

Код МРНТИ 36.23.31

М. Б. Нұрпейісова¹, Д. М. Қырғызбаева¹, *А. М. Абенов¹, Н. А. Милетенко²

¹Сәтбаев аындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті ҚазҰТЗУ (Алматы қ., Қазақстан),

²Ресей тау-кен академиясының академик Н. В. Мельников атындағы жер қойнауын кешенді игеру мәселелері институты (Мәскеу қ., Ресей)

ТАУ-КЕН КӘСІПОРЫНДАРЫН ЗАМАНАУИ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ*

Аннотация. Мақалада қазіргі заманғы координаталық негіздің даму деңгейіне сай келетін геодезиялық әдістемелердің сипаттамасы берілген. Тау жыныстары массиві мен жер бетінің деформацияланған күйіне мониторинг жүргізі, бағалау және болжау әдістерін жетілдірудің маңыздылығы атап көрсетіледі. Нақты мысал ретінде Ұлытау облысындағы Жыланды кен орындары тобы алынған және онда геодинамикалық процестерді бақылау жүргізілетін геодезиялық тірек торабы құрылғаны көрсетілген. Мақалада геодезиялық тірек тораптарын құру және мониторинг жүргізу үшін спутниктік технологияларды қолдану мәселесі, әсіресе мемлекеттік геодезиялық тораптың (МГТ) бір немесе бірнеше пунктін пайдаланған кезде пункттердің координаталарын анықтау дәлдігін бағалау тұрғысынан қарастырылған. Спутниктік технология, лазерлік сканерлеу және электрондық тахеометр негізінде жер бетінің деформацияларын бақылаудың бірегей технологиясы ұсынылған, ол жерасты кен қазу жұмыстары жүргізілетін аумақтарда шөгү мұдасының кеңістіктік орнын анықтауға мүмкіндік береді.

Түйінді сөздер: геодезиялық өлшеулер, геодезиялық тірек тораптары, түсірістер, спутниктік технологиялар, зер беті, деформациялар, жылжулар, мониторинг, жердің цифрлы модельдері.

Modern geodetic support for mining operations*

Abstract. The article presents a description of geodetic methods that meet the modern level of development of the coordinate reference framework. The importance of improving methods for the assessment, forecasting, and monitoring of the deformed state of rock massifs and the Earth's surface is emphasized. Using a specific example – namely, the deposits of the Zhilandy group in the Ulytau region – the creation of a geodetic control network for monitoring geodynamic processes is demonstrated. The paper also considers the application of satellite technologies for establishing geodetic control networks and for monitoring, particularly with regard to assessing the accuracy of point coordinate determination when using one or several points of the State Geodetic Network (SGN). An original technology for monitoring ground surface deformations in undermined areas is presented, based on satellite technology, laser scanning, and an electronic total station, which makes it possible to determine the three-dimensional position of the subsidence trough.

Key words: geodetic measurements, geodetic control networks, surveys, satellite technologies, Earth's surface, deformations, displacements, monitoring, digital terrain models.

Современное геодезическое обеспечение горных предприятий*

Аннотация. В статье представлено описание геодезических методов, соответствующих современному уровню развития координатной основы. Подчеркивается важность совершенствования методов мониторинга, оценки и прогнозирования деформированного состояния массива горных пород и земной поверхности. Показано на конкретном примере, т. е. на месторождениях Жиландинских групп в Улутауской области создание геодезической опорной сети, в которой ведется мониторинг геодинамических процессов. Рассматривается вопрос о применении спутниковой технологии для создания опорных геодезических сетей и ведения мониторинга, в части оценки точности определения координат пунктов при использовании одной или нескольких пунктов государственной геодезической сети (ГГС). Показана оригинальная технология ведения мониторинга за деформациями земной поверхности на подрабатываемых территориях на основе спутниковой технологии, лазерного сканирования и электронного тахеометра, позволяющая получать пространственное положение мульты движения.

Ключевые слова: геодезические измерения, геодезические опорные сети, съемки, спутниковые технологии, земная поверхность, деформации, смещения, мониторинг, цифровые модели.

Кіріспе

Тау-кен кәсіпорындарын пайдалану кезінде негізгі мәселелердің бірі – маркшейдерлік тірек тораптарын құру, жер қойнауы мен жер бетінде жүріп жатқан деформациялық процестерді бақылау, сондай-ақ тау-кен нысандарының модельдерін жасауда қолданылатын маркшейдерлік-геодезиялық әдістемелердің қазіргі жағдайын зерттеу және оларды жетілдіру болып табылады. Аталған үш бағыт өзара тығыз байланысты және біртұтас координаттар жүйесінде қарастырылуы тиіс. Сонымен қатар, бұл техногендік тау-кен нысандарын біртұтас жүйе ретінде қарастыру үшін маңызды.

Қазіргі уақытта осындай перспективалы аймақтардың бірі – Жыланды кен орындары тобы. Оның құрамына Шығыс және Батыс Сарыоба, Қыпшақбай, Қарашошақ, Итауыз кен орындары кіреді (1-сурет).

Зерттеудің мақсаты мен әдістемесі

Зерттеудің мақсаты – ауқымды кен орындарын игерудегі тау жыныстарымен жер бетінің жылжуын мониторингтеу және болжау. Бұл жұмыста алға қойылған мақсатқа жету үшін қазіргі заманғы геодезиялық торап құрудың деңгейіне сай келетін заманауи әдістер мен аспаптар (электронды тахеометр, лазерлі сканер, спутниктік технологиялар) негізінде кен орындары геодезиялық қамтамасыз етілді және бақылау нәтижелерінің дәлдігін мониторинг нәтижелерінің дәлдігі ең кіші квадраттар әдісімен бағаланды.



Сурет 1. Жыланды кен орындары тобы.

Figure 1. Zhylandy group of deposits.

Рис. 1. Группа месторождений Жыланды.

Геодезиялық тірек торабын құру тәсілдерінің дамуы, сөзсіз, спутниктік өлшеу технологияларын қолданумен айқындалады. Нақтысында, ғаламдық навигациялық спутниктік жүйелер (ГНСЖ) координаталарды түсіріс пункттеріне беру кезінде (координаталық торапты жиілетуде) пландық және биіктік негіздеуге балама болып, ал бір-қатар жағдайларда оларды толықтай алмастырды. Координаталық негізді құруды жеңілдетумен қатар, ГНСЖ пайдалану дәлдікті едәуір арттыруға мүмкіндік береді, бұл қазіргі заманғы тау-кен жұмыстарын жүргізу жағдайында аса маңызды. Спутниктік анықтаулар технологиясы [1–3] базалық станцияларды қолдануды қамтиды. Осыған

*Жұмысты жүргізуде К. Б. Рысбеков, Г. М. Мейрамбек, Ш. К. Айтказинова, Қ. Н. Дербісов және тау-кен кәсіпорындары қызметкерлері қатысты.

байланысты олардың сандық жеткіліктілігі мен қолдану дәлдігіне қатысты маңызды ғылыми-практикалық мәселе туындайды. Төменде екі немесе үш базалық станцияны қолдану арқылы жүргізілген спутниктік анықтаулар бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген.

Маркшейдерлік-геодезиялық қамтамасыз етуді дамытудың екінші аспектісі *тау-кен-техникалық объектілердің модельдерін құрумен* байланысты. Мұндай модельдер тау жұмыстарын жобалау және олардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған инженерлік-техникалық шешімдердің сапасын едәуір арттыруға мүмкіндік береді. Бұл бағыттағы жетілдіру лазерлік сканерлеу жүйелерін және ұшқышсыз ұшу аппараттары (ҰҰА) арқылы жүргізілетін түсірілімдерді қолдану кезінде аса тиімді болып табылады.

Лазерлік сканерлеу жүйелерін қолдану бір ғана түсірілім барысында карьердің цифрлық моделін алуға мүмкіндік береді. Тахеометриялық түсіріліммен салыстырғандағы артықшылығы-алынатын нүктелер бұлты есебінен ақпараттылығының жоғары болуы. Тахеометр арнайы бағыттау құралдарын (вехалар, призмалар және т. б.) пайдалану кезінде өлшеулер жүргізуде өте тиімді, себебі ол нүктелердің координаталарын анықтауға арналған аспап болып табылады. Ал лазерлік сканерді беттерді түсіру кезінде және олардың кеңістіктегі орнын анықтау үшін қолдану орынды.

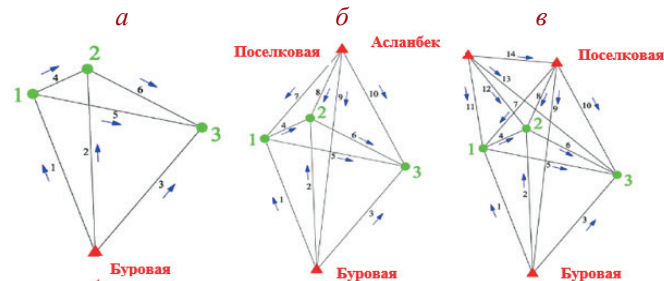
Мақаланың келесі аспектісі, пайдалы қазбалар кен орындарын игеру кезінде жүргізілетін *деформациялық процестерді мониторингтеуді* ұйымдастырумен тікелей байланысты [4–6]. Жер бетінің жылжу параметрлерін есептеуге қатысты нормативтік құжаттар [7] және тау жыныстарының, жер бетінің және қазбалармен әлсіретілген құрылыстардың жылжуын бақылауды жүргізу жөніндегі құжаттар [8] едәуір дәрежеде ескірген. Атап айтқанда, Қорғау ережелері [8] тазалау жұмыстарының ілгерілеу жылдамдығы 150 м-ге дейін болатын жағдайларға арналып әзірленген. Қазіргі кезде бұл параметрлер бірнеше есе асып түсуде. Ал [7]-дағы бақылау әдістемелеріне келсек, соңғы 30 жылда маркшейдерлік-геодезиялық аспаптық база мен технологиялар түбегейлі өзгерді және ең бастысы – бақылаулардың дәлдігі мен ақпараттылығын арттыру мүмкіндіктері айтарлықтай өсті.

Нәтижелер және оларды талдау

Техникалық әдебиеттерде геодезиялық мақсаттарға арналған арнайы тораптарды құруда ГНСС технологияларын қолдану мәселелері кеңінен қарастырылғанымен, олардың маркшейдерлік істе пайдаланылуына қатысты зерттеулер саны шектеулі. Осындай тораптарды жобалау барысында олардың дәлдігін алдын ала бағалау маңызды болып табылады. Бұл жобалау кезеңінде торапты құрудың ең тиімді нұсқасын таңдауға мүмкіндік береді. Дәлдікті бағалау, әдетте, ең кіші квадраттар әдісіне негізделген заманауи компьютерлік технологияларды қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Төменде геодезиялық тораптарды *құруды модельдеу нәтижелерінің* талдауы келтірілген. Триангуляция тәсілімен жүргізілген өлшеулер, сондай-ақ спутниктік анықтаулар (спутниктік торап) нәтижелері бойынша координаттары есептелген үш анықталатын пункттің дәлдігі бағалан-

ды. Бұл ретте бір, екі және үш тірек пунктіне сүйенетін желінің үш нұсқасы қарастырылды (2-сурет).



Сурет 2. Геодезиялық тораптарды құрудың сұлбалары (а – бір тірек пунктіне тірелетін торап; б – екі тірек пунктіне; в – үш пунктке).

Figure 2. Schemes for constructing geodetic networks (a – a network based on one control point; b – on two control points; c – on three control points).

Рис. 2. Схемы построения геодезических сетей (а – сеть, опирающаяся на один опорный пункт; б – на два опорных пункта; в – на три пункта).

Геодезиялық желі сұлбаларында 1–14 нөмірлерімен белгіленген көк жебелер желі пункттері арасындағы геодезиялық өлшеулердің бағыты мен реттілігі көрсетілді. Бағаланатын торап тірек пункттерінің координаттары, дирекционный бұрыштары және қабырғаларының ұзындықтары 1 және 2-кестелерде келтірілген.

Кесте 1

Бастапқы тірек пункттерінің координаталары

Таблица 1

Координаты исходных опорных пунктов

Table 1

Coordinates of the initial control points

Пункттер	X, м	Y, м
Буровая	66340,237	16137,221
Поселковая	66571,339	16270,883
Асланбек	66067,008	16709,672

Геодезиялық тораптың дәлдігін бағалау ең кіші квадраттар әдісі бойынша орындалды. Триангуляция әдісімен құрылған геодезиялық тораптар дәлдігінің нәтижелері 3-суретте келтірілген.

Сурет 3-ке қарасақ, 1, 2 және 3 нүктелердің орнын анықтаудың дәлдігі екі немесе үш тірек нүктеге сүйенген геодезиялық тораптарда жоғары екенін байқаймыз. Бір және екі тірек пункттеріне сүйенген жағдай арасындағы айырмашылық үлкен (шамамен екі реттік), ал екі және үш пунктке сүйенген тораптар арасындағы айырмашылық аз, тек сантиметрдің бөліктерімен ғана ерекшеленеді.

Әрі қарай спутниктік технологияны қолданған геодезиялық торап пункттерінің дәлдігін бағалау нәтижелеріне тоқталамыз (сурет 4).

Сурет 4-те көрініп тұрғандай, спутниктік желілерде 1, 2 және 3 пункттердің орналасуын анықтаудың дәлдігі

Кесме 2

Геодезиялық торап қабырғаларының дирекциондық бұрыштары мен ұзындықтары

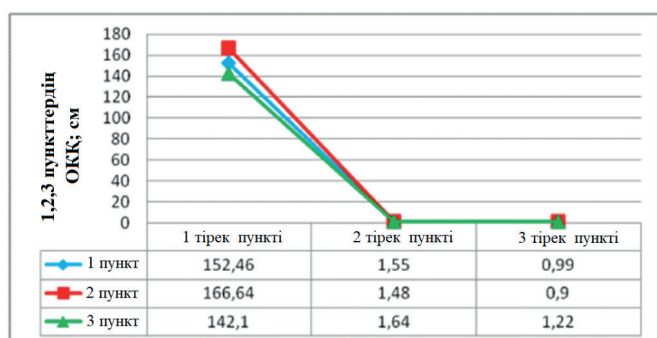
Table 2

Directional Angles and Side Lengths of Geodetic Networks

Таблица 2

Дирекционные углы и длины сторон геодезических сетей

Қабырғалар	Торап (1-сурет, а)		Торап (1-сурет 1, б)		торап (1-сурет, в)	
	Ұзындық, м	Дирекцион-дық бұрыш-тар град.	Ұзындық, м	Дирекцион-дық бұрыш-тар град.	Ұзын-дық, м	Дирекцион-дық бұрыш-тар град.
Буровая-1	7653	340,7927	7653	340,7927	7653	340,7927
Буровая-2	8366	357,8501	8366	357,8501	8366	357,8501
Буровая-3		37,0449		37,0449		37,0449
1-2	2478	62,8104	2478	62,8104	2478	62,8104
1-3	6986	102,6835	6986	102,6835	6986	102,6835
2-3	5326	120,0351	5326	120,0351	5326	120,0351
Поселковая-1				217,3843		217,3843
Поселковая -2			4078	202,2621	4078	202,2621
Поселковая – Буровая			12196	185,7935	12196	185,7935
Поселковая -3				154,5395		154,5395
Асланбек-1					5398	171,9564
Асланбек-2						144,9128
Асланбек-3					10229	132,2591
Асланбек – Поселковая					4526	95,5639

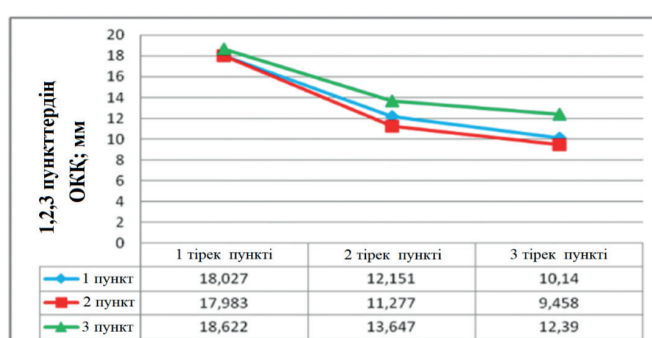


Сурет 3. Тірек пункттерінің санына байланысты тораптағы триангуляция пункттерінің дәлдігін бағалау.

Figure 3. Accuracy assessment of the triangulation network as a function of the number of control points.

Рис. 3. Оценка точности сети триангуляции в зависимости от количества опорных пунктов.

триангуляция әдісімен құрылған желідегіден айтарлықтай жоғары. Дәлдіктің өсуі тірек пункттер санына тәуелді екені байқалады. Келтірілген торап дәлдіктері нәтижелеріне сүйенсек, геодезиялық (маркшейдерлік) тораптарды құру кезінде тірек пункттерінің санына да, геодезиялық торап құру әдістеріне (жер бетіндегі немесе спутниктік технология бойынша) де назар аударған жөн.

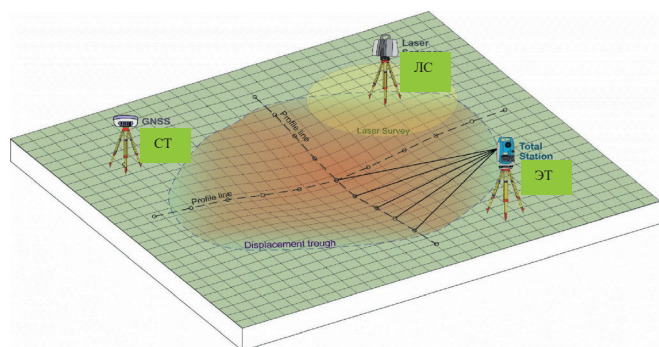


Сурет 4. Пландық координаттары ГНСЖ арқыл анықталған геодезиялық тораптың дәлдігін бағалау.

Figure 4. Accuracy assessment of the geodetic network whose horizontal coordinates are determined using GNSS technology.

Рис. 4. Оценка точности геодезической сети, плановые координаты которой определены по технологии ГНСЖ.

Жоғарыда тау-кен жұмыстарын жүргізу кезіндегі жер бетінің жылжуын бақылаудың маңыздылығы атап өтілді. Жерасты тау-кен жұмыстарын жүргізу нәтижесінде игеріліп жатқан аумақтарда жер бетінің деформациялары пайда болады, бұл тау-кен жұмыстарының ықпал ету аймағында орналасқан табиғи және техногендік объектілерге



Сурет 5. Қазіргі заманғы электрондық геодезиялық жабдықты пайдалана отырып, бақылау станциясындағы түсіріс сызбасы.

Figure 5. Surveying scheme at the observation station using modern electronic geodetic equipment.

Рис. 5. Схема съемок на наблюдательной станции с использованием современного электронного геодезического оборудования.

теріс әсер ететіні сөзсіз. Осыған байланысты Жыланды кенішіндегі Шығыс Сарыоба кен орнындағы жер бетінің жылжуын анықтау мақсатында мониторинг жүргізіледі [9]. Әзірленген мониторинг әдістемесі бірден бірнеше түсірілім түрлерін қамтиды (5-сурет):

- ✓ спутниктік анықтаулар көмегімен түсіріс негізін құру;
- ✓ профильдік сызықтарды электрондық тахеометрмен түсіру;
- ✓ жер бетінің жылжу мұлдасын лазерлік сканерлеу әдісімен түсіру;

✓ қазба әсеріне ұшыраған объектілерді электрондық тахеометр және лазерлік сканерлеу жүйесі арқылы егжей-тегжейлі түсіру.

Мониторинг жүргізуде аспапты таңдаудың маңызы өте зор, ол бақылаудың белгілі бір кезеңіндегі дәлдік талаптарымен анықталады және өлшеу қателіктерін талдауға негізделеді. Әр түрлі геодезиялық (триангуляция және спутниктік) әдістермен жүргізілген өлшеулердің дәлдігін талдау нәтижелері 3 және 4 суреттерде келтірілген. Жүргізілген талдау өлшеулердің ең дәл әдісі – жер бетінің жылжуын профильдік сызықтардың реперлері бойыша бақылау, яғни электронды тахеометрия арқылы жүргізу дұрыс екенін көрсетті [10].

Қорытынды

Осылайша, мақалада тау-кен кәсіпорындарында маркшейдерлік-геодезиялық қамтамасыз етудің даму перспективалары көрсетілген. Деформациялық процестерді мониторингтеудің жаңа әдістерін әзірлеу саласында геодезиялық тораптардың модельдерін мониторинг құралы ретінде қолдануға қатысты зерттеулердің маңызы зор деп білеміз. Жүргізілген GPS-өлшеулер негізінде Жыланды кеніштерінің маркшейдерлік қызметтері, жоғары дәлдікпен анықталған тірек пункттерімен қамтамасыз етілді. Кешенді мониторингтеу кезінде зерттеулер заманауи аспаптармен (спутниктік, лазерлік сканерлер мен электрондық тахеометрлер) жүргізілді.

Алғыс

Зерттеулер Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің гранттық қаржыландыруы шеңберінде жүргізілді (AP26100471).

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Антонович К. М. Спутниктік радионавигациялық жүйелерді геодезияда қолдану. – М.: Картгеоцентр; Новосибирск: Наука, 2006. – 360 б. (орыс тілінде)
2. Юнес Ж. А., Мустафин Г., Морозова В. Д. Спутниктік позициялау технологиясын қолдану арқылы маркшейдерлік тірек тораптарын құру // Маркшейдер хабаршысы. – 2017. – № 2. – Б. 25–28 (орыс тілінде)
3. Спутниктік жүйені қолданып мониторинг жүргізу және оның нәтижелерін өңдеу / А. М. Абенов [және т. б.] // Жас ғалым. – 2022. – Т. 413. – Б. 50–53 (орыс тілінде)
4. Опарин В. Н. және т. б. Техногендік жер сілкіністері мен кен соққыларын сейсмикалық-деформациялық мониторингтеудің әдістері мен жүйелері. – Новосибирск: СБ РГА баспасы, 2016. – Т. 2. – 261 б. (орыс тілінде)
5. Рыльникова М. В., Юн А. Б., Терентьева И. В. Жезқазған кен орнын игерудің болашағы мен стратегиясы // Тау-кен журналы. – 2015. – № 5. – Б. 44–49 (орыс тілінде)
6. Трубецкой К. Н. Жер қойнауы ресурстарын кешенді игеру мен сақтаудың жай-күйі және негізгі бағыттары // Жер қойнауын кешенді игеру мен сақтаудың мәселелері мен перспективалары: халықаралық ғылыми конференция материалдары. – Мәскеу: ИПКОН РАН, 2020. – Б. 5–11 (орыс тілінде)
7. Көмір және тақтатас кен орындарында тау жыныстарының, жер бетінің және тау-кен жұмыстары әсеріне ұшыраған құрылыстардың жылжуын бақылау жөніндегі нұсқаулық: КСРО Көмір өнеркәсібі министрлігі бекіткен 30.12.1987. – Мәскеу: Недра, 1989. – 96 б. (орыс тілінде)
8. Көмір кен орындарында жер асты тау-кен жұмыстарының зиянды әсерінен құрылыстар мен табиғи объектілерді қорғау ережелері. ПБ 07-269-98. – Мәскеу, 1998 (орыс тілінде)
9. Жер ойнауын ауқымды игеру кезінде тау жыныстары массивінің жай-күйін кешенді мониторингтеу / О. Bazaluk [және т. б.] // Frontiers in Environmental Science. – 2022. – Т. 10. – 852591 (ағылшын тілінде)
10. Nurpeisova M. B., Abenov A. M., Miletchenko N. A. Мыс кенін өндіру кезіндегі деформацияларды болжауға арналған жоғары тиімді мониторинг әдістемесі // Eurasian Mining. – 2023. – № 1. – Б. 19–24 (ағылшын тілінде)

REFERENCES

1. Antonovich K. M. *Ispol'zovanie sputnikovykh radionavigatsionnykh sistem v geodezii* [The Use of Satellite Radionavigation Systems in Geodesy]. – Moscow: Kartgeotsentr; Novosibirsk: Nauka, 2006. – 360 p. (in Russian)
2. Yunes J. A., Mustafin G., Morozova V. D. *Sozdaniye opornoy marksheyderskoy seti s ispol'zovaniyem tekhnologii sputnikovogo pozitsionirovaniya* [Creation of a support surveying network using the technology of satellite positioning]. *Marksheydersky Vestnik* [Surveyor's Bulletin]. – 2017. – No. 2. – P. 25–28 (in Russian)
3. Abenov A. M., Myngzhasarov B., Kirgizbaeva G. M., Nurpeissova M. B. *Monitoring s ispol'zovaniyem sputnikovykh sistem i obrabotka yego rezul'tatov* [Monitoring using satellite systems and processing of its results]. *Molodoy Uchenyy* [Young Scientist]. – 2022. – No. 413. – P. 50–53 (in Russian)
4. Oparin V. N. et al. *Metody i sistemy seysmo-deformatsionnogo monitoringa tekhnogennykh zemletryaseniy i gornyykh udarov* [Methods and Systems of Seismic-Deformation Monitoring of Technogenic Earthquakes and Rockbursts]. – Novosibirsk: Izdatel'stvo Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk, 2016. – Vol. 2. – 261 p. (in Russian)
5. Rylnikova M. W., Yoon A. B., Terentyeva I. V. *Perspektivy i strategiya osvoyeniya Zhezkazganskogo mestorozhdeniya* [Perspectives and strategies for the development of Zhezkazgan deposit]. *Gornyy zhurnal* [Mining Journal]. – 2015. – No. 5. – P. 44–49 (in Russian)
6. Trubetskoi K. N. *Sostoyaniye i osnovnye napravleniya kompleksnogo osvoeniya i sohraneniya resursov zemnykh neдр* [The state and main directions of the integrated development and conservation of the resources of the Earth's interior]. In: *Problemy i perspektivy kompleksnogo osvoeniya i sohraneniya zemnykh neдр: materialy Mezhdunar. nauch. konf.* [Problems and prospects of integrated development and conservation of the Earth's interior: proceedings of the International Scientific Conference]. – Moscow: IPKON RAN, 2020. – P. 5–11 (in Russian)
7. *Instruktsiya po nablyudeniym za sdvizheniyam gornyykh porod, zemnoy poverkhnosti i podrabatyvayemyi sooruzheniyami na ugol'nykh i slantsevykh mestorozhdeniyakh* [Instruction for Monitoring the Movement of Rock Masses, Surface, and Mined Structures at Coal and Oil Shale Deposits]. – Moscow: Nedra, 1989. – 96 p. (in Russian)
8. *Rules for Protecting Structures and Natural Objects from Harmful Effects of Underground Mining at Coal Deposits* [Pravila okhrany sooruzheniy i prirodnykh ob'yektov ot vrednogo vliyaniya podzemnykh gornyykh razrabotok na ugol'nykh mestorozhdeniyakh]. – PB 07-269-98. – Moscow, 1998 (in Russian)
9. *Integrated Monitoring for the Rock Mass State During Large-Scale Subsoil Development* / O. Bazaluk et al. // *Frontiers in Environmental Science*. – 2022. – Vol. 10. – Article 852591 (in English)
10. Nurpeissova M. B., Abenov A. M., Miletenko N. A. *Highly efficient monitoring procedure for deformation prediction in copper ore mining* // *Eurasian Mining*. – 2023. – No. 1. – P. 19–24 (in English)

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Антонович К. М. *Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии*. – М.: Картгеоцентр; Новосибирск: Наука, 2006. – 360 с. (на русском языке)
2. Юнес Ж. А., Мустафин Г., Морозова В. Д. *Создание опорной маркшейдерской сети с использованием технологии спутникового позиционирования* // *Маркшейдерский вестник*. – 2017. – № 2. – С. 25–28 (на русском языке)
3. *Ведение мониторинга с использованием спутниковых систем и обработки его результатов* / А. М. АбенOV [и др.] // *Молодой ученый*. – 2022. – С. 50–53 (на русском языке)
4. Опарин В. Н. и др. *Методы и системы сейсмо-деформационного мониторинга техногенных землетрясений и горных ударов*. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – Т. 2. – 261 с. (на русском языке)
5. Рыльникова М. В., Юн А. Б., Терентьева И. В. *Перспективы и стратегия развития Жезказганского месторождения* // *Горный журнал*. – 2015. – № 5. – С. 444–497 (на русском языке)
6. Трубецкой К. Н. *Состояние и основные направления комплексного освоения и сохранения ресурсов земных недр* // *Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр: материалы Междунar. науч. конф.* – М.: ИПКОН РАН, 2020. – С. 5–11 (на русском языке)
7. *Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми сооружениями на угольных и сланцевых месторождениях: утв. Минуглепромом СССР 30.12.1987*. – М.: Недра, 1989. – 96 с. (на русском языке)
8. *Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях*. ПБ 07-269-98. – М., 1998 (на русском языке)
9. *Интегрированный мониторинг состояния массива горных пород при крупномасштабном освоении недр* / O. Bazaluk [и др.] // *Frontiers in Environmental Science*. – 2022. – Т. 10. – Ст. 852591 (на английском языке)

10. Nurpeisova M. B., Abenov A. M., Miletenko N. A. Высокоэффективная процедура мониторинга для прогнозирования деформаций при добыче медной руды // *Eurasian Mining*. – 2023. – № 1. – С. 19–24 (на английском языке)

Авторлар туралы мәліметтер:

Нұрпейісова М. Б., т. ғ. д., «Маркшейдерия және геодезия» кафедрасының профессоры, Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті (Алматы қ., Қазақстан), marzhan-nurpeisova@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3956-5442>

Қырғызбаева Д. М., Ph.D, «Маркшейдерия және геодезия» кафедрасының ассоц. профессоры, Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті (Алматы қ., Қазақстан), dinara@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8869-5497>

Абенов Ә. М., Ph.D докторант, «Маркшейдерия және геодезия» кафедрасының профессоры, Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті (Алматы қ., Қазақстан), alishermamaevich@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0956-9207>

Милетенко Н. А., т. ғ. к., Ресей тау-кен академиясының академик Н. В. Мельников атындағы жер қойнауын кешенді игеру мәселелері институтының аға ғылыми қызметкері (Мәскеу қ., Ресей), nmilet@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9912-5529>

Information about authors:

Nurpeisova M., doctor of technical sciences, professor of the Department of of Mine Surveying and Geodesy, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Kyrgyzbayeva D., Ph.D, Professor of the Department of Mine Surveying and Geodesy, Satbayev Kazakh National Technical University (Almaty, Kazakhstan)

Abenov A., Ph.D doctoral student, Professor of the Department of Mine Surveying and Geodesy, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

Miletenko N., Candidate of Engineering Sciences Academician N. V. Melnikov Research Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources (IPKON), Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Сведения об авторах:

Нурпейісова М. Б., д. т. н., проф. кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

Киргизбаева Д. М., Ph.D, ассоц. проф. кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

Абенов А. М., Ph.D, докторант, кафедра «Маркшейдерское дело и геодезия», Казахский национальный технический университет им. К. И. Сатпаева (г. Алматы, Казахстан)

Милетенко Н. А., к. т. н., с. н. с. Института проблем комплексного освоения недр им. академика Н. В. Мельникова – ИПКОН РАН (г. Москва, Россия)

Организатор:

окружной выставочный центр

• ЮГОРСКИЕ КОНТРАКТЫ •

Техническая поддержка:

EXPOTECH

MEMBER
OF THE RUSSIAN
UNION OF EXHIBITIONS
AND FAIRS



ЧЛЕН
РОССИЙСКОГО
СОЮЗА ВЫСТАВОК
И ЯРМАРОК



31 МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ВЫСТАВКА

**СУРГУТ.
НЕФТЬ И ГАЗ
2026**



31th INTERNATIONAL
SPECIALIZED
TECHNOLOGICAL EXHIBITION

**SURGUT.
OIL & GAS
2026**

23.09 - 25.09

+7 (3462) 94-34-54
sales@yugcont.ru
sngexpo.ru



г. Сургут,
СОК «Энергетик»
ул. Энергетиков, 47