

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

"Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті" коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Маркшейдерлік іс және геодезия кафедрасы

Төрехан Нұрбақыт Дарханұлы

Уран кенорындарын игерудегі геодезиялық жұмыстарды жүргізудің әдістемесі мен
жабдықтарын жетілдіру

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

7М07306 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес
акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

ӘОЖ 528.8; 622.1

Қолжазба құқығында

Төрехан Нұрбақыт Дарханұлы

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін
МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертацияның атауы Уран кенорындарын игерудегі геодезиялық жұмыстарды
жүргізудің әдістемесі мен жабдықтарын жетілдіру

Дайындау бағыты 7М07306 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

Ғылыми жетекші,
т.ғ.д, профессор

М. Нурпеисова Нурпеисова М.Б.
« 26 » 05 2025 ж.

Рецензент

т.ғ.к., қауым. профессор

С. Сарыбаев «Сарыбаев О.А.
« 20 » 06 2025 ж.

Норма бақылаушы

PhD, қауым. профессор

А. Айтказинова Айтказинова Ш.К.
« 23 » 06 2025 ж.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

НАО «КазННТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байқоңырова

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі

т.ғ.к., қауым. профессор

Г. Мейрамбек Мейрамбек Г.
« 26 » 06 2025 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық
емес акционерлік қоғамы

Ө.А. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

Маркшейдерлік іс және геодезия кафедрасы

7М07306 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия

БЕКІТЕМІН

«Маркшейдерлік іс және геодезия»
кафедрасының меңгерушісі
т.ғ.к., қауым. проф.

Мейрамбек Г.
«18» 12 2025 ж.

**Магистрлік диссертацияны орындауға арналған
ТАПСЫРМА**

Магистрант: Төрехан Нұрбақыт Дарханұлы

Тақырыбы: «Уран кенорындарын игерудегі геодезиялық жұмыстарды жүргізудің
әдістемесі мен жабдықтарын жетілдіру»

Академиялық мәселелер жөніндегі проректор 04.12.2023 жылы №548 -П/Ө бұйрығымен бекітілген

Аяқталған диссертацияны тапсыру

мерзімі: «20» маусым 2025 ж.

Магистрлік диссертацияның бастапқы деректері: ғылыми – зерттеу әдебиеттеріне шолу, дәріс
мәліметтері мен ғылыми зерттеу тәжірибесі уақытында жинақталған ақпараттар

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын сұрақтар тізімі:

- а) геодезиялық жұмыстарды жүргізудің әдістемелеріне талдау жасау
- б) жұмыс барысында геодезиялық жұмыстар жүргізудің әдістемесін жетілдіру
- в) атқарылған жұмысты өндіріске енгізу

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып):

Жұмыс презентациясы слайдтарда 15 көрсетілген

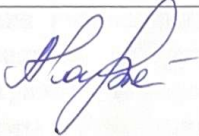
Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1. План развития горных работ по подземному сважинному выщелачиванию урана на месторождения Северный Харасан участок "Харасан-2" в Кызылординской области РК;
2. Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Нурпеисова Т.Б. Инновационные технологии в маркшейдерии (учебник).-Алматы:ҚазҰЗТУ, 2024.-280 с
3. Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Кыргызбаева Г.М. Инновационные методы ведения комплексного мониторинга на геодинамических полигонах (монография)- Алматы: КазНТУ, 2015. -266.
4. Google Earth Engine геопорталы <https://earthengine.google.com/>

Магистрлік диссертацияны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атаулары, қарастырылған мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
Уран кен орындарын игерудегі геодезиялық жұмыстарды жүргізу әдістемесіне талдау жасау	20.01.2025ж	—
Қазіргі заманғы геодезиялық технологиялар мен әдістерге талдау жасау	06.03.2025ж	—
«Харасан-2» кеніші негізінде синтетикалық апертуралық интерферометрия (InSAR) және уранның ЖҰШ кен орындарындағы заманауи геодезиялық бақылау әдістері	24.05.2025ж	—

Аяқталған магистрлік диссертация үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын
көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған
қолдары

Бөлімдердің атаулары	Консультанттар, аты-жөні (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Уран кен орындарын игерудегі геодезиялық жұмыстарды жүргізу әдістемесіне талдау жасау	Нурпеисова М.Б. техника ғылымдарының докторы, профессор	20.06.2025	
Қазіргі заманғы геодезиялық технологиялар мен әдістерге талдау жасау	Нурпеисова М.Б. техника ғылымдарының докторы, профессор	20.06.2025	
«Харасан-2» кеніші негізінде синтетикалық апертуралық интерферометрия (InSAR) және уранның ЖҰШ кен орындарындағы заманауи геодезиялық бақылау әдістері	Нурпеисова М.Б. техника ғылымдарының докторы, профессор	20.06.2025	
Норма бақылаушы	Айтказинова Ш.К. PhD, қауымдастырылған профессор	23.06.2025	

Ғылыми жетекшісі

 Нурпеисова М.Б.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы

 Төрехан Н.Д.

Күні

«23» 10 2025 ж.

АНДАТПА

Магистрлік диссертация жерасты шаймалау (ЖҰШ) әдісін қолдана отырып, уран кен орындарын игеруде геодезиялық әдістемені жетілдіруге арналған. Зерттеудің мақсаты қазіргі заманғы әдістер мен құралдарды қолдану арқылы уран ЖҰШ учаскелеріндегі геодезиялық жұмыстардың тиімділігін арттыру, сондай-ақ спутниктік радиолокациялық интерферометрияны (InSAR) пайдалана отырып, жер бетінің деформацияларын қашықтықтан модельдеу әдісін әзірлеу болып табылады. Жұмыста жер қыртысының шөгуі мен қозғалысын жоғары дәлдікпен бақылау үшін жаһандық навигациялық спутниктік жүйелер (GPS/GNSS), электронды тахеометрлер, географиялық ақпараттық жүйелер (ГАЖ) және InSAR технологиясы қолданылды. Далалық өлшемдерді, кеңсе деректерін өндеуді және ГАЖ талдауын қамтитын кешенді тәсіл сенімді мониторинг нәтижелерін қамтамасыз етті.

Зерттеулер ЖҰШ технологиясының әсерінен жер бетінің біртіндеп шөгуін және онымен байланысты геомеханикалық өзгерістерді растайтын сынақ аймағындағы тік деформациялардың динамикасы туралы мәліметтерді берді. Жұмыстың ғылыми жаңалығы уран кен орындарының геодезиялық мониторингі тәжірибесіне InSAR технологияларын енгізу және деформацияларды цифрлық модельдеу болып табылады. Әзірленген әдістеменің жоғары практикалық маңызы бар және ұңғымаларды шаймалау кеңінен қолданылатын Қазақстанның басқа уран учаскелерінде (қазіргі уақытта бүкіл ел бойынша 26 учаске) іске асырылуы мүмкін, бұл бақылаулар ауқымын кеңейтуге және тау-кен жұмыстарының тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға мүмкіндік береді.

АННОТАЦИЯ

Магистерская диссертация посвящена совершенствованию геодезической методики при разработке месторождений урана методом подземного выщелачивания (ПВ). Целью исследования является повышение эффективности геодезических работ на участках ПВ уранового месторождения с использованием современных методов и средств, а также разработка метода дистанционного моделирования деформаций поверхности с использованием спутниковой радиолокационной интерферометрии (InSAR). В работе использованы глобальные навигационные спутниковые системы (GPS/GNSS), электронные тахеометры, геоинформационные системы (ГИС) и технология InSAR для мониторинга проседания и движения земной коры с высокой точностью. Комплексный подход, включающий полевые измерения, камеральную обработку данных и ГИС-анализ, обеспечил надежные результаты мониторинга.

В результате исследования получены данные о динамике вертикальных деформаций на полигоне, подтверждающие постепенное проседание земной поверхности под воздействием технологии ПВ и связанные с этим геомеханические изменения. Научная новизна работы заключается во внедрении технологий InSAR и цифрового моделирования деформаций в практику геодезического мониторинга месторождений урана. Разработанная методика имеет высокую практическую значимость и может быть внедрена на других урановых объектах Казахстана (в настоящее время 26 объектов по всей стране), где широко применяется скважинное выщелачивание, что позволит расширить объемы наблюдений и повысить эффективность и безопасность горных работ.

ANNOTATION

The master's thesis is devoted to the improvement of geodetic methods in the development of uranium deposits by the in-situ leaching (ISL) method. The aim of the study is to improve the efficiency of geodetic works at the ISL sites of a uranium deposit using modern methods and tools, as well as to develop a method for remote modeling of surface deformations using satellite radar interferometry (InSAR). The work uses global navigation satellite systems (GPS/GNSS),

electronic tachometers, geographic information systems (GIS) and InSAR technology to monitor subsidence and crustal movement with high accuracy. An integrated approach, including field measurements, office data processing and GIS analysis, ensured reliable monitoring results.

The study yielded data on the dynamics of vertical deformations at the site, confirming the gradual subsidence of the earth's surface under the influence of the ISL technology and the associated geomechanical changes. The scientific novelty of the work lies in the implementation of InSAR technologies and digital modeling of deformations in the practice of geodetic monitoring of uranium deposits. The developed methodology has high practical significance and can be implemented at other uranium sites in Kazakhstan (currently 26 sites across the country), where borehole leaching is widely used, which will expand the scope of observations and improve the efficiency and safety of mining operations.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Уран кен орындарын игерудегі геодезиялық жұмыстарды жүргізу әдістемесіне талдау жасау	11
1.1 Уран кен орындарын игерудің геологиялық және өндірістік ерекшеліктері	11
1.2 Геодезиялық жұмыстардың тау-кен өндірісіндегі орны мен маңызы	12
1.3 Уран өндірісінде қолданылатын дәстүрлі геодезиялық әдістердің шектеулері	24
2 Қазіргі заманғы геодезиялық технологиялар мен әдістер	27
2.1 GNSS жүйелері және олардың өндірісте қолданылу мүмкіндіктері	27
2.2 Электрондық тахеометрлер	32
2.3 Уран кенін өндіру жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етудегі ҰҰА қолдану перспективасы	35
2.4 Құралдар мен әдістерді салыстырмалы талдау және таңдау критерийлері	41
3 Синтетикалық апертуралық интерферометрия (InSAR) және уранның ЖҰШ кен орындарындағы заманауи геодезиялық бақылау әдістері	43
3.1 Уранды ЖҰШ-да геодезиялық мониторинг жүргізу қажеттілігі	43
3.2 InSAR (синтетикалық апертуралық интерферометрия) әдісінің жұмыс істеу принципі	43
3.3 InSAR-дың дәстүрлі бақылау әдістерінен артықшылығы	45
3.4 Топырақ пен инфрақұрылымның шөгуін, деформациясын және қозғалысын бақылау үшін InSAR мүмкіндіктері	48
3.5 Уран өндіруде InSAR қолдану мысалдары: Қазақстан және шет елдер тәжірибесі	50
Қорытынды	52
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	53

КІРІСПЕ

Диссертация тақырыбының өзектілігі. Уран кен орындарын игеру – Қазақстан Республикасының тау-кен өнеркәсібінің басым бағыттарының бірі болып табылады. Бүгінгі таңда Қазақстан табиғи уран өндіру бойынша әлемде жетекші орындардың бірін иеленіп отыр. Мұндай стратегиялық маңызды нысандарды тиімді әрі қауіпсіз игеру геодезиялық жұмыстардың сапасына тікелей байланысты. Бұл жұмыстар геологиялық барлаудан бастап, жобалауға, пайдалануға және жерді қалпына келтіруге дейінгі барлық кезеңдерді қамтиды.

Қазіргі геодезиялық технологиялар – кеңістіктік өлшемдердің дәлдігін, деформацияларды бақылауды, тау-кен жұмыстарының көлемін есептеуді және жобалық құжаттаманы уақтылы жаңартуды қамтамасыз ететін басты құрал болып саналады. Алайда уран кен орындарын игеру бірқатар ерекшеліктерге ие: күрделі инженерлік-геологиялық жағдайлар, радиациялық және экологиялық қауіпсіздік талаптарының жоғары болуы, нормативтік стандарттарды қатаң сақтау қажеттілігі [20].

Осыған байланысты геодезиялық жұмыстарды жүргізудің әдістемесін жетілдіру – заман талабына сай жоғары дәлдікті аспаптарды (тахеометрлер, GNSS спутниктік жүйелері, лазерлік сканерлеу) және цифрлық технологияларды (геоақпараттық жүйелер – ГАЖ, 3D модельдеу, ұшқышсыз ұшу аппараттары) қолдануды, өлшеу, деректерді өңдеу және оларды тау-кен өндірісі жүйелерімен біріктіру үдерістерін оңтайландыруды талап етеді.

Қазіргі таңда Қазақстан Республикасында уран өндіру – ұлттық экономиканың стратегиялық маңызы бар саласы ретінде кең дамып келеді. Қазақстан табиғи уран қоры және оны өндіру көлемі бойынша әлемдік көшбасшылардың қатарында. Бұл жағдай уран кен орындарын игеру барысында инженерлік-геодезиялық жұмыстарды жоғары деңгейде ұйымдастыруды талап етеді.

Уран өндіру – ерекше экологиялық, радиациялық және технологиялық талаптарға ие күрделі үдеріс [26]. Мұндай жағдайларда геодезиялық қамтамасыз ету тек дәстүрлі өлшеу құралдарымен шектелмей, жоғары дәлдікті, қауіпсіздікті және тиімділікті қамтамасыз ететін заманауи цифрлық технологияларға негізделуі тиіс [6]. Атап айтқанда, GNSS (жаһандық навигациялық спутниктік жүйелер), роботтандырылған тахеометрлер, лазерлік сканерлер, ұшқышсыз ұшу аппараттары, геоақпараттық жүйелер (ГАЖ), сондай-ақ деректерді бұлтты өңдеу және 3D модельдеу сынды құралдар геодезиялық жұмыстардың жаңа сапалық деңгейге өтуіне жол ашады.

Сонымен қатар, уран кен орындарының күрделі геологиялық құрылымы, кеңістіктік масштабтары және өндірістік процестердің үздіксіздігі геодезиялық бақылаудың нақты уақыт режимінде жүзеге асырылуын қажет етеді. Бұл өз кезегінде әдістемелік тұрғыдан жетілдірілген, автоматтандырылған әрі интеграцияланған геодезиялық жүйелердің қажеттілігін айқындайды.

Әсіресе Қазақстан аумағындағы ірі кен орындардың бірі – Харасан-2 объектісінде жүргізілетін геодезиялық жұмыстардың тәжірибесі бұл саланың технологиялық жаңғыруының маңыздылығын көрсетеді. Бұл кен орны бойынша жүргізілген алдын ала зерттеулер мен өлшеу деректері қазіргі қолданылып жүрген әдістердің шектеулігін және оларды жетілдіру қажеттілігін айғақтайды.

Осыған байланысты геодезиялық әдістемелер мен өлшеу процестерін жетілдірудің бүгінгі таңдағы озық әдістерінің бірі – геодезия мен жерді қашықтан зондылауда (ЖҚЗ) кеңінен қолданыс тауып, жер бетінің деформациялануын моделдеу арқылы анықтайтын радиолокациялық (InSAR) әдісі. Міне осындай интерферометриялық озық технологияларды тәжірибеде бейімдеп енгізу және нақты өндірістік жағдайларға икемдеу – бүгінгі күннің өзекті мәселесіне айналып отыр. Мұндай ғылыми-практикалық міндетті шешу уран өнеркәсібіндегі өндірістік тиімділік пен қауіпсіздікті арттыруға айтарлықтай үлес қосады.

Бұл мәселенің маңыздылығы Қазақстан Республикасының «Геодезия және картография туралы» Заңында да атап көрсетілген. Демек, кен орындарын игеру кезінде жер бетінің деформацияларын қашықтан зондылау деректері арқылы 2D және 3D электрондық модельдеу – өзекті ғылыми-техникалық міндеттердің бірі, әрі осы диссертациялық зерттеу жұмысы дәл сол мәселеге арналған.

Диссертациялық жұмыстың мақсаты. Уран кен орындарын игеру үдерісінде геодезиялық жұмыстарды заманауи құралдар мен технологиялар негізінде тиімді ұйымдастыру және радиолокациялық (InSAR) Жерді қашықтан зондылау (ЖҚЗ) арқылы жер бетінің деформациялануының моделдеудің әдістемесін жасау.

Жұмыстың идеясы. Уран кен орындарын игерудегі отандық және шетелдік технологияларды саралай келе, жоғары дәлдік пен еңбек өнімділігіне қол жеткізу үшін заманауи жабдықтарды пайдалана отырып, өндіріске жоғары технологиялық геодезиялық жұмыстар жүргізудің әдістерін енгізу.

Жұмыстың негізгі міндеттері:

1. Уран өндірісіндегі геодезиялық жұмыстарды жүргізудің отандық және шетелдің әдістеріне талдау жасау;
2. Заманауи геодезиялық технологияларға шолу жасау;
3. «Харасан-2» уран кен орнындағы тәжірибелік зерттеулерді жүргізу және жер учаскелерінің деформациялану моделдерін жасаудың әдістерін жетілдіру;
4. Зерттеу барысында алынған нәтижелерді өндіріс пен оқу үдерісіне енгізу.

Зерттеу объектісі ретінде Қызылорда облысындағы «Харасан-2» уран кен орны алынды.

Зерттеу әдістері. Зерттеуде қойылған мақсат-міндеттерге қол жеткізу үшін әртүрлі ғылыми әдістер қолданылды. Атап айтқанда, зерттеу әдістемесі құрамына теориялық талдау, заманауи геодезиялық технологияларды

тәжірибеде қолдану, далалық өлшеулер жүргізу және алынған деректерді сандық өңдеу кірді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы.

1) уран кен орындарын игеру кезіндегі жер учаскелері деформацияларын бағалау үшін заманауи технологияларды, оның ішінде радиолокациялық интерферометрияны қолданудың әдістемесі жетілдірілді.

2) ArcGIS геоақпараттық жүйесінде алғаш рет геодезиялық жұмыстарды жүргізудің деңгейін көтеруге мүмкіндік беретін, жер учаскелерінің шөгу динамикасы анықталды. (жер учаскелері шөгінің моделі жасалынды).

Зерттеу жұмысы нәтижелерінің басылымдары. Зерттеу жұмыстары тақырыбының аясында келесідей ғылыми мақалалар жарияланды:

1) «Маркшейдерия и недропользование» журналында 2024 году (ҚОСЫМША А);

2) ҚазҰТЗУ-дың Маркшейдерия және геодезия кафедрасының 90 жылдығына арналған Халықаралық маркшейдерлік форумның жинағында (ҚОСЫМША Б)

Жұмыстың тәжірибелік құндылығы зерттеу барысында геодезиялық жұмыстарды жүргізудің жетілдірілген нәтижелерінің өндіріс пен оқу процесіне енгізілуінде

Диисертацияның құрылымы мен көлемі. Жұмыс кіріспе, үш тарау, қорытынды бөлім және пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жалпы көлемі – 68 бет, мәтінде 18 сурет пен 5 кесте келтірілген, пайдаланылған әдебиеттер саны 26.

1 Уран кен орындарын игерудегі геодезиялық жұмыстарды жүргізу әдістемесіне талдау жасау

1.1 Уран кен орындарын игерудің геологиялық және өндірістік ерекшеліктері

Уран – ядролық энергетикадағы стратегиялық маңызы өте жоғары шикізаттың бірі. Табиғи уран қоры мен өндіру көлемі бойынша Қазақстан әлемде жетекші орындардың біріне ие. Елімізде уран кен орындары ашық тәсілмен де, жерасты ұңғымалық шаймалау (ЖҰШ) әдісімен де игеріледі. Солардың ішінде Харасан, Инкай, Центральное және Оңтүстік Мойынқұм кеніштері айрықша маңызға ие [2].

Харасан-2 учаскесі Солтүстік Харасан кен орнының оңтүстік бөлігінде орналасқан. Солтүстіктен Харасан-1 учаскесінің оңтүстік шекарасымен, ал оңтүстігінен өнімді горизонттардан шығу аймағымен шектеледі. Участкедегі уранның минералдануы жоғарғы бордың екі горизонтымен шектелген: Іңқұдық (жоғарғы сантондық кезең) және Жалпақ (кампан және маастрихт кезеңдері). Негізгі рудалы жыныстар – Іңқұдық және Жалпақ горизонттарының құмтастары. Ал, Іркөл, Ақтам, Жаңақорған мен Қызылту кен орындарында Іңқұдық (кониак кезеңі) және Мыңқұдық (турон кезеңі) горизонттарындағы кен қабаттары өте тереңде (шамамен 750–850 м) орналасқан. Сол себепті бұл кен орындары Харасан-2 учаскесінің талдау аясында қарастырылған жоқ.

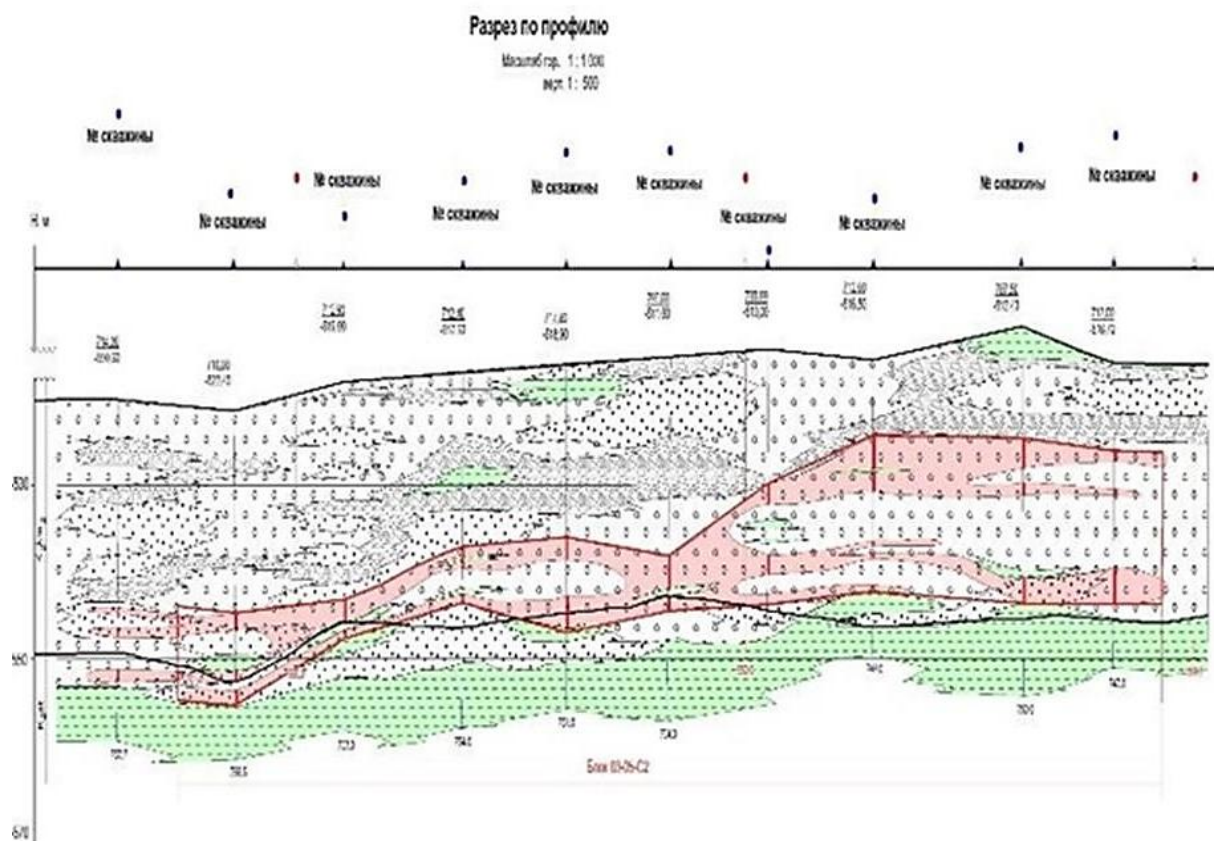
Учаскенің шеткі солтүстігінде жалпақ горизонтына жататын №6 және №9 кен орындарының шегінде, сәйкесінше, маастрихт және кампан дәуірінің Жалпақ горизонтында ұңғымалар желісін 200х50 м және 400х50 м-ге дейін жиілету арқылы егжей-тегжейлі геологиялық барлау жұмыстары жүргізілді, бұл С1 және С2 өнеркәсіптік категориялары үшін қорларды есептеуге мүмкіндік берді.

Учаскенің орташа меншікті өнімділігі 6,9–7,3 кг/м², кен денелерінің орташа қалыңдығы 3,4 м, жату тереңдігі 620-дан 730 м-ге дейін өзгереді. Геологиялық барлау жұмыстары кезінде уранның минералдануы шиыршықты қабаттың тотығуының аймақтық фронтымен байланысты және ұқсас сипаттамалары бар Оңтүстік Қарамұрын кен орнының оңтүстік жалғасы болып табылатыны анықталды.

600–663 м тереңдік аралығында орналасқан Харасан-2 учаскесінің жоғарғы сантон және кампан-маастрихт қабаттарындағы сұр түсті аллювийлік және делювийлік-пролювийлік шөгінділерден үш кен аймағы анықталды [5]. Минералдану зонасы иілген лента тәрізді белдемдер түрінде байқалады: олардың ұзындығы шамамен 3–5 км, ені 0,2–1,0 км, ал қалыңдығы 0,5-тен 10 м аралығында. Ролл типтес кен денелерінің қалта тәрізді учаскелерінде қабат қалыңдығы 20 м-ге дейін жетеді; ал шеткі үзілісті бөліктерінде ол 1–5 м аралығында болып, орташа қалыңдығы 4–6 м деңгейінде.

Кенді құмдардың гранулометриялық құрамы қимада да, жоспарда да жоғары гетерогенділігімен сипатталады; мөлшері 0,5-0,25 мм фракциялар басым. Кенді аймақтардағы уранның орташа мөлшері 0,1% құрайды. Технологиялық сипаттамалары бойынша кендер 3-6 м/тәулік фильтрация коэффициенттерін көрсететін орташа және ұсақ түйіршікті фракциялары басым гетерогенді құмдармен ұсынылған. Уран ұсақ дисперсті күйде және күкірт қышқылының әлсіз қышқыл ерітінділерімен өңдеу арқылы оңай алынады.

Мемлекеттік қорлар комитетінің классификациясы бойынша кен денелерінің геологиялық құрылымының күрделілігіне сәйкес, 1.1-суретке сәйкес кен орны 2-ші топқа (2а топшасы) жатады. Құрылымдық жағынан Тұран тақтасының шығыс бөлігінде орналасқан және екінші ретті ірі құрылым Сырдария ойпатымен байланысты [1]. Ойпат батысында Құлынды, оңтүстік-шығысында Бұқара, солтүстік-шығысында Үлкен Қаратау жотасының көтерілуімен шектеліп, оңтүстік-шығыста Ферғана ойпатына қарай жалғасады.



девонның меласса кен орындары орналасқан. Төменгі палеозойлық және вендиандық формациялар Үлкен Қаратау жотасының бүйірінен еңкейіп, жертөлеге дейін байқалады.

Кен орнының оңтүстік-шығыс қапталында, өнімді аймақтардың шегінде кен денелері қимасы бойынша қалыңдығы 20–30 м-ге дейінгі қаңылтыр тәрізді түзілімдермен және ұзындығы 10 км, ені 50–600 м-ге дейінгі қисық таспа тәрізді денелермен ұсынылған. Бұл аймақтар 3200×1600×100 м тор бойымен барлау бұрғылау арқылы зерттелді, бұл Р1 санаты бойынша болжамды ресурстарды бағалауға мүмкіндік берді.

Игерілуі жоспарланған геологиялық блоктардың кен денелерін ашу ЖҰШ технологиялық блоктарына біріктірілген айдау, сору және бақылау ұңғымаларын қоса алғанда, технологиялық ұңғымаларды пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Бұл блоктар шаймалау ерітінділерін жер бетінен кенді сулы горизонтқа жеткізуді, оларды кендерден уранды шаймалау арқылы мәжбүрлеп сүзуді, құрамында ураны бар өнімді ерітінділерді жер бетіне көтеруді және одан әрі уранды сорбциялық өндіру үшін өңдеу кешеніне тасымалдауды қамтамасыз етеді.

ЖҰШ әдісімен игерілген гидрогенді уран кен орындары табиғи геологиялық және гидрогеологиялық көрсеткіштердің және жату жағдайларының айтарлықтай өзгермелілігімен сипатталады, бұл өндіру тиімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Негізгі параметрлерге мыналар жатады:

- уран қорлары, оның ішінде су өткізгіш және су өткізбейтін рудалар бойынша бөлек;
- кен денелерінің пішіндері мен өлшемдері;
- рудадағы уран мөлшері;
- рудалардың литологиялық және фильтрациялық түрлері бойынша уранның таралу схемасы;
- кен шөгінділерінің қалыңдығы;
- кендердің және негізгі жыныстардың өткізгіштігі және олардың арақатынасы;
- жер асты суларының деңгейі;
- кенді горизонттың қалыңдығы;
- кенді денелердің рудалы горизонттағы жағдайы;
- кендер мен негізгі жыныстардың гранулометриялық, химиялық және минералогиялық құрамы;
- кен орнындағы кен құрамының айырмашылығы;
- қабат суларының температурасы;
- кендердің тотығу дәрежесі (уранның төрт валентті және алты валентті түрлері).

Параметрлер мен геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлардың бұл тізбесі жер асты шаймалау процестеріне әсер ететін факторлардың барлық спектрін қамтымайды.

Харасан-2 учаскесінде кен денелерін ашу технологиялық ұңғымаларды орналастырудың қатарлы схемасы бойынша жүргізіледі. Уранды жер астында

шаймалау кезінде өнімді ерітінділерді көтеру үшін геотехнологиялық алаңның пайдалану блоктарында орналасқан сору ұңғымаларында батыру сорғылары пайдаланылады. Ерітінділер ерітінділерді қабылдау және тарату торабының коллекторында жиналады және содан кейін Қайта өңдеу кешеніне (өнеркәсіптік алаңға) магистральдық құбыр арқылы тасымалданады, онда олар өнімді ерітінді тұндырғышында тұндырылады және орташаланады. Осыдан кейін өнімді ерітінділер сорғы станциясының көмегімен өнімді ерітінділерді қайта өңдеу цехына жіберіледі.

Қайта өңдеу кешенінен, шаймалау ерітінділерінің тұндырғышынан шаймалау ерітіндісі сорбция маточниктары магистральдық құбырлар бойынша шаймалау ерітіндісі технологиялық сорғы станциясының сорғыларының көмегімен геотехнологиялық алаңға жіберіледі. Содан кейін технологиялық тарату құдықтары арқылы олар маточниктік ерітінділерді қабылдау тораптарына бөлінеді.

Сондай-ақ шаймалу ерітінділері технологиялық сорғы станциясындағы жоғары қысымды сорғылардың көмегімен сорбция маточниктары жоғары концентрациядағы сілтілі ерітінділерді дайындаудың технологиялық тораптарына беріледі. Сілтілі ерітінділерді дайындаудың технологиялық тораптарында маточниктік ерітіндіге 100 г/л концентрациясы бар жоғары концентрациялы сілтілі ерітінділер дайындауға арналған концентрацияланған күкірт қышқылы қосылады. Содан кейін осы жоғары концентрациялы сілтілеу ерітінділері магистральдық құбырлар арқылы таратушы құдықтар арқылы маточниктік ерітінділерді қабылдау тораптарының контейнерлеріне жіберіледі. Одан әрі сілтілеу ерітіндісі құбырлар арқылы айдау ұңғымаларына таратылады.

Қайта өңдеу кешеніндегі күкірт қышқылы қоймасынан келетін қышқыл құбыры Сілтілі ерітінділерді дайындаудың технологиялық тораптары контейнерлеріне қосылады.

1.2 Геодезиялық жұмыстардың тау-кен өндірісіндегі орны мен маңызы

Геодезиялық жұмыстар – тау-кен өндірісінің барлау, кен орнын игеру, пайдалы қазбаларды өндіру, қайта өңдеу және рекультивациялау сияқты барлық кезеңдерінде орындалатын маңызды инженерлік қызмет. Олар барлық өндірістік үдерістерді қажетті кеңістіктік деректермен қамтамасыз етіп, тау-кен кешенінің тиімді әрі қауіпсіз жұмыс істеуіне ғылыми негіз болады.

Нысанды жобадағы құжаттамадан жерге шығару барысында алдымен болашақ құрылыс алаңының шекаралары белгіленіп, құрылыс жұмыстарының басталуына қажетті аумақ дайындалады.

Алаңның топографиялық картасы мен жоспарын жасау үшін триангуляция, полигонометрия және трилатерация әдістері қолданылады. Жер бедерінің биіктіктерін анықтау мақсатында нивелирлік желінің реперлері мен

белгілері падаланылады. Жобадағы құрылыс нүктелерінің координаталарын анықтау процесі геодезиялық бөлу жұмыстары, яғни нысанды жобадан жерге тікелей шығару деп аталады.

Нысанды жерге дәлме – дәл көшіру үшін 1.2 - суретте көрсетілгендей координаталары анық белгілі геодезиялық пункттер қажет. Болашақ нысанның негізгі нүктелерінің координаттары да сол бірыңғай координаттар жүйесінде берілуі тиіс. Геодезиялық пункттердің координаттары дала өлшемдері арқылы анықталады, ал құрылыс нүктелерінің координаттарын графикалық немесе аналитикалық тәсілмен есептеп табуға болады. Ол үшін алаңның орналасуын көрсететейін бас жоспар және барлық элементтердің қималары, өлшемдері мен биіктіктері келтірілген жұмыс сызбалары, сондай-ақ рельеф, жолдар мен олардың профильдері белгіленген жер асты коммуникацияларының жоспарлары дайын болуға тиіс.

Нысанды геодезиялық тұрғыда дайындау жобалық элементтердің аналитикалық есептеулерін қамтиды және бұл үдеріс үш негізгі тәсілмен іске асады. Аналитикалық әдісте барлық қажетті деректер математикалық есептеулер арқылы алынып, көбінесе қолданыстағы нысандарды қайта құрумен кеңейту жұмыстары кезінде пайдаланылады.

Ең кең таралған тәсіл – графикалық – аналитикалық әдіс: мұнда бастапқы тірек нүктелер топографиялық жоспардың негізінде графикалық жолмен анықталады. Бұрыштық өлшемдерді орындау үшін геодезиялық транспортир мен ұзындық өлшеуіш сияқты арнайы аспаптар қолданылады.

Жобаны аналитикалық есептеуде көбінесе тура және кері геодезиялық есептер шешіледі. Мәселен, егер қажетті нүкте i дирекциондық бұрыш α_i бағытында X_A және Y_A координаталар белгілі бастапқы нүктеден S_i қашықтықта орналасса, онда оның координаталары мына формула мен анықталады:

$$X_i = X_A + S_i \cos \alpha_i \quad Y_i = Y_A + S_i \sin \alpha_i \quad (1)$$

Жобадағы екі ұшының координаталары белгілі түзу кесіндінің дирекциондық бұрышы α_{AB} және ұзындығы S мына формуламен есептеледі:

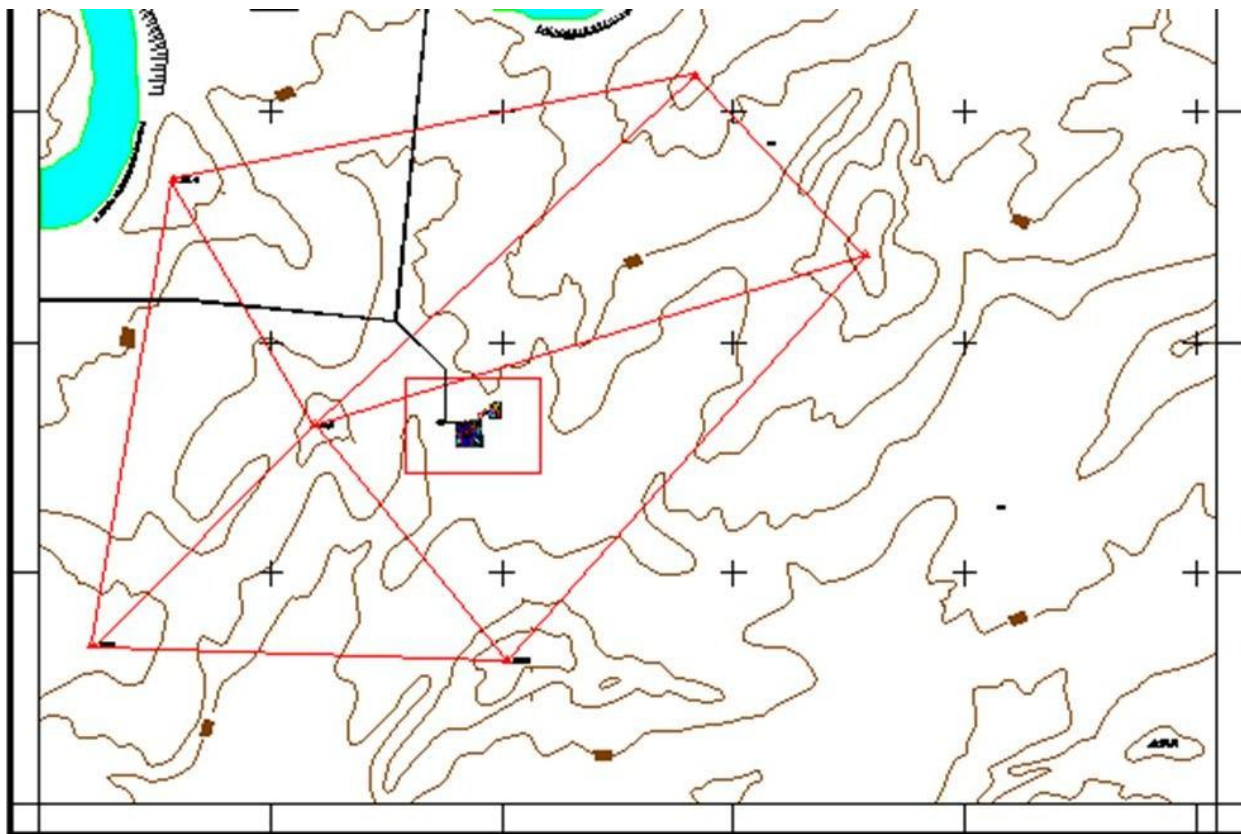
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}; \quad S = \frac{Y_B - Y_A}{\sin \alpha_{AB}} = \frac{X_B - X_A}{\cos \alpha_{AB}} \quad (2)$$

Жобаны геодезиялық дайындау кезінде бақылау пункттеріне байлау есептері де орындалады.

Жобаны байлау жоба элементтерін жер бетіне ауыстыру үшін қажетті геодезиялық мәліметтерді дайындауды білдіреді. Бұл элементтерге қашықтық, бұрыштар және биіктік белгілері кіреді. Жобалық геодезиялық сілтемелердің нәтижелері оларды табиғатта орналастыру үшін негіз болатын сілтеме жоспарларында көрсетіледі. Анықтамалық жоспарлар 1:500 – 1:2000 масштабында құрастырылады.

Топографиялық түсіріс – жергілікті жердің беті мен оның элементтерін өлшеп, сипаттауға арналған үдеріс. Мұндай түсірістің басты мақсаты –

құрылыс жоспарлау, ресурстарды тиімді басқару және басқа да қажеттерге қолдануға жарайтын аумақтың дәл әрі егжей-тегжейлі картасын әзірлеу.



1.2 - сурет – Солтүстік Харасан кен орнының геодезия тірек тораптары

Топографиялық түсіріс барысында теодолит, нивелир, GPS қабылдағын тәрізді аспаптар жер бетіндегі нүктелердің биіктіктерін, арақашықтарын және өзара бұрыштарын өлшеу үшін қолданылады. Жиналған деректер кейін өңделіп, карта жасауға пайдаланылады. Дайын картографиялық материал қағазда не электронды форматта ұсынылуы мүмкін.

«Харасан-2» кенішінде жұмыс алаңын кеңейту мақсатында жұмыс көлемінің ұлғаюына байланысты 1.3-суретке сәйкес аумақтың қазіргі жағдайын анықтау мақсатында топографиялық түсіріс жүргізілді. Зерттеу сілтілеу және өнімді ерітінді үшін тұндырғыштардың (тұндыру цистерналарының) құрылысына бағытталды. Жұмыс Leica CS10 контроллері мен Leica GS08 қабылдағышы арқылы орындалды [16].

Ұңғыманы жер бетіне көшіру көлденең жазықтыққа жобаланған бұрыш пен ұзындықты анықтауды қамтиды.

Ұңғыманы ауыстыру үшін жобада β бұрышы көрсетілген. Теодолит В нүктесінде орнатылады, одан кейін лимбаның нөлдік сызықтары жалғанып, алидада бекітіледі. Алидада аяқты босату және А нүктесін көру түтігі арқылы бақылау арқылы құрылғының жетекші бұрандасы арқылы дәл көздеу орындалады. Содан кейін алидада босатылып, лимбте жобалық бұрышқа

Содан кейін теодолиттің тік шеңберінің екінші күйінде дәл сол бұрыш қалпына келеді. Мүмкін болатын қателіктерге байланысты алынған бағыт біріншіден ерекшеленуі мүмкін, сондықтан ол C'' нүктесімен белгіленеді. Бұл жағдайда $C'C''$ кесіндісі екіге бөлінеді және β полярлық бұрышпен C бағытында орналасқан C нүктесі алынады. Көлденең ұзындық d_{BC} BC бағыты бойымен сызылады, ал жобадағы нүктенің орны C қазықпен жергілікті түрде бекітіледі.

Ұңғыманы жобалық құжаттамадан рельефке полярлық координат әдісімен көшіруге болады. Мысалы, 9-2-5-3-1 ұңғыманың 9-2-5-3-2 ұңғымаға қатысты орналасуын 9-2-5 технологиялық блогында анықтау үшін тірек нүктесі 9-2-5-5-9 ұңғыма болып табылады. Геодезиялық мәліметтер – полярлық бұрыш β және полярлық қашықтық s – сәйкес формулалар арқылы есептеледі.

Алдымен бізге 9-2-5-3-1 және 9-2-5-3-2 ұңғымалары арасындағы дирекциондық бұрыш қажет:

Келесі 9-2-5-3-2 ұңғымасы және 9-2-5-3-3/1 ұңғымасының жобалық координаталарымен дирекциондық бұрышты анықтаймыз:

$$tg\alpha_{2-3} = \frac{28675,211 - 28705,467}{56939,478 - 56957,317} = 1.696059$$

$$\alpha_{2-3} = 239^{\circ}28'35''$$

$$\beta = 121^{\circ}43'14''$$

$$tg\alpha_{2-3} = \frac{x_3 - x_2}{\cos\alpha_{2-3}} = \frac{y_3 - y_2}{\sin\alpha_{2-3}} \rightarrow \frac{-17,839}{\cos 239^{\circ}28'35''} = \frac{-30,256}{\sin 239^{\circ}28'35''} = 35,123$$

Жоспарланған ұңғыманы жер бетіне көшіру үшін 2-ші нүктеге құрылғы орнатылып, 1-2 және 2-3 бағыттар арасындағы көлденең бұрыш β анықталады. Содан кейін рулетка көмегімен жер бетіндегі жоспарланған ұңғыманың орнын дәл анықтау үшін құрылғының көру сызығы бойынша көлденең қашықтық өлшенеді.

Жұмыс жоспары маркшейдерлер мен геологтар арасында келісілгеннен кейін «Байкен-У» кен орнында ұңғымаларды бұрғылау бұрғылау жоспарын жасаудан басталады. Геологтар әрбір жаңа ұңғыманың орнын уран кенін игеру бағытына сәйкес анықтайды. Кенді кеңейту ауданы жер бетіне көшірілген барлау ұңғымалары мен ұңғымалардың деректері негізінде есептеледі. Нәтижелер гамма-каротаждық топтардың көрсеткіштеріне байланысты. Уран кен орындарын іздеу мен барлауда гамма-каротаждың рөлі үнемі артып келеді және бүгінгі күні бұл әдіс жаппай барлау жүйесіндегі ең тиімді әдістердің бірі болып саналады.

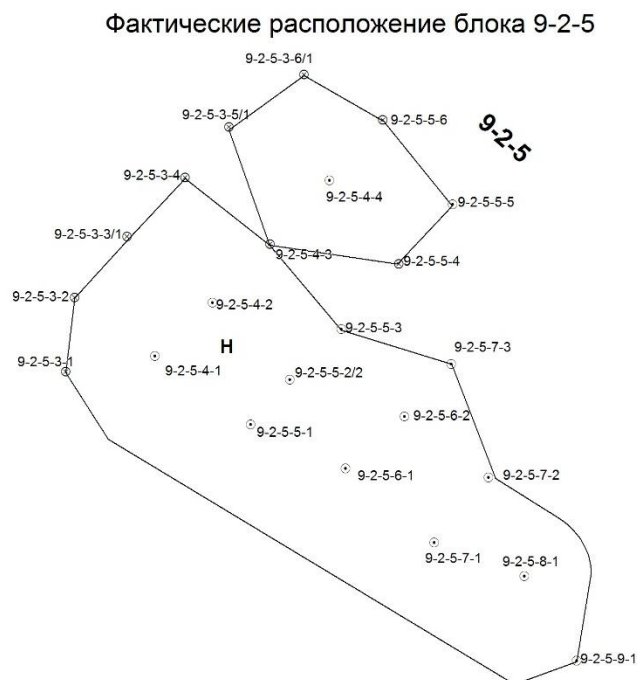
Алынған мәліметтерге сүйене отырып, геологтар ұңғыманың түрін - айдау немесе сору шешеді, сонымен қатар кеннің қозғалу аймағын және игеру бағытын анықтайды. Осыдан кейін маркшейдер жаңа ұңғыманы жоспарға орналастырады, оған нөмір береді және оның мақсатын жазады.

Мысалы, 9-2-5-3-4 ұңғымасын жер бетіне шығару үшін координаталық мәліметтерді контроллерге беру қажет. Ол үшін координаттар Excel бағдарламасынан блокнот пішімінде сақталады. Контроллерде жаңа жоба жасалады, содан кейін USB дискісі ДК-ге қосылады, онда қажетті деректер ашық жобаға көшіріледі. Осыдан кейін USB контроллерге салынып, тасымалдау процесі «Импорт» пәрменімен аяқталады.

Бөлу бойынша жұмыс ашық жобаны белсендіруден басталады. Содан кейін «Бөлу» командасы арқылы қажетті нүкте таңдалады. Нүктенің орналасқан жері қабылдағышты контроллерде көрсетілген бағытта жылжыту арқылы анықталады, нүкте уақытша белгімен белгіленеді және жауапты шеберге беріледі. Басқа ұңғымаларды шектеу бойынша жұмыстар да осыған ұқсас түрде жүргізіледі. 1.4-суретке сәйкес ұңғымалардың нақты орналасуы жоспарда көрсетіледі.

Ұңғыманың көрсетілген бағыттан айтарлықтай ауытқуы кезінде, сондай-ақ оның сипаттамалары туралы нақты ақпарат болмаған жағдайда,

геологиялық-техникалық қорытындыларда кен орнының орналасуына және қолданылатын әдістерге байланысты елеулі қателер болуы мүмкін. Сондықтан ұңғыма оқпанының кеңістіктегі орнын дәл білу өте маңызды.



1.4 - сурет – 9-2-5 блок ұңғымаларының нақты орналасу схемасы

Ұңғымалар әртүрлі геологиялық және техникалық себептерге байланысты бастапқы белгіленген жобалық бағыттан ауытқитын жағдайлар бар. Ұңғыманың ауытқуы нақты позиция мен жобалық параметрлер арасындағы сәйкессіздікті көрсетеді. Бұрғылау кезінде ұңғыма оқпанының нақты орналасуы жобалық құжаттамаға сәйкес жүйелі түрде бақыланады.

І тереңдіктегі ұңғыма оқпанының кеңістіктегі орны екі негізгі параметрмен анықталады:

- ұңғыма оқпаны АВ-ның вертикаль ось AA’-тен θ ауытқу бұрышы;
- дирекциондық бұрышы α , ол ұңғыма оқпанының АВ осінің проекциясының бағытын білдіреді.

Практикада бағытталған бұрыштың орнына ұңғыманың белгілі бір учаскесі үшін тікелей өлшенетін магниттік азимут жиі қолданылады. Өлшеулерді алу үшін ұңғымаға берілген тереңдіктегі қисаю бұрыштарын (көлбеу бұрышы) және инклинация бұрышты (еңіс) жазатын арнайы құрылғы - инклинометр түсіреді. Осы мәліметтер негізінде ұңғыма оқпанының нақты кеңістіктегі орны есептеледі.

Математикалық және графикалық өңдеуден кейін инклинометриялық өлшемдердің нәтижелері R көлденең жазықтықта көрсетіледі және инклинограмма немесе ұңғыма жоспары ретінде 1.5 – суретке сәйкес көрсетіледі. Ұңғыманың жоспары мен профилін салу үшін ұңғыма оқпанының бойлық ұзындығы және оның тік тереңдігі туралы ақпарат қажет. Бұл

параметрлердің айырмашылығы ұңғыма оқпанының жылжуымен байланысты және ұңғыманың жобалық тереңдіктен ауытқу дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді. Бұл ақпарат ұңғыманың тереңдігіндегі барлау жұмыстарының барысын талдау үшін маңызды.

А нүктесі ұңғыманың сағасын білдіреді деп болжайық. Сонда ұңғыма оқпанының кеңістіктік орналасуы және l қашықтықтағы ұңғыма сағасының орны мынадай формулалардың көмегімен анықталады:

$$\begin{aligned}x_B &= x_A + \Delta x, \\y_B &= y_A + \Delta y \\z_B &= z_A + \Delta z,\end{aligned}\tag{3}$$

мұндағы x_A, y_A – ұңғыма сағасының координаталары,

z_A – ұңғыма сағасының абсолюттік биіктігі.

Сәйкес координаталар өсімшелері мына формулалардан табылады:

$$\begin{aligned}\Delta x &= s \cos \alpha, \\ \Delta y &= s \sin \alpha, \\ \Delta z &= s \cos \theta,\end{aligned}\tag{4}$$

мұндағы s - ұңғыма оқпанының

l аралықтағы горизонталь проекциясы;

α – дирекциондық бұрышы $A'AB$ үшбұрышынан

$$s = l \cos(90^\circ - \theta) = l \sin \theta\tag{5}$$

Ұңғыма оқпаны арасындағы оның иілуіне байланысты ұзарту ұңғыма қисығы деп аталады және келесідей анықталады:

$$\Delta l = l - \Delta z = l(1 - \cos \theta) = 2l \sin^2 \frac{\theta}{2}\tag{6}$$

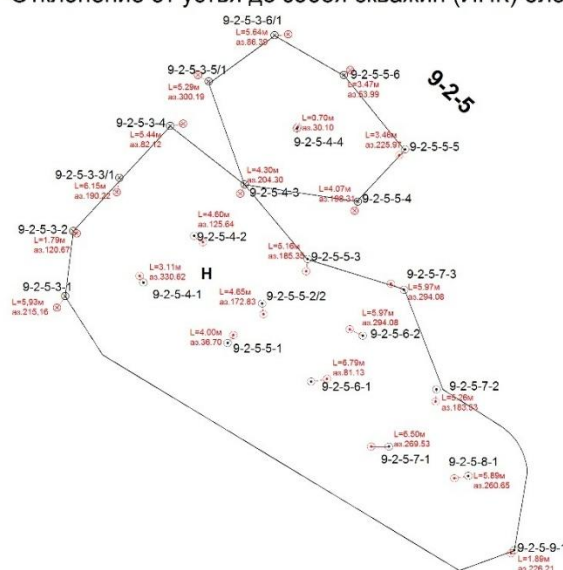
$$\Delta x = l \sin \theta \cos \alpha,$$

$$\Delta y = l \sin \theta \sin \alpha,\tag{7}$$

$$\Delta z = l \cos \theta$$

Блоктардағы барлық өлшеу, есептеу жұмыстары аяқталу уақытына қарай 1.5-суретке сәйкес енгізіліп отырады. Бұл есептеулер өндіру жұмыстарының одан әрі дамуын бағалауға және жасалған жұмыстар бойынша есеп беруге бағытталады.

Отклонение от устья до зобоя скважин (ИНК) блока 9-2-5



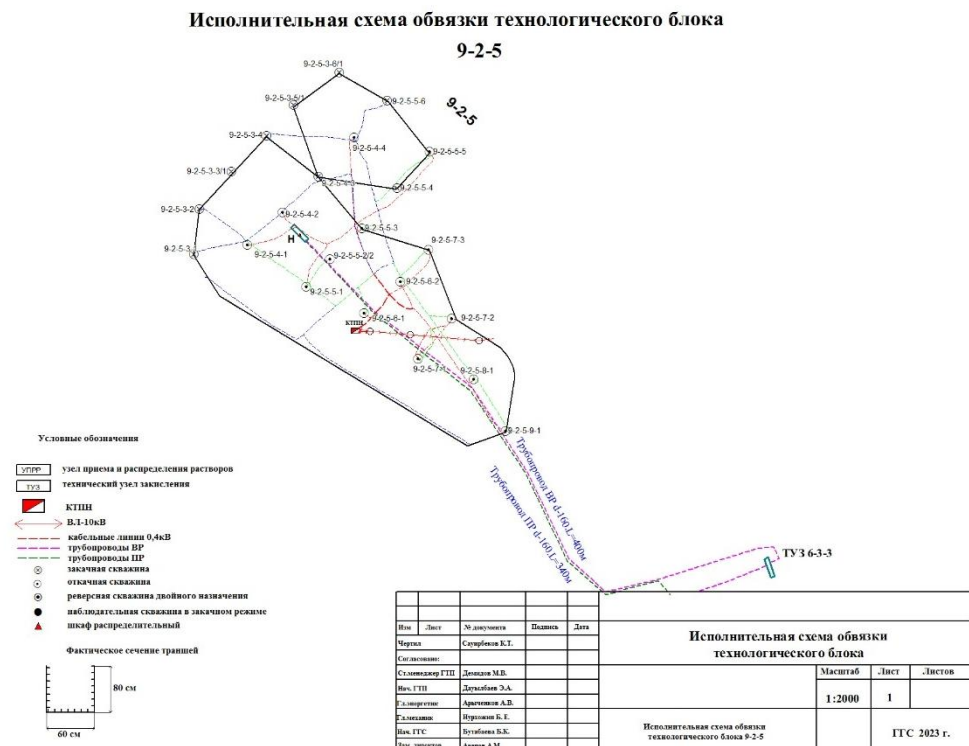
1.5 - сурет – 9-2-5 блок ұңғымаларының сағасының кенжарынан ауытқуы схемасы. Инклонометриялық өлшем

№скв	Y	X	H	H до	Y	X	DY	DX	L	Угол рад	Угол град	
9-2-5-3-1	28207,672	58050,07	155,493	155,394	28207,835	58050,004	-0,163	0,066	0,18	1,186	68	292 СЗ
9-2-5-3-2	28211,057	58077,461	155,234	155,27	28211,053	58077,715	0,004	-0,254	0,25	3,126	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	1,393	80	280 СЗ
9-2-5-3-4	28251,914	58121,867	156,611	156,804	28251,668	58121,878	0,246	-0,011	0,25	1,615	93	93 ЮВ
9-2-5-3-5/1	28268,198	58140,577	157,247	157,012	28271,976	58143,96	-3,778	-3,383	5,07	2,301	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	1,571	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	0,357	20	20 СВ
9-2-5-4-2	28261,998	58075,522	155,722	155,482	28262,234	58074,341	-0,236	1,181	1,20	0,197	11	349 СЗ
9-2-5-4-3	28283,264	58097,229	156,331	156,331	28283,292	58097,227	-0,028	0,002	0,03	1,499	86	274 СЗ
9-2-5-4-4	28305,271	58120,766	156,487	156,395	28304,955	58120,206	0,316	0,56	0,64	0,514	29	29 СВ
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	0,967	55	305 СЗ
9-2-5-5-1	28276,123	58030,495	155,624	155,69	28276,225	58030,719	-0,102	-0,224	0,25	2,714	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	2,282	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	2,775	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	0,607	35	35 СВ
9-2-5-5-5	28350,902	58111,934	156,796	156,686	28351,108	58111,795	-0,206	0,139	0,25	0,977	56	304 СЗ
9-2-5-6-1	28311,331	58014,232	155,761	155,701	28312,692	58011,336	-1,361	2,896	3,20	0,439	25	335 СЗ
9-2-5-6-2	28333,102	58033,457	155,982	155,898	28332,998	58033,419	0,104	0,038	0,11	1,220	70	70 СВ
9-2-5-7-1	28344,061	57986,834	156,039	156,026	28344,408	57986,721	-0,347	0,113	0,36	1,256	72	288 СЗ
9-2-5-7-2	28364,147	58010,887	156,862	156,963	28366,761	58010,998	-2,614	-0,111	2,62	1,613	92	268 ЮЗ
9-2-5-7-3	28350,391	58052,785	156,78	156,78	28352,961	58055,529	-2,57	-2,744	3,76	2,389	137	223 ЮЗ
9-2-5-8-1	28377,486	57974,465	157,265	157,773	28377,37	57974,826	0,116	-0,361	0,38	2,831	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	2,549	146	214 ЮЗ
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	0,417	24	336 СЗ
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	3,123	179	179 ЮВ

1.6 - сурет – 9-2-5 блок ұңғымаларының координаттық өлшемдері

1.7-суретке сәйкес ұңғымалардың технологиялық блоктарын блокішілік байланыстыру мынадай әрекеттерді қамтиды:

Бастарды сору, айдау және бақылау ұңғымаларына монтаждау.
 Сору ұңғымаларында батыру сорғыларын орнату.
 Ұңғымаларды полиэтилен құбырларын пайдалана отырып байлау.
 Сорғыш ұңғымалардағы сорғыларды байлау үшін электр кабельдерін қосу.



1.7 - сурет – 9-2-5 технологиялық блоктың байланыс схемасы

Маточниктік ерітінділерді қабылдау торабы, ерітінділерді қабылдау және тарату торабының коллекторлары және сілтілі ерітінділерді дайындаудың технологиялық тораптары пайдалануға толық дайын жиынтықтар болып табылады.

Бұл нысандардың модульдік конструкциясы бар, ол оларды ірі тонналық класты стандартты 40 футтық контейнерлер негізінде тасымалдауға және орнатуға мүмкіндік береді.

Ерітінділерді қабылдау және тарату торабының коллекторлары айдау және сору ұңғымаларымен жалғастыратын блокшілік құбырларды төсеу үшін траншеяға төсеу көзделеді. Шаймалау ерітіндісі және Өнімді ерітінді құбырларының диаметрі 160 мм құрайды. Айдау және сору үшін құбыр өрмелерін (бұтақтарын) төсеу әрбір типке арналған бір жалпы орға, өрмелер арасындағы ең аз 10 см қашықтықты сақтай отырып жүргізіледі. Содан кейін олардың орналасуына байланысты жалпы траншеядан жеке ұңғымаларға бөлінеді. Шаймалау ерітіндісі және өнімді ерітінді құбырларының саны тиісті ұңғымаларының санына сәйкес келеді. Құбырларды салу тереңдігі жер бетінен 1,7 м құрайды.

Желішілік құбырларды жобалау кезінде осы кеніште бұрын

қабылданған жобалық шешімдерге ұқсас геотехнологиялық алаңға төсеудің жерасты схемасы пайдаланылды. Шаймалау ерітіндісі және өнімді ерітінді құбырларын төсеудің бұл әдісі «Уранды геологиялық барлау, өндіру және өңдеу кезінде өнеркәсіптік қауіпсіздікті қамтамасыз ету қағидаларында» қамтылған ұсынымдарға сәйкес келеді.

Жоғарыда аталған жұмыстар арнайы компьютерлік бағдарлама арқылы камералық өңдеуден өтіп, жоспар жасалады.

Тау-кен кеніштерін дәл жоспарлау, тиімді игеру және қауіпсіз пайдалану үдерістерінде маркшейдерлік (геодезиялық) жұмыстар шешуші рөл атқарады. Геодезияның осы саласы жер бетін мұқият зерттеп өлшеуге, картаға түсіруге және тау-кен жұмыстарын тиімді және қауіпсіз жүргізге қажет жоғары дәлдікті модельдердің жасауға мүмкіндік беретін барлық құралдар мен әдістерді қамтамасыз етеді.

Тау-кен маркшейдерлерінің негізгі міндеттері:

Карта жасау және модельдеу – маркшейдерлік жұмыстар нақты жер бедері карталары мен сандық биіктік үлгілерін жасауға көмектеседі, бұл шахталарды жобалау, инфрақұрылым салу және минералдық ресурстарды бағалау үшін өте маңызды. Жалпы станциялар, GNSS жүйелері және спутниктік технологиялар (мысалы, InSAR) сияқты жоғары дәлдіктегі құралдарды пайдалану табысты тау-кен жұмыстарын қамтамасыз ететін жоғары дәлдікпен өлшеуге мүмкіндік береді.

Деформация мониторингі – Тау-кен жұмыстары көбінесе жер қыртысындағы өзгерістерді қаптиды, мысалы, үңгірлер, шөгулер және басқа геомеханикалық процестер [21]. Бұл өзгерістерді бақылау және апатты салдардың алдын алу үшін геодезиялық өлшемдер қажет. Бұған нивелирлеу әдістерін, сондай-ақ спутниктік геодезия және нақты уақыт режимінде деректерді өңдеу сияқты заманауи технологияларды қолдану арқылы қол жеткізіледі [23].

Тасымалдау және қауіпсіздік – Тау-кен кен орындарын игеру кезінде жабдықтар мен материалдарды тасымалдау бағыттарын дәл жоспарлау маңызды. Геодезия қауіпсіз кірме жолдар мен оқпандарды ұйымдастыруға көмектеседі, сондай-ақ тау-кен нысандарының дұрыс жобалануын және құрылысын қамтамасыз ету арқылы жерасты құрылысында тәуекелдерді азайтады.

Ресурстарды бағалау және басқару – Геодезиялық әдістер тау-кен массасының көлемін дәл өлшеуге және пайдалы қазбалардың қорларын анықтауға мүмкіндік береді. Бұл тиімді өндіруді жоспарлау және кен орындарын өндірудің экономикалық орындылығын бағалау үшін қажет.

Тәуекелдерді басқару - дәл геодезиялық зерттеулер геологиялық факторлардың әсерін ескере отырып, тау-кен жұмыстарымен байланысты тәуекелдерді азайтуға көмектеседі және апаттардың алдын алады. Геодезиялық деректерді пайдалану қоршаған ортаға әсерді азайту стратегияларын жасауға да көмектеседі.

Осылайша, тау-кен өндірісіндегі геодезия тау-кен өндірісін жобалау мен дамытудың негізі ғана емес, сонымен қатар қауіпсіздікті қамтамасыз етудің,

экологиялық тәуекелдерді азайтудың және тау-кен кәсіпорындарының жұмысын оңтайландырудың маңызды құралы болып табылады. Геодезиялық бақылаудың жаңа технологиялары мен әдістерін енгізу тау-кен жұмыстарының тиімділігін арттыруға, процестерді жоғары дәлдікпен бақылауды және табиғи ресурстарды тұрақты басқаруды қамтамасыз етуге көмектеседі.

1.3 Уран өндірісінде қолданылатын дәстүрлі геодезиялық әдістердің шектеулері

ЖҰШ уран өндіруде қолданылатын дәстүрлі маркшейдерлік әдістер әдістің ерекшелігіне және оның жерасты құрылыстарына әсер етуіне байланысты бірқатар елеулі шектеулерге тап болады. Жер-асты ұңғымалық шаймалау (ЖҰШ) – кен денелерінен уранды алу процесі, мұнда еріткіш сұйықтықтар тау жыныстарына бірнеше ұңғымалар арқылы айдалады, содан кейін басқа ұңғымалар арқылы шығарылады, бұл әдеттегі маркшейдерлік тәжірибеге бірқатар ерекше қиындықтар туғызады.

Кенді бақылау және жобалау үшін қолданылатын тахеометрия және нивелирлеу сияқты әдеттегі маркшейдерлік әдістер жерасты ұңғымалық шаймалау тау-кен жұмыстарын жүргізу үшін жеткілікті дәл емес. Әдіс геологиялық құрылымдарға айтарлықтай әсер етеді, бұл деформациялар мен тау жыныстарының геометриясының өзгеруіне әкеледі. Мұндай жағдайларда стационарлық және болжамды объектілерге бағытталған дәстүрлі маркшейдерлік әдістер шаймалаумен байланысты қозғалыстарды, шөгуді және геологиялық ортадағы өзгерістерді тиімді бақылау үшін қажетті дәлдікті қамтамасыз ете алмайды.

ЖҰШ уран өндіру кезінде жер асты геологиялық процестер динамикалық және өзгермелі сипатқа ие болады, бұл нақты карталар мен жер бедерінің үлгілерін жасауды және жүргізуді қиындатады. Дәстүрлі әдістерді қолдана отырып жүргізілетін геодезиялық өлшеулер көбінесе нақты уақыт режимінде болып жатқан өзгерістерді көрсете алмайды, өйткені сілтілеу процесі тек минералды ерітумен ғана емес, сонымен қатар тау жыныстарының өткізгіштігінің, ерітіндінің қозғалысының және жыныстардағы геометриялық деформациялардың өзгеруімен бірге жүреді. Осының салдарынан кеніштерді игеру жоспарларын жедел түзету үшін дәстүрлі картографиялық және геодезиялық бақылау әдістері жеткіліксіз.

Жер-асты ұңғымалық шаймалау ерітінділердің айдау процестерін және олардың тау жыныстары арқылы өтуін үздіксіз бақылауды, сондай-ақ экологиялық жағдайға және тау жыныстарының массивтерінің жағдайына әсерін бағалауды талап етеді. Бақылау нүктелері арасындағы қашықтықты және бұрыштарды өлшеу сияқты маркшейдерлік жұмыстың дәстүрлі әдістері нақты уақыт режимінде деректерді жедел алу мүмкіндігін қамтамасыз етпейді, бұл шаймалау процестерін реттеу бойынша уақтылы шешім қабылдауды, сондай-ақ учаскедегі қауіпсіздікті бақылауды айтарлықтай қиындатады [7].

Жер асты ұңғымаларын сілтісіздендіру әдісінің мәні мынада: ерітінді тау жыныстарына еніп, уран минералдарын шайып тастайды, бұл тау жыныстарының көлемі мен геометриясының өзгеруіне, сондай-ақ ығысулар мен жарықтардың пайда болуына әкелуі мүмкін. Нивелирлеу және жалпы станциялық өлшеулер сияқты дәстүрлі маркшейдерлік әдістер жер асты деформациялары мен шөгінділерді, әсіресе жоғары динамикалық жүктемелер кезінде бақылау үшін қажетті дәлдікті қамтамасыз етпейді. Жер асты қуыстарындағы қысымның өзгеруі және кеуекті тау жыныстары арқылы сұйықтықтың қозғалысы сияқты процестер спутниктік геодезия (InSAR) немесе геофизикалық әдістер (мысалы, сейсмикалық барлау) сияқты неғұрлым сезімтал және мамандандырылған бақылау әдістерін қажет етеді.

Дәстүрлі геодезиялық әдістер, әдетте, географиялық ақпараттық жүйелер (GIS) немесе GNSS негізіндегі мониторинг жүйелері сияқты заманауи цифрлық технологиялармен біріктірілмейді. Еріткіштің қозғалысы, тау-кен массасының жағдайы және өндіру процестері туралы мәліметтерді біріктіру талап етілетін жерасты шаймалау жағдайында, тек дәстүрлі маркшейдерлік әдістерді қолдану тау-кен өндіру процесін оңтайлы басқару мүмкіндіктерін шектейді. Заманауи тәсілдер күрделі технологияларды, соның ішінде автоматтандырылған бақылау жүйелерін және нақты уақыт режимінде деректерді талдауды енгізуді талап етеді, бұл тек геодезиялық өлшемдердің классикалық әдістерін қолдану арқылы мүмкін емес.

Дәстүрлі геодезиялық әдістер айтарлықтай жабдық шығындарын талап етеді, сондай-ақ мамандарды дайындау және біліктілігін қолдауды. Процестер тұрақты және қайталанатын бақылауды қажет ететін жерасты ұңғымаларын шаймалау жағдайында дәстүрлі әдістер экономикалық тұрғыдан тиімсіз болып қалады. Бұл өлшеулердің еңбек сыйымдылығына, жер асты учаскелеріне қол жеткізу қажеттілігіне, сондай-ақ өзгермелі факторлар жағдайында геодезиялық дәлдікті сақтауға айтарлықтай шығындарға байланысты [12].

Бірінші тарау бойынша тұжырым

Уран кен орындарын, соның ішінде Харасан-2 учаскесін және ЖҰШ әдісін игеру геологиялық және өндірістік ерекшеліктерді ескеретін жоғары дәлдіктегі геодезиялық жұмыстарды талап етеді. Қазақстан әлемдік уран өндіруде жетекші орындардың бірін алады, ал геодезиялық зерттеулер тау-кен өнеркәсібінің құрамдас бөлігіне айналуда. Бұл жұмыстар тек кен орындарының нақты карталарын жасау және қорларды бағалаумен шектелмейді, сонымен қатар жер асты процестерін бақылау, қауіпсіздікті қамтамасыз ету және экологиялық нормаларды сақтау міндеттерін қамтиды.

Геодезиялық жұмыс тау-кен өндірісінде өте маңызды, өйткені ол кен орындарының орнын дәл анықтауды, олардың геологиялық құрылымын зерттеуді қамтамасыз етеді және жерасты жұмыстарына қажетті мәліметтерді береді. Атап айтқанда, ЖҰШ әдісімен әзірленген кен орындарында дәстүрлі геодезиялық әдістерді шектеуге болады, өйткені олар жер асты қозғалысын, шөгу мен тау жыныстарының өзгеруін бақылау үшін әрқашан жеткілікті

сенімді ақпарат бере бермейді. Бұл жағдайларда спутниктік геодезия және геофизикалық әдістер сияқты заманауи технологияларды енгізу маңызды болады.

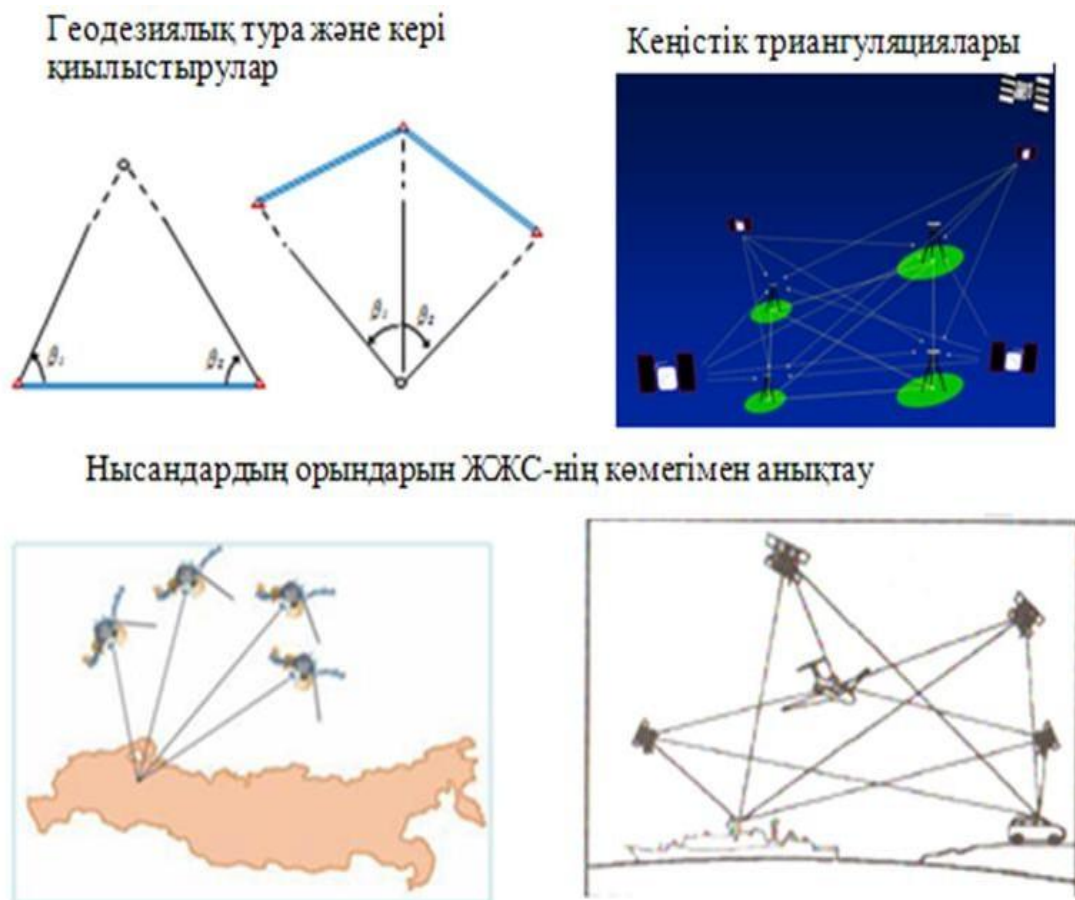
Сонымен қатар, геодезиялық зерттеулердің дұрыстығына, экологиялық қауіпсіздікке және деректердің жүйелілігіне қатысты нормативтік талаптарды сақтау өндіріс тиімділігін арттыруға ықпал етеді және тау-кен өндіруші кәсіпорындардың қауіпсіздігіне кепілдік береді. Өндірістік процестердің тұрақтылығы мен ұзақ мерзімді табыстылығын қамтамасыз етуде геодезиялық ақпаратты өңдеу және жүйелеу, сондай-ақ дұрыс құжаттау және нәтижелерді бақылау маңызды рөл атқарады. Қорытындылай келе, тау-кен өндірісінің барлық кезеңдерінде геодезиялық жұмыс басты орын алатынын атап өткен жөн. Олардың арқасында өндіріс жоспарлары мен жобалары нақтыланып, кен орындары тиімді игеріліп, қауіпсіздік шаралары күшейтіліп, қоршаған ортаға тигізетін әсері барынша азайтылады. Геодезияға жаңа технологияларды енгізу тау-кен жұмыстарының тиімділігін айтарлықтай арттырады және геологиялық процестерді бақылаудың сенімді құралдарын қамтамасыз етеді.

2 Қазіргі заманғы геодезиялық технологиялар мен әдістер

2.1 GNSS жүйелері және олардың өндірісте қолданылу мүмкіндіктері

Дәстүрлі әдістермен салыстырғанда GLONASS/ЖСС технологияларының бірқатар маңызды артықшылықтары бар:

- Координаталық мәліметтерді жылдам және дәл беру.
- Нүктелер арасындағы өзара көрінуден тәуелсіздік, бұл оларды геодезиялық тірек нүктелерін пайдалануды қажет етпестен ыңғайлы жерлерде орналастыруға мүмкіндік береді.
- Берілген геодезиялық негізде желі тығыздығына қойылатын талаптар төмендетілді.
- Қол жеткізу қиын және климаттық қиын аудандарда жұмысты жеңілдету.
- Тәулік уақытынан, маусымнан және ауа-райынан жоғары тәуелсіздікпен барлық кезеңдердегі өндірістік процестерді автоматтандыру.
- Негізгі геодезиялық биіктіктерді және нақты жоспарды, сондай-ақ нүктелердің, биіктіктердің және жоспарлардың координациялық торларын бір дерекқорға біріктіру мүмкіндігі.



2.1 - сурет – Нысан орындарын ЖЖС арқылы анықтау

ЖЖС геодезиялық торы жергілікті координаттар жүйесінде өлшеу нәтижелеріне дәл сілтеме жасау үшін негіз болады. Базалық станциядағы нақты координаталар нүктелердің сәулелік координаталарын өлшеу және осы нүктелердің қашықтағы координаталарының нәтижелерін өңдеу арқылы анықталады.

GPS құрылғылары жерсеріктерден келетін сигналдарды өлшеу арқылы нүктелердің координаталарын анықтайды. GPS көмегімен координаттарды анықтау жер бетінде орналасқан GPS қабылдағыштары арасындағы қашықтықты өлшеуге негізделген. Әрбір қабылдағыш әрбір спутникке дейінгі қашықтықты анықтайды және бұл ақпаратты кері (крест) позицияны есептеу үшін пайдаланады. Үш нүктенің арасындағы қашықтықты біле отырып, осы нүктелердің координаталарын есептеуге болады. Қабылдағышты бір спутникке дейінгі қашықтыққа негізделген спутникте центрленген сферадағы нүкте ретінде көрсетуге болады. Егер осындай үш нүкте анықталса, 2.1 – суретке сәйкес қабылдағыштың орналасқан жерін дәл анықтауға болады.

Ғаламдық позициялау жүйесі (GPS) – XX ғасырдың соңында пайда болған аса ірі ғылыми-техникалық жетістіктердің бірі [4]. GPS технологиясы жер бетіндегі нүктенің координаттары мен биіктігін бір уақытта төрт жасанды жер серігіне дейінгі қашықтықты өлшеу арқылы анықтауға мүмкіндік береді. Спутник пен қабылдағыш арасындағы арақашықтық радиосигналдар көмегімен 2.2 – суретке сәйкес өлшенеді.

Жасанды серіктерді бақылау арқылы жер бетіндегі нүктелердің координаталарын анықтауға болады. Осы мақсатта тік бұрышты геоцентрлік координаталар жүйесі қолданылады. Бұл жүйеде ХҮ жазықтығы экваторлық жазықтықпен теңестіріледі, Y осі Гринвич меридианынан батысқа бағытталған әлемдік ось бойымен бағытталған және Z осі әлемдік осьпен сәйкес келеді. X және Y геоцентрлік координаталары осы жүйедегі М нүктесіне сәйкес болсын. Спутниктік бақылау кезінде оның X, Y және Z топоцентрлік координаталары жазылады. Спутниктің эфемерисін білу бақылау деректері негізінде оның X, Y және Z геоцентрлік координаттарын есептеуге мүмкіндік береді.

$$X=X''-X'; \quad Y=Y''-Y' \quad Z=Z''-Z', \quad (8)$$

Спутниктің геоцентрлік координаттары мынадай формулалардың көмегімен экваторлық координаттармен байланысты болуы мүмкін:

$$X= r \cos \delta \cos t \quad Y= r \cos \delta \sin t \quad Z = r \sin \delta, \quad (9)$$

мұндағы, r - спутниктің орбитасының радиусы векторы;

a және δ - оның тура шығуы және бүгілуі;

$t=5$ а сағаттың бұрышы;

S-Гринвичтік жылдық уақыт бақылауы.

Егер біз М жер ортасындағы бақылау нүктесінде тікбұрышты экваторлық координаттар жүйесін орнатып, тиісті геоцентрлік координаттар жүйесінің осьтеріне параллель бағытталатын болсақ, біз X, Y, Z үшін ұқсас

мәндерді ала аламыз.

$$X' = r' \cos \delta' \cos t' \quad Y = r' \cos \delta' \sin t \quad Z' = r' \sin \delta' \quad (10)$$

Мұндағы, a', S' спутниктің топоцентрлік тура шығуы және бүгілуі.

$t = S - a'$ - бақылау моментіндегі сағат бұрышы;

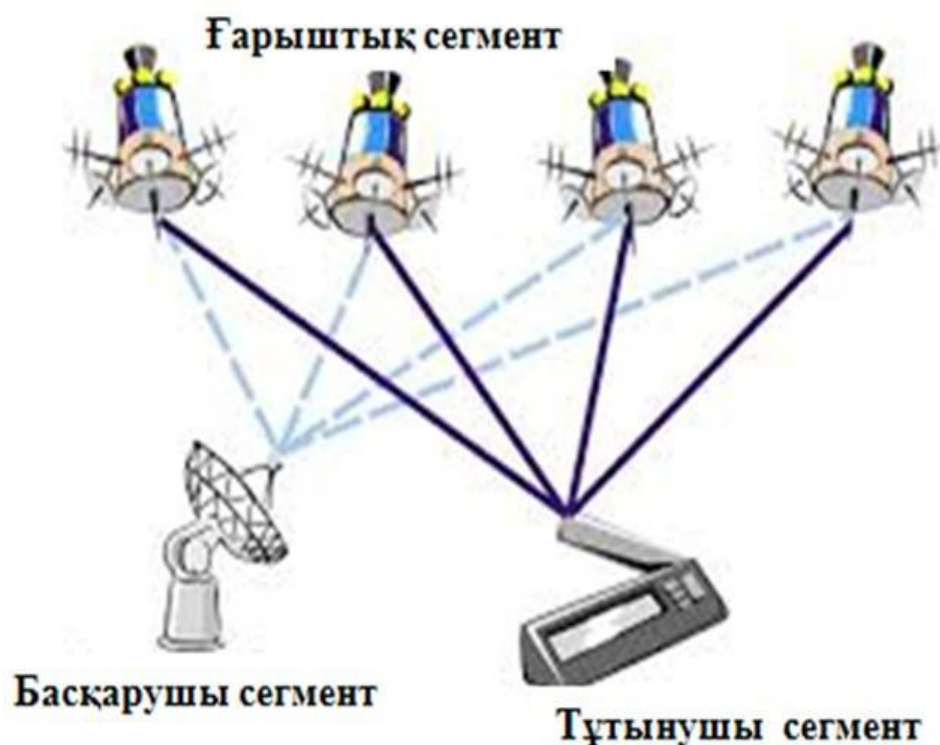
Осылайша, оның бақылау орнын анықтайтын M нүктесінің геоцентрлік координаттары мынадай түрде беріледі:

$$X = r \cos \delta \cos t - r' \cos \delta' \cos \delta, \quad (11)$$

$$Y = r \cos \delta \sin t - r' \cos \delta' \sin t', \quad (12)$$

$$Z = r \sin \delta - r' \sin \delta'. \quad (13)$$

Эфемеридтен a', S' және r мәндерін пайдалана отырып, X, Y, Z мәндерін оңай есептеуге болады, олар бойынша бақылау орнының географиялық координаттарын анықтауға болады.



2.2 - сурет – ҒНЖ құрылымы

GPS қабылдағыштары уран өндірудің жерасты шаймалау әдісімен байланысты геодезиялық және технологиялық процестерде маңызды рөл атқарады. Бұл әдіс әртүрлі объектілердің, соның ішінде технологиялық қондырғылардың, ұңғымалардың және жабдықтардың орналасуы мен қозғалысын бақылау үшін, сондай-ақ геологиялық ортадағы өзгерістерді

бақылау үшін жоғары дәлдікті талап етеді. Мұндай жағдайларда GPS қабылдағыштарын пайдалану операциялар кезіндегі өлшемдер мен бағдарлаудың дәлдігін қамтамасыз етеді, бұл тау-кен процесін оңтайландыру және қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін қажет.

GPS қабылдағыштарының негізгі принципі координаталарды жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік беретін ғарыштық спутниктерден берілетін сигналдарды пайдалану болып табылады. Жер асты жағдайында сәтті пайдалану үшін GPS қабылдағыштары аумақтың рельефі мен құрылымының ерекшеліктеріне, сондай-ақ күрделі тау жоталары арқылы ұзақ қашықтыққа деректерді беру қажеттілігіне бейімделуі мүмкін. Дифференциалды түзету жүйелері (DGPS) немесе деректерді қосымша өңдеу арқылы дәлдікті арттыратын технологиялар сияқты шектеулі спутниктік көріну жағдайында жұмыс істей алатын мамандандырылған құрылғыларды пайдалану маңызды.

ЖҰШ операцияларында GPS қабылдағыштарын пайдаланудың артықшылықтары нақты уақыт режимінде жабдықтың және ұңғымалардың орналасуы мен қозғалысын дәл бақылау мүмкіндігін қамтиды. Бұл әсіресе қысым, ерітінді ағынының жылдамдығы және құрамы сияқты параметрлерді дәл реттеу қажет болатын шаймалау процестерін бақылау үшін өте маңызды. Сондай-ақ GPS қабылдағыштары бұрғылау қондырғылары мен ерітінділерді беру жүйелерінің жұмысын оңтайландыру үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл жұмыс тиімділігі мен уранды өндіру жылдамдығына тікелей әсер етеді.

Дегенмен, ЖҰШ тау-кен өндірісінде GPS қабылдағыштарын пайдалану белгілі бір қиындықтарға тап болады. Негізгі мәселелердің бірі жер асты жағдайында сигналды қабылдау мүмкіндігінің шектелуі болып табылады, бұл жер үсті мониторингі үшін спутниктік геодезия сияқты қосымша технологияларды пайдалануды немесе инклинометрия немесе геофизикалық әдістер сияқты бақылаудың басқа әдістерімен біріктіруді талап етеді. Сонымен қатар, динамикалық өзгертін жер асты ландшафты және әртүрлі геологиялық факторлардың әсері жағдайында GPS өлшемдерінің дәлдігі төмендеуі мүмкін, бұл қосымша түзетулер мен шаймалау процестерін бақылауды талап етеді.

Жерасты тау-кен жұмыстарында GPS технологиясын пайдалану пайдалану параметрлерін дәл бақылау, төтенше жағдайларды болдырмау және геологиялық құрылымдарды рұқсатсыз өзгертуге байланысты тәуекелдерді азайту арқылы қауіпсіздікті жақсартуға көмектеседі. Болашақта GPS-ті басқа бақылау жүйелерімен біріктіру, спутниктік сигналдың дәлдігін арттыру және бақылаудың жаңа геодезиялық әдістерін қолдану сияқты технологиялық әзірлемелер уран өндірудің ЖҰШ әдісінің тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыруға көмектеседі.

Харасан-2 кенішінде негізгі маркшейдерлік құрылғылар ретінде қолданылатын Leica CS10 және Leica GS08 құрылғыларын толығырақ қарастырайық.

Leica CS10 – геодезиялық ақпаратты жинауға, өңдеуге және талдауға арналған деректер контроллері. Ол сенсорлық экранмен және пернетақтамен жабдықталған, ол деректерді енгізуді және құрылғыны басқаруды жеңілдетеді. Leica CS10 функциялардың кең ауқымын ұсынады, соның ішінде

нүктелерді бойынша навигация, өлшеулерді жазу, деректерді өңдеу, кестелер мен карталарды көрсету және сымсыз технологияларды пайдаланып басқа құрылғыларға қосылу мүмкіндігі.

Leica GS08 - жер бетіндегі нүктелердің геодезиялық координаталарын анықтауға арналған GPS/GNSS геодезиялық қабылдағыш. Ресивер деректерді жинауда жоғары дәлдік пен сенімділікті қамтамасыз етеді. Leica GS08 GPS, GLONASS, Galileo және басқалар сияқты әртүрлі позициялау жүйелерін қолдайды, бұл әртүрлі жағдайларда дәл координаттарды алу үшін тұрақты сигнал береді. Құрылғылардың техникалық сипаттамалары 2.3 – суретке сәйкес көрсетілген.

2.3 - сурет – Leica CS10 және Leica GS08 аспаптарының техникалық характеристикалары

GNSS технологиясы	Leica Smart Track технологиясы: Өлшемдерді өңдеудің жақсартылған процессоры; Кедергілерге төзімділік; Бүркеншікті өлшеуге арналған көп қолды жоғары дәлдікті импульстік коррелятор.
Арналар саны Спутниктік сигналдар	Leica технологиясы SmartCheck 120 GPS: L1, L2, L2C ГЛОНАСС: L1, L2
Интерфейс Порттар	Қосу/Ажырату батырмасы, сигналдарды қабылдаудың жарық индикаторлары, Bluetooth және аккумулятор зарядтары Bluetooth 2.0 кластары 2, 8-пин Lemo USB/қуаттану
Алаң бақылаушысына қосылу	Bluetooth және кабель GEV237
RTK жұмыс істеу	
Деректер форматтары Координаталардың жаңару жиілігі RTK Желілер стандарттары RTK түзетулерді беру (опционалды)	Leica (Leica, Leica4G), CMR +, RTCM 2.x, RTCM 3.x форматтары, 3.1- RTCM СК трансформациялауды толық қолдау Стандартты 1 Гц, опционалды 5 Гц VRS, FKP, iMAX, MAX, жақынстанциядан жоқ
Нақты уақыттағы дәлдік (СКО) (RTK), жылдам статика режимі	Өлшеулердің дәлдігі мен сапасы Жоспарда: 5мм + 0,5мм/км Биіктігі бойынша: 10мм + 0,5мм/км ISO 17123-8 standard бойынша
Нақты уақыттағы дәлдік (СКО) (RTK), кинематика режимі Кейінгі өңдеудегі дәлдік (СКО) Сенімділік	Жоспарда: 10мм + 1мм/км Биіктігі бойынша 20мм + 1мм/км Жоспарда: 3мм + 0,5мм/км Биіктігі бойынша: 6мм + 0,5мм/км Leica Smart Check пайдаланған кезде 99.9% жоғары
Баптандыру уақыты	6 сек
Донғалақты ровер салмағы Жұмыс температурасы Ылғалдылық	Физикалық сипаттамалар 2,6 кг (веха және аккумуляторын қосқандағы ровер) - 40 ° C-тан + 65 ° C-қа дейін 100%

Leica CS10 және Leica GS08 комбинациясы маркалы құрылғылерге түсіріс деректерін тікелей жұмыс орнында тиімді жинауға, өңдеуге және талдауға мүмкіндік береді. CS10 деректерді жинау процесін басқару және нәтижелерді визуализациялау үшін пайдаланылады, ал GS08 жоғары дәлдіктегі географиялық координаттарды алуға жауап береді. Осы құрылғылар арасындағы сымсыз байланыстың арқасында деректерді ресиверден бақылаушыға сымды қосылымды қажет етпей жіберуге болады, бұл аумақтағы жұмыстың ыңғайлылығы мен тиімділігін айтарлықтай арттырады. Дегенмен, GPS қабылдағыштарымен шешуге қиын міндеттер бар. Құрылыс алаңдарында GNSS-пен жұмыс істеудегі негізгі кедергілердің бірі – аспанның көрінісін бөгейтін металл конструкциялардың және басқа заттардың болуы. GNSS жүйелері шалғайдағы немесе аз қоныстанған аудандардағы жолдар немесе байланыс желілері сияқты үлкен ашық кеңістіктерде тиімдірек. Сонымен қатар, салыстырмалы түрде қысқа қашықтықтағы спутниктік өлшемдердің дәлдігі классикалық оптикалық аспаптарға қарағанда төмен. Миллиметрлік дәлдікке тек электронды жалпы станция арқылы қол жеткізуге болады.

2.2 Электрондық тахеометрлер

Электрондық тахеометрлер бұрыштар мен қашықтықтарды өлшеуге, сондай-ақ объектілердің дәл кеңістіктік модельдерін құруға арналған жоғары дәлдіктегі құрылғылар болып табылады. Уран кен орнын өндірудің жерасты шаймалау әдісі жағдайында ұңғымалардың, технологиялық қондырғылардың және инфрақұрылымның нақты орналасуын бақылау қажет болған жағдайда электронды толық станцияларды пайдалану басты рөл атқарады. Бұл құрылғылар шаймалау процестерін тиімді басқару және жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қажет нақты уақыт режимінде әртүрлі объектілердің координаттарын дәл анықтауға мүмкіндік береді.

Электрондық тахеометрдің негізгі принципі—лазер сәулесінің көмегімен объектіге дейінгі бұрыштар мен қашықтықты өлшеу және кірістірілген сенсорлар арқылы деректерді өңдеу. Жұмыстың жоғары дәлдігі мен жылдамдығының арқасында электронды тахеометрлер үлкен қашықтықта қажетті өлшеулерді жылдам және тиімді орындай алады, бұл еріткіштің қозғалысы, шөгінділер мен тау жыныстарының деформациясы сияқты жер асты процестерін бақылау үшін өте маңызды.

Электрондық тахеометрлер заманауи геодезиялық әдістермен ұштастыра отырып, геологиялық ортадағы өзгерістерді дәл жазуға, шөгінділерді бақылауға, ұңғымалар мен жабдықтардың жағдайындағы өзгерістерді қадағалауға мүмкіндік береді. Бұл уранды өндіру тиімділігіне тікелей әсер ететін және қоршаған ортаға әсерді барынша азайтуға әсер ететін ерітіндінің қысымы немесе құрамы сияқты жұмыс параметрлерін реттеу үшін маңызды. Тахеометрлердің жоғары дәлдігі жерасты жұмыстарының егжей-тегжейлі карталарын, сондай-ақ кен орнын одан әрі игеруге қатысты негізделген шешімдерді қабылдауға көмектесетін шаймалау процестерінің

үлгісін жасауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, электронды тахеометрлер нивелирлеу құрылғылары немесе механикалық қосқыштар сияқты дәстүрлі өлшеу әдістеріне қарағанда бірқатар артықшылықтарға ие. Негізгі артықшылықтардың бірі - деректерді автоматты түрде өңдеу мүмкіндігі, бұл қателердің ықтималдығын айтарлықтай төмендетеді және нақты нәтижелерді алу процесін жылдамдатады. Электрондық тахеометрлерді пайдалану геодезиялық жұмыстардың өнімділігін айтарлықтай арттыруға, сондай-ақ бақылаудың дәлдігі мен уақтылығын жақсартуға мүмкіндік береді.

Сандық тахеометр көлденең бұрышты, тік бұрышты және қашықтықты өлшейді. Көлбеу қашықтықтың стадиялық формуласы (ең қарапайым тахеометрия) келесідей:

$$D=kl+c, \quad (14)$$

мұндағы, l – қашықтық өлшегіш жіптері арасындағы репердегі сантиметр саны,

$k \approx 100, c \approx 0$ – құрал константасы.

v тік бұрышы арқылы көлбеулік келесі жеңілдетілген формула арқылы беріледі: $d = D \cos^2 v$. Үшбұрыш арқылы нивелирлеу формуласы үшін $H_B = H_A + h$. Мысалы, геометриялық нивелирлеудің сызбасы бойынша рейка арқылы әртүрлілік $h = a - b$ және биіктік $H_B = H_A + h$ аламыз. Leica тахеометрі үшін тұрақты қашықтықтық дәлдік бірнеше миллиметрді, бұрыштық шамамен – 8” құрайды.

Электрондық тахеометрлердің бір мысалы, топографиялық және геодезиялық зерттеулерде қолдануға арналған Leica TS сериясы. Бұл аспаптарда дисплей, пайдаланушыға ыңғайлы түймелер, қос осьті компенсатор және шағылыстырғышсыз өлшеу мүмкіндігі сияқты бірқатар функционалдық мүмкіндіктер бар. Олар сонымен қатар маркашайдерлік тапсырмаларды шешуге арналған әртүрлі бағдарламалармен жабдықталған.

Электрондық жалпы станциялардың бағдарламалық жасақтамасы әртүрлі операциялар үшін кең ауқымды функцияларды қамтамасыз етеді. Негізгі мүмкіндіктердің кейбірі мыналарды қамтиды:

- Түсіріс: құралды жылдам бағдарлау, станция координаттарын, кодты орнату, бастапқы деректерді анықтау және өлшемдерді файлға сақтау.

- Бөлу операциялары: объектілер арасындағы қашықтық пен салыстырмалы биіктіктерді есептеу үшін полярлық және ортогональды бағытта өлшеу әдістері.

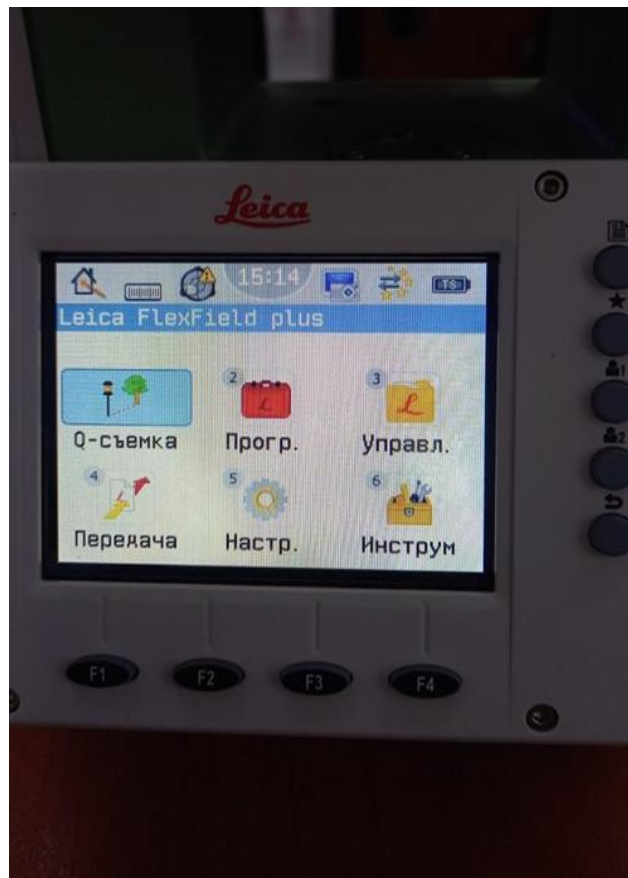
- Аудан анықтау: өлшенетін аумақтың шекараларын анықтау үшін жадта сақталған немесе желіде қолжетімді нүктелерді пайдалану. Нақты нәтижелерге қол жеткізу үшін өлшеулер әртүрлі траекториялар бойынша орындалады.

- Биіктікті анықтау: учаскедегі қол жетпейтін нүктелердің биіктігін өлшеу мүмкіндігі.

2.3 – суретке сәйкес Leica TS09 plus R500 3” электронды тахеометрлері

жоғары швейцариялық сапа стандарттарына сәйкес жасалған жетілдірілген құрылғылардың бірі болып табылады [15]. Ол FlexField Plus бағдарламалық пакетімен жабдықталған, оның құрамына әртүрлі модульдер кіреді, мысалы:

«Координат геометриясы», «Жер бетіне көшіру», «Белгілеу», «Аудан» (жазық және бет), «Құрылым», «3D көлемі», «Жанама өлшемдер», «Қол жетпес биіктік», «Тірек доға», «Орнату және түсіріс», «2D жол», «Жасырын нүкте», «Кері қиылыс», «Базалық жазықтық» және т.б.



2.3- сурет – Leica TS09 plus R500 3” тахеометрі

Bluetooth сымсыз модулі Leica TS09 plus R500 3” жалпы станциясын Viva бағдарламалық құралымен жұмыс істейтін Leica CS10 басқарғышына қосуға мүмкіндік береді. Бұл деректерді ыңғайлы басқаруға және әртүрлі құрылғылар арасында тасымалдауға мүмкіндік береді.

Ең кең тараған форматтар (GSI, DXF, ASCII, LandXML, CSV, пайдаланушы пішімі) USB арқылы деректерді жылдам және оңай импорттау және экспорттау арқылы пайдаланушылар ақпаратты тиімді алмастыра алады және деректерді өздерінің жұмыс процестеріне біріктіре алады.

Leica TS09 plus R500 3” тахеометрі өлшеудің жоғары дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз етеді және бағдарламалық қамтамасыз ету функцияларының кең ауқымын ұсынады, бұл оны геодезиялық және құрылыс тапсырмалары үшін таптырмас құрал етеді.

2.3 Уран кенін өндіру жұмыстарын маркшейдерлік қамтамасыз етудегі ҰҰА қолдану перспективасы

Қазіргі заманғы ұшқышсыз ұшатын аппараттардың (ҰҰА) маркшейдерлік жұмыстарға кең мүмкіндіктері бар. Біріншіден, дроннан аэрофототопографиялық түсіру ауданның ортофото жоспарларын және жоғары егжей-тегжейлі цифрлық биіктік модельдерін жылдам алуға мүмкіндік береді. Борттық камералар мен фотограмметриялық әдістерді қолдану арқылы аумақтың 3D моделі бірнеше сантиметрге дейінгі дәлдікпен жасалады. Бір дерлік ұшуда ұшқышсыз ұшақ бірнеше шаршы шақырым аумақты қамтиды, бетті модельдеу үшін миллиондаған өлшеу нүктелерін жинайды. Мысалы, жұмыс күнінде кәсіби дрон шамамен 6 км² аумақты, оның ішінде жету қиын жерлерді зерттей алады, бұл дәстүрлі жерүсті әдістерінен әлдеқайда жылдам. Алынған мәліметтерді одан әрі талдау үшін маркшейдерлік бағдарламалық қамтамасыз ету пакеттеріне (Micromine, Surpac, MapInfo және т.б.) экспорттауға болады.

Рельефті барлаумен қатар, дрондар тау-кен кәсіпорнының инфрақұрылымын бақылау үшін тиімді қолданылады. Жер асты шаймалау әдісімен игерілген уран кеніштерінде объектілердің едәуір бөлігі жер бетінде (ұңғыма кен орындары, құбырлар, технологиялық учаскелер) орналасқан. ҰАО ұзын байланыс желілерін, мысалы, жету қиын аймақтардағы ерітінділерге арналған магистральдық құбырларды жүйелі түрде тексеруге және зақымдануды немесе ағып кетуді тез арада анықтауға мүмкіндік береді. Ажыратымдылығы жоғары аэрофототүсірілімдер жердегі жабдықтың (ұңғыма сағалары, резервуарлар, сорғы станциялары) жағдайын тікелей потенциалды қауіпті аймақтарға персонал кіргізбестен егжей-тегжейлі зерттеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, дрондар арнайы датчиктерді алып жүре алады: жылу аномалияларын анықтауға арналған тепловизорлар (мысалы, ағып кету немесе жабдықтың қызып кетуі кезінде қыздыру), өсімдіктердің жай-күйін бағалауға арналған мультиспектрлік камералар (ластану көрсеткіші ретінде) және өнеркәсіптік шығарындыларды бақылауға арналған газды талдау сенсорлары. Нәтижесінде инфрақұрылым объектілерін қашықтықтан бақылау үздіксіз және белсенді сипатқа ие болып, жабдықты пайдалану қауіпсіздігі мен тиімділігін арттырады.

Деформацияны бақылау және геодинамикалық бақылау үшін ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдалануды бөлек атап өткен жөн. Жерасты шаймалау әдісі жер бетінде жұмсақ болып саналғанымен, тау жыныстарының шайылуы салдарынан шөгу немесе топырақтың жергілікті деформациялану мүмкіндігін жоққа шығармайды. Дәстүрлі түрде тік қозғалыстар геодезиялық әдістерді (нивелирлеу, спутниктік өлшемдер) қолдану арқылы бақыланады, бірақ дрон бұл әдістерді жиі қашықтықтан зондтаумен толықтыра алады. Әртүрлі уақытта цифрлық рельеф моделін құрастыру арқылы биіктіктер айырмашылығын есептеуге және шөгу аймағын анықтауға болады. Тәжірибе көрсеткендей,

аэрофототүсірілімде алынған биіктік белгілері электронды тахеометр немесе GPS қабылдағыш көмегімен жерді түсіру деректерінен дәлдігі жағынан кем түспейді. Максималды сәйкессіздіктер әдетте рұқсат етілген шектерде болады және қиын жағдайларда (мысалы, карьерде немесе шалғай аумақта спутниктердің көріну мүмкіндігі шектеулі) дрон фотограмметриясы одан да тұрақты нәтиже бере алады.

Осылайша, ұшқышсыз ұшу аппараттарының көмегімен деформацияны бақылау жер бетінің және инженерлік құрылыстардың жай-күйі туралы ақпаратты жиірек және қауіпсіз алуға мүмкіндік береді. Мысалы, ұшқышсыз ұшу аппараттары шөгуді, ағып кетуді немесе еңіс тұрақтылығының бұзылуын анықтау үшін қалдық бөгеттер мен жер учаскелерінің үстінен мерзімді ұшулар үшін пайдаланылады. Аномалиялар анықталған жағдайда, маркшейдер қызметі тәуекелдер туралы дереу ескертіп, инженерлік шараларды бастауы мүмкін. Ақырында, өнеркәсіптік алаңдағы объектілер мен материалдарды есепке алуда ҰҰА қолданылады. Ажыратымдылығы жоғары цифрлық аэрофотосуреттер барлық жерүсті объектілерінің – ұңғымалардың, резервуарлардың, ғимараттардың, жолдардың, байланыс желілерінің орналасқан жерін түгендеуге және кеніш учаскесінің өзекті ситуациялық жоспарларын жүргізуге мүмкіндік береді. Үш өлшемді рельеф моделін құру жер қазу жұмыстарының көлемін, топырақты толтыруды есептеуге, сонымен қатар пайдалы қазбалар қоймаларындағы немесе үйінділердегі қорларды есептеуге мүмкіндік береді. Классикалық карьерлерде өндірілген тау-кен массасының көлемдерін анықтау және оларды жобалық мәндермен салыстыру үшін фотограмметрия сәтті қолданылады. Руда үйінділері жоқ уран кәсіпорындары үшін дрондарды реагенттердің, материалдардың көлемін бақылау, сондай-ақ дайын өнімдері бар алынған контейнерлерді есепке алу үшін пайдалануға болады. Мысалы, сақтау орындарына дейін және сақтаудан кейінгі аэрофототүсірілім рельефтік үлгілердегі айырмашылық негізінде материалдардың мөлшерін дәл бағалауға мүмкіндік береді. Осылайша, дрондар есеп және аудит объектілерінің міндеттерін жеңілдетеді: әр учаскедегі ұңғымалардың санынан резервуарлардың көлеміне және қалдықтарды орналастыру орындарының жағдайына дейін.

Аналитикалық фотограмметрия кезінде аумақтағы нүктелердің координатасы (X, Y, Z) мен олардың кескіндегі координаталары (x, y) коллениарлық теңдіктермен түсірісте біріктіріледі. Жеңілдетілген түрде (a_{ij}) бұрылыстық матрица элементтерімен және проекцияның белгісіз центрімен (X_s, Y_s, Z_s) былай жазылады:

$$x - x_0 = -f \frac{a_{11}(X-X_s)+a_{12}(Y-Y_s)+a_{13}(Z-Z_s)}{a_{31}(X-X_s)+a_{32}(Y-Y_s)+a_{33}(Z-Z_s)}, \quad (15)$$

$$y - y_0 = -f \frac{a_{21}(X-X_s)+a_{22}(Y-Y_s)+a_{23}(Z-Z_s)}{a_{31}(X-X_s)+a_{32}(Y-Y_s)+a_{33}(Z-Z_s)}, \quad (16)$$

мұндағы, f – фокустық қашықтық,

(x_0, y_0) – түсірістің негізгі нүктесінің координаталары. ҰҰА – фотограмметриясында кесінділердің геопозициясы да ескеріледі. Дрон арқылы фотограмметриялық түсірістің әдеттегі дәлдігі – 1-5 см. Топографиялық пландарды байлау аффинды немесе жобалық координаталарды түрлендіру арқылы жүргізіледі – бұл негізінен $x' = ax + by + c$, $y' = -bx + ay + d$ түріндегі сызықтық трансформация болып табылады (қарапайым жағдайларда).

Дрондарды пайдалану дәстүрлі әдістермен салыстырғанда бірқатар маңызды артықшылықтарды қамтамасыз етеді. Зерттеулер көрсеткендей, фотограмметриялық әдіспен дроннан алынған материалдар маркшейдерлік жұмыстарға қойылатын дәлдік бойынша нормативтік талаптарға толық сәйкес келеді. Өртүрлі рельеф түрлерінде (жазық, үйінділер, карьерлер) салыстырмалы сынақтарда тахеометр немесе GPS деректерінен аэротүсіру нәтижелерінің ауытқуы рұқсат етілген ең жоғары мәндерден аспады. Сонымен қатар, кейбір жағдайларда дронмен түсірілген зерттеулер дәлірек болды – мысалы, терең карьердегі рельефті анықтау кезінде GPS қабылдағышы аспанның нашар көрінуіне байланысты үлкен қателер берді, ал дрон қажетті дәлдікті қамтамасыз етті. ҰҰА деректерінің дискреттілігі әдетте жоғарырақ: фотограмметрия тығыздығы жоғары нүктелік бұлтты құрайды, сондықтан, мысалы, ұшқышсыз түсірілімдер негізінде өндіріс көлемін есептеу лазерлік сканерлеу нәтижелерімен сәйкес келеді. Осылайша, дәлдік пен егжей-тегжейлі түрде ұшқышсыз әдістер қазірдің өзінде аспаптық зерттеулермен бәсекелеседі.

Дәстүрлі тәсілдер үшін уақыт шығындары айтарлықтай жоғары. Үлкен аумақтарды (бірнеше шаршы километр) жерүсті топографиялық түсіру маркшейдерлік бригадаларды тартуды, көптеген станциялар мен реперлерді пайдалануды талап етеді және күндер мен апталарды алуы мүмкін. Пикеттер торына қолмен бөлуді қажет етпей, дрон бірнеше сағат немесе күн ішінде автоматты түрде бірдей аумақты қамтиды. Мысалы, тұрақты қанатты геодезиялық дрон (RTK/PPK жүйесі бар) GSD шамамен 5 см/пикс болатын ұшудың бір сағатында 500 гектарға дейін аумақты қамтиды. Нәтижесінде топографиялық деректерді жаңарту циклі бірнеше есе қысқарады - түсірістерді мамандардың көп бөлігін алаңдатпай жиі (апта сайын, ай сайын) жүргізуге болады. Бұл әсіресе үлгілерді жедел жаңартуды қажет ететін (мысалы, ай сайын жаңа ұңғымаларды бұрғылау кезінде) динамикалық салалар үшін тиімді.

Жұмыс қауіпсіздігі – дрондар дәстүрлі әдістерден жоғары болатын ең маңызды параметр. Дәстүрлі маркшейдерлік жұмыстарда персонал жиі қиын немесе қауіпті жағдайларда жұмыс істеуге тура келеді: жұмыс істеп тұрған жабдықтың жанында, жаңадан қазылған учаскелерде, радиациялық фон жоғары. Дрондарды пайдалану адамның қауіпті ортамен тікелей байланысын

болдырмай, қашықтықтан барлау жүргізуге мүмкіндік береді. Ядролық ынтымақтастықтың дүниежүзілік орталығы (МАГАТЭ) мәліметтері бойынша, радиациялық бақылау үшін ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдалану барлық қажетті деректерді әлдеқайда жылдам жинауға және адамдарға радиациялық және физикалық қауіптерді толығымен болдырмауға мүмкіндік береді. Жалпы алғанда, адам факторын жою (берілген маршрут бойынша қашықтан басқару) нәтижелердің сенімділігін арттырады және оператор қателерінің ықтималдығын азайтады.

Дрондар сонымен қатар экономикалық және ұйымдастырушылық артықшылықтар береді. Бір ұшқышсыз кешен дәстүрлі жабдықтың бірнеше бірлігін алмастыра алады – электронды тахеометр, GNSS қабылдағыштары, визуалды бақылауға арналған квадрокоптер, тікұшақтан аэрофототүсірілім және т.б. Үлкен аумақты аэрофототүсірілім үшін ұшақ немесе тікұшақ жалға алудың қажеті жоқ, бұл қомақты қаражатты үнемдейді. Географиялық топтың жол жүру және қиын жұмыс кезінде олардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету шығындары азаяды. Сонымен қатар, геодезиялық процестің автоматтандырылуы жоғары білікті мамандардың үлкен санына деген қажеттілікті азайтады: операторлардың шағын командасы қысқа дайындықтан кейін дронды басқара алады және кескіндерді өңдей алады. Ұзақ мерзімді перспективада ұшқышсыз технологияларды енгізу маркшейдерлік және мониторингтік шығындарды азайтуға мүмкіндік береді, ал босаған еңбек ресурстарын әдеттегі дала жұмыстарының орнына аналитикалық тапсырмаларға бағыттауға болады. Осылайша, факторлардың үйлесімі (дәлдік, жылдамдық, қауіпсіздік, құны) бойынша ұшқышсыз жүйелер, әсіресе, уран ұңғымаларын өндіру учаскелерін қамтитын ірі және шалғай учаскелерде маркшейдерлік жұмыстың дәстүрлі әдістерін толықтырады және көп жағынан асып түседі.

Тау-кен өндірісіндегі үш өлшемді модельдеу (3D модельдеу) қазіргі заманғы маркшейдерлік және геотехнологиялық тәжірибенің құрамдас бөлігі болып табылады. Мамандар 3D-модельдерді пайдалана отырып, жер қойнауының құрылымын, рудалық денелердің, ұңғымалардың және инфрақұрылымның орналасуын толық және анық көрсете алады, тау жыныстары көлеміндегі технологиялық процестердің ағымын үлгілей алады [22].

Маркшейдерлік (геодезиялық) жұмыс. маркшейдерлік жұмыстарда 3D модельдеу маркшейдерлік жұмыстар мен тау-кен жұмыстарын көрсету әдістерінде төңкеріс жасады. Дәстүрлі жазық жоспарлар мен қималар кен орнының интерактивті үш өлшемді үлгілерімен толықтырылады немесе ауыстырылады. Геодезиялық өлшеу деректерінің негізінде (соның ішінде лазерлік сканерлеу, GNSS түсірілімі) учаскенің рельефі мен геологиялық қабаттарының жоғары дәлдіктегі цифрлық үлгілері салынады. Геоақпараттық модельдеу 3D форматында сандық маркшейдерлік жоспарды құруға мүмкіндік

береді, мұнда барлық кен қазбалары, ұңғымалар, блок контурлары және кен денесінің шекаралары кеңістікте көрсетілген. Бұл тәсілдің бірқатар артықшылықтары бар: біріншіден, жақсартылған визуализация – инженер кен орнын кез келген бұрыштан «көре алады», табиғи масштабтау кезінде объектілердің (мысалы, кен қабатына және сулы горизонттарға қатысты ұңғымалардың) салыстырмалы орналасуын қарастыра алады. Екіншіден, көлем мен резервтік есептеулердің дәлдігі артады. Цифрлық модель ГАЗ функцияларын пайдалана отырып, өндірілген тау жыныстарының көлемін, уранның қалған қорын, бос орындар немесе сұйылту көлемін автоматтандырылған есептеуге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда қорларды есептеудің әртүрлі әдістерін айтарлықтай қосымша еңбек шығындарынсыз қатар қолдануға болады, бұл сенімдірек бағалауды қамтамасыз етеді. Үшіншіден, 3D модельдер нақты жұмыстың жобалық құжаттамаға сәйкестігін бақылауды жеңілдетеді: маркшейдерлік қызмет ағымдағы үлгіге жобалық контурларды қосады және ауытқуларды дереу анықтайды (мысалы, ұңғыма траекториясының жобалық траекториядан ауытқуы). Осылайша, 3D модельдеу тау-кен жұмыстарының дәлдігін қамтамасыз ету және олардың орындалу барысын құжаттау құралы ретінде қызмет етеді.

Геотехнологиялық жұмыс (процестерді жоспарлау және талдау). Уран кендерін жер-асты шаймалау, қабаттағы геотехнологиялық процестерді имитациялау және талдау үшін 3D модельдер қолданылады. Уран кендерінің таралуы, кеуектілігі, тау жыныстарының өткізгіштігі, барлық өндіру және бақылау ұңғымаларының орналасуын қамтитын өнімді горизонттың кеңістіктік моделі жасалады. Осы негізде шаймалау ерітіндісінің таралу динамикасы туралы деректер қойылады. Мамандандырылған бағдарламалардың көмегімен (гидрогеологиялық және геохимиялық модельдер) үш өлшемді кеңістікте ерітіндіні сүзу және уранды еріту процесі есептеледі. Нәтижесінде ерітінді ағынының тау жыныстарымен әрекеттесуін және уақыт пен кеңістікте реагент пен уран концентрациясының өзгеруін сипаттайтын реактивті көлік моделі деп аталады. Мұндай модельдер қабаттың әрбір учаскесінде шаймалаудың қалай жүретінін, белгілі бір блоктан қанша уран алуға болатынын және өңдеуден кейін қалдық реагенттер қалай таралатынын болжауға мүмкіндік береді.

Геотехнологиялық процестерді 3D модельдеу маңызды өндірістік функцияны орындайды: ол жоспарлау сатысында сілтілеу параметрлерін оңтайландыруға және өндіріс кезінде технологиялық режимді бейімдеуге көмектеседі. Мысалы, цифрлық модельді талдау ұңғымалардың ағымдағы орналасуымен кен денесінің бір бөлігі реагентпен жабылмаған күйде қалатынын көрсетуі мүмкін – содан кейін жобаға өзгерістер енгізіледі (қосымша ұңғымалар қосылады немесе айдау режимі реттеледі). Немесе модель кейбір аймақтарда шамадан тыс қышқылды тұтынуды болжайды – содан кейін технологтар шамадан тыс тұтынуды болдырмау үшін реагент концентрациясын немесе айдау жылдамдығын қайта қарайды. Сайып келгенде, 3D геомодельдеу уранды өндірудің толықтығын арттыруға және кен орнының үш өлшемді құрылымын және сүзу процесін тереңірек түсіну

есепінен реагент шығындарын азайтуға мүмкіндік береді. Модельдер негізінде блокты әзірлеудің ең жақсы нұсқалары таңдалады: әртүрлі даму сценарийлерін виртуалды түрде ойнатуға және олардың нәтижелерін салыстыруға болады.

3D-модельдердің қоршаған ортаға әсерді бағалау және алдын алу үшін негіз болатыны да маңызды болып табылады. Мысалы, кеңістіктік модель сілтісіздену контурынан тыс ластаушы заттардың ықтимал миграциясы аймақтарын болжай алады. Бұл қосымша бақылау ұңғымаларын орнатуды немесе оқшаулау шараларын алдын ала жоспарлауға мүмкіндік береді.

Тау-кен өнеркәсібіне арналған заманауи бағдарламалық пакеттер (Micromine, Maptek Vulcan, Datamine, отандық ГАЗ және т.б.) геология мен технологияны 3D модельдеу функцияларын біріктіреді. Кен орнының құрылған ақпараттық модельдеріне геологиялық модуль (тау жыныстары мен кендердің құрылымы), технологиялық модуль (ұңғымалар, шаймалау режимдері туралы деректер) және болжамды модельдеу модулі кіреді. Бұл құрамдастарды бір жүйеге біріктіру операциялық процесті басқаруды қолдайтын нақты уақыт режимінде талдауына мүмкіндік береді. Осылайша, 3D модельдеу ГАЗ технологияларымен тығыз байланысты: іс жүзінде тау-кен өндіруге арналған қазіргі заманғы ГАЗ геологиялық және геотехнологиялық ақпараттық модельдеу кешендері болды, мұнда үш өлшемді модель визуализация мен есептеулер үшін орталық элемент болып табылады. 2.1 – кестеде көрсетілгендей ГАЗ қолданылатын нысандарда тиімділік әлдеқайда жоғары екендігін байқаймыз.

Кесте 2.1 – Статистикалық деректер мен тиімділік көрсеткіштері

Көрсеткіш	ГАЗ қолданылмайтын нысан	ГАЗ қолданылатын нысан
Кеңістіктік деректерді өңдеу уақыты	3–5 күн	4–6 сағат
Қателік ықтималдығы	10–15%	2–3%
Мониторинг жиілігі	айына 1 рет	күнделікті (реалтайм)
Ұңғымалардың координаталық дәлдігі	± 0.5 м	± 0.05 – 0.1 м

2.4 Құралдар мен әдістерді салыстырмалы талдау және таңдау критерийлері

Уран кен орындарын геодезиялық қамтамасыз етуде қолданылатын құрал-жабдықтар мен технологиялар әртүрлі техникалық сипаттамаларға, дәлдік деңгейіне, баға диапазонына және қолдану жағдайына ие. Осы себепті белгілі бір өндірістік нысан үшін ең тиімді шешімді таңдау – геодезиялық жұмыстардың нәтижелілігі мен сенімділігіне тікелей әсер етеді. Бұл бөлімде

негізгі геодезиялық құралдардың салыстырмалы талдауы жүргізіліп, оларды таңдау критерийлері ұсынылады.

Кесте 2.2 – Уран өндіру саласында кеңінен қолданылу перспективалары бар құралдар

Құрал түрі	Негізгі міндеті	Өндірушілер
GNSS-қабылдағыштар	Координаттар мен биіктікті дәл анықтау (RTK, PPK)	Trimble, Leica, Topcon
Электронды тахеометрлер	Бұрыштар мен арақашықтықтарды өлшеу	Sokkia, Leica, Nikon
ҰҰА (дрондар)	Ортофотопландар, цифрлық бедер модельдері	DJI, Quantum Systems
Лазерлік сканерлер	3D бұлтты модельдер	FARO, Riegl, Leica
Цифрлық нивелирлер	Биіктік айырмашылықтарын анықтау	Leica, Trimble, Topcon

Кесте 2.3 – Салыстырмалы техникалық талдау

Көрсеткіш	GNSS (RTK)	Тахеометр	ҰҰА	Лазерлік сканер	Цифрлық нивелир
Дәлдік	±1–2 см	±2–5 мм	±3–10 см	±2–3 мм	±1 мм
Қолдану уақыты	жылдам	орташа	өте жылдам	баяу	орташа
Жұмыс көлемі	кең аумақ	локалды	үлкен аумақ	объекті ішілік	нүктелік
Автоматтандыру	жоғары	орташа	жоғары	жоғары	төмен

Таңдау критерийлері 2.2 және 2.3 – кестеде көрсетілгендей мынадай:

Геодезиялық жабдықты таңдағанда келесі факторларды ескеру қажет:

1. Ұңғымалардың орналасуын 5 см-ден төмен қателікпен анықтау қажет болса – RTK режиміндегі GNSS немесе тахеометр ұсынылады.

2. Кең территориялар үшін UAV және GNSS тиімді, ал тар аумақтарда тахеометр мен нивелирлер қолайлы.

3. Радиациялық қауіпті аймақтарда қашықтан жұмыс істеуге мүмкіндік беретін ҰҰА және лазерлік сканерлер артықшылыққа ие.

4. Құралдардың бағдарламалық қамтамасыз етуге үйлесімділігі (AutoCAD, ArcGIS, Civil 3D) маңызды.

5. Шағын кәсіпорындарда бюджетке байланысты компромистік шешімдер қарастырылады.

4. Өндірістік жағдайдағы ұсыныстар

– Харасан-2 сияқты ірі уран кен орындары үшін GNSS + ҰҰА кешенді шешімі кеңістіктік деректерді дәл әрі жедел алуға мүмкіндік береді;

– Жерасты коммуникациялар мен конструкциялар үшін тахеометр + сканер шешімі тиімді;

– Камералдық жұмыс үшін интеграцияланған ГАЗ + 3D модельдеу платформалары (мысалы, ArcGIS + Leapfrog Geo) ұсынылады.

Екінші тарау бойынша тұжырым

Қазіргі уран өндірісінде, әсіресе жер асты шаймалау әдісінде, геодезиялық құралдардың дәлдігі маңызды рөл атқарады. GPS және электрондық тахеометрлер көмегімен өндірістік бақылау жылдам әрі нақты жүргізіледі. Бұл өндірісті автоматтандыруға, қауіпсіздікті арттыруға және шығындарды азайтуға мүмкіндік береді.

Ұшқышсыз ұшатын аппараттар (дрондар) мен 3D модельдеу технологиялары үлкен аумақтарды қашықтан бақылауға жол ашып, жерасты қауіпсіздігін күшейтеді. Сонымен қатар, 3D модельдер геологиялық құрылымды түсінуге және шаймалау процестерін жетілдіруге көмектеседі.

Алайда кейбір қиындықтар бар: жер астында GPS сигналы әлсірейді, бірақ оны дифференциалды түзету шешеді. Жаңа технологияларды енгізу бастапқы шығын мен мамандарды оқытуды қажет етеді, алайда ұзақ мерзімде тиімділікті арттырады.

Демек, өндірістік жағдайға сай геодезиялық құралдарды дұрыс таңдау – уақыт пен қаржыны үнемдеп, уран өндірудің сапасын арттырудың кепілі.

3 Синтетикалық апертуралық интерферометрия (InSAR) және уранның ЖҰШ кен орындарындағы заманауи геодезиялық бақылау әдістері

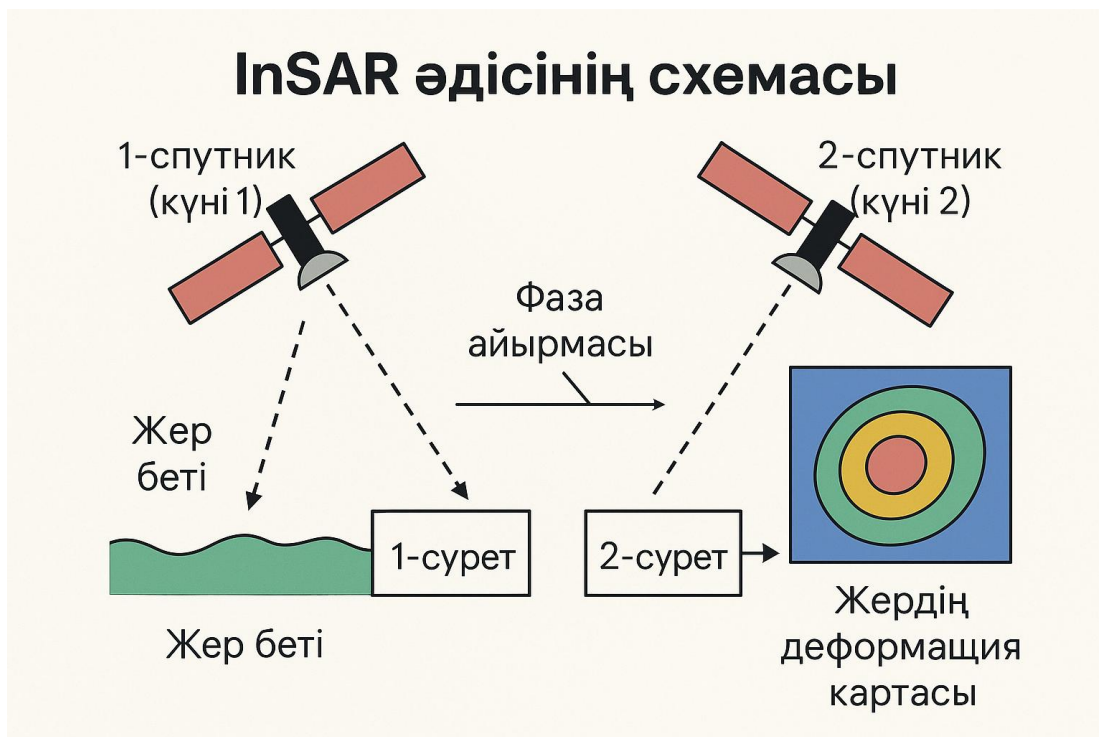
3.1 Уранды ЖҰШ-да геодезиялық мониторинг жүргізу қажеттілігі

Уранды жер асты шаймалау (ЖҰШ) әдісі өзінің экологиялық және экономикалық артықшылықтарына байланысты кеңінен қолданылады. Алайда, уран кендерінің жер астында еруі және өнімді ерітінділердің айдалуы кен орнының гидрогеологиялық және геомеханикалық жағдайларының өзгеруіне әкеледі [3]. Бұл тау жыныстарының бірте-бірте деформациясын, жер бетінің шөгуін және инфрақұрылым мен қоршаған ортаға байланысты қауіптерді тудыруы мүмкін. ЖҰШ кезінде ландшафттың беткі қабатының минималды бұзылуына қарамастан, кейбір жағдайларда тау жыныстарының қайта бөлінуі және қабаттардан сұйықтықтың шығуы есебінен жердің шөгуі тіркеледі. Мысалы, АҚШ ережелері уранның ЖҰШ аймақтарында шөгу немесе жер бетінің опырылуы ықтималдығын ескереді. Уақытылы бақылаусыз мұндай деформациялар ұңғымалардың, құбырлардың және технологиялық алаңдардың бұзылуына әкелуі мүмкін, сонымен қатар персоналға қауіп төндіреді. Сондықтан ЖҰШ әдісімен кен орындарын игеру процесінде геодезиялық бақылау тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігі мен тұрақты дамуын қамтамасыз етудің қажетті элементі болып табылады. Жер бетінің шөгуіне жүйелі түрде мониторинг жүргізу жағымсыз өзгерістерді ерте анықтауға және кен орнының экожүйесіне төтенше жағдайлар мен жағымсыз әсерлердің алдын алу, тұрақтандыру шараларын қабылдауға мүмкіндік береді.

3.2 InSAR (синтетикалық апертуралық интерферометрия) әдісінің жұмыс істеу принципі

InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) әдісі спутниктен әр түрлі уақытта алынған аймақтың радарлық суреттерін талдауға негізделген. Спутниктік синтетикалық апертуралық радар микротолқынды сигнал шығарады және жер бетінен шағылысқан сигналды жазып, толқындардың амплитудасын да, фазасын да жазады. Спутниктік деректер аумақтың ерекшеліктері мен жасалатын жұмыс критерийлеріне қарап 3.1 – кестедегідей көрсеткіштердің негізінде таңдалады. Белгілі бір уақыт аралығынан кейін бір аумақты қайта түсірсеңіз, екі радар кескінін салыстыруға болады. Екі түсірілім арасындағы жер бетіндегі шағын ығысулар қайтарылған сигналдың фазалық ығысуының өзгеруіне әкеледі. Интерферометрия екі радиолокациялық кескінді қабаттастыруды (интерференциялауды) қамтиды, соның арқасында бұл фазалық ығысулар спутниктен жерге дейінгі қашықтықтың өзгеруіне сәйкес интерферограмма фрагменттері (интерферограмма жиектері) ретінде анықталады [8]. Өңдеу нәтижесінде 3.1 – суретке сәйкес беттік

деформацияның суреті алынады: беттің өзі емес, түсірілімдер арасындағы кезеңдегі оның жылжу шамасы (спутникке бағыт бойынша).



3.1 - сурет – InSAR интерферограмма мысалы

InSAR рельефтегі өте аз өзгерістерді өлшеуге мүмкіндік береді - күндер, айлар немесе жылдардағы топырақтың миллиметрлік жылжуына дейін. Мұндай жоғары сезімталдыққа шамамен сантиметр толқын ұзындығында сигналдың фазалық айырмашылығын дәл есепке алу арқылы қол жеткізіледі. Бұл әдіс тік шөгулердің, биіктіктердің және сәйкес түсіру геометриясы бар жер беті қозғалысының көлденең құрамдас бөліктерінің карталарын құру үшін қолданылады. Радиолокациялық бақылаудың маңызды артықшылығы оның барлық ауа-райында және тәулік бойы жұмыс істеуі болып табылады: оптикалық әдістерден айырмашылығы, радиолокациялық спутниктер Жерді бұлттар арқылы және түнде бірдей тиімділікпен бақылай алады. Бұл нақты тау-кен жағдайында деформацияларды үздіксіз бақылау үшін өте маңызды.

Радарлық интерферометрия $\Delta\Phi$ фазасының өзгеруін көру сызығы бойынша орын ауысырумен байланыстырады. Ең қарапайым Жағдайда тік орын ауыстыруды мына ыормула бойынша табуға болады

$$\Delta h = \frac{\lambda}{4\pi \cos \theta} \Delta \Phi, \quad (17)$$

мұндағы λ – САР толқын ұзындығы (Sentinel-1 үшін 0,056 м),
 θ – құлау бұрышы.

Әдетте, SNAP қолданбасында $\Delta d_{LOS} = -\lambda \Delta \Phi / (4\pi)$ теңдеуі қолданылады. DInSAR – бақылауларының әдеттегі қателігі – сантиметрдің кішкене бөлігіне тең болады.

Осылайша, InSAR жұмыс принципі қашықтан, орбиталық тасымалдаушылардан жоғары дәлдікпен жер бетінің қозғалысы туралы кеңістіктік-уақыттық деректерді алуға мүмкіндік береді.

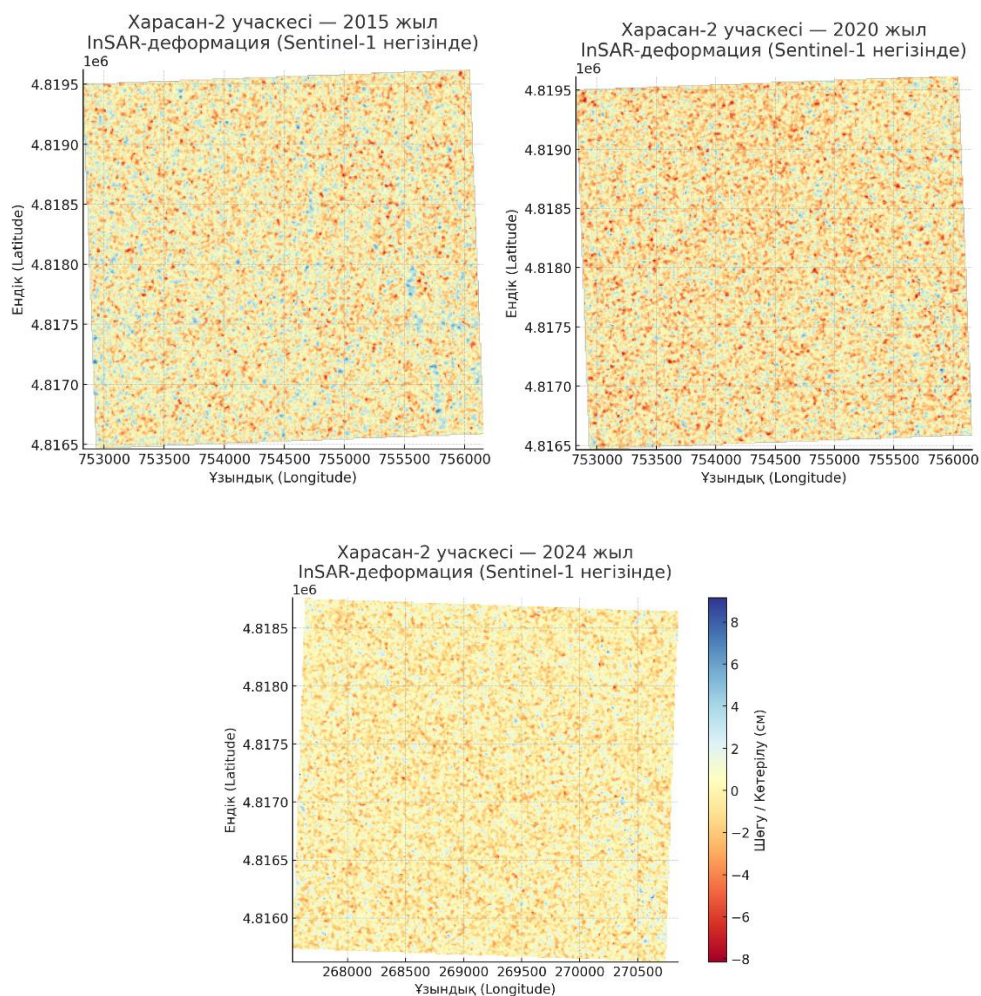
Кесте 3.1 – InSAR интерферометриясы негізінде қолданылатын спутниктердің негізгі характеристикалары

Спутник	Ел	Кеңістіктік ажыратымдылық	Уақытша интервал	Ерекшелігі
Sentinel-1	ЕО (ESA)	5–20 м	6/12 күн	Ашық қолжетімді
TerraSAR-X	Германия	1 м	11 күн	Жоғары дәлдік
RADARSAT-2	Канада	3–100 м	24 күн	Терең ену қабілеті
ALOS PALSAR	Жапония	10 м	46 күн	L-band (жасыл аймақ үшін)

3.3 InSAR-дың дәстүрлі бақылау әдістерінен артықшылығы

Кен орындарындағы деформацияны бақылаудың дәстүрлі геодезиялық әдістері, мысалы, жоғары дәлдіктегі нивелирлеу және тахеометриялық түсіріс (электрондық тахеометрлерді қолдану арқылы геодезиялық түсіру) бірқатар шектеулерді қамтиды. Олар бақылауларды тек жекелеген нүктелерде (бағыттаушыларда, ұңғымаларда немесе құрылымдарда) қамтамасыз етеді және шектеулі аумақты қамтиды. Кен орнының бүкіл аумағында үздіксіз мониторинг жүргізу көптеген өлшеу станцияларын және айтарлықтай еңбек шығындарын талап етеді. Сонымен қатар, жердегі әдістер әдетте мамандардың циклдік сапарларын қамтиды және үлкен динамикалық аумақтарды жедел қамтуға мүмкіндік бермейді. Заманауи зерттеулер тек GNSS бақылауларын немесе нивелирлеуді қолдану деректердің фрагменттелуіне, кеңістіктік ажыратымдылықтың төмендігіне және ірі тау-кен өндірісінде мониторингтің жоғары еңбек сыйымдылығына әкелетінін атап өтті. Мысалы, жұмыс істеп тұрған шахтада дәстүрлі әдістермен шөгуді бақылау көптеген бақылау нүктелерінің қажеттілігі мен адам факторының әсерінен қиын, яғни, біріншіден бұл салыстырмалы түрде көп уақытты алады, екіншіден, тікелей адам факторы болғандықтан еңбек күшін талап етеді.

InSAR спутниктік радар интерферометриясы негізінде 3.2 – суретке сәйкес аумақтың деформациялық картасы жасалды. Бұл карта өз кезегінде уранды ЖҰШ шаймалау кезіндегі процестердің нәтижесінде жер бетінің шөгу немесе көтерілу көрсеткіштерін есептеуге мүмкіндік берді. Осы көрсеткіштердің негізінде, орташа деформациялық көрсеткіштер анықталып график тұрғызылды.

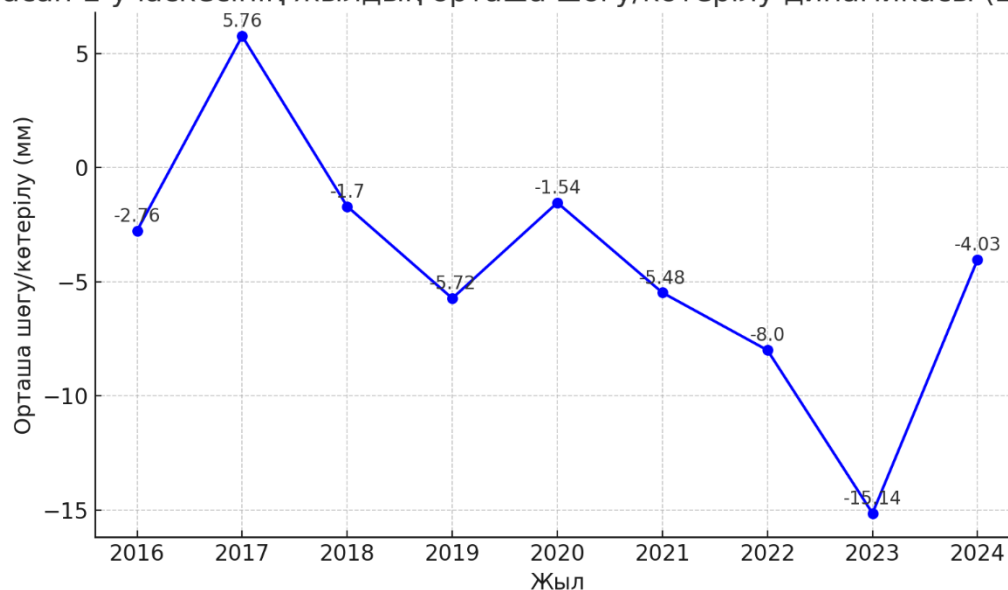


3.2 - сурет – InSAR бойынша деформация картасы (2015 ж., 2020 ж., 2024 ж.)



3.3 - сурет – Харасан – 2 учаскесінің жылдық орташа деформациялық динамикасы. InSAR өлшемі бойынша

Харасан-2 учаскесінің жылдық орташа шөгу/көтерілу динамикасы (2015–2024)



3.4 - сурет – Харасан – 2 учаскесінің жылдық орташа деформациялық динамикасы. ГНСС өлшемі бойынша

3.3 – суретке сәйкес графиктерден көріп отырғанымыздай, Харасан-2 учаскесінің 2015–2024 жылдардағы шөгу/көтерілуінің орташа динамикасы 10 жылдық кезеңде болған деформация процестерін анық көрсетеді.

График нәтижелері бойынша 2016 жылы оң мән байқалды, бұл осы аумақта жер бетінің сәл көтерілуін көрсетеді. Басқа жылдары орташа шөгу тіркелді, әсіресе 2022 жылы шөгудің ең жоғары деңгейі (-1,61 см) байқалды.

Жалпы зерттеу кезеңінде жер бетінің бірте-бірте шөгуі анықталды, бұл жерасты шаймалау (ЖҰШ) технологиясының әсерінен геомеханикалық өзгерістердің болуын растайды.

Алынған нәтижелер кен орнының геотехнологиялық процестеріне және экологиялық қауіпсіздік талаптарының сақталуына үздіксіз мониторинг жүргізу қажеттілігін көрсетеді. Сонымен қатар, 3.4 – суреттегі графикке сәйкес көрсеткіштерді негізге ала отырып, екі әдістің де нәтижелерінің сәйкес келуінен InSAR әдісі жұмысқа жарамды деген қорытынды жасауға болады.

Спутниктік интерферометриялық SAR 3.2 – кестеде көрсетілгендей әдістердегі кемшіліктердің көпшілігінен арылған. InSAR кең кеңістікті қамтуды қамтамасыз етеді – барлық өріс аумағын жерге аспаптарды қоймастан ғарыштан байқауға болады. Әрбір радар кескіні сайттан миллиондаған шағылысу нүктелері (пиксель) туралы ақпаратты қамтиды, бұл бақылау станцияларының тығыз желісінің болуымен теңестіріледі. Түсірулердің мерзімді қайталануымен (мысалы, Sentinel-1 спутниктері үшін 6-12 күн сайын) әдіс іс жүзінде үздіксіз хронологиялық деформациялар қатарын қамтамасыз етеді. Осыған байланысты InSAR жылжулар туралы үздіксіз кеңістіктік деректерді қамтамасыз етеді, ал жердегі әдістер тек сирек нүктелер үшін деректерді береді. InSAR әдісі бойынша деформацияны өлшеудің теориялық дәлдігі жоғары дәлдіктегі нивелирлеудің дәлдігімен

салыстырылатын сантиметрлік және тіпті миллиметрлік мәндерге жетеді. Сонымен қатар, кен орнында инженерлердің көп саны қажет емес – деректер қашықтан жиналады, бұл мониторингтің экономикалық тиімділігін арттырады. Тағы бір артықшылығы - тиімділік: спутниктен алынған деректерді түсіруден кейін көп ұзамай өңдеуге болады, бұл объектінің күйіндегі өзгерістерді дерлік нақты уақыт режимінде анықтауға мүмкіндік береді (тек суреттерді қабылдау және өңдеу уақытына кідіріспен). Осылайша, дәстүрлі геодезиялық өлшеулермен салыстырғанда, InSAR бақылау мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңейтеді: ол үлкен аумақтарды қамтиды, уақыт пен еңбек шығындарын азайтады және деформациялардың егжей-тегжейлі бейнесін береді.

Кесте 3.2 – Зерттеу әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері

Әдіс	Артықшылықтары	Кемшіліктер
Триангуляция	Жоғары дәлдік, дәлелденген технология	Ұзақ жұмыс уақыты, жоғары уақыт шығындары
Полигонометрия	Үлкен нысандар үшін қолайлы	Қатты күш пен жабдық шығындарын талап етеді
ГНСС	Нақты уақыттағы жоғары дәлдік	Дәлдік үшін қосымша станцияларды орнату қажет
Лазерлік сканерлеу	3D деректерінің жоғары егжей-тегжейі мен дәлдігі	Жабдықтың және техникалық қызмет көрсетудің жоғары құны
БПЛА	Жылдамдық, қауіпсіздік, DEM құру	Ауа-райына байланысты, кейбір жағдайларда шектеулі дәлдік

3.4 Топырақ пен инфрақұрылымның шөгуін, деформациясын және қозғалысын бақылау үшін InSAR мүмкіндіктері

InSAR әдісі бастапқыда геодинамикалық зерттеулерде - жер сілкінісінің, жанартаулық белсенділіктің және көшкіндердің әсерін бақылау үшін өзін көрсетті. Инженерлік-геодезиялық салада InSAR шөгінді процестерді (жер бетінің шөгуі) бақылау және құрылымдардың тұрақтылығын бақылау үшін өте пайдалы болып шықты. ЖҰШ әдісімен уран өндіру жағдайында InSAR шаймалану қабаттарының үстіндегі жер бетінің шөгу шамасын жоғары дәлдікпен картаға түсіруге мүмкіндік береді. Спутниктік радар кенді шаю және кейіннен қуыс аймақтарды біріктіру салдарынан болатын ең аз тік шөгуді тіркейді. Мысалы, АҚШ-тағы пайдаланылған уран учаскелерінде жүргізілген зерттеулер дифференциалды радиолокациялық интерферометрия топырақтың үстіңгі қабатының тоқсанына бірнеше ондаған миллиметр мөлшерінде дифференциалды шөгуін анықтай алатынын көрсетті. Бір учаскелердегі көп уақыттық талдаулар (шағын базалық әдіс, SBAS) шамамен 1-10 мм/жыл қоныстану жылдамдығын және олардың кеңістіктік ауытқуларын анықтауға

мүмкіндік берді [11]. Бұл көрсеткіштер дәстүрлі құралдарды пайдалана отырып, ұқсас дәлдікпен және егжей-тегжейлі қадағалау мүмкін болмайтын ұсак, тегіс тығыздау процестерін сипаттайды.

Жер үсті шөгуінен басқа, InSAR өнеркәсіп орындарындағы инженерлік құрылымдар мен инфрақұрылымның деформацияларын бақылау үшін сәтті қолданылады. Осылайша, тұрақты шашыратқыш әдісі (PS-InSAR) ғимараттарды, карьерлерді, бөгеттерді, құбырларды – радиосигналдың тұрақты рефлекторларын жасайтын кез келген объектілерді бақылау үшін қолданылады. Мұндай құрылымдардың жылжуын анықтау дәлдігі де миллиметрге жетеді. Тау-кен өнеркәсібі кәсіпорындарының кеңейтілген топырақ қалдық қоймаларының (бөгеттерінің) шөгуін байқау жақсы мысал бола алады. Зерттеулер InSAR жасанды құрылымдардың деформацияларын өлшеуді миллиметрлік дәлдікпен бірнеше аптада бір рет деректерді жаңарту жиілігімен қамтамасыз ете алатынын көрсетті. Осы мәліметтер негізінде жиіленудің біркелкілігін бағалауға, дифференциалды шөгінділерді немесе крендерді жедел анықтауға және инженерлік шараларды қабылдауға болады (мысалы, қалдық қоймаларында, шөгінділер есептелген нормадан асып кетсе, дренажды жүргізу, нығайту). Бір қызығы, радиолокациялық орын ауыстыру карталары көбінесе негізгі тау массивінің деформацияларын ғана емес, сонымен қатар қоршаған инфрақұрылым объектілерінің қозғалысын да көрсетеді. Мысалы, техногендік шөгуді бақылау кезінде іргелес жол коммуникацияларында жылжудың жоғарылау аймақтары анықталды - мұндай ақпарат іргелес аумақтар мен құрылыстарға тау-кен жұмыстарының әсер ету аймағын бағалауға мүмкіндік береді.

Осылайша, InSAR мүмкіндіктері геодезиялық мониторинг тапсырмаларының кең ауқымын қамтиды: жаһандық шөгу кратерлерінен жеке құрылымдардың жергілікті деформацияларына дейін. Әдіс топырақтың тік шөгуін тиімді анықтайды, тау жыныстарының көлденең жылжуын қадағалайды (әртүрлі түсіру орбиталарының деректері болған жағдайда немесе 3D қайта құруды пайдалану арқылы) және өнеркәсіптік объектілердің (ғимараттар, резервуарлар, іргетастар) күйіндегі өзгерістерді тіркейді.

3.5 Уран өндіруде InSAR қолдану мысалдары: Қазақстан және шет елдер тәжірибесі

Қазақстан уран өндіру бойынша әлемде көшбасшы және жерасты шаймалау технологиясын ең көп пайдаланушы болып табылады. Қазақстанның үлесіне дүниежүзіндегі уран өндірісінің 45%-дан астамы тиесілі, кен орындарын игерудің негізгі әдісі жерасты сілтісіздендіру болып табылады – «Қазатомпром» ұлттық компаниясы ел бойынша 26 учаскеде осы әдіспен уран өндіруді жүзеге асырады. ЖҰШ қолдануының мұндай ауқымы тиімді мониторинг жүйелерін енгізуді қажет етті. ЖҰШ технологиясының өзі экологиялық кедергілер мен гидрогеологиялық бақылауды қамтиды, бірақ шөгу құбылыстарын геодезиялық бақылау соңғы уақытқа дейін дәстүрлі жер

үсті әдістерімен шектеліп келді. Қашықтықтан зондтау әдістерінің дамуымен Қазақстан кен орындарындағы деформацияларды бақылау үшін спутниктік радиолокациялық мәліметтерді пайдалану бойынша зерттеулерді бастады. Мысалы, еліміздің мұнай-газ кен орындарында осыған ұқсас мәселелер сәтті шешілді: Sentinel-1 көп уақыттық радиолокациялық зерттеуі мұнай өндірумен және қабаттық сұйықтықтарды таңдаумен байланысты Теңіз кен орны (Батыс Қазақстан) үстінде жер бетінің шөгуін тіркеді [10]. 33 дәйекті интерферограмманы талдау өнімді қабат үстіндегі біркелкі емес шөгу аймағын анықтады, бұл InSAR-тың ірі көмірсутегі кен орындарын бақылаудың тиімділігін растайды. Бұл тәжірибе әдістің уран объектілері үшін де әлеуетін көрсетеді: ашық әдебиеттерде уранның ЖҰШ полигондарының үстінен шөгу туралы тікелей деректер шектеулі болғанымен, ұқсас радиолокациялық зерттеулер онда да деформацияларды анықтай алады деп күтілуде.

Әлемдік тәжірибе тау-кен өнеркәсібіндегі InSAR-тың жоғары тиімділігін растайды. Атап айтқанда, көмір және кен орындарында спутниктік радиолокациялық бақылау стандартты құралға айналды. Мысалы, Қытайдың көмір шахталарында дифференциалды интерферометрия әдісі тау жыныстары массасының шөгуінің карталарын жұмыс орындарынан жоғарылату үшін қолданылады. Бангжи көмір кенішіндегі соңғы зерттеулердің бірінде (Аньхой провинциясы, Қытай) бір жылдан астам уақыт ішінде шөгу динамикасын егжей-тегжейлі бақылау үшін бірден үш тәсіл қолданылды. D-InSAR, көп уақыттық SBAS интерферометриясы және дроннан аэрофотосурет [17]. Спутниктік деректер шөгу кратерінің пішіні мен өлшемін анықтады, ал ұшқышсыз ұшатын аппараттар (ұшқышсыз ұшу аппараттары) жер бетінің өте егжей-тегжейлі 3D модельдерін қамтамасыз етті, олар бірге процестің толық бейнесін берді. Тағы бір мысал АҚШ пен Канададағы тау-кен өндірісі. Нью-Мексикодағы бұрынғы уран өндіру орындарында рекультивациядан кейін жер үсті қалдық қоймаларының тұрақтылығына радарлық мониторинг жүргізілді. 1990 жылдардың ЖҚЗ-1/2 жерсеріктік суреттерін талдау нәтижесінде шоғырланған уран үйінділері үстіңгі қабатының жылдық қалдық шөгу жылдамдығы шамамен 1 – 10 мм екені анықталды. Алынған көрсеткіштер қалдық қойма жабылғаннан кейін бір жыл бойы материалдың ақырын тығыздала бергенін көрсеткенімен, бұл өзгерімтер жобалық шектеулерден аспаған. Сонымен бірге, кейбір зерттеулер InSAR технологиясының төтенше оқиғалар алдында пайда болатын әдеттен тыс деформацияларды анықтай алатынын көрсетеді. Мәселен, Канададағы бір қалдық қоймасы бөгетінің апатты бұзылуына дейін оның кей бөліктерінің жылжу үрдісін InSAR әдісі тіркей алған, бұл кейін апат себептерін талдауға мүмкіндік берген.

Демек, уран кен орындарын мониторингте InSAR технологиясын қолдану тау-кен өндірісінде бұрыннан сыналған әдістердің заңды жалғасына айналды. Сонымен қатар, Қазақстанда және уран өндіруші басқа да жетекші елдерде жерсеріктік деректерді өнеркәсіптік мониторинг жүйелеріне біріктіру уранның мол қорларын игеру үдерісінің қауіпсіздігі мен экологиялық тұрақтылығын сапалы жаңа деңгейге көтеруге септігін тигізеді.

Үшінші тарау бойынша тұжырым

Осылайша, радарлық интерферометрия (InSAR) деформацияны бақылаудың дәстүрлі геодезиялық әдістерінен айтарлықтай артықшылықтарға ие. Оларға аумақты кең қамту, өлшеулердің жоғары тығыздығы мен дәлдігі, бақылаулардың жоғары жиілігі, сондай-ақ мониторингтің барлық ауа-райы мен қашықтағы сипаты жатады. Нүктенің шашыраңқы деректерін беретін және персоналдың болуын қажет ететін жерүсті құралдардан (нивелирлеу, GNSS және т.б.) айырмашылығы, спутниктік InSAR әдісі кен орнының бүкіл аумағын (оның ішінде жету қиын аймақтарды) қамтиды және қашықтан орындалады, бұл мониторингтің тиімділігі мен қауіпсіздігін айтарлықтай арттырады [9]. Бұл үлкен аумақтарда тіпті шамалы шөгуді және топырақтың жылжуын жылдам анықтауға мүмкіндік береді. Бұл фактор жерасты шаймалау әдісімен игерілген уран кен орындарындағы ұңғымалардың, құбырлардың және басқа да инфрақұрылым объектілерінің тұрақтылығын қамтамасыз ету, сондай-ақ жалпы өнеркәсіптік қауіпсіздік үшін аса маңызды.

Қазақстанда да, шетелде де InSAR қолданудың практикалық тәжірибесі осы бақылау әдісінің тиімділігі мен сенімділігін растайды. Мысалы, Батыс Мыңқұдық кен орнында (Оңтүстік Қазақстан) спутниктік интерферометрия кенді жерасты шаймалау процестерінен туындаған жер бетінің шөгу аймақтарын тіркеуге мүмкіндік берді. Халықаралық тәжірибе де бұл тәсілдің тиімділігін көрсетеді: Тұтастай алғанда, InSAR негізіндегі спутниктік мониторингті уран өндіруші кәсіпорындардың маркшейдерлік тәжірибесіне ЖҰШ әдісін қолданумен біріктіру геоэкономикалық процестерді уақтылы бақылаудың, инфрақұрылымның тұрақтылығын сақтаудың және қауіпсіз жұмыстарды қамтамасыз етудің міндетті шарты болып табылады.

ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген диссертациялық зерттеулердің нәтижесінде алға қойылған мақсатқа қол жеткізілді – жерасты сілтiсiздендiру (ЖҰШ) әдiсiн қолдана отырып, уран кен орындарын игеруде геодезиялық мониторинг әдiстемесiн негiздеу және жетiлдiру. Осындай объектiлерге тән тау-кен-геологиялық, гидрогеологиялық және техногендiк процестердiң ерекшелiктерiн ескере отырып, қазiргi заманғы геодезиялық технологиялар мен ЖҰШ жағдайында қолданылатын әдiстерге жүйелiк талдау жүргiзiлдi.

Жер бетiнiң деформациясын жоғары дәлдікпен және кеңістікте үздіксіз бақылаудың перспективті құралы ретінде радарлық интерферометрияның (InSAR) спутниктік әдiсiн енгізуге ерекше назар аударылады. Белгiлi ландшафттық бұзылулар жоқ, бiрақ жасырын геомеханикалық өзгерiстер мүмкiн болатын ЖҰШ жағдайында InSAR субсантиметрлiк дәлдікпен шөгiндiлердi анықтауға және қадағалауға мүмкiндiк беретiнi анықталды. Бұл оны дәстүрлi әдiстерге – нивелирлеуге, тахеометрияға және GNSS бақылауларына – әсiресе үлкен және қашықтағы полигондарда таптырмас қосымша етедi.

Өндiрiстiк база ретiнде Харасан-2 алаңы қарастырылды. 2015–2024 жылдар аралығындағы мұрағаттық және қазiргi заманғы спутниктік мәлiметтердi (Sentinel-1) пайдалана отырып, тiк деформациялар картаға түсiрiлдi және талданды. Алынған мәлiметтер шаймалаумен байланысты шөгiндi процестердiң болуын растайтын интерферограммалар мен динамикалық графиктердi құру арқылы ГАЗ ортасында түсiндiрiлдi. InSAR әдiсi технологиялық ұңғымалар аймағында да, инфрақұрылым учаскелерінде де ықтимал қауiптi аймақтарды жедел анықтауға мүмкiндiк беретiнi көрсетiлдi.

Диссертацияның ғылыми жаңалығы ЖҰШ уран өндiрудегi деформацияларды бақылаудың негiзгi әдiсi ретiнде InSAR-ды қолдануды сынау мен негiздеуiнде. Тәжiрибелiк маңыздылығы сипатталған әдiстi Қазақстанның басқа да осыған ұқсас учаскелерінде ауқымды түрде енгiзу мүмкiндiгiнде. Бұл жүйенi пайдалану өндiрiс қауiпсiздiгiн арттырып, экологиялық тәуекелдердi азайтып қана қоймайды, сонымен қатар тұрақты бақылаулар кезiнде ресурстарды оңтайландырады [18].

Осылайша, жұмыс нәтижелері қашықтан геодезиялық бақылау әдiстерiнiң келешегiн, олардың қазiргi заманғы уран өндiру өнеркәсiбi жағдайында бар инженерлiк мiндеттермен үйлесiмдiлiгiн және өзектiлiгiн растайды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Петров Н.Н., Берикболов Б.Р., Языков В.Г. и др. Урановые месторождения Казахстана (эндогенные), Алматы, 2000 . 530 с.
- 2 Месторождения урана Казахстана: Справочник. Алматы, 2000 ., 220 с.
- 3 Забазнов В.Л., Петров Н.Н., Рогов А.Е. Технология выщелачивания урана на месторождениях Казахстана. -Алматы: 2001 г.
- 4 Нұрпейісова М. Б.Ғарыштық геодезия (оқулық). - Алматы:
- 5 План развития горных работ по подземному сважинному выщелачиванию урана на месторождения Северный Харасан участок "Харасан-2" в Кызылординской области РК;
- 6 Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Нурпеисова Т.Б. Инновационные технологии в маркшейдерии (учебник).-Алматы:ҚазҰЗТУ, 2024.-280 с
- 7 Нурпеисова М.Б., Рысбеков К.Б., Кыргызбаева Г.М. Инновационные методы ведения комплексного мониторинга на геодинамических полигонах (монография)- Алматы: КазНТУ, 2015. -266.
- 8 SAR at a glance. TRE ALTAMIRA. Электронная версия на сайте <https://site.tre-altamira.com/insar/>.
- 9 SAR interferometry for topographic mapping and surface deformation monitoring / Urs Wegmüller, Tazio Strozzi, Charles Werner, and Andreas Wiesmann // Photogrammetric J. of Finland. – 2002. - Vol. 18, No. 1. - pp. 24-32.
- 10 Применение интерферометрии для мониторинга районов добычи и транспортировки нефти и газа / Александр З., Людмила З. // Электронная версия на сайте <https://rogtecmagazine.com/wp-content/uploads/2014/10/114.pdf>.
- 11 Review of the SBAS InSAR Time-series algorithms, applications, and challenges / Shaowei Li, Wenbin Xu, Zhiwei Li // Geodesy and Geodynamics. 2022. - Volume 13, Issue 2 – pp. 114-116.
- 12 Мусаева Э.М., Бахтин М.М. – «Уран кенін өндіретін аймақтарда “топырақ-өсімдік” тізбегіндегі радионуклидтердің миграциясына баға беру (әдеби шолу)». Хабаршы ЕҰУ. Биол. ғылымдар сериясы, №1(142), 2023, 124–135.
- 13 Шабаров А. Н., Кузин А. А., Филиппов В. Г. Методика маркшейдерскогеодезических наблюдений оползневого процесса склоновой системы на основе данных спутниковых определений // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 2. – С. 130–144.
- 14 Розанов И.Ю., Достовалов Р.Н., Кузнецов М.А. – «Опыт применения GNSS и светодальномерных наблюдений для изучения деформаций массива горных пород в карьере рудника “Железный”». Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2015, 56
- 15 Касымканова Х.М. и др. – «Формирование зон сдвижений при открыто-подземной разработке месторождений». ГИАБ, 2012 №3, стр.129–133.
- 16 Арсеньев-Образцов С.С., Поздняков А.П. – «Применение метода радарной спутниковой интерферометрии InSAR для решения задач

промышленной геологии и разработки нефтегазовых месторождений». «Газовая промышленность», № 3, 798, 2020 г.

17 Пономаренко М.Р., Кутепов Ю.И., Волков М.А., Гринюк А.П. – Космические методы в составе комплексного деформационного мониторинга земной поверхности горного предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 12. – С. 103–113.

18 Байрамов Е., Джулия Т., Мартин К., Саида А., Манфред Б. – Remote Surveillance of Differential Deformation for Kazakhstan Offshore Kashagan Oilfield Using Microwave Satellite Remote Sensing

19 Rakhimova M.K. – "APPLICATION OF SATELLITE INTERFEROMETRY TO TAILINGS DAMAGES TO DETERMINE THEIR STABILITY", Technical science and innovation: Vol. 2024: Iss. 4, Article 4.

20 Кутепов Ю. И., Кутепова Н. А., Пономаренко М. Р., Кутепов Ю. Ю. – «Геомеханический мониторинг устойчивости бортов разрезов и отвалов при разработке угольных месторождений», «GORNYI ZHURNAL», 2023, № 5, pp. 69–74.

21 Протосеня А. Г., Веселова А. В. Оценка влияния карстовой полости на устойчивость рудного массива при разработке месторождений Западной Якутии // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2025. – № 1-1. – С. 33–46.

22 Волков Ю. И. , Серый С. С. , Дунаев В. А. , Герасимов А. В. – ГИС ГЕОМИКС для горной промышленности России и Казахстана / Ю. И. Волков [и др.]. - (Физика горных пород и процессов). - Текст : непосредственный // Горный журнал. - 2015. - № 5. - С. 8-12.

23 Фалейчик Л.М., Кирилук О.К., Помазкова Н.В. - «Опыт применения ГИС-технологий для оценки масштабов воздействия горнопромышленного комплекса на природные системы юго-востока Забайкалья». Вестник Забайкальского государственного университета, 2013, 6.

24 Oryngozha Ye. Ye., Aitchanov B.H., Oryngozhin Ye.S., Militenko N.A. – “Geological Aspects of Uranium Deposits for In-Situ Leaching Application to Develop Energy Potential of Kazakhstan”. EURASIAN MINING. 2024. No. 2. pp. 19–22.

25 Ponomarenko M.R., Kutepov Yu.I. – “Mining Complexity Assessment to Substantiate Deformation Monitoring at Open Pit Mines”. Горный журнал, 2023, №5, 69-74 стр.

26 Martin D., Stacey P. – “Guidelines for Open Pit Slope Design in Weak Rocks”. Open Journal of Geology, Vol.12 No.1, January 12, 2022.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Төрехан Нұрбақыт Дарханұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Диссертация магистра наук

Название работы: Уран кен орындарын игеру кезіндегі геодезиялық жұмыстарды жүргізудің әдістемесін жетілдіру

Научный руководитель: Маржан Нурпеисова

Коэффициент Подобия 1: 7.8

Коэффициент Подобия 2: 3.3

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 24

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

☐ Обоснование:

есть материалы бакалавриата

2025-06-16

Дата



Заведующий кафедрой

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Төрехан Нұрбақыт Дарханұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Диссертация магистра наук

Название работы: Уран кен орындарын игеру кезіндегі геодезиялық жұмыстарды жүргізудің әдістемесін жетілдіру

Научный руководитель: Маржан Нурпеисова

Коэффициент Подобия 1: 7.8

Коэффициент Подобия 2: 3.3

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 24

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

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

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

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

☐ Обоснование:

Дата 16.06.2021.



Алғұрдаб О,
проверяющий эксперт

Төрехан Нұрбақыт Дарханұлының «Уран кенорындарын игерудегі геодезиялық жұмыстарды жүргізудің әдістемесі мен жабдықтарын жетілдіру» атты 7M07306 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия білім беру бағдарламасы бойынша магистр дәрежесін алу үшін дайындаған магистерлік диссертациясына рецензенттің

ПІКІРІ

Магистрант Төрехан Нұрбақыт Дарханұлының магистрлік диссертациясы жерасты шаймалау әдісін қолдана отырып, уран кен орындарын игеруде геодезиялық қамтамасыз ету әдістерін әзірлеуге және жетілдіруге арналған. Жұмыс өзекті тақырыпта Қазақстанның уран өндірудегі әлемдік көшбасшылардың бірі ретіндегі рөлін ескере отырып жүргізілуде.

Зерттеу заманауи технологияларды – спутниктік интерферометрияны (InSAR), GNSS бақылауларын және географиялық ақпараттық жүйелерді енгізу қажеттілігін негіздейді. Тәжірибе алаңы ретінде Харасан-2 учаскесі таңдалды. Далалық өлшемдер жүргізілді, Sentinel-1 спутниктік деректері өңделді, тік деформация үлгілері құрастырылды, бұл тігістер динамикасын және шөгуді жоғары дәлдікпен бағалауға мүмкіндік берді.

Ғылыми жаңалық қашықтықтан зондтау әдістерін классикалық маркшейдерлік құралдармен біріктіруде, бұл нақты уақытқа жақын режимде бақылауға мүмкіндік береді. Тәжірибелік құндылығы ұсынылған әдістемені елдегі ұқсас кен орындарына қайталау мүмкіндігімен расталады.

Жұмыс сауатты түрде құрастырылған, кең ғылыми аппарат пайдаланылған, иллюстрациялық материал сапалы түрде берілген. Зерттеу әдістемесі инженерлік геодезияның заманауи талаптарына жауап береді.

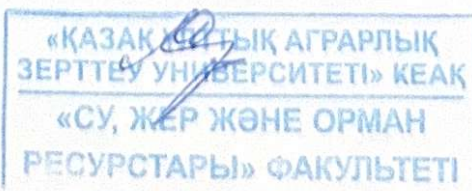
Қорытындылай келе, Төрехан Нұрбақыт Дарханұлының жұмысы 7M07306 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия білім беру бағдарламасының талаптарына толық сай келеді және қазіргі ғылыми-тәжірибелік міндеттерді шешуге бағытталған өзектілігі жоғары, мазмұнды ғылыми еңбек болып табылады. Жұмысты 91%-ға өте жақсы деп бағалай отырып, авторға магистр академиялық дәрежесін беруге ұсынамын.

Рецензент,
ҚазҰАЗУ жер ресурстары және кадастр
кафедрасының қауымдастырылған профессор,

Т.Ғ.К.

«20» 06 2025ж.

Сарыбаев О.А.



Төрехан Нұрбақыт Дарханұлының «Уран кенорындарын игерудегі геодезиялық жұмыстарды жүргізудің әдістемесі мен жабдыктарын жетілдіру» атты 7М07306 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия білім беру бағдарламасы бойынша магистр дәрежесін алу үшін дайындаған магистрлік диссертациясына

ПІКІР

Диссертациялық жұмыс басым бағыт – жерасты шаймалау әдісімен уран өндіруді геодезиялық қамтамасыз ету бойынша аяқталды. Зерттеудің мақсаты мониторингтің дәлдігі мен тиімділігін арттыру үшін заманауи қашықтан басқару және цифрлық әдістерді (InSAR, GNSS, GIS) енгізу болып табылады.

Зерттеу нысаны ретінде «Харасан-2» учаскесі таңдалды. Магистрант теориялық негіздемелерді, далалық өлшеулерді және спутниктік мәліметтерді өңдеуді жүргізді. Sentinel-1 интерферометриялық суреттері негізінде жер бетінің деформациясын талдауға ерекше назар аударылды, бұл әдеттегі әдістерге қол жетпейтін субсантиметрлік шөгуді анықтауға мүмкіндік берді.

Магистрант жоғары дайындық деңгейін, геодезия мен кеңістіктік талдаудың заманауи құралдарын сенімді меңгергендігін көрсетті. Жұмыс ғылыми жаңалық пен қолданбалы бағытты біріктіреді. Ұсынылған шешімдерді нақты өндірістік жағдайларда қолдануға, сонымен қатар оқу процесіне енгізуге болады.

Диссертация талаптарға сай құрастырылған, логикалық құрылымды бөлімдерден, негізделген қорытындылардан және жоғары сапалы графикалық материалдардан тұрады. Төрехан Нұрбақыт Дарханұлының диссертациялық жұмысы 7М07306 – Геокеңістіктік цифрлық инженерия мамандығы бойынша өзекті ғылыми мәселелерді шешуге бағытталған, аяқталған, мазмұнды әрі сапалы ғылыми еңбек. Жұмысты 90%-ға өте жақсы деп бағалап, ізденушіге магистр академиялық дәрежесін беруге ұсынамын.

Ғылыми жетекші
ҚазҰТЗУ, МІЖГ кафедрасының
техника ғылымдарының докторы,
Профессор
«20» 06 2025 ж.



Нурпеисова М.Б.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
ЖУРНАЛ

МАРКШЕЙДЕРИЯ И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ

№ 2, март-апрель 2024 г.

www.n-gn.ru

«Mine Surveying and Subsurface Use»
«Mine Surveying and Subsurface Use»
«Mine Surveying and Subsurface Use»
«Mine Surveying and Subsurface Use»
«Mine Surveying and Subsurface Use»
«Mine Surveying and Subsurface Use»

90 ЛЕТ

КАФЕДРЕ «МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА И ГЕОДЕЗИИ»
КазНТУ имени К.И. Сатпаева



СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY



№2(130)

март-апрель 2024 г.



Учредитель журнала
Общество с ограниченной
ответственностью
«Издательский дом
«Недропользование и горные науки»

Редакционный совет

Г. И. Айзбилин — ООО «АГЭЦ», Москва
И. И. Айзбилин — ИПКОН РАН, Москва
А. А. Барях — ФИЦ УРО РАН, Пермь
В. М. Веренин — АО «Технологии контроля безопасности», Москва
В. И. Голык — ФГБОУ ВО «СКГМИ (ГТУ)», Владикавказ
В. А. Гордеев — ООО «Союз маркшейдеров России», Москва
В. В. Гришков — ООО «Союз маркшейдеров России», Москва
В. А. Дрибан — РНИИМИ, Донецк
А. А. Добрынин — ИПКОН РАН, Москва
В. Н. Захаров — ИПКОН РАН, Москва
В. А. Игнаткина — НИТУ «МИСиС», Москва
Г. В. Калабин — ИПКОН РАН, Москва
Д. Р. Казунов — ИПКОН РАН, Москва
Н. М. Катурин — ТулГУ, Тула
Р. В. Ключев — СКГМИ (ГТУ), Владикавказ
С. Б. Кулибаба — ИПКОН РАН, Москва
В. В. Куликов — МГРИ, Москва
Л. Ш. Махмудова — ФГБОУ ВО «ГТНУ им. акад. М.Д. Миллион-шикова», Грозный
Н. В. Милетенко — Минприроды РФ, Москва
М. Б. Носырев — Екатеринбург
В. Н. Одинцов — ИПКОН РАН, Москва
В. Д. Пропп — ФГБОУ ВО «УГТУ», Екатеринбург
И. А. Пыталов — МГТУ им. Г.И. Носова, Магнитогорск
Х. Э. Таймасханов — ФГБОУ ВО «ГТНУ им. акад. М.Д. Миллион-шикова», Грозный
К. Н. Трубицкий — ИПКОН РАН, Москва
М. А. Тюленев — КузГТУ, Кемерово
А. А. Хорешок — КузГТУ, Кемерово
В. А. Чантурин — ИПКОН РАН, Москва

Издатель:

ООО «Издательский дом «Недропользование и горные науки»
Адрес редакции и издателя:
117647, ул. Академика Капицы, д. 26, 1.
Тел.: +7(915) 111 0386
E-mail: office@n-gn.ru, articles@n-gn.ru
http://www.n-gn.ru

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-83630 от 26.07.2022 г.

По решению ВАК журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых могут быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук по разработкам месторождений полезных ископаемых и по наукам о Земле

Журнал включен в Реферативный журнал и Базы данных ВИННИТИ и в Российский индекс научного цитирования.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory»

© Маркшейдерия и недропользование



В ЭТОМ НОМЕРЕ:

90 ЛЕТ КАФЕДРЕ «МАРКШЕЙДЕРСКОГО ДЕЛА И ГЕОДЕЗИИ» КазНИТУ ИМЕНИ К. И. САТГАЕВА

НАШИ ЮБИЛЯРЫ

Журнал издается с 2001 года

Редакция:

Главный редактор
Ю. В. Динтрак
Заместитель главного редактора
В. Н. Хетагуров
Ведущий редактор
Н. А. Федотенко
Ученый секретарь
Н. А. Милетенко
Верстка и дизайн
Н. Р. Алекситис
Помощник главного редактора
Б. Н. Пашинев

Подписной индекс издания
в каталоге «Урал-Пресс»,
в объединенном каталоге АРЗН
«Пресса России» — 83016

В течение года можно произвести
подписку на журнал непосредственно в редакции

За точность приведенных сведений
и содержание данных, не подлежащих открытой публикации,
несут ответственность авторы

При перепечатке ссылка на журнал
«Маркшейдерия и недропользование» обязательна

Журнал отпечатан в типографии
«CLUB PRINT»
тел.: +7(495) 669 5009

ISSN 2079-3332



24 002



СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

90 лет кафедре «Маркшейдерского дела и геодезии»
KazNRTU имени К. И. Сатпаева

90 years of the Department of Mine Surveying and Geodesy of
KazNRTU named after K. I. Satpayev

M. M. Begentayev Семь великих свершений Сатпаева M. M. Begentayev Seven great things Satpayev	4
M. B. Nurpeisova Во всех сферах деятельности кафедры – космическая точность M. B. Nurpeisova In all fields of activity of the department – cosmic precision	7
K. B. Rysbekov, S. B. Kasenova, K. B. Ayesshan, A. B. Tolstoy Составление карты динамики растительного покрова по данным дистанционного зондирования Земли K. B. Rysbekov, S. B. Kasenova, K. B. Ayesshan, A. B. Tolstoy Drawing up a map of vegetation dynamics based on Earth remote sensing data	10
T. E. Nurpeisova, A. E. Ormanbekova, T. S. Sagit, M. E. Bertis Обработка результатов GPS-мониторинга при интенсивных движениях земной коры в сейсмоактивных регионах Казахстана T. E. Nurpeisova, A. E. Ormanbekova, T. S. Sagit, M. E. Bertis Processing of GPS-monitoring results during intensive movements of the earth's crust in seismically active regions of Kazakhstan	14
M. E. Nurpeisova, G. S. Sordalina, I. M. Borodina, F. A. Kalabakov Инновационные методы маркшейдерских съемок при освоении хромитовых месторождений M. E. Nurpeisova, G. S. Sordalina, I. M. Borodina, F. A. Kalabakov Innovative methods of surveying surveys during the development of chromite deposits	20
G. M. Kirgizbaeva, M. D. Isagazy, D. M. Kirgizbaeva, A. Zh. Sanatova Исследование физико-механических свойств горного массива при освоении недр G. M. Kirgizbaeva, M. D. Isagazy, D. M. Kirgizbaeva, A. Zh. Sanatova Investigation of the physical and mechanical properties of the mountain massif during the development of the subsoil	29
M. E. Nurpeisova, Zh. M. Nukarbekova, N. D. Tordkhan, E. A. Eleusanova Совершенствование геодезических методов мониторинга земной поверхности при освоении недр M. E. Nurpeisova, Zh. M. Nukarbekova, N. D. Tordkhan, E. A. Eleusanova Improvement of geodesic methods monitoring the earth's surface during subsoil development	35

S. T. Soltauvaeva, A. M. Abdubek, N. B. Akhmet, A. N. Amangeldi Мониторинг подземных рельсовых путей Алматинского метрополитена S. T. Soltauvaeva, A. M. Abdubek, N. B. Akhmet, A. N. Amangeldi Monitoring of underground rail tracks of the Almaty metro	40
A. T. Sakymov Знание, опыт, ответственность за порученное дело – залог успеха работы компании A. T. Sakymov Knowledge, experience, responsibility for the assigned task is the key to the success of the company's work	46
G. S. Madimarova, T. Nurkaziyev, D. N. Sulaimenova, Sh. A. Zhanitova Изучение физико-механических свойств пород месторождения бассейна Каратау G. S. Madimarova, T. Nurkaziyev, D. N. Sulaimenova, Sh. A. Zhanitova Study of physical and mechanical properties of rocks of deposits of the Karatau basin	50
X. M. Kasymkhanova, C. G. Yusupov, O. Baiturbay, M. M. Orazymbet Наблюдения за деформациями сооружений в зоне строительства метрополитена г. Алматы Kh. M. Kasymkhanova, S. B. Yusupov, O. Baiturbay, M. M. Orazymbet Observations of deformations of structures in the Almaty metro construction zone	56
Sh. K. Aitkaziyeva, Zh. D. Baisarin, J. G. Adilov, A. B. Bergengaliyev Геодинимический мониторинг на месторождении Кенкияк (Республика Казахстан) Sh. K. Aitkaziyeva, Zh. D. Baisarin, J. G. Adilov, A. B. Bergengaliyev Geodynamic monitoring on Kenkiyak field (Republic of Kazakhstan)	62
A. A. Mamytov, A. A. Toktarov, C. S. Abdyrasheva, O. Baiturbay Применение дистанционного зондирования Земли и геоинформационных систем в обеспечении цифровизации сельского хозяйства Республики Казахстан A. A. Mamytov, A. A. Toktarov, S. S. Abdyrasheva, O. Baiturbay The use of remote sensing and GIS to ensuring digitalization agriculture of the Republic of Kazakhstan	69
M. D. Isagazy Состояние и перспективы маркшейдерских работ на руднике «Жыланлы» M. D. Isagazy The state and prospects of surveying at the «Zhytandy» mine	75
Наши юбилеи Our anniversaries	
50 лет Мейраму Мухаметрахимовичу Бегентаеву 50 years of Meirgam Mukhametovich Begentayev	80
Поздравляем Маржан Байсановну Нурпеисову с Днем рождения 80 years of Marzhan Baysanovna Nurpeisova	81
«Лучший преподаватель вуза 2023» «The best university teacher 2023»	82



Кафедра
Маркшейдерского дела и
Геодезии



№ 1 (129) 2024 г
№ 2 (130) 2024 г
№ 3 (131) 2024 г
№ 4 (132) 2024 г

 (915) 111-03-86

НА НАШЕМ САЙТЕ:

краткий обзор статей, анонс профильных мероприятий, новости недропользования,

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОСВОЕНИИ НЕДР

М. Б. Нурпеисова, Ж. М. Нукарбекова, Н. Д. Торехан, Б. А. Елеусинова,

*Казахский национальный исследовательский технический университет (КазННТУ) имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: Представлены геодезические методы и средства, отвечающие современному уровню развития геотехники. Отмечается важность совершенствования геодезических методов и средств обеспечения горных предприятий и мониторинга деформационного состояния земной поверхности. Особое внимание обращено на использование спутниковой технологии при освоении урановых месторождений.

Ключевые слова: месторождение, освоение, мониторинг, земная поверхность, методы, геодезические приборы, спутниковые технологии, обработка результатов, модели местности.

Для цитирования: Нурпеисова М. Б., Нукарбекова Ж. М., Торехан Н. Д., Елеусинова Б. А. Совершенствование геодезических методов мониторинга земной поверхности при освоении недр // Маркшейдерия и недропользование. 2024. № 2. С. 35-39. DOI: 10.56195/20793332_2024_2_35_39.

IMPROVEMENT OF GEODESIC METHODS MONITORING THE EARTH'S SURFACE DURING SUBSOIL DEVELOPMENT

M. B. Nurpeisova, Zh. M. Nukarbekova, N. D. Torekhan, B. A. Eleusinova,

Satbayev University, Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract: Geodetic methods and tools that meet the modern level of geotechnical development are presented. The importance of improving geodetic methods and means of providing mining enterprises and monitoring the deformation state of the Earth's surface is noted. Special attention is paid to the use of satellite technology in the development of uranium deposits.

Keywords: deposit, development, monitoring, Earth's surface, methods, geodetic instruments, satellite technologies, results processing, terrain models.

For citation: Nurpeisova M. B., Nukarbekova Zh. M., Torekhan N. D., Eleusinova B. A. Improvement of geodesic methods monitoring the earth's surface during subsoil development. Surveying and subsoil use. 2024;(2):35-39. (In Russ.). DOI: 10.56195/20793332_2024_2_35_39.

Основным богатством Республики Казахстан являются полезные ископаемые. По оценке ученых ведущих стран, Казахстан занимает шестое место в мире по запасам природных ресурсов. Свидетельством богатых природных ресурсов Казахстана является то, что из 110 элементов таблицы Менделеева в его недрах выявлены 99, разведаны 70, но пока извлекаются и используются 60 элементов. Казахстан — мировой лидер на рынке природного урана. Особенно — запасов урана в Казахстане является то, что около 80 % из них сосредоточено в месторождениях песчаникового типа, в водонасыщенных проницаемых породах. Этот тип месторождений может разрабатываться наиболее экологически предпочтительным методом подземного скважинного выщелачивания, обеспечивающим низкий уровень себестоимости добычи и минимальный ущерб окружающей среде [1].

Основное содержание. Подземное скважинное выщелачивание (ПСВ) является способом разработки рудных месторождений песчаникового типа, осуществляемым без подни-

тия руды на поверхность путем избирательного перевода ионов природного урана в продуктивный раствор непосредственно в недрах. При этом урансодержащая руда остается под землей в отличие от традиционных методов добычи (шахтного и карьерного). Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) признает данную технологию самым экологически чистым и безопасным способом отработки месторождений, не требующим значительных затрат на рекультивацию [2, 3]. Тем не менее освоение недр опирается на использование достижения науки и техники, и это требует средств и упорного труда.

Одним из таких предприятий, входящих в состав Харасанского рудного поля и имеющих многолетний опыт добычи урана подземным скважинным выщелачиванием, является месторождение «Байкен-У» [4, 5].

Развитие горных работ на предприятии ТОО «Байкен-У» можно представить по расположению скважин на полигоне (рис. 1).



Рис. 1. Скважины на полигоне месторождения «Байкен-У»

Fig. 1. Wells in the landfill of the field «Bayken-U»

Цель исследований

Ведение мониторинга за деформационными процессами с использованием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС), обработка и анализ полученных результатов для обеспечения промышленной безопасности и экономической эффективности разработки урановых месторождений.

Методология исследований

При освоении любых месторождений одним из главных аспектов является правильное воплощение проектных решений и контроль состояния горных выработок или их составных элементов. Соблюдение этих обстоятельств, главным образом, обеспечивается нормативными методиками маркшейдерско-геодезических работ. Все маркшейдерско-геодезические работы опираются на плоскую (X, Y) и высотную (H) систему координат, определенную с высокой точностью. Эта система координат состоит из определенных точек, которые называются опорными точками [6-8].

В статье обращается внимание на состояние и пути совершенствования маркшейдерско-геодезических методик в области создания опорной маркшейдерско-геодезической сети и ведения мониторинга деформационных процессов. Два этапа взаимосвязаны и могут рассматриваться в единой системе координат. Это важно при рассмотрении горнотехнического объекта как единой системы.

Развитие способов построения маркшейдерской опорной сети, несомненно, определяется использованием спутниковых технологий измерений. Фактически глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) составили альтернативу, а в ряде случаев заменили собой плановое и высотное обоснование при передаче координат на съемочные пункты (сгущении координатной сети). Технология спутниковых определений [9] включает использование базовых станций.

При разработке урановых месторождений выполняется большой комплекс геодезических и маркшейдерских работ. Очевидно, что такой большой объем работ зачастую требует применения передовых технологий. К таким технологиям на современном этапе развития геодезии и маркшейдерии относятся аэрокосмические съемки, воздушное и наземное лазерное сканирование, метод глобального позиционирования определения координат, тахеометрический метод с использованием электронных тахеометров, нивелирование с использованием цифровых нивелиров [10, 11].

Второй этап исследований связан с одной из актуальных проблем при интенсивном ведении добычи полезных ископаемых — организацией наблюдений за деформационными процессами земной поверхности, а также с обработкой и анализом поступающей информации [12]. При разработке месторождений полезных ископаемых наблюдения напрямую увязаны с геодинамическими процессами [13-15]. В настоящее время наблюдениям за сдвижением земной поверхности уделяется повышенное внимание [16, 17], т. к. ни один вопрос безопасного и эффективного ведения горных работ не решается без знания параметров сдвижения горного массива и земной поверхности.

Результаты исследований

Схема расположения пунктов геодинимического полигона приведена на рисунке 2.

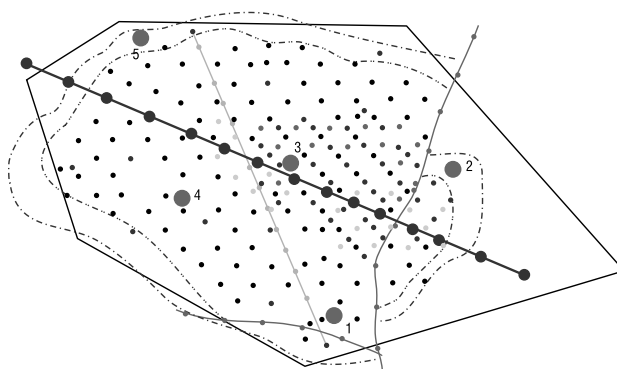


Рис. 2. Схема расположения пунктов полигона на территории разрабатываемого месторождения: черные кружки – нивелирные пункты, серые кружки – GPS-пункты

Fig. 2. The scheme of the design location of points on the territory of the developed field: black circles are leveling points, grey circles are GPS points

В соответствии с Программой работ по проведению наблюдения за деформационными процессами был выполнен очередной цикл нивелирования II класса повышенной точности и продолжено выполнение высокоточных GPS-измерений на территории месторождения. Измерения выполнялись на четырех GPS-пунктах (одном опорном пункте GPS-5 и трех рядовых) внутри контура залежи. Для выполнения GPS-измерений были использованы четыре комплекта GPS оборудования: двухчастотные приемники типа «Leica-1200».

Контрольные измерения выполнены на трех пунктах. Среднеквадратическая ошибка единичного определения координат составила $\pm 0,8$ мм, высот — $\pm 1,3$ мм. Эти результаты показали высокую точность работ, выполненных в период третьего цикла GPS-измерений, что позволило использовать эти результаты для сопоставления с результатами предыдущего цикла измерений [18].

Полученные в 2023 году координаты GPS-пунктов помогли в расчете векторов горизонтальной и вертикальной составляющих движений GPS-пунктов на месторождении. В свою очередь это позволило составить схемы площадного распределения вертикальной и горизонтальной компоненты движений GPS-пунктов за годовой интервал времени, схема которых приведена на рисунке 3.

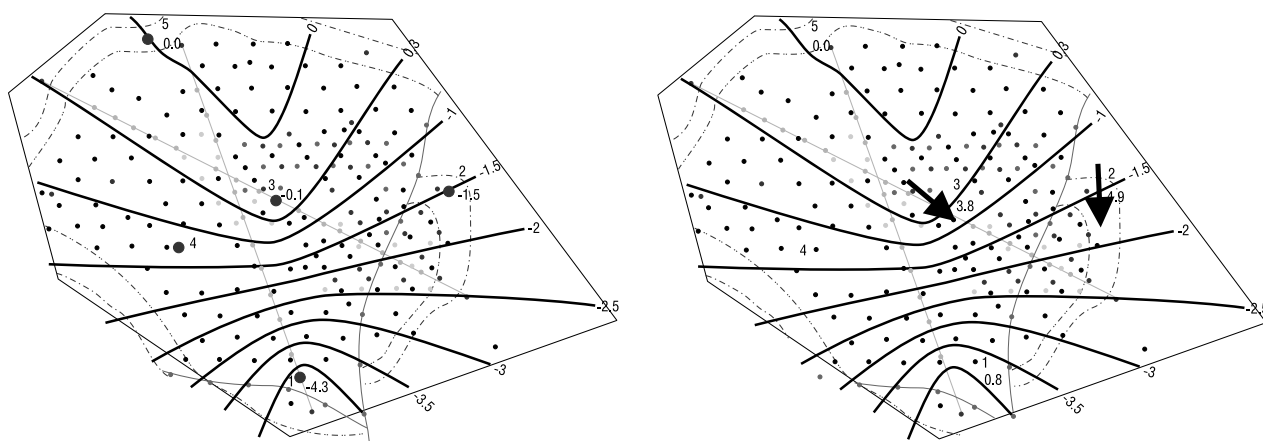


Рис. 3. Схема площадного распределения вертикальной компоненты движения GPS-пунктов (изолинии) (а); схема сопоставления площадного распределения вертикальной и горизонтальной компонент движений GPS-пунктов на территории месторождения по данным повторных GPS-измерений (б)
Fig. 3. Diagram of the areal distribution of the vertical component of the movement of GPS points (isolines) (a); diagram of the comparison of the areal distribution of the vertical and horizontal components of the movements of GPS points on the territory of the field according to repeated GPS measurement (b)

Заключение

На основании анализа этих схем были установлены следующие предварительные закономерности:

- ♦ практически вся территория месторождения характеризуется отрицательными значениями вертикальной компоненты движения GPS-пунктов. Среднее значение величин вертикальной компоненты движения GPS-пунктов для территории месторождения составляет -2,0 мм. Эта величина находится в области ошибок измерений. Максимальные отрицательные значения вертикальной компоненты движений за период в один год достигают -4,3 мм (рис. 3а) и превосходят ошибки измерений;
- ♦ полученные результаты сравнения первого и второго циклов GPS-измерений указывают на проседание земной поверхности в центральной и юго-восточной части месторождения. В этом отношении результаты повторных GPS-измерений качественно совпадают с результатами повторного нивелирования, которые также

указывают на процесс проседания земной поверхности территории месторождения;

- ♦ площадное распределение горизонтальной компоненты движений GPS-пунктов характеризуется в основном их направленным движением в юго-восточную часть месторождения (рис. 3б). Среднее значение горизонтальной компоненты составляет 3,2 мм. Максимальные значения горизонтальной компоненты движений GPS-пунктов достигают 4,9 мм (GPS-2). Эта величина движений превышает ошибки измерений и ее следует считать значимой.

Выводы

Усовершенствована методика проведения повторных наблюдений пунктов ГДП, включающая комплексные геодезические наблюдения: высокоточное цифровое нивелирование, применение электронных тахеометров и GPS-технологий, что позволит повысить точность и оперативность определения оседаний земной поверхности, а также эффективность мониторинга за счет компьютеризации полевых и камеральных геодезических работ. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Урановые месторождения Казахстана (эндогенные) / Н. Н. Петров, Б. Р. Берикболов, В. Г. Языков [и др.]. - Алматы, 2000. - 530 с.
2. Месторождения урана Казахстана: справочник. - Алматы, 2000. - 220 с.
3. Забазнов, В. Л. Технология выщелачивания урана на месторождениях Казахстана / В. Л. Забазнов, Н. Н. Петров, А. Е. Рогов. - Алматы: Эверон, 2001. - 442 с.
4. Аксёнов, А. В. Кучное выщелачивание меди из окисленных руд. Особенности процесса применительно к российским климатическим условий / А. В. Аксёнов, А. А. Васильев, А. Г. Никитенко // ВЕСТНИК ИрГТУ. - 2014. - №1 (84). - С.72-75.
5. Каирбеков, Ж. К. Геотехнология в процессе выщелачивания жезказганских медистых песчаников / Ж. К. Каирбеков, Е. А. Аубакиров, Н. Жалгасулы // Промышленность Казахстана. - 2017. - № 1. - С. 64-68.
6. Жаркимбаев, Б. М. Маркшейдерия при разработке месторождений нефти и газа / Б. М. Жаркимбаев, Т. К. Калыбков, К. Б. Рысбеков. - Алматы, 2005. - 225 с.
7. Панжин, А. А. Наблюдения за сдвижением земной поверхности на горных предприятиях с использованием GPS / А. А. Панжин // Горный журнал. - 2000. - № 11. - С. 196-203.
8. Юнес, Ж. А. Создание опорной маркшейдерской сети с использованием технологии спутникового позиционирования / Ж. А. Юнес, М. Г. Мустафин, В. Д. Морозова // Маркшейдерский вестник. - 2017. - № 2 (117). - С. 25-28.
9. Параметрическая сходимость результатов съемки беспилотных воздушных аппаратов Геоскан 40 и GNSS при выполнении маркшейдерских работ на месторождении «Наталка» Магаданской области / В. В. Курбатова, Н. Е. Ломакина, И. Ю. Гарифулина [и др.] // Маркшейдерия и недропользование. - 2023. - № 2 (124). - С. 76-80.

10. Рыбеков, К. Б. Основы лазерного сканирования: учебник / К. Б. Рыбеков, М. Б. Нурпеисова // Алматы: КазННТУ, 2021. – 248 с.
11. Monitoring deformation processes on ground surface and at construction facilities in the territory of oil fields / M. B. Nurpeisova, B. Zh. Burkhanov, S. B. Kulibaba, B. Myngzhasarov // Eurasian mining. – 2021. – Vol. 2, № 36. – P. 86-91.
12. Одинцев, В. Н. Влияние геодинамических условий на взаимодействие техногенных геомеханических и гидрогеологических процессов при разработке месторождений твердых полезных ископаемых / В. Н. Одинцев, Н. А. Милетенко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – № 1. – С. 247-259.
13. Иофис, М. А. Управление состоянием массива горных пород при подработке водных объектов / М. А. Иофис, Н. А. Милетенко, Н. А. Митишова // Деформирование и разрушение материалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках: материалы XXVII Международной научной школы, Алушта, 18-24 сентября 2017 года / КФУ им. В. И. Вернадского; ИПКОН РАН. – Алушта: Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, 2017. – С. 101-105.
14. Геодинамическое районирование в угольной шахте / С. А. Прохвятилов, В. А. Еременко, С. Г. Никитин [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № 9. – С. 27-38.
15. Волков, О. В. Результаты мониторинга современных деформационных процессов методами высокоточной геодезии на Ямбургском геодинамическом полигоне / О. В. Волков, Ю. В. Васильев, Д. П. Иноземцев // Маркшейдерия и недропользование. – 2023. – № 3 (125). – С. 53-59.
16. Отчет по теме «Проведение геодинамического мониторинга на месторождении Кумколь». – Кызылорда, 2010. – 34 с.
17. Современное маркшейдерско-геодезическое обеспечение эксплуатации горных предприятий / М. Г. Мустафин, Е. Н. Грищенко, Ж. А. Юнес, Г. И. Худяков. – Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2017. – № 4. – С. 190-203.
18. Geodynamic Processes Modeling On Oil-Gas Deposits / M. Nurpeisova, A. Kenesbayeva, E. Levin, [et al.] // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2019. – Vol. 11, № 8. – P. 2075-2083.

REFERENCES

1. Petrov NN, Berikbolov BR, Yazykov VG, et al. Uranium deposits of Kazakhstan (endogenous). Almaty;2000 (In Russ.).
2. Uranium deposits of Kazakhstan: Handbook. Almaty;2000 (In Russ.).
3. Zabaznov VL, Petrov NN, Rogov AE. Technology of uranium leaching at the deposits of Kazakhstanaogiyasy. Almaty; 2001 (In Russ.).
4. AV Aksenov, AA Vasiliev, AG Nikitenko. Heap leaching of copper from oxidized ores. features of the process in relation to Russian climatic conditions. *Bulletin of IrSTU*. 2014;1(84):72-5 (In Russ.).
5. Kairbekov ZhK, Aubakirov EA, Zhalgasuly N. Geotechnology in the process of leaching Zhezkazgan copper sandstones. *Industry of Kazakhstan*. 2017;1:64-8 (In Russ.).
6. Zharkimbayev BM, Kalybkov TK, Rysbekov KB. Surveying in the development of oil and gas fields. Almaty;2005 (In Russ.).
7. Panzhin AA. Observations of the movement of the Earth's surface at mining enterprises using GPS. *Izvestia of Higher educational Institutions. Mining Journal*. 2000;11:196-203 (In Russ.).
8. Younes JA, Mustafin MG, Morozova VD. Creation of a reference surveying network using satellite positioning technology. *The Surveyor's Bulletin*. 2017;2(117):25-8 (In Russ.).
9. Kurbatova VV, Lomakina NE, Garifulina IY, et al. Parametric convergence of the survey results of unmanned aerial vehicles Geoscan 40 and GNSS when performing surveying work at the Natalka field in the Magadan region. *Surveying and subsoil use*. 2023;2(124):76-80 (In Russ.).
10. Rysbekov KB, Nurpeisova MB. Fundamentals of laser scanning (textbook). Almaty: KazNITU; 2021 (In Russ.).
11. Nurpeisova M. B., Burkhanov BZh, Kulibaba SB, Myngzhasarov B. Monitoring deformation processes on ground surface and at construction facilities in the territory of oil fields // Eurasian mining, 2021;2 (36):86-91.
12. Odincev VN, Miletchenko NA. The influence of geodynamic conditions on the interaction of technogenic geomechanical and hydrogeological processes in the development of deposits of solid minerals. *Mining information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2015;1:247-59 (In Russ.).
13. Iofis MA, Miletchenko NA, Mitishova NA. Management of the state of the rock mass during the mining of water bodies. *Deformation and destruction of materials with defects and dynamic phenomena in rocks and workings: Materials of the XXVII International Scientific School, Alushta, September 18-24, 2017 / V.I. Vernadsky KFU; IPKON RAS. Alushta: V.I. Vernadsky Crimean Federal University;2017 (In Russ.).*
14. Prokhvatilov SA, Eremenko VA, Nikitin SG, et al. Geodynamic zoning in a coal mine. *Mining information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2013;9:27-38 (In Russ.).
15. Volkov OV, Vasiliev YuV, Inozemtsev DP. Results of monitoring modern deformation processes by methods of high-precision geodesy at the Yamburg geodynamic polygon. *Surveying and subsoil use*. 2023;3(125):53-9 (In Russ.).
16. Report on the topic «Geodynamic monitoring at the Kumkol deposit». Kyzylorda;2010 (In Russ.).
17. Mustafin MG, Grishenkova EN, Younes JA, Khudyakov G.I. Modern mine and geodetic surveying support for exploitation of mining enterprises. *Izvestiya TulGU. Earth Sciences*. 2017;4:190-203 (In Russ.).
18. Nurpeisova M, Kenesbayeva A, Levin E, Baltiyeva A., Nizamova M. Geodynamic Processes Modeling On Oil-Gas Deposits. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. 2019:2075-083.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ



Нурпеисова Маржан Байсановна:
доктор технических наук,
профессор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>



Нукарбекова Жупар Мухаметкаримовна:
лектор,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
<https://orcid.org/0000-0002-1605-8907>,
e-mail: z.nukarbekova@satbayev.university



Торехан Нурбакыт Дарханулы:
магистрант,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: ntorekhan11@gmail.com



Елеусинова Баян Амангалиевна:
магистр,
кафедра маркшейдерского дела и геодезии,
Казахский национальный исследовательский
технический университет (КазННТУ)
имени К. И. Сатпаева,
г. Алматы, Республика Казахстан,
e-mail: veleussinovab02@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nurpeisova Marzhan Baysanovna:
Doctor of Technical Sciences,
Professor,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: marzhan-nurpeisova@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>

Nukarbekova Zhupar Mukhametkarimovna:
Lecturer,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan.
<https://orcid.org/0000-0002-1605-8907>,
e-mail: z.nukarbekova@satbayev.university

Torehan Nurbakyt Darkhanuly:
Master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan,
e-mail: ntorekhan11@gmail.com

Yleussinova Bayan Amangaliyevna:
Master's student,
Department of Surveying and Geodesy,
Satbayev University,
Almaty, Republic of Kazakhstan.
e-mail: veleussinovab02@gmail.com

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА / CONTRIBUTION:

Авторы заявляют о равном вкладе каждого в работу над статьей / The authors declare the equal contribution of everyone to the work on the article.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ / CONFLICT OF INTEREST:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.



МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ МУЗЕЙ «ПЛАНЕТА»

Минералогический Музей «Планета» это первый и единственный в России музей частных коллекций.

Залы: Зал 1. 'Минералы Урала'
Зал 2. 'Минералы России и мира'
Зал 3. 'Минералы России и мира'
Зал 4. Флюоресцирующие минералы
Зал 5. Зал палеонтологии
Зал 6. Комната ценностей

Контакты : Екатеринбург, ул. Чернышевского, 7. +7 (343) 287-71-10
СР-ВС: 11:00-19:00 | ПН-ВТ: ВЫХОДНОЙ



WWW.N-GN.RU

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ 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 TECHNOLOGIES IN GEODESY AND SURVEYING»
26-27 of APRIL, 2024**

Менаяков К.Т., Дапиров К.С. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА "ТЕОТАКТИКА") В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ ИНСТИТУТА ВОЕННОГО ДЕЛА КАЗАХСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ К.И.САТПАЕВА.....	75
Myngzhassarov B., Nurpeisova M.B. THE RELEVANCE OF THE GNSS OBSERVATION PREPARATION STAGE IN CARRYING OUT APPLIED TASKS.....	81
Мырзабиева А.Т. СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ФОРМИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ.....	84
Нурланқызы Т., Мадимарова Г.С. ГЕОЛОГИЯЛЫҚ-МАРКШЕЙДЕРЛІК ЖҰМЫСТАРДЫ MICROMINE БАҒДАРЛАМАСЫМЕН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....	88
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.....	91
Ожигин С.Г., Дорохов Д.В., Ожигина С.Б., Ожигин Д.С. ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТКОСОВ УСТУПОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ.....	98
Рахимов Ш.Ш., Ботиров Ш.С. УЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ДЕФОРМАЦИЙ РУСЕЛ РЕК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ.....	101
Салқынов А.Т., Имашев А.Ж., ҚҰРАМА ТӘСІЛМЕН КЕН ИГЕРУДЕГІ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІҢ ЗАҢДЫЛЫҚТАРЫН ЗЕРТТЕУ.....	105
Санатова А.Ж. ЖЕР ҚОЙНАУЫН ИГЕРУ КЕЗІНДЕ ТАУ ЖОТАСЫНЫҢ ФИЗИКА- МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	109
Сердалина Г.С., Нурпенсова 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 ГОРОДСКУЮ СРЕДУ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ.....	116
Төрехан Н.Д., Нурпенсова М.Б. УРАН КЕНОРЫНДАРЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДЕ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ АТҚАРАТЫН РОЛІ.....	119
Турымбетов Т.А., Шакиров Ж.Б., Кыргызбаева Г.М. ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАННЫҢ МЫС РУДАЛЫ АЛҚАБЫН ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕУ.....	125
Шамганова Л.С., Балтиева А.А., Самсоненко А.И. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОТОЧНОГО СПУТНИКОВОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА КАЧАРСКОМ КАРЬЕРЕ.....	129
Косумова А.Х., Низаметдинов Ф.К., Сатбергенова А.К. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ОТРАБОТКЕ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ.....	132

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 метрпоездов 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 РӨЛІ

Төрехан Н.Д., Нурпенсова М.Б.

Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан

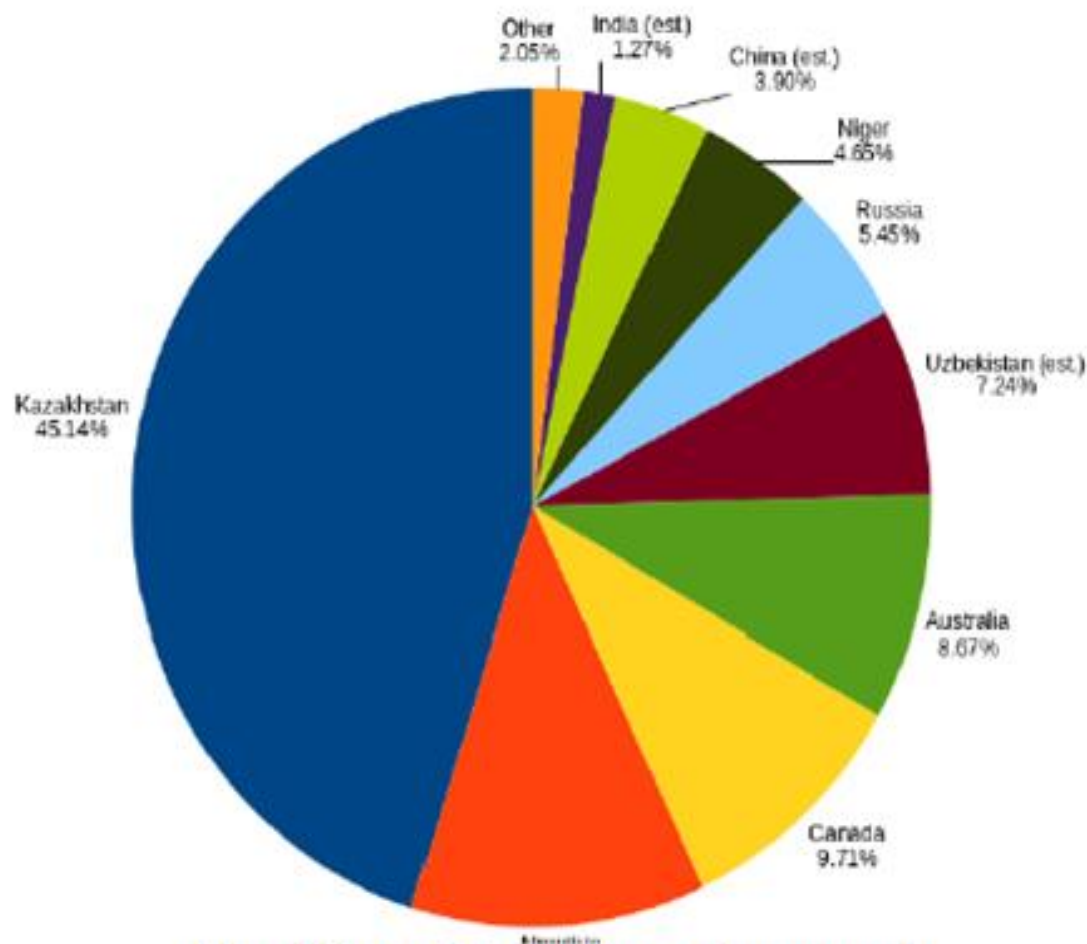
Аңдатпа: Мақалада уран кен өндіру процесі кезіндегі маркшейдерлік-геодезиялық жұмыстар, тірек маркшейдерлік-геодезиялық желіні құру және деформациялық процестерге мониторинг жүргізу саласындағы маркшейдерлік-геодезиялық әдістемелер мен технологиялардың жай-күйі мен жетілдіру жолдарына назар аударылады. Бұл тау-кен объектісін біртұтас жүйе ретінде қарастырған кезде маңызды.

Түйінді сөздер: Уран өндіру, геодезиялық қолдау, мониторинг, спутниктік технологиялар, инклометрия.

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 тиімді 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

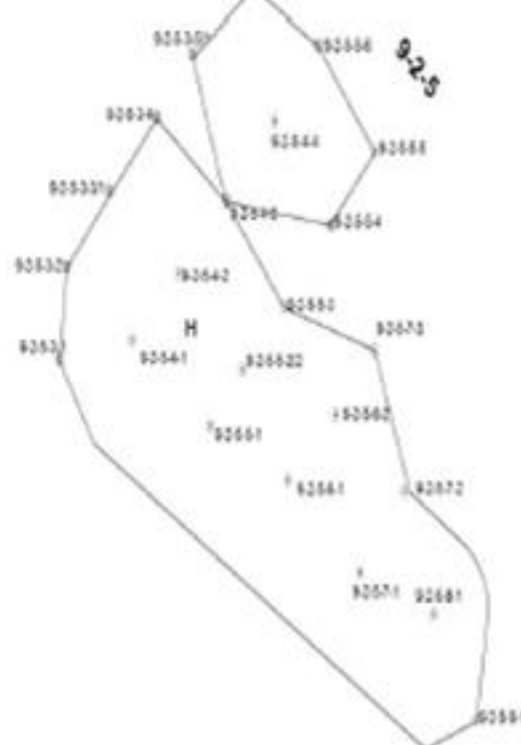


Сурет 1. Елдер бойынша уран өндіру мөлшері

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 не GPS-қабылдағыштардың атқаратын ролі жоғары. Технологияны қолдану тиімділігі 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].

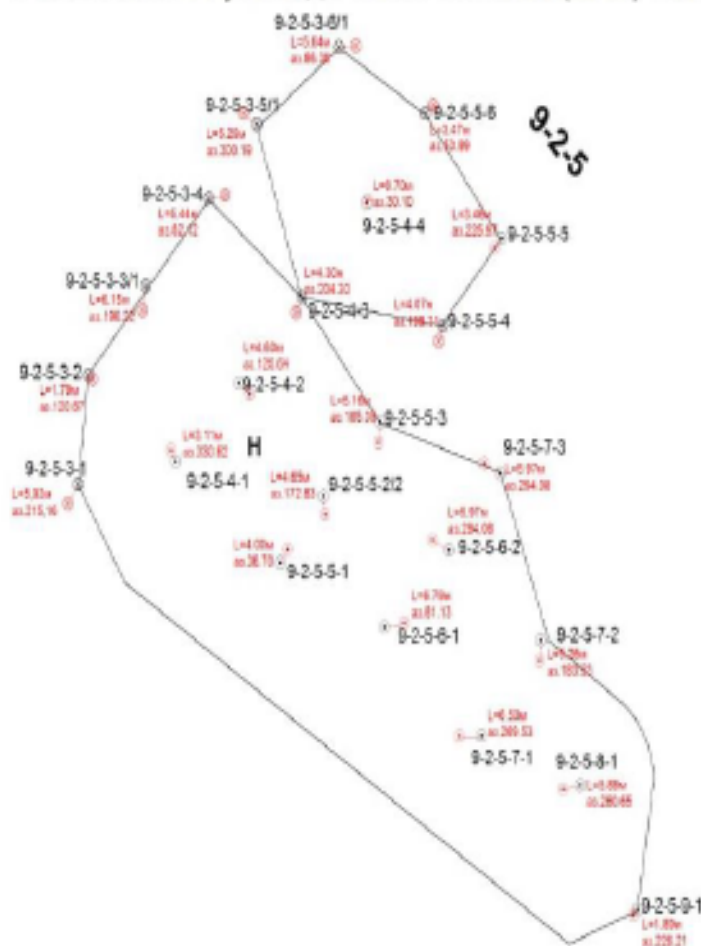


Сурет 2. 9-2-5 технологиялық блогында ұңғымалардың орналасуы

Кесте-1. 9-2-5 блогында ұңғымалардың орналасуы мен ауытқу көрсеткіштері

№сқа	Y	X	H	H до	Y	X	DY	DX	L	Угол рад	Угол град	
9-2-5-3-1	28207,672	58050,07	155,493	155,394	28207,835	58050,004	-0,163	0,066	0,18	1,186	68	292 СЗ
9-2-5-3-2	28211,057	58077,461	155,234	155,27	28211,053	58077,715	0,004	-0,254	0,25	3,126	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	1,393	80	280 СЗ
9-2-5-3-4	28251,914	58121,867	156,611	156,804	28251,668	58121,878	0,246	-0,011	0,25	1,615	93	93 ЮВ
9-2-5-3-5/1	28268,198	58140,577	157,247	157,012	28271,976	58143,96	-3,778	-3,383	5,07	2,301	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	1,571	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	0,357	20	20 СВ
9-2-5-4-2	28261,998	58075,522	155,722	155,482	28262,234	58074,341	-0,236	1,181	1,20	0,197	11	349 СЗ
9-2-5-4-3	28283,264	58097,229	156,331	156,331	28283,292	58097,227	-0,028	0,002	0,03	1,499	86	274 СЗ
9-2-5-4-4	28305,271	58120,766	156,487	156,395	28304,955	58120,206	0,316	0,56	0,64	0,514	29	29 СВ
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	0,967	55	305 СЗ
9-2-5-5-1	28276,123	58030,495	155,624	155,69	28276,225	58030,719	-0,102	-0,224	0,25	2,714	156	204 ЮЗ
9-2-5-5-2	28290,68	58047,103	155,79	155,894	28293,325	58049,384	-2,645	-2,281	3,49	2,282	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	2,775	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	0,607	35	35 СВ
9-2-5-5-5	28350,902	58111,934	156,796	156,686	28351,108	58111,795	-0,206	0,139	0,25	0,977	56	304 СЗ
9-2-5-6-1	28311,331	58014,232	155,761	155,701	28312,692	58011,336	-1,361	2,896	3,20	0,439	25	335 СЗ
9-2-5-6-2	28333,102	58033,457	155,982	155,898	28332,998	58033,419	0,104	0,038	0,11	1,220	70	70 СВ
9-2-5-7-1	28344,061	57986,834	156,039	156,026	28344,408	57986,721	-0,347	0,113	0,36	1,256	72	288 СЗ
9-2-5-7-2	28364,147	58010,887	156,862	156,963	28366,761	58010,998	-2,614	-0,111	2,62	1,613	92	268 ЮЗ
9-2-5-7-3	28350,391	58052,785	156,78	156,78	28352,961	58055,529	-2,57	-2,744	3,76	2,389	137	223 ЮЗ
9-2-5-8-1	28377,486	57974,465	157,265	157,773	28377,37	57974,826	0,116	-0,361	0,38	2,831	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	2,549	146	214 ЮЗ
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	0,417	24	336 СЗ
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	3,123	179	179 ЮВ

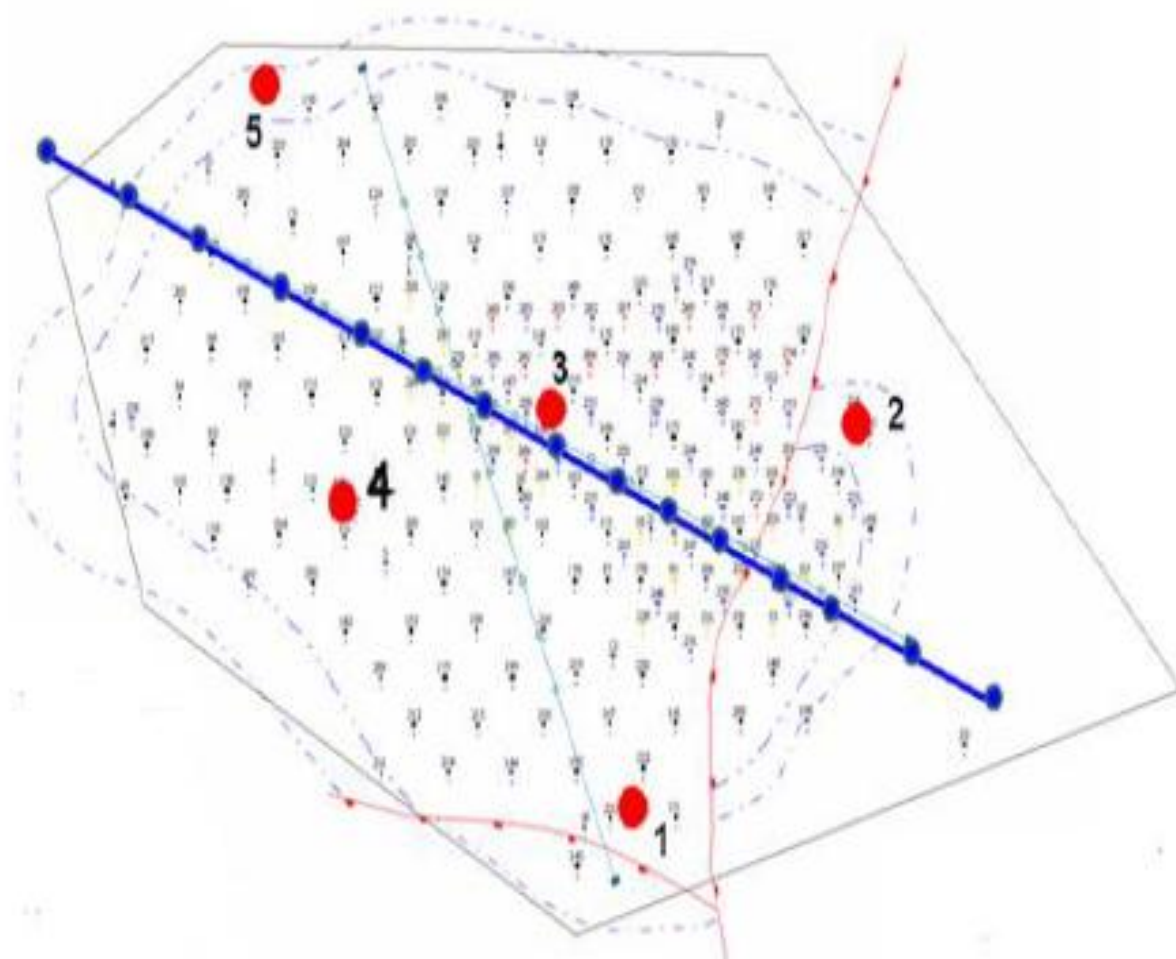
Сондай-ақ ұңғымаларды бұрғылау нәтижесін бағалау мақсатында инклинометриялық деректер қолданылды. Инклинометрия-инклинометрлермен үздіксіз өлшеу арқылы бұрғылау ұңғымасының оқпанының кеңістіктік орнын анықтау. Ұңғыманың бұрышы мен азимутын, сондай — ақ оқпанның тереңдігін өлшеу деректері бойынша өлшеу нүктесінде жоспар (инклинограмма) жасалады. Бұрғылау ұңғымаларының нақты координаттарының болуы ұңғыманың өткізілу сапасын бағалауға және геологиялық кесудің әртүрлі учаскелерінің ұңғымамен қиылысу нүктелерін дәл анықтауға, яғни бұрғылау барлау деректері бойынша кен орындарының қорларын дұрыс бағалауға және оларды игерудің ұтымды жүйесін таңдауға



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.

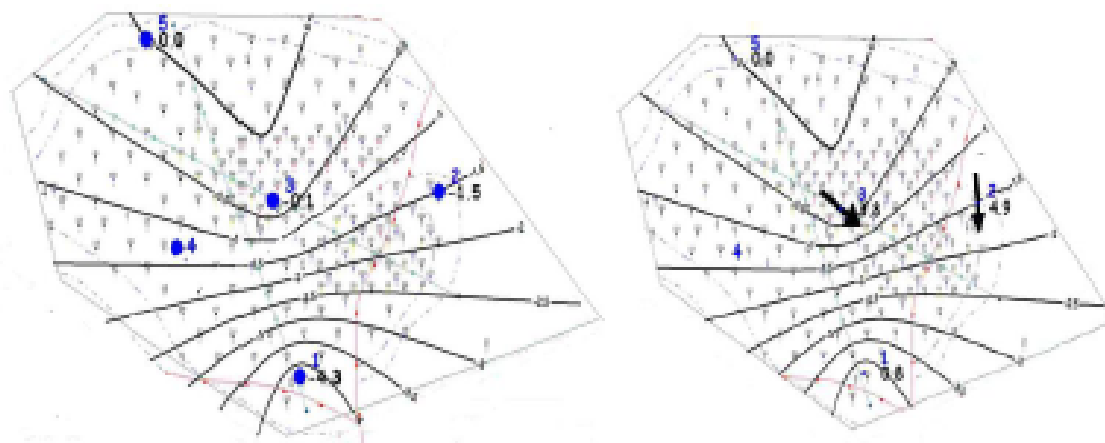
Деформациялық процестерге мониторинг жүргізу бағдарламасы шеңберінде дәлдігі жоғары екінші сыныпты нивелирлеудің жаңа циклі жүзеге асырылды, сондай-ақ нақты кен орнының аумағында жоғары дәлдіктегі GPS-өлшеулер жалғастырылды. Бақылаулар төрт GPS стационарында, соның ішінде бір тірек станциясында (GPS-5) 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, 6). Көлденең компоненттің орташа мәні 3,2 мм. GPS нүктелерінің қозғалыстарының көлденең компоненттерінің максималды мәндері 4,9 мм-ге жетеді (GPS-2). Қозғалыстардың бұл мәлшері 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 зерттеудің дәлдігі мен жеделдігін, сондай-ақ далалық және камералық Геодезиялық құрылыстарды компьютерлендіру есебінен мониторинг тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

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. Нурпеисова М. Б.Космическая геодезия (учебник). - Алматы: КазННТУ, 2019. - 302 с
5. Рысбеков К.Б., Нурпеисова М.Б. Основы лазерного сканирования (учебник) - Алматы: КазННТУ, 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., Кыргызбаева Г.М., Кенесбаева А. Методы изучения геодинамических процессов (учебник).-Алматы: КазННТУ. 2022.-215 с.
8. Отчет по теме «Проведение геодинамического мониторинга на месторождении Кумколь.- Кызылорда, 2010.-34 с.
9. Мустафин М.Г., Грищенко Е.Н, Юнес Ж.А., Худяков Г.И. Современное маркшейдерско-геодезическое обеспечение эксплуатации горных предприятий.-Тула // известия ТулГУ.,Науки о Земле, 2017.вып4.-С.190-203.