

Код МРНТИ 36.16.19

Е.Б. Кенжехан, \*Ы. Жакыпбек, Ж.Т. Кожаев, А.С. Әбен  
Satbayev University (Алматы қ., Қазақстан)

## ЖОЛБАРЫСТЫ, ШОВАН, КЕЛІНШЕКТАУ АЛТЫН КЕН ОРЫНДАРЫНДА ЖОСПАРЛЫ- БИІКТІК НЕГІЗДЕМЕ КАРТАСЫН ҚҰРУ

**Аннотация.** Бүкіл әлемде ғаламдық навигациялық спутниктік жүйенің (GNSS) көмегімен координаттарды анықтау (нақты уақыттағы кинематикалық, дәл нүктелік позициялау немесе статикалық режимде) бірнеше ғылыми және техникалық қосымшаларда талданды. Көптеген ғылыми-техникалық орталықтарда, геодезиялық өндіріс ұйымдарында, жүк және жолаушы тасымалдарында, мұнай-газ құрылыстарында өлшеу қорытындысын шұғыл және электронды сандық карта түрінде беретін спутниктік технологиясын жан-жақты зерттеп, өндіріс үрдісіне енгізуде. Мақалада Жолбарысты, Шован, Келіншектау алтын кен орындарында орындалған геодезиялық жетілдіру жұмыстары қарастырылған. Кен орнына құрылған жоспарлы-биіктік негіздемесінің картасын ГАЗ технологиялары бойынша картасын құру жұмыстары талданған.

**Түйінді сөздер:** геодезия, жоспарлы-биіктік, GPS, Google Earth, карта, ГАЗ, GNSS, RTK, NRTK, пенер.

### Creation of a plan-height justification map at the Zholbystinsky, Shovan, and Kelinshektau gold deposits

**Abstract.** Worldwide, several scientific and technical applications have analyzed the determination of coordinates using the Global Navigation Satellite System (GNSS) (kinematic in real time, precise point positioning, or in static mode). In many scientific and technical centers, geodetic production organizations, freight and passenger transportation, oil and gas facilities, and satellite technologies are comprehensively studied and introduced into the production process, which provides measurement results in the form of emergency and electronic digital maps. The article discusses the work on geodetic improvements carried out in the fields of Zholbarysty, Shovan, and Kelinshektau. The work on the creation of a map of the planned high-altitude justification at the field using GIS technologies is analyzed.

**Key words:** geodesy, planar-altitude, GPS, Google Earth, map, GIS, GNSS, RTK, NRTK, rep.

### Составление карты планово-высотного обоснования на месторождениях Жолбарысты, Шован, Келиншектау

**Аннотация.** Во всем мире определение координат с помощью глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS) (кинематическое в реальном времени, точное точечное позиционирование или в статическом режиме) анализировалось в нескольких научных и технических приложениях. Во многих научно-технических центрах, геодезических производственных организациях, грузовых и пассажирских перевозках, нефтегазовых сооружениях всесторонне изучают и внедряют в производственный процесс спутниковые технологии, которые выдают результаты измерений в виде экстренных и электронных цифровых карт. В статье рассмотрены работы по геодезическим усовершенствованиям, выполненные на месторождениях Жолбарысты, Шован, Келиншектау. Проанализированы работы по созданию карты планово-высотного обоснования на месторождении по ГИС технологиям.

**Ключевые слова:** геодезия, план-высота, GPS, Google Планета Земля, карта, ГИС, GNSS, RTK, NRTK, пенер.

### Кіріспе

Ғаламдық навигациялық спутниктік жүйемен (GNSS) алынған координаттарды әртүрлі тәсілдер арқылы есептеуге болады (салыстырмалы және дифференциалды әдістер немесе нүктені абсолютті дәл орналастыру әдісі). Дәстүр бойынша, салыстырмалы сауалнама нәтижелері бойынша статика және кинематика режимдері арасында көптеген айырмашылықтар бар (RTK, нақты уақыттағы кинематика режимі немесе RTK, желілік RTK). Атап айтқанда, статика режимі түсіруге кететін уақытқа қарамастан ең жоғары дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік береді, ал деректерді кейінгі өңдеу оның қолданылуын шектеуі мүмкін [1].

Кинематикалық модельді қолдана отырып, Ровер қабылдағыштарының арасындағы қашықтық аз болуы керек, әдетте 20 км-ден аз, статикалық позициялаудың сантиметрлік дәлдігін алу үшін «ұшу» процедуралары арқылы фазаны бекіту түсініксіздігін жою керек. Жоғарыда аталған шектеуді еңсеру үшін соңғы бірнеше жылда тұрақты жұмыс істейтін GNSS (CORS) тірек станцияларының тораптары нақты уақыт режимінде жоғары дәлдікпен орналасу үшін кеңінен қолданылды. Кең таралған GNSS CORS желілерінің болуы Станциялар арасындағы қашықтық шектеулерін еңсеруге мүмкіндік беретін NRTK технологиясын қолдануға түрткі болды.

GNSS CORS желісін пайдалану сонымен қатар виртуалды тірек станциясының тәсілі (VRS), көп тірек станциясының тәсілі (MRS), Flächen Korrektur параметрінің тәсілі (FKP) немесе бетті түзетудің басқа тәсілдері [2] сияқты үлкен аумақтарға дифференциалды түзетулерді се-

німдірек қолдануға мүмкіндік береді. Бірнеше авторлар [3, 4] NRTK техникасы статикалық өлшеулермен салыстыруға болатын сантиметрлік дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік беретіндігін көрсетті.

Көптеген басқа зерттеулер PPP (Нүктені дәл орналастыру) шешімдерінің конвергенциясын жақсарту үшін статикалық және кинематикалық өлшеулер үшін [5, 6] геодезиялық түсіруді басқару желісін құру және көп шоқжұлдызды өлшеу мүмкіндіктерін тексеру үшін осы әдістемені талқылады. PPP (нүктені дәл орналастыру) әдісінің дәлдігі сонымен қатар әртүрлі спутниктік эфемеридтік бағдарламалық құралмен өнімдерді пайдалана отырып, онлайн веб-қызметтердің нәтижелерін салыстыру [7], статикалық позициялау және тропосферадағы кідірісті бағалау үшін тегін онлайн PPP (Нүктені дәл орналастыру) қызметтерінің тиімділігін бағалау [8, 9] арқылы зерттелді. Басқа жұмыстар сонымен қатар қысқа бақылау кезеңін қолдана отырып, PPP (Нүктені дәл орналастыру) көмегімен жоғары позициялау дәлдігіне қол жеткізу мүмкіндігін талдады [10].

Жоғары дәлдікпен пункттердің геодезиялық координаттарының каталогтарын алу мақсатында жүргізілетін геодезиялық жұмыстардың түрі геодезиялық жоспарлы-биіктік негіздемені құру болып табылады. Пункттердің координаттар каталогтары топогеодезиялық түсіріс жұмыстарының барлық практикалық түрлерін жүргізу кезінде, аэрофототүсіріс материалдарын байланыстыру мен көптеген басқа геодезиялық және іздестіру жұмыстарын орындауда маңызды рөл атқарады.

Топографиялық-геодезиялық өндірістің спутниктік технология әдісі негізінде координатты анықтауға көшуі ғы-

лыми-техникалық және өндірістік міндеттерді неғұрлым тиімді шешуде, талап етілетін дәлдіктерге жетуде, жер беті пункттерінің координаттары мен биіктіктерін нақты анықтауға мүмкіндік береді.

### Зерттеу әдістері

Тірек (түсіру) геодезиялық тораптарын құру олардың дәлдігін бағалай отырып, кеніштердегі барлық жерасты қазбаларын үйлестіру үшін пункттердің жоғары дәлдікті геодезиялық координаттарының каталогтарын алу мақсатында жүргізілетін геодезиялық жұмыстардың негізгі түрлерінің бірі болып табылады. Пункттердің координат-

тар каталогын GPS құрылғысы арқылы статика режимінде анықталды.

Статика режимінде өлшеулер «Trimble» компаниясының «S-MAX GEO» GPS құрылғысы арқылы жүргізілді.

Координаттар жүйесі – WGS 84.

Биіктік жүйесі – Балтық.

Статикалық өлшеу уақыты – 55 минутқа созылды.

Статика режиміндегі координаттарды қайта есептеу жұмыстары Trimble RTX Solution есептеу нәтижесі көмегімен жасалды. Кен орнының WGS-84 координаталық жүйеде анықталған шахталық реперлер координаттары 1 – кестеде көрсетілген.

*Кесте 1*

*Кен орнының шахталық реперлер координаттары*

*Table 1*

*Coordinates of mine rappers of the deposit*

*Таблица 1*

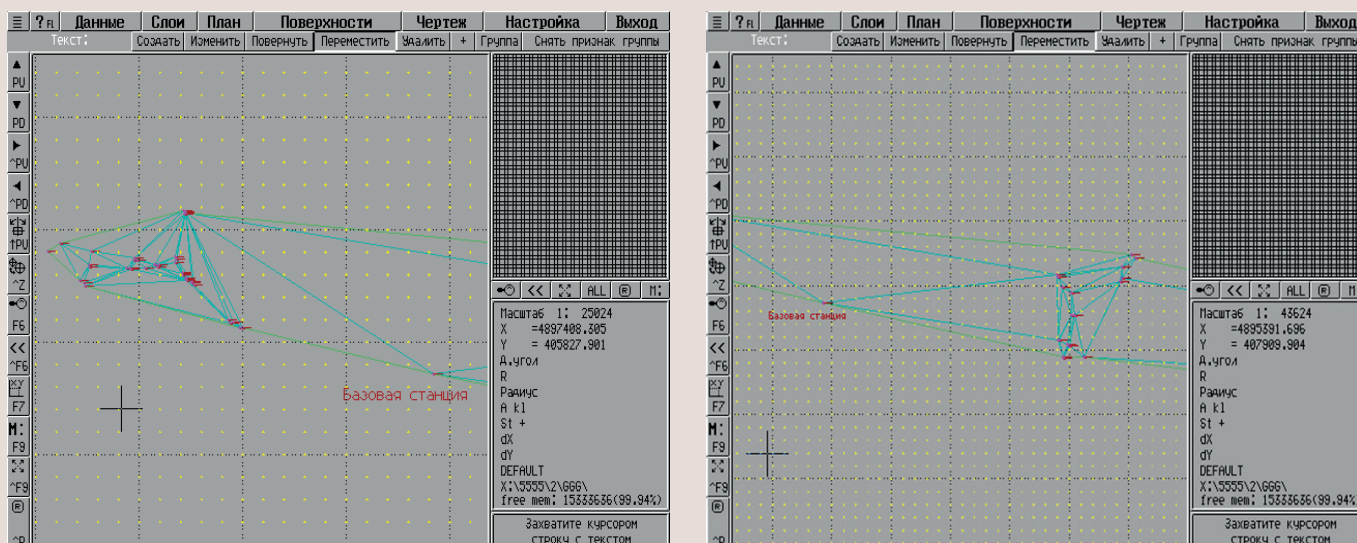
*Координаты шахтных реперов месторождения*

Rp	X	Y	Z
base1	4897721.8905	408845.0336	1050.4861
12rp1	4898551.6964	405431.1656	875.3589
12rp2	4898495.4001	405475.7224	877.3487
12rp3	4898533.3547	405472.1289	874.0239
mwrp1	4896163.9499	425685.8088	364.6526
mwrp2	4895609.8742	425875.6715	368.8407
mwrp3	4895535.4909	425830.1984	369.9527
mwrp4	4895047.124	425722.2812	376.4621
mwrp5	4894986.4584	425748.9087	376.285
mwrp6	4896655.4194	425688.5661	362.6072
mwrp7	4896769.5499	425670.3217	362.3913
mwrp8	4896622.958	426115.5677	365.5828
mwrp9	4896612.3775	426102.034	367.0745
RanAta	4896549.6219	418650.2725	418.5221
YGL rp2	4898425.1208	414117.2806	396.5256
YGL rp3	4898472.8165	414058.6365	397.0201
tg 88rp4	4898286.3296	413901.4433	401.8983
knarp5	4898110.0187	413900.5647	405.1801
kna3rp6	4898055.4985	413852.3069	406.7166
DSK1 Rp1	4897886.2687	413042.9209	416.8187
DSK1 Rp2	4897976.7824	412879.582	413.4944
TZAV10 Rp3	4897544.875	413088.3944	434.6787
TZAV2 Rp5	4897542.9256	413032.0958	445.9932
NK01 Rp1	4896886.7104	413246.0282	491.6067
NK tsk 4	4896888.6972	413250.1893	491.379

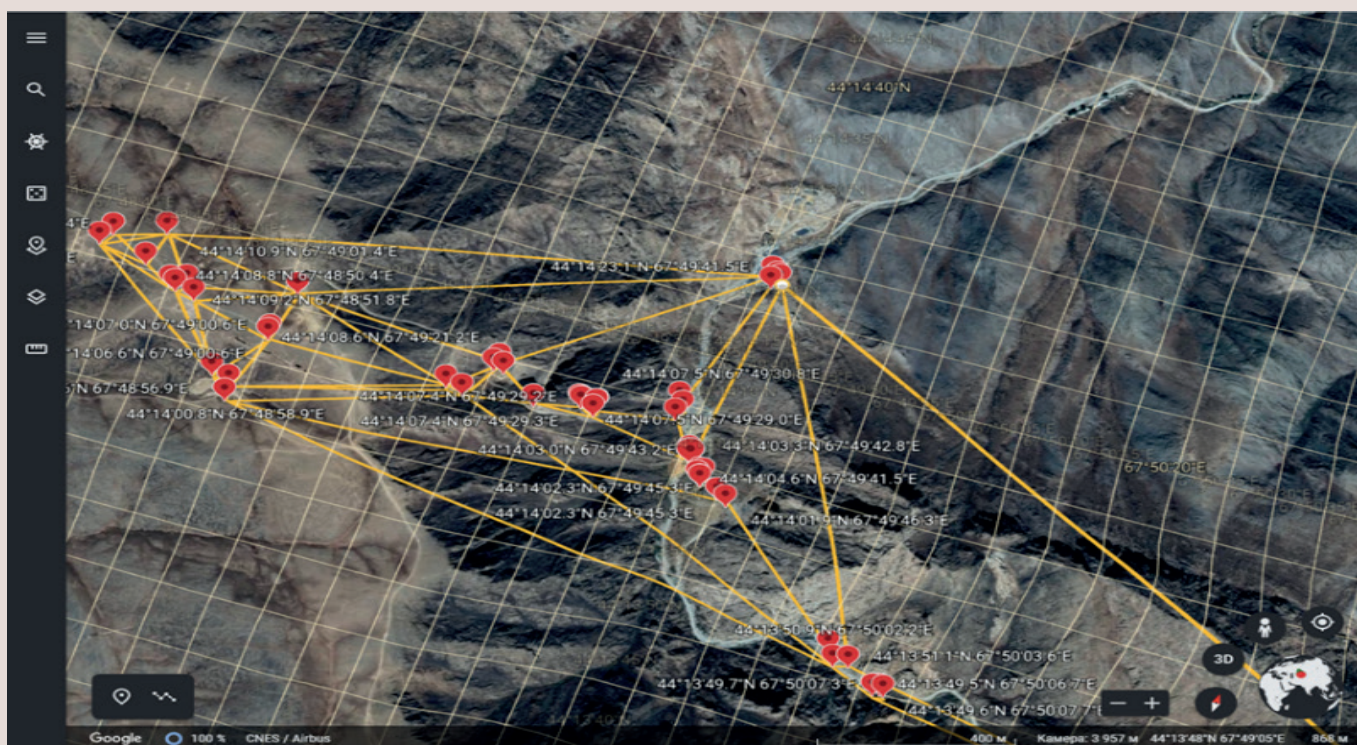
Түсірілім негіздемесін дамыту бойынша жұмыстарды жүргізу кезінде спутниктік анықтамалардың жылдам статикалық әдісі негізгі болып табылады. Ол пункттердің жоспарлы координаттарын және олардың биіктігін масштабты қатардың көп бөлігі және бедер қимасының биіктік-

тері үшін жеткілікті дәлдікпен және жоғары жеделдікпен анықтайды.

**Нәтижелер.** WGS 84 координаттар жүйесінде Келіншектау, Шован, Жолбарысты кен орындарының жоспарлы-биіктік негіздемелері құрылды.



**Сурет 1. Жолбарысты, Шован кен орнында құрылған жоспарлы-биіктік негіздеме.**  
**Figure 1. Planning and high-altitude justification of the Zholbarysty and Shovan deposits.**  
**Рис. 1. Планово-высотное обоснование месторождений Жолбарысты и Шован.**



**Сурет 2. Жоспарлы-биіктік негіздеме картасы.**  
**Figure 2. Map of the planned high-altitude justification.**  
**Рис. 2. Карта планово-высотного обоснования.**

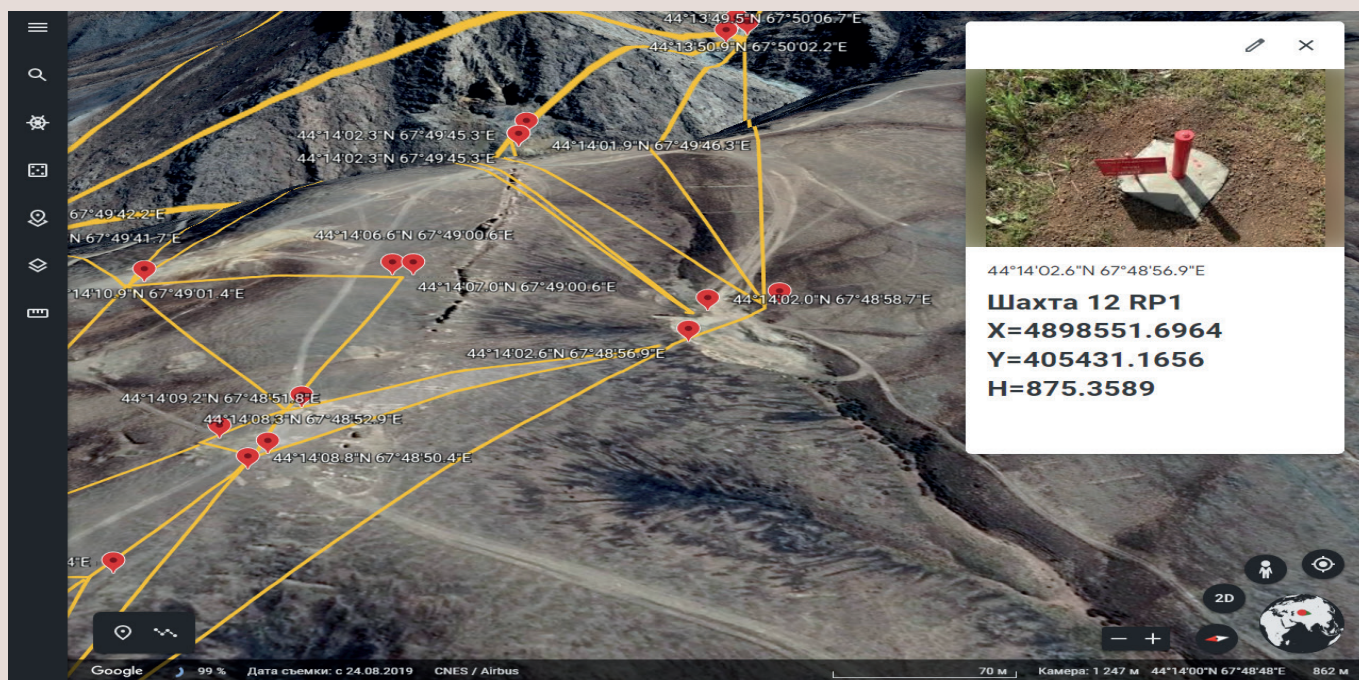
Жоспарлы-биіктік негіздемесін жасау үшін GPS технологиясын қолданумен орындалды.

Торапты жобалаудың негізгі мақсаттары:

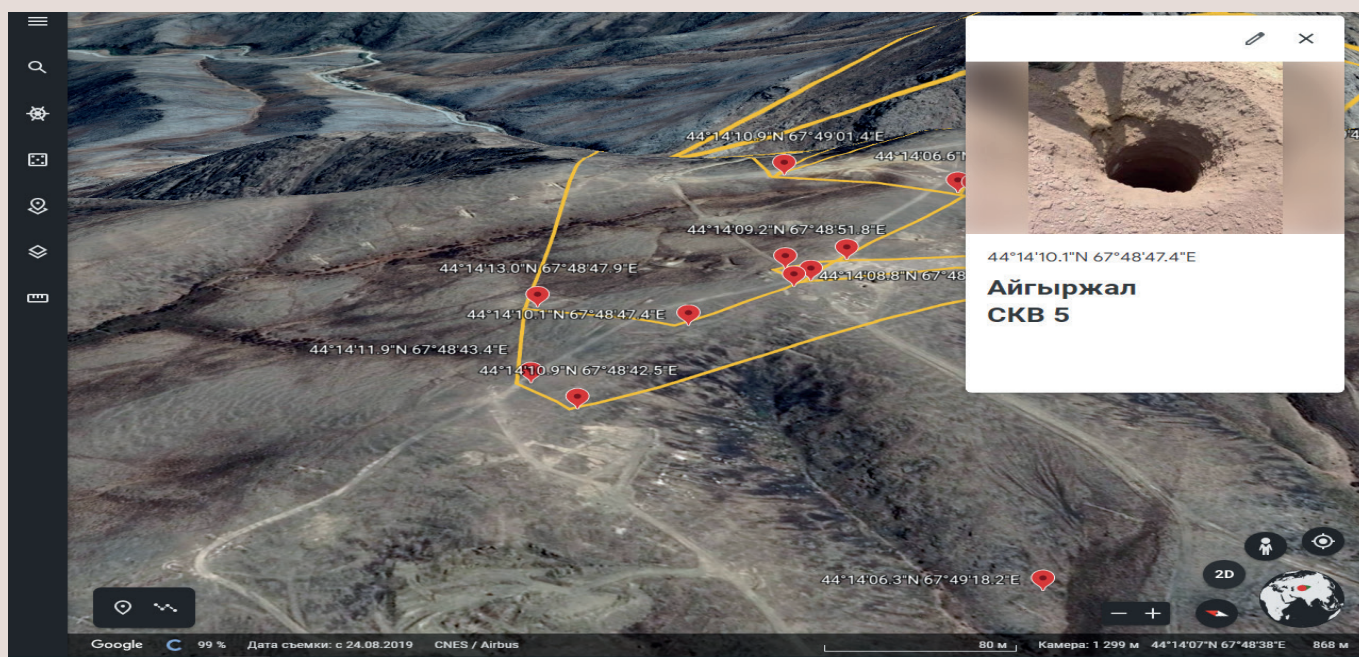
- Түсіру талаптарына сәйкес келу
- Дала жұмыстарын жүргізуді оңтайландыру
- Өрісте жиналған деректерді бақылауды қамтамасыз ету
- Сенімді нәтижелер беру
- Құрылған торап арқылы кен орнының картасын құру

Қазіргі уақытта кез-келген нысанның электронды картасын әзірлеу кеңінен таралған. Электронды карта – сандық карталар немесе ГАЖ мәліметтер базасы негізінде видеоэкранда көрініс тапқан картографиялық бейне.

Кен орындарына құрылған жоспарлы-биіктіктік негіздеме картасын құру бұл үлкен маңызға ие жұмыс. Ол карта арқылы далалық жұмыстарды жеңілдетуге болады.



Сурет 3. Шахталық реперлер мәліметі.  
Figure 3. Information about mine reference points.  
Рис. 3. Сведения о шахтных реперах.



Сурет 4. Геологиялық мәліметтер.  
Figure 4. Geological data.  
Рис. 4. Геологические данные.

Жоспарлы-биіктіктік негізменің толық мәліметтерін сол картадан алуға болады. Карта жасауда «Google Earth» бағдарламасы алынды.

Google Earth сандық Глобус ретінде көрсетіледі және ол планетаның бетін қашықтықтан бір құрама кескінді қолдана отырып көрсетеді. Үлкейту кезінде суреттер бір аймақтан екіншісіне түсіру күні мен уақыты бойынша өзгеруі мүмкін ұсақ бөлшектері бар бір аймақтың әртүрлі суреттеріне ауысады.

Google Earth жеке қалалардағы ғимараттардың, құрылыстардың және ескерткіштердің 3D модельдерін жоғары сапада көрсету мүмкіндігіне ие.

Google Earth бағдарламасына өлшеулер жүргізілген пунктердің координаталарын WGS-84 координаттар жүйесінде импорттаймыз.

**Нәтижелерді талқылау.** Бұл құрылған карта кен орнындағы жоспарлы-биіктік негіздеме жайлы толық ақпарат береді. Олар:

- Базалық станция жайлы мәлімет
- Реперлердің орналасуы
- Шахталардың орналасуы
- Пункттердің екі координата жүйесінде өлшенген координаттары (WGS-84, UTM-42)
- Геологиялық ұңғымалар жайлы мәліметтер
- Шахталар арасындағы жолды жоспарлау мүмкіндігіне ие

### Қорытынды

Жолбарысты, Шован, Келіншектау алтын кен орындарында жоспарлы-биіктік негіздеме картасын құру арқылы көптеген жұмыстарды жеңілдетуге мүмкіндік ашты. Шахталардың орналасуы және әрбір шахтада орналасқан пункттердің екі координата жүйесінде өлшенген координаттары (WGS-84, UTM-42) жайлы толық мәліметтер аламыз. Сонымен қатар карта шахталар арасындағы жолды жоспарлау мүмкіндігіне ие.

### ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Gino Dardanelli, Antonino Maltese, Claudia Pipitone, Alessandro Pisciotta, Mauro Lo Brutto. RTK, PPP немесе статикалық, бұл мәселе. GNSS түсірілімі үшін әртүрлі орналасу шешімдерін сынау // Қашықтықтан зондтау. – 2021. – 13. – Б. 1406. <https://doi.org/10.3390/rs13071406> (ағылшын тілінде)
2. Kim J., Song J., No H., Han D., Kim D., Park B., Kee C. Модификацияланған бетті түзету параметрлерін түзету арқылы арзан бір жиілікті қабылдағыш үшін GPS дәлдігін жақсарту // ISPRS Int. J. Geo-Inf. – 2017. – 6. – Б. 222 (ағылшын тілінде)
3. Tusat E.A. Топографиялық карта мен кеңістіктік деректерді жасау үшін VRS және статикалық GPS өлшеу нәтижелерінің дәлдігін салыстыру: CORS – TR жағдайлық зерттеуі // Teh. Vjesn. – 2018. – 25. – Б. 158-163 (ағылшын тілінде)
4. Prochniewicz D., Szpunar R., Kozuchowska J., Szabo V., Staniszewska D., Walo J. Польшадағы GNSS желілік орналасу қызметтерінің тиімділігі: кейс-стади // J. Surv. Eng. – 2020. – 146. – 05020006 (ағылшын тілінде)
5. Abd Rabbou M., El-Rabbany A. GNSS-ті бірнеше шоқжұлдыздармен: GPS, GLONASS, Galileo және BeiDou көмегімен нүктелерді дәл орналастырудың тиімділігін талдау // Surv. Rev. – 2017. – 49. – Б. 39-50 (ағылшын тілінде)
6. Angrisano A., Dardanelli G., Innac A., Pisciotta A., Pipitone C., Gaglione S. GNSS GPS-GLONASS-Galileo шоқжұлдыздарын қолдана отырып, ашық бастанқы бағдарламалық жасақтаманы қолдана отырып, PPP зерттеулерінің тиімділігін бағалау // Appl. Sci. – 2020. – 10. – Б. 5420 (ағылшын тілінде)
7. Ocalan T., Erdogan B., Tunalioglu N., Durdag U.M. Орманның жанында/астында әртүрлі спутниктік эфемеридтерді қолдана отырып, салыстырмалы позициялауға қарсы PPP әдісінің дәлдігін зерттеу // Earth Sci. Res. J. – 2017. – 20. – Б. 1-9 (ағылшын тілінде)
8. Guo Q. Тропосферадағы статикалық позициялау мен кідірісті бағалаудағы төрт тегін онлайн PPP қызметін дәл салыстыру және талдау // Gps Solut. – 2015. – 19. – Б. 537-544 (ағылшын тілінде)
9. Astudillo J.M., Lau L., Tang Y.T., Moore T. Интернеттегі нүктені дәл орналастыру қызметтеріндегі (PPP) және PPP бағдарламалық пакеттеріндегі зениттік тропосфералық кідірісті бағалауды талдау // Sensors. – 2018. – 18. – Б. 580 (ағылшын тілінде)
10. Dabovc P. RTK және NRTK әдістерін ескере отырып кадастрлық түсірілім үшін жаппай нарықтағы GNSS қабылдағыштарын пайдалану ыңғайлылығы // Geod. Geodyn. – 2019. – 10. – Б. 282-289 (ағылшын тілінде)

### REFERENCES

1. Gino Dardanelli, Antonino Maltese, Claudia Pipitone, Alessandro Pisciotta, Mauro Lo Brutto. NRTK, PPP or Static, That Is the Question. Testing Different Positioning Solutions for GNSS Survey // Remote Sens. – 2021. – 13. – P. 1406 <https://doi.org/10.3390/rs13071406> (in English)
2. Kim J., Song J., No H., Han D., Kim D., Park B., Kee C. Accuracy Improvement of DGPS for Low-Cost Single-Frequency Receiver Using Modified Flächen Korrektur Parameter Correction // ISPRS Int. J. Geo-Inf. – 2017. – 6. – P. 222 (in English)
3. Tusat E.A. Comparison of the Accuracy of VRS and Static GPS Measurement Results for Production of Topographic Map and Spatial Data: A Case Study on CORS-TR // Teh. Vjesn. – 2018. – 25. – P. 158-163 (in English)
4. Prochniewicz D., Szpunar R., Kozuchowska J., Szabo V., Staniszewska D., Walo J. Performance of Network-Based GNSS Positioning Services in Poland: A Case Study // J. Surv. Eng. – 2020. – 146. – 05020006 (in English)
5. Abd Rabbou M., El-Rabbany A. Performance Analysis of Precise Point Positioning Using Multi-Constellation GNSS: GPS, GLONASS, Galileo and BeiDou // Surv. Rev. – 2017. – 49. – P. 39-50 (in English)
6. Angrisano A., Dardanelli G., Innac A., Pisciotta A., Pipitone C., Gaglione S. Performance Assessment of PPP Surveys with Open Source Software Using the GNSS GPS-GLONASS-Galileo Constellations // Appl. Sci. – 2020. – 10. – P. 5420 (in English)
7. Ocalan T., Erdogan B., Tunalioglu N., Durdag U.M. Accuracy Investigation of PPP Method versus Relative Positioning Using Different Satellite Ephemerides Products near/under Forest Environment // Earth Sci. Res. J. – 2017. – 20. – P. 1-9 (in English)
8. Guo Q. Precision Comparison and Analysis of Four Online Free PPP Services in Static Positioning and Tropospheric Delay Estimation // Gps Solut. – 2015. – 19. – P. 537-544 (in English)

9. Astudillo J.M., Lau L., Tang Y.T., Moore T. Analysing the Zenith Tropospheric Delay Estimates in On-Line Precise Point Positioning (PPP) Services and PPP Software Packages // *Sensors*. – 2018. – 18. – P. 580 (in English)
10. Dabove P. The Usability of GNSS Mass-Market Receivers for Cadastral Surveys Considering RTK and NRTK Techniques // *Geod. Geodyn.* – 2019. – 10. – P. 282-289 (in English)

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Gino Dardanelli, Antonino Maltese, Claudia Pipitone, Alessandro Pisciotta, Mauro Lo Brutto. NRTK, PPP или Static, вот в чем вопрос. Тестирование различных решений для определения местоположения для GNSS-съемки // *Remote Sens.* – 2021. – 13. – С. 1406. <https://doi.org/10.3390/rs13071406> (на английском языке)
2. Kim J., Song J., No H., Han D., Kim D., Park B., Kee C. Повышение точности DGPS для недорогого одночастотного приемника с использованием модифицированной коррекции параметров // *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* – 2017. – 6. – С. 222 (на английском языке)
3. Tysat E.A. Сравнение точности результатов измерений VRS и статического GPS для создания топографической карты и пространственных данных: тематическое исследование CORS-TR // *Teh. Vjesn.* – 2018. – 25. – С. 158-163 (на английском языке)
4. Prochniewicz D., Szpunar R., Kozuchowska J., Szabo V., Staniszewska D., Walo J. Эффективность сетевых служб определения местоположения GNSS в Польше: тематическое исследование // *J. Surv. Eng.* – 2020. – 146. – 05020006 (на английском языке)
5. Abd Rabbou M., El-Rabbany A. Анализ эффективности точного позиционирования точек с использованием GNSS с несколькими созвездиями: GPS, ГЛОНАСС, Galileo и BeiDou // *Surv. Rev.* – 2017. – 49. – P. 39-50 (на английском языке)
6. Angrisano A., Dardanelli G., Innac A., Pisciotta A., Pipitone C., Gaglione S. Оценка эффективности обследований PPP с использованием программного обеспечения с открытым исходным кодом с использованием созвездий GNSS GPS-ГЛОНАСС-Galileo // *Appl. Sci.* – 2020. – 10. – С. 5420 (на английском языке)
7. Ocalan T., Erdogan B., Tunalioglu N., Durdag U.M. Исследование точности метода PPP в сравнении с относительным позиционированием с использованием различных спутниковых эфемерид вблизи // *Earth Sci. Res. J.* – 2017. – 20. – С. 1-9 (на английском языке)
8. Guo Q. Сравнение точности и анализ четырех бесплатных онлайн-сервисов PPP в статическом позиционировании и оценке задержки в тропосфере // *Gps Solut.* – 2015. – 19. – С. 537-544 (на английском языке)
9. Astudillo J.M., Lau L., Tang Y.T., Moore T. Анализ оценок задержки в тропосфере в Зените в онлайн-сервисах точного позиционирования точек (PPP) и программных пакетах PPP // *Sensors*. – 2018. – 18. – С. 580 (на английском языке)
10. Dabove P. Удобство использования приемников GNSS массового рынка для кадастровых съемок с учетом методов RTK и NRTK // *Geod. Geodyn.* – 2019. – 10. – С. 282-289 (на английском языке)

**Авторлар туралы мәлімет:**

**Кенжехан Е.Б.**, Satbayev University, O.A. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының магистранты (Алматы қ., Қазақстан), [yeldar0202@gmail.com](mailto:yeldar0202@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0001-5718-3619>

**Жақыпбек Ы.**, PhD, Satbayev University, O.A. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Алматы қ., Қазақстан), [u.zhakupbek@satbayev.university](mailto:u.zhakupbek@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0002-2474-9927>

**Кожасев Ж.Т.**, PhD, Satbayev University, O.A. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Алматы қ., Қазақстан), [zh.kozhayev@satbayev.university](mailto:zh.kozhayev@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0002-9976-9375>

**Әбен А.С.**, т.ғ.м., Satbayev University, O.A. Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты, «Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасының оқытушысы (Алматы қ., Қазақстан), [a.aben@satbayev.university](mailto:a.aben@satbayev.university); <https://orcid.org/0000-0001-6222-8631>

**Information about the authors:**

**Kenjekhan E.**, graduate student at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Zhakupbek Y.**, PhD, Associate Professor at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Kozhaev Zh.**, PhD, Associate Professor at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Aben A.**, Master of Technical Sciences, lecturer at the Department of Mine Surveying and Geodesy of the Mining and Metallurgical Institute named after O.A. Baikonurov, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan)

**Сведения об авторах:**

**Кенжехан Е.Б.**, магистрант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Жақыпбек Ы.**, PhD, ассоциированный профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Кожасев Ж.Т.**, PhD, ассоциированный профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)

**Әбен А.С.**, м.т.н., преподаватель кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия», Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова, Satbayev University (г. Алматы, Казахстан)