және кешендіпайдалану, максималды ти імділікпен және ең аз шығындармен экологиялық, экономикалық, эстетикалық және санитарлық-гигиеналық талаптарға сәйкес келетін үйлесімді

ландшафттарды құру мәселелерін шешуді қамтамасыз етуі керек [5].



Сурет 2. Рекультивацияның ұтымды бағытын таңдау сұлбасы Мелиорацияның

санитарлық-гигиеналық бағыты бұзылған жерлерді қоршаған ортаға, оның ішінде атмосфераға, іргелес жатқан жерлерге, жер үсті және жер асты суларына теріс әсерін болдырмау мақсатында биологиялық (немесе техникалық) консервациялауды көздейді. Мелиорация технологиясы ауылшаруашылық әдістеріне негізделген, бірақ олардан айырмашылығы ол бірінші кезекте шөптесін, сүректі және бұталы өсімдіктердің құнарлығы төмен тау жыныстарында және басқа да экстремалды жағдайларда өсу қабілетін пайдаланады. Рекультивацияның рекреациялық бағыты бұзылған жерлерде әртүрлі рекреациялық объектілерді құруды көздейді. Әдетте, елді мекендерге жақын орналасқан бұзылған жер учаскелері рекреациялық бағытта рекультивациялауға жатады. Ақбақай өңірі атмосфералық ластану деңгейі жоғары ірі өнеркәсіп орталықтары болып табылады, сондықтан санитарлықгигиеналық еңбек және тұрмыстық жағдайларды жақсарту, ауыл шаруашылық аймақтарын, санитарлық қорғау аймақтарын құру, жұмысшылардың демалыс аймақтарын (рекреациялық) ұйымдастыру қажеттілігі басымдыққа ие.

Жүргізілген зерттеулер Ақбақайдағы кен өндіру өнеркәсібінен бұзылған жерлерді биоремедиациялық аудандастыру схемасын әзірлеуге негіз болады. Биомелиоративтік аймақтарға бөлу схемасын салу бұзылған жерлерді рекультивациялаудың неғұрлым ұтымды бағытын таңдауға сараланған тәсілдеме жасауға мүмкіндік береді, демек, бұзылған жерлерді рекультивациялаудың сапасын арттырады.

#### Пайдаланылған әдебиеттертізімі:

- 1. ҚР 2021 жылғы 2 қаңтардағы Экологиялық кодексі 407 б.
- 2. Годовой отчет за 2018 год AO «АК Алтыналмас» -122 б.
- 3. Калыбеков Т., Жақыпбек Ы. Ашық тау-кен жұмыстарындағы бұзылған жерлерді рекультивациялау. Монография Алматы: Эверо баспасы, 2017 156 б.
- 4. ҚР 2003 жылғы 20 маусымдағы Жер кодексі (24.02.2024 ж. жағдай бойынша өзгерістер мен толықтыруларымен) -233 б.
- 5. Жақыпбек Ы., Бердалиева Ж.Ж. Пайдалы қазбалар ҚазҰТУ хабаршысы 2015, №6 (106) 187-191 б.

УДК 622.271

# ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА СОСТОЯНИЕМ БОРТОВ КАРЬЕРА

**Курамаев Ы.М.** - магистрант **Низаметдинов Р.Ф.** - и.о. доцента, к.т.н. **Жумадилова Д.К.** - ст.преп., м.т.н. *НАО «КарТУ им. А. Сагинова», г. Караганда* 

Аннотация. В статье описываются результаты системы наблюдений GeoMoS установленной на карьере «Бозымчак». Автоматическая система наблюдений GeoMoS состоит из двух программных подсистем — Monitor (Монитор) и Analyzer (Анализатор). Monitor отвечает за сбор данных в режиме реального времени, контроль измерений и измерительного цикла. Аппаратной составляющей системы мониторинга GeoMoS являются различные устройства сбора данных. Прибор располагается в измерительной будке, которая предназначена для защиты инструмента.

**Ключевые слова:** система наблюдений GeoMoS, электронный тахеометр, наблюдения за деформациями бортовкарьера, инструментальные наблюдения.

Инструментальные наблюдения за деформациями бортов карьера являются неотъемлемым условием безопасного ведения горных работ при разработке месторождений открытым способом, но организация таких наблюдений на карьере связана с определенными сложностями. Большая протяженность бортов карьеров, нарушение промежуточных берм на многих уступах, отсутствие лестниц для перемещений по уступам или их удаленность от района наблюдений, большая трудоемкость самих полевых работ не позволяет иметь развитую сеть наблюдений на карьерах. По этой причине очень часто наблюдения либо вообще не проводятся или подменяются визуальными осмотрами мест обрушений, либо они организуются в спешном порядке и ограниченных объемах уже с началом деформаций. В последнем случае потеря исходного состояния борта карьера делает наблюдения заведомо неполноценными [1].

Все эти сложности устраняет система наблюдений GeoMoS, разработанная специалистами швейцарской фирмы «Leica Geosystems», обеспечивающая автоматические наблюдения за пространственным положением объектов с любой, заданной наперед, частотой. Эта система мониторинга может широко применяться для выполнения наблюдений за состоянием устойчивости карьерных откосов. Съемки производятся геодезическими приборами с высокой точностью в автоматическом режиме с базовых станций, что позволяет получать значения смещений и деформаций в режиме реального времени. Для измерений может быть использовано различное оборудование: электронные тахеометры и нивелиры, системы GPS, датчики углов наклона и т.п. Сбор данных осуществляется от различных измерительных приборов (сенсоров), основу которых составляют геодезические приборы, в

том числе и GPS оборудование. Данные, полученные от всех сенсоров, передаются в единую базу данных и совместно обрабатываются [2].

Система GeoMoS управляет сенсорами в полностью автоматическом режиме, на большом удалении от места сбора и обработки данных. Работающая в автоматическом режиме система позволяет выполнять циклы измерений с высокой скоростью и исключить ошибки, связанные с человеческим фактором. От оператора требуется провести качественный анализ результатов для выбора необходимых средств наблюдений, их расположения и соединения в единую сеть. Имея постоянно обновляемые параметры наблюдаемого объекта можно с высокой степенью достоверности производить прогнозы его состояния, предотвращать возможные аварии.

Автоматическая система наблюдений GeoMoS состоит из двух программных подсистем – Monitor (Монитор) и Analyzer (Анализатор). Monitor отвечает за сбор данных в режиме реального времени, контроль измерений и измерительного цикла.

Аппаратной составляющей системы мониторинга GeoMoS являются различные устройства сбора данных. Прибор располагается в измерительной будке, которая предназначена для защиты инструмента. Результатами работы системы Analyzer являются: смещения (продольные, поперечные), скорости смещений, векторы смещения (в плане и высоте).

На наблюдаемых и контрольных точках устанавливают призмы, которые должны находиться в поле зрения тахеометра и обеспечивать необходимую точность (рисунок 1).



Рисунок 1. Призменный отражатель на опорном репере

Основные технические характеристики системы GeoMoS:

- модульная конфигурация от одной до нескольких станций;
- возможность подключения и объединения в одну систему большого количества измерительных станций;
- удаленный доступ для работы и измененияустановок;
- сообщения о текущем состоянии системы (превышение критических смещений объекта, отсутствие питания, взлом или разрушение);
- моделирование метеорологической сети вокруг объекта измерений;
- запись производимыхизменений во время редактирования и пост-обработки;

- параллельное использование нескольких устройств (тахеометры, GPS, метрологические и геотехнические сенсоры);
- автоматическое регулирование и синхронизация получения данных по кабелю, радиомодему, LAN, WAN или через Internet;
- возможность измерять расстояния набольшой дальности (до 5 км);
- мощный набор средств для графического и цифрового анализа данных;
- передача сообщений по электронной почте или цифровому интерфейсу;
- импорт-экспорт в другие системы (ASCII, DGN, WMF, Excel);
- поддержка больших баз данных с интерфейсом (SQL-Server);
- архивация данных.

На рисунке 2 показана система GeoMoS накарьере «Бозымчак».



Рисунок 2. Наблюдательная станция GeoMoS на карьере «Бозымчак»

Для систематических наблюдений применяется электронный тахеометр фирмы Leica Geosystems серии TCR 1201 (Швейцария). Данный тахеометр обеспечивает более быструю и точную работу. Данные с тахеометра TCR 1201 Leica могут быть встроены в любую существ ующую технологическую цепочку обработки геодезическо-маркшейдерских данных. Использование при наблюдениях электронного тахеометра позволяет определять положение рабочих реперов в пространстве, т. е. получить координаты X, У, Z и построить картину векторного смещения реперов в пространстве и во времени. Данный тахеометр совместим и безотказно работает в связке с системой GeoMos, установленной на карьере [4].

Использование при инструментальных наблюдениях электронного тахеометра позволяет определять положение рабочих реперов в пространстве, т.е. получить координаты X, Y, Z и построить картину векторного смещения реперов в пространстве и во времени, что в свою очередь требует определить величины ошибок, возникающих при измерениях.

Положение исходных реперов в созданной системе наблюдений необходимо определять либо двукратной полярной засечкой, либо линейно-угловой засечкой от пунктов опорной маркшейдерско-геодезической сети. Все измерения электронным тахеометром Leica TC1201, для повышения точности и исключения грубых ошибок, выполнять 3 приемами. Прием измерения включает одно наведение на отражатель, при котором берется несколько отсчетов. За окончательный результат принимается средневзвешенное значение измерений, при этом разница между отдельными отсчетами не должна превышать  $\pm 2$  мм.

Соблюдение этого способа определения положения исходных реперов в условиях проведения текущих и перспективных систематических наблюдений позволяет иметь единый подход и одинаковую точность выполняемых работ [4].

Для повышения точности измерений следует выполнить тумбу для установки тахеометра, выполненную полностью из бетона с внешней оболочкой из пластиковой трубы и термоизоляцией между трубой и бетонной тумбой (рисунок 3). Опорные репера следует также установить на бетонных тумбах, так как установленные в данный момент железные трубы не обеспечивают необходимой стабильности положения отражателей. В дополнение, для уменьшения вибрации от воздействия ветровых нагрузок на отражатель возможна установка ветрозащитного кожуха.





Рисунок 3. Вариант установки тахеометра и отражателя (с ветрозащитным кожухом) набетонных тумбах

Система автоматизированного мониторинга на карьере Бозымчак установлена на северном и южном бортах карьера для выполнения инструментальных наблюдений. Она широко применяется для выполнения наблюдений за состоянием устойчивости карьерных откосов. Съемки производятся роботизированными тахеометрами Leica MS50 и Leica TS16 с высокой точностью, что позволяет получать значения смещений и деформаций в режиме реального времени. На карьере «Бозымчак» (рис. 2), работающая в автоматическом режиме система, позволяет выполнять циклы измерений с высокой скоростью и исключить ошибки, связанные с человеческим фактором. Результатами работы модуля системы Analyzer являются: смещения (продольные, поперечные), скорости смещений, векторы смещения (в плане и высоте). Использование при инструментальных наблюдениях электронного тахеометра позволяет определять положение рабочих реперов в пространстве, т. е. получить координаты X, У, Z и построить картину векторного смещения реперов в пространстве и во времени, что в свою очередь требует определить величины ошибок, возникающих при измерениях. На данный момент на карьере размещено более 100 мониторинговых отражателей в зонах, требующих внимания. Система работает исправно и выполняет поставленные перед ней задачи. Однако, в связи с углубкой карьера требуется дополнительно установить мониторинговые призмы на новых контурах бортов.

### Список использованной литературы:

1. Nizametdinov F. K., Ozhigin S. G., Nizametdinov N. F., Oralbay A. O. Monitoring of the benches and sides stability of the quarries // Energy- and Resource-Saving Technologies of Developing the Raw-Material Base of Mining Regions. – Petrosani: Universitas Publishing, 2021. P. 46–65.

- 2. Горбатова Е. А., Колесатова О. С., Романько Е. А., Смяткин А. Н. Геомеханический мониторинг за состоянием земной поверхности и деформациями бортов карьеров // Горный журнал. 2020. № 4. С. 16–20. DOI: 10.17580/gzh.2020.04.03
- 3. Востриков В. И., Гаврилов С. Ю. Геомеханическое состояние массивов горных пород на карьере алмазоносной трубки «Зарница» // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. 2020. Т. 7. № 1. С. 267–272.
- 4. Zhigang Tao, Yu Shu, Xiaojie Yang, Yanyan Peng, Qihang Chen et al. Physical model test study on shear strength characteristics of slope sliding surface in Nanfen open-pit mine // International Journal of Mining Science and Technology. 2020. Vol. 30. Iss. 3. P. 421–429.

УДК 78.15

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА "ГЕОТАКТИКА") В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ИНСТИТУТА ВОЕННОГО ДЕЛА КАЗАХСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ К.И.САТПАЕВА

**Менаяков К.Т. -** к.т.н., старший преподаватель **Даиров К.С.** - старший преподаватель

Института военного дела Казахского Национального исследовательского технического университета имени К.И.Сатпаева

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются ступени развития программного продукта «Геотакти ка», краткий анализ результатов обучения студентов Института военного дела с использование данной программы, в условиях отсутствия полевой учебнометериальной базы.

**Ключевые слова:** безопасность, обучение, геотактика, цифровизация, компьютерные программы.

Сегодня, в преддверии празднования победы в Великой Отечественной войне 9 мая и Дня защитника Отечества 7 мая, а также в год 90-летия образования университета, важно вспомнить о вкладе геологов Казахстана в победу над фашистской Германией.

Великая Отечественная война оставила неизгладимый след в истории Казахстана. В те годы республика внесла значительный вклад в победу над германским фашизмом. Казахстан стал одним из ключевых арсеналов Отчизны, предоставляя фронту все свои промышленные и природные ресурсы. Свинец, медь, уголь, нефть, вольфрам, молибден - все это направлялось на заводы и фабрики страны для производства военной продукции. 12 апреля отмечается День работников науки, установленный в честь выдающегося ученого К. И. Сатпаева, который сыграл важную роль в обеспечении необходимых ресурсов для победы в Великой Отечественной войне, руководя Институтом геологических наук Казахстана. За свой выдающийся вклад в развитие науки и поддержку обороноспособности страны он был удостоен двух орденов Ленина, Ордена Отечественной войны, а также Медали за доблестный труд в Великой Отечественной войне и других высоких наград.

Представители Казахского горно-металлургического института Satbayev University также активно участвовали в защите Отчизны. Более 200 студентов и 12 преподавателей, включая выпускников, добровольно отправились на фронт под руководством директора института А. Коктова и секретаря парторганизации М. Курмангалиева. В институте была

развернута обширная военная подготовка, что способствовало успешному выполнению боевых задач.

Как отметил президент страны Верховный главнокомандующий Касым-Жомарт Токаев масштабные изменения в мировой системе обороны требуют от Вооруженных сил Казахстана готовности к различным вызовам, включая гибридные виды войн. Также президент подчеркивает, что обеспечение безопасности Родины является священным долгом каждого гражданина [1].

В этом контексте геодезия играет важную роль в обеспечении национальной безопасности и обороны. Она используется для создания и обновления географических карт и планов, необходимых для планирования и проведения военных операций. Точные геодезические данные позволяют эффективно распределять военные ресурсы, планировать маршруты войск и определять координаты для точечных ударов.

Военная наука активно применяет геодезию для определения географического положения объектов и расчетов в области артиллерийской стрельбы. Современные технологии, такие как глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), обеспечивают точные данные в реальном времени, что особенно важно для навигации и целеуказания в условиях боевых действий.

Геодезия также помогает решать задачи аэрофотосъемки, топографии и картографии, что важно для создания детализированных карт местности, необходимых для успешного выполнения военных задач в различных условиях. Кроме того, геодезические методы используются при разработке и эксплуатации военного оборудования и вооружения, что способствует повышению его эффективности.

Важность геодезии проявляется и в вопросах безопасности государственных границ, где она помогает создавать системы наблюдения и контроля за приграничными территориями. Таким образом, геодезические знания и технологии играют ключевую роль в обеспечении военной безопасности и обороноспособности государства, способствуя эффективному планированию и проведению военных операций, а также решению стратегических и тактических задач в военной деятельности [4].

Департамент геоинформационного обеспечения Генерального штаба Вооруженных Сил Республики Казахстан активно участвовал в проведении международного конкурса по военной топографии «Меридиан» в рамках Армейских международных игр «АрМИ-2022». На этом престижном мероприятии приняли участие страны-участницы, такие как Россия, Казахстан, Белоруссия, Армения, Вьетнам, Иран, Китай, Узбекистан.

Департамент геоинформационного обеспечения Генерального штаба Вооруженных Сил Республики Казахстан играл ключевую роль в организации и проведении этого конкурса, демонстрируя высокий профессионализм и уровень подготовки в сфере военной топографии. Как упоминалось ранее, конкурс "Меридиан" стал ярким примером того, как навыки ориентации на местности, знание геодезии, картографии и геоинформатики становятся ключевыми для военных топогеодезистов. В этом конкурсе наши Военные Топогеодезисты продемонстрировали высокий уровень подготовки, заняв первое место на международной арене.

Однако, цифровизация не ограничивается лишь военными приложениями. Все больше школьников оказываются окруженными цифровыми технологиями, что делает интерактивное обучение необходимым компонентом современной педагогики. Компьютерные инструменты становятся важным средством для привлечения внимания учеников к учебному материалу и повышения эффективности усвоения знаний [2].

Поддержка цифровизации в образовании соответствует мировым тенденциям. Опыт развитых стран показывает, что внедрение цифровых образовательных технологий способствует интеграции образовательной системы в глобальное образовательное пространство. Принимая во внимание этот опыт, мы также призываем к активному внедрению инновационныхметодов обучения и науки [3].

Но как можно объединить цифровые технологии с областью геодезии и картографии? Здесь на помощь приходит программное обеспечение "Геотактика", разработанное казахстанской компанией "ФИНИСТ". Эта многопользовательская виртуальная среда предназначена для обучения и совершенствования практических навыков в области геодезии, картографии и навигации.

"Геотактика" позволяет моделировать боевую обстановку в 3D формате на различных участках местности с учетом времени года и погодных условий. Она также предоставляет возможность проведения онлайн обучения, где студенты могут управлять виртуальным персонажем, выполнять задачи преподавателя и применять навыки геодезии в практических ситуациях.

Актуальность использования виртуальной среды для обучения студентов продолжает оставаться высокой, особенно в свете пандемии COVID-19, когда обучение часто проходит в режиме онлайн. Программное обеспечение "Геотакти ка" продемонстрировало значительный прогресс, начиная с простого справочного материала и до развития в полноценную сред у для обучения и отработки практических навыков (рисунок 1).

### Приборы наблюдения и разведки



Рисунок 1. Приборы и техника

Справочник по артиллерийским приборам и системам, а также другие разделы программы, были доработаны заместителем начальника Института военного дела полковником запаса Швачко Вадимом Валентиновичем, старшими преподавателями цикла Боевое применение артиллерии полковником запаса Даировым Канатом Сейтбековичем и полковником запаса Хамловым Андреем Васильевичем. Эти изменения включают в себя загрузку ряда занятий для студентов, которые отрабатывают практические вопросы в виртуальной среде по различным дисциплинам, таким как Общая тактика, Огневаяподготовка, Боевая работа огневых подразделений артиллерии, Артиллерийская разведка, Стрельба и управление огнем. Эти доработки включают симулятор применения беспилотныхлетательных аппаратов и моделирование боевых действий подразделений артиллерии и ПВО, что позволяет студентам отработать практические навыки в интерактивной и безопасной среде. Эти занятия позволяют студентам отработать важные навыки, такие как работа на перископической артиллерийской буссоли (ПАБ-2) (рисунок 2) и ориентирование батареи на основном направлении стрельбы с использованием 120 мм минометов 2Б11, 122 мм гаубиц Д-30 и 122 мм РСЗО БМ-21. Такой подход обеспечивает освоение материала студентами в интерактивной и безопасной среде, что помогает минимизировать риски и ошибки при работес реальным вооружением и техникой.



Рисунок 2. Перископическая артиллерийская буссоль 2

Индивидуальное обучение студентов в должности наводчика для управления 120 мм минометом 2Б11, 122 мм гаубицей Д-30 и 122 мм РСЗО БМ-21 (рисунок 3) посредством ввода данных в компьютер, а также индивидуальное обучение студентов в должности старшего офицера батареи с целью ориентирования батареи на основном направлении стрельбы 120 мм минометов 2Б11, 122 мм гаубиц Д-30 и 122 мм РСЗО БМ- 21, составляют важную часть этого обучения.



Рисунок 3. БМ-21

Эффективное освоение навыков боевой работы с использованием вооружения происходит также через групповые занятия, включающие в себя:

Групповое занятие по боевой работе батареи с использованием 120 мм минометов 2Б11, 122 мм гаубиц Д-30 и 122 мм РСЗО БМ-21 до открытия огня. Это занятие направлено на координацию действий в составе батареи перед открытием огня, что способствует эффективной работе отделений и улучшает согласованность в действиях.

Групповое занятие по определению установок по цели, ведению и корректированию огня, проводимое старшим офицером батареи. В рамках этого занятия студенты изучают методы определения установок по цели, ведения огня и корректировки его траектории. Кроме того, в процессе используются беспилотные летательные аппараты (БПЛА), что позволяет осуществлять наблюдение за целью и координировать огонь более точно и эффективно (рисунки 4,5).

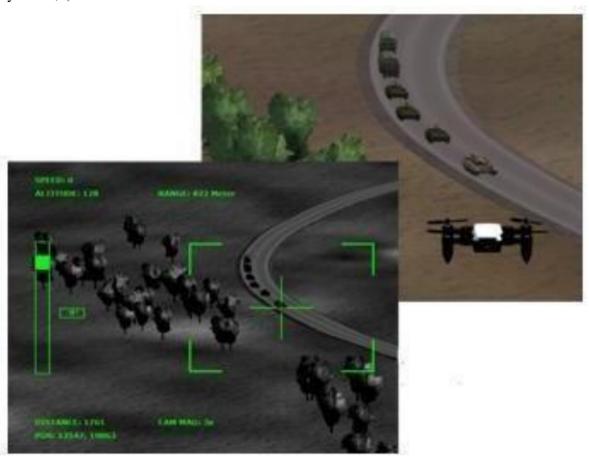


Рисунок 4. Наблюдение при помощи БПЛА

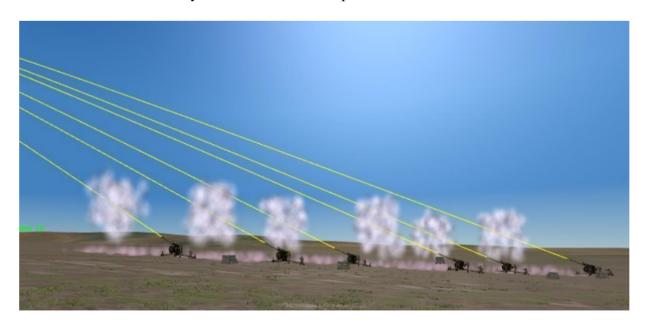


Рисунок 5. Координирование огня

Эти занятия обеспечивают студентам необходимую практи ку и навыки для успешного выполнения задач в реальных боевых условиях, при этом подчеркивая значимость коллективной работы и современных технологий в боевой подготовке.

Кроме того, в программу занятий включены цифровые версии приборов управления огнем, таких как ПУО-9, ПРК-69 и ПРК-75, что предоставляет студентам возможность практической работы с ними (рисунок 6). Это дополнительно усиливает освоение студентами навыков управления огнем и корректировки его траектории.

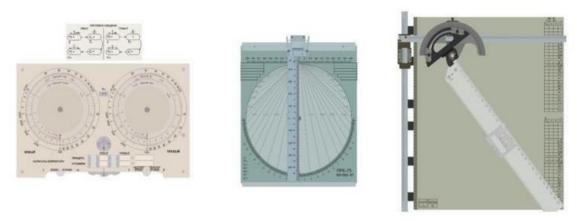


Рисунок 6. Приборы управления огнем (ПРК-69, ПРК-75, ПУО-9)

Регулярно проводятся индивидуальные, групповые и практические занятия со студентами цикла Боевое применение артиллерии, учитывая их будущую специальность (ВУС). Эти занятия направлены на более глубокое изучение теоретического материала и практическое применение знаний о тактико-технических характеристиках артиллерийских приборов и вооружения.

Опыт прошлого учебного года показал, что теоретические занятия, дополненные практическими упражнениями на программном продукте "Геотактика", положительно сказываются на результативности практических занятий в период полевых сборов. Студенты продемонстрировали уверенные действия в составе минометн ых и артиллерийских расчетов при выполнении огневых задач из 82 миллиметровых минометов 2Б24 и 122 миллиметровых гаубиц Д-30 с использованием БПЛА для разведки целей и корректировки огня. Этот опыт из прошлого учебного года также показал, что теоретические занятия со студентами цикла Боевое применение артиллерии, подкрепленные практической работой на программном продукте "Геотактика", положительно сказываются на проведении практических занятий в период полевых сборов в учебном центре Военного института Сухопутных войск имени С.К. Нурмаганбетова наштатной технике и вооружении.

Таким образом, "Геотактика" становится мостом между традиционным обучением и цифровыми технологиями, позволяя студентам развивать навыки геодезии и картографии в интерактивной виртуальной среде.

### Список использованной литературы:

- $1. \underline{https://kapital.kz/gosudarstvo/118825/vooruzhennyye-sily-kazakhstana-dolzhny-byt-gotovy-k-lyubym-vyzovam-prezident.html.}$
- 2. https://pandaland.kz/articles/nashi-deti/shkolnoe-obuchenie/tsifrovye-tekhnologii-v-obrazovanii.
- 3. https://www.gov.kz/memleket/entities/edu/press/article/details/5048?lang=ru.
- $\underline{4.https://fastfine.ru/readyworks/referaty/geodeziya/geodezicheskie-aspekty-voennoj-nauki-i-\underline{oborony}.$

### THE RELEVANCE OF THE GNSS OBSERVATION PREPARATION STAGE IN CARRYING OUT APPLIED TASKS

Myngzhassarov B., - M. Tech. Sc., Satbayev University Nurpeisova M.B. - D. Tech. Sc., Professor, Satbayev University.

**Abstract**. Planning GNSS measurements plays a crucial role in ensuring high accuracy of the obtained data. However, in practice, it is not always possible to pre-plan the entire process, and circumstances may require improvisation. For instance, when establishing and developing a reference network, the location and timing of network point measurements do not always align with the "correct principles" of network construction. These "principled" aspects include ensuring proper network geometry, selecting the optimal time of day for measurements considering almanacs, atmospheric phenomena affecting the measurements themselves, and choosing a station location minimally susceptible to reflections or ensuring signal accessibility. All these factors sometimes make the execution of the work maximally "uncomfortable," creating temporal and spatial constraints on the measurements performed.

**Keywords:** GNSS; DOP; PDOP; Artificial Earth Satellites; Observation Planning.

**Introduction.** For the investigation into the significance of the observation planning stage, data from conducted static measurements during the development of a GNSS Reference Network at site in the Atyrau region were utilized. In the first session, measurements were taken at a carefully selected time, considering satellite almanac analysis and under favorable weather conditions. In the second session, measurements were conducted the following day amidst rainy weather, with a drilling machine operating nearby, potentially causing signal interference and reflections.

The influence of planning on the final accuracy of GNSS data can be significant and encompasses the following aspects:

Optimal Satellite Selection: Choosing the optimal set of satellites considering their positions in the sky, geometric configuration, and signal attenuation allows for improved positioning accuracy. Time Selection: Planning also involves choosing the time frame during which measurements will be conducted. Some time intervals may be more favorable for measurements than others, such as avoiding periods with strong solar flares or severe geomagnetic storms, which can significantly affect signal quality.

The location of the GNSS receiver is also crucial for ensuring high accuracy of data. Factors such as satellite visibility and obstacles like buildings or terrain relief are considered, which may hinder signal reception.

Calibration and adjustment of the GNSS receiver before measurements commence.

Consideration of atmospheric conditions, such as ionospheric effects or atmospheric signal distortions, which can influence the accuracy of GNSS data. Accounting for these factors allows for adjustments in measurements and enhances the accuracy of the obtained results [1].

For optimal planning of GNSS measurements, it is necessary to select a specific date and time considering the parameter "Dilution of Precision" (PDOP). Given that the full orbit of GNSS satellites around the Earth takes about 12 hours, their positions in the celestial sphere are constantly changing. Therefore, for precise planning, it is necessary to specify the exact date and time of measurements. The obtained results will remain relevant for several days (up to one week), after which it is recommended to update the almanac and re-plan accordingly [2].

The primary parameter for assessing the optimal time for conducting GNSS measurements is the Position Dilution of Precision (PDOP). PDOP is a geometric factor indicating the quality of the spatial intersection. It depends on the relative positions of the satellites and the receiver. PDOP acts as an amplification factor, converting the noise in satellite measurements into noise in the final solution. The lower the PDOP, the more accurate the solution (coordinates). Conversely, higher

PDOP values result in less accurate coordinates. Additionally, PDOP is influenced by the geometric arrangement of satellites relative to the observed objects (see Figure 1) [3].

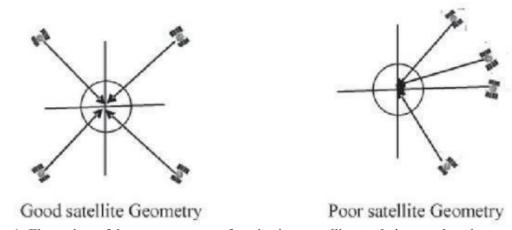


Figure 1. Illustration of the arrangement of navigation satellites relative to the observed point.

The value of the PDOP parameter usually strongly depends on the number of observed satellites, and when there is a large number of satellites, PDOP tends to be small, making it optimal for conducting GNSS measurements. As of June 2023, the PDOP typically ranges between 1 < PDOP < 3, which is attributed to the large number of satellites. By the end of June 2023, there were 46 BeiDou satellites in operation, while the GPS network consisted of only 31 satellites, the European navigation system comprised 25 satellites, and GLONASS had 24 satellites. Additionally, Japan operates 4 local satellites, and India operates 6. Consequently, if a receiver can process data from these constellations, on average, at any given time, we can observe more than 20 satellites [4].

Both measurement phases were conducted in early June 2023. For the first phase, precise measurement start time was determined using the online service Trimble GNSS Planning and meteorological data. Since the orbit period of GNSS satellites around the Earth is approximately 12 hours, the aforementioned service was used to select a time period during which the maximum number of satellites would be observable for more than two hours (see Figure 2).

Here, it's also important to consider the elevation mask because signal quality from satellites degrades at low angles. Therefore, it's necessary to find a balance between maximizing the number of satellites and the quality of the received signal. Nevertheless, during data processing, we can filter out low-quality observations. The sky view for the planned period was as shown in the figure below (Figure 3).

The first six- hour static session was conducted under favorable sunny weather conditions. There were no obstructive objects near the observation points, such as buildings or large machinery, only flat terrain. Therefore, the parameters of precision degradation were at a minimum level (see Figure 3).

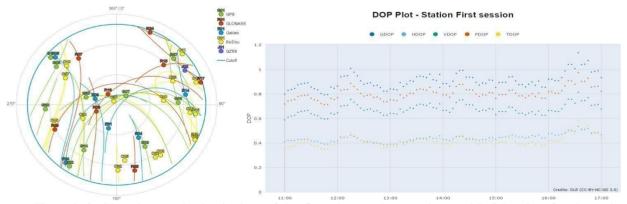


Figure 2-3. Sky view at the beginning of the first observation session and DOP values for the entire period of the first observation session.

During the initial processing in Trimble Business Center software, no errors were detected. All obtained error values were within the instrument's tolerances, and the reference ellipsoidal distance of 10 km between the base points showed a difference of only 3 mm (see Table 1).

Table 1. Results of processing the baseline measurements from the first observation session.

Processing summary

Measurements	From	То	Solution Type	H. Prec. (Meter)	V. Prec. (Meter)	Geodetic Az.	Ellipsoid Dist. (Meter)	∆Height (Метр)
220 126.3	220	126.3	Fixed	0.005	0.014	128°00'56"	10652.982	-93.964

Reference value: 10652.979

During the second measurement session, conducted the following day in the early morning hours, there was no preliminary preparation. The weather conditions were unfavorable, with cloudy skies and light precipitation. Drilling operations were being conducted near point 126.3, at a distance of sixteen meters, which could have also affected the quality of the observations. The session lasted for six hours, during which observations were made at two additional new points.

If we judge by the state and quantity of satellites at the beginning of the observation, it becomes clear why planning observations in advance is necessary. As seen in Figure 4, the number and density of satellites are lower, and the geometry is also uneven. The values of precision degradation parameters also show relatively high values compared to the first session. In the first case, PDOP did not rise above 1 throughout the session, while in the second case, PDOP ranged between 1 < PDOP < 1.2 (see Figure 5).

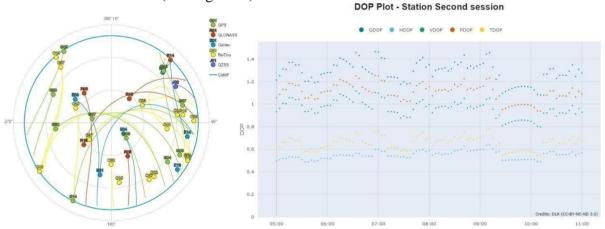


Figure 4-5. Sky view at the beginning of the second observation session and DOP values for the entire period of the second observation session.

After processing the observation results, we obtain the data in Table 2.

Table 2. Results of processing the baseline measurements from the second observation session.

#### **Processing summary**

Measurements	From	То	Solution Type	H. Prec. (Meter)	V. Prec. (Meter)	Geodetic Az.	Ellipsoid Dist. (Meter)	∆Height (Метр)
220 126.3	220	126.3	Fixed	0.007	0.017	128°00'56"	10652.983	-93.943

The processing results of the baseline between the points align with the results of the first session, with a difference in distance of only 1 mm, compared to the original data of 4 mm

### Conclusion.

Thus, these observations suggest that planning measurements and the geometry of satellite positioning do not play a primary role in obtaining accurate results. This may be attributed to the

increase in the number of satellites and the improvement in the characteristics of GNSS receivers themselves. Over the past decade, with the introduction of four new systems - Galileo, BeoDou, QZSS, and IRNSS - the number of satellites has more than doubled. Considering that a minimum of 4 satellites is required for accurate navigation, during GNSS observations lasting for at least four hours, GNSS receivers now process more than 30 satellites, which positively affects the accuracy of the obtained data. However, it's important not to overlook critical aspects such as elevation mask, receiver phase center determination, and consideration of atmospheric phenomena, which play a significant role in high-precision measurements. Nevertheless, in practical applications, accessibility and simplicity of measurement and data processing procedures remain crucial factors.

### **References:**

- 1. Investigation of the influence of meteorological factors on the accuracy of geodetic measurements / М.В. Nurpeissova, В. Муngzhasarov, D.М. Куrgizbaeva, J.М. Nukarbekova / «Маркшейдерия и Недропользование», № 6 (128), ноябрь-декабрь 2023 г. раде 18.
- 2. Differences between GPS receiver antenna calibration models and influence on geodetic positioning / Q. Baire, W. Aerts, C. Bruyninx, E. Pottiaux, J. Legrand // AGU Fall Meeting. San Francisco, December 2012
- 3. Absolute phase center corrections of satellite and receiver antennas. Impact on GPS solutions and estimation of azimuthal phase center variations of the satellite antenna / R. Schmid, M. Rothacher,
- D. Thaller, P. Steigenberger // GPS Solutions. -2005. Vol. 9 (4). -283-293
- 4. Internet resource <a href="https://sukachoff.ru/vosstanovlenie/kitaiskaya-navigaciya-razvitie-kitaiskoisistemy-sputnikovoi/">https://sukachoff.ru/vosstanovlenie/kitaiskaya-navigaciya-razvitie-kitaiskoisistemy-sputnikovoi/</a> Chinese Navigation. Development of the Chinese BeiDou Satellite Navigation System.

УДК 528.91

# СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ

### Мырзабиева А.Т. - магистрант

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

**Аннотация.** Актуальным вызовом в современных условиях является совершенствование методов интерпретации и максимальное использование полученных данных. Для достижения этих целей важным инструментом служит цифровая модель месторождения, которая представляет собой трехмерное виртуальное представление географических особенностей и геологической структуры месторождения.

Модели, создаваемые на основе использования современных программных продуктов, играют важную роль на всех этапах освоения месторождения. Модели позволяют повысить эффективность разработки месторождения полезных ископаемых и одновременно обеспечить промышленную и экологическую безопасность при их эксплуатации.

**Ключевые слова:** Цифровая модель месторождения, геоинформационные системы, ArcGIS, компьютерное моделирование.

В современном мире все больше предприятий, занимающихся инженерногеодезическими и геологическими изысканиями, активно внедряют компьютерное моделирование, используя специальные программные средства и геоинформационные системы (ГИС). Одной из популярных программных платформ в этой области является ArcGIS. В современном геологическом исследовании цифровые модели рельефа играют

ключевую роль в определении и оценке месторождений полезных ископаемых. Построение таких моделей основывается на различных источниках данных, включая высотные данные, полученные, например, с использованием сервиса USGS EarthExplorer.

Анализ цифровых моделей рельефа позволяет выявить различные геоморфологические и геологические характеристики местности, которые могут быть связаны с наличием полезных ископаемых. Одним из ключевых методов анализа является извлечение данных о распределении полезных ископаемых. Это включает анализ геологических структур, выявление гравитационных аномалий, определение характеристик месторождений и моделирование распределения рудных жил.

Полученные данные не только помогают в понимании геологической структуры местности, но и могут быть использованы для планирования геологической разведки, определения потенциальных месторождений и оценки их экономической ценности.

Применение компьютерного моделирования месторождений с использованием ArcGIS дает возможность использовать как статистические, так и геостатистические методы, а также интегрируют в себя геодезические и картографические данные [1].

Для разработки базы данных известные цифровые модели с использованием разнообразных методов, адаптируется под конкретные особенности и характеристики месторождений. Обычно используется метод пространственного моделирования, основанный на данных, полученных в процессе бурения разведочных скважин и проведения геофизических исследований.

Применение ГИС ArcGIS повышает эффективность мониторинга и оптимизирует стратегии добычи полезных ископаемых. На рисунке 1 приведены этапы создания цифровой модели месторождения с использованием технологии ArcGIS.

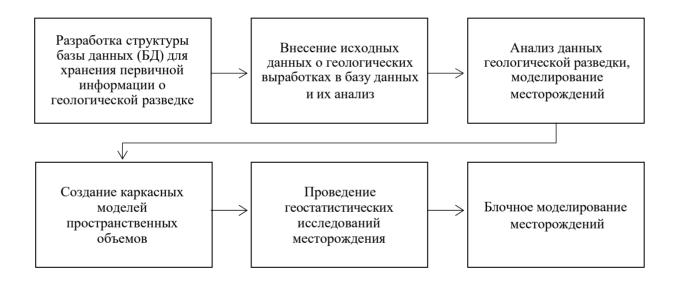


Рисунок 1. Этапы создания цифровой модели месторождения

При создании базы данных из готовой цифровой модели учитывается ряд факторов, включая характер изменчивости геологических характеристик, структуру и форму месторождения, а также плотность и равномерность разведочной сети. Для этого применяются различные методы пространственной интерполяции, такие как полигональный метод, метод обратных расстояний в степени IDW, а также методы крайгинга (обычный, индикативный, полииндикативный) [2].

В качестве примера выбрано Акжалское месторождение полиметаллических руд, расположенное на территории Шетского района Карагандинской области рядом с посёлком

Акжал. Оно является одним из крупнейших месторождений полиметаллических руд в Казахстане. На рисунке 2 приведен космоснимок месторождения.

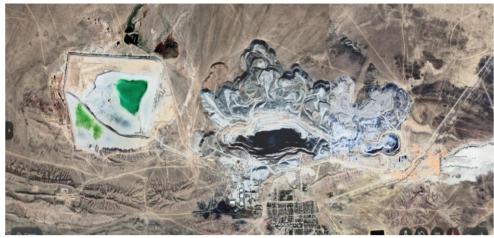


Рисунок 2. Месторождение Акжал снимок со спутника

Для быстрого создания цифровой модели месторождения Акжал были использованы высотные данные и изображения из открытого источника USGS (EarthExplorer) - SRTM 1 Arc-Second Global Dataset. Набор данных представляет глобальную цифров ую модель рельефа с разрешением 1 дуговой секунды, что приблизительно соответствует 30 метрам на экваторе, и основан на данных радара С-диапазона интерферометрической пары. Для локализации месторождения используется система координат WGS84. Эта система координат определяет местоположение объектов на поверхности Земли в соответствии с геодезической системой WGS84, зоны 44N, обеспечивая точное установление координат объекта.

При анализе и обработке геопространственных данных, особенно в контексте моделирования рельефа и создания картографических изображений, важным этапом является извлечение изолиний из растровых данных с высотными данными. Изолинии представляют собой линии одинаковой высоты, которые часто используются в ГИС для визуализации рельефа и создания топографических карт (рисунок 3).

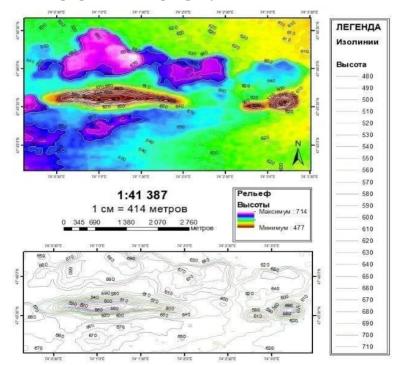


Рисунок 3. Рельеф и высотные отметки месторождения Акжал

В программном обеспечении ГИС ArcGIS, процесс извлечения изолиний может быть достигнут с помощью специализированных инструментов и методов геообработки данных. Начиная с подготовки растровых данных с высотами и проведения предварительной обработки, включая коррекцию и устранение шума приступают к самому процессу извлечения.

Инструменты извлечения изолиний позволяют определить интервал для линий одинаковой высоты, который может быть настроен в соответствии с требованиями проекта. После извлечения изолиний их геометрическая информация и, при необходимости, атрибутивные данные, такие как высоты, могут быть экспортированы в базу данных для дальнейшего анализа и использования(рисунок 4).

Table □ ×							
изолинии					×		
OBJECTID *	Shape *	ld	Conto	Shape Len	^		
2283	Polyline	2283	630	1,452417			
2041	Polyline	2041	640	1,219669			
2315	Polyline	2315	620	1,192887			
2316	Polyline	2316	610	1,011243			
2319	Polyline	2319	600	0,931139			
1957	Polyline	1957	650	0,758503			
1847	Polyline	1847	670	0,616095			
1906	Polyline	1906	660	0,585466			
1646	Polyline	1646	680	0,466424			
2322	Polyline	2322	590	0,402667			
606	Polyline	606	620	0,32808			
182	Polyline	182	640	0,152855			
1553	Polyline	1553	690	0,150414			
117	Polyline	117	660	0,13239	~		
14 • 18 • • (0 out of 2338 Selected)							
terrain изолинии							

Рисунок 4. База данных изолиний

Этот процесс позволяет создавать точные и информативные картографические изображения, отображающие рельеф и высотные отметки с учетом особенностей местности [3]. В рамках данного исследования рельеф был поднят в программе ArcScene. С помощью инструмента были выделены необходимые области, требующие поднятия, и установлено соответствующее значение высоты. Следует отметить, что процесс поднятия рельефа в ArcScene был дополнен аналитическими и геометрическими операциями с целью достижения конкретных научных задач. Например, для более детального анализа изменений в ландшафте после поднятия рельефа были применены инструменты анализа склонов и экспозиции. Проведенное исследование поднятия рельефа в ArcScene открывает новые перспективы для улучшения визуализации и глубокого понимания географических данных. На рисунке 5 приведена цифровая модель месторождения Акжал с использованием программного обеспечения ArcGIS.

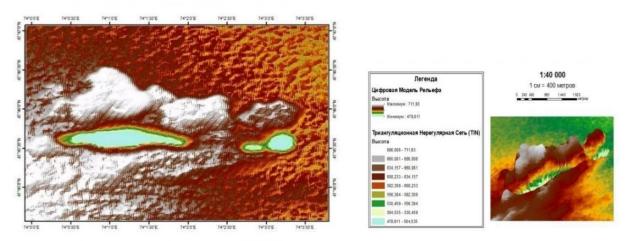


Рисунок 5. Цифровая модель месторождения Акжал

Цифровая модель месторождения представляет собой передовую систему, способную эффективно решать разнообразные задачи в области геодезического и картографического моделирования полезных ископаемых. Применение цифровых технологий в моделировании месторождений способствует созданию прозрачных и понятных процессов управления горными работами, повышая эффективность и точность принимаемыхрешений.

### Список использованной литературы:

- 1. Сардорбек У.О., Шохзод Т.У. К вопросу использования ГИС-технологий в Алмалыкском горнорудном районе// Журнал Scientific progress, 2021
- 2. Басаргин А.А. Создание цифровых моделей месторождений полезных ископаемых с применением современных технологий // Вестник СГУГиТ, 2014, 1 (25)
- 3. Хмырова Е.Н., Бесимбаева О.Г., Олейникова Е.А., Имранова Н.А., Синяк Р.В. Решение горно-геометрических задач с использованием программ 3D-моделирования на месторождениях Казахстана // Журнал Интерэкспо Гео-Сибирь, 2015

УДК 622.1

## ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-МАРКШЕЙДЕРЛІК ЖҰМЫСТАРДЫ MICROMINE БАҒДАРЛАМАСЫМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

### Нурланқызы Т., Мадимарова Г.С.

Satbayev University, Алматы

**Андатпа.** Містотіпе ГГАЖ ортасында кен орындарын игерудің техникалық жобаларын геологиялық-маркшейдерлік қамтамасыз ету мәселелері қаралады, цифрландыру және бөлу, ауытқуларды анықтаумен тау-кен жұмыстарына талдау жүргізілді, тау- кен жұмыстарының нәтижелері бойынша ай сайынғы жоспарлар мен есептер жүргізілді.

**Кілт сөздер:** геологиялық-маркшейдерлік қамтамасыз ету, Micromine тау-кен-геологиялық ақпараттық жүйесі, кен орындарынын модельдерін құру.

MICROMINE тау-кен геологиялық ақпараттық жүйесі - тау-кен және геологиялық зерттеулер үшін әзірленген бағдарламалық пакет. Ол тау-кен жұмыстарын оңтайландыру және кен орындарын игеру жобаларын басқару мақсатында геологиялық деректерді жинауға, өңдеуге, талдауға және визуализациялауға арналған кешенді құралдарды ұсынады.

Місготіпе пайдаланатын кызметтер	Тапсырмалар
Геологиялық кызмет (ГК)	ДБ жүргізу, борозды сынау сызыктарының орналасуын байланыстыру, геологиялық акпаратты жалпылау және кұрылымдық модель кұру, кен денесінін канкасы, сондай-ақ жергілікті блоктық модельдер. GRR ұнғымаларын жобалау, мәліметтер базасын жүргізу, рамалық модельді және ресурстық модельді модельдеу.
Техникалык кызмет. (ТҚ)	Жобалык казбалар. Тау-кен блоктарынын жактауларын, желдеткіштерді салу. Технологиялык, жаппай жарылыстар үшін жобалар құру.
Маркшейдерлік кызмет (МҚ)	Тау-кен қазбаларының, шахтаның жер үсті объектілерінің нақты жай-күйіне жауап береді. (Тау-кен қазбаларының маркалары, қанқалары, пайдаланылған көлемдер, топо бетінің пзосызықтары, кен орындарының жылжу аймақтары)
Жоспарлау бөлімі	Тау-кен жұмыстарының ұзақ мерзімді бизнес жоспардарын және қысқа мерзімді апталық, айлық жоспардарын әзірлеу.

Cypeт 1. Micromine пайдаланатын қызметтер

Містотіпе тау-кен ГАЖ-да дрондар мен ұшқышсыз ұшу аппараттарынан деректер алу мүмкіндігі қарастырылған. Бағдарламаға лазерлік сканерлеу нәтижелерін әртүрлі форматтағы файлдардан нүктелік бұлт ретінде импорттауға болады: LAS, LAZ, PLY, PTS, PTX, E57. Сонымен қатар, түсірілім барысында деректерге тағайындалған атрибуттық ақпаратты Містотіпе — ге тасымалдауға болады, мысалы, әр нүктенің тус кодтауы-RGB кодтары.



Сурет 2. Геологиялық маркшейдерлік қамтамасыз ету перспектив і MICROMINE

ГГАЖ-да растрлық деректерді (геологиялық карталар, шахта жоспарлары) байланыстыру кезінде тек X, Y координаттарын ғана емес, Z координатын да ескеруге болады. Бұл опцияның көмегімен геологиялық кесінділерді ұңғымалардың координаттары арқылы байланыстыруға және оларды үш өлшемді кеңістікте көрсетуге болады.

Каркас моделі сәйкес элементтердің контур нүктелеріне салынған үшбұрышты беттердің жиынтығы Каркасты модельді пайдалана отырып, кен денесінің көлемі есептеледі, каркас өңдеу жұмыстары жүргізіледі— бөлу, біріктіру, алу және т.б. Сондай-ақ ескі шахталарды визуализациялау үшін де каркасты модель қолданылады.

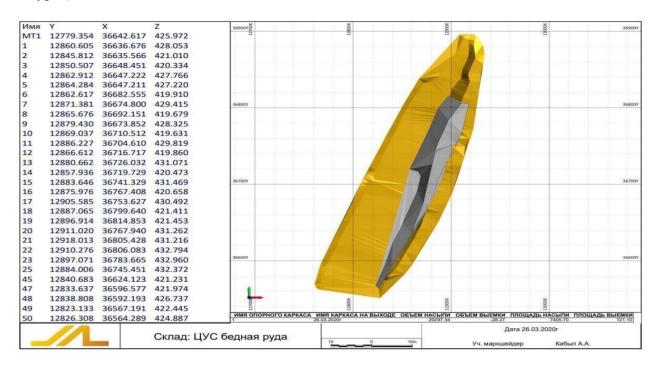


Сурет 3. Каркас моделі

МІСКОМІNЕ тау-кен ГАЖдағы көлемді есептеу - бұл геологиялық-маркшейдерлік және ресурстарды беру, талдау және анықтау амалдарын алдын алу үшін пайдаланылатын құралдардың бірі. Бұл өн імді аймақтың геологиялық құрылымы, ресурстар мен елдің кеншілігін талдау етуді мүмкіндікке ие болдыруға көмектеседі.

МІСКОМІNЕ-ның тау-кен ГАЖдағы көлемді есептеу құралдарының бірі - геологиялық мәліметтерді түрлі форматтарда қабылдау; жергілікті жердің топографиялық өлшемдерін жасау және анализдеу; геологиялық құралдардың орналасқан жердегі емес және ауақтық тұрғыдан өлшемдерін алу; ресурстардың сапалықты талдауы мен анықтауы; геостатистикалық анализ жасау; геофизикалық мәліметтерді және басқа көлемді деректерді қабылдау, анализдеу және өңдеу.

МІСROMINE тау-кен ГАЖдағы көлемді есептеу бағдарламасы көптеген өнімдер мен ресурстарды беру проекттерінен анықталатын мәліметтерді алуда керекпі және әдістемелік мүмкіндіктерді ұсынады. Бұл мәліметтердің анализі мен құжаттандыруында пайдаланылады (4-сурет).



Сурет 4. MICROMINE тау - кен ГАЖда есептелген қойма көлемі

Тұтастай алғанда, MICROMINE тау-кен ГАЖ ортасында кен орындарын игеру жобаларын геологиялық-маркшейдерлік қамтамасыз ету деректерді біріктіру, геометриялық модельдеу, деректерді визуализациялау және талдау, процестерді автоматтандыру және басқа жүйелермен интеграциялау мүмкіндіктері есебінен өсу мен даму перспективаларына ие. Бұл тау-кен жұмыстарының тиімділігі мен дәлдігін арттыруға және жобаларды басқаруды жақсартуға мүмкіндік береді.

### Пайдаланылған әдебиеттертізімі:

- 1. Талапбергенова А.Е., Мадимарова Г.С., Маженова Ж.А. Шығыс сарыоба кеноры қорын MICROMINE бағдарламасында есептеу. Международной научно-технической конференции «Развитие горно-металлургического комплекса Казахстана по раелизации государственного инвестиционного проекта», Издательство «Polytech» г. Алматы. 23.11.2022 г. Б 207-210, ISBN 978-601-323-334-5
- 2. Мосейкин В.В., Абрамян Г.О., Сапронова Н.П., Столяров М.М. Подготовка специалистов в области геолого-маркшейдерского обеспечения горных работ в рамках реализации проекта Місготіпе-вуз// Горный информационно-аналитический бюллетень. 2016. № 4. С. 246—250.
- 3. Басаргин А.А. Моделирование месторождений рудных полезных ископаемых с использованием геоинформационной системы MICROMINE. Интерэкспо ГЕО-Сибирь—2016: XII Междунар. науч. конгр., 18–22 апр. 2016 г.: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформати ка, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т. Новосибирск: СГУГи Т, 2016. Т. 2. С.151–155.

### COMPREHENSIVE MONITORING OF GEODYNAMIC POLYGON IN CENTRAL KAZAKHSTAN'S DEPOSITS

### Nurpeisova M. B., Rysbekov K.B., Kasymkhanova Kh.M., Kirgizbaeva G.M., Soltabayeva S.T.

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Abstract.** Information is provided on the copper deposits of Kazakhstan, development of which is carried out in the central region, and their role in development of mining industry. For reliable forecasting and prevention of dangerous geodynamic phenomena in the region of development of groups of fields in Central Kazakhstan, geodynamic polygon was created, which includes modern measuring systems. Using means of geodynamic polygon, important regularities of behavior of bump hazardous rock mass have been identified and indic ator for assessing its condition has been substantiated. Studied region of Central Kazakhstan belongs to category of areas of increased geodynamic risk. This group includes long-term developed copper ore deposits. Need to create geodynamic polygon and conduct comprehensive monitoring observations will ensure stability in technology of raw material extraction, as well as industrial and environmental safety of region as a whole.

Results of integrated monitoring of geodynamic processes that occur during large-scale and long-term subsoil development are presented. Problem of managing geodynamic processes in such conditions is solved on basis of developed methodology for conducting geomonitoring of state of rock mass, which provides for comprehensive accounting and analysis of all natural and technogenic factors. A new framework for understanding geodynamic processes, along with methods and tools for controlling rock mass deformations, has been devised, enabling precise monitoring of the Earth's condition.

**Keywords**: copper ore deposits, geology,induced seismicity, geodynamics, tectonic structure, stress—strain state, rock mass, monitoring, geodynamic polygon, surveying measurements

**Introduction.** The large-scale and intensive technogenic activity associated with the excavation and movement of substantial rock volumes during the development of solid mineral deposits profoundly affects the natural stress-strain state of the Earth's crust. This often leads the activation of geodynamic processes in these regions, lead ing to occurrences such as rock bursts and technogenic seismicity. Manifestation of geodynamic activation is rock bursts, technogenic seismicity, as well as other dangerous geodynamic phenomena, prediction of which is urgent and at the same time very complex problem [1–3]. This is due to multifactorial nature of conditions and causes of these dangerous phenomena, variety of mining and geological and mining technical characteristics of objects under study, heterogeneity of stress-strain state and significant variations in physical and mechanical properties of rock masses that change during subsoil development.

All this is direct change consequence in the geodynamic regime of geological environment under the influence of large-scale mining, which is convincingly confirmed by results of many years of scientific research on the Zhezkazgan natural and technical system, which is formed by mines, processing plants with tailings, copper smelters in Karaganda, Balkhash, Zhezkazgan and Satbayev. Corresponding infrastructure in Central Kazakhstan is powerful subject of anthropogenic impact on environment, representing great opportunities for studying a wide range of environmental problems [4-6].

Setting goals. Development of ore deposits in recent years is characterized by increasing number of objects with complex geological structure and large depth of occurrence. Percentage of drilled "empty" wells does not decrease, which is also due to structure complexity of ore objects. K.

I. Satpaev wrote about this in his work "Dzhezkazgan copper ore region and its mineral resources" (1932) and during creating metallogenic forecast map of Kazakhstan (1950): "... copper reserves

recorded today are far from exhausting all possibilities of the Dzhezkazgan ore-bearing region. here I do not take into account deposits of the Zhilandinsky group: K ipshakpai and Saryoba, ore reserves in them are laid very deep and their development requires huge finances and new technologies. I leave them for future generations" [7].

Since explored reserves of copper ore of the Zhezkazgan deposit are gradually being developed, at the present stage there is a need to identify ore reserves to extend the life of this deposit by another 40–50 years, as well as to develop new deposits near the cities of Zhezkazgan and Satpaev. At present, conditions are being created for expanding the mineral resource base of Central Kazakhstan and the Zhylandinskaya group (Eastern, Western Saryoba, Kipshakpai, Krarshoshak and Itauyz) of deposits is being developed.

Complex studies are required for this territory to investigate geodynamic and seismic conditions accurately. This involves assessing the nature and parameters of the tectonic stress field, especially in areas of intense mining operations, and implementing measures to reduce geodynamic risk. Geodynamic polygons serve as effective tools for understanding various-scale natural and technogenic processes and predicting the state of the geologica l environment. These polygons facilitate a range of observations, including mine surveyor-geodesic, satellite, seismic, geophysical, and geological, aimed at monitoring deformation processes in the Earth's upper crust [8,9].

For this purpose, set of methods and means is used, main of which are: geodetic measurements, GPS control, seismic deformation observations and modern methods of computer processing of measurement data to obtain 3D models of stress-strain state of massif. According to studies results at geodynamic polygons, territory is zoned according to studied parameters and their ratios, anomalous (dangerous) areas are determined, patterns of formation of earthquake sources and large seismic (including technogenic) events are identified to improve their forecasting methods.

Recently, during monitoring technogenic processes, data of satellite radar interferometry of space sounding of the Earth are widely used. Main advantage of this method is ability to cover large areas. Despite large number of research papers [10-12], issue of forecasting and managing risk of technogenic disasters due to complexity and wide variety of mining and geological features of deposits has not yet been fully resolved. Thus, purpose of this work is implementation of geomonitoring of rock mass state, which provides for comprehensive accounting and analysis of all natural and technogenic factors, as well as the use of methods and control tools developed by authors. Research methods. Evaluation of existing methodology for conducting mine surveying observations of rock deformations and interpretation of data obtained indicate absence of effective methods for determining magnitude of subsidence of the earth's surface. This leads to need to improve this technique with use of modern electronic devices that provide increase in reliability and efficiency of determining values of subsidence of the earth's surface for safe subsoil development and adoption of measures to protect objects being developed [9].

The Mine Surveying and Geodesy Department of Satbayev University pays increased attention to industrial safety in mines. This focus is due to the fact that most negative phenomena leading to various incidents during mining operations are related to rock pressure management issues. Special emphasis is placed on the introduction of modern technologies and monitoring means for the control of the rock mass. This is evidenced by ongoing research efforts financed by Science in these mines [6-8].

The analysis of the methodology for conducting geodetic observations on the territory of developed fields is primarily associated with the lack of effective methods for determining deformation values. This necessitates the improvement of the methodology for geodetic observations of rock deformations using modern instruments. Geodetic observations allow for the detection of mass deformations, which is essential for assessing the geomechanical situation in the area of field mining. However, they do not provide a complete picture of deformation processes over time.

Therefore, an integrated approach was utilized in this work, which includes the study of mining and geological conditions, structural features, and physical and mechanical properties of rocks in the deposits, along with the implementation of instrumental observations based on modern methods and monitoring tools developed by the authors (Fig. 1).

The analysis of the methodology for conducting geodetic observations on the territory of developed fields is primarily associated with the lack of effective methods for determining deformation values. This necessitates the improvement of the methodology for geodetic observations of rock deformations using modern instruments. Geodetic observations allow for the detection of mass deformations, which is essential for assessing the geomechanical situation in the area of field mining. However, they do not provide a complete picture of deformation processes over time.

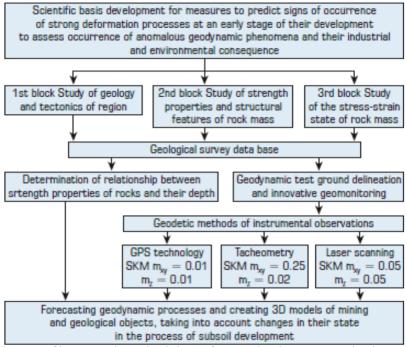


Figure 1. The scheme of integrated methodology for conducting geomonitoring with RMSE (root-mean-square error)

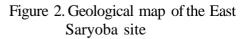
Therefore, an integrated approach was utilized in this work, which includes the study of mining and geological conditions, structural features, and physical and mechanical properties of rocks in the deposits, along with the implementation of instrumental observations based on modern methods and monitoring tools developed by the authors (Fig. 2).

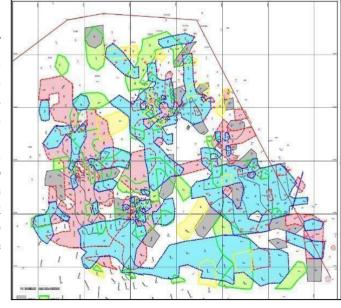
On this basis, goal was set, idea was substantiated and structure of complex monitoring carried out in Central Kazakhstan was formulated.

### Results and discussion.

1. Geology and structure.

According to 1st the block of recommended methodology (Fig. 1), engineering-geological and mining-technical conditions of giant copper deposit located in Central Kazakhstan were studied in detail. In the ore field 11 ore deposits were discovered, in which 109 ore bodies were explored [9], which made it possible to correlate it to number of large industrial facilities. The largest deposits are confined to the Taskuduk horizon. Their strike is northeast, length up to 3200 m, thickness from 0.5 to 17 m, dip size up to 1400 m (Fig. 2).

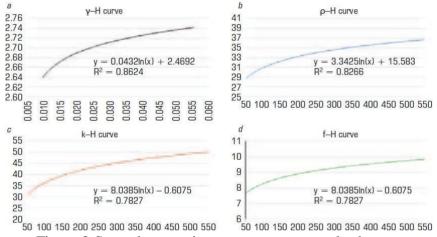




In the studied area, the southwestern part of the orefield (Fig.2) is complicated by high-order folds and faults, the largest of which is the Saryoba transpressional fault of submeridional strike. Its length is more than 10 kmwith a width of 250–400m, the main plane dips to the west at an angle of 25–30°. The Saryoba transpressional fault divides the one field into two almost equal parts. TheWest Saryoba deposit is located in the western half, and East Saryoba is located in the eastern half. Rock mass is complicated by tectonic disturbances, rock contacts, and contains mine workings of various shapes and sizes, which greatly complicates their development.

### 2. Physical and mechanical properties of rocks.

According to the 2-block of recommended methodology, physical and mechanical properties (PMS) of rocks massif were studied Sampling of rocks, including minerals, was carried out for purpose of laboratory determination of indicators of physical and mechanical properties that significantly affect shear process. In practice, laboratory method is mainly used to study physical and mechanical properties of rocks on samples made from cores of geological exploration wells, and in the presence of mine workings (ditches, pits, trunks, crosscuts, etc.), samples are taken from rocks in the form of monoliths [9]. Tests of physical and mechanical properties of rocks were carried out in the Central

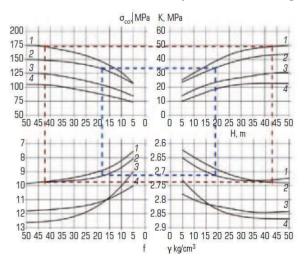


Laboratory of KazNRTU, results of which made itpossible to establish graph- analytical dependences of strength properties of rocks massif with their depth and promptly make changes to horizontal calculations of stability of mine workings (Fig. 3).

Figure 3. Strength properties versus occurrence depth occurrences H for massive limestone: (a) density  $\gamma$ ; (b) internal friction angle  $\rho$ ; (c) cohesion k; (d) rock hardness f

Curves of changes in rocks properties were drawn according to averaged indicators over depth after 50 m. Assessment and reliability of determining dependencies were made according to formulas of mathematical statistics. Deviation of calculated curves from empirical ones varies within 5-8%, and for the most part curves coincide with each other. Data analysis also shows that strength properties of rocks change markedly with depth of their occurrence [10].

The same dependencies were also obtained for a number of fields in Kazakhstan, namely for the Akzhal field; Akbakai, Sayak et al. To find general patterns of variability of strength and structural



properties of rocks, data of a number of deposits are also generalized and graphic-analytical relationships between average density, cohesion, strength of rocks and their depth are established. Curves of changes in rock properties were drawn according to averaged

group indicators at depth intervals of 50 m. To compare results obtained on the object under study with data from other mines, combined graph of relationship of rock properties was compiled (Fig. 4). Figure 4. Relationships between rock properties and their depth: *1-Saryoba deposit*;

2 -Akzhal deposit, 3 -Sayak deposit, 4 -Akbakai deposit

Based on studies carried out, quantitative and qualitative characteristics of rock properties of several deposits, including Saryoba deposit, were obtained. These characteristics will be used in solving several technical problems in open pits and underground mines: in assessment stability of ledges and sides of open pits: calculated pillars and marginal ceilings, to generalize results of instrumental observations and understand physical side of displacement process.

### 3. Instrumental observations of the state of the array

According to the 3-block of recommended methodology, to conduct observations of rock mass state, especially when prospecting a giant copper field, occupying a large area and consisting of several deposits, occurring in various deep horizons, it is necessary to create a high-precision geodetic substantiation. To provide a huge area, classic option of creating geodetic networks in the fields is rather labor- intensive. It requires large financial costs for the organization and production of observations. In this regard, it is proposed to replace extended leveling lines with local geodetic constructions in the form of profile lines and check "clusters" of geodetic and leveling stations. Complex application of ground and space geodetic methods allows monitoring observations to cover entire territory of field, as well as to increase efficiency of observations and reduce capital costs for their implementation.

Traditional geodetic networking over a vast area of a mine field takes much labor and money. Authors propose to replace long leveling lines with local geodetic imaging in the form of geodynamic profiles, profile lines and control clusters of geodetic and leveling points. Integrated application of ground and space geodetic methods will make it possible to cover the entire mine field area with monitoring observations, as well as to increase efficiency of observations and to reduce a large area and designed for deep seams, authors suggest covering a mine field with chief branches of base (reference), support (initial) and check points of ground control and leveling [11]. All key points are located in accordance with the layout of ore veins (see Fig.2) and are tied to the points of the State Geodetic Network (Fig. 5)

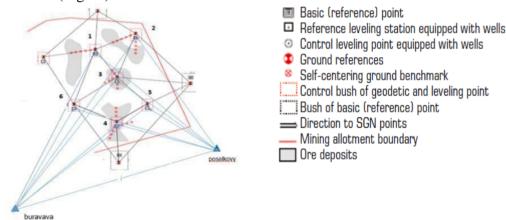


Figure 5. Scheme of observation network location dynamic polygon and triangulation points

Instrumental observations revealed the complexity of fieldwork, particularly concerning the transfer of equipment (tools, tripods, rails, etc.) from one point to another. In response to this challenge, permanent forced centering points (FCPs) have been developed to expedite installation and measurement operations. FCPs are positioned at reference points during geomechanical monitoring and serve as geodetic centers for new instruments and signals [12].

The purpose of this invention is to enhance the accuracy of centering and improve the efficiency of measurements at observation points lacking tripods. The new device enables rapid and precise centering while eliminating the need for tripods. The plane coordinates and preliminary heights of these points were determined using the satellite method with a Leica GS16 3.75G geodetic satellite receiver. The final heights of the points were determined using class II geometric leveling method with a Trimble Dini03 digital level and barcode rails (refer to Fig. 6).







Figure 6. Monitoring is conducted using GPS receivers and electronic tacheometers, with a basic (reference) point installed at permanent forced centering points.

To determine spatial data of control points laid on the site of geodynamic polygon, method of network positioning in the static observation mode was used. All static measurements were made along the baseline at this point. Duration of observation is 80 minutes. Reference bases are installed at the triangulation point Poselkovy and Burovaya As initial data, adjusted coordinates of points are taken, according to certain parameters of the transition from WGS-84 to the local coordinate system and heights. Data points after adjustment and definition of transformation parameters are shown in Table 2.

Table 2 - Point dataafter adjustment and definition of transformation parameters

Nº	Наимено вание пункта	Класс	Географиче ск ие координа т ы на элипсоиде WGS-84		Отметка на элипсоиде WGS-84	Прямоугольные		Отметка в Балтийской системе высот	ско			
	,		Широта, ф	Долгота, 🔏	Н, м	Восток у, м	Север х, м	Н, м	Sd.E	Sd.N	Sd.H	Sd.P+H.C Ity
1	Rp-1	Грунтовый репер	48° 09' 58.38267" N	67° 28' 23.86929" E	419,6766	57082,981	113967,788	448,9803	0,0004	0,0017	0,0086	0,0088
2	Rp-2	Грунтовый репер	48° 10' 01.07526" N	67° 29' 00.21842" E	407,4084	57834,074	114050,743	436,7166	0,0005	0,0003	0,0155	0,0155
3	Rp-3	Грунтовый репер	48° 09' 39.85030" N	67° 28' 41.59361" E	402,4732	57449,053	113395,256	431,8225	0,0012	0,0008	0,0215	0,0216
4	Rp-4	Грунтовый репер	48° 09' 17.81904" N	67° 28' 23.53170" E	401,5706	57075,568	112714,886	430,9631	0,0027	0,0005	0,0103	0,0106
5	Rp-5	Грунтовый репер	48° 09' 43.90435" N	67° 29' 12.69448" E	399,2341	58091,770	113520,328	428,5834	0,0013	0,0004	0,0159	0,016
6	Rp-6	Грунтовый репер	48° 09' 44.59247" N	67° 28' 14.61552" E	402,7031	56891,610	113541,914	432,0344	0,0015	0,0029	0,0141	0,0145

Thus, a reliable basis has been laid at the Saryoba field for organizing long-term monitoring of slow deformation processes of the earth's surface, complex geodetic measurements were carried out, namely, coordination of 6 NPTC using GPS technologies. Satellite observations were carried out using modern geodetic instruments GS16, in static mode, using network method, and elevations of 114 deformation benchmarks were determined.

### **Conclusion**

- 1. Based on performed analysis in the field of studying geomechanical and geodynamic processes, as well as means of observing deformations, integrated methodology for conducting geomonitoring with use of modern highprecision geodetic instruments and developed methods for their control has been developed and substantiated.
- 2. The research results of geomechanical and geodynamic processes will allow for the strategic and operational management of mining operations to ensure maximum safety and economic

efficiency. Practical use of the results is possible for Central Kazakhstan deposits. In the future, research will be continued to study possibility of applying results obtained to other Zhilandinskaya Group deposits.

- 3. Database of geospatial data on ore deposits of Central Kazakhstan was created, strength properties (PMP), structural features and stress-strain state (SSS) of rock mass of the lower horizons of the mine were studied to create three-dimensional models of mining and geological objects, considering their changes in subsoil development process.
- 4. To set up high-precision electronic devices during geomonitoring of the earth's surface, method was developed for installation of permanent forced centering stations, which ensure speed and accuracy of centering, as well as eliminate use of tripods.

The research is funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan(Grant No.AP14871828)

#### **References:**

- 1. Adushkin V. V., Turuntaev S. B. Anthropogenic Seismicity: Induced and Trigger, Moscow: ID GRAN, 2015. 364 pages.
- 2. Melnikov N. N. (Ed.). Mining-Induced Seismicity: Model of Sources, Prediction, Prevention. Apatity: KNTS RAN, 2004. Part I. 224 p.
- 3. Yang, Z., Gao, Q., Li, M.-h., Zhang, G. Stability Analysis and Design of Open-Pit Mine Slope in China: A review. Electronic Journal of Geotechnical Engineering 2014, Vol. 19, 10247-10266.
- 4. Mikhailova N.N., Uzbekov A.N. Tectonic and man-made earthquakes in Central Kazakhstan //News of NAS RK. Series of geology and technical sciences, №3, 2018.- 137-145 p.
- 5. Rylnikova M.V., Yun A. B., Terentyeva I. V. Replenishment of retired capacities of mines at the stage of finalizing balance reserves of the deposit condition for environmentally balanced development of the Zhezkazgan region // Mine Surveying. 2016. № 5. 6–10p.
- 6. Nurpeisova, M.B., M.Zh.Bitimbayev, K. B. Rysbekov, R. Shults Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region// News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series of Geology and Technical Sciences. 2020. Vol.6. *P.194-202*. <a href="https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.147">https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.147</a>
- 7. Satpaev, K. I. (1962). Main Results of Complex Geological Study Issues of the Genesis of Dzhezkazgan. Geology of ore deposits, 1962, 3, pp. 1–14.
- 8. Nurpeisova, M.B., M.Zh.Bitimbayev, K. B. Rysbekov, R. Shults Geodetic substantiation of the Saryarka copper ore region// News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan-Series of Geology and Technical Sciences. 2020. Vol.6. *P.194-202*. <a href="https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.147">https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.147</a>
- 9 M. B. Nurpeisova, M. Zh. Bitimbayev, K. B. Rysbekov, Sh. Sh. Bekbasarov. Forecast changes in the geodynamic regime of geological environment during large-scale subsoil development// ISSN 2071-2227, Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 2021, № 6. Pp.5-10. /doi.org/10.33271
- 10. Method for predicting FMS and SSS of an array. Certificate of entry into the state register of rights to objects protected by copyright No. 19300 dated July 12, 2021. Authors: Kyrgizbaeva G.M. and Nurpeisova M.B.
- 11. New approach to the creation of the GDP. Certificate of entry into the state register of rights to objects protected by copyright No. 19300 dated July 12, 2021. Authors: Kyrgizbaeva G.M. and Nurpeisova M.B.
- 12 Patent of the Republic of Kazakhstan No. 35798 dated March 11, 2021 «Ground permanent geodetic point for forced centering of instruments» (authors: Nurpeisova M.B., Rysbekov K.B., Aitkazinova Sh.K., Donenbayeva N.S., Nukarbekova Zh.M. .) MJ RK. Astana, 12.03.2021.

### ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТКОСОВ УСТУПОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Ожигин С.Г.¹ - д.т.н., с.н.с. Дорохов Д.В.² - м.т.н., маркшейдер Ожигина С.Б.¹ - к.т.н., доцент Ожигин Д.С.¹ - Ph.D, доцент ¹КарТУ, (Караганда), ²АО ССГПО, (Рудный)

Аннотация. Статья посвящена применению фотограмметрии при маркшейдерских съёмках и геомеханических исследованиях состояния откосов уступов в карьере. Для глубоких карьеров особо важной задачей является обеспечение устойчивости откосов уступов исследования является совершенствование бортов. Целью данного маркшейдерских съемок откосов уступов с использованием воздушной фотограмметрии, значений основных погрешностей при позиционировании фотокамер съёмочного обоснования. Результаты обработки относительно местного фотограмметрической съёмки, которыми являются координаты точек откоса и его элементов, ортофотоплан, облако точек, модель поверхности, карта высот, топографические поверхности в горизонталях, данные об объёме и площади, повышают качество геомеханического мониторинга на горных предприятиях и безопасность ведения горных работ.

**Ключевые слова:** геомеханический мониторинг; аэрофотограмметрия; трехмерная модель; облако точек, погрешность определения координат точки трехмерноймодели.

Для глубоких карьеров особо важной задачей является обеспечение устойчивости откосов уступов и бортов. Данная задача становится наиболее актуальной при изменении параметров открытых разработок, связанном с увеличением проектной глубины карьера для продления срока эксплуатации. Воздействие горных работ на прибортовой массив приводит к раскрытию и формированию новых трещин и блоков, что снижает устойчивость карьерных откосов. В рамках маркшейдерского мониторинга для повышения безопасности ведения горных работ необходим контроль состояния устойчивости откосов уступов и бортов карьера. В методических рекомендациях по производству маркшейдерских работ при добыче твердых полезных скопаемых [1] указывается. что В карьерах необходимо маркшейдерских съёмок уступов, элементов геологического строения месторождения, оползней и обрушений. Целью данного исследования является совершенствование методики маркшейдерских съемок откосов уступов с использованием воздушной фотограмметрии, установление значений основных погрешностей и точности позиционирования фотокамер относительно местного съёмочного обоснования.

На данный момент существует множество современных методик инструментальных маркшейдерских измерений. Например, результаты лазерного сканирования дают возможность выявить системы трещин на поверхности горного массива и их ориентирование в пространстве [2]. Высокую производительность и значительный охват территории обеспечивает использование технологий LIDAR (англ. Light Identification Detection and Ranging — Обнаружение, идентификация и определение дальности с помощью света) [3], спутниковая интерферометрия [4].

Одним из перспективных и широко применяемых способов съемок сочетание фотограмметрии и технологий GPS на борту летательных аппаратов [5, 6]. Применение цифровых технологий в обработке аэрофотоснимков требует дополнительного исследования точности получаемых результатов и источников погрешностей. В статье [7] рассматривается точность геодезических координат в трехмерных моделях, отстроенных по парам

изображений, различного происхождения. В работе [8] исследуются процессы обширного поиска связующих точек для крупномасштабных снимков.

Сущность фотограмметрической съемки отображается нарисунке 1.

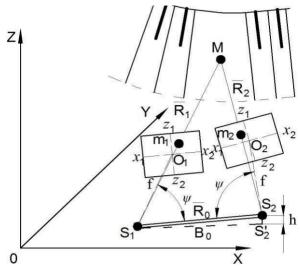


Рисунок 1. Схема воздушной фотограмметрической съемки [9]

К элементам внутреннего ориентирования относятся: f - фокусное расстояние, коодинаты точки  $O(x_O, z_O)$  в системе координат снимка  $x_1x_2$ - $z_1z_2$ . К элементам внешнего ориентирования относятся: координаты точки фотографирования  $S(X_S, Y_S, Z_S)$ , образующие базис  $B_0$ , дирекционный угол оптической оси  $SO-\alpha$ , угол наклона оптической оси  $SO-\alpha$ , угол поворота снимка  $\chi$ , внутренний горизонтальные углы между базисом  $B_0$  и оптической осью  $SO-\psi[9]$ .

Исходя из схемы, отображенной на рисунке 1, точка М на откосе уступа отображается на двух снимках виде точек m<sub>1</sub> и m<sub>2</sub>. Точка М и подобные точки являются связующими точками. Для получения трехмерной модели в истинной системе координат относительно местного съёмочного обоснования необходимо определять координаты точек S положения камеры. Современное фотограмметрическое программное обеспечение позволяет автоматизировать подбор пар фотографий и последующие вычисления.

В основном, требование к точности съёмочных работ в карьере заключается в установлении погрешности при определении координат при съемках. Для наиболее распространенного масштаба 1:1000 допустимы ошибки  $\pm 0,4$  м в плане и в высотныхотметках  $\pm 0,2$  м [1].

В данной работе предлагается сравнение точности моделирования по результатам аэрофотосъемки с БПЛА. Координаты центров камер — координаты точек S (рисунок 1), определяются с помощью GPS приемников. При обработке снимков в фотограмметрическом программном обеспечении получаемы модели оцениваются относительно опорных точек. Координаты опорных точек также определяются с высокой точностью GPS-измерениями. Основой для оценки являются ошибки определения планового положения и высотных отметок опорных точек.

В данном исследовании размеры фотографии 6000 пикселей на 4000 пикселей, размер пикселя  $6\cdot10^{-6}$  м на  $6\cdot10^{-6}$  м, размер участка, описываемого одним пикселем 0.034 м, размер одной точки в облаке точек описывающем участок съемки 3.3656 пикс. Таким образом, в данном исследовании размер одной точки трехмерной модели составляет 0.114 м.

Погрешность определения координат точки местности пикселями  $m_{\text{пикс}}$  возникает при обработке снимков в фотограмметрическом программном обеспечении при построении облака точек из пикселей. При увеличении высоты снимка пиксели охватывают больший участок местности и получаемое облако точек из пикселей снимка характеризуется большим расстоянием между точками  $D_{\text{пикс}}$ .

В данном исследовании при 3,3656 пикселях на одну точку модели и размере одной точки принадлежащей трем пикселям 0,114 м среднеквадратическая ошибка определения координат точек местности по получаемой трехмерной модели составляет 0,161 м. Повысить точность получаемых трехмерных моделей при обработке аэрофотоснимков позволяют корректировки переменных фокусного расстояния  $f_{\text{пикс}}$ . Корректировка производится посредством изменений значений проекций фокусного расстояния на оси X и Y, соответственно fX и fY. В таблице 1 приведены значения корректировок и получаемые значения ошибок  $\partial X$ ,  $\partial Y$ ,  $\partial Z$ . При значениях fX и fY от 5609,231 пикс. до 5609,236 пикс. достигаются минимальные ошибки плановых координат  $\partial X$  и  $\partial Y$ , которые составляют - 0,001115 м и -0,00422 м соответственно.

The state of the s							
Корр. fX и fY,	λX м	Корр. fX и fY,	∂V M	Корр. fX и fY,	$\partial Z$ , M		
пикс.	02 <b>1</b> , W	пикс	01, M	пикс.			
5630	0.000736	5630	-0.004118	5609,231	1,77·10-4		
5620	-0.000153	5620	-0.002334	5609,232	1,21·10-4		
5610	-0.001046	5610	-0.000558	5609,233	$0,65\cdot10^{-4}$		
5600	-0.001944	5600	0.00121	5609,234	$0.09 \cdot 10^{-4}$		
5590	-0.002845	5590	0.002969	5609,235	$0,47 \cdot 10^{-4}$		

Таблица 1 – Корректировка фокусного расстояния fX, fY.

0.003751 5580

5580

В результате корректировок установлены следующие зависимости ошибок в координатах точек модели  $\partial X$ ,  $\partial Y$ ,  $\partial Z$ , описываемые выражениями (2), (3), (4).

0.004719

5609,236

 $1.03 \cdot 10^{-4}$ 

$$\partial Z = 5.268 \cdot 10^{-8} -1.878 \cdot 10^{-5} \cdot fX + 1.674 \cdot fX^{2}, \text{ m; } fX = fY, \text{ m}$$
 (2)

$$\partial X = 8.974 \cdot 10^{-5} \cdot fX - 5.045$$
, M;  $fX = fY$ , M (3)

$$\partial Y = -3.442 + 2.997 \cdot 10^{-4} \cdot fX - 4.250 \cdot 10^{-8} \cdot fX^{2}, M; fX = fY, M$$
 (4)

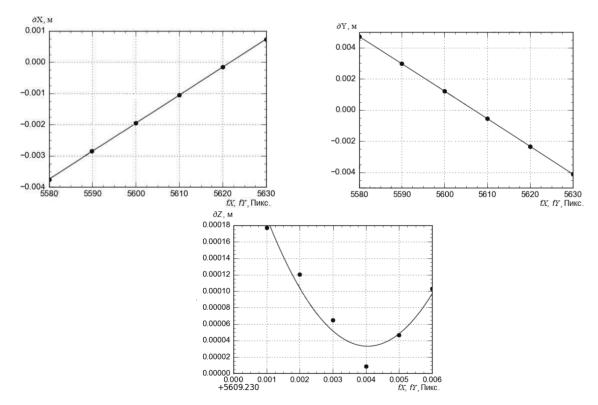


Рисунок 2. Графики зависимости погрешностей определения координат точки трехмерной модели от корректировки фокусного расстояния.

Полученные данные подтверждают соответствие предлагаемой методики съёмки требуемой точности. Исследуемый способ корректировки позволяет минимизировать ошибки в координатах точек модели  $\partial X$ ,  $\partial Y$ ,  $\partial Z$  и создавать трехмерную модель откосов. Получаемые трехмерные модели по аэрофотоснимкам, уточненные предлагаемым способом пригодны для дальнейших геомеханических исследований.

### Список использованной литературы:

- 1. Методические рекомендации по производству маркшейдерских работ при добыче твердых полезных ископаемых // Комитет по государственному контролю за ЧС и промышленной безопасностью Республики Казахстан, 2009. 509 с. (http://textarchive.ru/c-1426849-pall.html) (дата обращения 08.05.2018)
- 2. Ожигин Д.С. Обеспечение устойчивости откосов борта разреза в зоне бестранспортной отработки вскрыши // Труды КарГТУ (научно-технический журнал). 2017. №4(69). С. 68-72.
- 3. Meng X., Wang L., Silván-Cárdenas J.L., and Currit N. A multi-directional ground filtering algorithm for airborne LIDAR, ISPRS J. of Photogrammetry and Remote Sensing, 2009, Vol. 64.—P. 117–124.
- 4. Sanchez F., Royo B., and Meloni F. InSAR ground motion monitoring for mining areas // Труды междунар. форума. Инновационные технологии в геодезии, маркшейдерии и геотехнике:сб.науч. трудов (Караганда, 14-15 сентября 2017 г.). Караганда:Изд-во Кар $\Gamma$ ТУ, 2017. С. 15-21.
- 5. Daakir M., Pierrot-Deseilligny M., Bosser P., Pichard F. UAV onboard photogrammetry and GPS positioning for earthworks, Proc. ISPRS Geospatial Week (La Grande Motte, France, 28 Sep. 03 Oct. 2015), The Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2015, Vol. XL-3/W3. P. 293 298.
- 6. Blaha M., Eisenbeiss H., Grimm D., and LimpachP. Direct georeferencing UAVs, The Int. Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2011, Vol. XXXVIII-1/C22.—P. 131 136.
- 7. Жарова, Н.Э., Чибуничев, А.Г. Анализ точности определения координат точек местности при использовании «случайных» стереопар космических снимков / Н.Э. Жарова, А.Г. Чибуничев // Известия высшихучебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. МИИГАиК −2017. Т-61. №5 С. 79-86.
- 8. Schindler, K., et al. Recent Developments in Large-scale Tie-point Search/K. Schindler, W. Hartmann, M. Havlena // 55thPhotogrammetric Week, September, 7 22, Stuttgart, -2015, P-175-P-182.
- 9. Попов, В.Н. и др. Маркшейдерские работы накарьерах и приисках: Справочник. М, Недра, 1989. 424с.

УДК 539.3

### УЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ РУСЕЛ РЕК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ

Рахимов Ш.Ш.¹ - доктор философии (PhD) Ботиров Ш.С.² - Ассистент

<sup>1</sup> Университет геологических наук <sup>2</sup> Термезского инженерно-технологического института

**Аннотация.** Проектирование мостовых переходов, переходов через водотоки коммуникаций различного назначения и других речных инженерных сооружений выполняется с учётом возможного развития природных и антропогенных русловых процессов на исследуемом участке речной долины. Рассмотрены вопросы учёта русловы х деформаций при проектировании инженерных сооружений.

**Ключевые слова:** русела рек, мостовые переходы, деформация, геометрический размер.

Определение максимально возможной глубины различных опор моста называется прогнозированием естественных деформаций моста.

Процесс современного формирования русла реки, то есть развития его формы и размеров, называется русловым процессом. Основная часть этого процесса — непрерывное взаимодействие водного потока с изменяющимся дном русла реки.

Это взаимодействие приводит к образованию специфических форм рельефа дна, а также к образованию поверхности течения. Мелководья по ширине дна Озана представляют собой совокупность донных отложений, перемещающихся вместе. Несмотря на большое количество числовых описаний условий формирования узанов, количество видов узанов ограничено.

Из верховьев реки поступает расход воды, равный расходу Q, а также наносы, образующие русло. Обозначим их общее потребление по ширине русла реки как G.

Устойчивость почвы к вымыванию характеризуется скоростью выщелачивания  $V_{\rm ner}$ . В русле реки фактическая скорость потока воды  $V_{\rm momenta}$  от  $V_{\rm ner}$  в определенные моменты времени из-за измененияобъема стока.

Мы определяем три геометрических описания Узана следующим образом:

V – средняя ширина; N – средняя глубина: J – уклон.

Отличия от вышеперечисленных 6 характеристик речного стока являются внешними характеристиками для указанного участка реки, остальные формируются в локальном русловом процессе. Состав описания внешних условий пласта меняется, но расход Q остается внешним фактором для любого участка реки. Средняя глубина реки N никогда не может составлять заданной величины в условиях свободного формирования русла реки.

Остальные четыре описания участка реки могут быть получены как из заранее заданных величин, так и из процесса русла реки. Например, ширина реки V может быть ограничена, если ручей протекает в узком месте или образуется в процессе омывания ее берегов; если русло искривлено, то уклон ручья J может быть равен или меньше уклона речной долины; Скорость потока V может быть равна или значительно меньше скорости  $V_{\rm ner}$ , с которой смывается почва берегов .

Русла рек формируются с относительно высокими скоростями, достаточными лишь для размывания берегов и перемещения наносов с места на место. Так, форма русла реки в основном формируется во время паводков. Уровни воды во время паводков из года в год меняются, но некоторые из них часты и в среднем типичны для этой реки. Такие средние паводки в то же время можно назвать пойменными с характерным для них максимальным водопотреблением. В паводках ниже средней высоты уровня воды процесс формирования русла реки протекает медленнее.

Шесть описаний разных участков реки связаны между собой всего тремя уравнениями: средней скоростью течения (Шези), постоянным расходом воды и потоком руслообразующих наносов.

Таким образом определяется количество допустимых 6 видов Узана (таблице 1).

Типичные формы узанов показаны нарисунке 1.

Меандрирующие реки делятся на 2 типа. Если выпрямление русла реки осуществляется в результате сближения двух излучин реки, такие реки называются реками, у которых меандрирование закончилось. Если поток образовал длинный прямой ручей, прорезанный в отложениях, такие реки называются неизвилистыми.

Таблица 1

Внешние условия образования Узана	Уроженец Узана. описания	Тип песни
Q, V и т. д.	Ч, Б, Дж	Каноны
К, Г, В	$H, B, j (j < j_{caд})$	Извилистый
К, Γ, В	H, B, j (j=j дол)	Неизвилистый (неизогнутый)
Q, G и т. д.	Ч, Б, В	Игры
Вопрос, Б и т. д.	Ч, Г, В	Тип I, узкое ущелье
К, Б, Дж	Ч, Дж, В	Узкое ущелье II типа

По уравнению Шези

$$\frac{B}{N} = \frac{Q*j^{\frac{3}{2}}}{n^{3}*sh*v^{4}} \tag{1}$$

В этой формуле скорость V и уклон i фактически обозначают параметры потока, которые иногда определяются внешними условиями, формирующими русло реки, а иногда результатами руслового процесса, т. е. в зависимости от поступления наносов из верховья р. Индикатор формы русла (2.7) позволяет проанализировать влияние параметров речного стока на размер русла.

Таким образом, увеличение уклона приводит к увеличению отношения V:N , т. е. водоемы с большим уклоном оказываются более мелководными. По мере увеличения скорости течения русло реки углубляется и сужается.

Анализ показывает, что относительная ширина рек увеличивается по мере увеличения потребления наносов. Большие хрюки — реки, дренирующие гравий и булыжник, особенно широкие и мелкие. В результате смещения по криволинейным участкам русла наибольшая кривизна на них может переместиться под мост.

Поэтому в излучине реки, где будет построен мост, необходимо включить в расчет размывов наибольшую глубину, измеренную в процессе поиска, не только в плотине, расположенной наоси моста, но и в многие другие плотины.

Смещение по излучинам может привести к тому, что русло реки под мостом станет более наклонным, то есть увеличится по сравнению с кривизной, обнаруженной при поиске. Подобные отклонения также приводят к увеличению глубины русла реки.

Такое увеличение глубин можно спрогнозировать (спрогнозировать) по результатам осмотра крутых поворотов в районе мостового перехода.

В проекте не была учтена возможность смещения русла под мост на извилистой реке Суре в районе города Пензы. Поэтому основание опоры моста, сдвинутое ближе к ядру, было недостаточно углублено, и пришлось реконструировать одну из эти х опор, чтобы предотвратить ее подмывание.

Продольное смещение излучины перед мостом на реке Суре приблизило изогнутую часть русла реки к входному стояку моста и еще больше увеличило кривизну излучины под мостом. Смещение вогнутых берегов русел рек может происходить не только на подъемной стороне поднятия, но и на пониженной стороне. Два сближающихся меандра реки Лидсоздают опасность эрозии по обе стороны поднятия ее русла (рисунок 1).

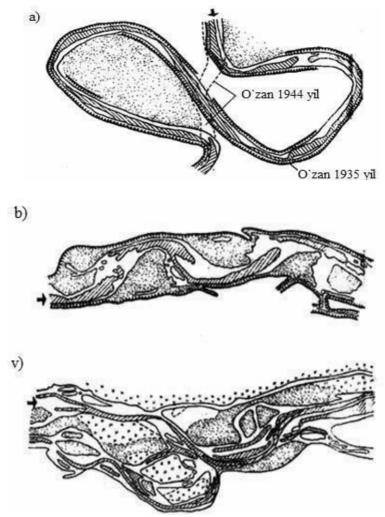


Рисунок 1. Участки различных типов участков русла: а – меандрирование (кривая); б – немеандрирующий; v – кто играет

Извилистые реки движутся медленно: обычно реке требуются десятилетия, чтобы перейти от одного конца устоя моста к другому. Но период смещения русел рек меньше срока службы мостовых переходов. При сужении реки за счет строительства мостового перехода изменениярусла реки передмостом происходят быстрее, чем до строительства переправы.

### Список использованной литературы:

- 1. Проектирование мостовых переходов и дорожной разметки М.И.Воронин, Н.Н. Кантор, В.А.Копыленко и другие –М.: Транспорт, 1990.-287 с. (код библ. 624.2/8, P791).
- 2. Ротенбург И.С., Вольнов В.С., Поляков М.П. Мостовые переходы. М.: Высшая школа, 1977.-328c.
- 3. Ротенбург И.С., Вольнов В.С. Праймер проектирование мостовых переходов. М.: Высшая школа, 1969.- 284с.
- 4. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог Ч.2.- М.: Транспорт, 1979.-407с.
- 5. Технико-экономическая оценка проектирования автомобильных дорог и мостов (эталонный метод) /Е.В. Болдаков, Г.А. Федотов, Б.Ф. Перевозников и др.- М.: Транспорт, 1981.-207 с.
- 6. Андреев О.В. Проектирование мостовых переходов. М.: Транспорт 1980.-215с.

### ҚҰРАМА ТӘСІЛМЕН КЕН ИГЕРУДЕГІ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ЗАНДЫЛЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ

Салқынов А.Т., докторант; Имашев А.Ж., PhD, кафедра меңгерушісі Абылқас Сағынов атындағы ҚарТУ, Қарағанды қ.

**Андатпа**. Мақалада Орталық Қазақстан кенорындарындағы геомеханикалық процестер заңдылықтарын математикалық модельдеу арқылы зерттеудің нәтижелері келтірілген. Зерттеу нәтижесінде карьер беткейлері мен жерасты қазбаларының орнықтылық қоры коэффициенті негізінде кен орындарындағы жылжудың орташа ықтималдығы анықталған.

**Түйінді сөздер:** геомеханикалық процесстер, тау жыныстар массиві, математикалық модель, жылжу, орнықтылығы, горизонталь жылжуы.

Отандық және шетелдік практи када пайдалы қазынды құрама, яғни бір кен орнында ашық және жерасты кен қазу жұмыстарын жүргізу қарастырылған. Бұл тәсіл кен орындарын қарқынды игерудің дамып келе жатқан бірден-бір бағыты. Мұнда минералдық шикізат қорын толық қазып алудың және техникалық-экономикалық көрсеткіштерін жақсарту қамтамасыз етіледі [1].

Кен орындарын құрама (біріктірілген) тәсілмен игеретін тау-кен кәсіпорындарын жобалағанда, салуда және пайдалануда тау-кен жұмыстарын жүргізуге қауіп төндіретін келесідей негізгі факторларды ескерген жөн:

- кен орнын пайдалануда массивтегі тау жыныстары механикалық қасиеттерінің өзгеруін;
- жерасты қазба жұмыстарының әсерінен карьер түбінде жылжу зоналарының, жарықшақтардың, шұңқырлардың пайда болуына әкеліп соғатын, тау жыныстарының жылжуы және деформациялануы;
- массивтегі тау жыныстарының тау-кен қысымына бейімділігі;
- карьердегі және жерасты кенішіндегі жаппай аттырулардың әсері (тау жыныстары массивінде кернеулі күй туындататын сейсмикалық әсер және т.б.);
- ашық жәнежерасты тау-кен жұмыстарының арасындағы аэродинамикалық байланыс;
- кен қазу кезінде өрт шығуы, өздігінен жануға бейімділік;
- карьер мен жерасты кен қазбаларын кенеттен су басып кетуі.

Пайдалы қазындыны құрама тәсілмен игеру жер қойнауында күрделі геомеханикалық процесті туындатады. Ол процесті сипаттайтын басты ерекшелік - кен қазу жұмыстары (ашық және жер астында) бір мезгілде немесе бірінен кейін бірі жүргізілгенде, тау жыныстары массивіне бірнеше рет жүктеменің түсуі. Осындай геомеханикалық үдерістердің кері әсерлерінен шетелдерде және Қазақстан Республи касының көптеген жер қойнауын пайдаланушы нысандары, өндіріс аймақтары мен жер бетінің учаскелері зиян шегуде.

Құрама тәсілмен кен қазу Қазақстанда да кеңінен таралған. Елбасымыздың «Халықаралық стандарттарға сәйкес жер қойнау мен қоршаған ортаны қорғауды қамтамасыз ету» деген сөзі Қазақстан Республи касының өндірістік қауіпсіздік пен экологиялық саясатты дамытудың негізі болып қалыптасты. Осыған орай, Қазақстанның құрама тәсілмен игерілетін Ақжал, Майқайын, Жезқазған; Жыландфы кен орындары тобы кеніштерінде өндірістік қауіпсіздікті қамтамасыз ету мақсатымен Абылқас Сағынов атындағы ҚарТУ ғалымдарымен бірігіп бірнеше жыл бойы маркшейдерлік бақылаулар жүргізіп келеді[2,3].

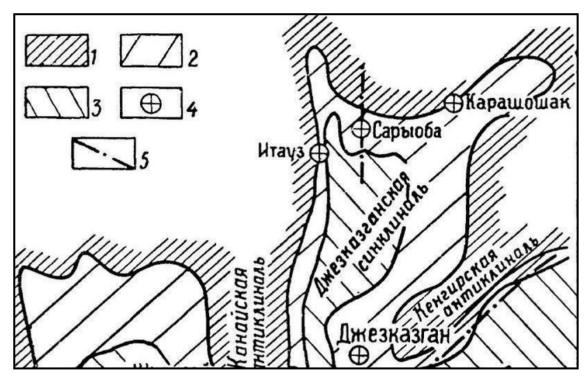
Осындай зерттеулердің қатарына Ақжал, Шығыс Сарыоба кенорындарында жүргізіліп жатқан жұмыстар жатады және мұнда келесідей маңызды геомеханикалық мәселелерді шешу қарастырылуда:

-рудалық кенорындарын құрама тәсілмен игерудің дағдылы технологиялық сұлбаларын жинақтау, таужыныстары массивінің жай-күйін басқару саласындағы өндірістік тәжрибе мен

ғылыми зерттеулерді талдау жәнежүйелеу;

- -геомеханикалық процестердің өзара байланыс заңдылықтарын математикалық моделдеу;
- -геомеханикалық процестердің параметрлерін аспаптық бақылау;
- -геомеханикалық процестер жайлы мәліметтер қорын жасау;
- -эксперименттік зерттеулер нәтижелері бойынша кеніштің геомеханикалық жағдайын моделдеу;
- -құрама тәсілмен кен қазу технологиясының, белгіленген тәртіп бойынша нормалық құжатын жасау және оны бекіту.

Төмендегі 1-суретте Жезқазған мыс кен ауданында орналасқан кенорындарның құрылымдық схемесы келтірілген.

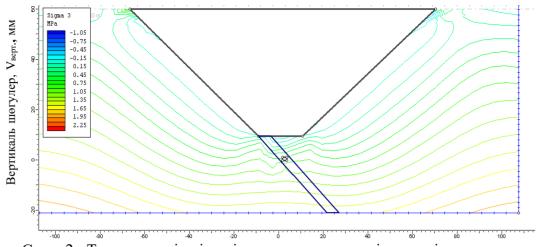


Сурет 1. Джезказған мысрудалы аудан кен орындарының құрылымы: 1 — төменгі таскөмір шөгін.ділері; 2— жезқазған свитасы; 3 — перм шөгінділері; 4 — мысрудалы кенорындары; 5 — геологиялық жарылымдар.

Орталық Қазақстандағы осы кенорындарының көбі құрама тәсілмен игерілед, игеру кезіндегі басты көң іл аударатынымыз геомеханикалық процесттер және оларды математикалық моделдеу. Математикалық моделдеудің мақсаты ашық және жерасты қазбаларының бір-біріне әсер ететін аймақтарындағы тау жыныстары массивінің ығысулары, деформациялары және кернеулерінің таралу заңдылықтарын анықтау.

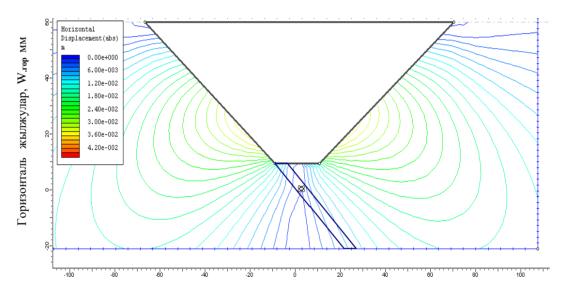
Математикалық моделдеу үшін Канаданың RocScience компаниясының Examine2D бағдарламасы қолданылды. Моделдеуге қажет бастапқы мәліметтер Ақжал және Жоғарғы Андасай карьерлері мен жерасты кеніштерінің келесідей параметрлері алынды: кеннің құлама бұрышы –  $85-88^{\circ}$ , қалыңдығы 0,5 метрге жетпейтін өте жұқа бірнеше желілер, руда мен тау жыныстарының бекемдігі 1-категориялы (f=18-20), сығылудағы беріктік шегі-60-105МПа, тығыздығы -2,7 т/м $^3$ .

Осы көрсеткіштерді пайдалана отырып, карьер траншеяларын жүргізген кездегі вертикаль және горизонталь шөгулердің изосызықтары анықталды (2-сурет). Суреттен траншея төңірегіндегі тау жыныстары массивінің (трашея ернеуінен 0,6 Н аралықта, мұнда Н – траншея тереңдігі) жоғары көтерілетіндігін байқауға болады.



Сурет 2а. Траншея төңірегіндегі вертикаль шөгулердің өзгеріс изосызықтары

Ашық және жерасты тау-кен жұмыстары бір мезгілде жүріп жатқан кезде, карьердің горизонталь ығысуларға ең үлкен әсерін тигізетіндігін келесі 2-суреттен және горизонталь жылжулардың орналасуы мен максималь шоғырлануы траншея осіне симматриалы болып келетіндігін көруге болады.

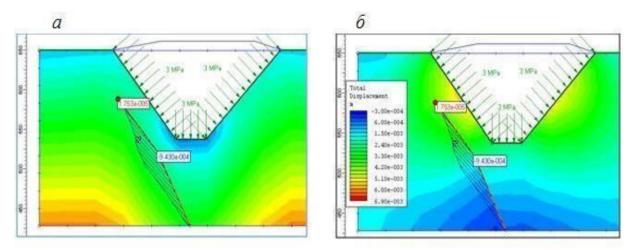


Сурет 2б. Траншея төң ірегіндегі горизонталь жылжулардың өзгеріс изосызықтары

Жерасты қазбаларына оған жақын жерден өтетін тектоникалық жарылымдар, карьер ішінде орналаласқан үй інділердің және т.б. әсерлері де зерттелінуде (3-сурет). Ақжал кен орнында 10 және 18 профильдер аралығындағы тасымалдық штректің солтүстік жағында тектоникалық жарылым өтеді, осы жарылымның жерасты қазбасына тигізетін әсері есептеліп, моделденген (3,*a*-сурет).

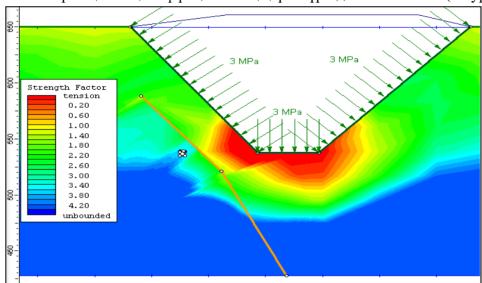
Ұзындығы 1000 м, ені 250 м осы карьердің ішінде көлемі 21,0 млн. тонналық тау жыныстарының үйіндісі орналастырылған. Үйінді мен тасымалдық штрек арасында қалыңдығы 10 м сақтандыру кентірегі қалтырылған. Күрделі тау-кен қазбаларының қимасы 15 м² тең және олар рабица сеткалы анкерлермен бекітпеленген. Есептеулер жүргізу қабылданған параметрлер: Пуассон коэффициенті 0,2 , Юнг модулі 90,1 -94,7, үйіндідегі тау жыныстарының тығыздығы 2,7 т/м³ . Қолданыстағы есептеу бағдарламасы карьеріші үіндісінің салмағын есепке ала алмайтындықтан, үйіндіден түсетін қысымды қосысша есептеп 3 МПа тең деп алынды (3,6-сурет).

3,*а*-суретінен геологиялық жарылымның онша көп әсер етпейтіндігін, ал 3,б-суретен ықтимал жылжулардың аймақтарын байқауға болады.



Сурет 3. *а*- тектоникалық жарылым әсері; б- қысымнан туындайтын ықтимал жылжу аймақтары

Жалпы зерттелініп отырған кен орны аймағындағы жылжудың орташа ықтималдығы анықталды және ол орнықтылық коэффициентінің қоры түрінде бейнеленген (4-сурет).



Сурет 4. Орнықтылық коэффициентінің қоры

Түргізілген осы зерттеулердің нәтижесінде Қазақстанның бірқатар кенорындарында өз шешімін тапқан геомеханиканың бірегей мәселелері жайлы нормалық құжаттар жасалынып, өндіріске енгізілді. [4-8].

Қорыта келе, құрама ашық-жерасты кен игеру тәсілі массивтегі кернеулердің, карьер түбіне көбірек шоғырланып, ал тау жыныстарының қазылып алынған бос қуыстарға қарай ығысуын туындатады. Карьер беткейлерінің деформациялары жерасты қазбалары төңірегіндегі керенулерді өзгертіп, кен қазу жұмыстарын қиындата түседі. Осы мәселеге байланысты жүргізілген зерттеу жұмыстары мен жария болған ғылыми еңбектердің көптігіне қарамастан, әр кен орнының өзіндік ерекшеліктеріне байланысты геомеханикалық процестердің жер қойнауында түзілуі де әрқилы болып келеді және оларды зерттеу- тау-кен кәсіпорындарының күн тәртібінен түспейтін өзекті мәселелерінің бірі.

### Пайдаланған әдебиеттертізімі:

- 1. Экологическая и промышленная безопасность освоения недр. Коллективная монография. Алматы: КазНИТУ, 2017.- 480 с.
- 2. Нурпеисова М.Б. Геомеханика рудных месторождений Казахстана. Монография.-Алматы: Каз.НТУ, 2012.-324 с.

- 3. Нурпеисова М.Б., Кыргизбаева Г.М. Геомеханический мониторинг техногенных систем. Монография.- Deutschland: LAP LAMBERT, 2017.-112 с.
- 4. Nurpeissova M., Salkynov A., Soltabayeva S., Miletenko, N. ., Patterns research of geomechanical development processes in combined development method// Eurasian mining, 2024, no.1, pp. 31–36
- 5. Бектибаев У., Жалгасулы Н., Салқынов А. Гранулометрический состав руды -осн овной фактор выходаметалла.//Горный журнал Казахстана, N 2024. C. 11-17..
- 6. Salkynov A.,Rymkulova A., Suimbayeva A., Zeitinova S. Research into deformation processes in the rock mass surrounding the stoping face when mining sloping ore deposits // Mining of Mineral Deposits. ISSN 2415-3443 | ISSN 2415-3435 http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/),
- 7. B. H. G. Brady Rock Mechanics: For Underground Mining, Springer Science& Business Media, 2012, P. 528
- 8. Ping Wang, Huiqiang Lia, Yan Lib, Bo Cheng Stability analysis of backfilling ir subsiding area and optimization of the stoping sequence. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, Volume 5, Issue 6, December 2013, P. 478-485.

ӘОЖ 622.528

### ЖЕР ҚОЙНАУЫН ИГЕРУ КЕЗІНДЕ ТАУ ЖОТАСЫНЫҢ ФИЗИКА-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

**Санатова А.Ж.-** магистрант Satbayev University, Алматы қаласы

**Аңдатпа.** Тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі көбінесе тау жыныстары массивінің кернеулі күй ін, олардың физикалық-механикалық қасиеттері мен құрылымдық ерекшеліктерін зерттеуге байланысты, көбінесе технологиялық шешімдерді негіздеу кезінде геомеханикалық процестердің параметрлерін есепке алудың уақтылығы мен дәлдігімен анықталады. Тәжірибе көрсеткендей, кен орындарын игерудің ең ұтымды жүйесін негіздеу кен орнының геологиялық, құрылымдық, инженерлік-геологиялық жағдайларын жан-жақты және егжей-тегжейлі зерттегеннен кей ін, сондай-ақ тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін анықтағаннан кейін мүмкін болады.

**Кілт сөздер:** физикалық-механикалық қасиеттері; тау жыныстары; тығыздық; беріктік.

Пайдалы қазбалар кен орындарын тиімді игеру тек пайдалы қазбалардың қорлары туралы ғана емес, сонымен қатар игерудің тау- кен, геологиялық және тау-кен шарттары туралы сенімді ақпарат негізінде мүмкін болады. Кен орнын ашу және игеру тәртібі мен технологиясын негіздеу, игеру жүйесінің параметрлерін анықтау кезінде шөгінді жыныстар мен кендердің физикомеханикалық қасиеттері туралы мәліметтер маңызды мәнге ие, олардың қатарына: тау жыныстарының тығыздығы, беріктігі және серпімді қасиеттері және басқа да бірқатар параметрлер жатады [1].

Тау-кен өнеркәсібінің барлық салаларында — пайдалы қазбалар кен орындарын барлаудан бастап оларды байытуға дейін технологиялық процестерді есептеу және көліктік-қазба кешенінің жобалық параметрлерін жобалау үшін тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттерін зерттеудің маңызы зор.

Шығыс Сарыба кен орны Қарағанды облысының Ұлытау ауданындағы бірегей Жезқазған кен орнынан солтүстікке қарай 35 км жерде орналасқан. Бұл кен орындарының ауданы жақсы дамыған инфрақұрылыммен сипатталады (1-сурет). Сипатталған кен орны Сарыоба кен алқабында орналасқан. Үлкен Сарыоба кен орны екі бөлікке бөлінген. Оның батыс жартысында Батыс Сарыоба кен орны, шығысында Шығыс Сарыоба кен орны

орналасқан. Іс жүзінде олар аталған тектоникалық бұзылыстармен бөлінген бір ғана кен орнын білдіреді [2].



Сурет 1. Шығыс және Батыс Сарыоба кен орындарының ауданына шолу картасы

Беріктік қасиеттері бойынша Шығыс Сарыоба кен орнының кені айтарлықтай тұрақты және келесі беріктігімен сипатталады (проф. М.М. Протодьяконов шкаласы бойынша):

тотыққан кендер -7-9;

аралас кендер -7-10;

сульфидті кендер – 12-18.

 $100 \, \mathrm{kr/cm} \, 2 \,$  қысымда қираған тау жынысының беріктігі  $f = 1 \,$  деп алынады.

Шамамен беріктік коэффициенті кг/см2 бір осьтік сығымдау кезіндегі тау жыныстарының шекті беріктігінің 0,01- іне тең. Кейбіреулер үшін, әсіресе берік жыныстар үшін бұл коэффициент 25 немесе одан да көп болуы мүмкін[]

SI жүйесіндегі М.М.Протодьяконов бойынша тау жыныстарының беріктік коэффициенті мына формуламен есептеледі:

 $fcr = 0.1\sigma$  сж, мұндағы  $\sigma$  сж – бір осьтік қысу күші [МПа].

Кен орнының кендерінің көлемдік салмағы 2,6т/м3. Кендерде күкірт пен кремнеземнің мөлшері сәйкесінше 2% және 60-65% төмен, сондықтан кендер өздігінен жанбайды, бірақ силикозға қауіпті.

Кендікен орнының негізгіжыныстары сұр және қызыл құмтастармен, алевролиттермен және балшықтармен ұсынылған. Кенді аймақтың платформасы Раймундовский конгломераттарынан тұрады.

Тұқымдары өте төзімді. Тау жыныстарының қаттылығы сипатталады (проф. М.М. Протодьяконовтың шкаласы бойынша):

сұр тақыр құмтастар -12-18;

қызыл құмтастар -12-18;

алевролит және балшық тастар -9-11;

Раймундовский конгломераттары – 14-18.

Тау жыныстарының көлемдік салмағы 2,6 – 2,65т/м3. Литологиялық айырмашылықтарға байланысты тау жыныстарының физикалық-механикалық сипаттамалары айтарлықтай кең шектерде өзгереді.

Кесте 1 - Шығыс Сарыоба кен орнының кендері мен тау жыныстарын физикамеханикалық сынау нәтижелері

Ұңғыма-	Топырақ атауы	Уақытша ке	едергі, кг/см <sup>2</sup>	Сығылудың	Коэф.	Ішкі
ның		қысу	созылу	беріктік	сцеп-	үйкеліс
номері				коэффиценті	ления,	бұрышы
					$\kappa\Gamma/cm^2$	
594	Сұр құмтастар	1287-1655	113-139	12,9-16,5	616	30°7'
	Қоңыр құмтастар	747-1172	61-97	7,5-11,7	442	
	Алевролиттер	434-1280	44-75	4,3-12,8	159	17°26'
595	Сұр құмтастар	1327-1460	59-97	13,3-14,6	297	28°13'
	Қоңыр құмтастар	776-1135	52-78	7,8-11,3	261	13°40'
	Алевролиттер	331-1125	67-89	3,3-11,3	373	18°5'
2701	Сұр құмтастар	1061-1964	104-186	10,6-19,6	400	16°31'
	Қоңыр құмтастар	790-961	62-84	7,9-9,6	262	28°56'
	Алевролиттер	689-750	68-73	6,9-7,5	185	28°26'
2706	Сұр құмтастар	1304-1898	145-134	13,0-18,9	171	39°22'
	Қоңыр құмтастар	1026-1110	111-170	10,3-11,1	331	30°6'
	Алевролиттер	536-1032	48-67	5,4-10,3	111	26°36'
	Конгломераты	933	81	9,3	314	34°28'
1103	Сұр құмтастар	907-1498	156-120	9,1-15,0	842	32°00'
	Қоңыр құмтастар	685-999	72-157	6,9-10,0	217	37°52'
	Алевролиттер	607-858	68-94	6,1-8,9	142	37°44'
1107	Сұр құмтастар	1254-1813	112-121	12,5-18,1	716	22°54'
	Қоңыр құмтастар	1017-1228	161-129	10,2-12,3	212	38°24'
	Алевролиты	846-1152	91-92	8,5-11,5	408	27°18'

Тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін сынау нәтижелері олардың айтарлықтай беріктігін көрсетті. Сондай-ақ терендеген сайын тау жыныстарының беріктігі аздап арта түсетіні атап өтілді. Секцияның жоғарғы бөлігіндегі тау жыныстары литологиялық құрамына қарамастан ең төменгі беріктікке ие, бұл жер бетіне жақын аймақта үгілудің дамуымен байланысты. Бұл аймақтың қалыңдығы 70-90 м, тереңірек жарықтар негізінен тектоникалық аймақтарға жақын жерде дамыған. Тереңдеген сайын жарықтар жоғалып кететіні атап өтіледі. Ұсақ түй іршікті қызыл түсті жыныстар үгілу процестеріне ең сезімтал, олар көбінесе жер бетіне жақын аймақта аналық жыныстардың құрылымын сақтаған, борпылдақ ұсақ- кластикалық массаны білдіреді. Сұр құмтастар және кремнийлі әктастардың аралық қабаттары атмосфералық әсерге әлдеқайда аз ұшырайды.

Тәжірибе көрсеткендей, ең ұтымды негіздеме кен орындарын игеру жүйелері кен орнының геологиялық, құрылымдық, инженерлік-геологиялық жағдайларын жан-жақты және егжей-тегжейлі зерттеп, сонымен қатар тау жыныстарының физикалық-механикалық қасиеттерін анықтағаннан кейін ғана мүмкін болады.

### Пайдаланылған әдебиеттертізімі:

- 1. Рассказов И. Ю., Крюков В. Г., Потапчук М. И., Сидляр А. В. Геомеханические исследования структурных особенностей массива горных пород при проектировании карьера месторождения Дяппе // Маркшейдерия и недропользование. 2018. № 5(97). С.52–58.
- 2. «Горный отвод Жиландинской группы месторождений», заказ П 17-01/19, фонды ГПИ, Жезказган-2018г.
- 3. Нурпеисова М.Б., Бек А.Ш., Касымханова Х.М. Методические указания по наблюдению за деформациями бортов карьеров, анализ их результатов и оценка устойчивости. Алматы: КазНТУ, 2003.

# ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МАРКШЕЙДЕРСКИХ СЪЕМОК ПРИ ОСВОЕНИИ ХРОМИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Сердалина Г.С.,** магистрант кафедры МДиГ **Нурпеисова М.Б.,** д.т.н., профессор **Нукарбекова Ж.М.,** старший преподаватель *НАО КазНИТУ им.К.И.Сампаева, г.Алматы* 

**Аннотация.** В статье рассмотрены методы применения современных приборов, в том числе лазерных сканеров при ведении наземных и подземных маркшейдерских работ. Приведены результаты определения объема товарной руды лазерным сканером. Полученные результаты буду использованы в диссертационных работах магистрантов и докторантов, а также в учебном процессе Satbayev University.

**Ключевые слова:** месторождения, склады, лазерный сканер, трехмерная модель, полезные ископаемые, маркшейдерские замеры, съемка.

Введение. В данной работе рассматрено месторождение хромовых руд Донского ГОКа расположенного в Хромтауском районе Актюбинской области. В данное время Донской ГОК имеет карьер, две шахты (шахта «10-летия независимости Казахстана» («ДНК»), шахта «Молодежная»), две установки для производства окатышей (№ 1 (УПО-1), № 2 (УПО-2)), две установки для переработки тонкодисперсных хвостов (№ 1), две обогатительные фабрики (№ 1 (ДОФ-1), № 2(ФООР)).

В Донском ГОКе с открытия месторождения до сегодняшнего дня решаются различные технологические вопросы, важнейшей задачей стоит маркшейдерское обеспечение ведения горных работ.

Основное содержание. В последние годы в маркшейдерско-геодезической практике работы шагнули далеко вперёд. В связи с этим перед инженерно-техническим персоналом встала задача, связанная с внедрением в производство высокотехнологичных методов ведения маркшейдерских работ. Создание и внедрение в практику маркшейдерских работ современных приборов (электронных тахеометров с безотражательным режимом, цифровых, лазерных и GPS приборов) явилось значимым этапом развития инновационных технологий в маркшейдерии.

С появлением электронных тахеометров с безотражательным режимом, которые работают без специальных призм, и их массовое использование в практике, позволило не только производить тахеометрическую съёмку быстро, но и в неприступных местах, объектов со сложной геометрией, для съемки которых приходилось использовать шесты и лестницы, но и полностью отказаться от рабочего с вешкой. Для определения координат пикетной точки хватит навестиеь на неё и нажать клавишу измерения, лазерный луч отражается от любой достаточно ровной поверхности, находящейся на расстоянии до 500 метров от точки установки прибора.

Для разных задач маркшейдерский отдел шахты 10-лет НК имеет в наличии тахеометры компаний Leica TS-07, GPS преемники Trimble R-10, а также электронные и оптические теодолиты. В качестве ГГИС применяется ПО Micromine. Рудные склады в карьере, а также на поверхности измеряют GPS приемниками, а для съемки крытого склада, где есть помехи сигнала используют тахеометр с безотражательным режимом [1-3].

Привязка происходит по опорным точкам. После измерения, данные импортируются в ПО Micromine в виде измеренных точек.

При добыче полезных ископаемых производятся контроль горных работ с утвержденным проектом. Способом такого контроля является производство ежемесячных

замеров горных работ с последующим подсчётом объёмов добычи, для чего проводится съёмка складов полезного ископаемого и отвалов породы различными (тахеометрический, фототеодолитный, лазерный) способами (рисунок 1).



Рисунок 1. Маркшейдерские приборы для съемки складов и отвалов на рудниках Донского ГОКа

Лазерное сканирование является сегодня новейшей технологией, <del>и,</del> несмотря на относительно небольшой срок своего существования. Этот метод съемки позволяет создавать цифровую модель окружающих объектов, которая представлена в виде «3D облака точек» с координатами. Основной особенностью лазерного сканирования является высокая скорость измерений. Скорость съемки сканирования может достигать от 40 000 до 2 000 000 точек в секунду. Сканирование может производиться совместно с фотографированием, что позволяет более быстро и детально построить модель. Сканирование объектов ситуации выполняется со всех сторон для получения аналога цифровой модели. Путем 3D сканирования можно получить облако точек с координатами высокой точностью, по скану строится каркасная модель данного объекта, по которым можно быстро и оперативно рассчитать объемы и площади [4].

Мгновенная трёхмерная визуализация, высокая точность и степень детализации, высокая производительность труда, комфортные условия полевых работ, получение результата при любых условиях освещения, обеспечение безопасности при съёмке труднодоступных и опасных объектов - вот главные из многочисленных преимуществ метода перед тахеометрическою съемкой и другими наземными видами съёмки. На сегодня имеются несколько видов лазерных сканеров (рис1).

3D лазерный сканер (рис.1,г) -Лидар Emesent Hovermap ST-X разработан для высокопроизводительного 3D-картирования местности, городских строений и строительных объектов. Обладая дальностью обнаружения до 300 м и производительностью более миллиона измерений в секунду, данная модель, по сравнению с устройствами других производителе й, способна проводить работы на значительно больших площадях и за меньшее время. При этом точность позиционирования точек может достигать 10-15 мм, а облако точек будет иметь повышенную плотность даже на максимальном удалении от объектов.

Благодаря вращению сканирующей головке под углом к горизонтали, лидар Emesent Hovermap ST-X обладает круговой диаграммой направленности лазерного излучения и также хорошо подходит для оцифровки замкнутых объемов пещер/шахт и производственных помещений. В таких условиях точность сканирования будет еще выше, позволяя создавать 3D-модели с погрешностью не более 5-10 мм подходящих например для точной оценки проведенного объема работ при прокладке туннелей или выработке породы в рудниках [5].

Поддержка Al-технологии SLAM Mapping в режиме RealTime и взаимодействия с автопилотом дрона DJI Matrice 210 (300)/Асесоге Zoe также делает возможным использование лидара при FPV-полете для предотвращения столкновений, а при автономной миссии — как датчика позиционирования, заменяющего GPS. Кроме того, устройство может работать совершенно автономно от летающей платформы и его можно установить нарюкзак или любое

транспортное средство, чтобы создать 3D-маршрут или отсканировать объекты, когда не требуется большая высота перемещения.

Данный сканер применяется геомеханиками шахты «10-летия НК» для съемки подземных выработок. На рисунке 2 представлен результат сканирования РС-0, на гор+40м. После обработки данных, были выявлены отклонения по РС-0, т.е. устья РС-0 до участка дефекта с ориентировочной длиной 6,97м смещения обсадного кольца. Образование пустоты на левой и правой стороне рудоспуска с размером высоты — 5,71м; ширина-1,52м. Данный сканер нами применен для съемки рудоспусков для выявления отклонения проходки и их обсадки, для получения полной информации о пространственном объекте и выявление пустот.

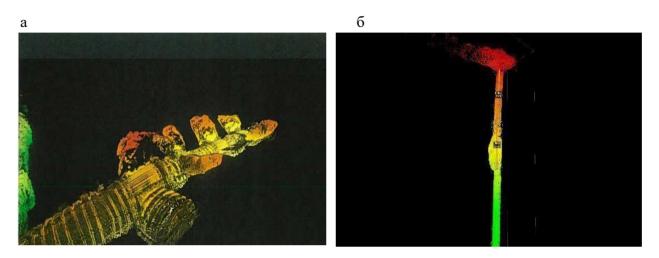


Рисунок 2. 3D модели отсканированного объекта

*Метод лазерного сканирования*. В настоящее время практически во всех отраслях применяются новые технологии для выполнения топографо-геодезических работ. При постоянном стремлении к повышению производительности и сокращению штата маркшейдерского отдела, требования к скорости и качеств у, а также безопасному ведению измерительных работ возрастает [6, 7].

Одним из реальных примеров внедрения лазерного сканирования является опыт работы сканером CMS MINEi (Канада) при съемке подземных выработок. Система MINEi (рисунок 26) - это надежная, быстрая, беспроводная система, позволяющая проанализировать пустоты по вертикали или под уклоном. Система обеспечивает безопасность горняков и увеличение производительности горных работ.

Наземное лазерное сканирование - на сегодняшний день самый оперативный и производительный способ получения точной и наиболее полной информации о пространственном объекте. Для съёмки пустот на руднике «Молодежный» используется портативный лазерный 3Dсканер с 6DOF производства *Leica G*eosistems. Leica BLK2Go – это портативный беспроводной 3D-сканер с компактными габаритами, предназначенный для сканирования окружающего пространства в режиме реального времени с шестью степенями свободы [8].

Сканирование проводилось на руднике Молодежный. Измерение проводится с очень высокой скоростью, 1000 измерений в секунду и более, в зависимости от моделей. При проведении съемки специалист может перемещаться по объекту без остановок, для качественного результата не требуется стационарная установка или перерывы. Скорость работы Leica BLK2GO - 420000 точек в секунду [9].

Результаты съемки обработаны в Micromine, выводим скан в разрез и получаем четкое сканирование горных выработок (рисунок 3). На рисунке хорошо видны уклоны/ подъемы, целики, почва, т.е. маркшейдер может четко наблюдать за состоянием горных выработок.

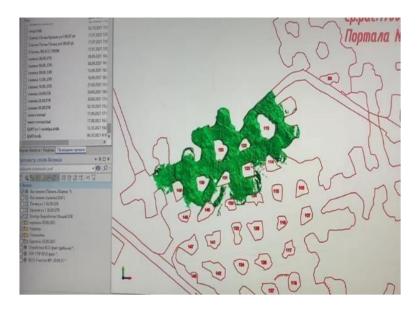


Рисунок 3. Результаты сканирования рудника «Молодежный»

**Выводы:** Объем товарной руды с высокой точностью определен методом лазерного сканирования. Технология лазерного сканирования позволяет получать трёхмерную модель объекта. Мгновенная трёхмерная визуализация, высокая точность и степень детализации, высокая производительность труда, получение результата при любых условиях освещения, обеспечение безопасности при съёмке труднодоступных объектов вот главные из многочисленных преимуществ метода перед тахеометрическою съемкой и другими наземными видами съёмки.

### Список использованной литературы:

- 1. *Середович В.А.* «Наземное лазерное сканирование: Монография» Новосибирск: СГГА, 2009. 261 с.
- 2. *Гусев В.Н., Науменко А.И. и др.* Основы наземной лазерно-сканирующей съемки. Санкт-Петербург: 2008г. 80 с.
- 3. *Нурпеисова М.Б.*. *Рысбеков К.Б.* «Основы лазерного сканирования» (учебник) Алматы: КазНИТУ, 2021г. -248.
- 4.*Нурпеисова М.Б.*, *Солтабаева С.Т.*, *Кожаев Ж.Т.* «Инновационные методы съемки подземных полостей»//Горный журнал Казахстана, №8. с.25-30.
- 5. *Нурпеисова М.Б., Киргизбаева Д.М.* «Лазерная съемка трещиноватости горных пород и создание 3D моделей» / / Сб. Научн. Статей МНПК «Проблемы и пути инновационного развития ГМК», -Ташкент, 2014г. С. -55-60.
- 6. *Низаметдинов Н.Ф.* «Наземное лазерное сканирование» Астана: Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 2012, №2. с. 156-160.
- 7. Гусев В.Н. «Методические подходы к съёмке карьеров лазерно- сканирующими системами» // Маркшейдерский вестник. -2009. -№4. c. 19-24.
- 8. Сердалина Г.С., Бородина И.М., Калабаев Ф.А. Инновационные методы маркшейдерских съемок при освоении хромитовых месторождений//Маркшейдерия и недропользование, №2, 2024
- 9. *Нурпеисова М.Б.* «Опыт использования лазерно-цифровой технологии при маркшейдерском обеспечении горной промышленности» //Труды Междун. Форума маркшейдеров:
- «Инновационные технологии в геодезии, маркшейдерии и геотехнике». Караганда: Кар $\Gamma$ ТУ, 14-15.09.2017 г. с. 25-30.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИЙ ПОДЗЕМНОГО МЕТРОПОЛИТЕНА НА ГОРОДСКУЮ СРЕДУ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ

### Солтабаева С.Т., Ахмет Н.Б.

Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан

**Аннотация.** В этой статье исследуется многогранное влияние вибраций подземного метро на городскую среду и социальные аспекты. Через междисциплинарную призму в ней рассматривается влияние строительства метро на физический ландшафт, динамику сообщества и социально-экономические факторы. Обобщая существ ующие исследования и тематические разборы, статья призвана дать представление о проблемах и возможностях, связанных с проектами развития метрополитена в городских условиях.

**Ключевые слова:** метро, мониторинг, инновационные методы, геодезические приборы, вибрация, шумомер.

Введение. Строительство подземных метро стало повсеместной чертой современного городского развития, предлагая эффективные транспортные решения для густонаселенных городов по всему миру. Однако под поверхностью прогресса скрывается сложная сеть взаимодействий между развитием инфраструктуры, экологической устойчивостью и социальной динамикой. Понимание сложной взаимосвязи между строительством метрополитена и его воздействием на городскую среду и социальную структуру имеет важное значение для принятия обоснованных решений и устойчивого городского планирования.

Расширение городских транспортных систем, таких как Алматинский метрополитен, ставит беспрецедентные задачи по обеспечению гармонии между развитием инфраструктуры и благополучием окружающей застроенной среды. Воздействие вибрации, возникающее при строительстве и эксплуатации подземных транспортных сетей, может иметь далеко идущие последствия как для проектируемых строительных площадок, так и для существ ующих зданий и сооружений. Эта статья посвящена критическому анализу и прогнозированию этих вибрационных воздействий, стремясь обеспечить полное понимание потенциальных рисков и возможностей, связанных с расширением метрополитена.

Алматинский метрополитен, как жизненно важный компонент транспортной сети города, претерпевает значительное расширение для удовлетворения растущих потребностей населения. По мере расширения становится необходимым оценить воздействие вибрации на близлежащие строительные площадки и существующие сооружения. Это исследование направлено на использование передовых методов мониторинга вибрации и прогностического моделирования для прогнозирования и решения потенциальных проблем, возникающих в результате динамического взаимодействия между работой метрополитена и застроенной средой.

Понимание потенциального воздействия вибрации имеет решающее значение как для будущих проектов застройки, так и для сохранения существ ующих сооружений. Строительные работы и непрерывная эксплуатация систем метрополитена могут вызывать колебания грунта, влияющие на структурную целостность зданий, функциональность чувствительного оборудования и даже на общий комфорт и благополучие жителей. В статье будут показаны исследования зданий жилого комплекса расположено вблизи тоннелей метрополитена. Прохождение поездов метро может оказывать шумовое и вибрационное воздействия на людей, находящихся в зданиях.

Измерения вибраций, создаваемых прохождением поездов метрополитена на территории здания, были проведены 28 февраля 2024 года. Измерения проведены на поверхности грунта на территории здания и в подвале этого здания, под которым проходят

тоннели метрополитена. Схема расположения точек приведена нарисунке 1. Направление Z – вертикальные поверхности грунта, Х и У – горизонтальные поверхности грунта.

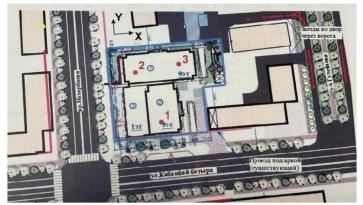


Рисунок 1. Схема расположения точек измерения вибрации

В таблице 1 приведены длительность измерений в каждой точке, описание места установки, количество зафиксированных событий прохождения поездов метрополитена.

Таблица 1 – Время и длительность измерения вибраций						
Точка	Время	Место установки				
HOMO CHILL	HDMODOHHIG					

Точка	Время	Место установки	Количество
измерения	измерения		прохождений
			поездов
1	28 февраля 10:32-11:05	Грунт над слоем песчано- гравийной смеси	4
2	28 февраля 13:23-13:58	Грунт	3
3	28 февраля 16:15-16:42	Грунт	4

После измерения вибраций шумомера-виброметром, я представляем измеренные максимальные значения параметров вибрации для каждой точки измерения (таблица 2). Точки 1 и 2 расположены непосредственно над тоннелем метрополитена. При этом в месте расположения точки 1 на поверхности грунта уложен слой песчано-гравийной смеси, что обуславливает меньшие значения уровней виброускорения по сравнению с точкой 2. В точке 3, удаленной от тоннелей метрополитена, уровни виброускорениянижепо сравнению с точкой 2.

Таблица 2 – Результаты измерения

Точка	Направление	Уровен	Уровень виброускорения, дБ, в октавных полосах частот и						
измерения		уровен	уровень корректированного виброускорения, дБ						
		2	2 4 8 16 31,5 63 Kopp						
1	X	57,5	55,8	55,3	62,7	69,6	78,0	63,1	
	Y	62,1	58,4	56,0	55,8	70,5	73,4	60,6	
	Z	58,0	56,5	63,3	63,4	67,2	70,9	60,3	
2	X	55,6	54,7	55,6	56,0	81,8	82,2	71,1	
	Y	55,2	55,1	60,5	57,9	80,0	81,1	69,6	
	Z	55,8	55,3	60,1	60,0	79,2	82,5	68,2	
3	X	55,7	55,2	61,4	65,2	73,8	80,7	66,7	
	Y	55,3	54,7	59,9	63,2	72,6	77,2	64,0	
	Z	55,1	54,7	54,8	55,6	77,1	79,0	67,3	

Допустимые значения уровней виброускорения на октавных полосах частот, а также уровней корректированного виброускорения для жилых помещений в соответствии приведены в таблице 3. Допустимые значения приведены с учетом поправки «-10 дБ» на непостоянную вибрацию. Поскольку движение поездов метрополитена происходит также и в ночное время, поправки для дневного времени не учитываются.

Таблица 3 – Допустимые значения нормируемых параметров вибрации по осям X, Y, Z

Тип помещений	Уровн частот		оускорени	Уровень корректированного			
	2	2 4 8 16 31,5 63					виброускорения, дБ
Жилые помещения	65	65	65	71	77	83	70

Максимальное значение уровня корректированного виброускорения составляет 65,6 дБ, что также не превышает требование. Таким образом, в здании не ожидается повышенный уровень вибрационного воздействия от движенияпоездов метрополитена.

Весь этот комплекс работ был сделан с помощью прибора шумомер-виброметра экофизика-110A. Он представляет собой современное устройство, разработанное для измерения и анализа звуковых и вибрационных параметров в различных средах. Это высокоточное оборудование, спроектированное с использованием передовых технологий в области измерительной техники. Прибор обладает высокой чувствительностью и широким диапазоном измерений, что позволяет ему эффективно работать в различных условиях. Прибор способен регистрировать как низкочастотные, так и высокочастотные звуковые и вибрационные колебания, что делает его универсальным инструментом для многих областей применения.



Рисунок 2. Шумомер-виброметр экофизика-110А

В заключение данного исследования по изучению воздействия вибраций подземного метрополитена на городскую среду и социальные аспекты можно отметить следующее. Исследование подтверждает, что эксплуатация подземных метрополитенов сопряжена с некоторым воздействием на окружающую среду и жизненный комфорт горожан. Вибрации, вызванные движением поездов и функционированием инфраструктуры метро, могут оказывать воздействие на здания, инженерные сети и городскую инфраструктуру. Тем не менее, применение современных технологий и инженерных решений может существенно снизить негативные последствия и обеспечить устойчивость городской среды к

### Список использованной литературы:

- 1.СанПиН 3.01.032.-97. Предельно-допустимые уровни вибрации в жилых помещениях. 2.ГОСТ 31191.1-2004. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Общие требования.
- 3. ГОСТ 31191.2-2004. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Вибрация внутри здания.
- 4. СП 23-105-2004. Оценка вибрации при проектировании, строительства и эксплуатации объектов метрополитена.
- 5. ВСН 211-91. Прогнозирование вибрации грунта от движения метропоездов и расчет виброзащитных строительных устройств.
- 6. https://komsib.ru/catalog/shumomery\_vibrometry\_oktava\_ekofizika\_2287/shumomer\_vibrometr\_ekofizika\_110a\_hf\_kompakt/

ӘОЖ 622.528

### УРАН КЕНОРЫНДАРЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДЕ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ АТҚАРАТЫН РОЛІ

### Төрехан Н.Д., Нурпеисова М.Б.

Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан

**Андатпа:** Мақалада уран кен өндіру процесі кезіндегі маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстар, тірек маркшейдерлік-геодезиялық желіні құру және деформациялық процестерге мониторинг жүргізу саласындағы маркшейдерлік-геодезиялық әдістемелер мен технологиялардың жай-күйі мен жетілдіру жолдарына назар аударылады. Бұл тау-кен объектісін біртұтас жүйеретінде қарастырған кезде маңызды.

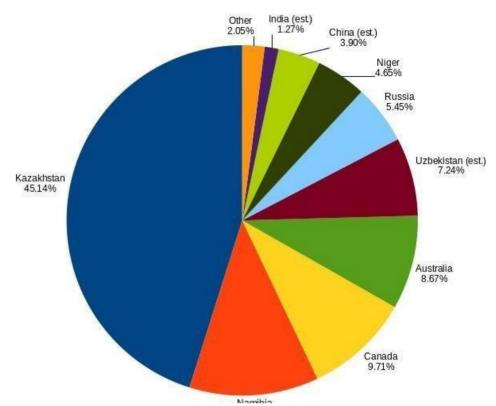
**Түйінді сөздер:** Уран өндіру, геодезиялық қолдау, мониторинг, спутниктік технологиялар, инклонометрия.

**Кіріспе.** Уран-атом энергиясын өндірудің маңызды ресурсы болып табылатын радиоактивті металл. Уран кен орындарын геологиялық сипаттамалары бойынша жіктеуге болады, мысалы, кен орнының түрі және географиялық орналасуы. Бұл кен орындарын игерудің негізгі аспектісі олардың мөлшерін, геологиялық құрылымын және уран құрамын бағалау болып табылады. Қазақстан Республикасы уран кенін өндіру бойынша әлемде алдыңғы қатарлы ел болып табылады (Сурет-1).

**Негізгі бөлім.** Уран өндіру жұмыстарының әдістері бойынша Жер асты шаймалау (49,7%), жер асты өндірісі (30,8%) және ашық карьер (12,9%) уран өндірудің негізгі әдістерінің бірі болып табылады. Біздің елімізде жер асты шаймалау әдісі кеңінен қолданылады. Бұның себебін еліміздегі уран қорының 80%-ға жуық мөлшерінің құмды, сулану дәрежесі жоғары жыныстардан тұратын кен орындарына шоғырлануымен түсіндіруге болады. Бұл әдіс экономикалық жағынан тиімді және қоршаған ортаға берер әсерінің аздығымен тиімді болып табылады. Аталған әдісті қолданушылардың бірі "Байкен-У" кен орны болып келеді [1, 2].

Кен орындарын игеру процесінде жобалық шешімдерді дұрыс іске асыру және тау-кен қазбаларының немесе олардың компоненттерінің жай-күйін дәл мониторингтеу негізгі аспектілер болып табылады. Бұл міндеттердің ти імді орындалуы көбінесе маркшейдерлік-геодезиялық зерттеулерде қолданылатын нормативтік әдістердің қатаң сақталуына байланысты. Маркшейдерлік-геодезиялық қызмет жоғары дәлдікпен анықталған екі өлшемді (X,Y) және үш өлшемді (H) координаталық жүйелерді пайдалануға негізделген. Бұл координаттар жүйесі бүкіл өлшеу процесі үшін негізгі мәні бар анықтамалық нүктелер

#### World Uranium Mining Production (2021)

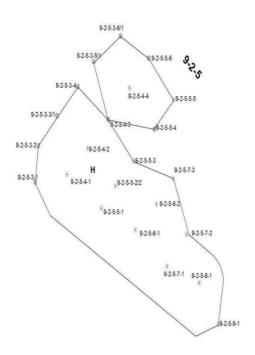


Сурет 1. Елдер бойынша уран өндіру мөлшері

Ұңғыманы жер бетіне көшіру жобалық бұрышты және беттегі ұзындықты анықтауды қамтиды. «Байкен-U» кен орнында ұңғыманы түсіру маркшейдерлер мен геолог мамандар арасындағы жұмыс жоспары келісілгеннен кейін ұңғымаларды планға түсіруден басталады. Бұл үшін геолог мамандар келесі ұңғыманың уран кенінің даму бағытына сәйкес орналасуын анықтайды. Кеннің жылжу аумағы барлау ұңғымалары және жер бетіне түсірілген ұңғымалардың нәтижелері арқылы жүргізіледі. Нәтижелер гамма-каротажды бригадалардың көрсеткіштеріне байланысты. Уран кен орындарын іздеу және барлау кезінде гамма-каротаждың рөлі жыл сайын өсіп келеді және қазіргі уақытта жұмыстың бұл түрі жаппай іздестіру жүйесінде неғұрлым тиімді әдістердің бірі болып табылады. Соған байланысты геолог мамандар ұңғыманың айдау не сору болатынын және кеннің жылжу аймағы мен даму бағытын анықтайды. Осындай жұмыстар жүргізілгеннен кейін маркшейдер жаңа ұңғыманы планға орналастырып, нөмерін беріп және міндетін айқындайды [3].

Осы орайда қазіргі таңда басты қолданысқа ие GPS-қабылдағыштардың атқаратын ролі жоғары. Технологияны қолдану ти імділігі ыңғайлы тасымалдау және жылдам деректер алу болып табылады. Уран кенін жер асты шаймалау әдісімен өндіру кезіндегі айдау және сору ұңғымаларының дәл орнын анықтауды жылдамдату мақсатында бұл технология айтарлықтай тиімді. Ұңғымалардың орналасуын 9-2-5 технологиялық блогін негізге ала отырып қарастырсақ.

Сурет-2 спутниктік деректер негізінде ұңғымалардың орналасуы көрсетілген. Өлшем кезінде дәлдік пландық координата бойынша 4 мм, биіктік бойынша 5 мм көрсетті. Деректерді жоспардағы орналасумен салыстыру кезінде бірнеше ұңғыманың ауытқуы белгіленген мөлшерден асып кеткендігін байқауға болады. Бұл ұңғымаларды қайта бұрғылауға жіберу қажеттілігін бағалауды көрсетті[4,5].



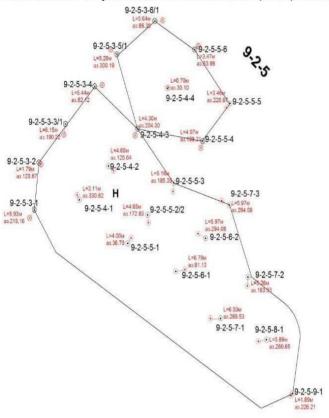
Сурет 2. 9-2-5 технологиялық блогында ұңғымалардың орналасуы

Кесте-1.9-2-5 блогында ұңғымалардың орналасуы мен ауытқу көрсеткіштері

№скв	Y	X	Н	Н до	Y	X	DY	DX	L	Угол рад	<b>y</b>	гол град	
9-2-5-3-1	28207,672	58050,07	155,493	155,394	28207,835	58050,004	-0,163	0,066	0,18	1,18	68	292	C3
9-2-5-3-2	28211,057	58077,461	155,234	155,27	28211,053	58077,715	0,004	-0,254	0,25	3,12	179	179	ЮВ
9-2-5-3-3/1	28230,462	58099,958	155,791	155,526	28231,361	58099,796	-0,899	0,162	0,91	1,39	80	280	C3
9-2-5-3-4	28251,914	58121,867	156,611	156,804	28251,668	58121,878	0,246	-0,011	0,25	1,61	93	93	ЮВ
9-2-5-3-5/1	28268,198	58140,577	157,247	157,012	28271,976	58143,9€	-3,778	-3,383	5,07	2,30	132	228	ЮЗ
9-2-5-3-6/1	28295,933	58160,007	156,447	156,38	28292,851	58160,008	3,082	-0,001	3,08	1,57	90	90	ЮВ
9-2-5-4-1	28240,664	58055,891	155,379	155,39	28240,604	58055,73	0,06	0,161	0,17	0,35	20	20	CB
9-2-5-4-2	28261,998	58075,522	155,722	155,482	28262,234	58074,341	-0,236	1,181	1,20	0,19	11	349	C3
9-2-5-4-3	28283,264	58097,229	156,331	156,331	28283,292	58097,227	-0,028	0,002	0,03	1,49	86	274	C3
9-2-5-4-4	28305,271	58120,766	156,487	156,395	28304,955	58120,20€	0,316	0,56	0,64	0,51	29	29	CB
9-2-5-5-6 (9-2-5-4-5)	28325,047	58143,248	156,696	156,386	28325,4089	58142,9983	-0,3619	0,2497	0,44	0,96	55	305	C3
9-2-5-5-1	28276,123	58030,495	155,624	155,69	28276,225	58030,719	-0,102	-0,224	0,25	2,71	156	204	ЮЗ
9-2-5-5-2/2	28290,68	58047,103	155,79	155,894	28293,325	58049,384	-2,645	-2,281	3,49	2,28	131	229	ЮЗ
9-2-5-5-3	28309,773	58065,76	155,717	155,755	28310,492	58067,632	-0,719	-1,872	2,01	2,77	159	201	ЮЗ
9-2-5-5-4	28330,97	58089,959	156,209	155,77	28330,8	58089,714	0,17	0,245	0,30	0,60	35	35	CB
9-2-5-5-5	28350,902	58111,934	156,796	156,686	28351,108	58111,795	-0,206	0,139	0,25	0,97	56	304	C3
9-2-5-6-1	28311,331	58014,232	155,761	155,701	28312,692	58011,336	-1,361	2,896	3,20	0,43	25	335	C3
9-2-5-6-2	28333,102	58033,457	155.982	155,898	28332,998	58033,419	0,104	0,038	0,11	1,22	70	70	CB
9-2-5-7-1	28344,061	57986,834	156,039	156,026	28344,408	57986,721	-0,347	0,113	0,36	1,25	72	288	C3
9-2-5-7-2	28364,147	58010,887	156,862	156,963	28366,761	58010,998	-2,614	-0,111	2,62	1,61	92	268	Ю3
9-2-5-7-3	28350,391	58052,785	156,78	156,78	28352,961	58055,529	-2,57	-2,744	3,76	2,38	137	223	Ю3
9-2-5-8-1	28377,486	57974,465	157,265	157,773	28377,37	57974,826	0,116	-0,361	0,38	2,83	162	162	ЮВ
9-2-5-9-1	28396,867	57943,149	156,283	156,012	28400,289	57948,231	-3,422	-5,082	6,13	2,54	146	214	Ю3
9-2-5-148H (9-4-2-148H)	28680,163	57667,885	157,278	157,315	28680,323	57667,524	-0,16	0,361	0,39	0,41	24	336	C3
9-2-5-3-5a (9-13-2-3-5/1)	27571,356	54028,269	157,62	157,434	27571,354	54028,377	0,002	-0,108	0,11	3,12	179	179	ЮВ

Сондай-ақ ұңғымаларды бұрғылау нәтижесін бағалау мақсатында инклонометриялық деректер қолданылды. Инклинометрия-инклинометрлермен үздіксіз өлшеу арқылы бұрғылау ұңғымасының оқпанының кеңістіктік орнын анықтау. Ұңғыманың бұрышы мен азимутын, сондай — ақ оқпанның тереңдігін өлшеу деректері бойынша өлшеу нүктесінде жоспар (инклинограмма) жасалады. Бұрғылау ұңғымаларының нақты координаттарының болуы ұңғыманың өткізілу сапасын бағалауға және геологиялық кесудің әртүрлі учас]келерінің ұңғымамен қиылысу нүктелерін дәл анықтауға, яғни бұрғылау барлау деректері бойынша кен орындарының қорларын дұрыс бағалауға және оларды игерудің ұтымды жүйесін таңдауға мүмкіндік беретін берілген бағытта бұрғылаудың дұрыстығын анықтауға негіз береді. Инклонометриялық өлшемдер келесідей нәтижелер берді (Сурет-3).

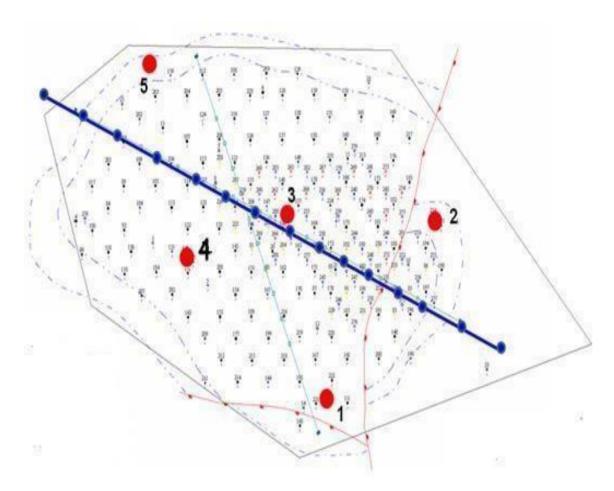
# Отклонение от устья до зобоя скважин (ИНК) блока 9-2-5



Сурет 3. Инклонометриялық өлшем бойынша ұңғыма сағасының кенжардан ауытқу нәтижелері

Маркшейдерлік тірек желілерін құру әдіснамасын дамыту спутниктік өлшеу технологияларын интеграциялау есебінен үздіксіз жетілдірілуде. Бұл тұрғыда ғаламдық навигациялық спутниктік жүйелер (GNSS) негізгі рөл атқарады, жоспарлы және биіктікте орналасудың баламалы мүмкіндіктерін ұсынады, сонымен қатар координаттарды түсірілім пункттеріне жібереді, бұл кейбір жағдайларда координаттар желісін қалыңдатудың дәстүрлі әдістерін алмастыруға мүмкіндік береді. Спутниктік анықтау технологиясын қолдану алынған деректердің жоғары дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ететін базалық станцияларды пайдалануды қамтиды. Уран кен орындарын игеру тұрғысынан геодезиялық және маркшейдерлік жұмыстар кешені жүзеге асырылады, олардың көлемі мен күрделілігі заманауи технологияларды қолдануды талап етеді. Олардың ішінде аэроғарыштық түсірілімдер, әуе және жердегі лазерлік сканерлеу, координаттарды анықтауға арналған ғаламдық позициялау әдісі, электронды тахеометрлерді қолданатын Тахеометриялық әдіс, сондай-ақ цифрлық нивелирлерді қолдана отырып нивелирлеу ерекше көзге түседі. Бұл әдістер геодезия және маркшейдерлік жобаларды сәтті жүзеге асыру үшін қажетті жоғары өлшеу дәлдігін қамтамасыз етеді.

Зерттеудің келесі кезеңінде тау - кен өндірісін қарқындату кезіндегі өзекті мәселелердің біріне, атап айтқанда жер қыртысының деформациялық процестерін жүйелі бақылауды ұйымдастыруға, сондай-ақ алынған деректерді өңдеуге және талдауға назар аударылады. Пайдалы қазбалар кен орындарын игеру контекстінде деформацияларды бақылау геодинамикалық өзгерістермен тығыз байланысты. Жер бетінің жылжуын бақылаудың заманауи тәсілдері жоғары назар аударады, өйткені тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі мен тиімділігі мәселелерін тау- кен массивінің динамикасы мен жер қыртысының өзгеру параметрлерін жан-жақты түсінбестен шешу мүмкін емес[6,7].



Сурет 4. Зерттелетін кен орнының аумағында өлшеу станцияларын жобалық орналастырудың схемалық көрінісі. Белгілер: көк шеңберлер тегістеу станциялары, ал қызыл шеңберлер жаһандық позициялау жүйесімен (GPS) жабдықталған станцияларды білдіреді.

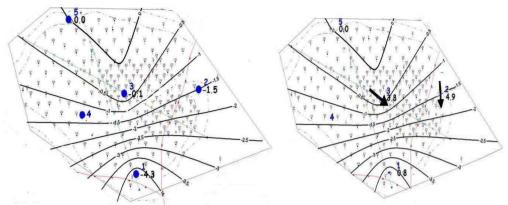
Деформациялық процестерге мониторинг жүргізу бағдарламасы шеңберінде дәлдігі жоғары екінші сыныпты нивелирлеудің жаңа циклі жүзеге асырылды, сондай-ақ нақты кен орнының аумағында жоғары дәлдіктегі GPS-өлшеулер жалғастырылды. Бақылаулар төрт GPS стационарында, соның ішінде бір тірек станциясында (GPS-5) және кен орнының контурында орналасқан үш жұмыс станциясында жүргізілді. Деректерді жинау үшін Leica 1200 екі жиілікті қабылдағыштарын қоса алғанда, GPS жабдықтарының төрт жиынтығы қолданылды.

Бақылау өлшеулері үш станцияда жүргізілді. Бірлік координаттарды өлшеу үшін стандартты ауытқу  $\pm$  0,8 мм, ал биіктіктер үшін  $\pm$  1,3 мм болды. алынған нәтижелер GPS бақылауларының үшінші циклінде жүргізілген өлшеулердің жоғары дәлдігін көрсетеді, бұл алдыңғы өлшеу циклінің деректерімен салыстыруға негіз болды.

2023 жылы алынған GPS станцияларының координаттары кен орнындағы GPS станцияларының көлденең және тік жылжу векторларын есептеуге мүмкіндік берді [8]. Бұл өз кезегінде GPS станцияларының жылдық кезеңдегі қозғалысының тік және көлденең компоненттерін бөлудің егжей-тегжейлі карталарын жасауға мүмкіндік берді, олардың нәтижелері 5-суретте көрсетілген.

Осы схемаларды қарастырудан келесі алдын-ала қорытынды жасауға болады:

- кен орнының барлық дерлік аумағы GPS-пункттер қозғалысының тік компонентінің теріс мәндерімен сипатталады. Кен орнының аумағы үшін GPS-пункттер қозғалысының тік компоненті шамаларының орташа мәні -2,0 мм. бұл шама өлшеу қателіктері аймағында орналасқан. Бір жыл ішінде қозғалыстардың тік компонентінің максималды теріс мәндері -4,3 мм-ге жетеді (сурет. 5, а) және өлшеу қателерінен асып түседі.



Сурет 5. а) GPS-пункттер (изолиндер) қозғалысының тік компонентін алаңдық бөлу схемасы; б) қайталама GPS-өлшеулер деректері бойынша кен орны аумағындағы GPS-пункттер қозғалыстарының тік және көлденең компоненттерін алаңдық бөлуді салыстыру схемасы

- GPS өлшемдерінің бірінші және екінші циклдарын салыстыру нәтижелері кен орнының орталық және оңтүстік- шығыс бөлігінде жер бетінің шөгуін көрсетеді. Осыған байланысты қайталанатын GPS өлшеулерінің нәтижелері қайта тегістеу нәтижелерімен сапалы сәйкес келеді, бұл сонымен қатар кен орнының жер бетінің шөгу процесін көрсетеді[9].
- GPS-пункттер қозғалысының көлденең компонентінің аумақтық таралуы негізінен олардың кен орнының оңтүстік-шығыс бөлігіне бағытталған қозғалысымен сипатталады (сурет. 5, б). Көлденең компоненттің орташа мәні 3,2 мм. GPS нүктелерінің қозғалыстарының көлденең компоненттерінің максималды мәндері 4,9 мм-ге жетеді (GPS-2). Қозғалыстардың бұл мөлшері өлшеу қателіктерінен асып түседі және оны маңызды деп санау керек.

**Қорытынды**. Кешенді геодезиялық бақылауларды: жоғары дәлдіктегі цифрлық нивелирлеуді, электрондық тахеометрлер мен GPS-технологияларды қолдануды қамтитын ГДП пункттеріне қайталама байқаулар жүргізу әдістемесі жетілдірілді, бұл жер бетінің шөгуін анықтаудың дәлдігі мен жеделдігін, сондай-ақ далалық және камералдық Геодезиялық жұмыстарды компьютерлендіру есебінен мониторингтиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

#### Пайдаланылған әдебиеттертізімі:

- 1. Петров Н.Н., Берикболов Б.Р., Языков В.Г. и др. Урановые месторождения Казахстана (эндогенные), Алматы, 2000г., 530с.
- 2. Месторождения урана Казахстана: Справочник. Алматы, 2000., 220с.
- 3. Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов А.Е. Технология выщелачивания урана на месторождениях Казахстанаогиясы. -Алматы: 2001 г. (117). С.25-28.
- 4. Нуррпеисова М. Б.Космическая геодезия (учебник). Алматы: КазНИТУ, 2019.- 302 с
- 5. Рысбеков К.Б., Нурпеисова М.Б. Основы лазерного сканирования (учебник) Алматы: КазНИТУ, 2021..-248 с.
- 6. Nurpeisova M. B., Burkhanov B. Zh., Kulibaba S.B., Myngzhasarov B. Monitoring deformation processes on ground surface and at construction facilities in the territory of oil fields // Eurasian mining, №2 (36), 2021. pp. 86-91.
- 7. Нурпеисова М.Б., Орынбасарова Э.О., Кыргизбаева Г.М., Кенесбаева А. Методы изучения геодинамических процессов (учебник).-Алматы: КазНИТУ. 2022.-215 с.
- 8. Отчет по теме «Проведение геодинамического мониторинга на месторождении Кумколь.-Кызылорда, 2010.-34 с.
- 9.Мустафин М.Г., Грищенкова Е.Н, Юнес Ж.А., Худяков Г.И. Современное маркшейдерскогеодезическое обеспечение эксплуатации горных предприятий.-Тула // известия ТулГУ.,Науки о Земле, 2017.вып4.-С.190-203.

# ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАННЫҢ МЫС РУДАЛЫ АЛҚАБЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕУ

# Турымбетов Т.А., Шакиров Ж.Б., Кыргизбаева Г.М., Киргизбаева Д.М.

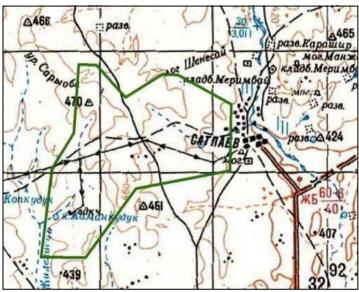
Сатпаев университеті

**Андатпа.** Мақалада орталық Қазақстанда күрделі кен-геологиялық жағдайда және терең қабаттарда орналасқан кен орындарын қауіпсіз игеруді қаматамыз етуге мүмкіндік беретін техникалық шешімдер қарастырылған. Жер қойнауын игерудегі геомеханикалық процестерді зерделеуде кенорындары ақабын геодезиялық негіздеуде атқщарылғаен жұмыстардың нәтижелері келтірілген.

**Түйінді сөздер:** мыс кенорнындары, геология, құрылым, тектоника, бұзылыстар, геодезиялық торап, геодезиялық түсірістер, жерсеріктік жүйелер, заманауи аспаптар.

Кен орындарын игеру кезіндегі геологиялық барлау және тау-кен жұмыстарын геодезиялық қамтамасыз етуді зерделей келе оларды жүргізуге дәлдігі жоғары және көп уақыт алмайтын осы күнгі аспатарды қолдану қарастырылып отыр. Өйткені тау-кен жұмыстарын жүргізудің дәлдігіне өте қатал талаптар қойылады. Бұл, өз кезегінде, үлкен алқапты алып жатқан, бірнеше кен шоғырларынан тұратын және әртүрлі терең қабаттарда түзілген кен орнын игеру үшін жоғары дәлдікті геодезиялық негіздеме құруды және заманауи аспаптарды қолданудың, геодезиялық түсірістердің жетілдірілген әдістемесін жасауды талап етеді. Демек, бұл ғылыми жұмыстың шашыранды және терең кеншоғыр алаңдарын игеруде, әсіресе сейсмкалық барлау және тау-кен жұмыстарын жоғары дәрежеде геодезиялық қамтамасыз ететін ғылыми-техникалық маңызды мәселеге арналғандығының айқын дәлелі [1, 2].

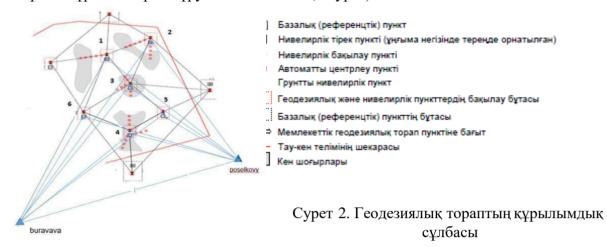
Ғылыми жұмыстың арқауы болып отырған нысана - Орталық Қазахстандағы Сарыоба кен орны. Геологиялық барлау және тау- кен жұмыстарын жүргізудің геодезиялық жиілету торабын құруға, мемлекеттік геодезиялық тораптары орналасқан осы аумақтың топографиялық картасы негіз болды (1-сурет).



Сурет 1. Кен орны аумағындағы мемлекеттік торап пункттері (тау-кен жұмыстарына бөлінген жер телімінің шекарасы жасыл түспен көрсетілген)

Суреттегі топографиялық картасының бір бөлігінен аумақта орналасқан 465, 466, 470, 424, 451 триангуляция пункттерін көруге болады.)

Суреттегі мемлекеттік геодезиялық торап пункттеріне сүйене отыра, геодинамикалық және техногендік геомеханикалық процестердің параметрлерін зерделеу үшін, 2019 жылы геодезиялық торап құрудың арнайы (жаңа) тәсілі - «бұталы» тәсіл ұсынылды[3, 4]. Бұл тәсіл, үлкен алқапты алып жатқан және терең қабаттарды арналасқан кен орындарын игерудегі геодинамикалық және геомеханических процестерді жан-жақты зерттеуге бағытталған базалық(референцтік), тірек (бастапқы) пен деформациялық геодезиялық және нивелирлік пункттерден тұратын торап құруға негізделген (2-сурет).



Суреттегі 1-6 геодезиялық және нивелирлік «бұталар» негізінде, тау-кен телімі шекарасынан тыс жерде орналасқан базалық пункттер бойынша анықталды. Бұл пункттің координаталары Буровая және Поселковая мемлекеттік геодезиялық торап пункттеріне байланыстырылды. Сарыоба кенорны территориясында орнатылған пункттер, тау-кен жұмыстарының әсерінен жойылып кетпеу үшін алыстан көрінетін және орнықты жерлерге орнатылды, пункт конструкцияларында автоматты түрде центрлеу қарастырылған. Реперлер «Мемлекеттік геодезиялық пункттерді салу Нұсқауларының талаптарына сәйкес орындалды. Нивелирлеу тригонометриялық пунткттерден бастап, референц пункттерге қарай жүргізілді, жүріс қателігі  $\pm 20\sqrt{L}$  мм аспады, мүндағы L, км - нивелирлік жүрістің ұзындығы.

Барлық жұмыс «Leica Geosystem» фирмасының TCR1200 тахеометрі жәненәтижелерін салыстыру мақсатымен GPS –жүйесі арқылы жүзеге асырылды. Негіздеме координаталары мемлекеттік, ал биіктік белгілері жергілікті жерлік (шартты) биіктік жүйесінде анықталды.Анықталған пункттерінің координатиалары 1- кестеде келтірілген.

Кесте 1 - Геодезиялық пункттер кооридинаталарының каталогі

№	Пункттердің	координаталары			
	атаулары	X	У	Н	
1		5338308,282	386571,215	432,429	
2	Геодезиялық және нивелирлік пункттер	5337739,665	387919,884	431,364	
3	«бұтасы»	5337265,581	387413,282	431,492	
4		5336820,157	386850,220	430,442	
5	Ұңғымаларда орнатылған нивелирлік	5336785,208	387764,164	430,537	
6	тірек пункттері	5337305,548	385646,168	429,219	
7		5338048,527	388583,528	428,385	
8		5337512,133	388210,137	430,493	
9	Базалық (референцтік) пункт «бұтасы»	5335553,225	386855,149	428,429	
10		5339185,253	386764,712	432,021	

Ғылыми жұмысқа арқау болып отырған, Орталық Қазахстандағы Сарыоба кен орнында геодезиялық негіздеме пункттерінің координаталары электронды тахеометрмен қатар Жезқазған қаласында орналасқан базалық станцияға сүйене отыра жерсеріктік жүйе арқылы анықталды. Жерсеріктік бақылаулар нәтижелері «Leica Geosystem» фирмасының GPS қабылдағыштарының құрамына кіретін стандартты SKІбағдарламасы арқылы өңделді.

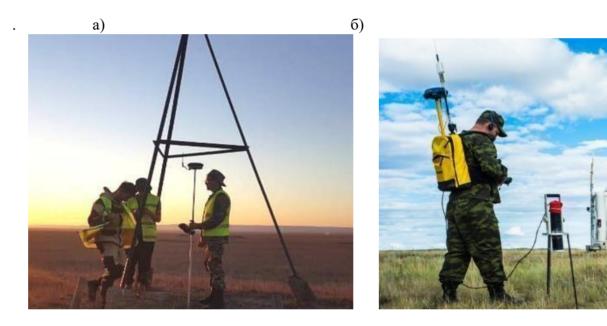
Кен орны аумағындағы сейсмикалық барлау жұмыстарын қамтамасыз ететін барлық топографиялық-геодезиялық жұмыстар осы «бұталы» геодезиялық торапқа негізделіп жүргізіледі және мыналарды қамтиды:

геологиялық барлау қазбаларының геометриялық элементтерін жобадан жергілікті жерге көшіру және оларды тірек пункттеріне байланыстыру;

бұрғылау ұңғымалары сағасының пландық координаттары мен биіктігін анықтау және геологиялық карталардың топографиялық негіздерімен байасыстыру.

Карьердегі тау-кен жұмыстарын заманауи аспаптамен жүргізі камералдық жұмыстарда ГАЖ кешенін қолдану.

Мінекей осы жұмыстардың барлығы геодезиялық заманауи технологияны қолдану арқылы жүзеге асырылады[5,6]. Бұл ретте геодезиялық жұмыстардың жоғары тиімділігіне тек жерсеріктік технологиялар арқылы қол жеткізіледі (3 -сурет).



Сурет 3. Тригопуткттің (*a*) және бұрғылау ұңғымаларының (б) координаталарын GPS- қабылдағышпен анықтау

Қазіргі заманауи аспаптарды қолдану қарапайым аспаптарға қарағанда жұмысты қысқа мерзімде, жоғары дәлдікпен орындауды қамтамасыз етеді. Заманауи аспаптардың ішіндегі GPS- құрылымдары қол жетімсіз, қиын да алыс орналасқан аймақтарда, мемлекеттік геодезиялық тораптарды және үлкен карьерлерде тірек жүйелерін жиілетуде маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстарды атқара алудың жалғыз ғана оңтайлы әдісі болып табылады. Ал, Сарыоба кенорнындағы тәжрибелік карьерінде электронды тахеометр пайдаланған өте қолайлы (4-сурет).

Ғылым мен техниканың соңғы 20-30 жыл ішінде қарқындап дамуы геодезияға координаталарды анықтаудың жер серіктік атты жаңа әдісін және электронды, цифрлы заманауи аспаптарды дүниеге әкелді. Ол аспаптарды пайдаланып, геодезистер кез келген уақытта тұрған жерінің, нысандардың орнын (координаталарын) анықтай алады. Сол ардың бірі –электронды тахеометрлер.





Сурет 4. Карьер беткейінің жағдайын электронды тахеометрімен (a) және GPS бақылау

Электронды тахеометр — карьерлерде горизонталь бұрышты, горизонталь ара қашықтықты және өзара биіктікті өлшеуге арналған топографиялық электрондық — оптикалық аспап. Мұнда өлшеу процесі автоматтандырылған. Ара қашықтықты, горизонталь және вертикаль бағыттарды өлшеу нәтижелері, электрондық цифрлы таблода көрініп, бір мезгілде ақпаратты жинағышта тіркелуі мүмкін.

### Корытынды.

Орталық Қазақстандағы кен орнын игеруді геодезиялық сүйемелдеуде, дәстүрлі профильдік сызықтар негізінде емес, геодезиялық жұмыстардың жеделдігін арттыруға және дәлдігін жоғарылатуға арналған, күрделі шығындарды азайтуға мүмкіндік беретің жаңа геодезиялық «бұталы» торап негізделген. GPS жүйесі және электронды тахеометрлер арқылы жүргізілген геодезиялық жұмыстар біздің алға қойған мақсатымызға жылдам әрі жоғары дәлдікпен жетуімізге үлкен үлес қосады және де тау-кен нысандарының үшөлшемді моделдерін жасауға мүмкіндік туғызады.

### Пайдаланған әдебиеттертізімі:

- 1. Рабочий проект. Отработка карьера «Восточная Сарыоба», том 2, книга 1. Жезказганский проектный институт, 2007.
- 2.Проект «Геолого-геофизические поисковые критерии выявления медного оруденения Жезказганского типа в Центральном Казахстане», Жезказган,2018г
- 3. Турумбетов Т., Құрманбаев О. Қазақстанның мысы Сәтбаевтың игілікті ісі// Вестник НАГН РК, №4, 2019.-С.33-39.
- 4. Новый подход к созданию ГДП. Свидетельство о внесении сведении в государственный реестр прав на оъекты, охраняемые авторским праввом №19300 от 12 июля 2021 г. Авторы: Кыргизбаева Г.М.и Нурпеисова М.Б.
- 5.Bazaluk, O., Rysbekov, K., Nurpeisova, M., Lozynskyi, V., Kyrgisbayeva, G., & Turumbetov, T. Integrated monitoring for the rock mass state during large-scale subsoil development. // Frontiers in Environmental Science. Accepted paper. −2022. −Vol. 10. − art. №852591
- 6. Нурпеисова М.Б., Кыргизбаева Г.М., Милетенко Н.А., Абенов А.М\.Мониторинг медленных движений земной коры в Центральном Казахстане. //Новосибирск:Фундаментальные и прикладные вопросы горных нау, том 9, №3, 2022.- С.46-52 с

Зерттеу ҚР БҒМ Ғылым комитетінің қаржылық қолдауымен орындалды (грант № AP14871828)

### ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОТОЧНОГО СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА КАЧАРСКОМ КАРЬЕРЕ

**Шамганова** Л.С. (зав. отделом геомеханики, чл.-корр. НАН РК, д-р техн. наук), **Балтиева А.А.** (зав. лаб. горного давления), **Самсоненко А.И.** (гл. инженер лаборатории цифровизации технологических процессов горного производства) (ИГД им. Д.А. Кунаева (г. Алматы)

**Аннотация.** Одними из основных технологий цифровизации является использование систем цифровой связи и спутниковой навигации. В последние годы в связи снеобходимостью широкого внедрения в производство цифровых технологий в различные сферы производства, возникла необходимость оперативного управления и координации различных подсистем как во времени, так и в пространстве.

Научно-технический прогресс обусловил быстрый рост и применение новейших измерительных технологий в маркшейдерско-геодезической отрасли, обеспечивая высокую производительность и точность по сравнению с традиционными методами. В рамках автоматизации геодезических работ и улучшения точности определения координат на Качарском месторождении была разработана базовая станция дифференциальной коррекции. Эта станция задействует данные GPS/ГЛОНАСС для обслуживания как внутренних служб, так и внешних подрядчиков, выполняющих геодезические измерения. В данной работе описывается формирование сети для передачи корректирующей информации и дифференциальных поправок к мобильным устройствам, включая детали интеграции мобильного модуля. Разработка выполнена ИГД им. Д.А. Кунаева совместно с ИКТТ. Финансирование проекта базовой станции осуществлялось Комитетом науки МОН РК по гранту № АР05136083; софинансирование - частным партнером АО «ССГПО» (2018-2020 гг). Ключевые слова: ГНСС, маркшейдерско-геодезические работы, высокоточная система позиционирования, система координат, радиорелейные системы передачи

Объект. Качарское месторождение, один из крупнейших карьеров, находится в 55 км от города Костаная. Глубина карьера достигает 500 метров, с проектным углублением до 764 метров и диаметром свыше 3600 метров. Планируется, что объем добытой горной массы превысит 11 миллиардов кубометров, уже построено четыре отвала. На территории карьера функционирует местная геодезическая сеть, состоящая из 7 триангуляционных и полигонометрических пунктов, заданных в местных и общеземных координатах. Несмотря на потерю многих пунктов из-за вандализма и хозяйственной деятельности, семь центров находятся в хорошем состоянии и послужили опорными точками для спутниковых навигационныхизмерений.



Рисунок 1. Расположение Качарского месторождения (Google Earth)

**Организация.** Основной идеей данной разработки является информационнонавигационное обеспечение открытых горных работ в виде системы высокоточного спутникового позиционирования всех подвижных и статических объектов горных отводов, позволяющих определять их местоположение с высокой точностью и передавать эту информацию в ситуационный центр. Разработанное информационно-навигационное обеспечение позволяет осуществлять цифровизацию горного производства на карьерах и является основой для работ по созданию «интеллектуального рудника».

Базовая станция дифференциальной коррекции (БСДК) разделяется на навигационный и передающий модули для высокоточных спутниковых измерений, которые расположены в здании Качарского рудоуправления и Диспетчерской соответственно. Данное расположение было выполнено по четырем основным причинам. Во-первых, избегается расположение навигационного модуля близко к карьеру из-за взрывных работ и колебаний почвы, что влияет на стабильность координат. Во-вторых, для передачи дифференциальных поправок используются радиосигналы с близкого расстояния, для чего идеально подходит антенная мачта Диспетчерской. Третья причина заключается в соответствии здания рудоуправления стандартам для спутниковых геодезических сетей. Последняя причина — экономическая целесообразность размещения навигационного модуля БСДК в кабинете маркшейдерской службы для снижениязатрат на поддержание и защиту оборудования [1-2].

Телекоммуникационные решения. Мобильный модуль БСДК, функционирующий как активный ретранслятор УКВ сигналов, встраивается в систему только при недостаточности мощности УКВ и GSM для поддержки режима RTK. Это решение особенно актуально для карьеров с пересеченным рельефом и высоким содержанием железа в породах, что ограничивает радиопокрытие и способствует рассеянию сигнала [3-5]. Установка ретранслятора на борту карьера позволяет эффективно отражать радиосигналы в зону действия мобильных роверов на дне карьера, гарантируя их устойчивую связь в условиях ограниченной видимости и сложной геологической среды. Разработанная схема приемапередачи данныхс помощью ретранслятора отражающего типа приведена нарисунке 2.

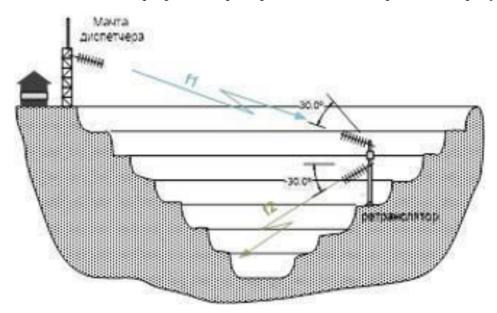


Рисунок 2. Схема приема-передачи данных с помощью ретранслятора УКВ диапазона

Активные ретрансляционные системы включают в себя многокомпонентное оборудование, такое как одна или несколько антенн, устройства для приема и передачи радиосигналов, источник питания, а также инструменты для дистанционного управления и мониторинга. Эти системы предназначены для пересылки радиосообщений через так называемые "теневые зоны", где прямая связь затруднена. Ретранслятор захватывает сигнал

на частоте f1, усиливает его, и затем пересылает на другую частоту, f2, функционируя одновременно как приемник и передатчик. Этот процесс, известный как дуплексная передача, обеспечивает непрерывную связь без задержек. В контексте Качарского карьера, система оперирует с использованием двух частот, f1 и f2, чтобы обеспечить надежную связь как для пользователей на дне карьера, так и на его вершине, все из которых работают на частоте f2. Это особенно важно, даже если для пользователей, находящихся на верхних бортах или на дневной поверхности, теоретически доступен прямой канал связи на частоте f1.

Процесс сбора, передачи и трансформации геопространственной информации в контексте использования ГНСС технологий происходит в несколько этапов [1, 5, 6]:

- 1) Радиосигналы, отправленные с земных орбитальных аппаратов систем навигации GPS, ГЛОНАСС и BeiDou, принимаются и усиливаются с помощью антенны ГНСС на различных частотах.
- 2) Специализированный приемник ГНСС обрабатывает эти сигналы, демодулируя и декодируя их для извлечения важной информации и выполнения измерений дистанции до видимых спутников. Затем он определяет координаты и сохраняет их, а также создает дифференциальные коррекции, которые передаются в формате сообщений RTCM и CMR.
- 3) Данные коррекции принимаются через локальную сеть на вычислительном устройстве с установленным программным обеспечением для обработки навигационных данных. Здесь информация декодируется и разделяется на два потока: один передается через серийный порт на УКВ модем в виде сообщений RTCM и CMR, а другой, сформированный на основе сообщений RTCM, направляется через интернет в видесообщений NTRIP.
- 4) УКВ радиомодем принимает сообщения, модулирует их и транслирует через направленную антеннудля дальнейшей передачи.
- 5) Сообщения NTRIP отправляются через интернет на базовую станцию мобильного оператора и далее по радиолинии GSM.
- 6) Ровер, находящийся на поверхности или внутри карьера, принимает эту информацию через УКВ или GSM радиоканалы, используя её вместе с данными собственных спутниковых измерений для точного определения своего положенияв режиме реального времени (RTK).

Этот метод передачи данных, включая его экономическую эффективность и соответствие функциональным требованиям, оптимально использует существ ующую инфраструктуру карьера.

Разработанное программное обеспечение для обработки данных из спутников разделяется на три ключевые подсистемы: подсистему для работы с внешними портами, интерфейс пользователя и подсистему для хранения данных, что обеспечивает полную структуру для управления и обработки навигационной информации.

Заключение. В настоящее время Казахстан стремится к разработке и внедрению высокоточной спутниковой геодезической сети, используя навигационные системы, такие как GPS и ГЛОНАСС. Это направление обладает значительным потенциалом для страны, поскольку позволяет наращивать производство национальной продукции, включая базовые станции дифференциальной коррекции, что в свою очередь способствует развитию сети референцных станций внутри страны.

Совмещение и сотрудничество в направлении развития космической техники и технологий и горного производства демонстрирует значительные достижения в этой области. Разработаны системы математического моделирования для дифференциальной коррекции, создано программно-математическое обеспечение для задач высокоточного позиционирования, а также проведено множество научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Эти разработки позволяют эффективно проектировать и производить базовые станции дифференциальной коррекции (БСДК) и мобильные приемники, необходимые для системы высокоточного позиционирования. Технологии, применяемые для создания базовых станций и мобильных приемников, находятся в полном соответствии с мировыми стандартами, используемыми ведущими зарубежными компаниями.

Разработка и применение высокоточных спутниковых технологий открывают новые горизонты для различных секторов экономики, включая строительство, сельское хозяйство, транспорт и экологический мониторинг. Особенно важно это для горнодобывающей промышленности, где требования к точности измерений при мониторинге особенно высоки. Внедрение спутниковых технологий позволяет повысить эффективность использования природных ресурсов, снизить воздействие на окружающую среду и обеспечить безопасность труда.

### Список использованной литературы:

- 1. Baltiyeva, A.A., Raskaliyev, A.S., Shamganova, L.S., Fan, H., Abdykarimova, G.B. Acceptance tests of the software and technical complex of the high-precision satellite positioning system in the Kacharsky mine. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences 6(444), 2020, pp. 33-40
- 2. Кузьменко С. В., Шамганова Л. С., Ахмедов Д. Ш., Балтиева А. А. Информационнонавигационное обеспечение горных работ на карьерах Соколовско-Сарбайского горнообогатительного производственного объединения. Горный журнал, 2018, № 5, pp. 27-32, DOI: 10.17580/gzh.2018.05.11.
- 3. Ахмедов Д. Ш., Шабельников Е. А. Информационно-навигационное обеспечение маркшейдерских работ на основе использования технологий спутниковой навигации // Наука и технологии: шаг в будущее: сб. тезисов V Всемирного конгресса инжиниринга и технологий WCET-2012. Алматы, 2012. С. 262–263.
- 4. Boguspayev N.; Akhmedov D.; Raskaliyev, A; Kim, A; Sukhenko, Anna. A Comprehensive Review of GNSS/INS Integration Techniques for Land and Air Vehicle Applications. Applied Sciences (Switzerland)Open AccessVolume 13, Issue 8April 2023 Article number 4819. ISSN 20763417 DOI 10.3390/app13084819
- 5. Самсоненко А.И. Трансляторы GSM простое решение проблем "теневых зон» Вестник автоматизации  $3(17)\ 2007\ \Gamma$ .
- 6. Ахмедов Д.Ш., Сайганов М.П., Самсоненко А.И. Алгоритм определения текущей структуры адаптивной системы коллективной связи // Вестник автоматизации 2 (56) 2017

УДК 528.5:624

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКЕ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Косумова А.Х. - магистрант Низаметдинов Ф.К. - д.т.н., профессор Сатбергенова А.К. - м.т.н., ст. преподаватель НАО «КарТУ им. А. Сагинова», г. Караганда

**Аннотация.** В статье описываются результаты исследования процесса сдвижения земной поверхности на Жезказганском месторождении. Приведены результаты проведения высокоточного нивелирования заложенных пунктов по профильным линиям, где использован цифровой нивелир DNA-03. Технология спутниковой радарной интерферометрии на основе данных космоснимков COSMO-SkyMed и Sentinel-1b. Показаны карты смещений в виде изолиний.

Ключевые слова: цифровой нивелир, спутниковая радарная интерферометрия.

Исследования процесса сдвижения земной поверхности на Жезказганском месторождении проводились разными способами: с помощью высокоточного

нивелирования заложенных пунктов по профильным линиям, а также с применением спутниковой радарной интерферометрии.

Исследования процесса сдвижения земной поверхности на Жезказганском месторождении с помощью высокоточного нивелирования по профильным линиям в районе поселка Жезказган, ГРП Лермонтово, по району шахты 55 Восточного рудника, по Южному руднику, по руднику «Жомарт».

Перед началом работ по измерению осадок сооружений на территории п. Жезказган произведена рекогносцировка грунтовых реперов. Грунтовые репера имеют конструкцию согласно государственным стандартам для нивелировки (рисунок 1).

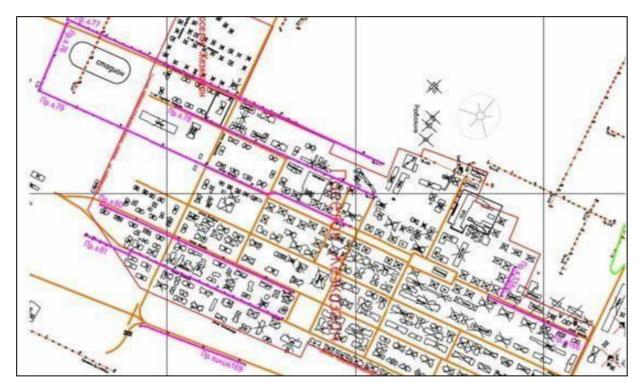


Рисунок 1. Схема наблюдательной станции на территории поселка Жезказган

При полевом обследовании реперов рекогносцировщик оценивает состояние репера, сохранность, нарушение наружного оформления, прочность цементации марок, влияние устойчивость инженерно-геологических факторов на репера. Реперы считаются неустойчивыми, если при их обследовании обнаружены видимые повреждения и несоответствие конструкции современным требованиям. Репер также считается неустойчивым, если в месте его закладки отмечаются карстовые явления, оползни и другие процессы, влияющие наизменение его положения.

Произведено обследования по профильным линиям 33 бис, 166, 77, 78, 76, 79, 80, 81, 115, 169 - общей протяженностью 4390м (4,39 км).

По Южному руднику наблюдения велись по 48 профильным линиям, 55 серии наблюдений. На территории переселенного поселка ГРП-Лермонтово и на примыкании к ней ранее было заложено 4 (четыре) профильные линии для производства наблюдений за сдвижением земной поверхности, что соответствует нормам.

Данная сеть профильных линий обхватывает достаточную площадь чтобы проводить наблюдения за сдвижением земной поверхности в районе переселенного поселка ГРП-Лермонтово.

Грунтовые реперы в области сезонного промерзания грунтов, как правило, закладывают в пробуренные скважины диаметром 50 см.

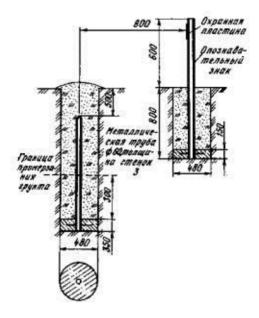


Рисунок 2. Грунтовой репер

Грунтовый репер состоит из железобетонного пилона в форме параллелепипеда с поперечным сечением  $16\times16$  см и бетонной плиты (якоря) диаметром 48 см, изготовляемых заранее. Разрешается применять плиты квадратного сечения размером  $50\times50$  см. В верхнюю грань пилона должна быть зацементирована марка. В середине бетонной плиты делаютвыемку размером  $20\times20\times15$  см, в которую устанавливают железобетонный пилон. Пилон может быть заменен асбоцементной трубой с внешним диаметром не менее 16 см, заполненной бетоном с арматурой. В верхнюю грань трубы вставляют марку. При использовании асбоцементной трубы для увеличения связи ее основания с якорем на расстоянии 7-10 см от основания трубы вставляют два взаимно перпендикулярных стержня толщиной 1,0-1,2 см и длиной 25 см. При установке трубы в отверстие якоря концы стержнейразмещают в углах выемки [1].

Для измерений был использован цифровой нивелир DNA-03, рисунок 3. Инструмент высокоточный, используется при выполнении контрольных измерений, высотных разбивок и любых других работ требующих максимально точных отметок. Цифровой нивелир DNA-03 обеспечивает высокоточное нивелирование 1-го и 2-го классов точности (рисунок 4) [1].



Рисунок 3. Цифровой нивелир DNA03



Рисунок 4. График оседаний земной поверхности

Для обработки данных дистанционного зондирования (ДДЗ) использовалось программное средство GAMMA 2015-2019. В качестве цифровой модели использовалась глобальная цифровая модель высот (ГЦМВ) Shuttle radar topographic mission (SRTM). Для оценки оседаний использовались снимки космических аппаратов (КА) Sentinel-1b и КА COSMO-SkyMed за 2021 год. Оседания по КА Sentinel-1b определялись за период с 05 апреля 2021 года по 22 июля 2021 года. Оседания по КА COSMO-SkyMed определялись за период с 13 апреля 2021 года по 31 июля 2021 года.

Для этой цели строились интерферограммы с ограничением временного интервала в пределах 45 дней. На основе данных Sentinel-1b и COSMO-SkyMed были получены карты оседаний Жезказганского месторождения, на основе данных Sentinel-1b - рудника «Жомарт» и «Сары-Оба» (рисунки 5, 6,7).

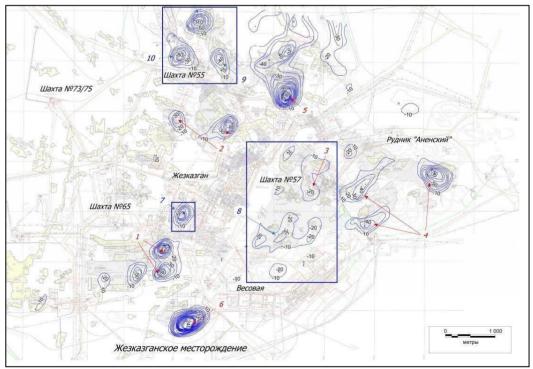


Рисунок 5. Карта оседаний Жезказганского месторождения по данным COSMO-SkyMed за 109 дней (13.04.21-31.07.2021). Изолинии оседаний проведены через 10 мм

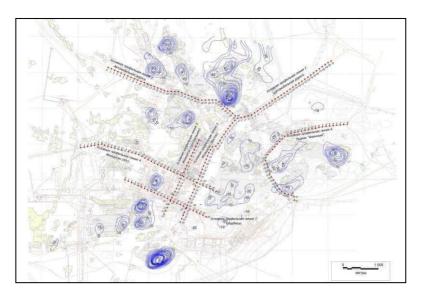


Рисунок 6. Совмещенная карта условных профильных линий с картой оседаний Жезказганского месторождения по данным COSMO-SkyMed за 109 дней (13.04.21-31.07.2021). Изолинии оседаний проведены через 10 мм

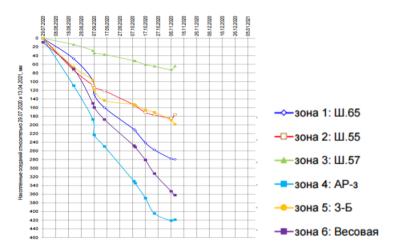


Рисунок 7. График максимальных оседаний на территории Жезказганского рудника по данным COSMO-SkyMed

В результате работ по изучению сдвижений земной поверхности методами радарной интерферометрии выявлена следующая деформационная обстановка на Жезказганском месторождении. По результатам мониторинга данных с КА COSMO-SkyMed с 13.04.2021 по 31.07.2021г. выявлены скорости вертикальных смещений на территории Жезказганского месторождения (табица 1).

Таблица 1 – Результаты скоростей вертикальных смещений земной поверхности

Описание привязки зон	Скорост	и вертикальных смещений,	Изменение
		мм/мес	
район шахты №65	-25,6	-5,2	+20,4
район шахты №55	+0,8	-13,7	-14,5
район шахты №57	+2,9	-4,2	-7,1
рудник «Аненский», западная часть	+9,1	-5,1	-14,2
карьер «Златоуст-Беловский»	-9,1	-20,5	-11,4
район шахты №45 (Весовая)	-5,6	-26,0	-20,4

### Список использованной литературы:

- 1. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. ГКИНП (ГНТА)–03–002–07 Астана 2007г.
- 2. Analysis of Ground Surface Displacements under the Influence of Repeated Mining Activities in the Zhezkazgan Area, Nizametdinov N.F., Baryshnikov V.D., Nizametdinov R.F., Igemberlina M.B., Staňková, H., Batyrshaeva, Z.M. Journal of Mining Science, 2021, 57(2), P.184–189.
- 3. Kashnikov Y. A., Musikhin V. V., Lyskov I. A. Radar interferometry-based determination of ground surface subsidence under mineral mining, J. of Mining Science, 2012, Vol. 48, No. 4. P. 649–655.

УДК 622

# ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ И МЕТОДЫ ВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА

**Юсупов С. -** магистрант Satbayev University, Алматы

Аннотация. В современном мире города, особенно мегаполисы, находятся в состоянии строительного подъема, сопровождаемого интенсивным развитием как наземных, так и подземных пространств, включая системы метрополитенов. С увеличением стоимости земельных участков становится явной тенденция к строительству высотных зданий. Этот процесс, в свою очередь, подчеркивает необходимость постоянного мониторинга деформаций этих инженерных сооружений, особенно учитывая их повышенную чувствительность к окружающей среде.

**Ключевые слова:** метрополитен, деформация, мониторинг, эксплуатация, строительство, инженерные сооружения.

Рассмотрим различные методы геодезического мониторинга, используя современные приборы и технологии для качественной оценки деформаций. В конкретном случае города Алматы, где уже функционируют 11 станций метро с планами по введению еще 13, особый акцент делается на сейсмическую активность региона в связи с последними событиями. Это обстоятельство требует особого подхода к геодезическому мониторингу деформаций оснований и фундаментов во время строительства и в ходе эксплуатации метрополитена в условиях сейсмической активности.

Деформация зданий и сооружений — это сложный процесс, зависящий от различных факторов, включая природные условия и воздействие человека. В геодезической практи ке под деформацией понимают изменение начального положения объекта, включая вертикальные и горизонтальные перемещения, такие как подъемы, опускания, оседания и наклоны. Этот аспект становится ключевым при реализации проектов в условиях активного городского развития и строительных проектов (рисунок 1).

Задачи по геодезическому мониторингу высотных объектов решаются с применением разнообразных методов, а основным нормативным документом, регулирующим процессы выявления деформаций в зданиях и сооружениях, является обновленный ГОСТ, принятый с 2013 года [1]. В этом стандарте сохранены основные положения предыдущей версии от 1981 года, однако внесены изменения, позволяющие использовать современные геодезические методы. Эти методы включают в себя применение современных электронных тахеометров, спутниковой навигации, а также различных инструментальных подходов.



Рисунок 1. Причины деформаций сооружений

В данной статье представляю план проведения геодезического мониторинга устойчивости наземных зданий и подземных сооружений в зоне строительства метрополитена. Моя цель - разработать меры по обеспечению безопасного использования инфраструктуры. Планируется систематическое измерение деформаций на контрольных точках, расположенных внутри или близко к активным зонам, с особым вниманием к оперативномуанализу данных при превышении предельно допустимых значений смещений.

Мой мониторинг будет охватывать наземные и подземные сооружения метрополитена в городе Алматы, включая участки, такие как станции "Алатау", "Сайран" [2].

Для эффективного проведения исследований по мониторингу деформационных процессов инженерных сооружений вблизи эксплуатации и строительство метро будут использоваться как высокоточные нивелиры, так и ГНСС оборудования, имеющиеся на базе кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» приемник Spectra SP90m(Faza2) GNSS базовый (рисунок 2).



Рисунок 2. Мультичастотный спутниковый GNSS приемник с раздельной антенной Spectra SP90m

Предстоит осуществить прямые геодезические мониторинговые наблюдения на местах для получения достоверной информации о деформациях, кренах и смещениях инженерных сооружений. Планируется увеличить точность и оперативность геодезических измерений, что расширит возможности для решения различных проблем, включая мониторинг земной поверхности с использованием современных приборов нового поколения[3].

Для этого планируется разместить контрольные точки вдоль улицы на фундаментах зданий и сооружений. Наблюдения за состоянием нескольких уникальных сооружений в г. Алматы будут проведены с использованием Spectra SP90m (Faza 2) GNSS. ГНСС-измерения можно проводить в условиях отсутствия прямой видимости между пунктами. Это позволяет строить геодезические сети независимо от рельефа местности, наличия на нем промышленных объектов и других строений. Данные будут точными, несмотря на преграды и расстояние. С их помощью удобно определять наличие деформаций в сооружениях или в земной коре.

В контексте мониторинга зданий и сооружений в районе строительства и эксплуатации метрополитена, гравиметры (рисунок 3) могут быть весьма полезными для выявления и измерения различных видов деформаций.



Рисунок 3. Гравиметр CG-6 autograv

Гравиметры могут регистрировать изменения в плотности грунта, что связано с его осадкой в результате строительных работ или эксплуатации метро. Постепенное изменение силы тяжести может указывать на оседание грунта. Основными причинами изменений силы тяжести могут быть две: изменения плотности  $\Delta \rho$  земной коры в районе наблюдений и вариации высоты  $\Delta h$  пункта наблюдений. При сжатии участка земной коры (3K) увеличивается его плотность  $\Delta \rho$  и, следовательно, увеличивается значение  $\Delta g$  в этом районе. Одновременно с этим при упругом горизонтальном сжатии этого участка происходит поднятие его поверхности  $\Delta h$  и, следовательно, уменьшение значения  $\Delta g$ . При растяжении этого участка изменяются знаки значений  $\Delta h$ ,  $\Delta \rho$ , и  $\Delta g$ . [4].

### Список использованной литературы:

- 1. ГОСТ 24846—81 ГРУНТЫ. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. Астана, 2003.
- 2. Технический отчет о контрольных геодезическо-маркшейдерских работах на объектах: «Строительство первой очереди алматинского метрополитена». Главный маркшейдер ОАО «Алматыметрокурылыс» Абдуллаев Б.А. //Алматы, 2008. 49 с.
- 3. Нурпеисова М.Б., Курманбаев О.С., Рубинов Э. Инженерлік құрылыстардың деформацияларын бақылаудың геодезиялық әдістерін жетілдіру // Философия докторы дәрежесін алу диссертациясы // Алматы, 2018. 123 б.
- 4. Арнаутов Г.П., Калиш Е.Н., Носов Д. А., Сизиков И.С., Смирнов М.Г., Стусь И.Ф. Оценка последствий деформационных процессов в геологической среде юго-западной части Байкальского геодинамического полигона по данным гравиметрических и GPS наблюдений //https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-posledstviy-deformatsionnyh-protsessov-v-geologicheskoy-srede-yugo-zapadnoy-chasti-baykalskogo-geodinamicheskogo-poligona-po

УДК 622.272

# **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОНИТОРИНГЕ НАРУШЕННЫХ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ ЗЕМЕЛЬ**

**Абдиев А.Р. -** д.т.н., профессор (НТЦ им. проф. Ш.А. Мамбетова «Геоквантум» КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)

Умаров Т.С. - к.т.н., доцент (кафедра «Маркшейдерское дело и ГИС-технологии» КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)

**Турсбеков С.В.** - д.т.н., профессор (Satbayev University (Алматы)

Мамбетова Р.Ш. - к.т.н., доцент (КРСУ им. Б.Н. Ельцина (Бишкек)

**Молдобеков К.Т.** - *PhD-докторант КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)* 

**Бекбосунов Р.Р.** - *PhD-докторант КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)* 

**Аннотация.** В статье представлены результаты мониторинга земель, нарушенных на территории Сулюктинского буроугольного месторождения в Баткенской области Кыргызской Республики. В ходе исследований установлено, что применение беспилотных летательных аппаратов для составления цифровых карт поверхности земли и изучения нарушенных земель на территории месторождения позволяет проводить регулярный мониторинг земной поверхности в зонах риска без угрозы жизни человека, получать информацию оперативно и достоверно в цифровом формате.

Ключевые слова: горныеработы, нарушенные земли, цифровые карты

Сулюктинское буроугольное месторождение расположено в межгорной котловине на юго-западных склонах Ферганской долины в зоне северных предгорий Туркестанского хребта и административно относится Ляйлякскому району Баткенской области Кыргызской Республики.

Месторождение по геоморфологическим и структурным признакам делится на четыре площади: Западную, Кошбулакскую, Хоросанскую и Кокинесайскую. Добыча угля подземным способом на месторождении начата в 1961 году двумя шахтами, в 1976 и 1981 годах были введены в эксплуатацию еще одна шахта и один угольный разрез. В настоящее время, в пределах месторождения действуют 40 частных угольных шахт (ОсОО и ИП), из них более 30 шахт отрабатывают предохранительные целики и защитные пачки угля на ранее отработанных и законсервированных шахтах. Около 10 шахт ведут добычу угля на новых участках месторождения. На территории месторождения развиты оползни и провалы земной

поверхности, поэтому была необходимость проведения мониторинга состояния нарушенных земель [1,2].

Анализ, обобщение и практика ведения горных работ по добыче угля на шахтах в настоящее время, показывает, что пройденные выработки в период первой половины прошлого столетия не доступны, полностью разрушены из-за обрушения кровли и пучения почвы горных выработок [3].

При разработке Сулюктинского месторождения под влиянием образующихся в горном массиве пустот, осущения пород от подземных грунтовых вод происходит изменение напряженного состояния горных массивов, нарушение равновесия, перемещение и деформирование вмещающих уголь пород, и изменение гидрогеологических условий. То есть, происходит сдвижение горных пород [3].

Таким образом, образования в кровле подземных выработок куполов значительных размеров и пучения почвы горных выработок приводят к перераспределению природных напряжений в массивах вокруг пройденных выработок, тем самым изменяя природное напряженно-деформированное состояние породного массива месторождения, и что вероятно, они могут вызывать сдвижения вышележащих горных пород в сторону выработанного пространства и деформации земной поверхности в виде провалов (рис.1) и оползней (рисунок 2).



Рисунок 1. Провал земной поверхности над подземными горными выработками [4]



Рисунок 2. Фрагмент созданного ортофотоплана над шахтой №2/4 Сулюктинского буроугольного месторождения [4]

Для мониторинга земной поверхности Сулюктинского месторождения на территории общей площадью 6000 гектаров проведены съёмки БПЛА, рекогносцировочные на 1170 гектарах, в том числе территории 12 шахт площадью 970 гектаров, обработаны материалы и созданы 16 цифровых карт территорий, нарушенных провалами земной поверхности и оползнями.

Получить такие результаты оперативно и достоверно позволили цифровые технологии с применением беспилотных летательных аппаратов и специальной программы Agisoft PhotoScan Professional и горно-геологическая информационная система Micromine.

С целью обеспечения выполнения аэрофотосъемок с применением БПЛА с погрешностью заданными допущениями, была разработана методика применения

беспилотных летательных аппаратов в условиях Сулюктинского буроугольного месторождения, приведеннаянарисунке 3.

Разработанная методика состоит из 6 блоков, из которых 5 блоков требований, за исключением Блока—4, можно принять условно «постоянными». Блок—4 следует понимать, как условно «переменное», так как в полевых условиях необходимо выбирать вариант маршрута полета в зависимости от поставленной задачи. Для этих целей разработаны и были использованы в полевых условиях несколько вариантов схем маршрутов полета БПЛА, которые приведены в таблице 1.

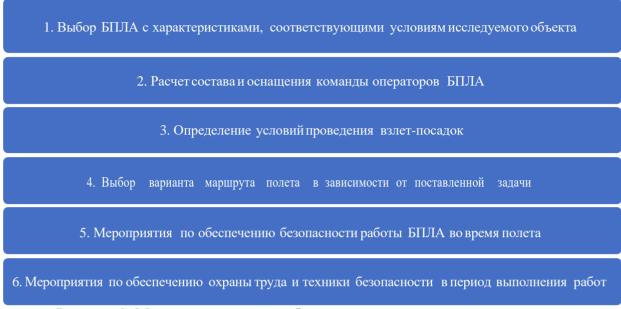


Рисунок 3. Методика применениябеспилотныхлетательных аппаратов в условиях Сулюктинского буроугольного месторождения [4]

Таблица 1 — Варианты схем маршрутов полета БПЛА в зависимости от поставленной задачи [4]

Поставленная задача	Наименование схемы маршрута	Вариант схемы
Рекогносцировка, общий осмотр территории	Замкнутый	1
Съемка отдельных участков	Параллельный	2
Повторная съемка участков или объектов с известными координатами	Круговой	3
Съемка линейных объектов (дороги и др. с большой протяженностью)	Линейный	4
В ряде случаев, нерассмотренных данной методике	Комбинированный	5

При подготовке маршрута оператору необходимо учитывать максимальную ширину поля зрения фотокамеры БПЛА на заданной высоте его полета.

В период выполнения полевых исследований, в условиях Сулюктинского буроугольного месторождения, маршрут полетов прокладывался так, чтобы края поля зрения камеры перекрывали соседние поля примерно на 60-70%, как показано на рисунке 4, а также необходимо рассчитать места поворотных точек БПЛА с «прямой» на «разворот» и с «разворота» на прямую».

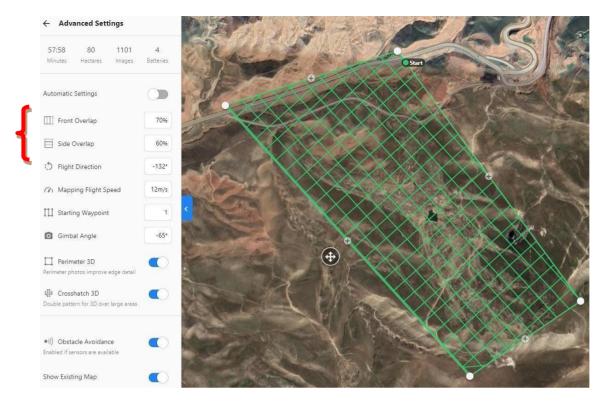


Рисунок 4. Пример перекрытия соседних полей полем зрения камеры на проекцию в горизонтальной плоскости с учетом точек разворота БПЛА (Front Overlap, Side Overlap) [2]

В результате проведенных работ была отработана технология цифровой аэрофотосъемки местности с привязкой к опорным точкам с известными координатами по разработанной методике применения БПЛА в условиях Сулюктинского буроугольного месторождения. Это позволило получить результаты обработки аэрофотоснимки с высокой точностью и детальную трехмерную модель местности.

Полученное облако точек по своей детальности и точности не уступает традиционным методам создания топографической основы, для решения инженерных задач, но в тоже время, современные алгоритмы классификации данных обеспечивают распознавание поверхности земли со всеми исследуемыми объектами во взаимосвязи в пространстве и во времени.

#### Список использованной литературы:

- 1. Умаров Т.С., Абдиев А.А., Исаев Б.А., Абдылдаев А.Е., Умаров А.Т. Ландшафтнотопографическая характеристика Сулюктинского буроугольного месторождения. [Текст]: / Т.С. Умаров, А.А. Абдиев, Б.А. Исаев, А.Е. Абдылдаев, А.Т. Умаров/Современные проблемы механики, №3, Изд-во ИГиОН НАН КР, Бишкек, 2021. с. 17-22.
- 2. Абдиев А.Р., Казатов У.Т., Раимбеков Б.Д., Бекбосунов Р.Р., Аширбаев Б.Т. Горногеологическая характеристика Сулюктинского буроугольного месторождения. [Текст]: /А.Р. Абдиев, У.Т. Казатов, Б.Д. Раимбеков, Р.Р. Бекбосунов, Б.Т. Аширбаев/Современные проблемы механики, №3, Изд-во ИГиОН НАН КР, Бишкек, 2021. с. 22-29.
- 3. Мамбетов Ш.А. Горные работы в условиях Тянь-Шаня. [Текст]: монография/Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов// Изд-во КРСУ, Бишкек, 2013. 282 с.
- 4. Промежуточный отчет НИР «Научно-техническая оценка нарушенных горными работами земель и создание цифровых карт (на примере Сулюктинского буроугольного месторождения)». г. Бишкек. 2021 г. 61 с.

# ЭФФЕКТИВНОЕ ВНЕДРЕНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МАКРОМАЙН В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС

Казатов У.Т. - PhD-докторант КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)
Миргазиева К.М. - магистрант КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)
Абыкеев Б.Т. - магистрант КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)
Жолочуев Б.Ж. - магистрант КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)
Абдиев А.Р. - д.т.н., профессор (НТЦ им. проф. Ш.А. Мамбетова «Геоквантум»
КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)

**Аннотация.** В статье представлены результаты мониторинга земель, нарушенных на территории Сулюктинского буроугольного месторождения в Баткенской области Кыргызской Республики. В ходе исследований установлено, что применение беспилотных летательных аппаратов для составления цифровых карт поверхности земли и изучения нарушенных земель на территории месторождения позволяет проводить регулярный мониторинг земной поверхности в зонах риска без угрозы жизни человека, получать информацию оперативно и достоверно в цифровом формате.

Ключевые слова: информационные системы, учебный процесс, компетентность

КГ-МИ им. акад. У. Асаналиева при КГТУ им. И. Раззакова осуществляет свою образовательную деятельность по 31 образовательным программам высшего профессионального образования, послевузовского образования и дополнительного образования, из них:

подготовка бакалавров по 4 направлениям;

подготовка специалистов высшего профессионального образования по 5 специальностям;

подготовка магистров по 8 направлениям;

подготовка PhD-докторантов по 2 направлениям;

подготовка по 12 программам дополнительного образования.

По всем образовательным программам проведена независимая аккредитация, что подтверждено соответствующими сертификатами.

Внедрение мощных, современных специализированных программных комплексов на горнодобывающих предприятиях, предусматривает вовлечение специалистов всех звеньев горнопромышленного комплекса, требует соответствующего уровня их профессиональной подготовки, т.е. их компетентности при решении соответствующих задач с помощью имеющегося программного обеспечения [1].

Интенсивный и постоянный процесс развития технических средств и технологий, обеспечивающих решение многообразных геолого-маркшейдерских задач при разработке месторождений полезных ископаемых, актуализирует задачу подготовки квалифицированных кадров для горнодобывающей отрасли. Одним из значимых направлений в данной области является развитие горных информационных технологий, позволяющих осуществлять анализ и контроль исходной информации, моделирование месторождений и оценку запасов, а также проектирование и планирование горных работ.

В этой связи подготовка специалистов в области горного дела, владеющих пусть даже на базовом уровне пользования некоторыми интегрированными системами, позволяет выпускнику адаптироваться к производственному процессу в условиях горного предприятия.

Одним из распространенных и всемирно признанных программных комплексов для решения ряда задач горнопромышленного комплекса является Micromine, разработанный австралийской компанией Micromine Pty Ltd.

Программный комплекс Micromine направлен на решение задач, связанных с разведкой и эксплуатацией месторождений полезных ископаемых и разрабатывался специалистами

горно-геологической промышленности.

ГГИС Micromine предусматривает полный набор инструментов для решения таких задач как: создание базы геологоразведочных данных (по скважинам, бороздам и т.д.), данных опробования и работа с ними; производство интерактивного трехмерного моделирования горных объектов и непосредственно работа с ними; выполнение статистического анализа геологоразведочной информации; создание горно-геологических планов, разрезов, графиков; построение блочных моделей с заданным размером элементарных блоков; выполнение оценки запасов в пределах созданных моделей; проектирование подземных и открытых горных работ и пр.

В 2012 году наш университет и представительство компании Micromine Центральная Азия приступили к реализации совместного проекта по подготовке специалистов в области геологии, горного дела и маркшейдерского обеспечения. В рамках заключенного договора, компания Micromine, на безвозмездной основе передала университету лицензионный ключ на 15 рабочих мест. Так же были предоставлены вспомогательные материалы по дисциплинам базового уровня.

В 2018 году нашему университету, представительство компании Micromine Центральная Азия дополнительно передало 15 лицензионных ключей на безвозмездной основе.

В 2018 и 2022 годах компания Micromine предоставила возможность шести молодым преподавателям пройти продвинутые курсы для преподавателей, ориентированные на работу с ГГИС Micromine. Эти курсы проводились на базе учебного класса в городе Алма-Ате.

С 2013 года ГГИС «MICROMINE» был внедрен в образовательный стандарт и учебный процесс нашего университета обязательной дисциплиной «Компьютерное моделирование месторождений полезных ископаемых в Micromine» для студентов горного, металлургического и геологоразведочного направлений обучения (рис.1). Для проведения полноценных занятий, университетом было закуплено современное компьютерное оборудование, изданы учебные методические издания.

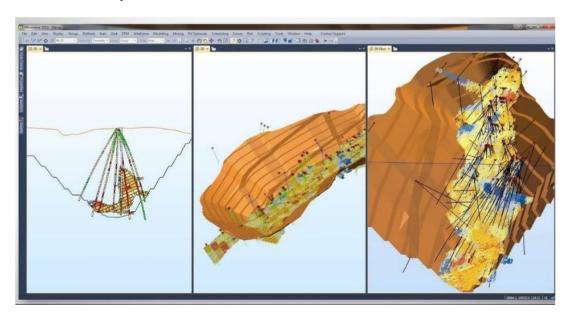


Рисунок 1. Моделирование карьера в ГГИС Micromine [2]

Учебно-методические материалы разрабатывались на основе геолого-маркшейдерских данных, представленных компанией Micromine. В основе программы обучения заложена задача обучения студентов функционалу программы, а также процессу технического ведения горных и геолого-маркшейдерских работ наместорождении.

На основе программного комплекса ГГИС Micromine осуществляется разработка расчетно-графических и лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов студентов, диссертационных работ магистрантов, аспирантов, докторантов и преподавателей [3].

Результаты эффективного внедрения ГГИС-технологий в учебный процесс нашего университет, плодотворная многолетняя работа только укрепили крепкие отношения нашего университета и компании Micromine. В текущем году, компания Micromine передала нашему университету 15 лицензионных ключей новейшего программного комплекса Alastri.

## Список использованной литературы:

- 1. Умаров Т.С. Опыт внедрения отечественного программного продукта Dolon Systems в горную промышленность и в систему образования Кыргызской Республики / Т.С. Умаров, Т.С. Узбеков, С.Ы. Алтыбаев // Вестник КРСУ. 2023. Т. 23. № 8. С. 72-76.
- 2. Федорова Н.В. Опыт применения цифровой блочной модели медно-золоторудного месторождения для оптимизации границ карьера / Н.В. Федорова, А.А. Абдиев, А.Б. Ороков и др. // Вестник КРСУ. 2023. Т. 23. № 8. С. 172-178.
- 3. Мамбетова Р.Ш. Исследования гидрогеологических условий Сулюктинского буроугольного месторождения для создания естественной цифровой гидродинамической модели / Р.Ш. Мамбетова, А.А. Абдиев, А.Р. Абдиев // Вестник КРСУ. 2023. Т. 23. № 8. С. 150-155.

УДК 622.272

# **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗУЧЕНИИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОДЗЕМНЫХ** ГОРНЫХ РАБОТ НА ЗЕМНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

**Абдиев А.Р. -** д.т.н., профессор (НТЦ им. проф. Ш.А. Мамбетова «Геоквантум» КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)

**Шамганова** Л.С. - д.т.н., член-корреспондент НАН РК (Институт горного дела им. Д.А. Кунаева (Алматы)

Казатов У.Т. - PhD-докторант КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек) Раимбеков Б.Д. - PhD-докторант КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек) Абдиев А.А. - PhD-докторант КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек) Асанбаев К.О. - студент КГТУ им. И. Раззакова (Бишкек)

**Аннотация.** В статье представлены результаты изучения воздействия подземных горных работ на земную поверхность Сулюктинского буроугольного месторождения в Баткенской области Кыргызской Республи ки. В ходе исследований установлено, что применение цифровых технологий позволяет оперативно и достоверно получить трехмерную модель исследуемых участков, и в целом месторождения, с учетом физико-механических свойств пород, слагающих массив месторождения на различных ее участках под влиянием геомеханических факторов.

**Ключевые слова:** подземные горные работы, свойства пород, геомеханика, трехмернаямодель

Исследования влияния подземных горных работ на земную поверхность по работам показали [1,2], что основы применяемых в настоящее время в нормативно-инструктивных документах методик прогнозирования деформаций земной поверхности и проектирования сооружений на подрабатываемых территориях были заложены еще в 70-е годы прошлого столетия [3], и характер получаемой информации по ним не учитывают перегрузку деформаций земной поверхности с учетом новых данных о случайных составляющих процесса сдвижения, современных глубин разработки, горнотехнических параметров и

развития инфраструктуры шахтерских городов в единой системе координат во взаимосвязи между собой в пространстве и во времени с учетом геомеханических факторов [2].

Таким образом, из проведенного обзора и анализа научно-технических достижений в оценке нарушенных подземными горными работами земель и создания цифровых карт с применением БПЛА видно, что: на нарушение земель подземными горными работами оказывает влияние вертикальная зональность климата, рельеф, сложность геологического строения и литологический состав и свойства пород, глубина подземной разработки, скорость продвигания очистной выемки полезного ископаемого, геомеханические факторы и др. [2]; а, на создание цифровых карт с применением БПЛА – отсутствие или недостаточность нормативно-правовых нормативно-технических документов. инструктивных И методических материалов [2]. Таким образом, для оценки возможного образования провалов на земной поверхности значительный интерес представляют изучение зон обрушения горных пород и земной поверхности над подготовительными выработками, а также отработка в условиях Сулюктинского буроугольного месторождения предохранительных целиков на отработанных и законсервированных шахтах, была разработана технологическаяя схема выполнения экспериментальных (полевых) исследований и обработки приведеннаявыше и методика обследования(рис.1).

- 1. Выбор подземных подготовительных выработок с характеристиками, соответствующими условиям исследуемого объекта
- 2. Изучение горно-геологических условий горного массива пройденной подготовительной выработки и предохранительных целиков

Изучение параметров, порядка проведенияподготовительных выработок и отработки предохранительных целиков

- 4. Изучение трещиноватости горного массива вокруг выработки и целика
- 5. Отоо образцов для изучения физико-механических свойств породгорного массива вокруг подготовительных выработок
  - 6. Мероприятия пообеспечению охраны труда и техники безопасности в период выполненияработ

Рисунок 1. Методика обследования подготовительных выработок и отработки предохранительных целиков в условиях Сулюктинского буроугольного месторождения

В период выполнения полевых исследований, в условиях Сулюктинского буроугольного месторождения, обследования проводились согласно требованиям инструкций и руководств. При этом особое внимание уделялось представительности участков выработок, целиков и образцов геологическому строению месторождения, ориентации их относительно залегания пласта, глубины от земной поверхности.

После выбора участков выработок производилась привязка устьев штолен, вскрывающих шахтное поле и далее точек отбора проб к координатной системе созданных цифровых карт земной поверхности месторождения [2]. Цель привязки — создание цифровых карт подземных горных выработок, привязка подземной сети выработок, точек обора проб, их местоположения и геометрических параметров в единую цифровую трехмерную модель поверхности земли и подземных горных выработок на отдельных шахтах к которым имеется доступ или имеются картографические материалы подземных горных выработок.

В результате полевых и лабораторных исследований были определены физикомеханические свойства угля и вмещающих пород (табл.1), а по результатам обработки материалов, на основе:

численного моделирования напряженно-деформированного состояния породного массива в программе RS (Finite Element Method) в двухмерной постановке;

обработки результатов макродеформационных шахтных наблюдений с применением упрощенной съемки смещения стенок выработки в программе Surpac с анализом в программе Phase 2:

обработкой свойств породв программе Roclab,

были получены предварительные прогнозируемые (ожидаемые) эпюры напряжений модели напряженно-деформированного состояния горных массивов вокруг, а также построена трехмерная модель исследуемых участков месторождения в программе Micromine (рис,2) [3].

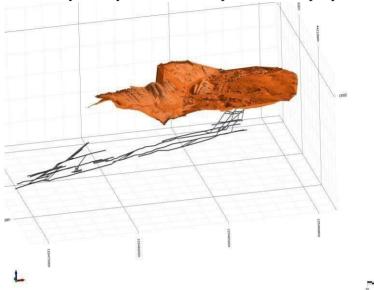


Рисунок 2. Трехмерная цифровая модель поверхности земли и подземных горных выработок на участке проявления оползня

Таблица 2 – Физико-механические свойства пород

<b>№</b> породы	на влажи	ствен- ая ность,		ьный г/см <sup>3</sup>		бъемн ороды				Про		рочнос /см <sup>2</sup>	сти,	я, град	2	Юі 1х1		-	фициент сона, рет
	тй		ıй		возду	/шно- кой	, <del>,</del>		ґь, %	однос сжа		растя	жение	трения,	$\kappa \Gamma/c M^2$				
	интервал значений	ср. значение	интервал значений	ср. значение	интервал значений	ср. значение	абсолютно сухой	насыщенный	Пористость,	интервал значений	ср. значение	интервал значений	ср. значение	Угол внутренего	Сцепление,	интервал значений	ср. значение	интервал значений	ср. значение
1	2,10 2,57	2,41	2,61 2,66	2,64	2,10 2,21	2,18	2,13	2,32	19	114 181	150	16 26	23	40	35	-	0,41	-	-
2	0,94	1,27	1,47	1,58		1,44	1,42	1,52	10	112	164	9	11	50	26	-	0,42	-	0,29
3	1,32 0,97	1,24	1,64 2,76	2,78	1,50 2,28		2,30	2,46	16	195 230	240	13 26	37	35	60	_	0,38	_	0,34
3	1,29	1,24	2,79	2,70	2,35		2,30	2,40	10	261	240	50	31	33	00		0,50		0,54
4	1,01	1,26	260	2,63	,	216	2,13	2,42	19	78	111	17	21	45	25	-	-	-	-
	1,30		2,64		2,18					133	101	28	•						
5	1,87 2,23	2,11	2,57 2,61	2,59	2,25 2,34	2,28	2,23	2,37	14	144 203	181	14 33	20	50	35	-	-	-	-

<sup>\*</sup>Порода №3 — сланец глинистый, плотный, отобрана в качестве образца из шахты №18. Порода №4 — также, сланец глинистый, плотный, отобрана в качестве образца из шахты №2/4. Оба образца взяты в кровле пласта. Однако, как видно из таблицы 2, значения предела прочности на одноосное сжатие, растяжение, угла внутреннего трения и сцепления, у них разные, отличаются в 2 и более раза.

В результате проведенных работ была отработана разработанная в рамках исследований методика обследования подготовительных выработок и отработки предохранительных целиков в условиях Сулюктинского буроугольного месторождения. Это позволило получить результаты обработки с высокой достоверностью и детальную трехмерную модель горного массива участков обследованных подготовительных выработок с учетом всех выявленных факторов воздействия подземных горных работ на провалы земной поверхности вызывающих оползневые явления на склонах гор.

## Список использованной литературы:

- 1. Мамбетов Ш.А. Горные работы в условиях Тянь-Шаня. [Текст]: монография/Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов// Изд-во КРСУ, Бишкек, 2013. 282 с.
- 2. Заключительный отчет НИР «Научно-техническая оценка нарушенных горными работами земель и создание цифровых карт (на примере Сулюктинского буроугольного месторождения)». г. Бишкек. 2023 г. 124 с.
- 3. Указания по охране сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях Средней Азии. М.: Минуглепром СССР, 1971 г.
- 4. Umarov T., Abdiev A., Moldobekov K., Mambetova R., Abdiev A., Isaev B. Creation of digital maps of land disturbed by mining operations. [Tekct]: /T. Umarov, A. Abdiev, K. Moldobekov, R. Mambetova, A. Abdiev, B. Isaev// E3S Web of Conferences, 420, 03023, 2023. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342003023
- 5. Kazatov U., Raimbekov B., Bekbosunov R., Ashirbaev B., Abdiev A., Orokov A. Some results of the study of rock properties of the Sulukta deposit. [Tekct]: /U. Kazatov, B. Raimbekov, R. Bekbosunov, B. Ashirbaev, A. Abdiev, A. Orokov// E3S Web of Conferences, 431, 03009, 2023. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202343103009

УДК 622.271

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБРОСОВ МЕТАНА ИЗ ВЫРАБОТАННЫХ ПРОСТРАНСТВ НА ШАХТАХ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА

Пак Г.А. - кафедра МДиГ КарТУ, Караганда Долгоносов В.Н. - д.т.н., КарТУ, Караганда Щенников В.Н. - магистрант, КарТУ Старостина О.В. - к.т.н., КарТУ

Аннотация. Результаты исследований, выполненных на шахтах «Саранская» и «Сокурская» Карагандинского угольного бассейна, позволили установить общие закономерности процесса сдвижения массива горных пород при его подработке (обрушения основной кровли) и интенсивности газовыделения из выработанного пространства [1 - 4]. В выработанном пространстве, по мере подвигания лавы, происходят периодические шаги обрушения основной кровли и выбросы метана. Эти различные по своей природе процессы имеют общий период. При этом именно геомеханические процессы (обрушение кровли) определяют динамику газовыделения.

Главная идея исследований заключается в том, что необходимо рассматривать геомеханические процессы (сдвижение горных пород – обрушение кровли) и газодинамику совместно, а не отдельно друг от друга, так как геомеханические процессы обуславливают периодичность загазирования горных выработок.

Первоисточником метана является угольный пласт и вмещающие горные породы, однако, при подвигании забоя (особенно в коренных лавах без надработки) образуется выработанное пространство с куполом сдвижения. Если сдвижение не дошло до поверхности

(такая ситуация возникает при наличии в кровле крепких пород-мостов и глубинах свыше 300м), то выработанное пространство замкнуто сверху и представляет собой «мешок» для сбора метана! Именно в куполах накапливается метан в чистом виде, как самый легкий газ рудничной атмосферы, причем в больших объемах.

На сегодняшний день нет четкого представления о том, какую опасность таят в себе заполненные метаном старые или действующие выработанные пространства с куполами сдвижения, где накоплены миллионы кубических метров газа, который очень удобно отводить и использовать. Но если при отработке соседних участков в результате сдвижения массива произойдет «разгерметизация» данных «газовых мешков», то это прямой путь к катастрофе! Горные выработки будут моментально загазированы, и высока вероятность взрыва. Данная гипотеза находит трагические подтверждения в случаях взрывов, произошедших в последние десятилетия на шахтах России и Карагандинского угольного бассейна, которые унесли жизни сотен горняков.

Выполненные наблюдения за периодическими осадками (шагами обрушения) основной кровли на шахтах «Саранская» и «Сокурская» показали, что в начальный момент, после очередного обрушения основной кровли, состояние груди угольного забоя лавы очень хорошее, устойчивое и оно сохраняется примерно до середины пролета последующего шага обрушения. С этого момента начинает проявляться с нарастающей силой горное давление, в результате которого в лаве происходит отжим метана из угольного пласта и вышележащих слоев пород.

Интенсивность газовыделения резко возрастает перед очередным обрушением основной кровли (как правило, в 3-5м от точки обрушения). В момент обрушения, особенно когда в почве и кровле пласта залегают крепкие слои пород, возникает эффект «воздушного удара» с нарушением установившегося режима вентиляции и частичным выбросом метана из куполов в горные выработки. Мощность таких выбросов зависит от физико-механических характеристик вмещающих пород, а также от природной газоносности пласта и окружающих горных пород, попадающих в зону сдвижения. В этот период крайне важно, чтобы дегазационная система работала эффективно, так как возможно возникновение аварийной ситуации из-за резкого увеличения содержания метана в горных выработках.

Есть еще одна опасность со стороны заполненного метаном выработанного пространства, когда очистные работы в пределах выемочного столба уже закончены. При демонтаже лавы, когда прекращается работа дегазации и начинается демонтаж секций, из-за обрушения пород кровли под удаленной секцией крепи происходит нарушение схемы проветривания и может произойти выброс накопившегося метана из выработанного пространства в прилегающие горные выработки.

После изоляции отработанных участков в течение длительного времени в результате действия горного давления метан «выжимается» из окружающего массива в выработанное пространство и в результате происходит дальнейшая «подпитка» метана в замкнутом объеме. Создаются условия прорыва газа из выработанных пространств ранее отработанных лав в горные выработки при сбойках и через трещиноватые оставленные целики, которые подвераются опорному давлению. Эта ситуация таит в себе очень большую опасность. Так на шахте «Сокурская» 20 февраля 1978 года (система отработки лав «через панель») при ведении подготовительных работ вприсечку к выработанным пространствам произошел выброс метана в горные выработки на стадии окончания нарезных работ в момент сбойки горных выработок. В результате горные выработки были загазированы и произошел взрыв, унесший жизни 76 горняков.

Еще более непредсказуемая и опасная ситуация возникает в момент обрушения основной кровли, которая приводит к объединению выработанных пространств, например, при отработке спаренных лав или же отработке нижележащего столба вприсечку к коренной лаве.

Таким образом, процессы сдвижения горных пород, обрушения основной кровли и выбросы метана из призабойной части пласта и выработанных пространств неразрывно

связаны между собой. На основе прогноза газовыделения при ведении очистных работ на планируемом добычном участке можно определить необходимую производительность дегазационных систем и разработать график загрузки каптируемого метана. Данный прогноз необходимо выполнять ещё на стадии проектирования вентиляции угольных шахт. По данным прогноза должны приниматься технические решения по обеспечению проветривания, дегазационных мероприятий и допустимой нагрузки наочистной забой.

Разработанная методика прогноза обрушений и газовыделения [1, 5] позволяет рассчитывать значение абсолютного газовыделения при заданных (плановых) нагрузках на очистной забой и получить прогноз метанообильности и газодинамической опасности разрабатываемых лав.

Закономерность, связывающаявыбросы газа из очистного пространства с приближением лавы к точке обрушения основной кровли, была выявлена при отработке одиночной лавы 53К-7-ЮЗ на шахте «Сокурская» в 1993 — 1995 годах. Горнотехнические параметры лавы 53К-7-ЮЗ: длина столба 1690 м, длина лавы 155 - 160м, угол падения 25 - 35°, вынимаемая мощность 2,9м. При отработке данной лавы с выдержанными горногеологическими условиями четко прослеживались периодические шаги вторичных обрушений, которые по своей силе и интенсивности от начала и до конца отработки различались незначительно (таблица 1).

1 40311	нца г даты загазирован	in y lacika habbi 5510 / 105	
№	Дата обрушения	Фактическое содержание метана на исходящей струе лавы, %	Шаги вторичного обрушения, м
лава 531	К-7-Ю3, шахта «Сокурская	H>>	
1	03.01.1994г.	1,4	34
2	16.01.1994г.	1,2	36
3	09.02.1994г.	1,7	35
4	04.03.1994г.	1,5	34
5	21.03.1994г.	2,4	36
6	12.04.1994г.	2,0	35

Таблица 1 – Даты загазирования участка лавы 53К-7-ЮЗ

Величину шагов обрушения можно было определить косвенным путем по всплескам содержания метана из выработанного пространства на исходящей струе лавы.

На шахте «Сокурская» была принята схема опережающей отработки менее опасного по газодинамическим явлениям пласта К-7, при которой происходила подработка весьма газоносных (до 23 м³/т) и опасных пластов К-10 («Феликс») и К-12 («Верхняя Марианна»). Эффективных способов дегазации (до момента достижения газовыделения в лаве порядка 80—90 м³/мин) не было и в этих условиях всплески содержания метана на исходящей струе лавы прослеживались весьма четко. В таблице 1 приведены даты выбросов метана (даты загазирования участка) и фактическое содержание метана на исходящей лавы, превышающее предельно допустимое значение, регламентированное «Правилами безопасности в угольных и сланцевых шахтах» [6].

Как следует из таблицы 1, даты обрушений совпадают с датами загазирования участка, что убедительно подтверждает существующую взаимосвязь между шагами обрушения и выбросами газа.

Полученные результаты по газовыделению также хорошо соответств уют фактическим данным. Так, в лаве 53 K7-Ю3 общий объем выделившегося метана составил 48,2 млн.  $m^3$ , а по прогнозу - 49,1 млн.  $m^3$ .

Расчеты выполнены при помощи специально разработанной компьютерной программы.

При увеличении нагрузки на очистной забой увеличивается интенсивность газовыделения.

Зависимость интенсивности газовыделения от нагрузки для лавы 53 К7-Ю3 представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Зависимость газовыделения от нагрузки на лаву 53 К7-ЮЗ

Нагрузка на очистной забой, тонн/сутки	1000	1500	3000	5000
Максимальная интенсивность газовыделения из лавы, м <sup>3</sup> /мин	75,5	113,4	226,8	378,1

График зависимости газовыделения от нагрузки на лаву 53 K7-Ю3 представлен на рисунке 2.

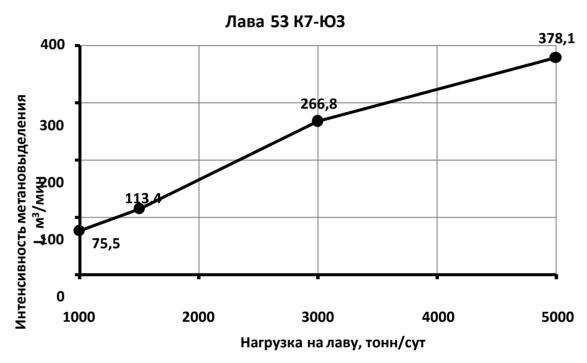


Рисунок 2. График зависимости интенсивности метановыделения от суточной нагрузки на лаву

Прогноз шагов обрушения имеет исключительно важное значение для обеспечения безопасности ведения горных работ. Кроме того, знание точек обрушения позволит существенно увеличить объем добычи в любой лаве. Помимо существенного экономического эффекта, данная технология позволит значительно сократить пожароопасные потери угля в завале.

Решение перечисленных взаимосвязанных задач актуально на всех стадиях освоения угольного месторождения: при проектировании, строительстве и эксплуатации шахты. Использование данной методики позволит достичь максимального экономического эффекта, а главное — обеспечить безопасность за счет объективного прогноза газовыделения и знания времени и места опасных периодов, связанных с обрушением основной кровли.

#### Список использованных источников

- 1. Долгоносов В.Н., Пак Г.А., Дрижд Н.А., Алиев С.Б., Низаметдинов Ф.К. Геомеханические и газодинамические процессы в угольных шахтах. Караганда: Издательство КарГТУ 2012, 214 с.
- 2. Пак Г.А., Долгоносов В.Н. Расчет шагов обрушения основной кровли и газовыделения на шахтах Карагандинского бассейна. Новости науки Казахстана, Алматы, НЦНТИ, № 2, 2009, с.

- 3. Пак Г.А., Долгоносов В.Н. Проверка достоверности прогноза шагов обрушения основной кровли по лаве 64К-10В на шахте «Саранская». Геология и охрана недр, Алматы, №3(32) 2009, с. 79-80.
- 4. Шпаков П.С., Пак Г.А., Долгоносов В.Н. Взаимосвязь шагов обрушения основной кровли и интенсивности газовыделения на шахтах «Сокурская» и «Саранская» Карагандинского бассейна. Научно-технический и производственный журнал «Маркшейдерия и недропользование», №6, Москва, ноябрь-декабрь 2009, С. 70-72.
- 5. Методика расчета шагов обрушения основной кровли и прогноз газовыделения на шахтах Карагандинского бассейна. Безопасность труда в промышленности, № 10, 2010г, Москва, с. 31 -34.
- 6. Правила безопасности в угольных и сланцевыхшахтах. М, «Недра», 1973., 512 с.

УДК: 622.271.322

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ НАПРЯЖЕННОГО И ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НАПОРНОГО ТУННЕЛЯ СВОДЧАТЫМ СЕЧЕНИЕМ

Ботоканова Б.А. - к.т.н., доцент кафедры гидротехнического строительства, Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина; Жумабаев Б. - д.т.н., профессор кафедры механики, Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.И. Ельцина; Суйунтбекова И.А. - к.т.н., доцент кафедры строительной механики и гидротехнического строительства, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова г. Бишкек, Кыргызская Республика

**Аннотация:** В данной статье проведен анализ прогноза распределения напряженного и деформированного состояния вокруг напорного туннеля с сечением свода, используя методику Колосово-Мусхели швили. Туннель расположен в зоне влияния речного каньона горного массива и подвергается гидростатическому давлению воды. Горный массив также подвержен гравитационным силам и горизонтальному тектоническому сжатию-растяжению.

Для прогнозирования полей напряжений была разработана математическая модель начального напряженного массива с учетом горного рельефа. Модель представлена в виде суммы четырех полей напряжений и учитывает воздействие сил гравитации, тектонического сжатия и гидростатического давления воды нанапорный (или безнапорный) туннель.

Используемая методика объединения полей напряжений с помощью отображающей функции обеспечивает приближенное решение задачи для случая, когда туннель находится в области высокой концентрации напряженного состояния горного массива.

**Ключевые слова:** речной каньон, гидростатический напор, деформация, напряжение, конформное отображение, гравитация, растяжение, сжатие.

**Введение.** Использование отображающей функции типа  $z_1 = \omega(\zeta)$ , где  $\zeta = \rho e^{i\theta}$  позволяет эффективно исследовать напряженное состояние горных выработок в условиях высокой концентрации напряжений. Работы Авершина

С.Г. подчеркивают значимость этого подхода. В свою очередь, работы Динника А.Н., Ержановой Ж.С. [4] сосредоточены на исследовании горных выработок, расположенных в области ровной дневной поверхности, без учета влияния горного рельефа и гидростатического напора.

Исследования, проведенные Г.Б. Ходосевичем, и А.А. Аманалиевым, уделяют особое внимание горному рельефу и слоистости массива при изучении горных выработок [2,5], не учитывая при этом гидростатический напор.

В работах Б. Жумабаева и Г.С. Исаевой [3, 6] также рассмотрено напряженное состояние массивов речных каньонов с учетом воздействия водохранилищ, но без учета туннелей.

Для прогнозирования распределения напряжений вокруг напорных туннелей в горной местности необходимо сначала определить начальное напряженное состояние горного массива в зоне влияния речного каньона, где планируется размещение гидротехнического туннеля. Для этого применяется математическое моделирование с использованием метода Колосово-Мусхели швили и аппарата конформного отображения для учета рельефа гор и формы поперечных сечений туннелей [1].

После прогнозирования начального напряженного состояния массивов вокруг гидротехнических туннелей анализируется влияние создания туннеля на распределение напряжений и гидростатического напора воды, что позволяет оценить перераспределение напряжений.

Таким образом, проведенное математическое моделирование с использованием метода Колосово-Мусхели швили и аппарата конформного отображения позволяет прогнозировать распределение напряжений вокруг напорныхтуннелей в горной местности.

Полученные результаты позволяют оценить влияние создания гидротехнического туннеля на напряженное состояние горного массива и гидростатический напор воды.

Данная работа может быть полезна при проектировании и строительстве гидротехнических сооружений, позволяя учитывать особенности воздействия туннелей на окружающую среду и обеспечивать безопасность эксплуатации объектов.

**Основная часть.** Математическая модель напряженно-деформированного состояния горного массива вокруг напорного туннеля с сводчатым сечением с развитыми вертикальными стенками в зоне речного каньона представляется как сумма полей напряжений [7-9]:

$$\sigma^{0} = \sigma^{n} + \sigma^{p} + \sigma^{m} + \sigma^{H}, \quad \sigma^{0} = \sigma^{n} + \sigma^{p} + \sigma^{m} + \sigma^{H}, \quad \tau^{0} = \tau^{n} + \tau^{p} + \tau^{m} + \tau^{H}$$

$$(1)$$

$$x \quad x \quad x \quad x \quad x \quad y \quad y \quad y \quad y \quad xy \quad xy \quad xy \quad xy \quad xy$$

Компоненты напряжений с индексом «*n*» (сверху интегралы от дифференциальных уравнений равновесия)[3, 4, 7]:

$$\sigma^{n} = A \cdot y + T ; \quad \sigma^{n} = A \cdot y; \quad \tau^{n} = A \cdot y;$$

$$x \quad 1 \quad x \quad y \quad 2 \quad xy \quad 3$$
где, 
$$A_{1} = \lambda \cdot \gamma \cdot (1 - k_{c} \cdot \cos \delta); \quad A_{2} = \gamma \cdot (1 - k_{c} \cdot \cos \delta); \quad A_{3} = k_{c} \cdot \gamma \cdot \sin \delta;$$

Здесь обозначены:  $\gamma$  - объемный вес горных пород, как произведение плотности пород и гравитационного ускорения;  $\gamma_c = k_c \cdot \gamma$  - сейсмическ ая сила; g – гравитацион ное ускорение;

 $T_{-x}$  —тек то ни ч еск ое сж атие, пр еим ущ еств ен но е;  $\lambda$  — коэффициент боков ог о распор а;  $k_c$  — коэффиц иент сейсмичнос ти горн ог о реги она;  $\rho_x = k_c \cdot \gamma \cdot \sin\delta$  — гориз онта льная составляющая;  $\rho_y = \gamma \cdot (1 - k_c \cdot \cos\delta)$  — вертикальные составляющие объемной силы.

Компоненты напряжений с индексом «р» сверху  $\sigma^p$ ,  $\sigma^p$ ,  $\tau^p$  в модели (1)  $\tau^p$  обозначают влияние рельефа горного массива. Сумма первых двух полей напряжений иногда

называется начальным напряженным состоянием массива пород с горным рельефом и вычисляется следующими соотношениями:

Поле напряжений (3) на дневной поверхности массива с горным рельефом удовлетворяют следующие граничные условия:

$$(\sigma_{x}^{p} + \sigma_{x}^{n} + T) \cdot (\cos n, x) + (\tau_{xy}^{p} + \tau_{xy}^{n})) \cdot (\cos n, y) = 0$$

$$(\tau^{p} + \tau^{n}) \cdot (\cos n, x) + (\sigma^{n} + \sigma^{p})) \cdot (\cos n, y) = 0$$

$$x \quad xy \quad y \quad y$$
(4)

где, n — направление внешней нормали в какой — либо точке контура.

Методика исследования напряженного состояния массивов с горным рельефом методом Колосова-Мусхели швили более эффективны при использовании конформного отображения и свойств интегралов типа Коши.

Рельеф каньона в разрезе представляет полуплоскость с однимкриволинейным вырезом. Для определения напряжений (3) использованыконформно отображающие функции [7]:

$$z = \omega(\zeta); z = x + i \cdot y; \zeta = \xi + i \cdot \eta; i = \sqrt{-1};$$

$$\omega_0(\zeta) = ib \cdot \zeta (\xi, \eta) + a \cdot \zeta + \omega_0(\zeta);$$

$$\omega_0(\zeta) = \frac{a_1}{(\zeta - 1)} + \frac{b_1}{(\zeta + t_b - i)}.$$
(5)

Здесь вариацией параметров постоянных  $a, a_1, b_1, t_b$  достигается создание разных форм горного рельефа. Компоненты напряжений с индексом «p» сверху определяются для криволинейных координат  $\xi$ ,  $\eta$  через функции Н.И. Мусхелишвили [1, 3].

В этом случае вместо компонентов напряжений  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\tau_{xy}$  вводим новые обозначения для компонентов напряжений  $\sigma_\xi$ ,  $\sigma_\eta$ ,  $\tau_{\xi\eta}$ , которые выражаются функциями  $\Phi(\zeta)$ ,  $\Psi(\zeta)$  и (3) преобразуются с помощью соотношений Колосова-Мусхелишвили [1, 3, 8]:

$$\sigma_{\xi} + \sigma_{\eta} = 2 \left[ \Phi(\zeta) + \overline{\Phi(\zeta)} \right]$$

$$\sigma_{\xi} + \sigma_{\eta} + 2i\tau_{\xi\eta} = 2 \left[ \overline{\omega(\zeta)} \Phi'(\zeta) + \omega'(\zeta) \Psi(\zeta) \right] \cdot \frac{\omega'(\zeta)}{\overline{\omega(\zeta)}}.$$
(7)

Функции  $\Phi(\zeta)$ ,  $\Psi(\zeta)$  являются решением граничной задачи:

$$\Phi(t)\omega(t)' + \overline{\Phi(t)}\omega(t)' + \omega(t)\overline{\Phi(t)'} + \omega(t)'\overline{\Psi(t)} = \left[N(t) - iT(t)\right]\omega(t)',$$

$$\Phi(t)\omega(t)' + \overline{\Phi(t)}\omega(t)' + \omega(t)\overline{\Phi(t)} + \omega(t)'\overline{\Psi(t)} = \left[N(t) + iT(t)\right]\omega(t)'.$$
(8)

Интегралы типа Коши от граничных условий (4) имеют вид:

$$\Phi(\zeta) \cdot \omega'(\zeta) + G(\zeta) = B(\zeta),$$

$$\Psi(\zeta) \cdot \omega'(\zeta) + \Phi(\zeta) \cdot \omega(\zeta) + \Phi'(\zeta) \cdot \omega'(\zeta) - G(\zeta) = A(\zeta),$$

$$G(\zeta) = \frac{-a_1 \overline{\Phi_1}}{[\zeta - i]^2} - \frac{b_1 \overline{\Phi_2}}{[\zeta + t_b - i]_2};$$
(9)

Соотношение (7) и (8) позволяет найти начальное напряженное состояние для криволинейных координат  $\sigma_{\xi}$  ,  $\sigma_{\eta}$  ,  $\tau_{\xi\eta}$  .

Ранее в работах выполнен расчет начального напряженного состояния каньона без туннеля в (3). Численные значения компонентов напряжений для контурных точек каньона в

табл 1. [7] распределения напряжений, вычислены относительно декартовых координат для каждого компонента напряжений нарис.1. с принятыми числовыми значениями:

$$\lambda = 0.5; \ \gamma = 2.75*10^{-2}; \quad T_x = -20M\Pi a$$

$$\sigma_x = -59$$
 MIIa,  $\sigma_y = -20$  MIIa,  $\tau_{xy} = 15$  MIIa.

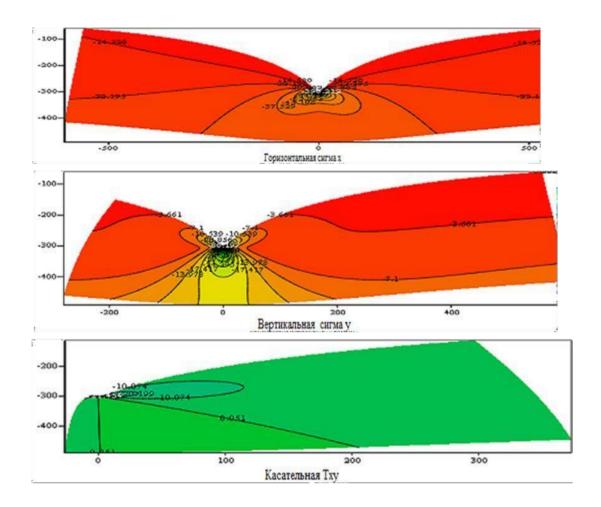


Рисунок 1. Распределения напряжений в массивах каньона

Из рис.1 видно, что максимальная касательная напряжения в зоне влияния каньона составляет 29.4 МПа и по мере удаления от зоны основания 30-50 метров все компоненты напряжений быстро уменьшаются [7]:

Влияния гидротехническ ого туннеля  $\sigma^{H}$ ,  $\sigma^{H}$ ,  $\tau^{H}$  устанавливается путем решения

граничной задачи *хоу* со сводчатым отверстием и моделируется с помощью отображающей функции [8,9]:

$$\omega(\zeta) = e^{i\delta} R[\zeta + \omega(\zeta)];$$

$$\omega(\zeta) = \sum_{k=1}^{5} d_{k}$$
(10)

Здесь  $0 \le \rho \le \infty$  ось положительных чисел,  $0 \le \theta \le 2\pi$  - в радианах; R — коэффициент

изменения размеров отверстия;  $\delta$  — параметр (в радианах) для установления ориентации оси симметрии отверстия относительно горизонтальной оси.

Параметры отображающей функции  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ ,  $d_4$ ,  $d_5$  путем вариации их значений достигаются моделированием разнообразных и сложных форм поперечных сечений туннелей см. рис.2.

$$\omega_{ce} (\rho, \theta) = R \cdot e^{-2} \cdot \left| \zeta(\rho, \theta) + \frac{0.089 \quad 0.0470 \quad 0.0114 \quad 0.037}{\zeta(\rho, \theta)} \right|$$

$$\begin{array}{c} + \\ \zeta(\rho,\theta)^2 \\ (\rho,\theta)^3 \\ + \\ \\ \\ xcb(\theta) = \operatorname{Re}(\omega_{ce}(1,\theta), \quad ycb(\theta) = \operatorname{Im}(\omega_{ce}(1,\theta)) \end{array}$$

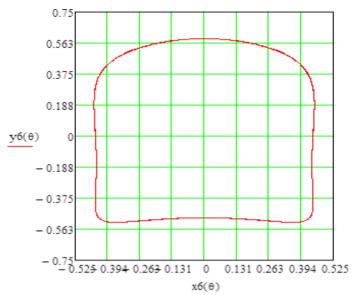


Рисунок 2. Расчетная схема туннеля сводчатым поперечным сечением

Граничные условия удовлетворяются суммой напряжений в контурных точках туннеля, полученной путем сложения первых трех полей напряжений:  $(\sigma_x^p + \sigma_x^n + T_x + \sigma_x^m)$ \*  $(\tau_{xy}^p + \tau_y^p + \tau_y^p) \cos(n, y) = 0$ ,  $(\tau_{xy}^p + \tau_y^p + \tau_y^p) \cos(n, x) + (\sigma_x^p + \sigma_y^p + \sigma_y^p) \cos(n, y) = 0$  (11)

При отображении типа (10) угол  $\alpha$  между направлениями осей  $\partial$  и касательной кривой  $\rho$  определяется формулой:

$$e^{2i\alpha} = \zeta^2 \omega'(\zeta) / \left(\rho^2 \overline{\omega'(\zeta)}\right) \qquad e^{-2i\alpha} = \overline{\zeta}^2 \overline{\omega'(\zeta)} / \left(\rho^2 \omega'(\zeta)\right)$$
 (12)

Поле напряжений при образовании туннеля характеризуется функциями  $\phi(\sigma)$ и  $\psi(\sigma)$ , которые определяются из решения граничной задачи [7-9]:

$$\begin{bmatrix} R\Gamma\sigma + \varphi(\sigma) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R\Gamma + \varphi'(\sigma) \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \omega(\sigma)/\omega'(\sigma) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R\Gamma'\sigma + \psi(\sigma) \end{bmatrix} = 0$$

$$\begin{bmatrix} R\Gamma\sigma + \varphi(\sigma) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R\Gamma + \varphi'(\sigma) \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \omega(\sigma)/\omega'(\sigma) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R\Gamma'\sigma + \psi(\sigma) \end{bmatrix} = 0$$
(13)

Сумма напряжений (1) вокруг туннелей в контурных точках соответствует граничным условиям (4) и описывается сдедующим образом.

$$\varphi\left(\sigma\right) + \frac{\frac{\omega(\sigma)}{\omega'(\sigma)}}{\frac{\omega(\sigma)}{\omega(\sigma)}}, \qquad \varphi\left(\sigma\right) + \psi\left(\sigma\right) = i \int_{s} X_{n} - iY_{n} ds + const$$

$$\varphi\left(\sigma\right) + \frac{\frac{\omega(\sigma)}{\omega'(\sigma)}}{\frac{\omega(\sigma)}{\sigma}}, \qquad \varphi\left(\sigma\right) + \psi\left(\sigma\right) = -i\int_{0} (X_{n} + iY_{n})ds + const$$
(14)

Для определения функций  $\phi(\zeta)$  и  $\psi(\zeta)$  при воздействии гидростатического напора

 $(-P_0)$  на контур туннеля необходимо найти соответствующее решение с учетом следующих граничных условий.

$$\varphi(\underline{\sigma}) + \overline{\varphi'(\sigma)} \cdot [\underline{\omega(\sigma)/\underline{\omega}'(\sigma)}] + \overline{\psi(\sigma)} = -P_0 R \underline{\omega(\sigma)};$$
  
$$\varphi(\sigma) + \varphi'(\sigma) \cdot [\underline{\omega(\sigma)/\omega'(\sigma)}] + \psi(\sigma) = -P_0 R \underline{\omega(\sigma)}.$$
 (16)

Компоненты напряжений  $\sigma^H$  ,  $\sigma^H$  ,  $\tau^H$  или  $\sigma^H$  ,  $\sigma^H$  ,  $\tau^H$  выраж аются через найденны е

из граничного условия (16) функции  $\phi(\zeta)$ ,  $\psi(\zeta)$ в зависимости от поперечного сечения туннеля и от величины напора воды  $P_0$ .

Теперь вычислим значения интегралов типа Коши от правых частей (16) для сводчатых поперечных сечений туннелея.

Интегралы типа Коши от граничных условий в (14) имеют вид [7-9]:

$$\varphi(\zeta) + G(\zeta) = A_0(\zeta); \quad \varphi'(\zeta) \cdot \left[ \frac{\varpi(\zeta)}{\varpi'(\zeta)} + \psi(\zeta) - \frac{1}{G_0} \right]$$

$$A(\zeta) = \sum_{k=0}^{\infty} ca_{\zeta^{-k}}; \quad B(\zeta) = \sum_{s} sa_{\zeta^{-k}};$$

$$0 \qquad k \qquad 0 \qquad k$$

$$r=1 \qquad r=1 \qquad (17)$$

Суммарное поле напряжений в (1), когда напор воды  $P_0 = -30 M\Pi a$ , для контурных точек туннеля для каждого компонента напряж ений  $\sigma^H, \sigma^H, \tau^H$ .

представлено в табл.1. Для выполнения расчетов начальное напряженное состояние принято, как:  $S_x = -20M\Pi a; S_y = -15M\Pi a; S_{xy} = -10M\Pi a;$ 

Таблица 1 - Напряжения на контуре со сводчатым сечением туннеля от напора воды

$σ_ρ(1, θ)$ (ΜΠα)	$\sigma_{\theta}(1,\theta)$ (M $\Pi$ a)	$τ_{ρ\theta}(1, \theta)$ (ΜΠα)
-30	13.790	1.421*10 <sup>-14</sup>
-30	-3.294	3.020*10 <sup>-14</sup>
-30	-27.016	3.109*10 <sup>-14</sup>
-30	-39.251	1.776*10-14
-30	-44.109	1.177*10 <sup>-14</sup>
-30	-46.287	-6.661*10 <sup>-15</sup>
-30	-43.571	5.329*10 <sup>-15</sup>
-30	-32.411	-1.776*10 <sup>-15</sup>
-30	-23.624	1.776*10 <sup>-15</sup>
-30	-20.137	-1.776*10 <sup>-15</sup>
-30	-17.681	-1.776*10 <sup>-15</sup>
-30	-13.511	7.105*10 <sup>-15</sup>
-30	-3.940	1.954*10 <sup>-14</sup>
-30	22.531	-1.066*10 <sup>-14</sup>
-30	99.414	7.727*10 <sup>-14</sup>
-30	105.272	1.759*10 <sup>-14</sup>
-30	23.219	3.908*10 <sup>-14</sup>
-30	-6.724	3.375*10 <sup>-14</sup>

-30	-18.593	-1.776*10 <sup>-14</sup>
-30	-24.981	8.882*10 <sup>-15</sup>

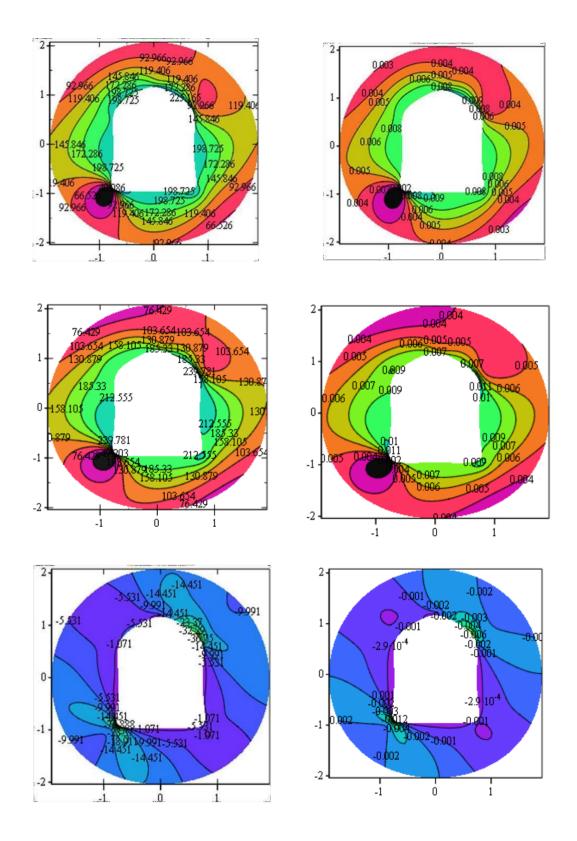


Рисунок 1. Изолинии распределения напряжений (слева) и относительных деформация (справа) напорного туннеля от совместных сил (МПа)

Найденные компоненты напряжений позволили с помощью закона Гука вычислить компоненты относительных деформаций при принятых значениях модуля Юнга  $E=1,71\cdot10^4$  МПа и коэффициента Пуассона v=0,3.

Математическая модель одновременно учитывает влияние на распределение напряжений и деформаций таких факторов, как рельеф гор, гравитационные, тектонические силы и гидростатический напор воды.

#### Заключение.

В результате проведенного исследования была разработана математическая модель для оценки напряженно-деформированного состояния вокруг напорного туннеля со сводчатым поперечным сечением при действии гидростатического давления  $P=-30\,$  МПа. Граничные условия для такого туннеля были решены с высокой точностью, погрешность не превышает  $10^{-14}$ .

Результаты расчетов представлены на рисунке 1 в виде изолиний компонентов напряжений и относительных деформаций вокруг напорного туннеля.

Все необходимые соотношения для вычисления напряжений и деформаций были алгоритмизированы в программе MATHCAD.

Контурные напряжения от действия гидростатического давления вокруг напорного туннеля оказались всегда растягивающими, что представляет опасность для менее прочных горных пород.

Для обеспечения устойчивости напорных туннелей необходимо правильно выбирать типы материалов и методы крепления, учитывая заданные значения давления воды  $P_{\theta}$  и максимальные показатели растягивающих контурных напряжений  $\sigma_{\theta}=105.20$  МПа, указанные в табл.1.

Таким образом, для обеспечения безопасности и устойчивости напорных туннелей важно учитывать особенности напряженно-деформированного состояния и правильно подбирать конструкцию и материалы крепления.

## Список использованной литературы:

- 1. Мусхели швили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости М.: Наука, 1966. 707 с.
- 2. Жумабаев, Б. Г.Б. Ходосевич Распределение вокруг выработок, пройденных в зоне влияния каньона // Напряженное состояние и разгружение горных пород. Бишкек, 1991. С. 157–166.
- 3. Жумабаев, Б. Распределение напряжений в массивах пород с гористым рельефом Фрунзе: Илим, 1988. 190 с.
- 4. Динник, А.Н. Моргалевский А.Б., Савин Г.И. Распределение напряжений вокруг подземных горных выработок // Труды совещания по управлению горным давлением. М., 1938.-C.176-185.
- 5. Аманалиев, А.А. Напряженно-деформированное состояние пород вокруг подземных выработок, пройденных в слоистом массиве горной местности автореф. дис канд. физ.-мат. Наук Бишкек, 1997. 17 с.
- 6. Исаева, Г.С. Метод расчета напряженно-деформированного состояния склонов гор в зонах влияния инженерных сооружений. автореф. дис. канд. физ.-мат. наук. Бишкек, 1999. 21с.
- 7. Ботоканова, Б.А. Баялиева Ж.А., Жумабаев Б. Моделирование и расчет напряженного и деформированного состояния напорных туннелей в массиве вблизи речного каньона // Естеств. и техн. науки. М., 2018. № 5(119). С. 108-118. https://elibrary.ru/item.asp?id=35209824
- 8. Ботоканова, Б.А. Жумабаев Б. Моделирование и прогноз напряженного и деформированного состояния напорного туннеля треугольным сечением // Вестн. науки и образования. М., 2018. Т. 2, № 6 (42). С. 88-97. https://elibrary.ru/item.asp?id=35156386
- 9. Ботоканова, Б.А. Изменения полей напряжений вокруг туннеля со сводчатым сечением от действия напора воды // Изв. ВУЗов Кыргызстана. Бишкек, 2021. № 5. С. 14-20. https://elibrary.ru/item.asp?id=48220823
- 10. Кирьянов, Д.В. МАТСАР 14 СПб: БХВ Петербург, 2007. 685 с.

# ГЕОДЕЗИЯДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР СЕКЦИЯСЫ СЕКЦИЯ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОДЕЗИИ SECTION DIGITAL TECHNOLOGIES IN GEODESY

УДК 622.272

# GOOGLE EARTH ENGINE БАҒДАРЛАМАСЫ АРҚЫЛЫ АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ 2017-2022 ЖЫЛДАР АРАЛЫҒЫНДАҒЫ NDVI ЕСЕПТЕУ

#### Айтбекова Ж.Н.

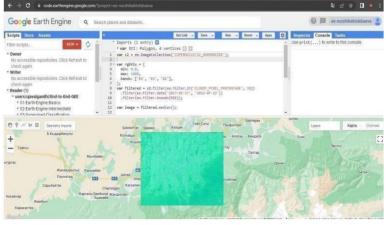
Satbayev University, Алматы қаласы

**Андатпа.** Алматының 30% аумағын саябақтар мен жасыл желектер құрайды. Соңғы кездерде бұл статистика азайып келеді. Өйткені, соңғы жылдары тау бөктеріндегі аумақтарда ағаштарды кесіп, орнына ғимараттар салу, нақатырақ тұрғын үй массивтерін салу көбейіп жатыр. Қала аумағындағы кез-келген құрылыс жұмыстары экологиялық нормаға сай келуі керек. Алматы қаласының атмосфералық ластануына ағаштардың санының азаюыда өз септігін тигізіп жатыр. Топырақтардың құрамындағы ауыр металлдардың: мырыш, кадмий, қорғасын мөлшері нормалық деңгейден 6 есеге дейін асып түскен. Алматы қаласының өсімдік жамылғысының өзгерісін есептеуге болады.

Түйінді сөздер: Экология, өсімдік жамылғысы, кеңістіктік талдау.

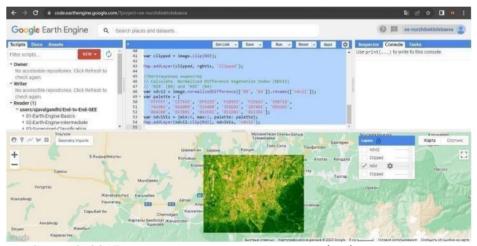
Google Earth Engine кеңістіктік талдау тапсырмаларының кең ауқымын орындауға мүмкіндік береді: Ормандарды кесу, урбанизация және ауыл шаруашылығын қоса алғанда, өсімдік жамылғысының өзгеруін бақылау және талдау; Өсімдік динамикасы, судың қол жетімділігі және климаттық ерекшеліктер сияқты қоршаған орта факторларын зерттеу; Қозғалысты бақылау; Қалалардың өсуі мен инфракұрылымды дамыту модельдерін картағатүсіру және талдау; Тіршілік ету ортасын талдау; Жер бетін жақсы түсіну үшін геокеңістіктік деректерді 2D және 3D форматында визуализациялау.

Алматының 30% аумағын саябақтар мен жасыл желектер құрайды. Соңғы кездерде бұл статистика азайып келеді. Өйткені, соңғы жылдары тау бөктеріндегі аумақтарда ағаштарды кесіп, орнына ғимараттар салу, нақатырақ тұрғын үй массивтерін салу көбейіп жатыр. Оған қоса, қаланың сыртқы аумағындағы "Ароtr Mal East" сауда орталығын тұрғызу үшін 10 мыңнан астам ағаштардың көзі жойылған. Қала аумағындағы кез-келген құрылыс жұмыстары экологиялық нормаға сай келуі керек. Алматы ақалсының атмосфералық ластануына ағаштардың санының азаюыда өз септігін тигізіп жатыр. Топырақтардың құрамындағы ауыр металлдардың: мырыш, кадмий, қорғасын мөлшері нормалық деңгейден 6 есеге дейін асып түскен. Алматы қаласының өсімдік жамылғысының өзгерісін көрі үшін 2017- 2022жылдар аралығын есептейміз.



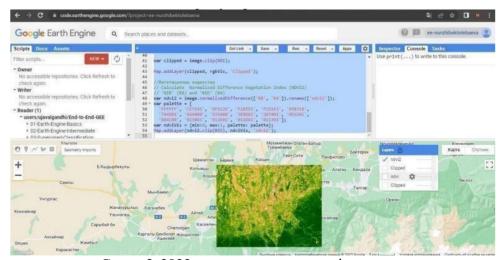
Cypeт 1. Google Earth Engine қажетті ауданды белгілеу

Өсімдік жамылғысын есептеу үшін ғарыштық суреттер қажет болады. Sentinel-2 ғарыштық суреттері арқылы өсімдік жамылғысының 2017-2022 жылдар арлығында өзгергенін көреміз. Sentinel-2 спутниктері жер бетінің суреттерін шамамен 786 шақырым биіктіктен алады, бұл 290 шақырымға кең қамтуды қамтамасыз етеді. Олар жердікүн-синхронды полярлық орбитада айналады, яғни әрбір қайта батқанда олар бірЖергілікті күн уақытында бір аймақтың үстінен өтеді. Бұл тұрақты жарық жағдайларын қамтамасыз етеді және әртүрлі уақытта түсірілген кескіндерді салыстыруды жеңілдетеді. Sentinel-2 спутниктерінеорнатылған МЅІқұрылғысында көрінетіннен инфрақызыл толқын ұзындығына дейінгі 13 спектрлік диапазон бар. Бұл диапазондар өсімдік жамылғысының күйі, өсімдік жамылғысының жіктелуі, жағалау аймағын бақылау және ішкі суларды бақылау сияқты әртүрлі құбылыстарды анықтауға және бақылауға мүмкіндік береді. Sentinel-2 түсірген спутниктік суреттер көпшілікке қол жетімді, бұл зерттеушілерге, ғалымдарға және көпшілікке деректерге қол жеткізуге және оларды кең ауқымды қолдану үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Суреттер қоршаған ортаны бақылау, ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы, қаланың құрылысы, апаттарды бақылау жәнебасқа да көптеген мақсаттарда пайдаланылуы мүмкін.



Сурет 2. 2017 жылғы Алматы қаласының өсімдік жамылғысы

Жасыл желектер таулы аудандар мен қаланың төменгі бөлігінде қалың жасыл аумақтарды қамтып тұр. 2022 жылмен салыстырғанда қаланың көп бөлігіне ғимараттар тұрғызылып, жасыл желектің аумағы азайғанын көріп, салыстыра аламыз. Алматыда саябақтардың саны Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының қажетті нормаларынан 7 есе аз, бірақ ауаның тазалығы, жасыл кеңістіктің деңгейіне байланысты.



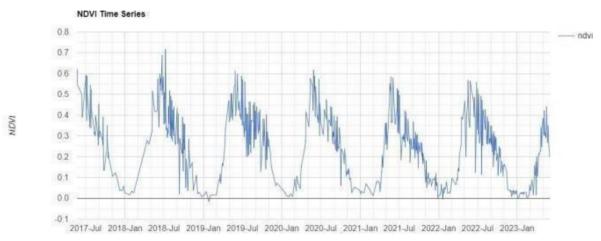
Сурет 3. 2022 жылғы жасыл желектің аумағы





Сурет 4. 2017-2022 жыл аралығындағы айырмашылығы

Айырмашылығын көру үшін, координаталар енгізіп "timechart" есептейміз.



Сурет 5. 2017 және 2022 жылдар аралығындағы NDVI көрсеткіші

#### Пайдаланылған әдебиеттертізімі:

- 1.ҚР 2013 ж. 30 мамырдағы №577 «Жасыл экономикаға» көшу Концепциясы;
- 2.https://code.earthengine.google.com/
- 3.Өмірзақ Н., Сағымбай Ө.Ж. Алматы қаласының геоэкологиялық мәселелерінің қазіргі жағдайы. «Фараби әлемі» Студенттер мен жас ғылымдардың халықаралық ғылыми конференциясының материалдары 2019. Б105.

УДК 528.45

# СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КООРДИНАТ СЪЕМОЧНЫХ ТОЧЕК

Аккуанов Н.Ж., Тиржанова С.Е., Нысанбай Н.Н.- докторанты, Кожаев Ж.Т.- ассоц.проф. Satbayev University (Алматы)

Аннотация. В данной статье представлен сравнительный анализ получения координат точек с использованием технологии GSM и метода тригапункта. В статье рассматриваются применение и эффективность GSM (Глобальная система мобильной связи) в сочетании со

съемкой, проведенной опираясь на тригапункты. Методы сбора данных, включая использование сети GSM для получения информации о местоположении, и принципы работы тригапунктов, используемых для измерения угловых и линейных параметров, рассматриваются в контексте сравнительного анализа. Исследование охватывает технические аспекты применения GSM при получении координат точек, а также рассматривает особенности и преимущества использования тригапунктов в сочетании с этой технологией. Результаты работы могут быть полезны для улучшения точности и эффективности статического анализа в различных областях, таких как геодезия, строительство и техническое обслуживание.

Ключевые слова: GSM, GNSS, мониторинг, сравнительный анализ, тригапункт

Введение. В современном мире, где геодезические работы играют ключев ую роль в различных сферах, от строительства и картографии до геологии и сейсмологии, точность и достоверность получаемых данных является критически важной. Геодезические изыскания — это комплекс работ, направленных на определение формы и размеров Земли, а также на создание планов и карт местности [1]. В последние годы все чаще для эти х целей используются технологии GSM.

Преимущества применения GSM:

Простота использования: Для работы с GSM-приемником не требуется специальных знаний и навыков.

Доступность: GSM-приемники относительно недороги и легкодоступны.

Точность: Точность определения координат с помощью GSM-приемников может достигать нескольких метров.

Универсальность: GSM-приемники могут использоваться в самых разных условиях, в том числе в труднодоступных местах.

Методы геодезических изысканий с применением GSM:

Статический метод: Этот метод заключается в установке GSM-приемника на штативе и регистрации его координат в течение определенного времени.

Кинематический метод: Этот метод заключается в непрерывном измерении координат GSM-приемника во время его перемещения.

Дифференциальный метод: Этот метод заключается в использовании двух GSM-приемников: одного базового, установленного в точке с известными координатами, и одного подвижного, который перемещается по местности.

Геодезические изыскания с применением GSM — это эффективный и доступный метод определения координат. Он может использоваться в самых разных условиях и для решения различных задач [2].

Данная работа посвящена изучению и анализу методов проверки координат и высотных приращений, полученных в результате геодезических съемок. Особое внимание уделяется выявлению и устранению ошибок, возникающих при использовании различных методов привязки.

*Материалы и методы.* Данные для анализа были получены в ходе топографической съемки различными способами:съемка с БПЛА и съемка спомощью спутникового приемника. Далее будут приведены данные по использованным приборам и инструментам: приемник GNSS Trimble R8 и MavicAir2.

Приемник GNSS Trimble R8 (рисунок 1) поставляется с различными вариантами, включая встроенный УКТ-радиомодем или беспроводной 3G-модем. Через веб-интерфейс Trimble Ez UI приемник управляется в качестве базовой станции, предоставляя возможность эффективного мониторинга и управления подвижными приемниками. Это обеспечивает необходимость управления и координации действий приемников на расстоянии, а также позволяет загружать данные GNSS после завершения процесса сбора данных, упрощая весь процесс для пользователя [3].



Рисунок 1. Приемник GNSS Trimble R8

Использовали аэрофотосъемки с помощью БПЛА в местах, где нет доступа к GPS. БПЛА MavicAir2 (рисунок 2), использованный во время аэросъемок, обладает отличными характеристиками. У него есть 20-мегапиксельный CMOS Exmor R сенсор и высококачественная камера с механическим затвором, поддерживающая 4К разрешение. Кроме того, он оснащен пятью оптическими датчиками и легким корпусом из магниевого титанового сплава, что делает его надежным и компактным. В спортивном режиме квадрокоптер может достигать скорости до 72 км/ч и оставаться в воздухе до четырех часов. С помощью коммуникатора DJI MavicAir2 управление становится еще более удобным. Теперь вы можете легко управлять полетом первоклассного квадрокоптера, а также снимать высококачественные изображения с разрешением 7Р со скоростью до 30 кадров в секунду на расстоянии до 720 км с использованием передовой технологии связи Lightbridge [4].



Рисунок 2. БПЛА MavicAir2.

Результаты. После завершения топографических съемок, все полученные данные передаются в управление архитектуры и градостроительства города Алматы. Однако наблюдается различие между топографическими съемками, выполненными нами (рисунок 3), и данными, предоставленными управлением градостроительства (рисунок 4).



Рисунок 3. Фрагмент топографической съемки с БПЛА MavicAir2

Основной причиной разногласий (рисунок 5) является использование топографического оборудования Trimble R8 с GPS-приемником через GSM для привязки к базе. Результаты топографических съемок, выполненных с использованием полученных данных, отражают общую картину на момент проведениясъемок.

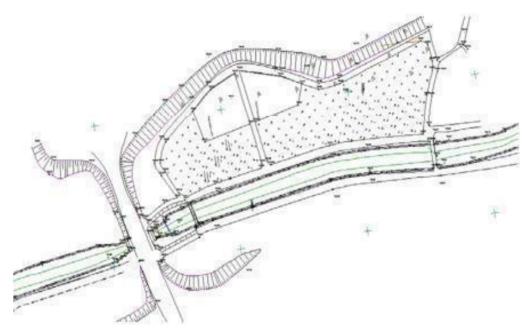


Рисунок 4. Фрагмент съемки с базы управления архитектуры и градостроительства г.Алматы



Рисунок 5. Посадка исходника на аэрофотосъемку

Для проверки координат и высотных приращений мы выбрали тригапункт (рисунок 6) и провели съемку методом база-ровер. Это означает, что мы установили штатив в тригапункте, выровняли базу с точными координатами, определили распространение сигнала на частоте. Прибор Trimble R8s зарегистрировал сигнал от GPS и выполнил съемку. Сравнение двух съемок (с привязкой к городской базе и методом база-ровера) позволило выявить различия (рисунок 7). Для определения правильных данных мы провели сравнительный анализ.



Рисунок 6. Радиус покрытия базы Геокурса тригапунктов

Режим статического анализа координат спутников, основанный на навигационных данных, применяет два основных метода: аналитический и численный. Глобальные навигационные системы, такие как GPS и GALILEO, используют аналитический метод для расчета элементов орбиты в форме Кеплера. Второй метод основан на численной интеграции координат, скоростей и ускорений спутника в прямоугольной системе. Для интерполяции координат, полученных из эфемерид спутников, обычно используют методы Лагранжа и Ньютона-Нейвилла с полиномом степени от 7 до 9. Библиотеки Stl используют метод Лагранжа, а программа «Calculation» была разработана для расчета координат спутников ГЛОНАСС и GPS по эфемеридам. Технологии GNSS активно применяются в различных областях науки и техники, предоставляя глобальную доступность координат объектов в любое время суток. Несмотря на преимущества глобальной доступности, технологии GNSS, также, как и классические методы, подвержены различным ошибкам, таким как ошибки связанные спутниками, приемниками, средой передачи сигнала, математической моделью, наблюдателем и другими. В данной работе проводится анализ состояния спутников ГЛОНАСС и GPS с использованием бортовой эфемеридной информации с целью оценки точности определения положения наблюдателя. В литературе основное внимание уделяется системе GPS, в то время как исследования по ГЛОНАСС остаются недостаточно представленными. Считается, что сравнение апостериорных навигационных сообщений от международной службы GNSS с данными определения положения спутников ГЛОНАСС и GPS может предоставить информацию об оценке точности в данной области [5].

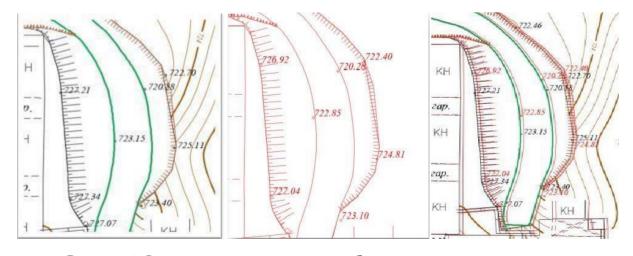


Рисунок 6. Фактическая съемка, съемка с базы архитектуры и наложение

С использованием GPS, привязанным к базе Геокурса через GSM, мы фиксируем координаты определенной точки. Затем, регистрируя детали и привязывая эту же точку к триггеру, мы проводим 24-часовой статический анализ координат той съемки, которую вы осуществили, определяя, привязана ли она к какой-либо базе в процессе создания. Результаты этого анализа показывают, насколько близки значения координат (таблица1).

Таблица 1 – Координаты сравнениябаз

	Координаты GSM	Координаты	при	помощи	Результаты	сравнительного
		тригапункта			анализа	
1	X: 9289,4785	X: 9289,4745			X: 9289,4694	
	Y: -8895,1443	Y: -8895,1470			Y: -8895,1457	
	Z: 720,0045	Z: 720,0232			Z: 720,0195	
2	X: 9359,4357	X: 9359,4382			X: 9359,4384	
	Y: -8936,1865	Y: -8936,1879			Y: -8936,1874	
	Z: 723,2347	Z: 723,2187			Z: 723,2257	
3	X: 9254,4316	X: 9254,2248			X: 9254,2357	
	Y: -8923,1125	Y: -8923,1235			Y: -8923,1263	
	Z: 727,0415	Z: 727,3032			Z: 727,2967	

В рамках проведенного исследования мы осуществили съемку с трех различных мест. Сравнительный анализ координат, полученных в результате съемки с привязкой к тригапункту, показал близкие значения. Поэтому мы продолжили работу с базой-ровером, создав базу в тригапункте. Съемка через GSM, с последующим сравнением данных, показала радиус получения сигнала в 15 км. Чем дальше от этого радиуса, тем больше ошибок мы наблюдали.

Выводы. В заключении стоит выделить, что проведенное исследование включало в себя два основных этапа для проверки координат и высотных приращений. Первый этап включал выбор тригапункта и проведение съемки методом база-ровер с использованием прибора Trimble R8s. Этот этап позволил выявить различия между съемками, привязанными к городской базе и выполненными методом база-ровера, что послужило основой для статического анализа и определения правильных данных.

Второй этап включал использование GPS, привязанного к базе Геокурса через GSM, для фиксации координат определенной точки. Затем, регистрируя детали и привязывая точку к триггеру, проводился 24-часовой статический анализ координат съемки. Результаты этого анализа показали близкие значения координат и позволили установить, насколько точно съемка привязана к базе в процессе создания.

Проведенная съемка с тремя различными точками также подтвердила близкие значения координат при использовании тригапункта. Дальнейшая работа с базой-ровером, созданной в тригапункте, подтвердила успешность этого метода.

Съемка через GSM и последующее сравнение данных выявили радиус вождения в 15 км, при этом наблюдались большие ошибки при удалении от этого радиуса. В целом, проведенное исследование демонстрирует эффективность выбранных методов для проверки координат и подчеркиваетважность правильной привязкиприпроведениигеодезическихработ.

#### Список использованной литературы:

- 1. Геодезия / Под ред. В.Д. Большакова. М.: Академия, 2007.
- 2. Спутниковые геодезические системы / Под ред. Г.С. Щербакова. М.: МИИГАиК, 2012.
- 3.http://4du.ru/books/knigi\_po\_sputnikovym\_tehnologiyam\_i\_sistemam/globalnye\_navigacionnye\_sputnikovye\_sistemy\_gnss\_i\_ih\_primenenie\_v\_geodezii.html

- 4. https://habr.com/ru/post/347344
- 5. B. Hofmann-Wellenhof H. Lichtenegger J. Collins. GPS theory and practice. -282 c. -188 3-211-82839-7.

УДК 528.88

## ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ ДЕРЕКТЕРІ НЕГІЗІНДЕ ТЕҢІЗ КӨЛІНЕ МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ

Әсетқызы А. - т.ғ.м., оқытушы Айтенова А.С. - т.ғ.м., аға оқытушы (С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ(Астана) Жақыпбек Ы. - PhD доктор, қауымдастырылған профессор (Satbayev University (Алматы)

**Андатпа.** Жұмыста Теңіз көлінің жағалау сызығына және ауданына жерді қашықтықтан зондттау деректері негізінде геоақпараттық жүйе бағдарламалары көмегімен мониторинг жүргізу жолы мен нәтижесін аналитикалық сараптау қарастырылған. Геоақпараттық бағдарламаның оңтайлығы айқындалып, мониторинг нәтижелеріне салыстырмалы талдау жүргізілген.

**Кілтті сөздер:** Жерді қашықтықтан зондтау, геоақпараттық жүйе, мониторинг, сараптау, талдау.

Теңіз көлі - Қорғалжын көлдерінің ішіндегі ең ірісі, Теңіз-Қорғалжын көлінің солтүстік бөлігіндегі, Қорғалжын ойпатының батысындағы ащы-тұзды ағынсыз көл. Қазақстанда Ақмола облысының Қарағанды облысымен шекарасында, Қорғалжын ауданының аумағында орналасқан.

Теңіз көлі 1968 жылдан бастап қорық аймағына кіреді және 2008 жылдан бастап "Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығы" Республи калық мемлекеттік мекемесі аумағының орталығында орналасқан [1].

2012 жылы аймақтың көптеген көлдерінің күрт таяздануы және кебуі байқалды. Қазіргі уақытта ең маңызды өзгерістерге Нұра атырауы көлге әсер етеді. Зерттеу кезеңінде Нұра көлге жеткен жок. Теннис және Базар шатқалында аяқталды.

Осыған байланысты үлкен Теннис көлі байырғы жағалаудан 1 км шегінді, Корей өрімі, Құлан ерні аймағында төгілулер толығымен құрғады. Кіші Теннис, Сандықбайсор, Саумалкөл, Қызылкөл 1, Қызылкөл 2, Қараши шатқалы, Нұра өзенінің атырауы және бірқатар дала көлдері кеуіп қалды. Осы бірегей табиғи кешенді сақтау үшін 1968 жылы Қорғалжын мемлекеттік табиғи қорығы құрылды. Кейінірек бұл аймақ ЮНЕСКО - ның Халықаралық Рамсар тізіміне және табиғи мұралар тізіміне, ал 2012 жылы ЮНЕСКО-ның Бүкіләлемдік биосфералық резерваттар желісіне енгізілді.

2012 жылдың жазында жүйенің негізгі су қоймаларында еріген тұздардың жалпы мөлшері 1,50-ден 154,66 г/дм3-ке дейін өзгерді [2].

Теңіз көлінің проблемасын айқындап, көрсету үшін Теңіз көлінің жағалау сызығына және ауданына жерді қашықтықтан зондттау деректері негізінде геоақпараттық жүйе бағдарламалары көмегімен мониторингжүргізу міндеттері:

Теңіз көлінің бүгінгі жағдайына арақашықтықтан зерделеу мәліметтері негізінде сипаттама беру;

Теңіз көлінің жағалау сызығының мониторингін жүргізу кезінде ГАЖ бағдарламаларының қажеттілігін көрсету.

2005-2012 жылдардағы ғарыштық снимоктарға қарап, айырмашылықты 1-суреттен байқауға болады, яғни Теңіз көлінің проблемасы көрінеді. Теңіз көлінің ауданы 2005 жылдан 2011 жыл аралығында тартыла бастады [3].



Сурет 1. Теңіз көлі 2005ж және 2011ж ғарыштық суреті

Бірақ соңғы кезде, яғни 2020, 2022 жылдарда Теңіз көлінің ауданы едәуір өскені 2-суретте көрсетілген. Оған себеп, 2012 жылғы болған зерттеу және мәселелерді шешу үшін жүргізілген іс-шаралар нәтижелері.



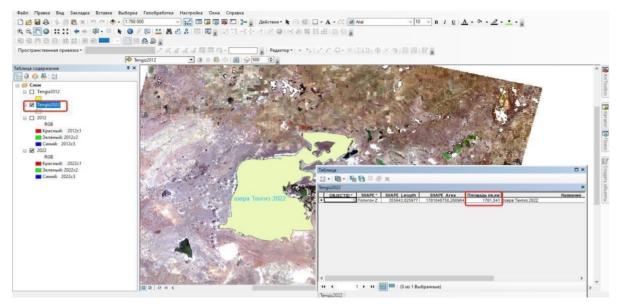
Сурет 2. Теңіз көлі 2014ж және 2020ж ғарыштық суреті

Мониторинг жүргізу кезіңде Sentinal-2 және Landsat 8 спутниктерінің деректері қолданылды (3-сурет).



Сурет 3. Landsat және Sentinal спутник суреттері

ArcGIS 10.8 бағдармасында көлдің аудандарын цифрлау, өлшеу жұмыстары жүргізілді. 4 – суретте Теңіз көлінің ауданы атрибуттар кестесінің ақпаратында 1781,041 кв.км, ал 6-суретте көлдің ауданы 744,2871 кв.км. Ғарыштық снимоктарды салыстыра отырып аудан өзгерістерді көріге болады, яғни 10 жылдың ішінде көлдің ауданы 2012 жылдан 2022 жылына дейін 1000 кв.км-ге өсті.

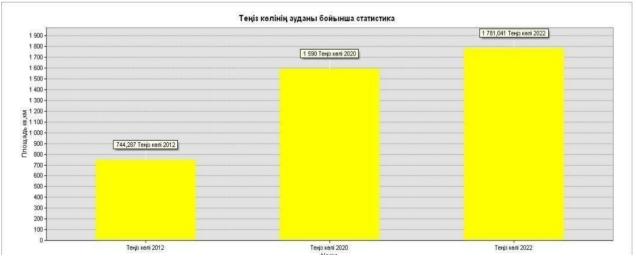


Сурет 4. Теңіз көлінің 2022 жылғы кесте атрибуты

2012 және 2022 жылғы жерді арақашықтықтан зондтау мәліметтерін негізге ала отырып, алынған статистикалық ақпарат көмегімен ArcGIS бағдарламасында, атибуттар кесте деректерімен диаграмма құрастырылды (5,6-сурет). Диаграммадан Теңіз көлінің 2012 жылдан бастап, ауданының артқаны байқалады.

- 5	P M M M X					
1 40		•				
naiz2012						
A STATE OF THE PARTY OF THE PAR						
SHAPE *	SHAPE Length	SHAPE Area	Площадь кв,км		Теніз көлі	
SHAPE *	SHAPE Length 123312,786833	SHAPE Area 744287110,218384		Теңіз көлі 2012	Теніз көлі	

Сурет 5. Атрибуттар кестесі



Сурет 6. ArcGIS бағдарламасында құрастырылған, көл ауданы бойынша салыстырмалы диаграмма

ArcGIS бағдарламасында Теңіз көлінің 3 жылының ауданы бойынша статистикалық диаграмма жасалды. Осы диаграмма арқылы 2012 жыл, 2020 жыл және 2022 жылының көл ауданы бойынша мониторингжасау арқылы өзгерістерді көруге болады. Теңіз көлінің 2012

жылғы ауданы 744,2 км.кв болса, 2020 жылы 1590 км.кв, ал 2022 жылда 1781 км.кв дейін өзгерді. Талдай келе, көлдің ауданы 10 жыл аралығында 1000 км.кв дейін артты. Нәтижесінде құрастырылған, Теңіз көлінің карта схемасына (7-сурет), Landsat 8 спутнигінің 2012 және 2022 жылғы ғарыштық түсірілім деректері негіз ретінде қолданылды.



Сурет 7. Теңіз көлінің карта-смехасы

Бағдарламаның Arctoolbox модулінде көрінетін каналдар комбинациасы құрылды. ArcGIS бағдарламасында автоматты классификациялау процессі пайдаланылып, тек көлдің шекара сызығы бойынша бір қабатқа ғана векторизация жұмысы жұргізілді. Жұмыс барысында көлдің ауданы анықталды, шекара сызықтары жүргізілді [4].

Теңіз көлі ауданы мен жағалау сызығының қалпына келу себебі, судың минералдарының қалыпты жағдайға оралу салдарынан, көлдің ауданының өсуі. Ғарыштық снимоктар бойынша мониторинг барысында көлдің ауданының, жағалау сызығының өзергені құрастырылған карта-схемадан байқалып тұр. Мониторинг нәтижелеріне сүйіне отырып, болжау жасасақ, алдағы уақытта Теңіз көлінің ауданы одан әрі үлкейіп, ұлғайуы әбден мүмкін. Әрине, заманауи ГАЖ бағдарламалары мен әуеғарыштық снимоктардың көмегімен цифрлық карталарды құрастыру, бұл болашақта Теңіз көлінің қалпына келтіру, қорғау, зерттеу жұмыстарын жүргізу барысында қолданылатыны сөзсіз [5].

## Пайдаланған әдебиеттертізімі:

- 1. Спутниковый мониторинг недропользования в Республике Марий Эл / О.Н. Воробьев, Э.А. Курбанов // Геоматика. Москва: «Совзонд». 2015. №1. C. 45-52.
- 2. Вестник Псковского государственного университета. Серия: Естественные и физикоматематические науки. 2015г. Определение физического смысла комбинации каналов снимков Landsat для мониторинга состояния наземных и водных экосистем. С. И. Евдокимов, С. Г. Михалап.
- 3. Картографический метод и геоинформационные системы в инженерной геологии: учебное пособие для вузов / М. С. Захаров, А. Г. Кобзев. 3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. С.119-121.
- 3. Дешифрирование урбанизированных территорий по спутниковым данным Landsat / Д. Статакис, К. Перакис, И.Ю. Савин// Исследование Земли из космоса. − 2014. − № 5. − 22-29. https://eos.com/landviewer/

# ВОЗМОЖНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ И ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА СПОМОЩЬЮ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

**Ботпаева Г.К.** - магистрант **Зиновьев М.А.** - магистрант **Ожигин С.Г.** - с.н.с., д.т.н. *КарТУ (Караганда)* 

Аннотация. Статья рассматривает систему мониторинга качества атмосферного воздуха и осадков в Республике Казахстан. Данная работа заключается в анализе результатов исследований, проведённых в период с 2015 по 2022 год, а также изучении методов атмосферного мониторинга. В процессе работы охватываются различные загрязняющие вещества, включая частицы, диоксиды, тяжелые металлы, а также радиоактивные элементы. Статья акцентирует внимание на важности экологического мониторинга, а также предлагает новые способы мониторинга с применением средств дистанционного зондированияземли.

**Ключевые слова:** индекс качества воздуха, мониторинг атмосферы, дистанционное зондирование земли, космические снимки, ПК ENVI.

Мониторинг качества атмосферного воздуха и осадков стал ключевым инструментом для оценки окружающей среды и общественного здоровья в современном мире. В Казахстане существует обширная система наблюдения за состоянием атмосферного воздуха, охватывающая 74 населенных пунктов.

Наиболее промышленно развитым и как следствие наиболее загрязненными являются Восточно-Казахстанская, Карагандинская и Павлодарская области. Менее остро проблемы загрязнения атмосферного воздуха состоят в Костанайской, Северо-Казахстанской, Акмолинской областях и г. Астана.

Выбросы загрязняющих веществ представляют собой поступление различных веществ, которые оказывают негативное воздействие на здоровье людей или на окружающую природную среду, в атмосферный воздух от стационарных источников. Эти источники могут быть организованными (неподвижными) или неорганизованными.

К организованным, стационарным источникам относятся объекты, из которых загрязняющие вещества поступают через системы газоотходов и воздухоотводов, такие как дымовые трубы, аэрационные фонари, вентиляционные шахты и другие подобные устройства. Стационарные неорганизованные источники выбросов представляют собой неподвижные объекты, из которых вредные вещества напрямую поступают в атмосферу из-за несовершенства технологических сооружений, отсутствия необходимого оборудования для удеркая выбросов, а также негерметичности систем хранения и транспортировки материалов (например, при погрузке и выгрузке цемента). К ним также относятся источники, такие как горящие терриконы, пылящие отвалы и другие.

Государственный мониторинг качества атмосферного воздуха в населенных пунктах проводит РГП на ПХВ «Казгидромет» Министерства энергетики и Комитет по защите прав потребителей Министерства здравоохранения Республики Казахстан. По данным Комитета по защите прав потребителей Министерства национальной экономики Республики Казахстан, в 2016 году мониторинг за состоянием атмосферного воздуха осуществлялся с использованием 170 постов наблюдений и передвижных лабораторий (рисунок 1).

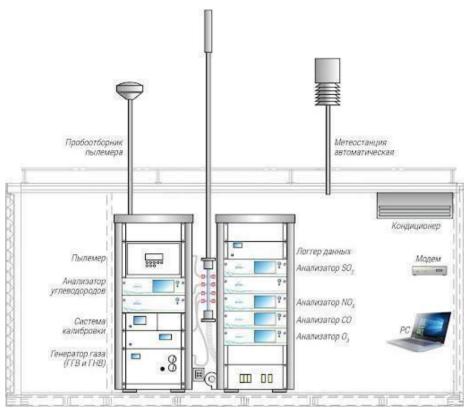


Рисунок 1. Схема станции мониторинга атмосферного воздуха

Наблюдения за химическим составом атмосферных осадков проводится на 46 метеостанциях — ежемесячно. За содержанием загрязняющих веществ в снежном покрове осуществляется на 39 метеостанциях — 1 раз в год в период максимального влагозапаса в снеге, проводятся с целью оценки регионального загрязнения атмосферы и выявления ареала распространения загрязняющих.

На 47 постах, где осуществляется ручной отбор проб, процедура проводится 3-4 раза в сутки в разные часы (07:00, 13:00, 19:00, 01:00), в зависимости от программы наблюдения (рисунок 2). Отобранные образцы воздуха направляются в лабораторию для определения концентраций загрязняющих веществ. Кроме того, на остав шихся постах происходит автоматический процесс наблюдения, осуществляемый в непрерывном режиме [1] Также в Республике Казахстан действует одна станция комплексного фонового мониторинга природной среды (СКФМ) «Боровое» в Акмолинской области с целью получения информации о фоновом состоянии загрязнения биосферы и тенденциях его изменения.



Рисунок 2. Схема расположения пунктов наблюдения за состоянием атмосферного воздуха на территории Республики Казахстан

На постах и с помощью передвижных лабораторий определяются следующие показатели: взвешенные частицы (пыль), взвешенные частицы РМ-2,5, взвешенные частицы РМ-10, диоксид серы, растворимые сульфаты, диоксид углерода, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, озон (приземный), сероводород, фенол, фтористый водород, хлор, хлористый водород, углеводороды, аммиак, серная кислота, формальдегид, метан, сумма углеводородов, н/о соединения мышьяка, кадмий, свинец, хром, медь, бензол, этилбензол, бензоапирен, бензин, бериллий, марганец, кобальт, цинк, никель, ртуть. В пробах осадков и снега определяются: анионы (сульфаты, хлориды, нитраты, гидрокарбонаты), катионы (аммоний, натрий, калий, кальций, магний), микроэлементы (свинец, медь, кадмий, мышьяк), кислотность, удельная электропроводность. В 2022 году в республике выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников составили 2314 тыс. тонн и их уровень по сравнению с 2021 и 2020 годом с показателями 2 407 тыс. тонн и 2441 тыс. тон снизился на 3,9% и 5,2% соответственно. Основные объемы загрязняющих веществ по данным от 2021 года были сформированы на территориях Павлодарской (736,2 тыс.тонн) и Карагандинской (569,7 тыс.тонн) областей. Это обусловлено большой концентрацией промышленных предприятий в данных регионах. Основные объемы загрязняющих веществ по данным от 2022 годана территориях Павлодарской (724,2 тыс. тонн) и Карагандинской (469тыс. тонн) областей, что составляется снижение на 1,6% и 17,7% соответственно. [2]

В таблице 1 представлены данные по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу от стационарныхисточников.

Таблица 1 – Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников за 2015-2022 годы, тыс. тонн

с. тонн							
2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
-	-	-	-	-	40,7	40,9	39,0
85,6	94,5	86,9	84,5	76,7	77,3	77,3	69,5
55,0	50,3	43,4	50,2	48,1	46,3	47,9	28,8
134,3	155,6	169,5	158,1	136,6	135,1	137,4	136,5
110,7	167,1	177,0	172,3	164,5	154	160,3	132,1
127,1	128,7	129,3	130,7	128,8	127,2	128,1	83,3
41,9	52,4	51,9	52,1	55,8	55	55,8	52,9
42,4	42,5	41,5	48,2	41,2	30,8	26,0	25,8
596,4	593,0	598,7	587,5	641,3	627,7	569,7	469
91,6	98,7	114,8	124	130,5	123,4	137,9	121,4
30,1	30,1	27,5	26,0	24,4	28,3	29,2	23,4
72,5	65,8	62,6	65,5	64,5	72,5	75,2	78,7
552,9	542,7	609,8	709,3	721,5	723	736,2	724,2
74,9	77,7	76,4	75,5	74,7	75,2	61,2	52,7
69,0	72,0	-	-	-	-	-	-
-	-	68,2	30,1	33,5	28,2	29,0	25,2
-	-	-	-	-	108,7	81,7	105,1
56,3	61,7	59,2	56,4	65,1	62,4	62,2	57,7
39,1	38,8	41,2	43,0	46,1	44,5	40,8	41,4
-	-	-	33,4	29,8	29,6	33,2	34,9
2180,0	2271,6	2357,8	2446,7	2483,1	2441,0	2407,5	2314,7
	2015 - 85,6 55,0 134,3 110,7 127,1 41,9 42,4 596,4 91,6 30,1 72,5 552,9 74,9 69,0 56,3 39,1 -	2015         2016           -         -           85,6         94,5           55,0         50,3           134,3         155,6           110,7         167,1           127,1         128,7           41,9         52,4           42,4         42,5           596,4         593,0           91,6         98,7           30,1         30,1           72,5         65,8           552,9         542,7           74,9         77,7           69,0         72,0           -         -           56,3         61,7           39,1         38,8           -         -	2015         2016         2017           -         -         -           85,6         94,5         86,9           55,0         50,3         43,4           134,3         155,6         169,5           110,7         167,1         177,0           127,1         128,7         129,3           41,9         52,4         51,9           42,4         42,5         41,5           596,4         593,0         598,7           91,6         98,7         114,8           30,1         30,1         27,5           72,5         65,8         62,6           552,9         542,7         609,8           74,9         77,7         76,4           69,0         72,0         -           -         -         68,2           -         -         68,2           -         -         68,2           -         -         -           56,3         61,7         59,2           39,1         38,8         41,2           -         -         -           -         -         -           -         - <td>2015         2016         2017         2018           -         -         -         -           85,6         94,5         86,9         84,5           55,0         50,3         43,4         50,2           134,3         155,6         169,5         158,1           110,7         167,1         177,0         172,3           127,1         128,7         129,3         130,7           41,9         52,4         51,9         52,1           42,4         42,5         41,5         48,2           596,4         593,0         598,7         587,5           91,6         98,7         114,8         124           30,1         30,1         27,5         26,0           72,5         65,8         62,6         65,5           552,9         542,7         609,8         709,3           74,9         77,7         76,4         75,5           69,0         72,0         -         -           -         -         68,2         30,1           -         -         -         -           56,3         61,7         59,2         56,4           39,1<!--</td--><td>2015         2016         2017         2018         2019           -         -         -         -         -           85,6         94,5         86,9         84,5         76,7           55,0         50,3         43,4         50,2         48,1           134,3         155,6         169,5         158,1         136,6           110,7         167,1         177,0         172,3         164,5           127,1         128,7         129,3         130,7         128,8           41,9         52,4         51,9         52,1         55,8           42,4         42,5         41,5         48,2         41,2           596,4         593,0         598,7         587,5         641,3           91,6         98,7         114,8         124         130,5           30,1         30,1         27,5         26,0         24,4           72,5         65,8         62,6         65,5         64,5           552,9         542,7         609,8         709,3         721,5           74,9         77,7         76,4         75,5         74,7           69,0         72,0         -         -</td><td>2015         2016         2017         2018         2019         2020           -         -         -         -         40,7           85,6         94,5         86,9         84,5         76,7         77,3           55,0         50,3         43,4         50,2         48,1         46,3           134,3         155,6         169,5         158,1         136,6         135,1           110,7         167,1         177,0         172,3         164,5         154           127,1         128,7         129,3         130,7         128,8         127,2           41,9         52,4         51,9         52,1         55,8         55           42,4         42,5         41,5         48,2         41,2         30,8           596,4         593,0         598,7         587,5         641,3         627,7           91,6         98,7         114,8         124         130,5         123,4           30,1         30,1         27,5         26,0         24,4         28,3           72,5         65,8         62,6         65,5         64,5         72,5           552,9         542,7         609,8         709</td><td>2015         2016         2017         2018         2019         2020         2021           -         -         -         -         -         40,7         40,9           85,6         94,5         86,9         84,5         76,7         77,3         77,3           55,0         50,3         43,4         50,2         48,1         46,3         47,9           134,3         155,6         169,5         158,1         136,6         135,1         137,4           110,7         167,1         177,0         172,3         164,5         154         160,3           127,1         128,7         129,3         130,7         128,8         127,2         128,1           41,9         52,4         51,9         52,1         55,8         55         55,8           42,4         42,5         41,5         48,2         41,2         30,8         26,0           596,4         593,0         598,7         587,5         641,3         627,7         569,7           91,6         98,7         114,8         124         130,5         123,4         137,9           30,1         30,1         27,5         26,0         24,4         <t< td=""></t<></td></td>	2015         2016         2017         2018           -         -         -         -           85,6         94,5         86,9         84,5           55,0         50,3         43,4         50,2           134,3         155,6         169,5         158,1           110,7         167,1         177,0         172,3           127,1         128,7         129,3         130,7           41,9         52,4         51,9         52,1           42,4         42,5         41,5         48,2           596,4         593,0         598,7         587,5           91,6         98,7         114,8         124           30,1         30,1         27,5         26,0           72,5         65,8         62,6         65,5           552,9         542,7         609,8         709,3           74,9         77,7         76,4         75,5           69,0         72,0         -         -           -         -         68,2         30,1           -         -         -         -           56,3         61,7         59,2         56,4           39,1 </td <td>2015         2016         2017         2018         2019           -         -         -         -         -           85,6         94,5         86,9         84,5         76,7           55,0         50,3         43,4         50,2         48,1           134,3         155,6         169,5         158,1         136,6           110,7         167,1         177,0         172,3         164,5           127,1         128,7         129,3         130,7         128,8           41,9         52,4         51,9         52,1         55,8           42,4         42,5         41,5         48,2         41,2           596,4         593,0         598,7         587,5         641,3           91,6         98,7         114,8         124         130,5           30,1         30,1         27,5         26,0         24,4           72,5         65,8         62,6         65,5         64,5           552,9         542,7         609,8         709,3         721,5           74,9         77,7         76,4         75,5         74,7           69,0         72,0         -         -</td> <td>2015         2016         2017         2018         2019         2020           -         -         -         -         40,7           85,6         94,5         86,9         84,5         76,7         77,3           55,0         50,3         43,4         50,2         48,1         46,3           134,3         155,6         169,5         158,1         136,6         135,1           110,7         167,1         177,0         172,3         164,5         154           127,1         128,7         129,3         130,7         128,8         127,2           41,9         52,4         51,9         52,1         55,8         55           42,4         42,5         41,5         48,2         41,2         30,8           596,4         593,0         598,7         587,5         641,3         627,7           91,6         98,7         114,8         124         130,5         123,4           30,1         30,1         27,5         26,0         24,4         28,3           72,5         65,8         62,6         65,5         64,5         72,5           552,9         542,7         609,8         709</td> <td>2015         2016         2017         2018         2019         2020         2021           -         -         -         -         -         40,7         40,9           85,6         94,5         86,9         84,5         76,7         77,3         77,3           55,0         50,3         43,4         50,2         48,1         46,3         47,9           134,3         155,6         169,5         158,1         136,6         135,1         137,4           110,7         167,1         177,0         172,3         164,5         154         160,3           127,1         128,7         129,3         130,7         128,8         127,2         128,1           41,9         52,4         51,9         52,1         55,8         55         55,8           42,4         42,5         41,5         48,2         41,2         30,8         26,0           596,4         593,0         598,7         587,5         641,3         627,7         569,7           91,6         98,7         114,8         124         130,5         123,4         137,9           30,1         30,1         27,5         26,0         24,4         <t< td=""></t<></td>	2015         2016         2017         2018         2019           -         -         -         -         -           85,6         94,5         86,9         84,5         76,7           55,0         50,3         43,4         50,2         48,1           134,3         155,6         169,5         158,1         136,6           110,7         167,1         177,0         172,3         164,5           127,1         128,7         129,3         130,7         128,8           41,9         52,4         51,9         52,1         55,8           42,4         42,5         41,5         48,2         41,2           596,4         593,0         598,7         587,5         641,3           91,6         98,7         114,8         124         130,5           30,1         30,1         27,5         26,0         24,4           72,5         65,8         62,6         65,5         64,5           552,9         542,7         609,8         709,3         721,5           74,9         77,7         76,4         75,5         74,7           69,0         72,0         -         -	2015         2016         2017         2018         2019         2020           -         -         -         -         40,7           85,6         94,5         86,9         84,5         76,7         77,3           55,0         50,3         43,4         50,2         48,1         46,3           134,3         155,6         169,5         158,1         136,6         135,1           110,7         167,1         177,0         172,3         164,5         154           127,1         128,7         129,3         130,7         128,8         127,2           41,9         52,4         51,9         52,1         55,8         55           42,4         42,5         41,5         48,2         41,2         30,8           596,4         593,0         598,7         587,5         641,3         627,7           91,6         98,7         114,8         124         130,5         123,4           30,1         30,1         27,5         26,0         24,4         28,3           72,5         65,8         62,6         65,5         64,5         72,5           552,9         542,7         609,8         709	2015         2016         2017         2018         2019         2020         2021           -         -         -         -         -         40,7         40,9           85,6         94,5         86,9         84,5         76,7         77,3         77,3           55,0         50,3         43,4         50,2         48,1         46,3         47,9           134,3         155,6         169,5         158,1         136,6         135,1         137,4           110,7         167,1         177,0         172,3         164,5         154         160,3           127,1         128,7         129,3         130,7         128,8         127,2         128,1           41,9         52,4         51,9         52,1         55,8         55         55,8           42,4         42,5         41,5         48,2         41,2         30,8         26,0           596,4         593,0         598,7         587,5         641,3         627,7         569,7           91,6         98,7         114,8         124         130,5         123,4         137,9           30,1         30,1         27,5         26,0         24,4 <t< td=""></t<>

<sup>\*</sup>До 2017 года данные по выбросам в Туркестанской области включаютданные по выбросам в Южно - Казахстанской области с учетом г. Шымкента.

Источник: Бюро национальной статистики РК

Из общего объема выброшенных в атмосферный воздух загрязняющих веществ 79,6% составили газообразные и жидкие вещества, 20,4% — твердые. Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух Республики Казахстан, являются твердые вещества (пыль и зола), диоксид серы, окислы азота (в пересчете на NO 2), окислы углерода, ЛОС, аммиак, сероводород (рисунок 3).

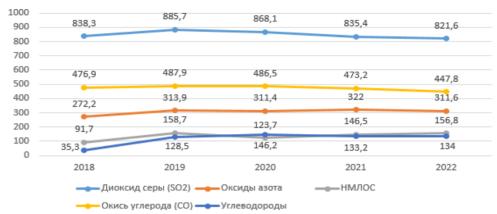


Рисунок 3. Динамика выбросов основных специфических загрязняющих веществ за 2018-2022гг

Все изученные в ходе исследования данные были получены посредством использования ручных и автоматических средств. Основным недостатком данных средств является их ограниченность в радиусе действия и необходимость физического размещения на территории исследуемого района.

Обращаясь к сфере дистанционного зондирования земли, хотелось бы отметить, что современное развитие технологий спутникового наблюдения позволяет решать ряд задач, таких как наблюдение за состоянием поверхности, климатические условия, атмосферные параметры, растительность, геологические характеристики и многое другое. Благодаря использованию космических снимков, которые способны охватывать огромную территорию, порядком 15000 км² мониторинг за состоянием атмосферного воздуха представляет из себя универсальный инструмент, позволяющий оперативно определять проблемные районы, для дальнейшего, более углублённого мониторинга проводимого с поверхности земли. [3]

Основные функции аэроэкологического мониторинга, осуществляемого с использованием средств дистанционного зондирования Земли, включают в себя:

- 1. Разработку моделей, оценивающих воздействие потенциально опасных процессов и объектов хозяйственной и другой деятельности на окружающую среду.
- 2. Создание прогностических моделей для предотвращения возникновения и развития опасных атмосферных процессов загрязнения на урбанизированных территориях и в естественных экосистемах.
- 3. Создание оперативных ситуационных карт с оценкой уровня экологической безопасности территорий и объектов с повышенным экологическим риском.
- 4. Проведение периодического мониторинга качества атмосферного воздуха без необходимости прямого физического присутствия в исследуемом регионе.

С целью изучения возможностей применения данных ДЗЗ для решения проблем экологического мониторинга была проведена исследовательская работа, заключающаяся в определении зон с высоким содержанием различных примесей. В качестве исходного материала данных ДЗЗ используются безоблачные снимки Landsat 9 от 17 марта 2024 года, сделанный в снежный период при отсутствии обильных снегопадов за 5–7 дней до съёмки (рисунок 4). Территория исследования относится к Карагандинской области. Геометрическая коррекция снимка выполнена по опорным точкам в программном комплексе ENVI. В качестве исходных каналов для работы были выбраны каналы 7,5,3, эта комбинация дает изображение

близкое к естественным цветам, но в тоже время позволяет анализировать состояние атмосферы и дым.

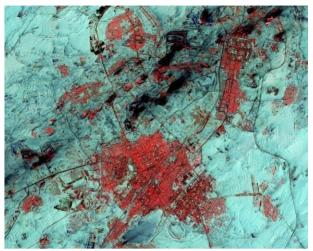


Рисунок 4. Снимок г. Караганда в комбинации 7,5,3 каналов

Все необходимые каналы подвергались радиометрической калибровке, а значения яркости DN переводились в значения отражательной способности подстилающей сопоставления поверхности. Для уменьшения влияния атмосферы и дальнейшего разновременных данных применена атмосферная коррекция методом DOS — Dark Object Subtraction, основанная на вычитании тёмного объекта. Анализ кривых, основанных на снимках Landsat 9, показал, что отражающая способность снега в видимом диапазоне снижается в пределах города Караганды. Наблюдается значительное снижение отражения в зеленом канале, что обусловлено наличием инородных примесей, таких как пыль, сажа и частицы угля, и различные примеси. Однако, уровень отражения в ближнем инфракрасном диапазоне увеличивается с удалением от города, достигая максимальных значений в фоновых территориях, удаленных от техногенного воздействия. Выявленные корреляционные связи между снежными индексами и содержанием химических элементов в снеге позволяют разработать методику оценки снежного покрова для геоэкологического мониторинга с использованием данных дистанционного зондирования Земли. Наиболее выразительные данные получены для начального периода таяния снег. Таким образом, для эффективного мониторинга рекомендуется использовать снимки, полученные в начальной стадии таяния, когда изменения спектральных характеристик снежного покрова наиболее заметны.

Кроме того, обращаясь к опыту специалистов с Дальневосточного центра ФГБУ «НИЦ «Планета», которые смогли программно реализовать методы дистанционного мониторинга за атмосферными выбросами некоторых из исследуемых нами газов и химических элементов на основе данных спектрометров AIRS (KA «Aqua»), CrIS и OMPS (KA «Suomi NPP»), IASI (KA «Метор-В»). Для восстановления концентрации атмосферных газов используются методы основанные на поглощении излучения в инфракрасной и ультрафиолетовой областях электромагнитного спектра. [4]

Возможности разрешения сенсора VIIRS, установленного на спутнике "Suomi NPP", обеспечивают классификацию различных типов аэрозолей, таких как дым, песчаная пыль, морская взвесь и прочие. Анализ оптической толщины и типов аэрозольных фракций позволяет обнаруживать дым, возникающий в результате лесных пожаров, и оценивать его концентрацию в данном регионе. Дополнительным важным параметром, используемым для оценки загрязнения атмосферы, является аэрозольный индекс. Для его вычисления привлекаются данные от сенсоров OMPS, GOME-2 и OMI. Многие мелкодисперсные компоненты, которые охватывает аэрозольный индекс, характеризуются значительно более высокими скоростями перемещения в атмосфере по сравнению с атмосферными газами. Этот фактор делает аэрозольный индекс незаменимым инструментом для оценки направления и скорости переноса крупных и твердых частиц. Общая схема, описывающая процесс

восстановления газов, представлена на рисунке 5. Данная схема позволяет на этапе предварительных расчетов вносить измененияв базовые параметры алгоритма расчета.

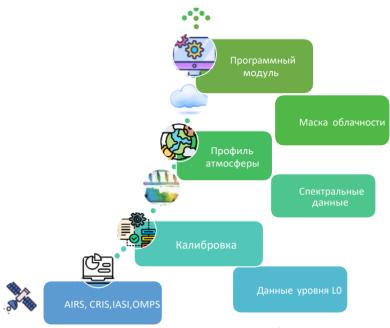


Рисунок 5. Схема процесса восстановления атмосферных газов

Адаптируя входные параметры, такие как модифицированная маска облачности и модель атмосферы за разные времена года, под отдельные районы Республики Казахстан, можно существенно продвинуться в проведении дистанционного мониторинга атмосферного воздуха.

Вывод: Дистанционное зондирование земли в сфере мониторинга состояния атмосферного воздуха имеет широкие перспективы для развития и применения их в рамках исследуемой задачи в Республике Казахстан. На сегодняшний день дистанционный мониторинг за землей представляет из себя быстро развивающуюся отрасль, в рамках которой регулярно проводятся исследования и открытия. Интеграция зарубежного опыта проведения анализа атмосферного воздуха при помощи дистанционных методов атмосферного мониторинга с отечественными системами наземного и дистанционного наблюдения за состоянием воздуха позволит с высокой точностью и периодичностью определять проблемные районы различных регионов Республики Казахстан и многократно повысить эффективность мониторинга за атмосферным воздухом.

## Список использованной литературы:

- 1. Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республи ки Казахстан за 2021 год [Электронный ресурс] Официальный сайт. Режим доступа: https://ecogosfond.kz/wp-content/uploads/2023/12/Nacionalnyj-doklad-za-2021-god.pdf
- 2. Интерактивный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республи ки Казахстан [Электронный ресурс] Официальный сайт. Режимдоступа: https://newecodoklad.ecogosfond.kz/2018\_2019/?lang=ru
- 3. Официальный сайт геопространственного агентства «Иннотер» [Электронный ресурс] Официальный сайт. Режим доступа: https://innoter.com/sputniki
- 4. Филей, А.А. Мониторинг содержания газов в атмосфере на основе данных ДЗЗ [Текст]: Статья в сборнике «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли изкосмоса» / Филей. А.А. Хабаровск: Дальневосточный центр ФГБУ «НИЦ «Планета», 2015. Т. 12. № 6. с. 71–80

## КӘРІЗ ЖЕЛІЛЕРІН ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ САЛУ КЕЗІНДЕГІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ МІНДЕТТЕР

## Бубаш Д.А. - магистрант

Қ.И. Сәтбаев атындағы қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Андатпа. Мақалада кәріз желілерін жобалау және салу кезінде геодезиялық мәселелерді шешу мысалдары келтірілген. Кәріз желілері Ағынды суларды ти імді жоюды қамтамасыз ететін және қоршаған ортаның ластануын болдырмайтын қалалық инфрақұрылымның маңызды бөлігі болып табылады. Топографиялық түсіруді, геодезиялық желілерді құруды, трассаны жоспарлауды және құрылысты бақылауды қоса алғанда, кәріз желілерін жобалау және салу процестерін оңтайландырудағы Геодезияның рөлі қарастырылады. Құрылыс шығындарының төмендеуін және сенімділікті қамтамасыз етуді ескере отырып, кәріз желілерін дамытудың оңтайлы бағытын анықтау үшін геодезиялық деректерді пайдалануға ерекше назар аударылады. Қалалардың инфрақұрылымын және олардың тұрғындарының өмір сүру жайлылығын жақсартуға ықпал ететін тиімді және сенімді кәріз желілерін құрудағы геодезиялық әдістердің маңыздылығы көрсетілген.

Түйінді сөздер: кәріз желілері, жобалау, геодезиялық түсіру, геодезиялық желілер

Қалалардың дамуы мен халықтың өсуінің қазіргі жағдайында кәріз желілерін қоса алғанда, ти імді инфракұрылымды құру маңызды рөл атқарады. Мұндай желілерді жобалау және салу геодезиялық әдістерді қоса алғанда, заманауи технологияларды дәл жоспарлауды және тиімді пайдалануды талап етеді. Геодезия кәріз желілерін жобалау, салу және кейінгі қызмет көрсету процестерін оңтайландыруда және оларды пайдалануға бергеннен кейін желілердің жай-күйін бақылауда шешуші рөл атқарады. Бұл тәсіл азаматтардың өмір сүру сапасын жақсартуға ықпал ете отырып, неғұрлым тиімді және сенімді кәріз жүйелерін құруға және пайдалануға мүмкіндік береді. Геодезиялық әдістерді қолдана отырып, кәріз желілерін жобалаудың дұрыс әдістерін таңдағанда, жобаның ауқымы, деректердің қолжетімділігі, техникалық талаптар және бюджет сияқты бірқатар факторларды ескеру қажет [1]. Төменде геодезиялық технологияларды қолдана отырып, кәріз желілерін жобалау мен салуда қолданылатын негізгі әдістер келтірілген.

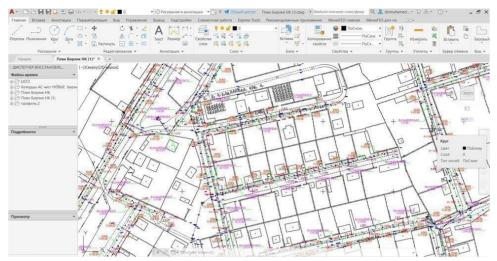
Кәріз желілерін жоспарлауды оңтайландырудың алғашқы қадамы топографиялық түсірілім жасау, яғни кәріз желілерінің трассасын ти імді жобалауға мүмкіндік беретін жер бедерін егжей-тегжейлі зерттеу болып табылады. Түсірілім нәтижесінде алынған геодезиялық деректер желіні дамытудың оңтайлы бағытын анықтау үшін негіз болып табылатын жер бедері, гидрография, ғимараттар мен жолдардың орналасуы туралы ақпарат алуға мүмкіндік береді. Мысал ретінде Түркістан қаласының, Яссы шағын ауданының, Бірлік ауылының топографиялық түсірілімі келтірілген (сурет.1).

Топографиялық түсірілім деректері кәріз желілерінің даму бағытын талдау және жоспарлау үшін қолданылады. Бұл процесс бірнеше кезеңдерді қамтиды:

Деректерді өңдеу: топографиялық түсірілім деректері жердің цифрлық моделін (СММ) құруға арналған арнайы бағдарламалық жасақтаманың көмегімен өңделеді.

Жер бедерінің цифрлық моделін (ЖБЦМ) құру: топографиялық түсіру деректерін пайдалана отырып, жер бедерінің виртуалды бейнеленуі. Бұл рельефті, гидрографияны, ғимараттардың орналасуын және кәріз желісінің бағытына әсер етуі мүмкін басқа факторларды талдауға мүмкіндік береді.

Геодезиялық кедергілерді талдау: ЖБЦМ негізінде жер бедерінің еңістігі, өзендер мен көлдердің болуы, басқа коммуникациялар мен объектілердің орналасуы сияқты геодезиялық кедергілерді талдау жүргізіледі. Бұл күрделі емес және шығындары аз кәріз желісі үшін оңтайлы маршрутты таңдауға көмектеседі.



Сурет 1. Топографиялық түсірілім

*Кәріз желісінің трассасын жоспарлау*: геодезиялық мәліметтер мен геодезиялық кедергілерді талдау негізінде жобалаушы мамандар желінің оңтайлы орналасуын, құбырлардың еңістігін және басқа параметрлерді анықтай отырып, кәріз желісінің бағытын жоспарлайды [2].

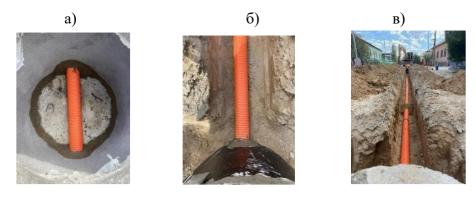
2 суретте қазіргі уақыттағы Бірлік елді мекенінің кәріз желісінің сызбасы көрсетілген.



Сурет 2. Бірлік елді мекенінің кәріз желісі трассасының сызбасы

Кәріз желілері трассасының координаттарын дәл анықтау үшін геодезиялық желілер қолданылады. Бұл желілер объектілердің орналасуын жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік береді және құрылыс пен техникалық қызмет көрсету шығындарын азайту үшін түйіндердің орналасуын оңтайландыруға мүмкіндік береді. Геодезиялық тораптардың деректері негізінде дизайнерлер жер бедерін, басқа коммуникациялардың болуын және геологиялық ерекшеліктерін ескере отырып, кәріз желісінің бағытын оңтайлы жоспарлай алады. Бұл басқа коммуникациялармен аз бұралған, аз қиылысатын жолды таңдауды қамтиды, бұл жолдың ұзындығын және құрылыс пен техникалық қызмет көрсету шығындарын қысқартуға мүмкіндік береді. Ол үшін геодезиялық деректерді талдауға және визуализациялауға және желіні жобалау мен салу кезінде шешімдерді оңтайландыруға мүмкіндік беретін ГАЖ кеңінен қолданылады [3,4].

Кәріз желілерін салу және жобалау жұмыстарын орындау барысында желілердің құрамына  $\Phi/200$  гофрленген құбырлары және  $\Phi/300$ - $\Phi/400$  қоңыраулы темірбетон құбырлары кіреді. Мұндай кәріз желілері бір қабатты және көп қабатты тұрғын үйлерден тұрмыстық ағынды суларды бұруға арналған (3 сурет).



Сурет 3. Гофрленген құбырларды салу процесі а) құбырдың құдық ішіндегі көрінісі; б) құбырдың сылау барысы; в) құм төселінген траншея

Геодезиялық бақылау және мониторинг: кәріз желісінің құрылысы аяқталғаннан кейін орындалған жұмыстарға геодезиялық бақылау және желінің жай-күйіне мониторинг жүргізіледі. Бұл желінің сенімді және тиімді жұмысын қамтамасыз ете отырып, алдағы орын алатын ықтимал мәселелерді уақтылы анықтауға және жоюға мүмкіндік береді.

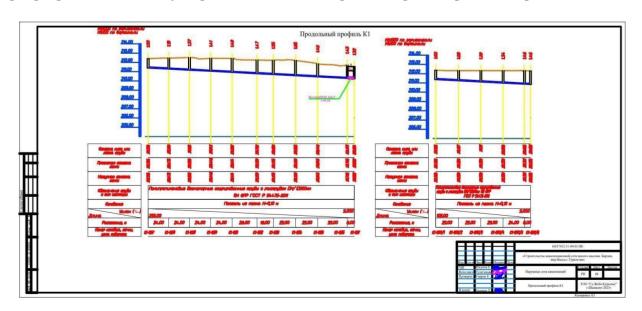
Кәріз құбырларын төсеу қатаң заңдарға бағынуы керек, өйткені жүйені жобалау және орнату кезінде сыртқы кәріз құбырының белгілі бір көлбеуін сақтау маңызды. Егер көлбеу тым кішкентай болса, сұйықтық құбырға жабысып қалады және бұл оның бітелуіне әкеледі.

Бітелуді болдырмау үшін келесі шарттар сақталуы тиіс:

150-160 миллиметр қимасы бар құбыр үшін ең аз айырмашылық (көлбеу бұрышы)  $0.8\ {\rm cm}\ /\ {\rm m}$  кем болмауы керек;

диаметрі 200 миллиметр - 0.7 см / м. Сонымен қатар 2 см / м аспауы тиіс [3].

Сыртқы кәріз құбыры үшін құбырды топырақтың қату белгісінен 10-20 см төмен құмға немесе ұсақ қиыршық тасқа салудың міндетті талабы бар метрге 15 миллиметр еңіс көзделеді. Геодезиялық жұмыстарды жүргізу үшін BOSCH gol 20D professional нивелирі пайдаланылды және алынған далалық жұмыстардың нәтижелерімен кәріз желісінің профилі жасалады. Жер бедерін ескере отырып, шығыстар бойынша құбырлардың диаметрлері мен еңістері анықталады және кәріз желісінің бойлық профилі қалыптасады (4 сурет). Бұл профильде құбырлардың диаметрлері мен көлбеулері, жобаланған учаскелердің ұзындығы, құбырлардың беті мен науаларының белгісі және ұңғымалардың тереңдігі көрсетілген.



Сурет 4. Бірлік елді мекенінің кәріз желісінің бойлық профилі

Техникалық жобаны әзірлеу кезінде дайындалған кәріз желісінің бойлық профильдері бойынша құбырлардың құрылысы жүзеге асырылатын жұмыс сызбаларының бойлық профильдері сол тік масштабта салынады. Бұл профильдер жобалау шарттары туралы егжейтегжейлі деректерді (жердің биіктік белгілері, жабын түрі, топырақ, жер асты сулары, қиылысатын құрылымдар және т.б.), сондай-ақ төселген құбыр деректерін (құбыр материалы, бақылау ұңғымалары, бұрмалар және т.б.) көрсетеді. Профильдің көлденең масштабы жоспар масштабына тең қабылданады (1: 500).

Жұмыс процесінде жер бедері жағдайында құбырды төсеу көлбеуін, оның координаттарын көрсете отырып, әрбір құдықты қазу және нөмірлеу тереңдігін бақылау жүзеге асырылады. Осылайша, геодезиялық әдістер олардың жұмысының тиімділігін, сенімділігі мен беріктігін қамтамасыз ететін кәріз желілерін жобалау және салу процестерінде шешуші рөл атқарады.

Геодезиялық желілердің арқасында дизайнерлер сенімді және тиімді кәріз жүйелерін құра алады, бұл қала тұрғындарының жайлы өмір сүру жағдайларын қамтамасыз ету үшін маңызды. Геодезиялық өлшеу деректері құрылысты бақылау және пайдалануға берілгеннен кейін желінің жай-күйін бақылау үшін де қажет, бұл ықтимал проблемаларды уақтылы анықтауға және жоюға мүмкіндік береді.

Осылайша, геодезиялық әдістер кәріз желілерін жобалау және салу процесінің ажырамас бөлігі болып табылады, олардың сенімді жұмысын және қазіргі заманғы сапа стандарттарына сәйкестігін қамтамасыз етеді.

Мақалада Түркістан қаласы, Ясы шағын ауданы, Бірлік елді мекенінің аумағында кәріз жүйелерін салу кезінде деректер пайдаланылды.

## Пайдаланылған әдебиеттертізімі:

- 1.Пронина Л.А., Мадиев А. Г., Юсова Ю. С. Современные геодезические технологии съёмки подземных инженерных коммуникаций // Электронный научно-методический журнал 2.Омского ГАУ. 2019. №2 (17) апрель июнь. URL http://ejournal.omgau.ru/images/issues/2019/2/00714.pdf. ISSN 2413-4066
- 3. Канализационные сети: учеб. пособие / О. К. Новикова; М-во трансп. и коммуникаций Респ.
- 4.Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. Гомель : БелГУТ, 2021. 179 с. ISBN 978-985-891-010-
- 5.Строительство канализационной сети жилого массива Бирлик, мкр Иассы г.Туркестан/Е.Юсупов/Том IV/Альбом I Наружные сети канализации

УДК:528.77

# БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ГЕОДЕЗИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Буртова Н.В. - магистрант

Международная образовательная корпорация (Алматы)

**Аннотация.** В данной работе рассмотрены и обозначены основные технические характеристики современных БПЛА. Проведен анализ и оценка возможности диагностики с помощью современных геодезических и фотограмметрических технологий используя беспилотные летательные аппараты и подвесного диагностического оборудования.

Ключевые слова: Фотограмметрия, Беспилотный летательный аппарат.

Беспилотное воздушное судно (БПЛА, в разговорной речи также «беспилотник» или «дрон») — это летательный аппарат, пилотируемый оператором на расстоянии.

Актуальность: В современном мире, когда цифровые технологии все активнее проникают во все сферы деятельности, геодезия не остается в стороне. Беспилотные летательные аппараты становятся неотъемлемой частью инструментария для проведения геодезических и картографических работ. В сравнении с традиционными методами съемки и измерений, использование БПЛА предоставляет значительные преимущества: от повышения скорости и точности выполнения работ до доступа к труднодоступным и опасным местам. В контексте постоянно растущего интереса к цифровым технологиям, изучение и применение БПЛА в геодезии приобретает стратегическое значение, позволяя существенно улучшить эффективность и качество геодезических работ в различных областях, включая строительство, геологию, сельское хозяйство, экологию и многие другие. Таким образом, внимание к роли БПЛА в геодезии необходимо для понимания и оптимизации современных процессов картографирования и измерений.

### Классификации, сферы и опыт использования БПЛА

Важнейшими классификациями являются: классификация по целевому назначению, классификация по несущей системы, классификация по взлетной массе и дальности действия. По целевому назначению БПЛА подразделяют на гражданские и военные.

Изначально применение БПЛА определялось именно как военное, но с начала 2000-х дроны начали активно применять и в гражданских целях. Гражданские БПЛА применяются в основном для мониторинга объектов, к примеру: видеонаблюдения с целью охраны различных объектов, мониторинга за передвижением на дорогах, мониторинга лесных массивов, в сельском хозяйстве, геодезии, мониторинга нефтегазовых объектов, видео- и фотосъемка труднодоступных промышленных объектов (линий электропередачи, ректоры, опор мостов, градирни и трубы и т.д.) [1].

По типу несущей системы БПЛА бывают самолетного, вертолетного, мультикоптерного, аэростатического типа.

У аппаратов самолетного типа подъемная сила за счет напора воздуха, набегающего на крыло, при движении в воздушном пространстве над крылом давление меньше чем под ним, благодаря этой разнице и создается подъемная сила. Данный тип БПЛА выделяется высокой скоростью и высотой полёта, а также большой его продолжительностью.

В частном случае аппараты самолетного типа являются БПЛА с гибким крылом, а также БПЛА с машущим крылом.

БПЛА с машущим крылом создают подъемную силу копируя движения, создаваемые в полете птицами и насекомыми. В настоящее время данный тип БПЛА является наиболее конструкционно сложным и практически не имеет сферы применения, по этой причине серийно не выпускается.

БПЛА с гибким крылом летает по тому же принципу что и БПЛА самолетного типа, но при этом имеет меньшую массу, также является самым простым и наиболее дешевым типом. В качестве крыла используется гибкая конструкция, выполняемая из гибких полимеров, либо ткани.

У аппаратов аэростатического типа подъемная сила создается за счет архимедовой силы, действующей на резервуар, заполненный газом много легче воздуха.

Подъемная сила у аппаратов вертолетного типа создается за счет вращения лопастей несущего винта (либо двух винтов). Главное преимущества вертолетного типа — это высокая маневренность, способность зависанияна месте.

БПЛА мультироторного типа создают подъемную силу аналогично вертолетному типу, однако при этом имеют более 2 винтов. Имеют все преимущества вертолетного типа, а также имеют высокую стабильность в воздухе, способны переносить большую полезную нагрузку. БПЛА мультироторного типа (коптер), в свою очередь, классифицируются по количеств у пропеллеров.

Также различают БПЛА по взлетной массе и дальности действия:

-микро БПЛА ближнего радиуса действия (взлетная масса до 5 кг, дальность действия до 25-40 км);

- -легкие БПЛА малого радиуса действия (взлетная масса 5-50 кг, дальность действия 10-70 км);
- -легкие БПЛА среднего радиуса действия (взлетная масса 50-100 кг, дальность действия 70-150 км);
- -средние БПЛА (взлетная масса 100-300 кг, дальность действия 150-1000 км);
- -среднетяжелые БПЛА (взлетная масса 300-500 кг, дальность действия 70-300 км);
- -тяжелые БПЛА среднего радиуса действия (взлетная масса более 1500 кг, дальность действия 70-300 км)[2].

### Преимущества использования БПЛА в геодезии:

Беспилотные летательные аппараты открывают новые перспективы в геодезии, предоставляя ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами съемки и измерений. Ниже перечислены основные преимущества использования БПЛА:

**Высокая точность и разрешение:** БПЛА обладают способностью выполнять съемку с высокой точностью и разрешением, что позволяет получать данные субсантиметровой точности и создавать высококачественные ортофотопланы, модели местности (ЦММ), модели рельефа и 3-D модели.

**Быстрое выполнение работ:** Использование БПЛА существенно ускоряет процесс съемки по сравнению с традиционными методами, что позволяет сократить времявыполнения проектов и оперативно реагировать на измененияв условиях.

**Доступность к труднодоступным местам:** БПЛА могут легко проникать в труднодоступные и опасные места, где человеческий доступ затруднен или невозможен, такие как горные районы, лесистые участки, зоны стихийных бедствий и т.п.

**Экономия ресурсов:** Использование БПЛА позволяет сократить затраты на выполнение геодезических работ за счет снижения необходимости в человеческих ресурсах, транспортных средств, времени на подготовку и проведение работ.

**Масштабируемость:** БПЛА могут эффективно использоваться для выполнения как мелких, так и крупных проектов, обеспечивая масштабируемость и гибкость в работах.

**Возможность интеграции с другими технологиями:** БПЛА легко интегрируются с другими современными технологиями, такими как: GNSS, лидары (лазерные сканеры), фотограмметрия, мультиспектральные камеры и т.д., что позволяет получать более полную и точную информацию о исследуемых объектах и земной поверхности.

Все эти преимущества делают БПЛА важнейшим инструментом в современной геодезии, позволяя повысить эффективность, скорость и качество проводимых работ.

### Методы применения БПЛАв геодезии:

Технологии на базе БПЛА предоставляют широкий спектр возможностей для применения в геодезии. Ниже приведены основные методы и технологии, которые используются в геодезических исследованиях:

**Аэрофотограмметрия:** БПЛА могут быть оснащены высококачественными камерами, позволяющими выполнять аэрофотосъемку для создания ортофотопланов, моделей рельефа (ЦМР) и 3-D моделей. Эти данные могут быть использованы для создания карт, планирования, дефектовки и мониторинга.

**Лазерное сканирование:** Современные БПЛА могут оснащаться лидарными сканерами, позволяющими проводить высокоточное лазерное сканирование исследуемых объектов. Эти данные используются для различных измерений, создания наиболее точных цифровых моделей рельефа (ЦМР) и 3-D моделей, анализа поверхностных форм и определения объемов объектов.

**Тепловое сканирование:** БПЛА можно оборудовать инфракрасными камерами для теплового сканирования. Этот метод применяется для обнаружения тепловых аномалий, мониторинга климатических изменений, поиска утечек тепла и других приложений.

**Мультиспектральное сканирование:** БПЛА могут оснащаться мультиспектральными камерами, позволяющими снимать изображения в различных спектральных диапазонах. Эти данные главным образом используются в агроэкологических

целях, для анализа растительности, почвенных свойств, состояния сельскохозяйственных угодий и т.д.

**3-D моделирование:** БПЛА могут использоваться для создания трехмерных моделей объектов и сооружений. Эти модели могут быть полезны для планирования строительства, визуализации географических данных и архитектурного проектирования и многих других целях.

**Мониторинг изменений:** БПЛА могут регулярно выполнять съемку одной и той же территории для мониторинга изменений во времени. Этот метод может использоваться для отслеживания деформаций земной поверхности, распространения природных бедствий, изменений в растительности и других процессов [3].

Применение БПЛА в геодезии охватывает широкий спектр методов и технологий, что делает их универсальным и эффективным инструментом для проведения геодезических измерений, картографических работ и мониторинга.

## Перспективы развития БПЛА в геодезии:

БПЛА продолжают эволюционировать и играть все более значимую роль в геодезии и прочих отраслях. Существ ует ряд перспектив, которые могут сделать БПЛА более эффективными и полезными в геодезических приложениях:

**Улучшение технических характеристик:** Развитие технологий в области авиации, электроники и робототехники позволит создать более мощные и функциональные БПЛА с улучшенными характеристиками, такими как большая дальность полета, увеличенная полезная нагрузка и т.д.

**Развитие автономности:** Разработка более сложных систем автопилотирования и интеграция искусственного интеллекта позволит увеличить автономность БПЛА и снизить зависимость от человеческого управления. Это позволит исключить человеческий фактор и сделает возможным выполнение сложных геодезических задач без непрерывного контроля оператором.

**Интеграция с другими технологиями:** Продвижения в области геопространственных технологий, такие как: глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС), инерциальная навигация, геоинформационные системы (ГИС) и другие, позволят создать интегрированные решения, комбинирующие преимущества различных технологий для повышения эффективности и точности геодезических работ.

**Расширение областей применения:** Постоянное расширение областей применения БПЛА, открывает новые возможности для использования этих устройств в различных отраслях и обеспечивает рост спроса на специалистов в области геодезии и пилотировании БПЛА.

**Стандартизация и нормативное регулирование:** Разработка международных стандартов и нормативов для использования БПЛА в геодезии поспособствует установлению единых правил и процедур, что улучшит безопасность, качество и эффективность геодезических работ.

В целом, перспективы развития беспилотных летательных аппаратов обещают улучшение процессов съемки, измерений и анализа данных, что будет способствовать более точным и эффективным геодезическим работам в различных отраслях промышленности и науки.

Таким образом, беспилотные летательные аппараты, играют ключевую роль в современной геодезии, предоставляя уникальные возможности для съемки, измерений и анализа земной поверхности. Они обеспечивают высокую точность и разрешение данных, значительно ускоряют процесс работ, обеспечивают доступ к труднодоступным местам, экономят трудовые и финансовые ресурсы повышают безопасность и снижают риски.

Методы применения БПЛА в геодезии охватывают широкий спектр технологий. Эти методы позволяют собирать разнообразную полезную информацию о исследуемых объектах и земной поверхности для различных областей, начиная от планирования строительства и агрокультуры, до мониторинга окружающей среды и изменений климата.

С учетом постоянного развития технологий БПЛА являются важным инструментом для современной геодезии, их роль в этой области будет продолжать расти. Поэтому понимание преимуществ и изучение методов применения БПЛА, является важным для специалистов геодезической области и содействует развитию эффективных и инновационных методов съемки и измерений.

### Список использованной литературы:

- 1. Афанасьев, П.П. Беспилотные летательные аппараты. Основы устройства и функционирования / П.П. Афанасьев. Москва: МАИ, 2008.
- 2. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. М.: ФГУП «Картгеоцентр», 2005. Т.1. 334 с.
- 3. Митрофанов Е.М., Шайтура Н.С., Залецкий А.В., Серебряков С.А., Липин И.Н. Основы применениябеспилотныхаэрофотосъемочных систем. Бургас: Изд-во ИХНИИТ, 2023. 125 с.

UDC 004.9

# THEMATIC MAPPING USING WEB-GIS Dauletkhanova L.R.

Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Abstract.** With the development of new technologies, geospatial information is receiving more and more attention and is found everywhere. The development of GIS technologies in recent decades has been characterised by the transition from traditional desktop GIS to Web-based GIS, which increases the number of users interested in obtaining certain information. GIS has changed over time, especially with the move to the internet. This article focuses on ArcGIS Web Applications and how they make it simpler for people to access and understand location information. Moreover, it shows how these changes are making geospatial information more useful and available to everyone.

**Keywords:** Web GIS, web-mapping, ArcGIS.

In a world where almost all information is geographically related, GIS allows you to identify and map the relationships of objects in the real world. However, GIS technology is not just about maps. Today, geographic information systems can process a large amount of information, providing a clear picture of what is happening in the world and helping to make important strategic decisions.

Web GIS is characterized as a system that provides access to geospatial data without third-party applications to a range of users in search of specific information. In other words, Web GIS is a collection of software, geospatial data, and the professionals who develop it, enabling data exchange between a server and a GIS application.

Web GIS includes the client and the server itself. The client in the case of web development is a desktop or mobile application and a browser, and the server is a GIS server.



Figure 1. Web-GIS architecture [6]

The Esri ArcGIS platform, with the emergence and improvement of new technologies, is realising a wide range of opportunities for the development of Web GIS, bringing new ways to transfer, retrieve and publish geospatial data. Esri pre-built web applications are web-based developments that do not require the user to configure them for use: to work with these applications, you only need to connect to services and resources. Each application has its own website where you can view the created applications and other resources. Some of these applications include ArcGIS Online, Operations Dashboard forArcGIS, and ArcGIS Web App Builder.

Operations Dashboards for ArcGIS allows you to monitor ArcGIS Server services, create, and publish operational dashboards using maps, lists, charts, andother spatial data views.

With the help of this web application, it is possible to make decisions, inform people (Fig.2) and track trends of any events (Fig.3).

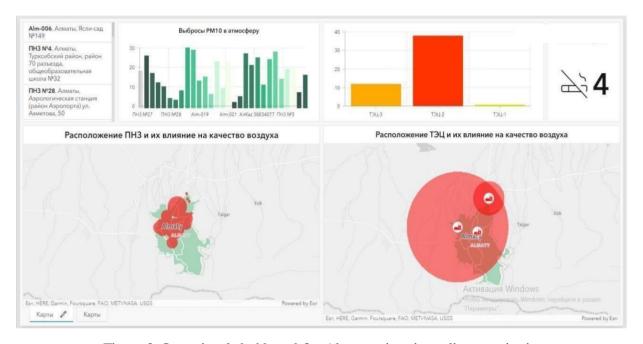


Figure 2. Operational dashboard for Almaty city air quality monitoring

Thus, to create the operating panel provided in Figure 2, various platform features and widgets were utilized such as: list, bar charts, indicator and maps were added.

For this operational panel (Fig.2) we used data obtained from the official site of KazHydroMet, which constantlyupdates data on air pollution monitoring posts (APMP). With the help of this operational panel it is possible to inform residents of Almaty city about air quality. The data obtained by observation points were processed in ArcGIS Pro software, attribute information on the content of particles in the air, such as NO2, PM10, PM2.5 and others wewe also filled in. Two maps were created on the panel with the exact location of the APMP, showing the list of observation points and PM10 particle content in the air. Based on the same data, an infographic was created on the content of PM2.5 in the air and its equivalent, expressed in the number of cigarettes smokedby a city resident. A map of their locations and the zone of their impact on air qualitywas constructed using data from Almaty combined heat and power plants, and the data on emissions were reflected in the diagram.

The Almaty City Traffic Accident Operational Dashboard (Figure 3) allows residents of the metropolis to stay informed and track trends of changes in the situation on the roads. The data for creating the above- mentioned dashboard, processed in ArcGIS Pro software, were obtained from official sources of the General Prosecutor's Office of Almaty city. It reflect the distribution of accidents by time of day, days of the week, districts and the state of drivers at the time of the accident. Spatial objects in the form of accident points were added to the panel, as well as indicator diagrams and the map itself showing attribute information about these events.



Figure 3: Operational dashboard for displaying the Almaty city road accident analysis

ArcGIS Operation Dashboards provide the ability to interact with data on the dashboard in an interactive way. Dashboards can be configured to automatically updatedata in real time. This is especially valuable for rapid monitoring and effective information management.

ArcGIS Web-App Builder is a powerful tool for creating interactive webapplications and maps without the need for deep programming skills. The application created with ArcGIS Web AppBuilder is based on the idea of low code, so it is does not require deep programmingknowledge or creating programming code from scratch.

To create such application (Figure 4), you need an ArcGIS Developers account, and if you use the editing and new object creation capabilities, you will also need to create your own server based on ArcGIS Enterprise.

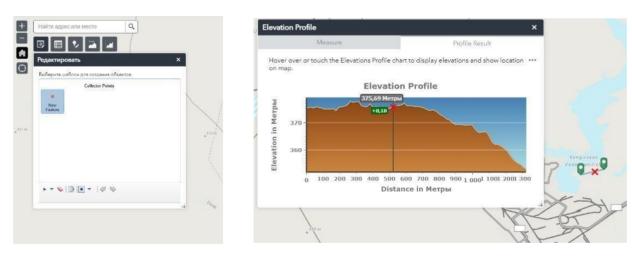


Figure 4,5. Editable web application based on ArcGIS Web AppBuilder. Profile Widget in ArcGISWeb AppBuilder

ArcGIS Web AppBuilder provides a wide range of widgets that can be integrated into web applications to enhance and extend their capabilities. Each widget is designed for a specific task and has its own unique characteristics. In addition to the basic default widgets, you can add customized widgets from various sources or user-designed widgets, such as the profile widget (Figure 5). The Profile Widget is a useful tool available in ArcGIS Web AppBuilder that allows users to get a detailed view of the terrain based on elevation data. It is particularly useful for analyzing an area and understanding land surface characteristics. The profile widget allows users to build and visualize

vertical elevation profiles along a selected line or path on the map. This allows you to assess the topography and elevation changes in a particular area.

To enter new points, the edit widget is used (Fig. 6), which allows to automatically fill in the fields for the user who entered it, the date of entry, so it is necessary to fill in only some fields that are mandatory for the table. The tool has the ability to integrate with external data sources such as databases, services or web services, which allows automatic updating and synchronization of information. The tool provides functionality to automatically create and modify the geometry of objects, including lines, polygons and points.

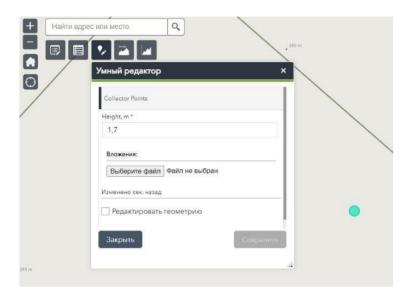


Figure 6. Edit Widget in ArcGIS Web AppBuilder

**Conclusion.** Thus, Web-GIS development is now receiving a lot of attention in many areasof human endeavor. Using the ArcGIS Online platform for Web mapping is a powerful tool that allows you to create, analyze and visualize geographic data with ease. This platform provides accessibility and usability through a web browser, supports interactive maps, integration with external data, the ability to collaborate, scalability and flexibility to create different applications. All this way is possible only with the improvement of server-based, cloud-based technologies, mobile GIS, web-based applications that will allow both to transmit and receive data and to process it, namely to analyze it.

#### **References:**

- 1. Alesheikh A. A., Helali H., Behroz H. A. Web GIS: technologies and its applications //Symposium on geospatial theory, processing and applications. Ottawa, ON, Canada: ISPRS, 2002. VOL. 15. PP. 1-9.
- 2. Ananda F., Kuria D. N., Ngigi M. M. Towards a new methodology for web GIS development. 2016.
- 3. Veenendaal B., Brovelli M. A., Li S. Review of web mapping: Eras, trends and directions //ISPRS International Journal of Geo-Information. 2017. T.6. №. 10. C.317.
- 4. Katsko S. Yu. Features of using cartographic works in the Web-GIS environment //Interexpo Geo-Siberia. 2017. T. 1. № 2. C. 46-49.
- 5. Potanin M. Yu. Web GIS technologies: a review of the main directions of development // System Analysis in Science and Education. 2014. №. 2. C.43-52.
- 6. ArcGIS Enterprise [Electronic resource]: ArcGIS for Server. URL: <a href="https://enterprise.arcgis.com/ru/server/10.3/create-web-apps/windows/about-creating-web-gis-applications.htm">https://enterprise.arcgis.com/ru/server/10.3/create-web-apps/windows/about-creating-web-gis-applications.htm</a>

- 7. Nowak M. M. et al. Mobile GIS applications for environmental field surveys: A state of the art //Global Ecology and Conservation. 2020. Vol. 23. P. e01089.
- 8. Fa rgher M. WebGIS for geography education: Towards a GeoCapabilities approach //ISPRS International Journal of Geo-Information. 2018. T. 7. № 3. C. 111.

УДК 528.4

## РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГЕОДЕЗИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

**Егоров И.П.**<sup>1</sup> - магистрант **Редченко В.И.**<sup>2</sup> магистрант **Ожигин С.Г.**<sup>1</sup> с.н.с., д.т.н. <sup>1</sup> КарТУ (Караганда), <sup>2</sup> ЕНУ (Астана)

**Аннотация.** В статье рассматривается влияние цифровых геодезических технологий и искусственного интеллекта на развитие железнодорожной отрасли. Выполнен анализ последних цифровых геодезических технологий, применяемых при эксплуатации железных дорог, и их воздействие на эффективность мониторинга состояния железнодорожных насыпей. Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения качества и точности в управлении железнодорожными объектами в условиях стремительного развития современных технологий.

**Ключевые слова:** *цифровые технологии, искусственный интеллект, железная дорога, геодезия.* 

В современном мире железнодорожные транспортные системы становятся объектом стремительных изменений. На сегодняшний день они включают в свою работу передовые цифровые геодезические технологии. Процесс внедрения цифровых технологий модернизирует способы сбора, обработки и анализа геопространственных данных.

Применение геопространственных данных, аналитических инструментов информационных систем открывает новые возможности для эффективного контроля состояния путей и инфраструктуры железнодорожных магистралей. Цифровые геодезические технологии предоставляют инновационные решения для мониторинга и управления инфраструктурой. железнодорожной Тем самым они позволяют оптимизировать планирование маршрутов, повысить надежность движения поездов и снижать риски возникновенияаварий.

Геодезия на железной дороге играет важную роль в проектиров ании, строительстве, эксплуатации и обслуживании железнодорожной инфраструктуры. В связи с этим долгое время существовала потребность в развитии и совершенствовании инструментов и методов геодезического обеспечения железнодорожной отрасли. Данная потребность была связана с растущими требованиями к точности и надежности данных в железнодорожной отрасли.

В связи с экономическим развитием и быстрыми темпами роста промышленности геодезические технологии нуждались в постоянном совершенствовании. Так в XIX веке геодезические работы проводились вручную с использованием оптических теодолитов, нивелиров и других простых инструментов. Далее с развитием технологий во второй половине XX века в геодезии на железной дороге уже появились электронные инструменты, такие как электронные теодолиты и лазерные измерительные устройства. Это обстоятельство существенно улучшило точность и эффективность измерений. В конце XX века с внедрением систем глобальной навигации, таких как GPS и ГЛОНАСС, геодезия на железной дороге получила новый импульс. Это позволило улучшить точность определения пространственного

положения объектов, что особенно важно при строительстве железных дорог различного назначения.

С развитием информационных технологий геодезическое обеспечение железных дорог стало интегрированно сдругими аспектами железнодорожной деятельности.

Внедрение цифровых геодезических технологий в железнодорожной отрасли актуально для многих задач. Например, для мониторинга путей и контроле осадки земляного полотна. Данный вид деформаций может происходить под влиянием различных факторов, описанных в таблице 1.

Таблица 1 – Причины неравномерной осадки земляного полотна

Название	Описание	Причины
Недостаточная несущая	Состояние, при котором	Несоответствие свойств
способность основания	основание не может	грунта;
	выдержать нагрузку от	Ошибки проектирования;
	сооружения, что приводит к	Ошибки строительства;
	его деформации и/или	Эксплуатационные факторы.
	разрушению	
Неравномерное	Состояние, когда нагрузка	Неоднородность грунтов;
распределение нагрузки	распределена неравномерно	Недостатки проектирования;
	между элементами системы	Антропогенные факторы.
Подтопление земляного	Процесс повышения уровня	Недостаточная пропускная
полотна	грунтовых вод, который	способность водоотводных
	приводит к насыщению	сооружений;
	водой грунта земляного	Техногенные факторы.
	полотна	
Суффозионное	Процесс вымыванияи выноса	Наличие водоносного слоя
разрушение откосных	водой мелких частиц грунта,	вблизи поверхности земли;
частей земляного полотна	что приводит к образованию	Усиление выноса потоком
	пустот и просадок	изливающихся грунтовых
		вод.

Неравномерная осадка земляного полотна может привести к деформации пути, образованию просадок и пучин, нарушению геометрии пути, что приводит к снижению скорости движения поездов, увеличению шума и вибрации, а в крайних случаях — к сходу поезда с рельсов.

Развитие цифровых геодезических технологий может способствовать более эффективному, эргономичному и экономичному решению подобных задач.

Среди цифровых геодезических технологий, применяемых в железнодорожной инфраструктуре, кроме цифрового нивелирования и электронной тахеометрии, полигонометрии, триангуляции и трилатерации можно выделить также 4 новых, активно развивающихся направления (рисунок 1).

Лазерное сканирование становится все более распространенным методом цифрового геодезического обеспечения железных дорог. Лазерный луч сканирует шаг за шагом объекты на своем пути и, отражаясь от этих объектов, создает их видимый образ: так называемое «облако пространственных точек» [1]. Данная технология позволяет отслеживать изменения высоты земляного полотна на больших участках магистралей с течением времени.

В ходе проведения мониторинга для определения параметров неравномерной осадки земляного полотна собраются геопространственные данные. Они получаются при помощи технологии LiDAR и обрабатываются в камеральных условиях. Камеральная обработка состоит из первичной обработки данных, выявления деформаций и анализа 3D-модели. Первичная обработка данных состоит из очистки данных от шумов и артефактов, регистрации данных в единой системе координат, выделении земляного полотна изполученной 3D-модели.

Процесс выявления деформаций заключается в создании эталонного профиля земляного полотна с последующим его сравнением с текущим профилем. Выявляются отклонения, превышающие допустимые значения. Анализ 3D-модели включает в себя визуализацию деформаций и измерение параметров неравномерной осадки земляного полотна.



Рисунок 1. Активно развивающиеся направления цифровых геодезических технологий

Глобальные навигационные спутниковые системы, такие как GPS, Galileo, ГЛОНАСС, BEIDOU являются важной и эффективной цифровой технологией геодезического мониторинга. Геодезические спутниковые приемники позиционирования, выполняющие натурные измерения с сантиметровой точностью, обеспечивают требуемую точность в плане и по высоте при комплексировании с инерциальными системами [2].

На этапе планирования определяются участки пути с высоким риском деформаций и устанавливаются параметры измерения (частота, продолжительность). В ходе выполнения измерений на объекте проведения работ ГНСС оборудование устанавливается вдоль контур а земляного полотна. ГНСС ровер непрерывно принимает сигналы от спутников и записывает данные о координатах. Собранные данные обрабатываются для вычисления показателей деформаций. Неравномерная осадка между і-ым и ј-ым реперами в момент времени t определяется поформуле 1:

$$d^{t} = H^{t} - H_{i} - (H^{t} - H_{j})$$
(1)

где:  $H_i^t$  – высота і-го репера в момент времени t;

 $H_i$  – высота і-го репера в начальный момент времени;

 $H_j^t$  — высота j-го репера в момент времени t;  $H_j$  — высота j-го репера в начальный момент времени.

В процессе обработки, полученных геопространственных данных, происходит деформаций (продольный и поперечный профили), деформированного участка земляного полотна. В ходе выполнения динамического анализа, определяется скорость развития деформаций во времени, проводится сравнение текущих деформаций с эталонным профилем. После этого определяются допустимые отклонения.

Аэрофотограмметрия, как цифровая геодезическая технология, зарекомендовать себя эффективным методом проведения мониторинга неравномерных осадок земляного полотна. Данные ЦМР позволяют отслеживать изменения высоты земляного полотна с течением времени. А также выполнять контроль качества работ по устройству верхнего строения пути на всех этапах строительства с оценкой объема выполненных работ, создание трехмерных моделей сооружений с дальнейшим контролем отклонения от проектных параметров; контроль выполнениястроительных работ [3].

Мониторинг деформаций при помощи БПЛА состоит из нескольких этапов. Перед проведением лётно-съёмочного процесса требуется его планирование. На этом этапе работ создаётся полётное задание и проект размещения опорных точек. После этого на месте проведения изысканий необходимо разместить опорные точки согласно проекту. Далее выполняется полёт по заданному маршруту. В камеральных условиях производится обработка полученных данных. В специализированном программном обеспечении (Agisoft Metashape, Pix4D) выполняется построение цифровой модели местности, включая тайловую модель. На основе созданных моделей проводится анализ для определения величины и скорости развития деформации. Данный анализ выполняется путём сравнения полученных данных с проектными значениями или с эталонным профилем земляного полотна. После этого результаты интерпретируются и оценивается степень деформации.

Применение космического зондирования Земли в мониторинге железнодорожных путей включает в себя использование спутниковых и аэрокосмических снимков. С помощью них выявляются деформации и повреждения инфраструктуры. В этом случае мониторинг может проводиться методом космического зондирования Земли, основанномнаанализеданных радарных спутников — спутниковой интерферометрией. InSAR использует два или более изображения, полученных радарным спутником с одного и того же участка земной поверхности в разные моменты времени. Из сравнения фаз радарных сигналов наэтихизображениях можно вычислить изменения расстояния между спутником и поверхностью Земли. Эти изменения расстояния используются для определениядеформаций земляного полотна.

Имплементация искусственного интеллекта поможет в развитии цифровых геодезических технологий в железнодорожной сфере. Машинное обучение способно обрабатывать данные с различных сенсоров, таких как геодезические измерения, наземные и дистанционные датчики, чтобы автоматически обнаруживать и классифицировать пучины и другие деформации на железнодорожных путях. Например, чтобы повысить эффективность и точность оценок, японская JR Kyushu выбрала решение на базе AMD от Tokyo Artisan Intelligence (TAI), которое использует высокоскоростн ую обработку изображений ДЗЗ и расширенные возможности искусственного интеллекта.

Роль цифровых геодезических технологий, таких как ДЗЗ, ГНСС технологии, лазерное сканирование и аэрофотограмметрия, в контексте мониторинга неравномерной осадки земляного полотна железнодорожных магистралей важна. Эти методы предоставляют детальные данные, позволяя выявлять области с потенциальной деформацией и формировать модели изменений. Интеграция этих технологий создает комплексный подход, обеспечивая не только повышение точности мониторинга, но и эффективное управление железнодорожной инфраструктурой, содействуя безопасности и устойчивому развитию транспортной отрасли.

### Список использованной литературы:

- 1. **Дралова, И.П.** Геодезические методы при осуществлении цифрового моделирования пути при проектировании, строительстве и эксплуатации железных дорог [Текст]: Статья в сборнике трудов конференции / Дралова, И.П., Сырова, Н.С. Гомель: УО «Белорусский государственный университет транспорта», 2019. с. 70-73.
- 2. **Пикалов, А.С.** Повышение эффективности реконструкции железнодорожного пути за счет применения современных технологий [Текст]: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / А.С. Пикалов Новосибирск: ФГБОУ ВПО «СГУПС», 2013.-c.12.
- 3. **Зайцев, А.А.** Методы мониторинга и моделирования в вопросах управления состоянием инфраструктуры железнодорожного пути [Текст]: Статья в сборнике трудов конференции / А.А. Зайцев, А.А. Сидраков, В.В. Абрашитов, А.В. Кендюк, Д.В. Космынин Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2021. с. 114-117.

## ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ПОДВЕДЕНИЯ КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

**Жалгасбаева Ж.Ж.** - магистрант, **Тиржанова С.Е.** - докторант, **Кожаев Ж.Т.** - ассоц.проф. *Satbayev University (Алматы)* 

Аннотация. В статье представлены результаты инженерно-геодезических изысканий, выполненных для проектирования и прокладывания инженерных сетей при строительстве детского сада в г. Жезказган. Описаны этапы проведения изысканий, включающие рекогносцировку участка, создание планово-высотного обоснования, закладку временных реперов, тахеометрическую съемку, камеральную обработку полевых данных. В качестве результатов представлены топографический план масштаба 1:500, координаты и высоты временныхреперов, абрисы, электронные чертежи в формате .dxf и .dwg.

**Ключевые слова:** инженерно-геодезические изыскания, временные репера, топографическая съемка, камеральная обработка, инженерные сети.

Введение. Изыскания — это комплекс проблемных, экономических и технических исследований района предполагаемого строительства, с целью получения данных, необходимых для решения основных вопросов проектирования, строительства и эксплуатации сооружений [1].

Инженерные геодезические изыскания — это комплекс работ, направленный на получение топографо-геодезической информации о местности, необходимой для проектирования и строительства коммуникаций.

В состав инженерно-геодезических изысканий входят:

- сбор и анализ имеющихся на район строительства топографо-геодезических материалов прошлых лет;
- создание планово-высотных съемочных геодезических сетей; топографические съемки (наземные и аэрокосмические) в масштабах 1:500-1:10000, включая съемки подземных и наземных сооружений;
- обновление топографических планов прошлых лет в масштабах 1:500-1:10000;
- подготовка цифровых моделей местности;
- трассирование линейных сооружений и закрепление трассы и ее сооружений на местности;
- привязка инженерно-геологических выработок, геофизических точек;
- геодезические работы при производстве гидрометеорологических изысканий;
- геодезические работы для изучения опасных геологических процессов (например, оползни, карсты, осыпи, переработка берегов водохранилищ);
- геодезические работы для проектирования реконструкции и технического перевооружения существующих предприятий, зданий и сооружений, включая съемки наземных и подземных сооружений, съемки существующих автомобильных дорог, гидромелиоративных систем и т.д.;
- оформление и тиражирование материалов инженерно-геодезическихизысканий.

Важность инженерных изысканий нельзя переоценить, так как они обеспечивают точность, безопасность, экономичность и качество строительства. Геодезические изыскания помогают точно определить трассу коммуникаций с учетом рельефа, инженерногеологических условий, наличия других подземных объектов. Это позволяет избежать ошибок и аварий при прокладке труб, кабелей и других элементов сети [2].

Игнорирование геодезических изысканий может привести к серьезным проблемам, таким как ошибки в проектировании и строительстве, аварии и повреждения коммуникаций, дополнительные финансовые затраты., задержки в сдаче объекта в эксплуатацию.

Поэтому проведение геодезических изысканий является необходимым условием для качественного и безопасного строительства коммуникационных сетей. При строительстве инженерных подземных коммуникаций также используют современные геодезические приборы, которые значительно повышают точность измерений, ускоряют и облегчают работу специалистам в области инженерной геодезии [3].

Материалы и методы. Объект исследования расположен на площадке строительства десткого сада в городе Жезказган (рисунок 1.)



Рисунок 1. Схема расположения объекта исследования

Изыскания были выполнены в рамках комплексных инженерно-геодезических и инженерно-геологических изысканий на объекте: «Строительство детского сада на 280 мест по адресу: ул.Гоголя 6А,6Б г.Жезказган».

Были выполнены такие виды работ как, рекогносцировка участка проектируемого объекта, создание планово-высотного обоснование, закладка реперов, тахеометрическая съемка, камеральная обработка полевых данных.

Выполнена топографическая съемка в масштабе 1:500, между точками проектируемого участка на расстоянии 15-20м с нанесением всех характерных точек. Общая площадь для топографической съемки участка составила 8,65 га.

Геодезическая привязка исходных точек выполнялась с помощью геодезической спутниковой аппаратуры Trimble SMAX Geo. Электронные тахеометры были представлены моделью Leica 407 TCR (рис.2).

Камеральная обработка осуществлялась по материалам полевых работ. В результате камеральных работ был составлен топографо-геодезический план земельного участка масштаба 1:500 на основе журналов наблюдений, абрисов обмера земельного участка. Обработка съемочных материалов была выполнена в программах «CREDO» и «AutoCAD».

Результаты. Первым этапом проведения полевых работ при инженерных изысканиях обычно является создание на объекте опорной геодезической сети и закладка временных реперов (таблица 1). Временные репера — это закрепленные на местности точки с известными координатами, координаты которых определены с высокой точностью при выполнении инженерно-геодезических работ [4].

таолица т – координаты и высоты временныхреперов				
№ репера	X	У	Н	
1	5296254,97	401522,27	347,83	
2	5296170,88	401552,31	348,70	
3	5296156,75	401485,61	347,56	
4	5296200.13	401450.11	345.52	

Таблица 1 – Координаты и высоты временных реперов

При проведении строительных работ временные репера (BP) служат основой для геодезического обеспечения строительных работ. Предварительно (в офисе) было намечено наиболее оптимальное расположение BP на площадках, нашли по навигатору примерное место расположения BP, выбрали метод закладки и установки BP. Работы проводились на строительной площадке. Бурили маленькие скважины, в них помещали металлический уголок и бетонировали. Так обеспечивается его надежное закрепление. Таким образом, на нашу рабочую площадку мы устанавливали четыре временныхрепера (рисунок 2).

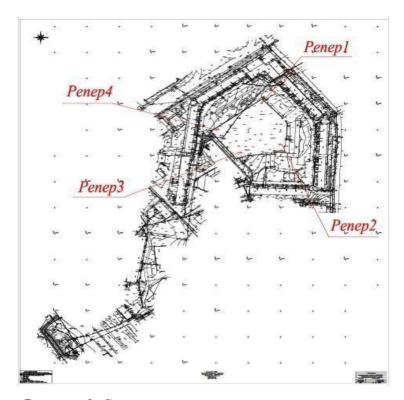


Рисунок 2. Схема расположения временных реперов

Следующим этапом работ являлась топографическая съемка объекта. Съемка выполнялась как традиционными приборами (электронные тахеометры с отражательными призмами), так и с применением GPS технологии для составления планово-высотного обоснования. В результате полевых изысканий для дальнейшей компьютерной обработки были подготовлены абрисы (рисунок 3).

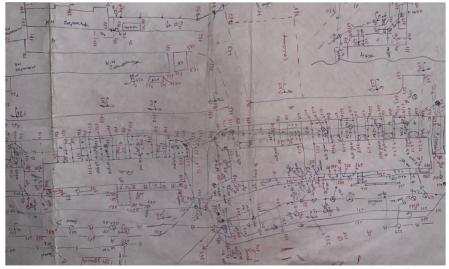


Рисунок 3. Фрагмент результата полевых изысканий – абриса

Заключительным этапом работ являлась камеральная обработка полученных данных, то есть подготовка электронных чертежей в формате .dxf и .dwg. Окончательные варианты чертежей используются для дальнейшего проектирования и прокладывания коммуникационных инженерных сетей (рисунок 4).

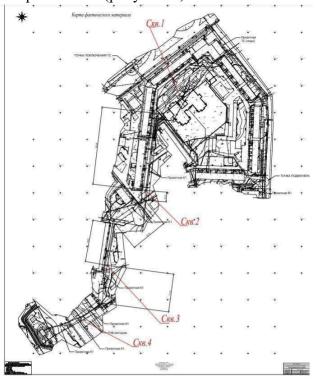


Рисунок 4. Топографический план объекта

Выводы. В рамках исследования были выполнены инженерно-геодезические изыскания для проектирования и прокладывания инженерных сетей при строительстве детского сада в г.Жезказган. В статье приведена информация об этапах проведения инженерных изысканий. Изыскания были исполнены в соответствии со всеми нормами и в установленных пределах точности. Поэтому, изготовленные в процессе производства работ цифровые планы на электронном носителе могут быть в полной мере использованы в качестве обеспечения информационной и топографической основы, при принятии технических решений в процессе проектирования и реализации мероприятий, направленных на обеспечение оперативных решений при строительстве инженерныхкоммуникационных сетей.

Геодезические изыскания помогают оптимизировать маршрут прокладки коммуникаций, что сокращает расходы на материалы и земляные работы. Они также помогают избежать переделок и дополнительных затрат, вызванных ошибками в проектировании Строительство без строительстве. проведения геодезических изысканий незаконно. Результаты изысканий являются обязательной проектной документации. частью Геодезические изыскания помогают выявить возможные проблемы (например, слабые грунты, овраги) на этапе проектирования [5].

### Список использованной литературы:

- 1. СП РК 1.02-101-2014 «Инженерно-геодезические изыскания для строительства» (с изменениями и дополнениями от 02.02.2024 г.). Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан, 2014. 52 с.
- 2. Загретдинов Р.В., Комаров Р.В., Сапронов А.Е., Соколова М.Г. Основные инженерногеодезические изыскания при строительстве сооружений. Казань: Казан. ун-т, 2020. 98
- 3. Гура Т.А., Слинькова Ю.Н. Инженерно-геодезические изыскания для подготовки проекта планировки территории. // Вестник магистратуры. 2016. № 11-2 (62). С. 30-32.

- 4. Федотов Г.А. Инженерная геодезия: Учебник. М.: Высшая шк., 2006. 463 с.
- 5. Хаметов Т.И. Геодезическое обеспечение проектирования, строительства и эксплуатации зданий, сооружений: Учеб. пособие. М.: Изд-во АСВ, 2002. 200 с.

УДК 528.645

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА ЭХОАКУСТИКИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ДНА ВОДОЁМОВ

**Жанакулова К.А.** - докторант, **Касымканова Х.М.** - д.т.н., профессор *Satbayev University, Казахстан,г.Алматы* 

**Аннотация.** Для решения ряда научных и практических задач в различных сферах жизнедеятельности человека, необходима качественная информация о рельефе дна водоёмов. Получение данной информации обеспечило внедрение устройств, использующих принцип распространения акустических волн в воде. Изобретение эхолотов, гидролокаторов позволяет получать достоверную информацию о глубинах и рельефе дна водоёмов.

Целью данной работы является осветить принцип работы сонаров, применяемых при проведении батиметрических съёмок рек, озер, морей и океанов.

**Ключевые слова**: гидроакусти ка, звук, звуковая волна, ручной лот, сонар, эхолот, длина волны, частота, давление, скорость звука, излучатель, гидрофон, преобразователь.

Введение. Последнее десятилетие XX века характеризуется существенным научным прорывом во всех областях науки, занимающихся изучением нашей Земли, в том числе и гидрографии. Внедрение цифрового оборудования, компьютеров позволило увеличить объем гидрографической информации и получать довольно точную информацию о подводном рельефе, не уступающей по точности топографическим съёмкам, проводимых на суше. Однако внедрение принципа эхоакустики при исследованиях дна водоёма было заложено задолго до появления современных гидроакустических приборов.

Одним из первых самых простейших «инструментов » для определения глубин при прохождении судов служил шест из дерева, длиной не больше 5 метров [1]. Вертикально опущенный шест показывал насколько был безопасен проход: если шест не доставал дна, то проход был безопасен. Для прохождения небольших судов, данных измерений было достаточно. С появлением более крупных судов, был изобретён новый инструмент — ручной лот. Благодаря данному инструменту были проведены первые исследования глубин морей и океанов. Имелось порядка 18 400 измерений глубин, выполненных обычным лотом. На рисунке 1 показан пример ручного лота.



Рисунок 1. Ручной лот

Ручной лот является довольно примитивным механическим инструментом для измерения глубин водоёма [2]. Данный метод измерения глубин имеет право на существование, однако не является эффективным и точным. Необходимо было внедрение принципиально новой технологии измерения глубин водоёмов. О том, что звук хорошо распространяется в воде, люди знали издревле. Ещё Вели кий изобретатель Леонардо да Винчи писал: «Если вы остановите корабль и опустите один конец длинной трубки в воду, а другой её конец приложите к уху, вы услышите корабли на большом расстоянии». Также Леонардо да Винчи обратил своё внимание нато, что звук распространяется с определённой скоростью, увидев вспышку молнии, можно с помощью слуха узнать расстояние до места удара гро ма [3,4].

Со времени Леонардо да Винчи прошло более трёх столетий, прежде чем французский учёный Араго, а также его соотечественник Колладон вновь обратили внимание на высокую звукопроводимость воды, которую можно использовать в практических целях. А потом потребовалось еще более сотни лет, чтобы эта возможность была технически реализована, в том числе и для измерения глубин моря. Начало зарождения гидроакусти ки, как науки можно датировать началом XX в., хотя первые эксперименты начались значительно раньше [4].

Первые гидроакустические измерения, связанные с определением скорости звука в воде, были выполнены в 1820 г. Беданом в Марсельской бухте, а затем в 1826 г. Колладоном в Женевском озере. Данный эксперимент Колладона представлен на рисунке 2. Суть эксперимента Колладона заключалась в следующем: были установлены две лодки на расстоянии 16 км, на одной из них он разместил слуховую трубку, соединённую непосредственно с водой. На второй был установлен подводный колокол и молоток, механически связанный со стержнем, на конце которого располагался открытый огонь. В тот момент, когда молот ударял в колокол, огонь соприкасался с порохом, что приводило к яркой вспышке. Наблюдатель на первой лодке, увидев вспышку, запускал секундомер, до момента дохождения звука до лодки и появления звука в установленной трубке [4].

Исследователи предполагали, что звук должен пройти расстояние в 16 км за определённый промежуток времени, который и был выявлен в результате эксперимента. Эксперимент определил, что величина скорости распространения звука в воде составляет 1435 м/с, что довольно точно совпадает с известным теперь значением.

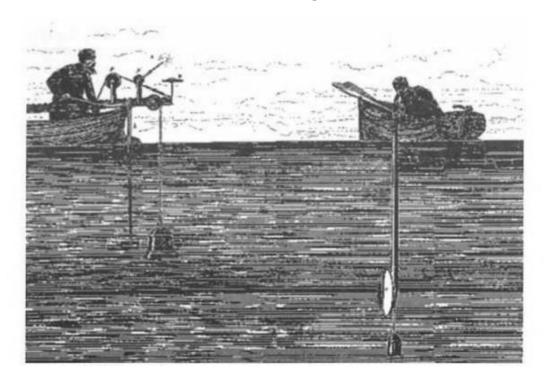


Рисунок 2. Эксперимент Колладона

Важными вехами, способствовавшими возможности дальнейшего развития гидроакустики и подготовившими её практическое использование, явилось открытие в 1842 г. Джоулем явления магнитострикции.

Первые практические результаты применения гидроакустики привели к активному развитию мореплавания и исследованию Мирового океана в конце XIX - начало XX века. Причиной активизации исследований послужила катастрофа, связанная с лайнером «Титаник». Спустя короткое время после этой трагедии Ричардсон зарегистрировал в Великобритании заявку на изобретение эхопеленгатора подводных объектов с помощьюзвука. Однако, данное изобретение не было внедрено. Позже в США Фессенден сконструировал и изготовил гидроакустические антенны с электромагнитной катушкой, предназначенные для эхолокации. В 1914 г. Используя данные антенны можно было обнаруживать айсберги на расстоянии до двух миль [3,4].

Расширение знаний по распространению звука в морской среде, рассеиванию акустических волн наподводных объектах привели кразвитию технической гидроакустики.

*Материалы и методы*. Как известно, электромагнитные волны отлично распространяются в вакууме и воздухе, но затруднительно распространяются в жидкой среде [5]. Акустические волны, как звуковые и ультразвуковые, достигают хорошего проникновения и распространения во всех упругих средах, когда эти среды могут колебаться, будучи подвергнуты действию изменением давления [6].

В действительности акустические волны распространяются в воде значительно более эффективно, чем в воздухе. Одним из показательных примеров являются киты, которые используют звуковые волны, чтобы общаться на расстояниях в десятки, сотни километров. Способность звука распространяться на такие большие расстояния позволяет применять дистанционное зондирование в водной среде. Большинство датчиков, которые используют для измерения глубин, работают по принципу распространения акустических волн. Устройства, которые используют звук в таких приложениях, попадают в разряд инструментов, называемых сонарами.

Работа сонаров основана на принципах распространения звуковых волн в воде [7]. Для это необходимо понять, как распространяется звук в жидкой среде. Звук перемещается в воде движущимися полосами фронтов давления, известных как волна сжатия. Фронты давления распространяются в воде с определённой местной скоростью звука в воде. Местная скорость звука в воде может меняться в зависимости от различных водных условий, таких как давление, солёность, и температура, но она независима от характеристик самого звука - все звуковые волны распространяются в воде с одинаковой местной скоростью. В типичных морских условиях скорость звука в воде находится в пределах величины 1500 м/с.

Физическое расстояние между фронтами давлений в распространяющейся звуковой волне является длинной волны. Количество фронтов давления, проходящих через неподвижную точку за единицувремени, называется частотой волны. Длина волны измеряется в метрах, а частота - в герцах (Гц). Эти величины связаны через скорость звука в воде следующим соотношением:

$$c = f x \lambda, \qquad (1.1)$$

где c – скорость звука; f – частота;  $\lambda$  - длина волны.

Когда звуковая волна встречает изменения в местной скорости звука, длина ее волны изменяется, но частота остаётся прежней. По этой причине звуковые волны обычно описываются в единицах частоты. Акустическая волна несёт в себе определённое количество акустической энергии. Эта энергия может быть измерена устройством, называемым гидрофон, который измеряет величину колебаний давления, когда фронт давления звуковой волны проходит через него. Величина этих колебаний называется амплитудой волны.

Амплитуда связана с акустической энергией, переносимой волной: волны с более высокими амплитудами переносят более высокую энергию. Энергия волны в единицу времени, называемая мощностью, пропорциональна квадрату её амплитуды.

Интенсивность звуковой волны I представляет собой количество энергии в секунду, пересекающее единицу площади. Акустическая интенсивность характеризуется выражением вида:

$$I = \frac{p_e}{\rho_c} \,, \tag{1.2}$$

где  $\rho$  - плотность воды; с - скорость звука в воде;  $p_e$ , - эффективное акустическое давление, задаваемое в виде пикового значения амплитуды давления P, деленного на корень квадратный из 2, т. е.

$$p_e = \frac{P}{\sqrt{2}},\tag{1.3}$$

где Р – давление.

Произведение р с – называется акустическим сопротивлением.

На рисунке 3 схематически показаны компоненты звуковой волны. Последовательности перемещающихся фронтов давления, представляющих движущуюся звуковую волну, показаны серым цветом с тёмными тенями, представляющими высокое давление и светлыми - низкое давление. Расстояние между фронтами является длиной волны. Фронт давления движется со скоростью звука. Стрелками показаны измерения изменений давления со временем, как фиксирует неподвижный гидрофон в воде.

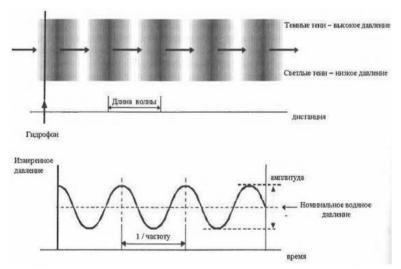


Рисунок 3. Компоненты звуковой волны

Размер колебаний давления есть амплитуда волны, а величина времени между проходящими пиками давления - величина обратная частоте, называемая периодом волны.

По мере того, как звуковая волна распространяется, она теряет акустическую энергию. Это происходит потому, что перенос изменений давления между молекулами воды не обладает 100 % эффективностью - некоторая энергия тратится на генерацию тепла. Потери энергии распространяющейся волны называются затуханием. По мере того, как звуковая волна затухает, ее амплитуда уменьшается.

Звуковые волны являются полезным инструментом для дистанционного зондирования в водной среде потому, что они могут проходить десятки километров без существенных затуханий.

Световые и радиоволны, которые используются в радиолокации, проникают в воду только нанесколько метров, а после теряют свою энергию.

Акустическая энергия хорошо проходит через водную среду, однако она прерывается

при резком изменении условий	среды - г	іри встрече	с такими	препятствиями	, как скала	ИЛИ

песок. Когда движущийся звуковой импульс сталкивается с препятствием, часть его энергии проникает и распространяется в новом материале-объекте. Количество передаваемой энергии зависит от ряда факторов: акустического сопротивления нового материала, угла падения луча - угол, под которым фронт волны звукового импульса взаимодействует с материалом, а также неровности его поверхности.

Энергия, которая не проникла в новый материал, должна вернуться в исходную средуводу в виде отражённого звука, называемого эхосигналом. Некоторое количество её отразится от поверхности материала в направлении, которое зависит от угла падения. Данный процесс мы можем наблюдать нарисунке 4.

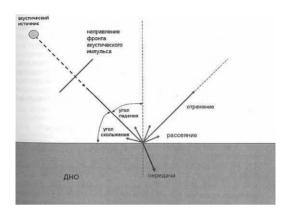


Рисунок 4. Компоненты события появления эхосигнала от дна водоёма

Остальная энергия рассеется во всех направлениях. Как много энергии идёт на отражение и как много рассеется, зависит от характеристик материала и угла падения луча. Энергия, вернувшаяся обратно в воду, другими словами, не переданная в новый материал, называется эхосигналом. Эхосигнал сохраняет частоту и характеристики акустической волны источника.

Уровень затухания звуковой волны зависит от частоты: высокочастотные акустические волны затухают быстро, в то время как очень низкочастотные волны могут далеко распространяться практически без затухания. Высокочастотные акустические сигналы быстро затухают благодаря сильному поглощению водной средой. Низкочастотные сигналы напротив способны распространяться в водной среде на большие расстояния. Так к примеру, звуковой сигнал с частотой 50 Гц способен распространяться в океане на расстояния в тысячи километров, в то время как сигнал с частотой 100 кГц, обычный для гидролокатора бокового обзора, имеет дальность распространения всего 1-2 км.

Приблизительные дальности действия современных гидролокаторов с различной частотой акустического сигнала (длиной волны) приведены нарисунке 5.

Частота акустического сигнала	Длина волны акустического сигнала	Дальность действия	
100 Гц	15 м	1000 км и более	
1 кГц	1,5 м	100 км и более	
10 κΓιι	15 см	10 км	
25 кГц	6 см	3 км	
50 κΓιι	3 см	1 км	
100 кГц	1,5 см	600 м	
500 κΓц	3 мм	150 м	
1000 кГц	1,5 мм	50 м	

Рисунок 5. Дальность действия современных гидролокаторов с различной частотой акустического сигнала

Существует два типа сонаров:

- пассивные сонары это устройства, регистрирующие звуки, издаваемые объектами в воде.
- активные сонары это устройства, издающие звуковые волны на особых, контролируемых частотах и слушают эхосигналы от этих излучённых звуков, которые возвратились от удалённых объект в воде [8,9].

Сонары, которые измеряют глубину, относятся к активным.

*Результаты и обсуждения*. Инструменты, с помощью которых выполняются измерения глубин называются эхолотами. Эхолоты позволяют измерить глубину путём генерации короткого звукового импульс, и принятия эхосигнала, отражённого от дна (рис.6).

Промежуток времени между передачей импульса и приёмом эхосигнала является временем, за которое звук прошёл до дна и вернулся обратно. Зная это время и скорость звука в воде, можно вычислить расстояние до дна (рис.). Например, если определено, что между моментом излучения посылки и моментом, когда принят эхосигал, прошло 20 с, то используя скорость звука в воде 1500 м/с, можно утверждать, что звук прошёл 30000 м. Поскольку, это путь до дна и обратно, расстояние до дна будет половиной - 15000 м.

$$D = \underbrace{ct}_{2}, \tag{1.4}$$

где D-глубина водоёма,

- с скорость распространения звука в воде;
- t время распространения звуковой волны в воде.

Для создания звуковой волны эхолот использует устройство, называемое излучатель. Излучателем может быть всечто угодно, способное создавать звук в воде [10].

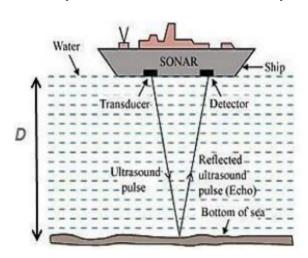


Рисунок 6. Принцип измеренияглубины методом эхоакустики

Сонарам, используемым для батиметрических измерений, требуются излучатели, которые способны генерировать акустические импульсы с точными, контролируемыми и повторяемыми характеристиками. Они используют излучатели на основе пьезоэлектрической керамики вещества, которое мгновенно изменяет размеры, когда к нему приложено напряжение.

Эхолот может использовать особые электрические напряжения, чтобы заставить пьезоэлектрический излучатель колебаться, передавая волну давления с особыми характеристиками частоты. Такой излучатель аналогичен громкоговорителю, который преобразует электрический сигнал в колебания мембраны из ткани или бумаги и передаёт энергию в воздух в форме звуковых волн.

Излученный в воду звуковой импульс распространяется сферически от источника - его энергия излучается во все стороны. По мере расширения сферического фронта импульса его

энергия распространяется на все больший и больший район, что как следствие приводит к падению энергии на единицуплощади.

Общая величина потери на передачу, которой подвержена звуковая волна, зависит от пройденного волной расстояния - чем дальше проходит волна, тем она становится слабее. Когда звуковая волна взаимодействует с участком дна, акустическая энергия в этот момент, может быть достаточно сложной. Часть энергии передаётся в дно. Какое количество энергии будет передано, зависит от материала, из которого сложено дно водоёма. К примеру, песок и ил очень легко поглощают энергию, а скалы и металлические объекты поглощают минимум акустической энергии. Основная часть энергии, которая остаётся не поглощённой, отражается или рассеивается обратно в воду.

Часть отражённой энергии на единицу площади, которая направлена обратно в сторону излучателя, называется силой обратного рассеивания дна. После облучения дна возвращающийся эхосигнал испытывает ещё большие потери на передачу. Эхолот определяет то, что осталось от вернувшегося импульса с помощью гидрофона. Гидрофоны преобразуют физические колебания, которые они испытывают, после попадания эхосигнала в устройство, в электрическое напряжение. Термин «преобразователь» относится как к излучателю, так и к гидрофону. В каждой стадии этого процесса: генерации импульса, распространении, возвращении эхосигнала и приёме - имеются источники звука, которые добавляются к окончательно принятому сигналу. Это включает, но не сводится только к звукам моря, морские животные и судовые звуки от собственного судна и других судов. Имеют место также паразитные звуки, являющиеся следствием воздействия электроники сонара. Суммарный уровень этих нежелательных акустических сигналов называется уровнем шума. Уровень шума ограничивает максимальную дальность любого прибора дистанционного зондирования. В мире без шумов самый маленький эхосигнал от дна мог бы быть обнаружен. Несмотря на то, что посылка и эхосигнал имеют потери на распространение, которые делают их все слабее и слабее, однако уровень сигнала никогда не падает до нуля, они просто перестают быть определяемыми на фоне других шумов [11,12].

Выводы. Применение принципа эхоаукустики в исследованиях дна водоёмов является прорывным решением, благодаря которому изучение дна морей и океанов вышли на принципиально новый уровень. Современные гидроакустические приборы позволяют производить измерения на большие площади водоёмов с требуемой точностью как для научных, так и для практических целей. Устройства, в которых заложен принцип эхоакустики, позволяют получить качественную информацию о рельефе дна водоёмов и их глубинах. Полученные данные являются важнейшим источником для принятия множества как глобальных, так и узконаправленных решений в различных сферах жизнедеятельности человека.

### Список использованной литературы:

- 1. Н.С.Косарев. Основы морской геодезии. Новосибирск 2018.124 с.
- 2. Ю.Г.Фирсов. Основы гидроакустики и использования гидрографических сонаров. Санкт-Петербург 2010. 350 с.
- 3. Роберт Дж. Урик. Основы гидроакустики. Л.Издательство «Судостроение», 1976.448 с.
- 4. Маркин Н.Н. Краткий исторический очеркразвития гидрографии. Военмориздат, 1940. 108 с.
- 5. Свердлин Г.М. Прикладная гидроакустика. 2-ое издание 1990 г., 336 с.
- 6. Богородский В.В., Зубарев Л.А., Корепин Е.А., Якушев В.И. Подводные электроакустические преобразователи. Расчет и проектирование. Ленинград «Судостроение» 1983 г., 248 с.
- 7. Фирсов К.Г. К вопросу оптимального проектирования съёмки рельефа дна многолучевым эхолотом. Геодезия и картография. 2007, В.-2. С. 26 33.
- 8. Инженерно-гидрографические работы при инженерных изысканиях для строительства, СП- 11- 104-94, Часть II, 2004 г.

- 9. Фирсов Ю.Г. Современные гидрографические технологии и практическая подготовка инженеров гидрографов в Государственной морской академии В кн.: «Эксплуатация морского транспорта». Под ред. Емельянова. М: «Наука», 2003. С. 47-54.
- 10. S. J. Ugwu'', H. N. Jorge', B. Abdulsalam 2, M. O. Nwude. Bathymetry Study of the Siltation Level of Lugu Dam Reservoir in Sokoto State, Nigeria. Igerian journal of technological development, vol.18, No.3, September 2021
- 11. Фирсов К.Г. К вопросу оптимального проектирования съёмки рельефа дна многолучевым эхолотом. Геодезия и картография. 2007, В.-2. С. 26 33.
- 12. Фирсов Ю.Г. Цифровые модели рельефа дна в электронной гидрографии. «Геодезия и картография». 2008, вып. 4, С. 45-53.

УДК 528.02

## СОЗДАНИЕ ПРОЕКТА НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ ПО ДАННЫМ АФС С ПРИМЕНЕНИЕМ БАС

**Казанцева В.В. -** м.т.н., ассистент, Долгоносов В.Н. - д.т.н., доцент, Старостина О.В. - к.т.н., доцент

«Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова»

Аннотация. Статья рассматривает создание проекта наблюдательных станций с использованием данных аэрофотосъемки, основанный на применении беспилотных авиационных систем (БАС). Эффективность применения аэрофотосъемки позволяет выбрать места для закладки наблюдательных станций, которые подверглись деформационным процессам, на удаленном расстоянии, не подвергая человеческую жизнь опасности. В контексте добычи полезных ископаемых открытым способом, применение таких станций представляет собой эффективное средство для геомеханического мониторинга карьеров. В статье рассматриваются этапы разработки проекта, включая выбор оборудования, планирование полетов, установку станций, сбор и анализ данных, а также принятие решений на основе результатов мониторинга. Подчеркивается значение таких проектов для обеспечения безопасности и эффективности горных работ, а также возможность их использованиядля оптимизации процессов добычи и сокращения затрат.

**Ключевые слова:** геомеханический мониторинг, наблюдательная станция, аэрофотосъемка, беспилотная авиационная система, цифровая модель местности.

В современном мире развитие технологий приводит к новым возможностям в человеческой деятельности. Одной различных сферах ИЗ таких сфер является горнодобывающая промышленность, где использование инновационных методов мониторинга может значительно повысить эффективность процессов добычи и безопасность работников. В данной статье рассматривается создание проекта наблюдательных станций на основе данных аэрофотосъемки с использованием БАС.

Эффективность применения аэрофотосъемки и БАС заключается в их способности обеспечить высокую точность и четкость данных при минимальных затратах времени и ресурсов. Позволяя проводить наблюдение за большой территорией с воздуха, они предоставляют уникальную возможность получать информацию о состоянии местности, включая деформации и изменения, без необходимости прямого вмешательства человека. Это особенно важно в случаях, когда места для наблюдательных станций могут находиться в опасных зонах для человеческой жизни, например, вблизи обрушений или деформаций горных массивов.

В данной работе рассматривается создание проекта наблюдательных станций на основе данных аэрофотосъемки с использованием БАС на угольном разрезе «Sherubai Komir» (рисунок 1).



Рисунок 1. Обзорная схема расположения угольного разреза «Sherubai Komir»

Для анализа нарушений устойчивости откосов разреза использовался беспилотный летательный аппарат с вертикальным взлетом DJI Mavic 2 Pro. DJI Mavic 2 Pro (рисунок 2) компактный складной дрон для качественной фото-видеосъемки. Модель оснащена профессиональной камерой Hasselblad L1D-20C, работающей по уникальной технологии HNCS, позволяющей снимать с разрешением в 20 MP(4K). Применяемая 1-дюймовая матрица за счет большей площади имеет повышенную светочувствительность (ISO 100–12 800), низкий уровень шумов, благодаря чему камера идеально подходит для съемок при недостаточном освещении в ночное время [1].

Обработка данных с беспилотника выполнялась в программном комплексе- Agisoft Metashape [2]. Для создания цифровой модели местности необходимо выполнить ряд последовательных обработок, а именно:

- загрузка фотографий, через подменю «обработка»;
- просмотр загруженных изображений и удаление ненужных кадров;
- выравнивание фотографий;
- построение плотного облака точек;
- текстурирование объекта;
- построение тайловой модели;
- построение цифровой модели местности;
- построение ортофотоплана;
- экспорт результатов в видеотчета.

В результате обработки полученных данных аэрофотосъемки при помощи беспилотного летательного аппарата DJI Mavic 2 Pro была получена цифровая модель местности (рисунок 2), являющаяся источником необходимой информации в краткие сроки.





Рисунок 2. Цифровая модель разреза

При детальном обследовании бортов разреза были выявлены 4 участка, подверженных значительным деформационным процессам.

Участок 1, представлен нарисунке 3. Сдвижению горного массива подверглась группа уступов между гор. +487/+472м, протяжённостью по фронту 134 м. Нарушение устойчивости северно-восточного борта разреза, участка отработки пласта К7, обусловлено наличием слабых выветрелыхконтактов в почве угольного пласта в районе выходов пластов поднаносы. Участок 2, располагается между горизонтами гор. +470/+435м. Общий вид представлен на рисунке 3. Деформация по фронту составляет 48м. Нарушение состояния устойчивости юго-западного борта разреза, участка отработки пласта К7, обусловлено наличием закола, образовавшегося в откосе уступов на гор. + 470м.

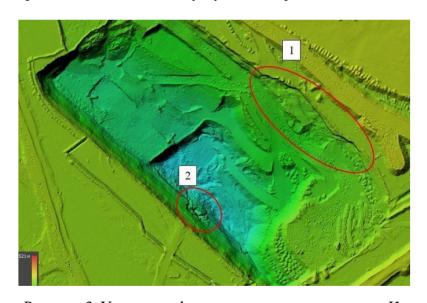


Рисунок 3. Участки деформирования участка пласта К7

Участок 3, располагается между горизонтами гор.+487/+465м Северного борта разреза, участка отработки пластов  $K_2$ ,  $K_3$ . Деформирование участка проявилось в виде смещения группы уступов гор. +487м. Общий вид представлен на рисунке 4. Протяженность деформации по фронту составляет 173~m.

Участок 4, располагается между гор. +489/+425 Южного борта разреза, участка отработки пластов  $K_2$ ,  $K_3$ . Сдвижению горного массива подверглась группа уступов южного борта между гор. +490/+451м, рисунок 2.20, протяжённостью по фронту 164 м.

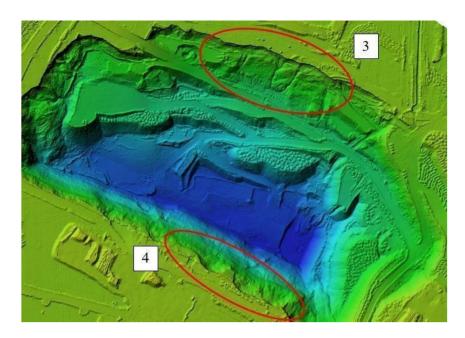


Рисунок 4. Участки деформирования участка пластов К2, К3

Для того чтобы полно и объективно установить механизм и причины деформирования откосов уступов на разрезе, разработать рекомендации по их устранению на проблемных участках были заложены наблюдательные станции для мониторинга за состоянием откосов уступов и бортов разреза и проведены серии наблюдений и измерений.

При возникновении признаков неустойчивости откосов необходимо принятие решений и разработка мероприятий по управлению устойчивостью корректировкой параметров откосов, технологии ведения горных работ для обеспечения безопасных условий эксплуатации месторождения.

Реализация данного проекта позволит создать систему мониторинга состояния устойчивости прибортовых и отвальных массивов разреза на основе высокоточных инструментальных наблюдений. В проектную систему мониторинга входят 4 наблюдательные станции, состоящие из 4 профильных линий, включающих в себя 8 опорных и 20 рабочих репера. Фактором, объединяющим наблюдательные станции в единую систему мониторинга, является то, что плановое и высотное положение реперов станций определяется в единой системе координат и высот разреза ТОО «Sherubai Komir».

Расположение наблюдательных станций для геомеханического исследования прибортовых и отвальных массивов разреза принято на участках, где фактически наблюдались процессы деформирования карьерных откосов и имеется наибольшая вероятность проявления новых деформаций [3]:

- На северо-восточном борту разреза, на гор.+493/+486м в районе 1го участка;
- На *юго-западном* борту разреза на гор.+486м , *в районе 2 го участка* деформирования, обусловленного наличием закола на *гор.* + 470м.;
- На южном борту разреза, на гор. +490 м, в районе 3-го участка деформирования, обусловленного наличием деформаций группы уступов;
- На *северном борту* разреза нагор.+487 м, *в районе 4-го участка* деформирования, обусловленного наличием деформаций группы уступов в районе выходов угольных пластов под наносы.

Создание проекта наблюдательных станций на основе данных аэрофотосъемки с использованием БАС на угольном разрезе представляет собой эффективный способ повышения безопасности и эффективности горных работ. Позволяя проводить мониторинг состояния местности на удаленном расстоянии и в реальном времени, эти технологии обеспечивают оперативное реагирование наизменения и сокращение рисков для работников.

#### Список использованной литературы:

- 1. [Электронный ресурс]: каталог дронов Режим доступа: <a href="https://wifi.kz/catalog/drone-items/dron-dji-mavic-2-pro-i-pult-distantsionnogo-upravleniyasmart-controller/">https://wifi.kz/catalog/drone-items/dron-dji-mavic-2-pro-i-pult-distantsionnogo-upravleniyasmart-controller/</a>, свободный. Загл. с экрана. Яз. Русский
- 2. Руководство пользователя Agisoft Metashape Professional Edition.
- 3. Проект промышленной разработки списанных и балансовых запасов каменного угля на шахтных полях 3, 3бис, 17, 26 Промышленного участка Карагандинского бассейна Том II. Отработка пласта К10 на участке открытых горных работ полей бывших шахт №№ 17, 26 Книга 1. Технологическая часть, Караганда, 2012. 102 с.

УДК 622.272

## СПУТНИКТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ КООРДИНАТАЛАРДЫ ТҮРЛЕНДІРУДІҢ МЕТОДИКАСЫН ЗЕРТТЕУ

## Кыргизбаева Г.М., Сарсенбаева А.А.

Satbayev University, Алматы қаласы

**Андатпа.** Соңғы жылдары кенді кен орындарын игеру мен пайдалануға күрделі геологиялық құрылымы бар және терең тереңдігі бар объектілер көбірек енгізілуде, бұл осы объектілерді игеру мен игерудің ерекше жағдайларын талап етеді. Қазіргі уақытта минералдышикізат базасы кеңейтілуде. Мұндай жағдайларда аймақтың геодинамикалық қауіпсіздігін қамтамасыз ету, яғни Орталық Қазақстан кен орнының аумағындағы табиғи-техногендік жүйелер кен орнының аумағында геодинамикалық полигон құру және геодезиялық және аэроғарыштық технологиялар негізінде кешенді мониторинг жүргізу арқылы олардың ұзақ жұмыс істеуі кезеңінде өзекті міндет болып табылады.

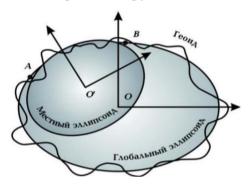
**Түйінді сөздер:** деформация, техноген, зерттеу, аэроғарыштық технология, кен орны.

Геоид пішіні өте күрделі болып табылады және оның бетін нақты белгіленген математикалық формула немесе теңдеу арқылы елестету мүмкін емес. Сол себепті геоид формасы Жердің негізгі пішініне ең жақын болған ең бірінші пішін ретінде белгіленген. Бірақ геоид Жер бетіндегі нүктелердің координатарын белгілеуге немесе беруге болатын жазықтыққ ретінде қолданылмайды. Геоид формасына жақын форма жер шары немес сферасы болып табылады. Жер денесінің кіші осін айналу арқылы пайда болған пішін эллипсоидты екінші жақын форма ретінде қате қарастырылған. Негізгі жазықтық пішіні геоидқа мүмкіндігінше жақын орналасу үшін эллипсоид бетінің өлшемі және бағдары ыңғайластырып орнатыл ады. Бұл эллипсоид Жер эллипсоиды болып табылады. Ол кейде Жер сфероиды деп те аталады. Сфероид - айналу осі бойымен төмен қысылған эллипсоид ретінде қарастырылады. Жердегі эллипсоидтың жартыось және геометриялық қысу секілді параметрлері қарастырылаған. Айналу осі арқылы өтетін жазықтық арқылы сфероидың беттік қимасының сызығы меридиан деп аталады және эллипс болып табылады. Айналу осіне перпендикуляр жазықтықтармен сфероидтың беттік қимасының сызықтары параллельдер деп аталады және шеңберлер болып табылады. Параллель, сфероидтың центрі арқылы өтетін жазықтық экватор деп аталады.

Сонымен, көптеген геодезиялық есептерді және үлкен кеңістіктерді қамтитын басқа ғылымдарды шешуде жер фигурасы геоидқа жақын айналу эллипсоидінің математи калық тұрғыдан дұрыс фигурасымен жуықталады. Параметрлері бүкіл жердегі геоидтың фигурасына ең жақсы сәйкес келген жағдайда таңдалатын айналу эллипсоиды жалпы жер эллипсоиды деп аталады.

Алайда, маркшейдерлер тұрғысынан орташа жер эллипсоиды ең жақсы фигура емес. Ол геоидты орта есеппен жақсы жуықтайды, бірақ бетінің жекелеген бөліктерінде эллипосид пен геоидтың айырмашылығы өте үлкен болуы мүмкін. Сондықтан жер бетінің әртүрлі учаскелері үшін геодезиялық әдістердің көмегімен жергілікті анықтамалық эллипсоидтар салынды. Әдетте, олар геоидты орташа жер эллипсоидына қарағанда белгілі бір аумақта жақсырақ жуықтайды, бірақ сілтеме эллипсоидының осьтерін орташа жер эллипсоидының осьтеріне қатысты бұруға болады. Сонымен қатар, о' арасының басталуы О ' жер массасының центрімен сәйкес келмеуі мүмкін.

Орташа немесе анықтамалық эллипсоидтардың осьтеріне қатысты өлшенетін координаттардың айырмашылығы ғылымда да, күнделікті өмірде де міндетті түрде ескеріледі. Бұл процедура, мысалы, координаттары WGS-84 жүйесіндегі GPS көмегімен өлшенетін ұшақтарды жергілікті анықтамалық эллипсоидтың осьтеріне қатысты координаттары анықталған аэродромға қонған кезде орындалады. Көптеген ұйымдар жаңа (және дәлірек) сфероилдерге ауыспағанын ескеріңіз, өйткені сфероидтың координаттар жүйесінің өз геруі алдыңғы өлшемдердің барлық мәндерінің өзгеруіне экеледі.



Сурет 1. АВ аймағы үшін орташа жердегі эллипсоид пен референц- эллипсоид Қазіргі

уақытта әртүрлі координаталық жүйелер қолданылады, олар санаудың басталу орны, бастапқы және негізгі жазықтықтардың бағдары, сондай-ақ координаталық жүйелердің түрі бойынша ерекшеленеді. Спутниктік өлшеу әдістерімен екі координаталық жүйе кең таралды: Х, У және Z координаттары бар тікбұрышты және координаттары бар қисық эллипсоидты: ендік В, бойлық L және геодезиялық биіктік Н (2-сурет). Ең көп тарағандары - үш өлшемді кеңістіктегі немесе жазықтықтағы тікбұрышты координаталық жүйелер. Мұндай координаттар жүйелерін орнату үшін О координаттар жүйесінің басталу орнын, тікбұрышты жүйенің осьтерінің бағдарын, сондай-ақ сызықтық өлшемдердің масштабын көрсету керек. Басталуы жер массаларының ортасында орналасуы мүмкін тікбұрышты координаталық жүйелер жиі қолданылады.

Геодезиялық эллипсоидтық координаттар B, L, H келесідей анықталады. Геодезиялық ендік B: берілген нүктеде эллипсоидтың бетіне және экватор жазықтығына қарай қалыптыдан түзілген өткір бұрыш.  $0^{\circ} < B < 90^{\circ}$  Солтүстік (+) және Оңтүстік (-) болуы мүмкін.

Геодезиялық бойлық L: берілген нүктенің бастапқы меридиан мен меридиан жазықтықтары арасындағы диедралды бұрыш. Нүктенің геодезиялық меридианының жазықтығы қалыпты эллипсоидқа және эллипсоидтың кіші жартылай осіне өтетін жазықтық деп аталады. Бұл эллипсоид бетінің жазықтығының көлденең қимасы эллипсоид бетіндегі геодезиялық меридиан (тең бойлық сызығы) болып табылады. Геодезиялық бойлық L, бастапқы (Гринвич) геодезиялық меридианнан шығысқа қарай 0-ден 360° - қа дейін есептеледі. Кейбір жағдайларда олар Шығыс және батыс бойлық ұғымын қолданады, яғни олар Гринвичтен шығысқа немесе батысқа қарай бойлықты міндетті түрде көрсете отырып есептейді. Бұл жағдайда бойлықтың өзгеру шегі 0 және 180° - пен шектеледі. Геодезиялық биіктік H. геодезиялық биіктік деп жер бетіндегі нүкте мен эллипсоид беті арасындағы эллипсоидқа нормаль кесіндісінің ұзындығын түсінеді.

Қашықтықты сипаттайтын деректермен жұмыс істегенде, олардың қайсысында өлшенетінін білу әрқашан маңызды. Сонымен қатар, көбінесе деректерді бір өлшем бірлігінен екіншісіне түрлендіру қажет.

Бұрыштық өлшемдер де әртүрлі бірліктерде болуы мүмкін: градус немесе Радиан, демек, бұл бірліктерді қайтадан бірінен екіншісіне түрлендіру қажет.



Сурет 2. Геодезия, геоинформатика жәненавигацияда қолданылатын негізгі координаталық жүйелер : а- тік бұрышты, б- геодезиялық

Координаттар жүйесін түрлендіру-бұл бір координаттар жүйесінен екіншісіне ауысу, екі координаттар жүйесі де бірдей геодезиялық деректерге негізделген. Көбінесе түрлендіру міндеті геодезиялық координаттар жүйесінен тікбұрышты координаттарға өту немесе бір картографиялық проекциядан екіншісіне өту болып табылады.

Геодезияда спутниктік технологиялардың кең таралуы мен белсенді қолданылуына байланысты жобалау және құрылыс мәселелерін шешуде дәстүрлі геодезиялық өлшеулер нәтижелерінің ГНСС деректерімен ұқсастығы туралы мәселе туындайды. Мәселе жергілікті, аймақтық және жаһандық координаттар жүйелері арасында байланыс орнату арқылы шешіледі. Жақсы нәтижеге қол жеткізу үшін жүйеден жүйеге ауысқан кезде жеті параметр бойынша классикалық үш өлшемді түрлендіруді жүзеге асыру жеткіліксіз. Спутниктік бақылаулардан дәстүрлі биіктік жүйесінде биіктік белгілерін алу кезінде жоғарыда аталған тәсілмен шектелу әлі де дұрыс және әдістемелік тұрғыдан дұрыс болмайды, өйткені спутниктік құрылғылар эллипсоидтық биіктіктерді анықтауға мүмкіндік береді, ал классикалық геодезиялық құралдар қалыпты биіктік жүйесінде жұмыс істейді.

Геодезиялық компаниялар үшін нысанның орналасу схемасы, жоспардағы нысан схемасы және басқа құжаттама сияқты құжаттарды дайындауға көмектеседі. Маркшейдерлердің арнайы білімі мен дағдылары бар, бірақ бәрі бірдей координаттарды түрлендіру формулаларын қолдана алмайды, сонымен қатар олар төзімділікке ие. Сондықтан координаттарды бірінші жүйеден екінші жүйеге ауыстыру үшін көбінесе геодезия саласындағы мамандарды іздейді.

Тиісінше, кеңістікте бағдарлау және GNSS көмегімен геодезиялық нүктелер мен жер бетіндегі немесе жерге жақын кеңістіктегі кез-келген объектінің орналасуын анықтау үшін жалпы жер координаттар жүйесі қажет. Мұндай жүйе геодезиялық деректерді неғұрлым дәл алуға және тірек пункттерінің жағдайының өзгеруіне үздіксіз бақылау жүргізуге ықпал етуі тиіс. Ол спутниктерді орналастыруға негізделген, ол айналатын инерциялық координаталық жүйені енгізуді талап етеді жермен синхрондалған және үдеулерді сезінбейді және оның қозғалыс жылдамдығының векторы уақыт өте келе өзгермейді.

Мәселенің мәні КСРО аумағын батыстан шығысқа қарай топографиялық-геодезиялық қамтамасыз ету бойынша жұмыстардың орындалуына қарай жүргізілген 1942 жылғы координаттар жүйесінің кезең-кезеңімен дамуында жатыр. Триангуляция желісін құру кезінде жүргізілген бақылаулардың жоғары дәлдігіне қарамастан, блокты кезең-кезеңмен теңестіру

әдісі SC42 практи калық іске асыруда айтарлықтай аймақтық деформациялардың пайда болуына әкелді.

Координаттар жүйесі - координаттар әдісін жүзеге асыратын анықтамалар кешені, яғни сандар немесе басқа белгілер арқылы нүктенің немесе дененің орналасуы мен қозғалысын анықтау әдісі. Белгілі бір нүктенің орнын анықтайтын сандар жиынтығы сол нүктенің координаттары деп аталады.

WGS84-тен СК42-ге дейін нақтыланған қайта санау үшін СГЖ-1 бақылауларының деректері бойынша пункттер желісінің деформация моделін құрудың негізгі кезеңдері

- 1) WGS84 жүйесіндегі СГЖ-1 бақылаулары теңестіріледі;
- 2) ГОСТ Р 51794-2008 бойынша WGS84-тен СК42-ге теңестірілген координаттар қайта есептеледі;
- 3) триангуляция нүктелерінің есептелген координаттары мен СК42 каталогтарынан алынған айырмашылықтары есептеледі;
- 4) қажет болса, X және Y үшін мәліметтерді бір файлға біріктіріп, кейінірек пайдалануүшін қажетті форматта сақталады.

Leica GeoOffice мысалында осындай модельді қолдану қарастырылады. LGO-да МГЖ деформация модельдері CSCS-модельдері (Country Specific Coordinate System Models) деп аталалы.

Түрлендіру нәтижесінде алынған файлды ГОСТ Р 51794-2008 негізінде LGО-да алдынала анықталған координаттар жүйесіне "қосу" керек. Сонда деректер алдымен 7 параметр бойынша үш өлшемді түрлендіру кезеңінен өтеді, содан кейін координаттардың соңғы мәндерін алу үшін есептеу нәтижелеріне түзетулер енгізіледі. Осылайша, бақылаулар кезінде базалық станция ретінде МГЖ түзетулер матрицасының қамту аймағына кіретін кез келген пунктті пайдалана аламыз, бұл ретте нәтижелер ауданға жақын орналасқан триангуляция пункттерінен бақылаулар жүргізілгендей болады.

МГЖ деформация моделін тұрақты түзетулер торы түрінде қолданудың артықшылықтарын бағалау үшін триангуляция пункттерімен сәйкес келетін пункттер желісінің спутниктік бақылауларын өңдеу нәтижелері салыстырылды.

Кесте 1. Х осі бойынша МГЖ деформация моделін қолданып және қолданбай координат дәлдігін анықтауды салыстыру



Кесте 2. У осі бойынша МГЖ деформация моделін қолданып және қолданбай координат дәлдігін анықтауды салыстыру



CSCS модельдерін ішкі спутниктік қабылдағыштарда тікелей пайдалану мүмкіндігі.нақты уақыттағы кинематика режимінде орындалатын көптеген тапсырмаларды едәуір жеңілдетеді, мысалы, жергілікті координаттар жүйесінде табиғатқа шығару.

Екінші жағынан, ұсынылған әдіс іс жүзінде нақты спутниктік өлшемдерге қателіктер енгізу болып табылады, сондықтан технологияның артықшылықтары мен кемшіліктерін нақты біле отырып, оны дұрыс қолдану керек.

### Пайдаланылған әдебиеттертізімі:

- 1. Вдовин А.И, Титов С.С. АЛЬТЕРНАТИВНАЯ МЕТОДИКА ПЕРЕСЧЕТА КООРДИНАТ МЕЖДУ СК-42 И СК-95
- 2. Демьянов Г.В. Геодезические системы координат, современное состояние и основные направления развития /  $\Gamma$ иК № 2008.
- 3. Вдовин А.И., Титов С.С. Методика повышения точности пересчета координат на основе применениямоделей деформации ГГС
- 4. Ванеева М.В, Сыров А.М. Сравнительный анализ геоцентрических систем координат ПЗ-90 и WGS-84
- 5. https://geostart.ru/post/570
- 6. Якимчик А.И. О преобразовании координат пунктов из системы СК-42 в систему WGS-84, Геофизический журнал №5,Т. 41, 2019

УДК 528

# ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИЕ AGISOFT METASHAPE PRO

Кайратов Д., Мадимарова Г. С., Нурпеисова Т.Б.

Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан

**Аннотация.** В статье рассмотрено геоинформационное обеспечение государственных органов, организаций, учреждений и предприятий квазигосударственного сектора, участвующих в оказании услуг и осуществлении функций, основанных напространственных

данных, включая геоинформационную поддержку управления, развития и жизнеобеспечения районного центра Сайрамского района— с. Аксукент.

**Ключевые слова:** Ортофотоплан, Agisoft Metashape Pro, фотограмметрия, трехмернаямодель, цифровая модель местности.

ПО Agisoft Metashape Pro широко используется в различных отраслях, включая геодезию, археологию, строительство, дизайн и анимацию.

Agisoft Metashape Pro (ранее известный как Agisoft PhotoScan) - это программное обеспечение для обработки фотографий и создания точных трехмерных моделей из них. Оно позволяет пользователям объединять серии фотографий для создания точных геометрических моделей объектов, поверхностей и ландшафтов. Вот некоторые ключевые возможности этого программного обеспечения:

Фотограмметрия: Metashape Pro использует технику фотограмметрии для анализа фотографий и извлечения трехмерной информации из них. Это позволяет создавать точные и детализированные модели объектов.

Обработка изображений: Программное обеспечение позволяет автоматически выравнивать, обрабатывать и сопоставлять изображения для создания единой трехмерной модели.

Создание текстур: Metashape Pro может автоматически создавать текстуры для трехмерных моделей на основе входных фотографий, что позволяет получать реалистичные визуализации.

Геоинформационная обработка: Пользователи могут использовать программу для создания цифровых поверхностей и моделей местности на основе фотографий, что полезно в геоинформационных приложениях.

Интеграция с другими инструментами: Metashape Pro поддерживает экспорт моделей в различные форматы, что позволяет интегрировать их с другими программными продуктами для дальнейшей обработки или анализа.

Профессиональные возможности: Версия Рго программы предлагает дополнительные возможности, такие как более высокая производительность при обработке больших объемов данных и расширенные функции сравнениямоделей.

Геоинформационное обеспечение государственных органов, организаций, учреждений и предприятий квазигосударственного сектора, участвующих в оказании услуг и осуществлении функций, основанных на пространственных данных, включая геоинформационную поддержку управления, развития и жизнеобеспечения районного центра Сайрамского района— с.Аксукент разработано с помощью ПО AGISOFT METASHAPE PRO.

Село Аксукент является административным центром Сайрамского района Туркестанской области Казахстана. Расположено в 3-х км к северо-востоку от города Шымкент на реке Аксу.

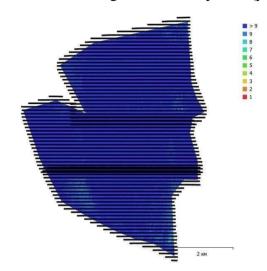
Масштаб аэрофотографирования установлен из расчета разрешения (размера элемента в центре кадра аэрофотоснимка) не более 0,035 м на местности.

Съемки велись с БПЛА. В полете определялись координаты и высоты центров фотографирования, и угловые элементы ориентирования (крен, тангаж, курс) снимков. Бортовой комплекс оборудован двухчастотным GNSS приемниками геодезического класса с измерением фазы сигнала (обеспечивающими точность определения координат относительно базовых станций нехуже 15см) и инерциальной системой (IMU). Точность координат центров проектирования снимков, уравненных совместно с данными наземных референцных станций, должна быть не менее 10см в плане 15см по высоте относительно пунктов каркасной геодезической сети.

При выполнении аэросъёмки не допускается наличие продольных и поперечных разрывов изображений снимаемых участков. Аэроснимки не имеют дефектов (изображения облаков, производственных дымов и теней от них, блики, ореолы («глория») и другие), препятствующих выполнению фотограмметрических работ и дешифрированию цифровых

аэрофотоснимков. Контроль соблюдения данного требования осуществлен внешним оператором БПЛА путем контрольного просмотра каждого 50 снимка. Более глубокий анализ качества осуществляется на этапе фотограмметрической обработки.

Фотограмметрическая обработка данных и построение ортофотопланов производились при примеении программного обеспечения Agisoft Metashape Pro (рисунок 1).



Всего снимков: 7,927 Высота полёта: 307 м

Разрешение съёмки: 5.11 см/пикс Площадь покрытия: 30.3 км<sup>2</sup>

Позиций съёмки: 7,924 Связующих точек: 4,603,248

Проекций: 26,110,277 Ошибка репр-я: 0.973 пикс

Рисунок 1. Положение центров фотографирования и перекрытие снимков

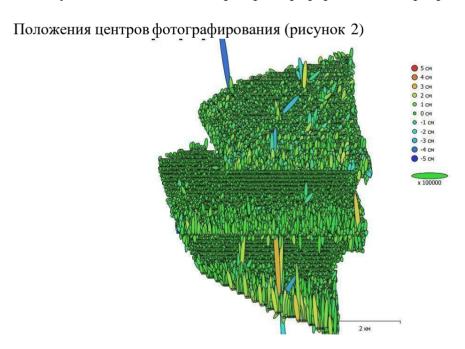


Рисунок 2. Положения центров фотографирования и оценка ошибок.

Ошибка по Z отображается цветом эллипса.

Ошибки в плане отображаются формой эллипса.

Рассчитанные положенияцентров фотографирования отмечены чёрной точкой.

В таблице 1 приведены средняя ошибка по координатам центров фотографирования.

Таблица 1 - Средняя ошибка по координатам центров фотографирования. X - Долгота, Y - Широта, Z - Высота.

Ошибка,	X	Ошибка, Ү (мм)	Ошибка, Z (мм	Ошибка Х	Y	Общая
(MM))				(MM)		ошибка(мм)
0.332553		1.58761	5.56203	1.62207		5.7937

Результатом работ является полученный ортофотоплан в системе координат WGS84 по территории с.Аксукент, а так же мозаика изображений опубликованная в качестве веб-сервиса на геоинформационной платформе Туркестанской области в масштабах 1:500 — 1:100 000 (рисунок 3). *Разрешение:* 10.2 см/пикс. Плотность точек: 95.6 точек/м²

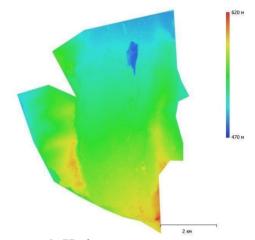


Рисунок 3. Цифровая модель местности.

Обязательной составной частью технологии создания топографических планов стереотопографическим способом является дешифрирование аэрофото изображения, заключающееся в распознавании объектов местности на снимке, установлении их характеристик и вычерчивании в условных знаках.

Дешифровочные работы проводились на основе ортофотоплана в системе координат WGS84 по территории с.Аксукент, полученного при проведении полевых аэрофотосъемочных работ. Объем работ составил 1530 га.

На современном этапе топографических работ определяющим принципом дешифрирования аэроснимков, является применение методики сочетания камерального и полевого дешифрирования.

Полевое дешифрирование осуществляется главным образом наземным путем. Материал, на котором фиксируются результаты дешифрирования, выведен на печать посредством устройств широкоформатной печати в масштабе 1:500. Получены данные планово-высотного обоснования, аэрофотосъемки с использованием БПЛА, ортофотоплан в системе координат WGS84 и МСК по территории с.Аксукент.

В ходе работ проведена камеральная обработка полученных материалов полевых инженерно-геодезических, аэрофотосъемочных и дешифровочных работ.

#### Список использованной литературы:

- 1. Остославский, И.В. Динамика полета. Траектории летательных аппаратов/ И.В. Остославский. М.: Медиа, 2016. 413 с.
- 2. Моисеев В.С. М 75 Основы теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов: монография. Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2015. 444 с. ISBN 978–5–9905685–4–9
- 3. Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение: Учебник для вузов. М.: Академический Проект; Гаудеамус, 2018. 583 с.

4. Технический отчет в рамках реализации проекта «Оцифровка инфраструктуры и автоматизация бизнес процессов с. Аксукент Сайрамского района» г. Туркестан 2022. С 89 5. Касымканова К.М., Мадимарова Г.С. Геодезическое обеспечение монтажных работ и геодезический контроль в строительстве (учебное пособие). - Алматы. КазНТУ 2012. 6. Захаров А. И. Геодезические приборы: Справочник. - М.: Недра, 2017. - 314 с. 7. Технический отчет по инженерно-геодезическим изысканиям. Проект: 08-2021-5-ТОПО ТОМ 5. 2021-21 с.

УДК 528

# СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

#### Касенова С.Б., Нурпеисова М.Б.

Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан

Аннотация. Приведены предварительные результаты оценки характера и динамики изменения растительного покрова территории Алаколь на основе данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Рассмотрены необходимость использования географических информационных систем (ГИС), отвечающие современному уровню развития науки и техники. Результаты свидетельствуют о восстановлении растительного покрова после завершения строительства пансионатов и множество баз отдыха. Отмечено хорошее восстановление растительного покрова на территории озера Алаколь после завершения строительства зоны отдыха.

**Ключевые слова:** *озеро, побережье, зона отдыха, строительство, растительный покров, космические снимки,* дешифрирование, геоинформационное системы, картографирование, охрана природы, Landsat, Sentinel-2

Введение. Алако́ ль — горько-солёное бессточное озеро Казахстана, расположенное на Балхаш- Алакольской низменности, что находится на границе Абайской и Жетысуской областей, в восточной части Балхаш-Алакольской котловины в юго-восточном Казахстане. Оно раскинулось в долине Джунгарского Алатау, в окружении невысоких предгорий. Рассматриваемое озеро является вторым по величине среди водоемов Казахстана и единственным глубоководным среди бессточных озер республики. Береговая линия озера Алаколь отличается большой изрезанностью, образует многочисленные полуострова, мысы, косы, заливы и бухты. Минерализованные воды обширного водоема, обилие целебных источников и впечатляющие ландшафты обусловили создание на берегах озера курортные зоны. С 2020 года интенсивно начала разваивсаться инфраструктура озера Алаколь. Сегодня в этом удаленном от крупных городов регионе развивается туризм, строится огромное количество мест для отдыха - санатории, отели, пансионаты.

Любое сстроительство приводит к значительным изменениям естественных ландшафтов, а его эксплуатация несет в себе риски, которые могут привести к локальной или даже региональной экологической катастрофе. В условиях горного рельефа и обильных осадков высока интенсивность развития экзогенных геологических процессов (эрозия, оползни и др.) [1–3]. Поэтому крайне важно изучение поверхности комической систимой - методом дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Дистанционное изучение земель широко используется в решении вопросов безопасности, обороны, энергетики, использования недр и недр земли.

**Основное содержание** Для дистанционного наблюдения за землей применяются дистанционные методы. На сегодняшний день данные дистанционного зондирования

получают с искусственных спутников Земли. Благодаря высоте полета искусственный спутник Земли охватывает большое масштабное пространство, их скорость полета и возможность охвата несколько спектральных зон позволяют получить ценные данные больших размеров [4–7].

Современные данные дистанционного зондирования дают быструю и достоверную информацию о растительном покрытии на большой территории. Они широко используется в изучении сельскохозяйственных угодий, природных и техногенных зон, рациональном использовании и рациональном планировании земель, организации различных сельскохозяйственных мероприятий.

Процесс сбора данных дистанционного зондирования и их использование осуществляется в географических информационных системах (ГИС). Материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), структурная схема которой изображена на рисунке 1, являются частью большой системы сбора, переработки, регистрации и использованияданных.

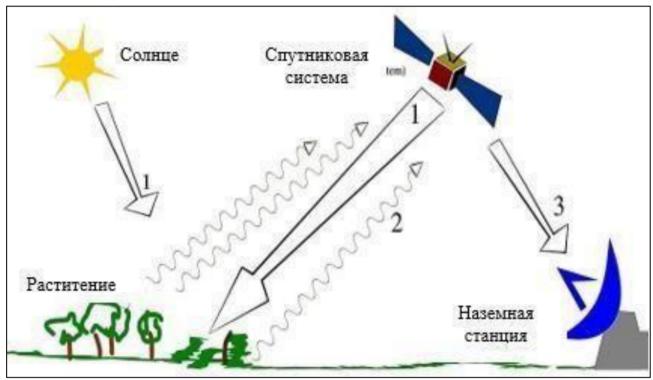


Рисунок 1. Структурная схема системы дистанционного зондирования

*Цель исследования* - анализ изменения состояния растительного покрова, определяемого по количеству фотосинтетически активной биомассы (расчет NDVI) на основе данных ДЗЗ.

*Методы иследования*: дешифрирование и анализ космических снимков с космических аппаратов семейства Landsat и Sentinel-2 за период с 2000 по 2020 гг., геоинформационное картографирование изменения состояния растительности на платформе Google earth engine. В ходе исследования решались следующие задачи) [8–10]:

- подбор разновременных космических снимков среднего разрешения на район исследования;
  - анализ хода изменений NDVIна территории озера Алаколь;
- выполнение работ для получения фактических результатов о современном состоянии растительного покрова изучаемого объекта.

Основными материалами послужили спутниковые снимки за 2000, 2010 и 2020 гг., полученные с космических аппаратов семейства Landsat и Sentinel-2 в разные годы (рисунки 2 и 3).

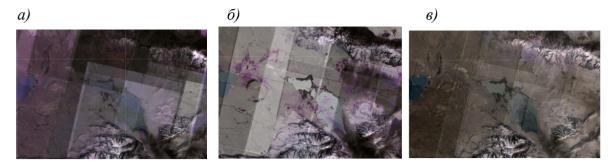


Рисунок 2. Космические снимки, полученные 2000, 2010 2020 гг. через Landsat 7.



Рисунок 3. Космические снимки, полученные 2000,02010 2020 гг. через Sentinel 2 Далее

были рассчитаны Индексы NDVI и SAVI для изображений, полученных Landsat 7 и Sentinel 2.

NDVI (Normalizovannyy differentsial'nyy indeks rastitel'nosti)- нормализованный дифференциальный индекс растительности, т.е. простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы. Это один из наиболее распространенных и широко используемых индексов для решения задач х показателей растительности, который рассчитывается по следующей формуле

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \tag{1}$$

где, NIR- отражение растительности в инфракрасной области спектра; RED – отражение в красной области спектра;

SAVI (Soil- Adjusted Vegetation Index) - это индекс растительности, который пытается уменьшить влияние яркости почвы с помощью поправочного коэффи циента яркости почвы. Его часто используют в пустынных районах, где мало растительности, рассчитывают по следующей формуле и результаты находятся в диапазоне от -1,0 до 1,0.

$$SAVI = ((NIR - Red)/(NIR + Red + L)) * (1 + L)$$
 (2)

где, NIR- отражение в инфракрасном диапазоне спепктра; RED – отражение в красной области спектра; L- ценность зеленой растительности.

Динамика изменения состояния растительности в результате воздействия интенсивного строительства зоны отдыха определена в результате дешифрирования космических снимков на всей территории озера Алаколь [11,12]. Основываясь на его изменениях, на наблюдаемой территории построены схемы, позволяющие оценить состояние растительного покрова в 2000, 2010 и 2020 гг. соответственно (рисунки 4 и 5).



Рисунок 4. Результаты расчёта индексов вегетации на основе данных Landsat 7

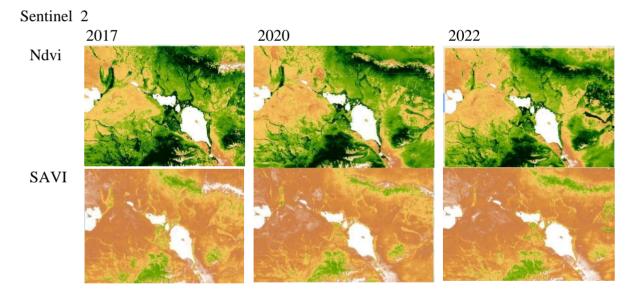


Рисунок 5. Результаты расчёта индексов вегетации на основе данных Sentinel 2

По рисункам видно, что по результатам исследования пространственное разрешение Sentinel выше, чем у Landsat. Пространственное разрешение Sentinel 10-60 м, пространственное разрешение Landsat 15-60 м. Поскольку Landsat был запущен 23 июля 1972 года, это позволяет нам получать снимки с 1972 года по настоящее время. А Sentinel был запущен в 2015 году, поэтому мы можем наблюдать только снимки последних 7-8 лет. То есть контролируемый диапазон меньше, чем Landsat [13–15]. Таким образом, в этой работе с помощью Google earth engine были подсчитаны вегетационные индексы по спутникам Landsat и sentinel-2 с 2000 по 2020 год, изучены изменениярастительного покрова озера Алаколь.

**Выводы.** Использование вегетационного индекса, рассчитанного на основе периодических космических съемок, позволило наглядно представить состояние растительного покрова и динамику его восстановления на исследуемом объекте. Отмечено

хорошее восстановление растительного покрова на территории озера Алаколь после завершения строительства зоны отдыха.

#### Список использованной литературы:

- 1. Амиргалиев Н.А., Тимирханов С.Р., Альпейсов Ш.А. Ихтиофауна и экология Алакольской системы озер. Алматы: Бастау, 2006. 368 с.
- 2. Глобально значимые водно-болотные угодья Казахстана (Алаколь-Сасыккольская система озер). Астана, 2007. 271 с.
- 3. А.В. Бабкин А.С. Мадибеков,к А. Мусакулкызы поверочный и фактический прогноз уровня воды озера Алаколь на ближайшую перспективу. гидрогеология и экология. №3. 2017.- С.60.
- 4. Охраняемые природные территории Средней Азии и Казахстана. [Электрон. ресурс] URL: http://iucnca.net/inforeserve165. (дата обращения: 16.05.2022).
- 5. Нурпеисова М.Б. Космическая геодезия (учебник).- Алматы: КазНИТУ, 2019.- 250 с.
- 6. Спутники ДЗЗ htttps://innoter.com/sputnik/ 10. Лурье И.К., Косиков А.Г. Теория и практика цифровой обработки изображений //Дистанционное зондирование и географические информационные системы. -М.: Научный мир, 2003
- 7. Баймаганбетова Г.А., Голубева Е.И., Зимин М.В. Данные дистанционного зондирования Земли для оценки состояния зеленых насаждений г.Астана. // Материалы 6-й Всероссийской (с международным участием) кон ференции «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесовидении, лесном хозяйстве и экологии», ИКИ РАН. М. -2016. -С. 88-91
- 8. Zhu Z. et al. Generating synthetic Landsat images based on all available Landsat data: Predicting Landsat surface reflectance at any given time //Remote Sensing of Environment. 2015.-T.162. C. 67-83.
- 9. Vanhellemont Q., Ruddick K. Advantages of high quality SWIR bands for ocean colour processing: Examples from Landsat-8 //Remote Sensing of Environment. 2015. T. 161. C. 89-106.
- 10. Баширова, Ч. Ф. Индекс NDVI для дистанционного мониторинга растительности /Ч. Ф. Баширова// Международный научный журнал Молодой ученый. 2019. № 31 (269). 30-31с.
- 11. Баборыкин М. Ю. Сходимость результатов дистанционного метода дешифрирования с полевыми работами на линейном объекте. На примере оползневого участка // Изв. Томского политехнического ун-та. Инжиниринг георесурсов. -2020. Т. 331, № 7. С. 161-175. -DOI 10.18799/24131830/2020/7/2727.
- 12. Долгополов Д. В. Использование данных дистанционного зондирования Земли при формировании геоинформационного пространства трубопроводного транспорта // Вестник СГУГиТ. 2020. —Т. 25, № 3. С. 151—159. DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-3-151-159. Вестник СГУГиТ, Том 27, № 4, 2022
- 13. Берлянт А.М. Картографический метод исследования. Москва: МГУ, 1970. –251 с
- 14. Landsat Science (Website NASA (National Aeronautics and Space Administration) [Electronic resource]. Mode of access: https://landsat.gsfc.nasa.gov (accessed 20 April, 2022).
- 15. Sentinel Missions. Website ESA (European Space Agency) [Electronic resource]. Mode of access: https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2 (accessed 20 April 2022).

# ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИКЛАДНОЙ ГЕОДЕЗИИ

# Кусайынова Г.С., Хмырова Е.Н., Шилец Р.Н., Нуркимбаева Р.К., Нуркимбаев С.К.

НАО КарТУ имени А.Сагинова

**Аннотация.** В работе рассматривается решение прикладных задач при инженерногеодезических изысканиях с применением цифровых технологий на примере реконструкции существующих инженерныхсетей.

Объектом исследования были инженерные сети, которые частично утратили свою эксплуатационную пригодность. Цифровые технологий применялись на всех этапах изысканий: от создания геодезического обоснования до обработки результатов измерений. Разработанная программа изысканий с оценкой точности результатов измерений, позволила сделать анализ применяемых технологий и ее значение в современных отраслях экономики с развитием искусственного интеллекта в стране.

**Ключевые слова:** Геодезические изыскания, инженерные изыскания, цифровые технологии, ГИС, информационные технологии.

Инженерные изыскания или проектно-изыскательские работы — это комплекс исследований, включающих в себя изучение природных условий и определение технических обоснований, необходимых для начала проектных и строительных работ [1]. Основная цель инженерных изысканий - обеспечить оптимальные условия для успешной реализации проекта, учесть все особенности местности, геологические характеристики и другие факторы, которые могут повлиять на его реализацию.

В данной работе рассматривается роль цифровых технологий в инженерногеодезических изысканиях. В первую очередь была создана программа изысканий, в которой отражены все этапы проведения полевых и вычислительных работ. Как пример, был взят объект исследования, на котором планировалось проведение реконструкции существ ующих инженерных сетей (теплотрасса). В соответствии с техническим заданием, выполнена детальная топографическая съемка в масштабе 1:500 с указанием назначения коммуникаций, взаимосвязи между колодцами, материал труб, места ихввода и выпуска, отметки земли, верха колодца и дна колодца, верха трубы.

Инженерно-геодезические изыскания включают в себя этапы, описание которых представлены в таблице 1.

Таблина 1.

№	Этап	Описание
	Подготовительный	Заключение договора, составление технического задания;
	этап	Определение целей и задач исследования,
		Составление плана работ,
		Разработка методики исследования.
1	Полевой этап	Территориальное обследование - изучение района проведения
		работ,
		Определение границ земельного участка,
		Установление границ участка.
		Учет природных и искусственных особенностей местности;
		Проведение измерений и построение карты местности с учетом
		рельефа,
		Назначение координат;
		Измерение участка земли,

		Построение геодезической сети,
2	Камеральный этап	Анализ полученных данных, Расчет и построение проекта с учетом требований заказчика; Документирование результатов работ,
3	Заключительный этап	Составление технического отчета по итогам исследования, Выдача графического и текстового материала заказчику; Постановка на кадастровый учет - оформление документов и предоставление результатов изысканий органам кадастрового учета для регистрации участка.

Участок работ представляет собой трассу подводящих и внутриквартальных тепловых сетей теплотрассы до строящейся насосной станции, по всей трассе проходят подземные коммуникации, электрокабели и кабеля связи.

Согласно проекту, до начала полевых работ на объекте был произведен сбор данных топографо-геодезической изученности и материалов изысканий прошлых лет. [2] Была изучена местность, рельеф земной поверхности участка работ. В процессе обследования и рекогносцировки местности вблизи данной площадки были обследованы пункты триангуляции, которые в последствие послужили исходными. Три пункта Бобровка, Кладбище были определены с использованием GPS—приемников и профессиональной системой измерений GPSGS18, измерения проведены в режиме быстрой статики.

Полевой этап [3]. Учитывая инфраструктурные особенности данного района, а также локальность участка данного проекта, работы были выполнены с применением GPS приемника South Galaxy (рисунок 1).

Применение спутниковой технологии для съемки ситуации и рельефа местности сокращает время для создания съемочного обоснования, обеспечивая требуемую точность проведениясъемочных работ.



Рисунок 1. Базовая станция South Galaxy G1

Спутниковые технологии позволяют определять координаты (X, Y, Z) характерных точек рельефа, а также габаритов надземных сооружений, подземных коммуникаций.

Преобладающее количество измерений (съемка ситуации местности в доступных местах) выполнялись в режиме RTK, методом лучевого позиционирования. Позиционирование в реальном времени (Real-time kinematic - RTK) [4]. При выполнении

наблюдений базовая станция и роверы использовали режим RTK, которая является результатом передовых разработок в аппаратной и программной частях системы. При использовании точной опции достигается точность  $1\,$  мм  $\pm 2$  ррт для плановых координат и  $2\,$ мм  $\pm 2$ ррт для высотных отметок.

Съемка отображалась на абрисах по тем же правилам, что при тахеометрической съемке, который фиксируется на приборе в слое «Код». Подвижный приемник, укрепленный на вехе с внешней антенной, устанавливался на характерных точках ситуации и рельефа местности на расстоянии между рельефными точками (пикетами) до 15 м для данного масштаба съемки.

С помощью тахеометра были произведены замеры всех необходимых геодезических измерений (верх, низ трубопроводов, опор к ним, эстакад) на разных уровнях. На рисунке 2 представлена экспликация узлов коммуникаций в виде снимка, для более подробного его рассмотрения, которые пронумерованы наплане в тех местах, которые им соответствуют.

При обследовании коммуникации определили съёмочные работы:

- подземные назначение коммуникации, взаимосвязь между колодцами, материал, сечение труб, места их ввода и выпуска, отметки земли, верха колодца и дна колодца, верха трубы;
- наземные назначение воздушной прокладки, напряжение и количество проводов, высота точек подвески проводов и кабелей, высота провисания проводов, а также отметки поверхности земли в местах их определения;
- для трубопроводов: высота и низ опор, верх низ труб, характеристики эстакад, их габариты над дорогами.

После проведения всех съёмочных работ проводилось согласование существ ующих коммуникаций.

На этапе вычислительных и графических работ обрабатывались все данные для создания базы цифрового картографического и геодезического материала.

На камеральном этапе проведены следующие виды работ:

- Создание цифровых моделей рельефа и территории.
- Обработка данных геодезических измерений и подготовка карт, схем, планов и других графических материалов на основе обработанных данных.
- Составление отчетов и документации по результатам выполненных работ.



Рисунок 2. Экспликация коммуникаций для создания цифровой модели

Цифровой план топографической съемки отрисован с помощью программы AutoCAD, в соответствии с условными знаками для топографического плана М 1:500. База данных пополнялась по мере обработки результатов съемок для создания общей цифровых моделей местности (ЦММ), включая и положение инженерных сетей, которая будет использована для автоматизации процесса проектирования и с последующем внедрением элементов искусственного интеллекта. Также было использовано дополнительное программное обеспечение: «МенюГЕО», которое позволяет решать ряд прикладных геодезических задач, упрощает и автоматизирует проектно-изыскательские работы.

По результатам работ составлены:

- цифровой инженерно-топографический план в масштабе 1:500;
- технический отчет по инженерно-геодезическим изысканиям.

Цифровые технологии в прикладной геодезии играют важную роль при решении задач для инженерных и геодезических изысканий, особенно такие как GPS, GNSS, ЛиДАР и беспилотные летательные аппараты, обеспечивают быстрый и точный сбор данных на больших площадях. Эти технологии обеспечивают получение изображений с высоким разрешением, точное позиционирование и возможности 3D-картографирования, повышая

эффективность и точность съемок.

Цифровые технологии позволяют интегрировать данные из нескольких источников с различных датчиков и платформ, таких как спутниковые снимки, аэрофотосъемка, лидарное сканирование и наземные съемки. Такой комплексный подход обеспечивает всестороннее понимание обследуемой области, способствуя принятию более обоснованных решений на основе полученных данных.

Таким образом, цифровые технологии произвели революцию в инженерных и геодезических изысканиях, обеспечив быстрый сбор данных, точный анализ, интегрированное объединение данных, мониторинг в режиме реального времени, совместные рабочие процессы и автоматизацию повторяющихся задач. Используя эти технологии, геодезисты могут повысить точность, действенность и результативность обследований, что в конечном итоге приведет к принятию более обоснованных решений и улучшению результатов проекта. В настоящее время без цифровых информационных технологий, невозможно представить отрасль экономики и сферу жизни, так как внедрение искусственного интеллекта является направляющем вектором в развитии экономики страны. [5]

#### Список использованной литературы:

- 1. Инженерные изыскания: значение и виды / cgiku.ru. 05.03.2024. URL: https://cgiku.ru/inzhenernye- izyskanija- znachenie-i- vidy/.
- 2. Успеньева М.Г., Астапов А.М. Применение современных технологий инженерногеодезических работ при изыскании магистральных газопроводов // Новосибирск. Интерэкспо Гео-Сибирь. 2020. №1. С. 50-64
- 3. Виды инженерных изысканий перечень, особенности, основные этапы работ / gektargroup.ru. 01.03.2024. URL: https://gektargroup.ru/articles/inzhenernye- izyskaniya/vidy-inzhenernykh- izyskaniy-perechen-osobennosti-osnovnye-etapy-rabot/
- 4. Quan Y. et al. Convolutional neural network based multipath detection method for static and kinematic GPS high precision positioning //Remote Sensing. −2018. −T. 10. −№. 12. −C.2052.
- 5. Парамзина А.А. Информационные технологии в геодезии. Создание пространственных и картографических данных // Экономика и социум. Ростов. 2021.№ 5. С. 159-163.

# ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ

**Лущикевич** Д.Е. - магистрант КарТУ (Караганда)

**Аннотация.** В статье рассматривается воздействие активного развития цифровых геодезических технологий на топографические планы. Автор рассматривает последние тенденции в области геодезии, выделяя инновации и технологические достижения. Особое внимание уделяется преимуществам цифровых геодезических инструментов, таким как ГНСС технологии, тахеометрия и цифровая аэрофотосъёмка.

Актуальность данной статьи обусловлена стремительным внедрением цифровых геодезических технологий в современную практику. Развитие новых методов и инструментов в геодезии приводит к значительным изменениям в создании топографических планов, что требует детального исследования и анализа.

**Ключевые слова:** цифровые технологии, топографический план, цифровизация, геодезические инструменты, геодезия.

В современном мире стремительное развитие цифровых геодезических технологий оказывает глубокое влияние на методы создания топографических планов. Традиционные методы, основанные на использовании аналоговых инструментов и ручных измерениях, уступают место инновационным подходам, предоставляя уникальные возможности для точного и эффективного создания карт и планов местности. В данном контексте цифровизация процессов геодезии не только упрощает сбор и обработку данных, но также расширяет функциональные возможности создания топографических планов, повышая их точность, надёжность и приспособленность к современным требованиям пространственного планирования и инженерных проектов.

Цифровые геодезические технологии, меняя парадигму создания топографических планов, делают их более точными, информативными и доступными. Интеграция с ГИС, 3D-моделирование и другие возможности открывают новые горизонты для использования топографических планов в различных сферах деятельности.

Современные цифровые геодезические технологии значительно изменили методы сбора, обработки и представления геопространственных данных. ГНСС технологии, цифровая аэрофотосъёмка, электронная тахеометрия являются на сегодняшний момент основополагающими методами создания цифровых топографических планов.

Глобальная навигационная спутниковая система является системой, которая позволяет определять местоположение, скорость и время в любой точке земного шара в режиме реального времени. Она состоит из трех основных сегментов: космический, наземный, пользовательский. Космический сегмент представляет собой совокупность спутников, вращающихся вокруг Земли. Наземный сегмент есть сеть станций, которые отслеживают спутники и обеспечивают их корректировку. К пользовательскому сегменту относятся устройства, которые принимают сигналы от спутников и определяют на их основе свое местоположение.

Цифровая аэрофотосъёмка — это метод получения снимков земной поверхности с помощью цифровых фотокамер, установленных на летательных аппаратах. Использование БПЛА оправдано в тех случаях, когда необходимо быстро получить точную информацию о местности на небольшие территории. К тому же, с учетом себестоимости каждого из решений, БПЛА занимают наиболее выгодные позиции [1].

Электронная тахеометрия представляет собой метод геодезических измерений, который использует электронные тахеометры для определения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов, а также координат и высотточек.

Электронный тахеометр (ЭТ) — это измерительный прибор, в котором конструктивно объединены электронный теодолит, светодальномерами и микропроцессор с прикладным геодезическим, программным обеспечением (рисунок 1). Микропроцессор позволяет хранить данные измерений во внутренней памяти и осуществлять обработку и анализ результатов измерений непосредственно в поле. В последнее время четко прослеживается тенденция развития электронных тахеометров — от «обычных» приборов к роботизированных станций [2].



Рисунок 1. Электронный тахеометр MS50

Цифровые геодезические технологии такие, как цифровая аэрофотосъёмка, ГНСС (глобальная навигационная спутниковая система) и электронная тахеометрия, оказали значительное влияние на методы создания топографических планов. Цифровая аэрофотосъёмка предоставляет снимки с высоким разрешением и точностью, что позволяет получать более детализированные карты и топографические планы местности. Благодаря этой технологии процесс съёмки становится более быстрым и доступным, что сокращает время создания топографических планов.

ГНСС технологии, такие как GPS, ГЛОНАСС, Galileo, BEIDOU обеспечивают высокую точность позиционирования, что улучшает точность и надёжность топографических карт. Кроме того, ГНСС увеличивает скорость съёмки, позволяя быстрее определять местоположение объектов в режиме реального времени.

Электронные тахеометры автоматизируют процесс измерений и обработки данных, что уменьшает человеческий фактор и повышает точность. Они также интегрируются с программным обеспечением ГИС (географические информационные системы), что облегчает создание и анализ топографических данных.

В целом, цифровые технологии значительно улучшили процесс составления топографических планов, предоставляя более широкие возможности для анализа и

использования геопространственной информации в различных областях, таких как градостроительство, строительство, экология и другие.

Влияние цифровых технологий на методы создания топографических планов значительно расширило возможности инженеров и геодезистов в области сбора, обработки и анализа геопространственных данных. Применение ГНСС технологий, например, выходит далеко за рамки обычного составления топографических планов. Практическим примером применения цифровых геодезических технологий может послужить создание цифрового топографического плана объекта здравоохранения и прилегающей территории микрорайона Восток-2 с применением метода глобальных навигационных спутниковых систем.

Для создания топографического плана была использована комбинация ГНСС технологий и современных средств картирования. Процесс включал в себя следующие шаги: сбор данных, обработка, компиляция картографических данных, анализ и интерпретация. При производстве инженерно-геодезических изысканий в плановом и высотном отношении принята Местная система координат (МСК 64) и Балтийская система высот. Учитывая инфраструктурные особенности данного района, а также локальность участка данного проекта, работы были выполнены сприменением GPS приемник South galaxy G1 plus.

Топографическая съёмка ситуации и рельефа местности выполнена кинематическим методом способом «стой-иди». Кинематический метод требует для проведения съемочных работ не менее двух геодезических приемников спутниковых сигналов.

Один приемник базовый, стационарный в течение всего процесса измерений. Базовый приемник собирает и записывает данные со всех спутников, находящихся в поле зрения GPS-антенны. Другой приемник, одновременно работающий с ним во время спутниковых определений кинематическим методом, называется подвижным.

Непосредственный процесс выполнения изысканий проводился путём установки ГНСС ровера (рисунок 2) в узловых точках инженерных коммуникаций, характерных точках зданий и сооружений.



Рисунок 2. GPS приёмник South galaxy G1 plus в рабочем положении

Во время наблюдения спутников обеспечивается возможность получения и вывод на дисплей следующей основной информации:

- числа наблюдаемых спутников;
- числа эпох наблюдений;
- значения фактора PDOP (или GDOP);
- сообщения о потере связи.

Собранные данные были подвергнуты обработке, чтобы получить точные координаты объектов и контуров на территории. На приборе South galaxy G1 установлена внутренняя память. Встроенное программное обеспечение хранит все данные проектов во внутренней памяти. Оттуда данные могут экспортироваться на компьютер или другое устройство для постобработки через кабель LEMO, подключенный к порту RS232. Данные из памяти могут также передаваться из внутренней памяти в компьютер через флеш- карту, вставляемый порт USB в формате ТХТ.

Загрузка точек ГНСС измерений в AutoCADCivil 3D 2016 проходит с помощью импорта через МенюГео.

План топографической съёмки отрисован с помощью программы AutoCADCivil3D 2016, согласно условных знаков для топографического плана M 1:500 (рисунок 3).



Рисунок 3. Цифровой топографический план масштаба 1:500

После обработки ГНСС данных и создания цифрового топографического плана, они были интегрированы с существующими картографическими данными, такими как цифровые карты рельефа и зданий, для создания полного обзора территории.

После компиляции картографических данных произведен анализ и интерпретация полученной информации с целью выявления ключевых особенностей территории и ее потенциальных проблемных зон. Анализ и интерпретация данных позволяют не только получить детальное представление о территории больницы, но и выявить потенциальные улучшения и области для будущего развития.

В развитии цифровых геодезических технологий лежит ключ к совершенствованию методов создания топографических планов. Современные инструменты, такие как ГНСС, тахеометрия, цифровая аэрофотосъёмка обеспечивают высокую точность и эффективность процесса, сокращая временные и финансовые затраты. Использование цифровых технологий

открывает новые перспективы для автоматизации и улучшения качества цифровых топографических планов, что важно в будущем для развития градостроительства и инфраструктуры.

### Список использованной литературы:

- 1. **Черняков,** Г.В. Создание цифровой модели рельефа по материалам аэрофотосъемки беспилотным летательным аппаратом [Текст]: Статья в сборнике трудов конференции / Г.В. Черняков, А.П. Романкевич Минск: БГУ, 2020. с. 222-237.
- 2. **Реджепов, М.Б.** Современные тенденции развития и классификации электронных тахеометров [Текст]: Статья в научно-практическом журнале / М.Б. Реджепов, С.А. Комаров Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. с. 118-121.

УДК 631.1(528.88)

# АГРОӨНЕРКӘСІПТІК АУДАН ЖЕРІН ПАЙДАЛАНУДЫ КЕҢІСТІКТІК-УАҚЫТТЫҚ ТАЛДАУЫ

Мусайф Г.- докторант С.Сейфуллина атындагы ҚазАТЗУ, Астана Алипбеки О.А. -Профессор, б. ғ. д. Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ

**Андатпа.** Қазақстан үшін кеңістіктік-уақыттық деректердің аграрлық инфрақұрылымын әзірлеудің өзектілігі көрсетілді. Ақмола облысы Целиноград ауданының бес санаттағы жерлерін (егістік, жайылым, су объектілері, орман және құрылыс салынған аумақтар) Landsat көп уақыты бейнелерінің негізінде жерді пайдалануды жіктеу және кейіннен тақырыптық картаға түсіру орындалды. Агроөнеркәсіптік ауданның жер пайдалану құрылымының негізгі үрдістері жайылымдарды қысқарту есебінен егістік жерлердің көлемін ұлғайту, сондай-ақ агроөнеркәсіптік ауданның қаламен шекарасында салынған аумақтардың қарқындылығын арттыру болып табылатыны анықталды.

Зерттеу нәтижелері жартылай автоматты режимде жер пайдаланудағы өзгерістерді бақылау үшін пайдаланылуы мүмкін, сондай-ақ кеңістіктік-уақыттық деректердің аграрлық инфрақұрылымын әзірлеу үшін негіз болады.

**Түйінді сөздер:** жіктеу, жерді пайдалану, көп уақыттық өзгерістер, Landsat, агроөнеркәсіптік аудан.

Әлемдік нарықта кез келген елдің бәсекеге қабілеттілігін арттырудағы ірі қадамдардың бірі болып табылады [1]. Кеңістіктік- уақыттық деректер жүйесін қалыптастыру қажеттілігінің жан-жақты негіздемесіне қарамастан [2,3], Қазақстан әлі де республикадағы кеңістіктік деректер нарығының дамуына қатты кедергі келтіріп, оны бытыраңқы және жүйесіз ете отырып, ҒЗШБ құрмаған елдердің арасында тұр.

Сонымен қатар, елде «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы қабылданды [4]. Осы бағдарлама шеңберінде Қазақстан Республикасын (ҚР) цифрландыруды орындау қажет. Алайда, кеңістіктік деректерді дамытудың әлемдік тренді [5-7] көрсетіп отырғандай, біздің республика кеңістіктік деректерді тұжырымдамалау және іске асыру саласында өте артта қалып отыр, олар қазірдің өзінде елдік-уақыттық деректер разрядына көшті.

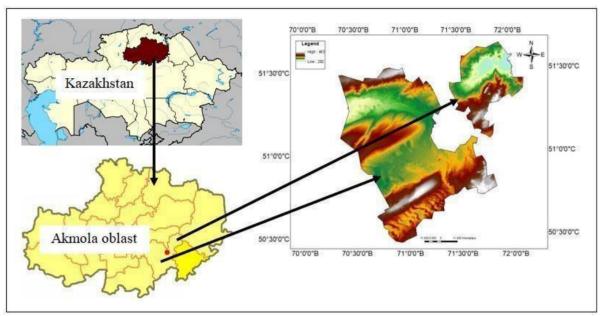
Мысалы, агроөнеркәсіптік кешен (АӨК) іс жүзінде толығымен уақыт пен кеңістікте үздіксіз өзгерістерге ұшыраған кеңістіктік деректерден тұрады. Демек, АӨК цифрландыру кеңістіктік- уақыттық деректерді құру, қалыптастыру және дамыту негізінде туындауы тиіс. Яғни. АӨК-дегі кеңістіктік- уақыттық аграрлық инфрақұрылым типіндегі кеңістіктік-

уақыттық жүйелерді құруға бағытталған зерттеулер жүргізу Қазақстан ү шін өзекті проблема болып табылады.

Жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, біздің зерттеулеріміздің мақсаты Ақмола облысы Целиноград ауданының жерді пайдаланудың кеңістіктік- уақыттық серпінін зерттеу болып табылады.

Зерттеулердің міндеттері - Жерді қашықтықтан зондтаудың көп уақыттық деректерін жинау, оларды өңдеу және жартылай автоматты режимде жер пайдалану түрлеріне жіктеу, сондай-ақ отыз жыл бойы жер пайдалану құрылымындағы өзгерістерді анықтау.

Целиноград, Ақмола, Астана деп аталған, ал енді бұл мегаполисті АОИ екіге бөледі (сурет. 1). Жер бедерінің сандық моделі (DEM) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) миссиясының деректеріне негізделген.

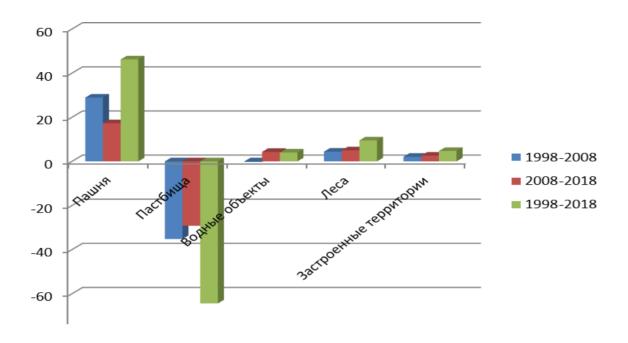


Сурет 1. Орналасқан жеріжәне сандық биіктік картасы

Зерттелетін аудан Қазақ елінің астанасында орналасқан, таулы рельефі төмен, сәл толқынды жазыққа айналады. Зерттелетін аумақтың климаты континенталды және құрғақ дала аймағының бөлігі болып табылады. Қысы суық және ұзақ, орташа температурасы қаңтарда 17-18°с; жазы орташа жылы, шілдеде орташа температурасы 20°с. Жауын- шашынның жылдық орташа мөлшері 300-350 мм.

Алға қойылған мақсатқа жету үшін біз 1992, 1998 және 2018 жылдардағы Целиноград аумағына Landsat шартты түрде тегін деректерін, ал суреттерді өңдеу, олардың композиттерін, мозаикаларын жасау және жіктеу үшін - ArcGIS pro-граммын (6.10.1 нұсқа) пайдаландық. Жерді пайдаланужіктемесін жүргізу әдіснамасы мынадай жұмыстарға негізделген [8-10].

Жерді пайдалануды өзгертуді жіктеу нәтижелері ауыл шаруашылығы мақсатындағы жерлердің (егістік, жайылым) алаңы, сондай-ақ су айдындары, ормандар және құрылыс салынған аумақтар зерттеу жылдарында салыстырмалы түрде аздаған өзгерістерге ұшырағанын көрсетті. 1998-2018 жылдары жерді пайдалану жіктемесінің түпкілікті нәтижелері 1-суретте келтірілген, олардан байқау жылдары алқаптың шамамен 95% егістіктер мен жайылымдар алып отырғаны көрінеді. Атап айтқанда, 1998 және 2008 жылдары олар 95,3% -ды, ал 2018 жылы 95,0% -ды құрады.



Сурет 2. 1998-2008, 2008-2018 және 1998-2018 жылдар арасындағы Целиноград ауданының жер пайдалану алаңының өзгеруі

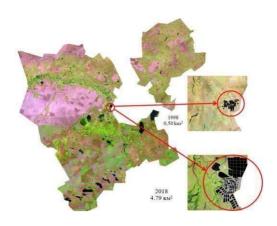
Егістік алаңының үздіксіз ұлғаю үрдісі негізінен жайылымдарды жырту және құрылыс салынған аумақ алаңының ұлғаюы есебінен анықталды. Егістік үлесінің күшті өсуі 1998 жылдан 2008 жылға дейін болды. Егістік жерлер алып жатқан аумақтар осы жылдар ішінде 0,4% немесе 19,9 км² ұлғайды. 2008 - 2018 жылдар кезеңінде егістікті игеру қарқыны төмендеп, небәрі 0,1% немесе 11,0 км² құрады. 1998 жылдан 2018 жылға дейінгі барлық бақылау кезеңінде егістіктің жалпы алаңы 0,4% -ға немесе 30,9 км² ұлғайды.

Бұл ретте облыстың жайылымдық жерлері 1998 жылдан 2008 жылға дейін 0,3% немесе 23,1 км², ал 2008 жылдан 2018 жылға дейін 0,4% немесе 29,6 км² қысқарды. Байқаулардың бүкіл кезеңінде жайылымдардың ауданы 0,7% немесе 52,7 км² азайды, оның ішінде егістік үшін 30,9 км² игерілді.

Көптеген шағын және орта таяз көлдер мен өзендерді біріктіретін су айдындарының ауданы 3,6% -ды құрады. Бұл су айдындарында су айнасының азаюы жаздың аяғында және күздің басында байқалған. Бірақ, содан кейін олар бұрынғы деңгейге қайта оралды, сондықтан зерттеулер жылдары су қоймаларының жалпы алаңы тұрақты болып қалды.

Аудандағы орман алқаптары бір пайыздан кем (0,6%). Сонымен қатар, біз ағаштарды өсіру үшін пайдаланылатын алқаптар, негізінен, бұрын жайылым ретінде пайдаланылған бұрын бар орман шаруашылықтарының жерлерін кеңейту есебінен едәуір ұлғайғанын байқадық. Мысалы, 2008 жылы орманмен қамтылған жер алаңы 1998 жылмен салыстырғанда 0,1% немесе 2,1 км² ұлғайды. 2008 жылдан 2018 жылға дейін орман алқаптары ұлғайған. 2018 жылға қарай орман екпелерінің жалпы ауданы 1998 жылмен салыстырғанда 5,8% -ға немесе 2,8 км² -ға ұлғайды.

Құрылыс салынған аумақтар ауданның барлық аумағының бар болғаны 0,5-0,6% -ын алады. Алайда, қала аумағының өзгеруіне республика астанасының жақындығы едәуір әсер етті. Ең терең өзгерістер Астана қаласының астаналық шекарасына жақын жерде болды (2 - сурет).



Сурет 3. Целиноград ауданында 1998 жылдан 2018 жылға дейін салынған аумақтардың алаңдарын өзгерту үлгісі

1998 жылдан 2008 жылға дейін ауданның урбанизацияланған аумақтарының алаңы шамалы ұлғайды - олар ең үлкен 3% немесе 1,1 км² болды. 2008 жылдан бастап 2018 жылға дейін түбегейлі өзгерістер болды, ол кезде құрылыс салынған аумақтардың ауданы 1998 жылмен салыстырғанда 49,6% -ға немесе 17,9 км² ұлғайды. 1998-2018 жылдар аралығында елді мекендердің жалпы ауданы 52,6% -ға немесе 19,0 км² ұлғайды. Бұл өзгерістер негізінен ауыл шаруашылығы алқаптарын, дәлірек айтқанда жайылымдарды алып қою есебінен болды.

Осылайша, біз 1998, 2008 және 2018 жылдардағы Landsat көп уақыттық бейнелерінің негізінде Целиноград ауданының бес санаттағы жерлерін (егістік, жайылым, су объектілері, орман және құрылыс салынған аумақтар) жіктеп, кейіннен тақырыптық картаға түсірдік.

Агроөнеркәсіптік ауданда жер пайдалану құрылымының өзгеруінің негізгі үрдістері анықталды. Зерттеулер нәтижелері жер пайдаланудағы өзгерістерді жартылай автоматты режимде бақылау үшін пайдаланылуы, сондай-ақкеңістіктік-уақыттық деректердің аграрлық инфрақұрылымын әзірлеу үшін негізгі болуы мүмкін.

Жұмыс 10764919 жылғы 17 қыркүйектегі № 01 шартқа сәйкес Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің BR 2021 ғылыми-техникалық бағдарламасы бойынша бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде орындалды.

#### Колданылғын әдебиеттертізімі:

- 1. Federal Geographic Data Committee. Текст: электронный URL: (date accessed: 10.02.2022).
- 2. Мурзакулов Г.Т., Алипбеки О.А., Нургужин М.Р., Дюсенев С.Т., Дюсенбеков З.Д. «Концепция создания и развития национальной инфраструктуры пространственных данных Республики Казахстан до 2020 года». Астана, 2013. «ТОО Дэме». 39с. Текст: непосредственный.
- 3. Alipbeki O., Alipbekova Ch. Development of Spatial Data Infrastructure of Agroindustrial Agglomeration // International Conference on GIS and Remote Sensing in Agriculture, Copenhagen, Denmark, June 11 12, 2019. P.671. -Текст: непосредственный.
- 4. Об утверждении Государственной программы "Цифровой Казахстан". Текст: электронный URL: https://adilet.zan.kz/rus/docs/P1700000827 (дата обращения: 09.02.2022).
- 5. Ronzhin S., Folmer E., Lemmens R., Mellum R., Ellett von Brasch Th., Martin E., Emilio Lopez Romero E.L., Kyto S., Hietanen E., Latvala P. Next Generation of Spatial Data Infrastructure: Lessons from Linked Data implementations across Europe. International Journal of Spatial Data Infrastructures Research. 2019. Vol.14. PP.83-107. Текст: непосредственный.
- 6. Masser I. Building European Spatial Data Infrastructures. ESRI Press, 2007.- 91с. Текст: электронный URL:

//https://books.google.kz/books?id=tiuAAAAAMAAJ&hl=ru&source=gbs\_similarbooks accessed: 10.02.2022). (date

- 7. Pinde Fu, Jiulin Sun. WebGIS: Principles and Applications. Redlands, CA. ESRI Press, 2011.- 312p. ISBN 9781589482456 .- Текст: непосредственный.
- 8. Jensen, J.R. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective, 3th edition. 2005.- 543р. Текст: непосредственный.
- 9. Kaul, H.A., Sopan, I.T. Land Use Land Cover Classification and Change Detection Using High-Resolution Temporal Satellite Data. *J. Environ.* 2012, *I*, 146-152. Текст: электронный URL: <a href="https://www.semanticscholar.org/paper/Land-Use-Land-Cover-Classification-and-Change-Using-Kaul-Sopan/b1371a978b8f92708b602133f432b30366937ad4?p2df">https://www.semanticscholar.org/paper/Land-Use-Land-Cover-Classification-and-Change-Using-Kaul-Sopan/b1371a978b8f92708b602133f432b30366937ad4?p2df</a> (date accessed: 10.02.2022).

  10. Nguyen, T.B.P.; Zhang, X.; Wu, W.; Liu, H. Land Use/Land Cover Changes from 1995 to 2017 in Trang Bang, Southern Vietnam. *Agric. Sci.* 2019, *10*, 413–422. doi:10.4236/as.2019.103033. Текст: электронный URL: <a href="https://www.scirp.org/journal/as">www.scirp.org/journal/as</a> Режим доступа: для зарегистр. пользователей. (date accessed: 10.02.2022).

УДК 528.(075.8)

# РОЛЬ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Ормамбекова А.Е.** - ст. преподаватель **Нурпеисова Т.Б.** - профессор *Satbayev University, Алматы* 

**Аннотация.** В статье рассмотрены достоинства и недостатки инновационных технологий при наблюдениях за деформациями высотных сооружений с применением современных геодезических методов. На современном этапе при стремительном развитии производства строительных материалов, технологий строительства и их автоматизации, исследование технологий современных методов мониторинга деформаций зданий и сооружений имеет огромное значение.

**Ключевые слова**: деформация зданий, мониторинг, ГНСС, БПЛА, лазерное сканирование

Инновационные технологии играют ключев ую роль при наблюдениях за деформациями высотных сооружений, таких как небоскребы, мосты, и другие прецизионные инженерные сооружения. Они позволяют проводить надежный и точный мониторинг за изменениями, которые могут возникнуть в конструкциях из-за внешних воздействий, таких как изменения температуры, ветра, нагрузки и других факторов.

Современное развитие производства строительных материалов, технологий, их автоматизация, а также рост цен на землю в крупных городах привели к новому взгляду на строительство и монтаж сложных геометрических конструкций, особенно высотных зданий. [1]. Соответственно задачи мониторинга зданий осложняются из-за необходимости применения современного геодезического оборудования и высокой частоты наблюдений для изучения кинематических и динамических свойств конструкции. С другой стороны, наличие системы мониторинга, которая будет работать удаленно, без трудоемких полевых работ, значительно сокращает трудовые и временные ресурсы. Среди различных видов мониторинга зданийважную роль играет наблюдение за геометрическими параметрами, т.е., мониторинг деформаций. Деформационные процессы зданий и сооружений приводят к снижению его функциональн ой пригодности, появлению и распространению трещин, что может привести к разрушению конструкции. Воздействие внешних факторов, таких как ветер, снег, лед, солнечная радиация, неустойчивый фундамент и т.д., приводит к колебаниям и кручению конструкций, их изгибу и крену. Эти параметры могут менять свои значения ежедневно и сезонно [2] и вызывать

пространственные смещенияна уровне десятков сантиметров. Рассматриваемые геометрические параметры деформации, которые необходимо определить при проведении деформационного мониторинга высотных сооружений, приведены нарисунке 1.

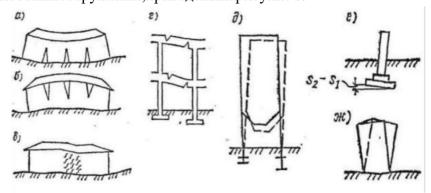


Рисунок 1. Формы деформаций сооружений: а) прогиб, б) выгиб, в), г) - перекос, д), е) – крен, ж) кручение

Представленные виды деформации сооружений подлежат мониторингу с помощью различных геопространственных методов и технологий, мониторинг осуществляется различными геодезическими методами. На сегодняшний день глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) являются наиболее распространенным элементом любой системы мониторинга. ГНСС предоставляют достоверную и высокочастотную информацию об изменении координат объекта мониторинга. Однако из-за невозможности измерения координат вдоль оси сооружения от земли до вершины, данные ГНСС показывают то лько общее смещение сооружения. Это смещение может отражать смещение верхней части конструкции без учета нижнего этажа. Таким образом, причина этого смещения неизвестна и может быть простым пространственным смещением, смещением и изгибом или комбинацией смещения и крена.

Таким образом для получения полной картины процесса деформации необходимы дополнительные измерения вдоль конструкции. Поэтому необходимо интегрировать ГНСС с другим геодезическим оборудованием. Также современные инновационные технологии включают в себя использование датчиков и сенсоров, распределенных по всему сооружению, которые могут непрерывно собирать данные о деформациях, нагрузках и других параметрах. Эти данные могут быть переданы в режиме реального времени на специализированные центральные пункты управления, что позволяет оперативно реагировать на любые изменения и принимать меры для предотвращения потенциальных проблем.

Другими видами наземных геодезических методов являются традиционные геодезические съемки с помощью высокоточных тахеометров и современных нивелиров, лазерное сканирование [2], наземная радарная интерферометрия, фотограмметрический способ и т. д. Данные технологии трудоемки, требуют квали фицированного персонала и трудно поддаются автоматизации. Особенно критичным для геодезических методов является вопрос периодичности наблюдений. Понятно, что нивелирование, наземное лазерное сканирование или наземная радиолокационная интерферометрия не могут обеспечить более одной эпохи наблюдений в сутки и поэтому также необходимо использовать дополнительное оборудование.

Фотограмметрический способ можно разделить на наземную и воздушную. Наземная фотограмметрия известна с момента ее изобретения, в то время как аэрофотограмметрия ближнего радиуса действия заняла ее место благодаря развертыванию эффективных и дешевых беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Новые достижения в технологиях компьютерного зрения и цифровой обработки изображений трансформировали классическую фотограмметрию в цифровую фотограмметрию, где возможности автоматизации измерений значительно возросли. Безусловно, главным преимуществом фотограмметрических технологий является возможность измерить столько точек на конструкции, сколько

необходимо. Однако простая задача мониторинга здания высотой 100 м создает неразрешимую задачу для наземной фотограмметрии из-за невозможности захвата поверхности здания с земли. Даже если бы это было возможно, ошибки из-за искажений перспективы и разрешения снизили бы общую точность до неприемлемого уровня.

В отличие от наземной фотограмметрии, фотограмметрия БПЛА, благодаря своей более высокой мобильности, позволяет собирать и реконструировать более детальную модель здания. Технически фотограмметрия БПЛА представляет собой тот же случай наземной фотограмметрии, но с более высокой избыточностью данных[3]. Наряду с определением пространственных смещений, мониторинг трещин является наиболее востребованным применением фотограмметрии на близком расстоянии, в первую очередь из-за простоты идентификации трещин на изображениях и их измерений. Особенностью измерений трещин является достаточность только одного изображения для измерений. С другой стороны, данные для обнаружения трещин легко обрабатываются и автоматизируются. Недостатком наблюдений с БПЛА является низкая точность, не удовлетворяющая современным требованиям. Таким образом, данные БПЛА могут быть использованы в качестве дополнительного источника данных для мониторинга деформаций конструкций.

Рассмотрим технологию лазерного сканирования, которая широко применяется для мониторинга деформаций высотных зданий и сооружений, позволяет мгновенно получать точные 3D-изображения объекта, что делает её идеальной для отслеживания любых изменений в его форме или структуре.

С помощью лазерного сканирования можно проводить регулярный мониторинг конструкций зданий, мостов, тоннелей и других инженерных сооружений. Это позволяет выявлять и анализировать любые деформации или повреждения, которые могли возникнуть в результате повреждений, нагрузок, усадки или других внешних воздействий.

Процесс лазерного сканирования осуществляется быстро и эффективно, что позволяет проводить регулярные измерения без значительных простоев. Что немаловажно данный метод мониторинга обеспечивает безопасность для операторов, поскольку не требует прямого контакта с объектом и может выполняться на расстоянии. Для обеспечения максимальной точности измерений при сканировании высотного здания необходимо разработать метод выбора местоположения здания и угла сканирования поверхности сооружения. Этот метод должен предусматривать оптимальное расстояние от объекта и угол сканирования в зависимости от высоты здания, чтобы обеспечить эффективность процесса [4]. Полученные данные используют для создания трехмерных моделей, которые облегчают визуализацию и анализ структурных изменений. Обработка полученных данных требует специализированного программного обеспечения и опытных специалистов. К сожалению, некоторые внешние факторы, такие как погода или освещение, могут повлиять на точность и периодичность измерений. На рисунке 2 представлен мониторинг с применением лазерного сканирования и БПЛА.





Рисунок 2. Мониторинг с применением лазерного сканирования и БПЛА

Таким образом, лазерное сканирование имеет множество преимуществ для мониторинга деформаций высотных зданий и сооружений, однако его применение также сопряжено с определенными ограничениями, которые необходимо учитывать, поэтому данный метод также необходимо комбинировать с другими геодезическими методами.

Результаты исследования позволяют выявить риски возможных деформаций высотных сооружений и принять меры по их устранению. Кроме того, благодаря использованию инновационных технологий можно улучшить проектирование и строительство высотных сооружений, снизить стоимость обслуживания и продлить их срок службы.

Потенциальные последствия исследовании включают в себя повышение уровня безопасности эксплуатации высотных сооружений, сокращение времени и затрат на их обслуживание, а также увеличение эффективности использования ресурсов. Это позволит повысить качество жизни людей, работающих и проживающих в высотных зданиях, и минимизировать риски возможных техногенных аварий.

Таким образом, исследование роли инновационных технологий при наблюдениях за деформациями высотных сооружений имеет большое практическое значение и способствует развитию строительной отрасли в целом.

#### Список использованной литературы:

- 1 R. Shults, A. Ormambekova, Y. Medvedskij, A Annenkov; GNSS-Assisted Low-Cost Vision-Based Observation System for Deformation Monitoring
- 2 Шульц, Р.; Анненков, А.; Билоус, М.; Ковтун В.В. Интерпретация геодезических наблюдений смещений высотных зданий. Ж. Картогр. 2016, 42, 39–46.
- 3. Hostinová, A.; Kopáčik, A. Monitoring of high-rise building. In Proceedings of the Integrating Generations FIG Working Week, Stockholm, Sweden, 14–19 June 2008.
- 4. Мурсалимова Э.А., Бажирова Г.К., Сейтказы А.К.; Геодезический контроль процесса деформации высотных сооружений с использованием технологии наземного лазерного сканирования; The scientific heritage No 101 (2022) 28-34

UDC 528.7

# COMPARATIVE ANALYSIS OF UAV METHODOLOGIES IN THREE-DIMENSIONAL MODELING

Okenova A. Zh.<sup>1</sup>, Adebiet B.<sup>2</sup>, Orynbasarova E.O.<sup>3</sup>

Master's student<sup>1</sup>, PhD<sup>2</sup>, PhD, Associate Professor<sup>3</sup> Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Abstract.** This paper provides a comparative analysis of techniques for using unmanned aerial vehicles (UAVs) in three-dimensional modeling. The paper focuses on the photogrammetric method of data acquisition. The main focus is on circular flights, double grid flights and vertical flights. The study shows that camera tilt significantly affects the detail of terrain and objects.

**Keywords:** UAV, three-dimensional modeling, circular flights, Double grid, verticalflights.

**Introduction.** The importance of using UAVs in 3D modeling lies in their effectiveness for quickly acquiring highly accurate and detailed data. This expands the analysis and design capabilities of researchers and engineers, making drones a key resource in surveying and construction.

UAV flight techniques for creating 3D models are one of the deciding factors for data quality and accuracy. In the process of analyzing research papers, several key techniques were identified as the most commonly used techniques for creating 3D models. Here are a few of the main methods:

Circular flights; Double grid flights; Vertical flights.



Figure 1. UAV flight techniques

The basic principle of circular flights, also known as orbital flights, is that the flight path is designed so that the UAV flies around a center point or object while maintaining a constant distance from it. This allows images to be collected from a variety of angles, providing extensive coverage of the object. Circular missions are well suited for creating models of individual objects as well as creating accurate 3D models of various geologic formations.

The Double grid flight method involves two sets of flights. The first set is performed in one direction, e.g., north-south, and the second set is perpendicular to the first, i.e., east-west. The high level of overlap allows for more efficient point matching between different images during processing, as well as reducing the influence of shadows. Unlike the circular flight method, the double grid method is better suited for large areas with complex terrain, such as urban areas, agricultural fields or forest areas.

The vertical flight method, where the UAV flies to a certain height above the object and then flies up and down while capturing vertical images, is specific. With this method, it is important to ensure that there is sufficient vertical overlap between images. Vertical flights are great for detailing specific objects, for example, like tall structures and monuments.

A practical experiment was conducted to verify the studied techniques. The object of the study was selected an area in Zhambyl region, near the village of Karatau. The studied area has an uneven relief, represented by elevations and depressions. Based on these conditions, it was decided to use the Double grid method. Two missions of UAV flights along the planned route were conducted, during which the camera tilt angle was changed from 70° to 45°. Both flights were conducted at an altitude of 120 meters. The first mission was conducted with a camera tilt of 70°. It is expected that more details of vertical structures can be captured in this camera position. The second mission was conducted with a camera tilt of 45°. This tilt allows capturing wider areas of the ground. However, in this case, the detail of vertical structures is reduced compared to the 70° angle.

Processing was performed in Agisoft Metashape Pro program designed for powerful photogrammetric operations. It included image alignment and setting of WGS 84 / UTM- zone 42N coordinate system. Markers were added during processing to ensure optimization of camera position calculations and internal orientation.



Figure 2: Linking images by markers

After marker placement, a dense point cloud is created, which later serves as a foundation for creating such products as polygonal model, digital terrain model (DTM), digital elevation model (DEM) and orthophotomap.

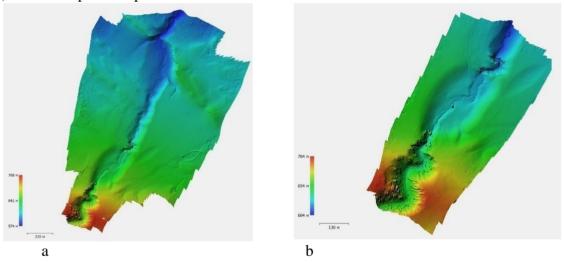


Figure 3. DEM a) chamber tilt angle 45°; b) chamber tilt angle 70°

The resulting models are visually analyzed and compared to check for inconsistencies and other visible errors.

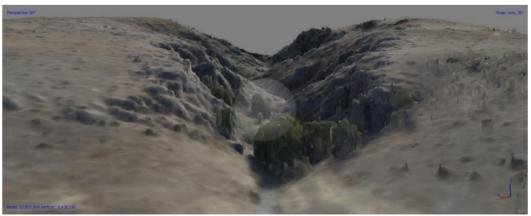


Figure 4: Gorge model constructed at a camera inclination of 45°

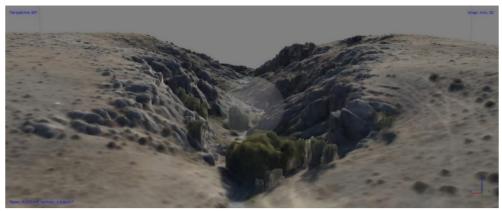


Figure 5: Gorge model constructed at a camera inclination of 70°

Figure 4 shows that at 45° camera tilt the terrain is displayed more smoothly, but with poor detail of small elements. Vegetation looks three-dimensional, but its representation remains not quite accurate. Figure 5 shows a higher degree of terrain detail at a camera tilt angle of 70°. On this model, the terrain elements look more pronounced and clearer, which is especially noticeable in the gorge area. The vegetation, although shown with some distortion, on this model gives a better idea of the size and texture of shrubs and trees.

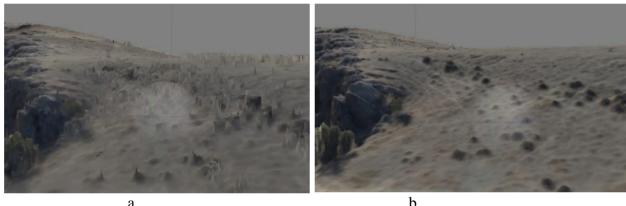


Figure 7: Terrain relief on 3D model a) At 45° slope; b) At 70° slope

Both figures show the terrain, but with different camera angles. However, with a camera tilt of 70° you can see more detail in the terrain. The steeper angle all ows you to better reveal the structure of the terrain, making even small elements such as rocks, depressions, and small elevations more pronounced.

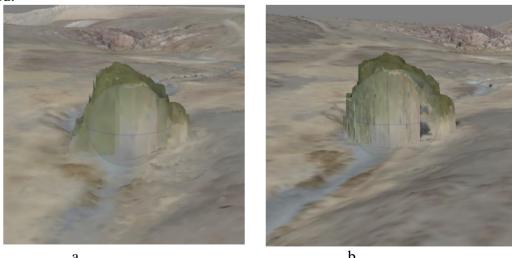


Figure 8. Tree on the 3D model a) At 45° slope; b) At 70° slope

At a camera tilt of 45°, the tree appears as a relatively flat object with limited detail. At 70°, the tree already looks clearer, especially in the crown representation. However, in both cases, the model still does not reproduce the tree in its real form.

**Conclusion.** Based on the analysis of digital terrain models obtained at different camera tilt angles, the following conclusions can be drawn.

The camera tilt of 45°, provides a more extensive view of the terrain, which is useful for getting an overall view of the landscape. However, this angle does not allow capturing all the details of the terrain, making small features less visible.

A three-dimensional model derived from imagery at a 70° camera tilt provides significantly more detail of the terrain and is well suited for studies requiring accurate reproduction of the physical characteristics of the terrain, as it highlights small landscape features and facilitates their interpretation. Depending on the objectives of the survey, the choice of camera angle can significantly affect the quality and usefulness of the data obtained. For tasks requiring detailed terrain analysis, a larger tilt angle is recommended. While for large-scale overview surveys, a smaller angle is more preferable.

#### **References:**

- 1. Lingua, A., Noardo, F., Spanò, A., Sanna, S., and Matrone, F.: 3D MODEL GENERATION USING OBLIQUE IMAGES ACQUIRED BY UAV, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLII-4/W2, 107-115, https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W2-107-2017, 2017 2.Nesbit, P.R.; Hugenholtz, C.H.. Enhancing UAV-SfM 3D Model Accuracy in High-Relief Landscapes by Incorporating Oblique Images. Remote Sens. 2019, 11, 239. https://doi.org/10.3390/rs11030239
- 3. Evaluation of the accuracy of the digital terrain model derived from unmanned aerial vehicle data at a scale of 1:1000 / D. S. Ozhigin, U. A. Kubaidullina, K. D. Sharipova, V. N. Dolgonosov // Trends in Science and Education. 2021. № 72-2. C. 108-112. DOI 10.18411/lj-04-2021-72. EDN AIHJTY.
- 4. Oznamets Vladimir Vladimirovich "Spatial surveying and modeling with the use of unmanned aerial vehicles" // Educational Resources and Technologies. 2020. №1 (30).
- 5. Ham, Y., Han, K.K., Lin, J.J. et al. Visual monitoring of civil infrastructure systems via camera-equipped Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): a review of related works. Vis. in Eng. 4, 1 (2016).

УДК 528.7

## ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА

**Сугатов Н.С. -** *студент (гр. МД-20-3)* 

Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова (Караганда)

Аннотация. В данной статье рассматриваются цифровые методы обработки материалов аэрофотосъеки с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Описывается процесс первичной постобработки сырых ГНСС данных, построения цифровых трехмерных моделей по результатам обработки аэрофотосъемки, их применение в решении маркшейдерско — геодезических задач. В статье делается акцент на практические навыки обработки данных, происходящих на разных этапах. Реализация обработки данных аэрофотосъемки применяется с использованием специализированного программного обеспечения.

**Ключевые слова:** геодезия, маркшейдерское дело, аэрофотосъемка, фотограмметрия, БПЛА.

После проведения аэрофотосъемки с применением БПЛА для решения маркшейдерскогеодезических задач появляется необходимость обработки полученных данных. Обработку можно поделить на следующие основные этапы:

- первичная постобработка полученных при аэрофотосъемке снимков для получения точных координат центров фотографирования;
- применение алгоритма фототриангуляции обработанных снимков, с точными координатами центров фотографирования в специализированных программах по обработке фотограмметрии;
- построение плотного облака точек на основе связующих точек, полученных после применения алгоритма фототриангуляции;
- построение цифровых моделей местности (ЦММ), цифровых моделей рельефа (ЦМР), высотных карт глубин, тайловых трехмерных моделей, ортофотопланов (общее трансформированное изображение всей местности, созданное по перекрывающимся исходным фотоснимкам);
- построение топографического плана с изображением всех условных знаков и рельефа на основеполученных материалов.

Разберем вышеприведенные этапы более подробно на примере.

Точность определения координат при полете дрона на бортовом GNSS приемнике является навигационной и не подходит для дальнейших работ. Поэтому, необходимо ввести корректирующую информацию (поправки) в координаты каждого снимка. В данном примере воспользуемся методом коррекции спутниковых систем PPK (Post Processing Kinematic).

Особенность метода заключается в том, что корректирующую информацию (поправки) получают на этапе постобработки от базовой станции или сети базовых станций на конкретную эпоху, то есть на каждое полученное измерение приемника. По сравнению с более привычным методом коррекции данных спутниковых измерений RTK (Real Time Kinematic), мы можем контролировать процесс коррекции данных и использовать разные настройки, что не позволяет метод RTK, так как производится в реальном времени на время полета БПЛА, еще один из плюсов данного алгоритма заключается в том, что нет необходимости иметь связь приемника с базовой станцией и записывать поправки на момент съемки, что позволяет использовать данный метод в труднодоступных местах, например там, где плохой радиосигнал, GSM сигнал, и даже его отсутствие, или в местах, поблизости которых нет доступа к сети базовых станций. В данном примере воспользуемся программным обеспечением ОТ компании "Topodrone". Программное обеспечение "PPK PROCESSING" позволяет вводить поправки за смещение антенны относительно приемника дрона, производить постобработку ГНСС данных, записывать высокоточные координаты (XYZ) горизонтальной и вертикальной погрешности в EXIF-теги фотографий, отдельно записывать текстовый файл с точными координатами центров снимков и точностью их определения. В программном обеспечении (рисунок 1) при обработке ГНСС данных необходимо указать: навигационный файл с приемника дрона, папку с исходными снимками АФС, выбрать модель дрона для определения смещения антенны относительно приемника дрона, указать файл базовый станции навесь временной период проведения АФС для введения поправок в координаты снимков, выбрать необходимую систему координат, запустить процесс обработки ГНСС данных.

По завершению работы программное обеспечение обновит геопозиционированние для каждого снимка с введением поправок от базовой станции, таким образом, мы получаем точные координаты центров фотографирования и можем приступать к следующему этапу — фототриангуляции. Фототриангуляция одина из важнейших этапов при обработке данных фотограмметрии, так как от этого этапа зависит вся последующая точность создаваемых моделей.

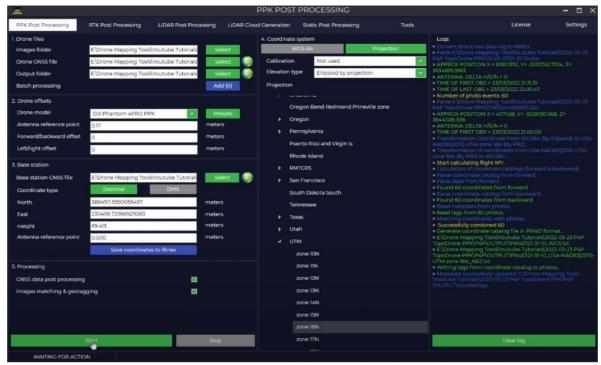


Рисунок 1. Постобработка ГНСС данных в по "Topodrone PPK POST PROCESSING"

На данном этапе алгоритм вычисляет геометрические параметры объектов, параметры камеры, сопоставляет снимки между собой, выравнивает их и создает "Связующие точки". Связующая точка — это совокупность характерных точек на снимках, каждая из которых проекцией одной И той же трехмерной точки. Рассмотрим фотограмметрической обработки результатов АФС с БПЛА, используя программное обеспечение "Agisoft Metashape". Данное программное обеспечение является одним из лидеров на рынке программного обеспечения для обработки фотограмметрических данных и позволяет выполнить весь комплекс работ, связанный с фотограмметрией. Для начала работы загрузим наши снимки с точными координатами центров фотографирования, полученных при постобработке данных ранее. Запустим процедуру выравнивания снимков. На этапе выравнивания снимков "Metashape" автоматически находит связующие точки и рассчитывает элементы внутреннего и внешнего ориентирования камер. Точность расчетов зависит от многих факторов, в частности, от процента перекрытия между соседними снимками, а также от формы поверхности исследуемого объекта и местности. После процедуры выравнивая получаем разряженное облако в трехмерном пространстве – набор из связующих точек (рисунок 2).

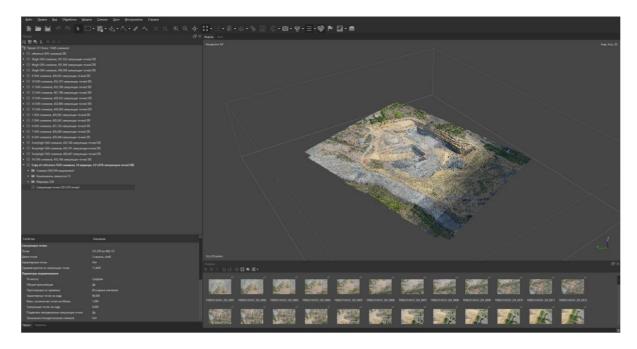


Рисунок 2. Полученная разряженная модель на основе связующих точек в ПО "Agisoft Metashape"

После проведения процедуры выравнивания и получения связующих точек загружают наземные контрольные точки, координаты которых были предварительно точно определенны с помощью инструментального наблюдения. В нашем случае использовался ГНСС приемник Leica GS14 в режиме RTK с получением поправок от референциой базовой станции. Данный этап необходим для анализа точности проведения фототриангуляции и построения модели. Программное обеспечение позволяет сравнить проекции опорных точек, указанных на фотографии, с построенным облаком связующих точек и показать ошибку проецирования как в плане, так и высоте. Как правило, при съемке сложных площадных объектов с различными условиями рельефа изначальная точность после проведения выравнивания является неудовлетворительной. На это есть несколько причин: особенности электронного затвора, недостаточное качество снимка (плохая детализация, недостаточное или избыточное значение использовании с электронным При дронов затвором обрабатывающего информацию сенсора камеры дрона заключается в том, что в моментсъемки построчно сверху вниз считываетсят кадр. Дисторсии электронного затвора возникают, когда положение объекта съемки относительно камеры меняется во время построчного считывания одного и того же кадра. Учитывая эти негативно влияющие на точность условия, в программном обеспечении "Agisoft MetaShape" есть возможность провести процедуру оптимизации камеры, на которой можно уменьшить влияние дисторсии из-за использования электронного затвора, рассчитать дополнительные поправки, а также уточнить фокусные расстояния с использованием наземных опорных точек. После проведения процедуры оптимизации камеры получаем более достоверную модель, точность которой в плане и высоте составляет в среднем 10 сантиметров по контрольным точкам, что позволяет приступить к облака цифровой модели построению плотного точек, местности, триангуляционной модели (поверхности), ортофотоплану и выполнению дальнейших маркшейдерско – геодезических задач. Результат построения цифровой модели местности, трехмерной каркасной модели приведен нарисунках 3,4.

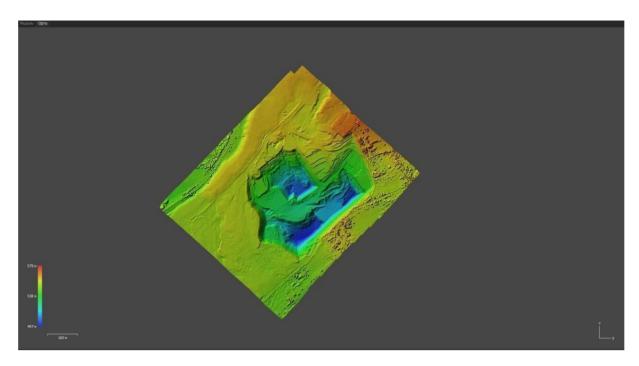


Рисунок 3. Построение цифровой модели местности (карта высот) на основе карты глубины в ПО "Agisoft Metashape"



Рисунок 4. Построение трехмерной каркасной модели на основе плотного облака точек в ПО "Agisoft Metashape"

С помощью подобных моделей появляется возможность решать различные виды маркшейдерско-геодезических задач, например: подсчет объемов, наблюдение за устойчивостью и деформациями горного массива, оцифровка и составление топографического плана с высотной привязкой всех бровок и уступов карьера.

Каркасную трехмерную модель, полученную в "Agisoft Metashape" можноиспользовать как триангуляционную поверхность для создания изолиний рельефа. Для примера в программном обеспечении "AutoCAD CIVIL 3D" построим изолинии земной поверхности для отображения рельефа местности (рисунок 5).

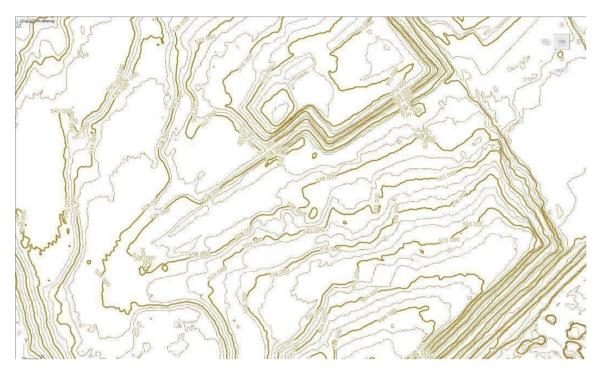


Рисунок 5. Отображение изолиний земной поверхности по триангуляционной поверхности в ПО "AutoCAD CIVIL 3D"

#### Список использованной литературы:

1. Руководство пользователя Agisoft Metashape - Professional Edition, версия 2.1 дата публикации 2024 Авторские права © 2024 Agisoft LLC.

УДК 622.272

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ ВЫСОКОТОЧНОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

#### Стародуб К.В., Кыргизбаева Г.М.

Satbayev University, Алматы, Республика Казахстан

**Аннотация.** В статье рассматривается методика высокоточного нивелирования, которая предназначена для распространения единой системы высот на территории всей страны и является высотной основой всех топографических съемок и инженерногеодезических работ, выполняемых для удовлетворения потребностей экономики, науки и обороны страны. Исследуется вопрос разработки и усовершенствования методики выполнениявысокоточного нивелирования сприменением цифровых нивелиров.

**Ключевые слова:** высокоточное нивелирование, поправка за уравнивание, НИПД, методика нивелирования, формулы геометрического нивелирования, превышение на станции нивелирования.

**Введение.** Создание высокоточной высотной основы для решения различных инженерных задач действительно часто выполняется методом геометрического нивелирования. Этот процесс включает последовательное измерение превышений между исходным и определяемым репером высотной сети [1,2].

Превышения между точками нивелирного хода вычисляются по разностям отсчетов задней и передней реек, фиксируемых горизонтальным лучом нивелира. Это позволяет определить разницув высотемежду двумя точками нивелирного маршрута. Установка линии

визирования нивелира в горизонтальное положение крайне важна и зависит от конструкции и настроек самого нивелира.

Этот метод обеспечивает высокую точность при определении высот, что делает его особенно полезным для инженерных и геодезических работ, требующих точного знания высотной разницы между различными точками на местности.

Основное содержание.

НИПД Республики Казахстан. Проект Национальной Инфраструктуры Пространственных Данных (НИПД) в 2024 году имеет стратегическое значение для развития геоинформационной инфраструктуры и повышения эффективности использования пространственных данных в Республике Казахстан [3]. Его реализация приведет к следующим ключевым результатам:

Установление единой государственной системы координат QTRS (Qazaqstan Terrestrial Reference System). Это обеспечит единый и универсальный формат для определения координат точек на территории Казахстана, что значительно упростит обмен и использование пространственныхданных[4].

Охват всей территории страны открытыми пространственными данными на 100%. Это позволит обеспечить доступ к актуальным и достоверным геопространственным данным для широкого круга пользователей, включая государственные органы, бизнес и население.

Автоматизация обмена пространственными данными между центральными и местными государственными органами. Это повысит эффективность взаимодействия органов власти и ускорит принятие решений на основе актуальных геоданных.

Предоставление открытых пространственных данных и карт населению, бизнесу и инвесторам. Это стимулирует развитие экономики за счет увеличения доступности и использования спространственных данных в различных областях деятельности.

Повышение эффективности государственного управления. Интеграция пространственных данных и информационных систем на всех уровнях управления создаст единую информационную среду, что способствует принятию обоснованных решений и оптимизации государственного управления.

Сокращение времени получения картографических материалов до реального времени. Это обеспечит оперативный доступ к актуальным геопространственным данным и улучшит качество принимаемыхрешений.

Снижение затрат на производство и актуализацию пространственных данных и информационных систем. Интеграция и централизация данных позволит сокр атить расходы на обновление и хранение информации.

Масштаб проекта национального, межотраслевого и международного сотрудничества [5] обхватывает всю территорию Казахстан. Проект состоит из трех основных частей:

- 1) Модернизация системы государственного геодезического обеспечения Республики Казахстан;
- 2) Создание базовых пространственных данных открытого пользования в новой государственной системе координат [6];
- 3) Создание информационных систем Государственного геодезического обеспечения и Базовых пространственных данных.

Обработка результатов и создание ведомости.

Обработка результатов нивелирования начинается с проверки вычислений, сделанных в поле и записанных данных в нивелирном журнале. Для этого проводится постраничный контроль, где на каждой странице журнала подсчитывается сумма отсчетов по задним рейкам  $\Sigma$  а, сумма отсчетов по передним рейкам  $\Sigma$  b и алгебраическая сумма средних превышений  $\Sigma$  hcp [7].

Если в обработку были приняты превышения, определенные три раза — в прямом и обратном направлениях и повторенные еще в одном направлении и удовлетворяющие допускам, то превышения записывают в графу своего направления одно под другим, не меняя их знака.

Программный продукт КРЕДО НИВЕЛИР предназначен для камеральной обработки и уравнивания результатов измерений геометрического нивелирования, которое выполняется как цифровыми, так и оптическими нивелирами [8].

Обработка в программном продукте КРЕДО НИВЕЛИР выполняется в несколько этапов:

- настройки проекта, в котором будет производиться обработка измерений;
- импорт измерений в автоматическом или ручном режимах;
- вводкоординат и высот исходных пунктов [9];
- предобработка и уравнивание результатов измерений (рис.1);
- выдача отчётных материалов.

Настройка проекта выполняется в меню Свойства проекта. В диалоговом окне Свойства проекта заполняются разделы представление данных, поправка за переход к нормальным высотам, карточка проекта, общие сведения, поправки, точность и параметры.

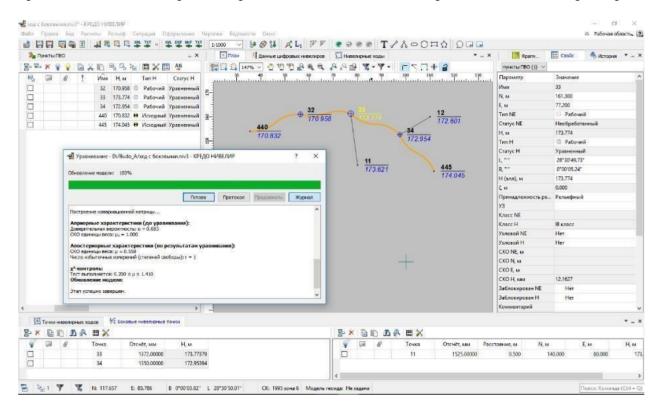


Рисунок 1. Предобработка и уравнивание результатов измерений

*Выдача от в том числе и оценка точности сети, которая приводится в выходных ведомостях, формируются в соответствии с нормативными документами, и их содержание меняется в зависимости от класса нивелирования.* 

По результатам обработки данных программой на основе шаблонов формируются следующие выходные документы:

- ведомость превышений и высот пунктов;
- ведомость координат;
- характеристики нивелирныхлиний;
- ведомость оценки точности высот пунктов;
- ведомость поправок;
- технические характеристики сети;
- список превышений и высот пунктов.

Выводы.

Высокоточное нивелирование представляет собой важный этап в геодезии и инженерных науках, играя ключев ую роль в обеспечении точности и надежности измерений высот. В ходе данного процесса используются современные геодезические инструменты, такие как высокоточные нивелиры, лазерные уровни, GPS и другие, позволяющие получить точные и достоверные результаты.

Важнымаспектом является контроль систематических ошибок, таких как атмосферные воздействия, температурные изменения и другие факторы, которые могут влиять на точность измерений. Процесс обработки данных, включающий предварительную обработку, контроль качества и коррекцию ошибок, направлен надостижение максимальной точности результатов.

Результаты высокоточного нивелирования могут быть использованы для создания и обслуживания геодезических сетей, контроля высот на строительных объектах, картографических работ, а также в других областях, где точность географических данных является критически важной [10].

Оценка рабочей точности, подготовка подробного отчета и предоставление результатов в удобной форме для использования в инженерных и строительных проектах - все эти этапы важны для завершения процесса высокоточного нивелирования. Качественные результаты этого процесса служат основой для успешной реализации проектов, требующих высокой точности геодезических измерений.

Современные цифровые нивелиры при соблюдении должных требований обеспечивают высокую точность измерений и позволяют пользователю использовать различные способы решения нестандартных задач.

# Список использованной литературы:

- 1 Яковлев Н. В. Высшая геодезия: учебник для вузов. М.: Недра, 1989. 454 с.
- 2 Кочетова, Э.Ф. Инженерная геодезия [Текст]: учебное пособие / Э.Ф. Кочетова, И.И. Акрицкая, Л.Р. Тюльникова, А.Б. Гордеев. Под ред. Э.Ф. Кочетовой. Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т; 2-еизд. Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. 158 с
- 3 Министерства цифрового развития, инноваций и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан. [Электронный ресурс]. <a href="https://qazgeodesy.kz/o-predpriyatii/realizuemye-proekty">https://qazgeodesy.kz/o-predpriyatii/realizuemye-proekty</a>
- 4 Началась разработка современной государственной системы координат Казахстана [Электронный ресурс]. <a href="https://profit.kz/news/61798/Nachalas-razrabotka-sovremennoj-gosudarstvennoj-sistemi-koordinat-Kazahstana/">https://profit.kz/news/61798/Nachalas-razrabotka-sovremennoj-gosudarstvennoj-sistemi-koordinat-Kazahstana/</a>
- 5 Ходаков П. А., Басманов А. В. Создание и обновление нивелирной сети I и II классов на территории Республики Крым // Геодезия и картография. 2020. № 3. С. 2—7
- 6 К. А. Слабодич, Э. Р. Тагирова, С. А. Шавров. О СОЗДАНИИ ПРАВОВОЙ ОСНОВЫ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ В БЕЛАРУСИ И КАЗАХСТАНЕ
- 7 О геодезии и картографии: Закон Республики Казахстан от 03.07.2002 № 332 [Электронный ресурс]. Режимдоступа: <a href="https://kodeksy-kz.com/ka/ogeodeziiikartografii.htm">https://kodeksy-kz.com/ka/ogeodeziiikartografii.htm</a>.
- Загл. с экрана.
- 8 Обработка результатов измерений в программном продукте Credo Нивелир [Электронный ресурс]. https://infopedia.su/29x6664.html
- 9 Руководство пользователя по КРЕДО НИВЕЛИР. Автоматизация камеральной обработки геометрического нивелирования. [Электронный ресурс]. <a href="https://credo-dialogue.ru/media/downloads/Documentation/HИВЕЛИР.%20Руководство%20пользователя.pdf">https://credo-dialogue.ru/media/downloads/Documentation/HИВЕЛИР.%20Руководство%20пользователя.pdf</a>
- 10 Учебное пособие для студентов. Высшая геодезия-Высокоточное нивелирование. Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина, 2011г.

# THE ADVANTAGES AND POTENTIAL OF MULTISPECTRAL IMAGING FOR AGRICULTURE IN KAZAKHSTAN

**Zeken A. T. -** Master's student *Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)* 

**Abstract**. This work includes an overview of the benefits of using multispectral imagery in agriculture in Kazakhstan, in particular their ability to provide valuable information on crop health, plant health and yield. Along with this, innovative data analysis methods such as machine learning and artificial intelligence are discussed, and their role in extracting accurate and useful information from multispectral images. In the practical part, the estimation of crops using the support vector machine (SVM) is considered as an example. The work is based on the analysis of relevant literature, statistics and research.

**Keywords:** multispectral images, agriculture in Kazakhstan, machine learning, artificial intelligence, support vectormachine.

**Introduction.** Agriculture is a crucial sector of Kazakhstan's economy, providing food security and livelihood for a significant portion of the population. To ensure sustainable and efficient agriculture, accurate and timely information about crop conditions is essential.

Traditional methods of crop condition assessment, such as ground surveys and visual observations, are labor- intensive, subjective, and often imprecise. In addition, they cannot provide spatial-temporal information about crop conditions on a large scale.

Multispectral imaging from satellites and unmanned aerial vehicles (UAV), provides valuable information about crop condition, plant health, and yield. They can capture data in various wavelengths, including visible, near-infrared, and thermal infrared, allowing for more detailed information about crop condition than traditional methods [1].

**Multispectral Imaging and Machine Learning.** Multispectral imagery has a several advantages for agriculture in Kazakhstan:

Yield Enhancement: Such imagery can help farmers identify areas with low yields and take measures to improve them.

Resource Use Optimization: Specifically, optimizing water, fertilizer, and pesticide usage, leading to cost reduction and increased profitability.

Improving Resilience: Multispectral imagery can assist farmers in identifying and responding to environmental stresses such as drought, diseases, and pests.

Decision Support: Farmers are provided with objective and accurate information necessary for making informed crop management decisions [2].

The implementation of multispectral imaging in Kazakhstan's agriculture holds significant potential for increasing productivity, resilience, and profitability.

It is worth noting that innovative data analysis methods, such as machine learning and artificial intelligence (AI), play a crucial role in extracting accurate and useful information from multispectral imagery. These methods enable computers to "learn" from large volumes of data and recognize complex patterns that may be imperceptible to humans. These techniques can be used to analyze multispectral imagery for automatic extraction of information, such as: crop type identification, crop health assessment, disease detection, and yield determination [3].

Machine Learning (ML) is a subset of artificial intelligence that allows computers to learn from data without explicit programming. ML has a wide application in agriculture, including crop condition assessment.

One of the common ML methods used for crop condition assessment is the Support Vector Machine (SVM) method [4]. SVM is a classification algorithm that can be used to separate data into two or more categories. In the case of crop health assessment, SVM can be used to classify crop

images as healthy or diseased.

The SVM works by finding a hyperplane that separates the data into two regions: one for healthy crops and the other for diseased crops. The hyperplane is defined by the following equation:

 $w^T x + b = 0$ , where is the weight vector, x is the feature vector, b is an offset.

The feature vector contains the pixel values of the crop image. The weight vector and offset are calculated during training of the SVM model. The SVM algorithm works as follows. At the beginning, the data is divided into training and testing sets. The training set is used to train the SVM model. The model learns to find a hyper plane that separates the data into two regions. The testing set is then used to evaluate the performance of the SVM model. The model classifies crop images as healthy or diseased. The performance of the model is assessed using metrics such as accuracy, recall, and the area under the ROC curve (AUC) [5].

Suppose we have a set of crop images labeled as healthy or diseased. We can use SVM to train a classification model on these images. After training the model, we can use it to classify new crop images. The model will predict whether the new images are healthy or diseased.

The accuracy of the SVM model measures how well it can correctly class ify crop images. Accuracy is calculated as the ratio of the number of correctly classified images to the total number of images [6].

The completeness of the SVM model measures how well it can correctly classify diseased crop images. Completeness is calculated as the ratio of the number of correctly classified diseased images to the total number of diseased images [7].

AUC (Area Under the Curve) is an index that measures how well the SVM model can distinguish between healthy and diseased crop images. AUC is calculated as the area under the ROC curve [8].

**Research Results:** We have a dataset of 100 crop images, consisting of 50 healthy and 50 are disease affected. We train the SVM model on this dataset. After training, we use the SVM model to classify a set of 20 new crop images. The model correctly classifies 18 out of 20 images. The accuracy of the SVM model is 18/20 = 0.9. The completeness of the SVM model is 10/10 = 1.0. The AUC of the SVM model is 0.95. This means that the SVM model can accurately assess the condition of crops with a high degree of accuracy.

Next, we turn to the practical part of the work, where a specific example of using multispectral imagery and innovative data analysis methods to obtain accurate results is provided.

Let's consider an example of using machine learning to assess the condition of crops based on multispectral imagery.

Data:

- Multispectral imagery collected by an unmanned aerial vehicle (UAV), covering an area of 100 hectares.
- Crop condition labels provided by agronomists for 1000 samples, evenly distributed across the area. The labels included three categories: healthy, stressed, and diseased plants.

Machine Learning Model:

The support vector machine (SVM) algorithm with a radial basis kernel was used. The model was trained on a dataset consisting of 80% labeled samples and the remaining 20% was used for validation.

Analysis:

The SVM model was applied to new multispectral images covering the entire area. The model accurately classified the crop condition, achieving an overall accuracy of 92%.

TC 11	1	D.	1.
Table	I –	Resu	ITS.

Crop condition	Number of specimens	Percentage of total number
Healthy ones	650	65%
Stress-affected	200	20%
Diseased ones	150	15%

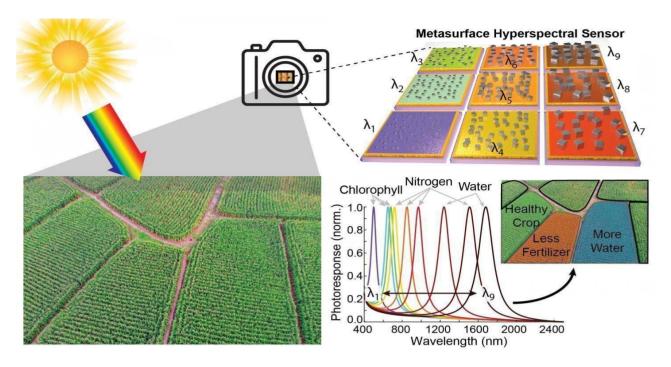


Figure 1. Schematic representation

Benefits of using machine learning in this example:

- High Accuracy: The SVM model achieved high accuracy in classifying crop conditions, enabling farmers to make informed decisions.
- Efficiency: Machine learning automated the data analysis process, saving farmers time and resources.
- Objectivity: The SVM model eliminated the subjectivity associated with manual analysis, providing reliable and consistent results.
- Timeliness: Farmers received real-time information on crop status, allowing them to react quickly to changes and take preventive measures.

#### Conclusion.

In conclusion, the use of multispectral imagery in agriculture in Kazakhstan holds significant potential for improving resource management, increasing crop yields, and reducing losses. The practical part of our discussion demonstrates that innovative data analysis methods, such as machine learning and artificial intelligence, play a key role in maximizing the benefits of multispectral imagery.

Machine learning and artificial intelligence enable more accurate and in-depth analysis of the acquired data, identification of hidden patterns, and prediction of agricultural processes. These methods allow automating image processing processes, enhancing the speed and accuracy of decision-making by agricultural enterprises.

Thus, the combination of multispectral imagery and innovative data analysis methods represents a powerful tool for agriculture in Kazakhstan, which contributes to improving the efficiency, sustainability and competitiveness of the industry. The implementation of these technologies requires investment and personnel training, however, the potential benefits for the country's agricultural sector clearly justify these efforts.

#### References:

1. Shcherbakov, D. A. Prospects of Multispectral Imaging Application in Agriculture // Agricultural Science and Education: Problems, Perspectives, and Innovations. – 2020. – P. 131-134.

- 2. Bykov, L. V., et al. Information-Analytical Support for Management of Agricultural Lands Based on Remote Sensing and Cloud Technologies // Digital Agriculture of the Region: Key Tasks, Prospective Directions, and Systemic Effects. 2019. P. 259-263.
- 3. Kulichkova, E. M. Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): Problems and Directions of Use in Agriculture // Materials of the V International Scientific and Practical Conference "Economic and Mathematical Methods of Analyzing the Activities of Agricultural Enterprises" / Ed. byS. I. Tkachev. 2021. P. 140.
- 4. Nugumanova, A. B., et al. Construction of Vegetation Maps of Fields in the Precision Farming Platform Designed to Support Small Farming in the East Kazakhstan Region of the Republic of Kazakhstan.
- 5. Ramazanova, Zh. M., Zamalitdinova, M. G., Tkacheva, I. P. Improving the Accuracy of Mapping Agricultural Fields Using Radar Imagery.
- 6. Kabzhanova, G. R., et al. Satellite Imagery as One of the Tools for Assessing the State of Grazing Lands in Kazakhstan // Agricultural Science. 2022. No. 5. P. 49-53.
- 7. Bogdanchikov, I. Yu., et al. Monitoring Results of Soil Heterogeneities Based on Multispectral Field Imagery when Utilizing Non-Grain Crop Residue as Fertilizer // Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev. 2020. No. 3 (47). P. 74-79.
- 8. Shayakhmetov, M. R., et al. Application of Digital Technologies in Soil Survey  $/\!/$  Digital Agriculture of the Region: Key Tasks, Prospective Directions, and Systemic Effects. -2019.-P.294-298.
- 9. Prasad A. et al. A Two-Step Machine Learning Approach for Crop Disease Detection Using GAN and UAV Technology //Remote Sensing. 2022. T. 14. №. 19.
- 10. Wang T. et al. Automatic classification of cotton root rot disease based on UAV remote sensing //Remote Sensing. -2020.-T. 12. -No. 8.

УДК 52.08

# ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА НАВОДНЕНИЙ В ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Шарапова** Д. - магистрант Satbayev University, Алматы

**Аннотация.** В настоящее время серьёзную экологическую проблему представляет глобальное потепление, основными причинами которой является экологические загрязнения. Начинается таяние ледников, что приводит к затоплениям и наводнениям части суши. В Восточно-Казахстанской области же наводнения случаются из-за слишком быстрого таяния снега и льда, а также большого количества осадков.

Исследование сезонных наводнений на территории Казахстана нужно для дальнейшей защиты населенных пунктов от затопления. Так как при данном явлении происходит застой во всех отраслях, что приводит к крупной сумме для восстановления населенных пунктов в изначальный вил.

**Ключевые слова**: наводнение, инфраструктура, мониторинг, инновационные методы, стихийныебедствия, обработка результатов.

Восточно-Казахстанская область – это область, которая была сформирована еще в 1932 году, где административным центром выступал город Семипалатинск. В нынешнее время данным центром является город Усть-Каменогорск.

Климат в данной области резко континентальный, зима снежная, наблюдаются частые осадки, температура может доходить до -42 °C. Лето же умерено сухое, довольно жаркое с

малым количеством осадков. Температура летом может достигать до +30 °C, в особенно жарких местах до +45 °C.

Рельеф в данной области горный и холмистый с небольшим количеством равнин. На территории содержатся около 40% запасов воды от всей территории Республики Казахстан. В горах имеются ледники, а по всей территории раскидано около тысяч озер и несколько крупных рек. Одними из нихявляется Иртыш, Бухтарма, Курчум, Нарым, Ульба и так далее. Крупные же озера Маркаколь, Зайсан, Бухтарминское и так далее.

Проблемой ВКО чаще всего являются наводнения и паводки. Так как зимой выпадает много осадков, а также по территории данной области находится множество водоемов, то весной, когда начинается потепления, снег и лед начинают таять с неимоверной скоростью, что почва не успевает все это впитывать в себя [1]. Вследствие чего происходят наводнения, и люди в населенных пунктах вынуждены эвакуироваться. Предприятия в населенных пунктах приходят в застой и непригодны для дальнейшего использования, также люди остаются без места жительства или некоторых частей имущества [2].

В целом по Республике Казахстан инфраструктура и система безопасности населенных пунктах развита в крупных и густозаселенных городах, но инфраструктура в сельской местности все также на низком уровне. В ВКО в большинстве своем преобладает сельское хозяйство и скотоводство, и поскольку там преобладает данный тип хозяйств, то в большинстве случаев рядом с ними строятся поселки и села. Но данные поселки были построены еще в советские времена, а у страны не всегда есть возможность хорошо обустроить данные населенные пункты. В итоге большинство сел и аулов не имеет систем водопроводов, каналов, дамб или плотин. Также отсутствуют надлежащие меры безопасности в чрезвычайных ситуациях, в сельских местностях, построенных близ водоемов или гор [3].

Так как Восточно-Казахстанская область является в основном гористой местностью, то она подвергается не только наводнениям, но и другим стихийным бедствиям, таким как: сель, лавины, засуха, ураганы и так далее. По всей территории Казахстана большому количеству разных стихийных бедствий в основном круглый год подвержены несколько областей Восточно-Казахстансакая и Алматинская, г.Алматы, Южно-Казахстанская и Жамбыльская области (рисунок 1).

Согласно рисунку 1 Восточно-Казахстанская область круглый год подвержена угрозе землетрясений, с ноября по март в особенности северные регионы подвержены снежным буранам и метелям, с ноября по май в горных районах частые сходы лавин, с марта по июнь в ходе таяния снега в горах могут быть оползни, с апреля по июнь в результате таяния снега также начинаются паводки, с июня по август данная местность подвергнута сели, ураганам и ливням, и наконец, с июля по сентябрь в области начинается жара и засуха, что приводит к пожарам в районах леса и степи [4].

Так как основной областью исследования в данной работе являются наводнения в Восточно-Казахстанской области, то мы исследуем ее территорию в период таяния снега и выпадениябольшого количества осадков с марта по июль.

В данном вопросе основной задачей является выявления того в каких районах и как часто каждый сезон и каждый год возникают паводки и наводнения. Для мониторинга данной ситуации нужно использовать спутниковые снимки, снимки с БПЛА, применяя метод дистанционного зондирования земли и другие инновационные методы с использованием геодезических приборов и программ.

Сама область является довольно прохладной и сейсмоопасной. В ходе долгой зимы, которая начинается в начале ноября, холодает там довольно быстро и держаться снег может до конца апреля, а после наступает резкое потепление в ходе чего и случаются паводки и реки с озерами выходят из своих берегов.

Из-за того, что регион богат горами, то осенью, зимой и весной могут случаться сели и лавины, так как в хоте роста гор возникает движение тектонических плит, что приводит к землетрясениям, а это к лавинам, которые попутно таят и тоже топят населенные пункты близ них.

Исследование наводнений в данном регионе в дальнейшем может способствовать развитию инфраструктуры населенных пунктов и сельских угодий, что также улучшит безопасность данных районов и повысит уровень населения в них.

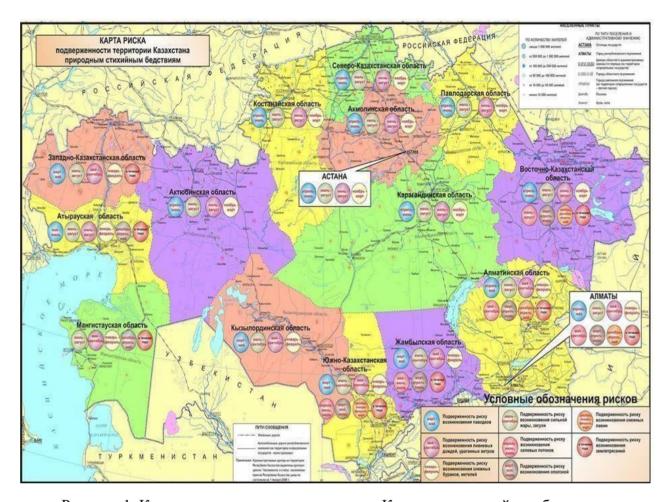


Рисунок 1. Карта подверженности территории Казахстана стихийным бедствиям

В данном контексте возникает актуальная задача прогнозирования зон наводнения. Для её решения применяется геодезический мониторинг. Путем проведения прямых наблюдений с использованием геодезических методов можно получить достоверную информацию о метеорологических сведениях, о тектонических движениях и спутниковые сведения на местности. По мере совершенствования точности и оперативности геодезических измерений расширяются области проблем, где современная геодезия может внести значительный вклад. Одним из таких вопросов является мониторинг состояния окружающей среды через спутниковые снимки при помощи методов ДЗЗ.

В настоящее время, в связи с разработкой и внедрением в производство новых геодезических приборов, становятся широко распространенными автоматизированные информационные системы для обеспечения геодезической поддержки уникальных инженерных комплексов.

Кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия» Казахского национального технического университета (КазНИТУ) имени К.И. Сатпаева активно работает над обеспечением надежной программной системы для спутников и БПЛА для использования их в строительных, исследовательских и многих других целях для улучшения условий проживания на территории Республики Казахстан.

В ходе наводнений также возникает эрозия почв, что существенно влияет на объем урожая получаемый в течение года. За 2017 и 2018 года есть сведения о масштабе эродированности сельскохозяйственных угодий и нанесенном ущербе (Таблица 1) [5].

Таблица 1. Площади эродированных сельско-хозяйственных угодий на 1 ноября 2017 года (тыс.га)

Наименование областей	Всего эродирован- ных с/х угодий	в том числе		Всего	в том числе		Степень эродированности пашни			
		смытые	дефлиро- ванные	подверженные совместно водной и ветровой эрозии	эродирова нной пашни	смытые	дефлиро- ванные	подверженные совместно водной и ветровой эрозии	слабая	средняя и сильная
Акмолинская	571,6	562,0	9,6	<b>*</b> 0	352,2	351,3	0,9	· ·	317,9	34,3
Актюбинская	2 582,5	473,1	2 101,1	8,3	34,2	34,2	100	-	33,4	0,8
Алматинская	5 767,9	815,5	4 952,4	577	98,2	58,2	40,0	170	85,8	12,4
Атырауская	3 133,9	::-:	3 133,9	<b>14</b> 0	-	-	-	(m)	-	-
В-Казахстанская	1 292,6	426,6	864,5	1,5	247,9	235,1	12,2	0,6	234,0	13,3
Жамбылская	2 636,7	222,7	2 414,0	57/1	54,3	52,7	1,6	(7)	52,8	1,5
3-Казахстанская	1 875,9	274,5	1 409,5	191,9	172,6	72,6	4,4	95,6	49,7	27,3
Карагандинская	960,1	200,4	759,7	<u>14</u>	111,3	83,2	28,1	320	95,7	15,6
Кызылординская	2 849,6	2,9	2 846,7	<b>57</b> /1	100	-	150	(7)	100	-
Костанайская	769,9	158,7	611,2	300	93,5	63,4	30,1	100	77,5	16,0
Мангистауская	1 456,3	800,0	656,3	=	-	=	-		-	-
Павлодарская	1 297,2	0,9	1 296,3	: <del>-</del> 2	334,3	-	334,3	100	223,7	110,6
С-Казахстанская	56,0	56,0	00 8=8	-	28,0	28,0	-	100	23,7	4,3
Ю-Казахстанская	4 069,8	956,9	3 112,9	-	241,5	241,3	0,2	-	223,9	17,6
г. Алматы	0,1	0,1	3 <del>0</del> 8	-	151	-	11-7	100	10 <b>7</b> 0	=
г. Астана	r=1	-	0.00	-	::=:	-	00	180	A	стиваци
Итого	29 320,1	4 950,3	24 168,1	201,7	1 768,0	1 220,0	451,8	96,2		253.7

Последствия затопления территорий также представлены на рисунке 2.





Рисунок 2. Наводнение и его последствия в ВКО село Аягоз 2018 год

Данное исследование имеет стратегическое значение в контексте безопасности и улучшения инфраструктуры сельских населенных пунктов.

Основным результатом проведенного исследования является выявление причин и временные промежутки, возникающих наводнений в населенных пунктах в ВКО, что позволяет более точно определить факторы, влияющие на возникновение наводнений, их направления и площадь затопления. А также разработка рекомендации по методам ведения мониторинга, которые основаны на современных технологиях геодезии и дистанционного зондирования, что позволяют непрерывно отслеживать изменения поверхности и прогнозировать их влияние на окружающую инфраструктуру. Данные результаты свидетельствуют о важности дальнейших исследований в этой области, а также о возможности практической реализации предложенных методов исследования сезонных изменений количества наводнений для обеспечения устойчивости городской и сельской инфраструктуры в условиях эксплуатации сельскохозяйственных и прочих земель.

#### Список использованной литературы:

1. Котухов Ю. А., Данилова А. Н., Ануфриева О. А. Современное состояние популяций редких и исчезающих растений Восточного Казахстана // Отв. ред. Л. М. Грудзинская, А. А. Иващенко. — <u>Алматы</u>: Tethys, 2006. — 176 с. — <u>ISBN 9965-9822-2-8</u>.

- 2. Граховский Г. Н. Долгопериодные колебания барических полей в системе общей циркуляции атмосферы // Г. Н. Граховский, М. П. Евсеева, Р. П. Репинская. Санкт-Петербург,  $2005.-100~\rm c.$
- 3. Чередниченко А. В. Изменение климата Казахстана и возможности адаптации за счет доступных водозапасов облачности // А. В. Чередниченко. Бишкек: Илим, 2009. 260 с.
- 4. Чередниченко Александр В. Временные ряды температуры и осадков. Статистический анализ // Александр В. Чередниченко, Алексей В. Чередниченко, В. С. Чередниченко. Алматы, 2013. 365 с.
- 5. Оспанов А.Е., Каркинбаев Г.А., Уринбасаров М.И., Меньшаев А.В., Жарлыкасымов Д.Т., Жылкыбеков Б.Т., Васильченко Н.И., Таирова С.К., Тарина А.М, Крыкбаев А.К., Шаханова Г.С., Тельнов В.В., Пуговкина Л.В.,ГИСХАГИ: Бегманов А.С., Беда П.И., Салыбеков Н.Н 6.Свводный аналитический отчет о состоянии и использовании земель Республики Казахстан за 2017 год. Министерство информации и коммуникации Республики Казахстан НАО «Государственная корпорация «Правительство для граждан» // 270 с.

ОӘЖ 622.272

# АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ЖЕРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ МЕН БАҒАЛАУДА ГАЖ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ

### Нурпейсова Т.Б., Дәулетханова Г.Н., Тайрова Ж.

Satbayev University, Алматы қаласы

**Андатпа.** Халықтың қарқынды өсуіне, урбанизацияға, индустрияландыруға байланысты ауыл шаруашылығы алқаптарының ауданы күннен күнге қысқаруда. XXI ғасырда жерді пайдалану және өсімдік жамылғысы Жаһандық экологиялық өзгерістерде маңызды рөл атқарады. Жерді пайдалану мен өсімдік жамылғысын анықтау кезінде шешім қабылдауды қолдау үшін ақпараттық технологияларды пайдалану маңызды және соңғы болып табылады. Жергілікті, аймақтық және макро деңгейде жоспарлау және басқару үшін өсімдік жамылғысын пайдалану маңызды рөл атқарады. ЖҚЗ және ГАЖ технологиясының көмегімен жоспарлау және шешім қабылдау процесін шынайы және тиімді етуге болады.

Түйінді сөздер: Ауылшаруашылығы, Жерді қашықтықтан зондтау, бағалау, ГАЖ

Жер жамылғысы - бұл жер бетіндегі физикалық материалдан басқа ештеңе емес, ол табиғаттың әртүрлі бөліктерімен, сондай-ақ жер бетінің жасанды бөліктерімен, мысалы, топырақ, жартастар, су қоймалары, өсімдіктер, салынған аумақтар, ағаштар және т.б., жерді пайдалану дегеніміз-адамдар өз қажеттіліктері үшін пайдаланатын аумақтарды білдіреді. Адамдар түзетулер, қозғалыстар және кіріс ресурстары арқылы жер жамылғысының өзгеруін жасауға, қолдауға келісті [1]. Дамыған және дамымаған елдер экономикалық, сондай-ақ азықтүлік қауіпсіздігі тұрғысынан ауыл шаруашылығына тәуелді. Көптеген елдердегі ауыл шаруашылығы адамдарды азық-түлікпен қамтамасыз етудің негізгі көзі болып табылады және әрбір дерлік елде ол экономиканың дамуында басым рөл атқарады.

Азық-түлікті үнемді түрде өндіру әрбір фермердің, сондай-ақ ірі фермерлік шаруашылықтар мен ауылшаруашылық агенттіктерінің мақсаты болып табылады, сондықтан фермерге білім алу және оларды азық-түлік өндірісі туралы хабардар ету үшін ти імді түрде хабарлау қажет. Қашықтықтан зондтау, ГАЖ және GNSS технологиялары фермерлерге дақылдарын зақымданғанға дейін бақылау, өнімділікті, топырақ жағдайын бағалау және дәл егіншілік үшін пайдалы болады. Тауар брокерлері сонымен қатар фермалардың қаншалықты жақсы жұмыс істейтініне өте қызығушылық танытады, өйткені барлық өнімдердің өнімділігін (сандық және сапалық) бағалау бүкіл әлем бойынша баға мен саудаға әсер етеді [2], [3]. Осылайша, азық-түлік қауіпсіздігін тиімді қамтамасыз ету қажет. Өйткенісау егін әр адамның

диетасының бөлігі болып табылады. Әр елде жеткілікті мөлшерде және жоғары сапалы азықтүлік өндірісі адамдардың әл-ауқаты үшін өте маңызды. Ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуі үшін тірі организмдер ретінде су мен қоректік заттар қажет және олар ауа-райының төтенше жағдайларына, ауруларға және зиянкестерге сезімтал. Сондықтан, осы қиындықтарды жеңу және дақылдарды анықтау, сондай-ақ бақылау үшін қашықтықтан зондтау деректері өте пайдалы. Геоақпараттық жүйе қашықтықтан зондтау және басқа да деректер түрлерімен бірге егін және ауылшаруашылық стратегиялары туралы шешімдерді қолдау жүйесінде пайдалы болады [4].

Жерді пайдалану, жер жамылғысы туралы ақпаратты алу (LU/LC) ауыл шаруашылығындағы шешімдерді қолдау, жоспарлау және дамыту жүйесі үшін ең пайдалы ауылшаруашылық жерлері үшін маңызды жаттығу болып табылады [5]. Жерді пайдалануды зерттеу, өсімдік жамылғысының құрылымын талдау кезінде тиімді жоспарлау және басқару үшін әртүрлі көздер маңызды, мысалы, топырақты зерттеу нұсқаулықтары, топографиялық карталар, аэрофотосуреттер, өсімдіктерді зерттеу, су тасқыны карталары, гидрологиялық карталар, мүлікті зерттеу және т.б. [6]. Халық санының өсуіне және урбанизацияға байланысты жерді пайдалану мен өсімдік жамылғысы тез өзгеруде, рельефтің нақты көрінісін алу үшін қашықтықтан зондтау және ГАЖ әдістері маңызды [7], [8].

Қашықтықтан зондтау - бұл жер бетінің модельдерінен онымен физикалық байланыссыз нақты ақпарат алу технологиясы. Бүгінгі күні бұл технология жер бетіндегі, сондай-ақ атмосфера мен мұхиттардағы объектілерді ұшу аппараттары немесе спутниктер шығаратын электромагниттік сәулелену сигналдары арқылы анықтау және жіктеу үшін спутниктерді пайдаланады [9].

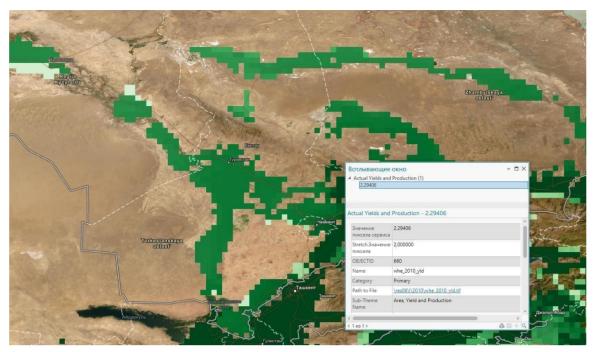
Ауылшаруашылығында ГАЖ технологияларын зерттеу барысында жалпы Қазақстан аумағында мониторинг жүргізе отырып, басты назарды егін шаруашылығына аударған болатынбыз. Жалпы алғанда, егін шаруашылығы үшін Қазақстан дәнді дақылдар мен көкөніс шаруашылығын жақсы дамытқан. Олардың ішінде бидай, күріш, арпа, сұлы тағы басқа да дақылдарды атап көрсетсек болады.

Егін шаруашылығы Оңтүстік Қазақстанда, Жетісу аймақтарында және Шығыс Қазақстанда көбірек дамыған (1-сурет).

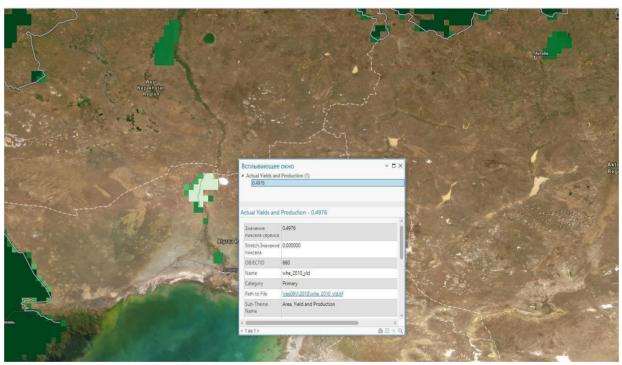


Сурет 1. Қазақстан Республикасы бойынша егін шаруашылығы бойынша игерілген аумақтар

Алайда, ГАЖ мәліметтеріне сүйенсек, ең жоғары егін шаруашылығынан жалпы көлемде ең көп өн ім алатын аймақ ретінде Шымкент қаласы аумағындағы елді мекендерді (2-сурет), ал ең аз көлемдегі өнімді Атырау облысында (3-сурет) алатынын көруімізге болады.

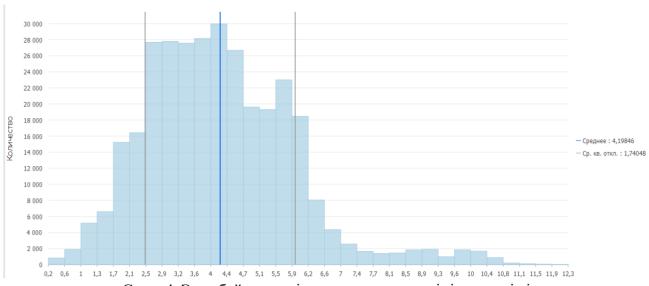


Сурет 2. Шымкет қаласы аумағында алынатын өнім көрсеткіші



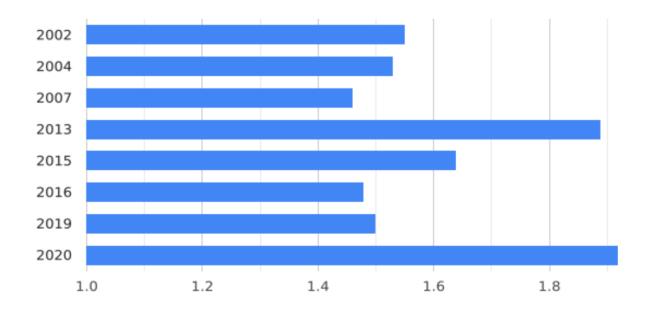
Сурет 3. Атырау облысы аумағында алынатын өнім көрсеткіші

Мәліметтерге сүйе отырып, жалпы әлемдегі жағдайды бақылай отырып, Қазақстандағы егін шаруашылығының жағдайын көрсек болады (4-сурет). Орташа көлем ретінде 4,2 тонна өнімді әлем бойынша алынады. Ал Қазақстанда ең көп мөлшерде 3 тонна алынады. Бұл ортадан төмен екендігін көре аламыз. Ақпараттарды қорыта келе, егін шаруашылығының біздің мемлекетте жағдайы нашар екенін көре аламыз.



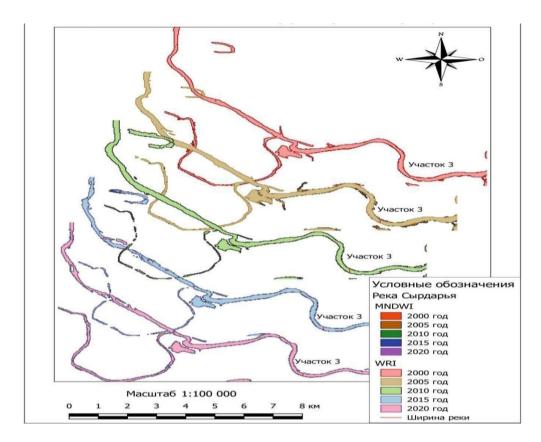
Сурет 4. Әлем бойынша егін шаруашылығы өнімі көрсеткіші

Шаруашылықта көрсеткіштеріміздің төмен болуына әсер ететін факторлардың бірі - бұл климаттық жағдайлар және су, топырақтың жағдайы екендігін ұмытпағанымыз жөн. Сол себепті ауылшаруашылығын зерттеу және оны ұйымдастыру кезінде міндетті түрде осы факторларды ескере отырып, оларды да ГАЖ технологиялары арқылы бақылап отыруымызға болады. Қазақстанда температура соңғы он жылдық ішінде 0,9 <sup>0</sup> С-ге өскен (5-сурет). Бұл шаруашылықтың өнімдігін аз болуына бірден бір әсер етеді.



Сурет 5. Соңғы он жылдықтағы ең жоғары аномалия көрсеткіштері

Сонымен қатар, су айдындарының көлемінің азаюы немесе тартылуыда бір шетінен кесірін келтіруде. Мысал ретінде, Сырдария өзенінің тартылуын ГАЖ технологиялары арқылы көріп, есептеуге болады (6,7-сурет).



Сурет 6. Сырдария өзенің өзгеріс динамикасы



Сурет 7. Сырдария өзенікөлемінің диаграммасы

Бұл мақала ауыл шаруашылығының урбанизациясы мен индустрияландыруға байланысты қарқынды дамып келе жатқанын көрсетеді, бұл күн сайын ауыл шаруашылығы аумағының азаюына әкеледі. 21 ғасырда жерді пайдалану және тұрақты даму Жаһандық экологиялық өзгерістерде маңызды рөл атқарады. Шешім қабылдау мен басқаруда ақпараттық технологияларды қолдану шешуші болып табылады және жерді пайдалануды анықтауда алдыңғы қатарда. Жергілікті, аймақтық және микро деңгейлерде тұрақты дамуды пайдалану жерді пайдалануды жоспарлау мен басқарудың негізгі рөлі болып табылады. ГАЖ және ЖҚЗ технологиялары арқылы жоспарлау және шешім қабылдау процестің тікелей және тиімді орындалуын қамтамасыз ете алады. Қазақстан аумағы мысалында осы деректер зерттеліп, анализ бен бағалау жұмыстары жүзеге асырылды.

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1.http://en.wikipedia.org/wiki/Land\_cover/Land\_use
- $2. http://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca.earthsciences/files/pdf/resource/tutor/fundam/pdf/fundamentals\_e.pdf$
- 3. Goswami S. B., Dr. Aruna Saxena and Dr. G. D. Bairagi, Remote Sensing and GIS based wheat crop acreage estimation of Indore district, M.P., International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Volume 2, Issue 3, March 2012.

http://www.seosproject.eu/modules/agricu lture/agriculture-c00-p01-a.html

4. Sandeep Kr. Soni, Crop Area Estimation for Bundi Tahsil of Rajasthan using Remote Sensing and GIS Technique, Geospatial World Forum, Hyderabad, India, 18-21-janeuary 2011.

Amber L. (Williams) Coleman and John M. Galbraith, Using GIS as an Agricultural Land-Use Planning Tool, Virginia Agricultural Experiment Station, Bulletin 00-2, Department of Crop and Soil Environmental Science College of Agriculture and Life Sciences Virginia Tech, December-2000. <a href="http://www.vaes.vt.edu/research/publications/index.html">http://www.vaes.vt.edu/research/publications/index.html</a>.

5. Ujoh Fanan, Kwabe Isa Dlama and Ifatimehin Olarewaju Oluseyi, Urban expansion and vegetal cover loss in and around Nigeria's Federal Capital City, Journal of Ecology and the Natural Environment Vol. 3(1), pp. 1-10, January 2011. <a href="http://www.academicjournals.org/jene">http://www.academicjournals.org/jene</a> 6.Lakshumanan.C, Pradeep Kishore.V, Viveganandan.S, Krishnakumar.P, Muthusankar.G, Landuse / Land cover dynamics study in Nilgiris district part of Western Ghats, Tamilnadu, International Journal of Geomatics And Geosciences, Volume 2, No 3, 2012.

https://www.researchgate.net/profile/Amol-Vibhute-

3/publication/312704684 Analysis and modeling of agricultural land use using remote sensing and geographic information system a review/links/5a0442970f7e9beb17764e4e/Analysis-and-modeling-of-agricultural- land-use-using-remote-sensing-and-geographic-information-system-areview.pdf

УДК 36.23.25

# АЭРОҒАРЫШТЫҚ ДЕРЕКТЕР НЕГІЗДЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ МАҚСАТЫНДАҒЫ ЖЕРЛЕРДІҢ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ

#### Тойшы А.Б., Жакыпбек Ы., Мусахан Н.Н, Әбен А.С.

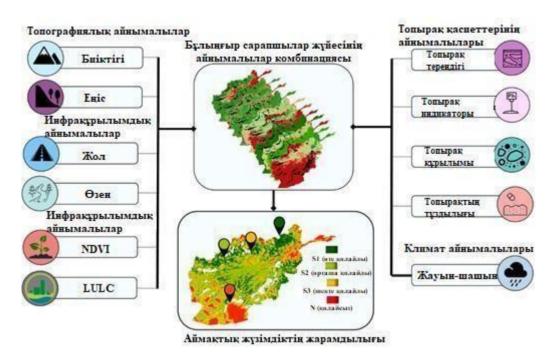
Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан

**Андатпа.** Мақалада аэроғарыштық деректер негізде ауыл шаруашылық мақсатындағы жерлердің жалпы жағдайын талдауда қолданылатын әдістер қарастырылған. Минималды мен махаланобис қашықтықғы, спектрлік бұрыш және ISODATA әдістерінің ерекшеліктері келтірілген. Аэротүсірілімдер материалдары арқылы «Landsat» бастапқы суреті және классификациялау әдістерін қолдану ұсынылған.

**Түйінсөздер:** Аэроғарыш, ауыл шаруашылық, жерлер, әдіс, талдау, Landsat.

Аэроғарыштық деректерге негізделген ауылшаруашылық жерді пайдалануын талдауда, өсімдіктер мен топырақ жағдайын бақылауда және фермерлерге шешім қабылдауда спутниктік қашықтықтан зондтауды маңызды құралына айналып отыр. Қашықтықтан зондтау технологиясының жетістіктері арқылы құрғақшылықтың стрестік жағдайын, жерді пайдаланудың өзгеруін және дақылдар мен топырақ—су ресурстары арасындағы байланысын бақылауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар егіннің өнімділігін дәл бағалауға және сапалық статистикасына қол жеткізуге болады [1]. Аэротүсірілімдер арқылы жер бедерінің топографиялық түсірісін, жол мен өзен сынды инфрақұрлымды, топырақтың тұздануын,

ылғалдығын, құрлымын, РН-ін және климатматтың өзгерін анықтап, карталық мәліметтер негізінде ұсынуға болады [2] (1-сурет).



Сурет 1. Жерді қашықтықтан зондтаудың деректерінің мүмкіндік сұлбасы [2]

Қашықтан зондтау деректерін дешифрлеу – бұл объектілерді және аумақтар, олардың қасиеттері, бейнедегі бейнелеріне негізделген қарым-қатынастарын анықтау процесі. Дешифрлеу далалық және камералық болуы мүмкін. Камералды визуалды және автоматтандырылған болып бөлінеді. Визуалды дешифрлеу көз шамасы арқылы орындалады, орындаушы суретте не көргенін шешеді. Автоматтандырылған (машиналық) шифрды шешуді мердігер арнайы алгоритмдерді пайдалана отырып бағдарламалық жүйелерді пайдалана отырып орындайды. Машиналық шифрды шешу кейбір шифрды шешу мүмкіндіктеріне сәйкес объектілерді топтастыруға мүмкіндік беретін бірнеше әдістерге негізделген және шын мәнінде әртүрлі жіктеу механизмдеріне келеді. Кескін классификациясы оқытылған классификацияға (Ең кіші қашықтық әдісі, Спектрлік бұрыш әдісі, Махаланобис қашықтық әдісі) және оқытылмаған классификацияға (ISODATA әдісі (Итеративті өзін-өзі ұйымдастырушы деректерді талдау әдісінің алгоритмі), К-теапѕ әдісіне бөлінеді.

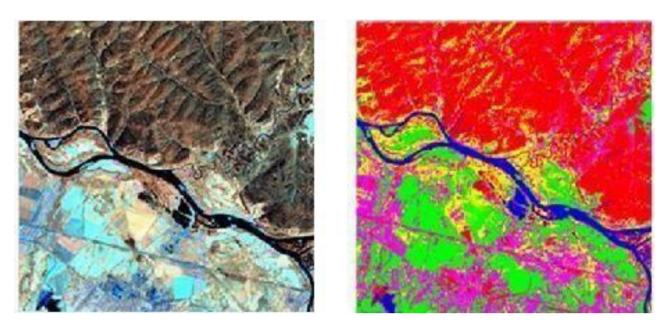
Жерді қашықтықтан зондтау материалдарын (ғарыштық және аэротүсірілімдер) түсіндіру географиялық объектілердің кеңістікте таралуы, олар алып жатқан аумақтар туралы ақпарат алу, сондай-ақ мұндай объектілердің жұмыс істеу динамикасы мен ерекшеліктерін анықтау мақсатында жүзеге асырылады [3,4].

Ғарыштық суреттерді интерпретациялау кезінде шешілетін міндеттерге байланысты: жалпы интерпретация (кешенді, немесе жалпы географиялық) және салалық (тақырыптық немесе арнайы) болып бөлінеді.

Қашықтықтан зондтау кескіндерін интерпретациялау алдын ала және негізгі кезеңдерді қамтиды, олар қашықтағы деректерді өңдеуді, әртүрлі типтегі объектілер үшін жарықтық сипаттамаларын теңестіруді, мозаикалық жабындарды жасауды және т.б.

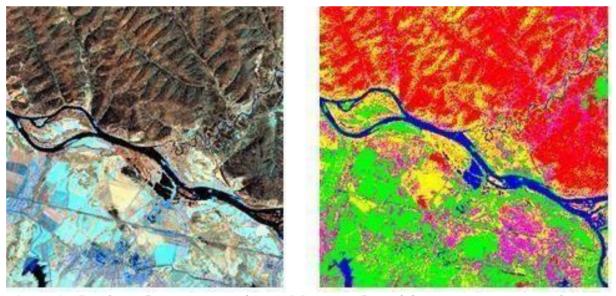
Минималды қашықтық әдісі — пиксельдік жарықтық мәндері спектрлік белгілер кеңістігіндегі векторлар ретінде қарастырылады. Осы мәндер мен анықтамалық облыстардың векторларының мәндері арасындағы спектрлік қашықтық пиксель мен сілтеме векторлары арасындағы айырмашылық квадраттарының қосындысының түбірі ретінде есептеледі (басқаша айтқанда, Олардың арасындағы евклидтік қашықтық). Барлық пикселдер стандарт пен олардың арасындағы қашықтық көрсетілгеннен асатынына немесе аспауына байланысты

сыныптарға бөлінеді (2-сурет). Сонымен, егер қашықтық аз болса, онда класс анықталады, пикселді стандартқа жатқызуға болады:



Сурет 2. «Landsat» бастапқы суреті және минимум қашықтық әдісімен жасалған классификация нәтижесі

Махаланобис қашықтығы әдісі бірінші әдіске өте ұқсас, тек жіктеу кезінде векторлар арасындағы евклидтік қашықтық емес, стандарттың жарықтық мәндерінің дисперсиясын ескеретін Махаланобис қашықтығы өлшенеді (3-сурет). Бұл әдісте берілген пикселден екі стандартқа дейінгі евклидтік қашықтық тең болса, онда эталондық үлгінің дисперсиясы үлкенірек сол класс жеңеді:



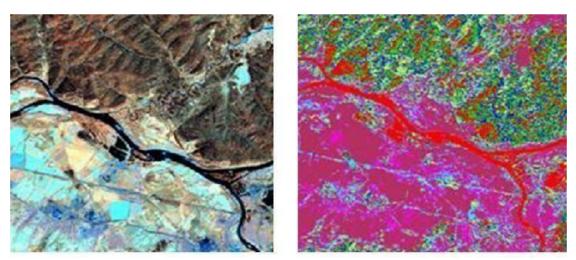
Cypeт 3. «Landsat» бастапқы суреті және Махалорнбис әдісімен жасалған классификация нәтижесі

Спектрлік бұрыш әдісі – бастапқыда спектрлік бұрыштың ең үлкен мәні (анықтамалық вектор мен берілген пикселдің векторы арасындағы бұрыш) орнатылады (4-сурет). Спектрлік бұрыш табылады және евклидтік қашықтық сияқты, егер бұрыш көрсетілгеннен аз болса, пиксель ол салыстырылатын стандарттың класына жатады:



Сурет 4. «Landsat» бастапқы суреті және спектрлік бұрыш әдісімен жасалған классификация нәтижесі

ISODATA әдісі (Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique Algorithm) дәйекті жуықтау әдісін қолдану арқылы кластерлік талдауға негізделген. Спектрлік белгілер кеңістігіндегі векторлар ретінде пиксельдің жарықтықтарын қарастырғаннан кейін ең жақындары бір класста анықталады (5-сурет). Әрбір спектрлік аймақ үшін жарықтықты бөлудің статистикалық параметрлері есептеледі. Барлық пикселдер әрқайсысының ішінде орташа мән бар n саны бірдей диапазонға бөлінген. Арасындағы ең аз қашықтық бар барлық пикселдер бір кластерде анықталады. Бірінші итерация осылай өтеді. Екінші және кейінгі итерацияларда әрбір кластер үшін нақты орташа мәндер есептеледі. Әрбір жаңа итерация болашақ сыныптардың шекарасын нақтылайды:



Cypeт 5. «Landsat» бастапқы суреті және ISODATA әдісімен жасалған классификация нәтижесі

Кескіндерді алдын ала өңдеу және сапасын жақсарту, сондай-ақ дешифрлеу барлық процестер үшін үлкен рөл атқарады. Әрі қарай, объектілерді түсіндіру мен сәйкестендіруді жақсарту үшін NDVI өсімдіктері сияқты әртүрлі индекстерді пайдаланылады.

Ғылыми мақала ҚР ҒЖБМ 2023/AP19576993 гранттық қаржыландыру жобасы бойынша дайындалды

#### Пайдаланған әдебиеттертізімі

- 1. Keiji Jindo, Osamu Kozan, Kohtaro Iseki et al. 2021. Potential utilization of satellite remote sensing for field-based agricultural studies. Chemical and Biological Technologies in Agriculture volume 8, Article number: 58. https://doi.org/10.1186/s40538-021-00253-4
- 2. Sara Tokhi Arab, Tofael Ahamed. Land Suitability Analysis for Potential Vineyards Extension in Afghanistan at Regional Scale Using Remote Sensing Datasets. Remote Sens. 2022, 14, 4450. https://doi.org/10.3390/rs14184450
- 3. https://theconstructor.org/others/remote-sensing-applications/398/
- 4. https://ru.wikipedia.org/wiki/

УДК 528.8

# ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ АРҚЫЛЫ ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІК ПРОЦЕСТЕРДІҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

#### Парахатова Н.М., Киргизбаева Д.М.

2 курс магистранты; қауымдастырылған профессор Satbayev University, Алматы қаласы

**Андатпа.** Қазіргі таңда технологиялардың дамуына байланысты қоршаған ортаны бақылау жұмыстарына да жаңа әдістер енгізілу үстінде. Себебі қоршаған орта адам өмірінің ең үлкен құраушысы десек қателеспейміз. Бұл мақалада Жерді қашықтықтан зондтауды қолдана отырып, табиғи және техногендік процестердің қоршаған ортаға әсерін зерттеу үшін қолданылатын әдістерге талдау жасалады. Деректерді өңдеу кезінде қолданылатын бағдарламалар аталып өтеді және мысалдар келтіріледі.

**Түйінді сөздер:** қоршаған орта, Жерді қашықтықтан зондтау, табиғи және техногендік әсерлер.

**Кіріспе.** Заманауи ғылым мен тәжірибеде табиғи және техногендік процестердің қоршаған ортаға әсерін зерттеу негізгі міндет болып табылады. Өйткені табиғи ресурстарды қарқынды пайдалану және өндірісті дамыту қоршаған ортада орын алатын өзгерістерді дәйім бақылау және зерттеу жұмыстарын жүргізуді талап етеді. Бұл тақырыпты зерттеудің ти імді құралы жерді қашықтықтан зондтау болып табылады, ол үлкен аумақтағы қоршаған ортаның жай-күйі туралы нақты жәнеегжей-тегжейлі деректерді алуға мүмкіндік береді.

**Негізгі бөлім.** Соңғы онжылдықтарда адамзат тарихында табиғи және техногендік әсер етулердің артуы үдеу үстінде. Бұған климаттың өзгеруі, су ресурстарының ластануы, экожүйелердің, биоәртүрліліктің жойылуы және планетамыздың тұрақты дамуына үлкен қиындықтар туғызатын басқа да аспектілер кіреді.

Қоршаған орта жағдайына әсер ететін негізгі факторлар:

- 1) жерді алып қою және жер пайдаланылуының бұзылуы;
- 2) су ресурстарының сарқылуы жәнежер асты, жер үсті суларының гидрологиялық режимінің бұзылуы;
- 3) жер асты және жер үсті суларының кәсіпорындардың өндірістік және шаруашылықтұрмыстық ағын суларымен ластануы;
- 4) қатты отынды өндірудің, өңдеудің және жағудың технологиялық процестерінен ауа бассейнінің қатты және газ тәріздес зиянды заттармен ластануы;
- 5) кен орындарының жұмыстары нәтижесінде кен және байыту қалдықтарымен жердің ластануы және т.б. [1].

Қоршаған ортаның өзгеруін зерттеу әрдайым мониторинг жасап отыруды талап етеді. Өйткені, ондағы болатын өзгерістер белгелілі бір мезгілге, уақыт аралығына қатысты болуы мүмкін. Жалпы қоршаған ортаны бір жүйе деп алып, оның бөліктері ретінде ауа, су және топырақ деп бөліп қарастырсақ, осы бөліктердің қандай да бір өзгеріске ұшырауы тұтастай қоршаған ортаның өзгеруіне әкеліп соғатындығын байқай аламыз. Қоршаған ортаны бақылау мен талдаудың ең тиімді құралы Жерді қашықтықтан зондтау (ЖҚЗ) деректерін өңдеу технологиялары болып табылады [2].

Табиғи және техногендік әсерлер нәтижесінде қоршаған ортада болатын өзгерістерді бақылау және зерттеу мақсатында Жерді қашықтықтан зондтау деректерін пайдалана отырып келесідей жұмыстар жасалады:

атмосфера, мұхиттар, құрлық және мұздықтарды қоса алғанда, жердің жай-күйі туралы деректерді жинау;

алынған мәліметтерді зерттеу мақсатына қарай қажетті әдіс және алгоритммен өңдеу және талдау;

өңделген деректер мен талдау негізінде қоршаған ортаға табиғи және техногендік әсерлер анықтау;

талдау нәтижесінде анықталған әсерлер мен олар туралы мәліметтер негізінде жағдайдың болашақта одар әрі даму мүмкіндігін болжау жәнемодельдеу.

Жерді қашықтықтан зондтау әдістері зерттелетін объектілердің сипаттамасы мен шағылыстыратын электромагниттік энергияларына, толқын ұзындығы мен сәулеленуіне байланысты әртүрлі болады. Зерттелетін объектіге қатысты тікелей байланыссыз алынатын дерек көзі ол – ғарыштық сурет. Ғарыштық сурет ақпараттылығы кеңістіктік, радиометриялық және спектрлік ажыратымдылықтарына тікелей байланысты. Сондықтан, қазіргі таңда Жерді қашықтықтан зондтаудың бірнеше әдістері қолданылады [2].

Жерді қашықтықтан зондтау әдістерін келесідей түрлерге бөліп қарастыра аламыз:

Фотографиялық түсірілім. Бұл әдісте деректер электромагниттік спектрдің барлық көрінетін диапазонында және жақын ИК диапазонында жасауға болады. Сәйкесінше зерттеу аймағына байланысты фотосуреттің биіктігі мен фокустық қашықтығы әртүрлі болады және суреттің масштабына тікелей әсер етеді. Ең басты кемшілігі таспаға байланысты болғандығында, яғни шектеулі таспа қоры.

Телевизиялық түсірілім. Телевизиялық камера көмегімен электромагниттік спектрдің көрінетін диапазонында жүргізілетін әдіс. Ол әртүрлі табиғи процестердің дамуын бақылау үшін, сондай-ақ табиғи апаттарды зерттеу үшін қолданылады.

Сканерлік түсіріс. Бұл әдісте электромагниттік сәулеленудің кез-келген диапазонында деректер алуға мүмкіндік береді. Гиперспектральды сканерлік түсіріс бүгінге таңда кеңінен қолданылады. Бұл әдіс тау жыныстарының минералогиялық құрамын анықтауға, атмосфера мен мұхитты, олардың ластануын зерттеуге мүмкіндік береді.

Жылу инфрақызыл радиометриялық түсірілім. Атауы айтып тұрғандай бұл әдісте мәліметтер жылу ИҚ диапазонында түсіру нәтижесінде алынады. Бұл әдіс көмегімен алынатын мәліметтер жер асты суларын іздеуде, тектоника элементтерін анықтауда, мұнай кен орындарын тікелей іздеуде, экологиялық мәселелерді шешуде қолданылады.

Микротолқынды радиометриялық түсірілім. Бұл әдіс антенналар сәулелену қабылдағышы ретінде әрекет ететін механикалық сканерлеу принципін қолдану арқылы жүзеге асырылады. Бұл суреттер 0,3-тен 10 см-ге дейінгі диапазонды қамтиды.

Радиолокациялық түсірілім. Радиолокациялық суреттер жер бетінен шағылысып шығатын радио сигналдарды түсіру жүйесінің антеннасы арқылы жазу нәтижесінде алынады. Алынған мәліметтер ауылшаруашылық жерлерін, ылғалданған жерлерді және зерттелетін объектілердің басқа да сипаттамаларын зерттеуге мүмкіндік береді [3,5].

Аталған әдістерден бөлек ғарыштық суреттерді мультиспектрлік және гиперспектрлік деп қарастыра аламыз.

Мультиспектрлік суреттер тау жыныстары мен топырақты, таза және ластанған суды, өсімдіктердің әртүрлі түрлерін зерттеуге мүмкіндік береді. Гиперспектральды суреттер

топырақтың ылғалдылығы мен тұздылығын, өсімдіктердің биохимиялық құрамын бағалауға және т.б. жұмыстарды атқаруда қолданылады [4].

Қоршаған ортаға антропогендік әсерді бағалау міндеті табиғи ресурстарды пайдалануда, құрылыстың қарқынды жүруімен және ауа температурасының қалыптан тыс жоғарылауына байланысты өте өзекті болып отыр. Мысал ретінде, Алматы қаласында 6 жылда орын алған өзгерісті көрнекі түрде қарастырып көрейік.





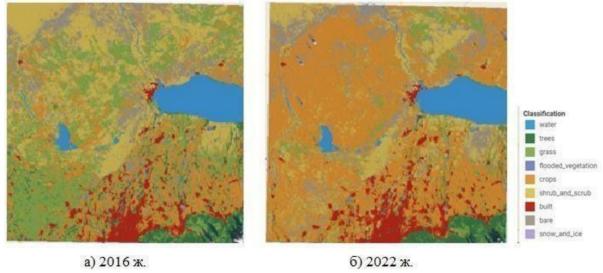
Сурет 1. Алматы қаласы: а) 2016 жыл, б) 2022 жыл. Google Планета жүйесінен алынған көрініс.

Аумақтарды бақылау кезінде ғарыштық суреттерді талдау ол жерде орын алған өзгерістерді айқын көрсетеді. Мәселен, қалалық аумақтарда урбанизацияның қарқынды дамуы қоршаған орта сапасының айтарлықтай төмендеуіне себеп болды. Осындай бірқатар мәселелерді шешуде ЖҚЗ деректері көптеген пайдалы ақпараттар береді. Бастысы оларды өңдеу барысы мен қолданылатын құралдардың дұрыс таңдалуы маңызды. Себебі Жерді қашықтықтан зондтау кезінде алынған суреттерді дешифрлеу қажет болады. Ол әр түрлі компьютерлік бағдарламалардың көмегімен зерттеу міндеттеріне сәйкес жүзеге асырылады. Жерді қашықтықтан зондтау нәтижесінде алынған суреттерді өңдеу нәтижелері карталар түрінде ұсынылады. Сондықтан, мұнда Жерді қашықтықтан зондтау әдісімен қатар жүретін бір ұғым бар. Ол – геоақпараттық жүйелер (ГАЖ).

Геоақпараттық жүйелер (ГАЖ) кескіндерді тек географиялық ақпаратты ғана емес, сонымен қатар қосымша тақырыптық деректерді қамтитын сандық карталарға түрлендіруге, сонымен қатар, олар осы карталарда әртүрлі аналитикалық операцияларды жүргізуге мүмкіндік береді [8]. Ғарыштық суреттерді өңдеуде барлығымызға белгілі, ENVI (Environment for Visualizing Images), ArcGIS, QGIS (Quantum GIS) сынды бағдарламалар қолданылады. Алайда, қазіргі таңда кеңінен қолданысқа еніп келе жаткан платформа - Google Earth Engine (GEE).

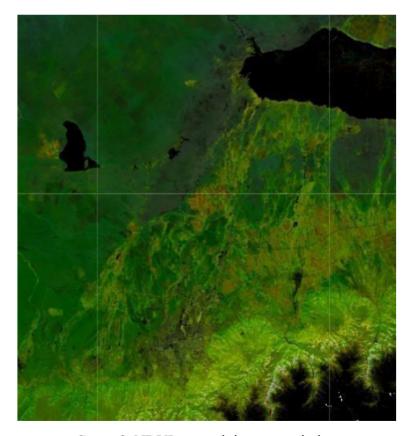
Google Earth Engine (GEE) — бұл Google компаниясы жасаған, геокеңістіктік деректермен жұмыс істеуге және қоршаған ортаның жағдайын зерттеуге арналған бұлтты платформа [6]. Бұл платформада ғарыштық суреттерді жеке жүктеудің қажеті жоқ. Өйткені, платформада кіріктірілген ғарыштық суреттер базасы бар десек болады. Деректерді өңдеу және талдау үшін Google Earth Engine құралдарын пайдалана отырып, жер жамылғысын жіктеуді, өсімдік жамылғысының динамикасын бақылауды, Жер ресурстарын пайдаланудағы өзгерістерді, су ресурстарын бақылауды, мұздықтар мен қар жамылғысының өзгерістерін талдауды, атмосфералық параметрлерді бақылауды, геологиялық процестерді зерттеуді және т. б. орындауға болады.

Жер пайдалану ерекшеліктерін зерттеу үшін Landsat немесе Sentinel құрылғыларынан оптикалық және радио диапазондарының деректері қолдануға болады. Оптикалық деректерді өңдеу жылдам, жеткілікті қарапайым және аз ресурсты қажет етеді.

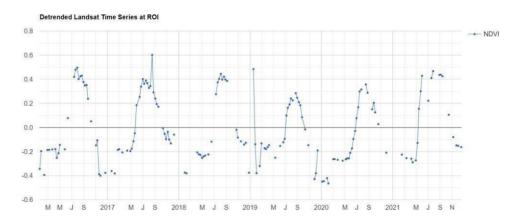


Сурет 2. Алматы қаласы жер пайдалану классификациясы

Антропогендік және табиғи өзгеріске ұшыраған жерлердің аумағын кеңістіктік талдау үшін вегетациялық индекстерді қолдануға болады. Мысалы, NDVI индексі урбанизацияланған аумақтардың табиғи қабатын, су объектілерін және осы аймақта орын алған антропогендік әсер ету дәрежесін көрсетуге жарамды [7]. Индекстер нәтижесі ғарыштық суретті класстаға жіктеуге негізделіп, зерттеу жасауға мүмкіндік береді. Деректерді визуализациялау үшін зерттеліп отырған аймаққа қатысты сызық ретінде құрылған графикті экспорттаймыз 4сур.



Сурет 3. NDVI индексінің көрсеткіші



Сурет 4. NDVI индексінің 2016-2022 жылдар аралығында өзгеру динамикасы

Өсімдік жамылғысы индексі негізінде уақыт ағымына байланысты өсімдіктердің денсаулығы мен тығыздығының өзгеруін бақылауға болады. Бұл климаттың өзгеруі және антропогендік әсер сияқты әртүрлі факторлардың өсімдік жамылғысына әсерін бағалауға мүмкіндік береді.

Қашықтықтан зондтау деректеріне негізделген өсімдік индекстерін пайдалану сонымен қатар ұзақ мерзімді тенденцияларды анықтайтын және қоршаған ортаға ықтимал әсерлерді болжайтын уақыт бойынша салыстырмалы талдаулар жүргізуге мүмкіндік береді.

NDVI сияқты қалалық құрылыс аймақтарын, бос жерлерді, өсімдіктердің атмосфералық әсерлерге төзімділігі, жапырақ жамылғысының тығыздығын, өсімдіктерді физиологиялық жағдайын анықтауға көмектесетін өзге де индекстер кеңінен қолданылады.

Қорытынды. Табиғи және антропогендік әсер етулер нәтижесінде қоршаған ортада болып жатқан өзгерістерді зерттеу оңай көрінуі мүмкін. Зерттеліп отырған тақырыпта жүйелі, орталықтандырылған жұмыс істеу моделінің болмауы оны едеуір қиын етеді. Алайда мұндағы басты артықшылық, ЖҚЗ деректері айтарлықтай қолжетімді және ауқымды жұмыс жаса уға мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, Жерді қашықтықтан зондтау деректерін қолдана отырып, қоршаған ортаға табиғи және техногендік әсер ету әдістерін зерттеу табиғи ресурстарды сақтау мен тұрақты басқаруда маңызды рөл атқарады. Бұл әдіс проблемалық аймақтарды анықтауға, жағымсыз әсерлерді бейімдеу және азайту стратегияларын әзірлеуге және ресурстарды болашақ ұрпақтың пайдасына тиімді пайдалануды қамтамасыз етуге көмектеседі.

#### Пайдаланылған әдебиеттертізімі:

- 1. Бубнова М. Б. Оценка факторов риска и закономерностей развития опасных природных и техногенных процессов воздействия горнопромышленных районов на окружающую среду на основе данных дистанционного зондирования //современная наука в условиях модернизационных процессов: проблемы, реалии, перспективы. 2022. с. 229-239.
- 2. Бекетова А. и др. Анализ данных дистанционного зондирования Земли при изучении и картографировании природной среды //Вестник Евразийского национального университета имени ЛН Гумилева. Серия: Химия. География. Экология. − 2020. − Т. 131. − №. 2. − С. 68-77.
- 3. Донецков А. А. Сравнительный анализ методов спутниковой съёмки при проведении космического экологического мониторинга //Фундаментальные и прикладные научные исследования: инноватика в современном мире. 2023. С. 201-206.
- 4. Аншаков Геннадий Петрович, Журавель Юлия Николаевна, Федосеев Александр Андреевич Эффективность использования мультиспектральных и гиперспектральных данных дистанционного зондирования в задачах мониторинга окружающей среды // Вестник СГАУ. 2013. №4 (42).

- 5. Бекетова А. и др. Анализ данных дистанционного зондирования Земли при изучении и картографировании природной среды //Вестник Евразийского национального университета имени ЛН Гумилева. Серия: Химия. География. Экология. − 2020. − Т. 131. − №. 2. − С. 68-77.
- 6. Гостева А. А., Баженова Н. А. РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ В GOOGLE EARTH ENGINE ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ГЛОБАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ АТМОСФЕРЫ //Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли. 2023. С. 27-30.
- Епринцев С. А., Клепиков О. В., Шекоян С. В. Дистанционное зондирование Земли как способ оценки качества окружающей среды урбанизированных территорий //Здоровье населения и среда обитания.  $-2020. N_{\odot}$ . 4 (325). -C.5-12.
- 7. Киселевская К. Е. Применения метода дистанционного зондирования Земли для экологического мониторинга //Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). -2009. №. 1. С. 188-190.

УДК 528.8

# PACЧЕТ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ СИСПОЛЬЗОВАНИЕМ AUTOCAD CIVIL 3D

#### Нысанбай Н.Н, Тиржанова С.Е., Аккуанов Н.Ж., Кожаев Ж.Т.

Satbayev University, Алматы, Казахстан

Аннотация: AutoCAD Civil 3D представляет собой инновационный инструмент, обеспечивающий точные и эффективные инженерные расчеты. Программное обеспечение предоставляет возможности для адаптации к сложным геологическим условиям и оптимизации планировки перемещения грунта в строительных проектах. В ходе исследования рассматриваются функциональные возможности AutoCAD Civil 3D, специально направленные на эффективное моделирование и расчеты геотехнических параметров. Полученные результаты предоставляют строительным организациям инструментарий для принятия обоснованных решений при проектировании и реализации строительных проектов с учетом геологических особенностей местности.

В статье описывается использование программного обеспечения AutoCAD Civil 3D для выполнения расчетов при разработке грунта. В частности, приводится пример расчета объемов земельных работ при строительстве ЖК «Адель». Также описан ход работы для получения значений объемов и картограммы земляных масс.

**Ключевые слова:** AutoCAD Civil 3D, 3D моделирование, картограмма земляных масс, цифровые модели рельефа, построение поверхности.

#### Введение.

Земляные работы являются неотъемлемой частью строительства, и точный расчет объемов земляных масс имеет решающее значение для их успешного выполнения. Традиционные методы расчета, такие как ручные измерения и использование таблиц, могут занимать много времени, допускать ошибки и не обладать возможностями визуализации, необходимыми для сложных проектов.

AutoCAD Civil 3D — это мощный инструмент, созданный на базе AutoCAD, который помогает геодезистам, инженерам, проектировщикам, архитекторам и другим специалистам решать задачи, связанные с проектированием и строительством. Он предоставляет полный набор инструментов для точного и эффективного расчета объемов земляных работ [1]. Это программное обеспечение упрощает процесс, позволяя пользователям:

Создавать точные цифровые модели рельефа (ЦМР) на основе данных геодезической съемки или существующих проектов.

Сравнивать несколько проектных поверхностей для точного расчета объемов выемок и насыпей.

Визуализировать операции по земляным работам в 3D для более эффективного принятия решений и коммуникации.

В этой статье рассматриваются возможности AutoCAD Civil 3D по расчету объемов земляных работ. AutoCAD Civil 3D предлагает несколько способов подсчета объемов земляных работ:

Создание поверхности TIN: этот метод позволяет создать трехмерную модель местности, на основекоторой можно рассчитать объемы.

Создание картограммы: картограмма представляет собой карту с изолиниями, которая позволяет визуализировать объемы земляных работ.

Использование инструментов профилирования: с помощью этих инструментов можно создавать профили местности и подсчитывать объемы по ним.

Подсчет количеств (объемов) при помощи статей расхода: этот метод позволяет подсчитать объемы земляных работ позаданным статьям расхода.

Расчет материалов и попикетных объемов: AutoCAD Civil 3D позволяет рассчитать количество материалов, необходимых для выполненияземляных работ, а также попикетные объемы [2].

**Материалы и методы.** Исходным объектом исследования являлся котлован при строительстве одного из домов ЖК «Адель», на примере которого мы рассматриваем функционал AutoCAD Civil 3D при подсчете объемов земляных работ.

Перед началом строительных работ были проведены инженерно-геологические изыскания, по результатам которых были построены инженерно-геологические разрезы скважин, отражающие состояние грунтов (рис.1). Стоит отметить, что у каждого строения должна быть определена своя глубина активной зоны, которая отражает распределение грунтов и почв, подверженных воздействию этого сооружения. Эта глубина зависит не только от размеров и типа фундамента, но также от особенностей грунтов. Следовательно, анализ грунта проводится на индивидуальной основе, учитывая характеристики каждого конкретного сооружения. Анализ грунта при геологических работах позволяет получить ценную информацию, которая необходима для точного определения объема земляных работ котлована. Это, в свою очередь, позволяет оптимизировать расходы на строительство, повысить его безопасность и качество.

Следующим этапом работ перед подсчетом объемов являются инженерногеодезические изыскания для получения отметок котлована, то есть геодезическая съемка с использованием GPS-приемника. Так как подсчёт объёмов земляных работ выполняется на основе построения двух сравнительных поверхностей, нам необходимо загрузить множество точек-отметок верха и дна котлована и создать на их основе поверхности TIN для вычисления объемов.

Поверхность TIN состоит из треугольников, которые образуют нерегулярную триангуляционную сеть. Линии TIN служат сторонами треугольников, образующих триангуляционную сеть поверхности. Для создания TIN-линий AutoCAD Civil 3D соединяет

ближайшие друг к другу точки поверхности. Отметка каждой точки на поверхности определяется посредством интерполяции значений отметки в вершинах треугольника, в котором расположена эта точка. Поверхности могут быть представлены в горизонталях или треугольниках. Кроме того, по ним можно проводить анализ высотных отметок и уклонов [3].

Создание поверхности TIN в AutoCAD Civil 3D состоит изследующих ходов: на панели «Область инструментов» во вкладке «Навигатор» перейти в раздел «Поверхности» — «Создать поверхность». В диалоговом окне «Создание поверхности» выберите тип TIN из списка «Тип поверхности». В поле «Имя» введите имя, которое будет соответствовать вашей поверхности.

Все основные инструменты для подсчета объемов находятся во вкладке «Анализ». Объемы можно посчитать следующими способами:

Для вычисления общих объемов земляных работ в AutoCAD Civil 3D достаточно иметь две поверхности:базовую (в нашем случае верх котлована) и сравнения(дно).

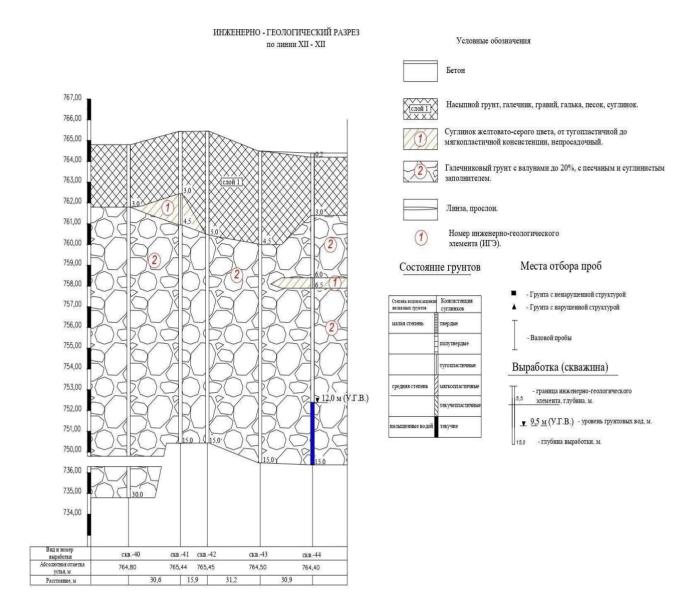


Рисунок 1. Инженерно-геологический разрез ЖК Адель

На их основе создается поверхность для подсчета объемов. Для создания такой поверхности необходимо выполнить следующие действия:

На вкладке «Анализ» в ленте инструментов откройте «Пульт управления объемами» (рис.2) и выберите «Создать новую поверхность для вычисления объема».

В открывшемся окне «Создания поверхности» из списка выберите базовую и сравнительную поверхности, задайте имя и стиль новой поверхности.

Нажмите «ОК» для создания.

Новая поверхность будет содержать информацию об объеме земляных работ между двумя исходными.

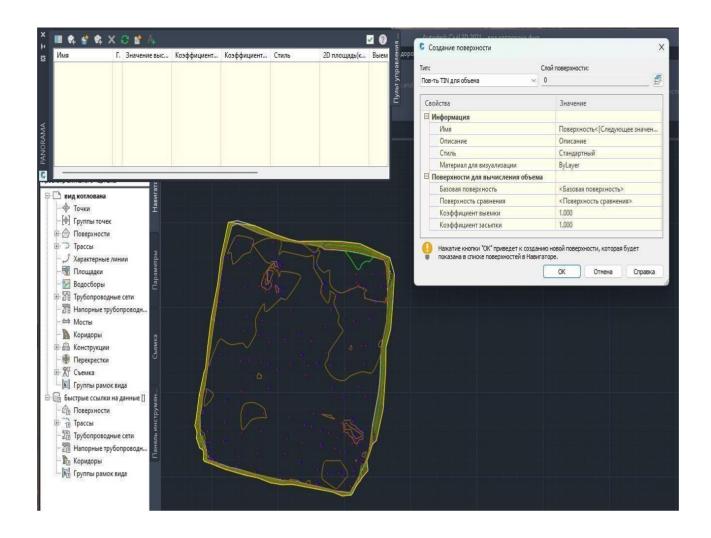


Рисунок 2. Пульт управление объемами в AutoCAD Civil 3D.

«Пульт управления объемами» в AutoCAD Civil 3D предоставляет информацию о сравнении двух выбранных поверхностей: объем выемки, насыпи и чистый объем. Вы можете ввести дополнительные коэффициенты к объемам для более точного расчета.

#### Результаты.

Умение автоматизированно подсчитывать объемы и создавать исходные данные – это важный навык в современном мире. Civil 3D обладает удобным набором инструментов для решения этой задачи.

Создадим картограммы земляных работ для более наглядного результата (рис.3).

На вкладке «Анализ» выберите «Картограмма». Введите имя для картограммы. Выберите тип картограммы – «Объемы» (отображает объемы земляных работ между двумя поверхностями). Выберите две поверхности из списка. Укажите шаг сетки для картограммы. Нажмите «Создать».



Рисунок 3. Картограмма земляных работ котлована

Так же есть возможность включить 3D-визуализацию (рис.4) созданных поверхностей, для этого необходимо выполнить следующие действия: перейдите навкладку «Вид» – выбрать режим 3D. Настройте параметры отображения.

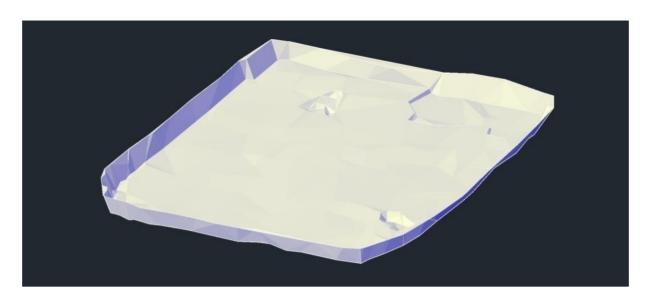


Рисунок 4. 3D-визуализация котлована

**Заключение.** В статье продемонстрировано применение AutoCAD Civil 3D для расчета объемов земляных работ при строительстве котлована ЖК «Адель».

Были выполнены следующие задачи:

Создание TIN-поверхностей: созданы 3D модели верха и дна котлована.

Расчет объемов земляных работ: определены объемы выемки, насыпи и чистый объем.

Создание картограммы земляных работ: получена визуальная информация о распределении объемов земляных работ.

Использование AutoCAD Civil 3D позволило выполнить точный и эффективный расчет объемов земляных работ, а также получить наглядное представление о результатах расчетов. AutoCAD Civil 3D — это эффективный инструмент, который рекомендуется использовать для расчета объемов земляных работ на других объектах, а также для освоения других возможностей AutoCAD Civil 3D для проектирования и строительства.

### Литература

- 1. Бикбулатова, Г. Г., Баширова, А. Р. (2020). Исследование технологии создания цифровых инженерно-топографических планов в Autocad Civil 3D по данным лазерного сканированиия. Актуальные проблемы геодезии, землеустройства и кадастра: сборник материалов II региональной научно-практической конференции. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. С.4-8.
- 2.Autodesk Civil 3D (2020). Autodesk Inc. https://www.autodesk.ru/products/civil3d/overview?plc=CIV3D&term=1YEAR&support=ADVAN CED&quantity=1#internal- link-civil-3d-intro (дата обращения: 03.02.2024).
- 3. Бикбулатова, Г. Г., Страхов, Д. А. (2020). Подсчет объемов земляных работ в civil 3d на примере автомобильной дороги. Устойчивое развитие земельно-имущественного комплекса муниципального образования: землеустроительное, кадастровое и геодезическое сопровождение: сборник материалов I Национальной научно-практической конференции. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. С. 36-38.

# **МАЗМҰНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT**

Низаметдинов Ф.К., Хмырова Е.Н., Ожигин С.Г., Низаметдинов Н.Ф.
СОСТОЯНИЕ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА И ГЕОМЕХАНИКИ НА ГОРНОЛОБЫВАЦИИХ ПРЕЛПРИЯТИЯХ КАЗАХСТАНА
<b>Нұрпейісова М.Б.</b> ҰЛЫЛЫҚТЫ ҰЛЫҚТАУ – ПАРЫЗ!
Милетенко Н.А., Федоров Е.В.
ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВЕДЕНИЯ
ГОРНЫХ РАБОТ НА ГОРЕВСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ
Саййидкосимов С.С., Казаков А.Н., Низамова А.Т., Сохибов И.Й.
ЭФФЕКТ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ КАК СЛЕДСТВИЕ ПРИЧИНЫ
ФОРМИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ МАССИВА ГОРНЫХ
ПОРОД
<b>Чунуев И.К.</b> ЦИФРОВИЗАЦИЯ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКЕ24
МАРКШЕЙДЕРИЯДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР СЕКЦИЯСЫ СЕКЦИЯ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАРКШЕЙДЕРИИ SECTION DIGITAL TECHNOLOGIES IN SURVEYING
Нурпеисова М.Б.
РОЛЬ К.И. САТПАЕВА В СОЗДАНИИ КУЗНИЦЫ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ
KA3AXCTAHA
Абенов А.М., Нукарбекова Ж.М., Байтурбай О.
WGS-84КООРДИНАТАЛАРЫ ЖЕРГІЛІКТІ ЖЕР ЖҮЙЕСІНДЕ ТҮРЛЕНДІРУ 37
AXMETOBA F.III.
АНАЛИЗ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ПРИМЕРЕ ОБРУШЕНИЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ АКСУ
Ashimova A.A., Nurpeisova M.B., Rysbekov K.B.
MINING AND METALLURGICAL COMPLEX WASTE IS A PROMISING SOURCE FOR CONSTRUCTION INDUSTRY
Баймагамбетова Л.Д., Низаметдинов Ф.К., Игемберлина М.Б.
ПРИМЕНЕНИЕ РУЧНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК
<b>Бесимбаева О.Г., Хмырова Е.Н., Олейникова Е.А.</b> ОЦЕНКА ДЕФОРМИРУЕМОСТИ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД
ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ
Жалгасулы Н., Исмаилова А.А., Бектибаев У.А.
СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ
ЦЕЛИКОВ И КРЕПЛЕНИЙ БОРТОВ КАРЬЕРА
Жарылгапова Ж.М.
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА КАРЬЕРА ЗАПАДНЫЙ АО
ЖАЙРЕМСКИЙ ГОК
Жуматаев Б.Ж., Әбдәлімов Е.Е., Азанбаева А.
АҚБАҚАЙ КЕН ОРНЫН ИГЕРУДЕГІ ЖЕР РЕСУРСТАРЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН
ТАЛДАУ
Курамаев Ы.М., Низаметдинов Р.Ф., Жумадилова Д.К.  ИНСТРУМЕНТА ПЬНЫЙ КОНТРОЛЬЗА СОСТОЯНИЕМ БОРТОВ КАРЬЕРА  71

Менаяков К.Т., Даиров К.С.
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
(ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА "ГЕОТАКТИКА") В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ
ИНСТИТУТА ВОЕННОГО ДЕЛА КАЗАХСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ
К.И.САТПАЕВА
Myngzhassarov B., Nurpeisova M.B. THE RELEVANCE OF THE GNSS OBSERVATION PREPARATION STAGE IN
CARRYING OUT APPLIED TASKS
Мырзабиева А.Т.
СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО
ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ
Нурланқызы Т., Мадимарова Г.С.
ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-МАРКШЕЙДЕРЛІК ЖҰМЫСТАРДЫ МІСКОМІNE
БАҒДАРЛАМАСЫМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ
Nurpeisova M. B., Rysbekov K.B., Kasymkhanova Kh.M., Kirgizbaeva G.M.,
Soltabayeva S.T.
COMPREHENSIVE MONITORING OF GEODYNAMIC POLYGON IN CENTRAL
KAZAKHSTAN'S DEPOSITS
Ожигин С.Г., Дорохов Д.В., Ожигина С.Б., Ожигин Д.С.
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТКОСОВ УСТУПОВ ПО
РЕЗУЛЬТАТАМ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ
Рахимов Ш.Ш., Ботиров Ш.С.
УЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ
РУСЕЛ РЕК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ
Салкынов А.Т., Имашев А.Ж.,
ҚҰРАМА ТӘСІЛМЕН КЕН ИГЕРУДЕГІ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ
ЗАНДЫЛЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ
Санатова А.Ж.
ЖЕР ҚОЙНАУЫН ИГЕРУ КЕЗІНДЕ ТАУ ЖОТАСЫНЫҢ ФИЗИКА- МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ10
Сердалина Г.С., Нурпеисова М.Б., Нукарбекова Ж.М.
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МАРКШЕЙДЕРСКИХ СЪЕМОК ПРИ ОСВОЕНИИ
ХРОМИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ         112
Солтабаева С.Т., Ахмет Н.Б.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИЙ ПОДЗЕМНОГО
МЕТРОПОЛИТЕНА НА ГОРОДСКУЮСРЕДУ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ 11
Төрехан Н.Д., Нурпеисова М.Б.
УРАН КЕНОРЫНДАРЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДЕ
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ АТҚАРАТЫН РОЛІ 11
Турымбетов Т.А., Шакиров Ж.Б., Кыргизбаева Г.М.
ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАННЫҢ МЫС РУДАЛЫ АЛҚАБЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ
НЕГІЗДЕУ
Шамганова Л.С., Балтиева А.А., Самсоненко А.И.
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ
ВЫСОКОТОЧНОГО СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА
КАЧАРСКОМ КАРЬЕРЕ12
Косумова А.Х., Низаметдинов Ф.К., Сатбергенова А.К.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ
ПОЛЗЕМНОЙ ОТРАБОТКЕ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖЛЕНИЯ 13

Юсупов С. ВИДЫ ДЕФОРМАЦИЙ И МЕТОДЫ ВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ
МЕТРОПОЛИТЕНА
Абдиев А.Р., Умаров Т.С., Турсбеков С.В., Мамбетова Р.Ш., Молдобеков К.Т.,
Бекбосунов Р.Р.
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОНИТОРИНГЕ НАРУШЕННЫХ ГОРНЫМИ
РАБОТАМИ ЗЕМЕЛЬ
Казатов У.Т., Миргазиева К.М., Абыкеев Б.Т., Жолочуев Б.Ж., Абдиев А.Р.
ЭФФЕКТИВНОЕ ВНЕДРЕНИЕ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МАКРОМАЙН В УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС
Абдиев А.Р., Шамганова Л.С., Казатов У.Т., Раимбеков Б.Д., Абдиев А.А.,
Асанбаев К.О.
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗУЧЕНИИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОДЗЕМНЫХ
ГОРНЫХ РАБОТ НА ЗЕМНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ
Пак Г.А., Долгоносов В.Н., Щенников В.Н., Старостина О.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБРОСОВМЕТАНА ИЗВЫРАБОТАННЫХ ПРОСТРАНСТВ
НА ШАХТАХ КАРАГАНДИНСКОГО БАССЕЙНА
Ботоканова Б.А., Жумабаев Б., Суйунтбекова И.А.
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ НАПРЯЖЕННОГО И
ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ НАПОРНОГО ТУННЕЛЯ СВОДЧАТЫМ
СЕЧЕНИЕМ.
ГЕОДЕЗИЯДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР СЕКЦИЯСЫ
СЕКЦИЯ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОДЕЗИИ
SECTION DIGITAL TECHNOLOGIES IN GEODESY
Айтбекова Ж.Н.
GOOGLE EARTH ENGINE БАҒДАРЛАМАСЫ АРҚЫЛЫ АЛМАТЫ ҚАЛАСЫНЫҢ
2017-2022 ЖЫЛДАР АРАЛЫҒЫНДАҒЫ NDVI ЕСЕПТЕУ
Аккуанов Н.Ж., Тиржанова С.Е., Нысанбай Н.Н. Кожаев Ж.Т.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КООРДИНАТ СЪЕМОЧНЫХ ТОЧЕК
Әсетқызы А., Айтенова А.С., Жақыпбек Ы.
ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ ДЕРЕКТЕРІ НЕГІЗІНДЕ ТЕҢІЗ КӨЛІНЕ
МОНИТОРИНГ ЖҮРГІЗУ
Ботпаева Г.К., Зиновьев М.А., Ожигин С.Г.
ВОЗМОЖНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ И
ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ КАЗАХСТАНА С ПОМОЩЬЮ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ
Бубаш Д.А.
КӘРІЗ ЖЕЛІЛЕРІН ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ САЛУ КЕЗІНДЕГІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ
МІНДЕТТЕР.
Буртова Н.В.
V I
БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ОСНОВНОЕ
БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ГЕОДЕЗИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ОСНОВНОЕ
БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ГЕОДЕЗИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ГЕОДЕЗИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ГЕОДЕЗИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ
БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ КАК ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ГЕОДЕЗИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Жанакулова К.А., Касымканова Х.М.	
ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПА ЭХОАКУСТИКИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ДНА	
ВОДОЁМОВ	198
Казанцева В.В., Долгоносов В.Н., Старостина О.В.	
СОЗДАНИЕ ПРОЕКТА НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ ПО ДАННЫМ АФС С	
ПРИМЕНЕНИЕМ БАС	205
Кыргизбаева Г.М., Сарсенбаева А.А.	
СПУТНИКТІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ	
КООРДИНАТАЛАРДЫ ТҮРЛЕНДІРУДІҢ МЕТОДИКАСЫН ЗЕРТТЕУ	209
Кайратов Д., Мадимарова Г. С., Нурпеисова Т.Б.	
ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ В ПРОГРАММНОМ	
ОБЕСПЕЧЕНИЕ AGISOFT METASHAPE PRO	213
Касенова С.Б., Нурпеисова М.Б.	
СОСТАВЛЕНИЕ КАРТЫ ДИНАМИКИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПО	
ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ	217
Кусайынова Г.С., Хмырова Е.Н., Шилец Р.Н., Нуркимбаева Р.К., Нуркимбаев С.К.	
ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРИКЛАДНОЙ ГЕОДЕЗИИ	222
Лущикевич Д.Е.	
ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА	
МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ	226
Мусайф Г., Алипбеки О.А.	
АГРОӨНЕРКӘСІПТІК АУДАН ЖЕРІН ПАЙДАЛАНУДЫ КЕҢІСТІКТІК-	
УАҚЫТТЫҚ ТАЛДАУЫ	230
Ормамбекова А.Е., Нурпеисова Т.Б.	
РОЛЬ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ ЗА	
ДЕФОРМАЦИЯМИ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ	234
Okenova A. Zh., Adebiet B., Orynbasarova E.O.	257
COMPARATIVE ANALYSIS OF UAV METHODOLOGIES IN THREE-	
DIMENSIONAL MODELING	237
Cyratob H.C.	231
<b>U</b>	
ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ БПЛА	241
	<b>∠</b> <del>+</del> 1
Стародуб К.В., Кыргизбаева Г.М. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДИКИ ВЫСОКОТОЧНОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ	246
	<b>240</b>
Zeken A. T.  THE ADVANTACES AND DOTENTIAL CEMULTISDECTRAL IMACING FOR	
THE ADVANTAGES AND POTENTIAL OF MULTISPECTRAL IMAGING FOR	250
AGRICULTURE IN KAZAKHSTAN	250
Шарапова Д.	
ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЗОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА НАВОДНЕНИЙ В	252
ВОСТОЧНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ	253
Нурпейсова Т.Б., Дэулетханова Г.Н., Тайрова Ж.	
АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ЖЕРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ МЕН БАҒАЛАУДА ГАЖ	0.61
ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУ	261
Тойшы А.Б., Жакыпбек Ы.,. Мусахан Н.Н, Әбен А.С.	
АЭРОҒАРЫШТЫҚ ДЕРЕКТЕР НЕГІЗДЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҚ	2.00
МАҚСАТЫНДАҒЫ ЖЕРЛЕРДІҢ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ	269
Парахатова Н.М., Киргизбаева Д.М.	
ЖЕРДІ ҚАШЫҚТЫҚТАН ЗОНДТАУ АРҚЫЛЫ ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІК	:
ПРОЦЕСТЕРДІҢ ҚОРШАҒАН ОРТАҒА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ	274
Нысанбай Н.Н, Тиржанова С.Е., Аккуанов Н.Ж., Кожаев Ж.Т.	2==
РАСЧЕТОБЪЕМОВЗЕМЛЯНЫХРАБОТС ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ AUTOCADCIVIL3D.	279

# «ГЕОДЕЗИЯ МЕН МАРКШЕЙДЕРИЯДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР» АТТЫ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ФОРУМЫНЫҢ ЕНБЕКТЕР ЖИНАҒЫ 26-27 СӘУІР 2024

Басылуға қол қойылды 17.04.2024 ж. Таралымы 100 дана. Пішімі 60х84 1/16. №1 баспаханалық қағаз. Е.-б.т. 17,5. Ш.б.т. 16,3. Тапсырыс № 375. Бағасы келісімді.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің басылымы Т.Кенеев атындағы «Polytech» баспа орталығы Алматы қ., Сәтбаев көшесі, 22