

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

К. Тұрысбеков атындағы геология, мұнай және тау-кен ісі институты

**Абенов Әлішер Мамайұлы**

Магистр академиялық дәрежесін алу үшін дайындалған

**МАГИСТЕРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ**

Инновациялық әдістер мен түсірістер негізінде геокеңістік деректерін зерттеу  
7M07306 «Геокеңістіктік сандық инженерия»

Ғылыми жетекші,  
қауым., профессор

Г.М. Қырғызбаева

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 ж.

Рецензент,



Х.М. Касымканова

Норма бақылаушы,  
ассистент

Ж.М.Нукарбекова

«21» июнь 2021 ж.

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
МІЖГ кафедрасы меңгерушісі,

Доктор PhD

Э. О.Орынбасарова

«21» июнь 2021 ж. .

Алматы 2021

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті

К. Тұрысбеков атындағы мұнай – газ және тау – кен ісі геологиясының  
институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

7М07306 – Геокеңістіктік сандық инженерия

### БЕКІТЕМІН

МІЖГ кафедрасы меңгерушісі,

Доктор PhD



Э. О. Орынбасарова

«21» июнь 2021 ж.

### Магистерлік диссертация орындауға ТАПСЫРМА

Магистрант Абенев Әлішер Мамайұлы

Тақырыбы: Инновациялық әдістер мен түсірістер негізінде геокеңістік деректерін зерттеу

Университет ректорының \_\_\_\_\_ бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған диссертацияны тапсыру мерзімі « » \_\_\_\_\_ 2021 ж.

Магистерлік диссертацияның бастапқы мәліметтері: Трансформациялаудың жоғарғы дәлдікті бағалау критерийлерін қарастыру

Магистерлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Трансформациялаудың технологиялары мен процесстерін зерттеу және олардың Қазақстанда және шетелде практикалық қолдану ерекшеліктерін анықтау.
- б) Жер бедерінің объектілерін құру мен трансформация дәлдігіне қойылатын талаптарды анықтау және кеңістіктік байланысты (тәуелді) мәліметтер үшін дәлдікті бағалау критерийлерін белгілеу.
- в) Трансформациялауды практикада жүзеге асыру үшін GPS аспабын қолдану және оны өңдеу жолдарын көрсету.
- г) Ортофотоплан алудың процесстерін қадам қадамымен көрсету және талдау

Ұсынылатын негізгі әдебиет:

1. (И.Ф.Куштин, В.И. Куштин. Геодезия: учебно-практическое пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 909с.).

2. [https://www.bygeo.ru/materialy/chetvertyi\\_kurs/distancionnue-metodu-gybinchtenie/2220-infrakrasnaya-semkaradiolokacionnaya-semka-geologicheskaya-informativnost-aerokosmicheskikh-snimkov.html](https://www.bygeo.ru/materialy/chetvertyi_kurs/distancionnue-metodu-gybinchtenie/2220-infrakrasnaya-semkaradiolokacionnaya-semka-geologicheskaya-informativnost-aerokosmicheskikh-snimkov.html)
3. <https://habr.com/ru/post/347344/>

## АҢДАТПА

Аумақтарды экономикалық дамыту саласындағы әлемнің көптеген елдерінің мемлекеттік саясатының маңызды бағыттарының бірі ғылыми-техникалық және экономикалық мәселелерді шешу процестерін жеделдетуге мүмкіндік беретін ақпараттық технологияларды әзірлеу және енгізу болып табылады.

Геодезиядағы және ғылым мен өндірістің бірқатар салаларындағы ең маңызды жетістік заманауи өлшеу жүйелері мен бағдарламалық-аппараттық кешендерді белсенді енгізу болды.

Өздеріңіз білетіндей, заманауи технологиялар аумақтарды сенімді және тұрақты дамыту үшін ақпараттық негіз құру мәселелерін тиімді шешуге мүмкіндік береді. Сонымен бірге инновациялық технологияларды қолдану бірқатар жобалық-құрылыс жұмыстарын ақпараттық-топографиялық-геодезиялық қамтамасыз ету мәселелерін шешумен байланысты.

Жаңа құрылысты жобалау (жоспарлау) және іздеу кезінде, қолданыстағы объектілерді қайта құру және қалпына келтіру, жердің сандық үшөлшемді модельдерін қолдану орынды болады. Мұндай модельдерге салынып жатқан нысандарды кеңістіктік бағалау және бағыттау үшін бұрыннан бар құрылымдар кіруі керек.

Жалпы осындай күрделі жұмыстарға сөзсіз белгілі бір аумаққа немесе объектіге координаттарды түрлендіру мен трансформация процесі өте керек. Атап өтетін тағы бір мәселе бұл жұмыстарға өте жоғары дәлдік қажет.

Диссертациялық жұмыста геодезиялық координата жүйелеріне түрлендіру әдістері, GPS Leica GX1230 аспабымен трансформациялаудың кезеңдері және бағалау критерийлері көрсетілді.

## АННОТАЦИЯ

Одним из важных направлений государственной политики в области экономического развития многих стран мира является разработка и внедрение информационных технологий, которые ускорят процесс решения научных, технических и экономических задач.

Важнейшим достижением в геодезии и в ряде областей науки и промышленности стало активное внедрение современных измерительных систем, программного и аппаратного обеспечения.

Как известно, современные технологии позволяют эффективно решать вопросы создания информационной базы для надежного и устойчивого развития территорий. При этом использование инновационных технологий связано с решением ряда вопросов информационного и топографо-геодезического обеспечения проектных и строительных работ.

При проектировании (планировке) и поиске нового строительства целесообразно реконструировать и восстановить существующие объекты, использовать цифровые трехмерные модели земель. Такие модели должны включать существующие конструкции для пространственной оценки и ориентации строящихся объектов.

В целом, такая сложная работа неизбежно требует процесса трансформации и преобразования координат в конкретную область или объект. Следует также отметить, что эта работа требует очень высокой точности.

В диссертационной работе описаны методы преобразования в геодезические системы координат, этапы преобразования с помощью GPS Leica GX1230 и критерии оценки.

## ANNOTATION

One of the important directions of state policy in the field of economic development in many countries of the world is the development and implementation of information technologies that will accelerate the process of solving scientific, technical and economic problems.

The most important achievement in geodesy and in a number of areas of science and industry was the active introduction of modern measuring systems, software and hardware.

As you know, modern technologies make it possible to effectively solve the issues of creating an information base for reliable and sustainable development of territories. At the same time, the use of innovative technologies is associated with the solution of a number of issues of information and topographic and geodetic support for design and construction work.

When designing (planning) and searching for new construction, it is advisable to reconstruct and restore existing facilities, use digital three-dimensional land models. Such models should include existing structures for spatial assessment and orientation of the construction projects.

In general, such a complex work inevitably requires a process of transformation and transformation of coordinates into a specific area or object. It should also be noted that this work requires very high precision.

The dissertation work describes the methods of transformation into geodetic coordinate systems, the stages of transformation using the GPS Leica GX1230 and the evaluation criteria.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	
1	Геодезиялық координата жүйелеріне түрлендіру және трансформациялау	10
1.1	Геодезиялық координата жүйелеріне түрлендіру әдістері	10
1.2	1942 жылғы Координаттар жүйесінен(СК-42) жергілікті координата жүйесіне өту процесі	16
2	GPS Leica GX1230 аспабына жалпы шолу және трансформация жасау	19
2.1	GPS Leica GX1230 аспабына жалпы шолу	19
2.2	GPS Leica GX1230 трансформация барысы. WGS84 әлемдік координата жүйесінен жергілікті жүйеге ауысу(1 кезең)	21
2.3	GPS Leica GX1230 трансформация барысы. WGS84 әлемдік координата жүйесінен жергілікті жүйеге ауысу(Classic 3-D )	27
2.4	Геокеңістіктік мәліметтердің дәлдігін бағалау критерийлері	31
3	Аэрофототүсіру өнімдерін геодезияда пайдалану	35
3.1	Аэрофототүсіріс жайлы жалпы сипаттама	35
3.2	Ортофотоплан және оны құру процесі	36
3.3	Амангелді және Комосомол аудандарының ортофотоплан құру процестері және параметрлері	37
3.4	Аэротүсіріс кезінде қолданылған DJI Phantom 4 Pro version 2.0 ұшу аппараты	41
3.5	Амангелді ауданы туралы қысқаша ақпарат	45
3.6	Комсомол ауданы туралы қысқаша ақпарат	47
3.7	Agisoft Metashape Professional бағдарламасы	48
	Қорытынды	56
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	57

## КІРІСПЕ

**Жұмыстың өзектілігі.** Өндіріс жағдайында көп жағдайда есептеу қателіктері көп кездеседі. Кейбір қателіктер дұрыс түрлендіру(трансформация) жасалмағандықтан орын алып жатады. Соның нәтижесінде өндіріс орындарында, әсіресе құрылыс объектілерінде өте үлкен деформациялар орын алады. Бұл өз кезегінде дәлдікке қатысты талаптардың орындалмауы, сақталмауы салдарынан.

Осындай дәрежі қателіктерге бой алдырмас үшін белгілі бір жүйеден екінші жүйеге түрлендіру өту жолдарын жақсы білуіміз қажет.

Инженерлік мәселелерді шешуге арналған трансформациялау принциптері мен стратегиялары ковариациялық матрицалар мен орташа квадраттық эллипсоидтық қателіктер негізінде геокеңістіктік деректердің дәлдігін бағалау алгоритмдері қарастырылды.

**Зерттеу нысаны.** Бұл жұмыста зерттеудің нысаны болып Алматы қаласы және Қостанай облысы Амангелді ауданы табылады.

**Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы** трансформациялаудың қысқа және жылдам жолын көрсету, жергілікті координата жүйесінен әлемдік жүйеге WGS-84 трансформациялаудың аспапта және қолданбалы есептеулері жүзеге асыру, жоғарыда аталған трансформациялауда дәлдіктері және дәрежі қателіктер орын алғанда қалай шешу жолдары қарастыру, ортофотоплан құру және дәлдігін бағалау параметрлері болып табылады.

**Диссертациялық жұмыстың мақсаты:** Геокеңістіктік мәліметтерді қолдана отырып, трансформациялау әдістерін зерттеу және оларды инженерлік практикада қолдану .

**Зерттеу міндеттері.** Диссертациялық жұмыстың мақсатына жету үшін келесі негізгі міндеттер қойылды.

- Трансформациялаудың технологиялары мен процесстерін зерттеу және олардың Қазақстанда және шетелде практикалық қолдану ерекшеліктерін анықтау.
- Жер бедерінің объектілерін құру мен трансформация дәлдігіне қойылатын талаптарды анықтау және кеңістіктік байланысты (тәуелді) мәліметтер үшін дәлдікті бағалау критерийлерін белгілеу.
- Геокеңістіктік деректерді жинауға және алғашқы өңдеуге арналған бағдарламалық-аппараттық жүйелерге шолу жасау, сондай-ақ кеңістіктік талдау және үш өлшемді модельдеу үшін бағдарламалық өнімдерді талдау және таңдауды орындау
- Трансформациялауды практикада жүзеге асыру үшін GPS аспабын қолдану және оны өңдеу жолдарын көрсету.
- Ортофотоплан алудың процесстерін қадам қадамымен көрсету және талдау

**Зерттеудің ақпараттық-әдістемелік базасы.** Зерттеу заманауи ақпараттық-геоақпараттық жүйелер мен технологияларға, сызықтық алгебраның математикалық аппаратына, матрицалық теорияға, ең кіші



квадраттар әдісіне және сплайнды жуықтау теориясына негізделген, бұл жағдайда заманауи электронды есептеуіш, микропроцессорлық және өлшеу жабдықтары, сонымен қатар қолданбалы және арнайы бағдарламалық жасақтама қолданылды.

**Жұмыстың практикалық маңыздылығы.** Осы жұмыста алынған зерттеу нәтижелерін геодезия мен геологияда, инженерлік-геодезиялық және маркшейдерлік практикада, топографиялық және картографиялық жұмыстарда, сонымен қатар процесте қолдануға болады

Түсірілім жұмыстары (жергілікті және жердің ғимарат қасбеттерін, ескерткіштері мен ерекше нысандарын түсірілім),

Жер бедерінің және күрделі инженерлік құрылымдардың үш өлшемді сандық топографиялық модельдерін құру (жағдай мен рельефтің цифрлық модельдерін қалыптастыру, 3D көріністі салу),

Инженерлік есептер мен кеңістіктік анализге арналған шешімдер (жер массаларының көлемін анықтау, кесінділер мен профильдерді тұрғызу және геоактивті мәліметтердің дәлдігін бағалау)

**Жұмыстың құрылымы мен көлемі:** жұмыс 46 мәтіндік бет, 49 сурет, 10 кестеден тұрады.

# 1 Геодезиялық координата жүйелеріне түрлендіру және трансформациялау

## 1.1 Геодезиялық координата жүйелеріне түрлендіру әдістері

Геодезияда әр түрлі координаталық жүйелер арасында ауысу міндеті бүкіл әлемде ұзақ уақыт бойы пайда болған көптеген координаттар жүйелерінің болуынан туындайды. Геодезия, картография, навигация және геоақпараттық жүйелердегі практикалық мәселелерді шешуде әртүрлі координаттар жүйесін қолдану сөзсіз. Координаттарды түрлендірудің бірнеше түрлері бар: әртүрлі координаттар форматтары арасындағы ауысу, әртүрлі координаттар жүйелері мен карта проекциялары арасындағы ауысу және сандық түрлендіру. Барлық осы түрлендірулер туралы барынша кеңінен мағлұмат беруге тырысамыз[1].

*Пишім мен бірліктерді өзгерту*

Географиялық орынды белгілеу, әдетте, орналасқан жердің ені мен бойлығын жеткізуді білдіреді. Ендік пен бойлық үшін сандық мәндер бірліктер мен форматтардың әр түрлі типтерінде ұсынылуы мүмкін: [2]

Алтылық жүйе: градус, минут және секунд: 40 ° 26 ' 46 " N 79° 58' 56" W

Градус және ондық минут: 40 ° 26.767 ' N 79 ° 58.933 ' W

ондық дәрежелер: 40.446 ° N 79.982 ° W

Дәрежеде 60 минут, ал минутта 60 секунд бар. Сондықтан градус / минут / секунд форматынан ондық дәреже форматына ауысу үшін келесі формуланы қолдануға болады:

$$\text{ондық дәреже} = \text{градус} + \text{минут} / 60 + \text{секунд} / 3600.$$

Ондық дәреже форматынан градус / минут / секунд форматына қайта оралу үшін мына формулаларды қолдануға болады:

градус = [ондық дәреже]

минут = [60 \* (ондық градус-градус)]

секунд = 3600 \* (ондық градус-градус) -60 \* минут

мұндағы [x] белгісі x-тің бүтін бөлігін алып, «сөре функциясына» сілтеме жасау керектігін білдіреді.

*Әр түрлі координаталық жүйелер арасындағы ауысу*

Координаттар жүйесін түрлендіру дегеніміз екі координаталар жүйелері бірдей геодезиялық көрсеткіштерге негізделген бір координаталар жүйесінен екіншісіне ауысу. Көбінесе трансформациялау міндеті геодезиялық координаттар жүйесінен тікбұрышты координаттарға өту немесе бір картографиялық проекциядан екіншісіне өту болып табылады.

*Геодезиялық координаттар жүйесінен тікбұрыштыға дейін*

Кеңістіктегі нүктелердің тікбұрышты координаттарын осы нүктелердің белгілі геодезиялық координаттарынан (В ендік, L бойлық, Н биіктік) формулалар арқылы есептеуге болады[3]:

$$\begin{aligned} X &= (N + H) \cos B \cos L, \\ Y &= (N + H) \cos B \sin L, \\ Z &= [N(1 - e^2) + H] \sin B, \end{aligned} \quad (1)$$

$$N(B) = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B}} = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B}}, \quad (2)$$

мұндағы  $a$  және  $b$  - сәйкесінше экваторлық (жартылай үлкен ось) және полярлық радиустар (жартылай минорлы ось).

$N$  бірінші вертикальдың қисықтық радиусы - бұл эллипсоид беті мен эллипсоид бетінің қиылысу нүктесінен нормаль бойынша эллипсоидқа дейінгі арақашықтық.  $OZ$  осі .

*Тік бұрышты координаттар жүйесінен бүкіләлемдік координата жүйесіне түрлендіру*

Төртбұрышты кеңістіктік координаттардан геодезиялық координаттар жүйесіне (мысалы, WGS84) көшкенде, геодезиялық ендіктер мен  $H$  биіктіктерді көбінесе итеративті есептеу керек, яғни бір-бірімен жақындастыруды орындау керек.  $L$  бойлықтарына келетін болсақ, олар әдеттегідей есептеледі.

Геодезиялық ендіктер мен биіктіктерді есептеудің бірнеше әдістері бар, олардың екеуін қарастырамыз.

*Ньютон-Рафсон әдісі*

Геодезиялық ендік үшін келесі иррационалды Боулинг теңдеуі[4] (3) итеративті Ньютон - Рафсон әдісімен шешіледі[5]:

$$k - 1 - \frac{e^2 a k}{\sqrt{p^2 + (1 - e^2) Z^2 k^2}} = 0, \quad (3)$$

$$\text{мұндағы } p = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Мұндағы  $H$  биіктік былай өлшенеді[6]:

$$H = e^{-2} (k^{-1} - k_0^{-1}) \sqrt{p^2 + Z^2 k^2}. \quad (4)$$

Итерацияны келесі түрге ауыстыруға болады:

$$k_{i+1} = \frac{c_i + (1 - e^2)Z^2 k_i^3}{c_i + p^2} = 1 + \frac{p^2 + (1 - e^2)Z^2 k_i^3}{c_i + p^2}, \quad (5)$$

$$\text{мұндағы } c_i = \frac{(p^2 + (1 - e^2)Z^2 k_i^2)^{3/2}}{ae^2}, k_0 = (1 - e^2)^{-1}.$$

Геодезиялық координаттар жүйесінен Жергілікті координата жүйесіне(ЖКЖ) және артқа өту

Геодезиялық координаттардан ЖКЖ-нің топоцентрлік координаттарға ауысуы екі кезеңнен тұрады:

1. Координаттарды геодезиялық жүйеден тіктөртбұрышқа түрлендіру.
2. ЖКЖ-нің тікбұрышты топоцентрлік жүйесіне координаталық түрлендіру[7].

ЖКЖ-нің тікбұрышты топоцентристік жүйеге координатты түрлендіру

Тіктөртбұрышты координаттарды топоцентрлік координаталарға түрлендіру үшін топоцентрлік координаталар жүйесінің бастапқы нүктесін білу керек, әдетте ол байқаудың бір нүктесінде орналасқан. Егер бақылау  $\{X\{r\}, Y\{r\}, Z\{r\}\}$  нүктесінде жүргізілсе және бақыланатын объект  $X\{p\}, Y\{p\}, Z\{p\}$  содан кейін радиус - ЕҰУ координаттар жүйесіндегі осы бағыттың векторы келесі түрге ие[8]:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin L_\gamma & \cos L_\gamma & 0 \\ \sin B_\gamma \cos L_\gamma & -\sin B_\gamma \sin L_\gamma & \cos B_\gamma \\ \cos B_\gamma \cos L_\gamma & \cos B_\gamma \sin L_\gamma & \sin B_\gamma \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_p - X_\gamma \\ Y_p - Y_\gamma \\ Z_p - Z_\gamma \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin \lambda & -\sin \varphi \cos \lambda & \cos \varphi \cos \lambda \\ \cos \lambda & -\sin \varphi \sin \lambda & \cos \varphi \sin \lambda \\ 0 & \cos \varphi & \sin \varphi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_p \\ Y_p \\ Z_p \end{bmatrix}$$

Бір геодезиялық бетке байланған картаның әртүрлі картографиялық проекциялары арасындағы картадағы координаттар мен позициялардың түрленуін не бір проекциядан екінші проекцияға тікелей ауысу формулаларын, немесе алдымен А проекциясы арқылы жүзеге асыруға болады[9]. Тіктөртбұрыш тәрізді аралық координаталар жүйесіне және одан В проекциясына айналады. Қолданылатын формулалар күрделі болуы мүмкін, кейбір жағдайларда трансформацияның жабық формалы шешімі болмайды және жуықтау әдістерін қолдану қажет[10]. Әдетте компьютерлік бағдарламалар DoD және NGA қолдайтын GEOTRANS бағдарламасы сияқты координациялық түрлендіру тапсырмаларын орындау үшін қолданылады[11].

*Деректерді түрлендіру*

Деректер арасындағы түрлендіруді әртүрлі тәсілдермен жасауға болады. Бір деректердің геодезиялық координаттарынан екінші санның геодезиялық координаттарына тікелей ауысуға мүмкіндік беретін түрлендірулер бар. Геодезиялық координаталарды геоцентрлік координаттарға (ECEF) түрлендіретін, геоцентрлік координаттарды бір санақтан екіншісіне түрлендіретін, содан кейін екінші санақтың геоцентрлік координаталарын геодезиялық координаталарға түрлендіретін тікелей ауысулар аз. Сондай-ақ, проекциялық түрлендірулер бар, олар бір (дат, проекция) жұптан екінші жұпқа (дат, проекция) жұпқа тікелей ауысуға мүмкіндік береді[12].

#### *Молоденский трансформациясы*

Молоденский түрлендіруі геоцентрлік координаттарға аралық ауысуды қажет етпестен әр түрлі деректердің геодезиялық координаттары арасында тікелей ауысуға мүмкіндік береді. (1-сурет) Ол үшін координаталық жүйелер центрлері арасындағы үш ығысу және жартылай негізгі осьтер мен тірек эллипсоидтардың сығылу параметрлері арасындағы айырмашылық қажет [13].

Молоденский трансформациясын Ұлттық гео-ғарыштық барлау агенттігі (NGA) TR8350.2 техникалық байланысында, сондай-ақ агенттік қолдайтын GEOTRANS бағдарламасында қолданады. Молоденский түрлендіруі қазіргі заманғы компьютерлер пайда болғанға дейін танымал болды және көптеген маркшейдерлік бағдарламалардың бөлігі болып табылады[14]



**1-сурет.** Деректердің түрленуі.

### *Гельмерт трансформациясы*

Мысал ретінде А деректерінің геодезиялық координаттарынан В санының геодезиялық координаттарына өту кезінде Гельмерт түрлендіруін қолдану үш сатыда жүреді:

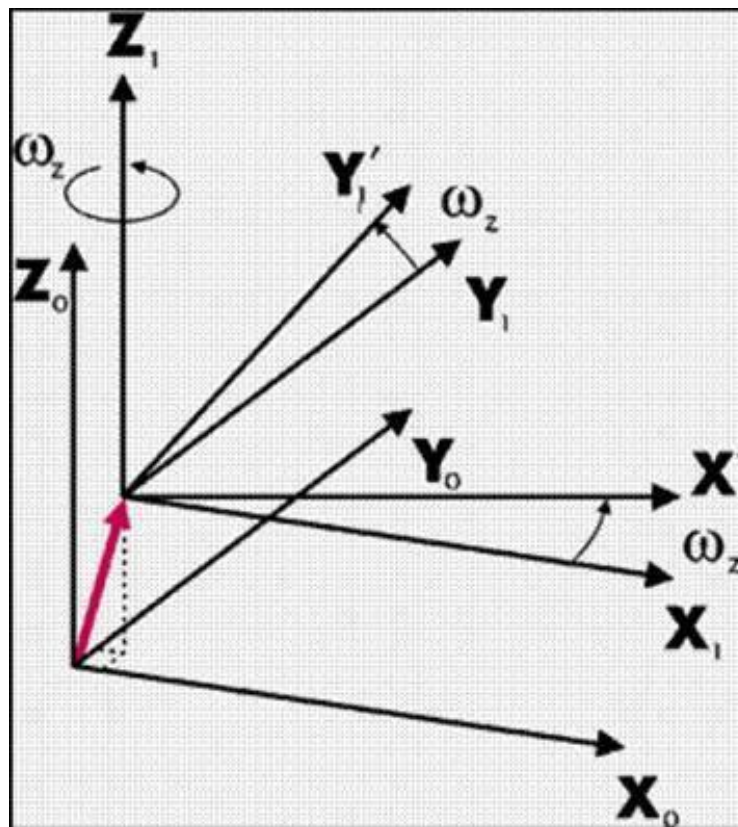
- 1 А санының геодезиялық координаттарын геоцентрлік түрге ауыстыру;
- 2 А мәнінің геоцентрлік координаттарынан В санының геоцентрлік координаттарына өту үшін А В-ге сәйкес түрлендіру параметрлері бар Гельмерт түрлендіруін қолдану;
- 3 геоцентрлік координаталарды В санының геодезиялық координаталарына айналдырыңыз.

XYZ геоцентрлік координаттары үшін Гельмерт түрлендіруі келесі түрге ие: [15]

$$\begin{bmatrix} X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_x \\ c_y \\ c_z \end{bmatrix} + (1 + s \times 10^{-6}) \times \begin{bmatrix} 1 & -r_z & r_y \\ r_z & 1 & -r_x \\ -r_y & r_x & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{bmatrix} \quad (7)$$

Гельмерт түрлендіруі - жеті элементті түрлендіру, үш ығысу параметрлері  $c\{x\}$ ,  $c\{y\}$ ,  $c\{z\}$ , үш кері параметр  $r_{-}\{x\}$ ,  $r_{-}\{y\}$ ,  $r_{-}\{z\}$  және бір масштабты

параметр  $s$ . Гельмерт түрлендіруі - бұл геоцентрлік координаттар жүйесінің векторларының мәндерімен салыстырғанда трансформация параметрлері аз болғанда ғана дәл деп санауға болатын шамамен алынған әдіс. Осындай жағдайлармен трансформацияны қайтымды деп санауға болады. [16]



**2 – сурет.** Бір жүйеден екіншісіне көшу вектордың ( $dx, dy, dz$ ) айналуы координаттардың шығу жиілігі  $Z$  осі айналасында айналу ғана көрсетілген)

Он төрт параметрі бар Гельмерт түрлендіруі, әр параметр үшін уақытқа сызықтық тәуелділікпен, континенттік дрейф [17] және жер сілкінісі сияқты геоморфологиялық процестердің әсерінен географиялық координаттардың уақыт бойынша өзгеруін байқауға болады. [18] Ол АҚШ бағдарламалық жасақтамасында уақытқа байланысты көлденең орналасу құралы (HTDP) сияқты бағдарламалық жасақтамаға ауыстырылды.

#### *Молоденский - Бадекастың түрлендіруі*

Ауыстыру мен Гельмерт түрлендірулерінің арасындағы байланысты жою үшін, кері  $XYZ$  центрін түрлендіріліп жатқан координаттарға жақындату үшін үш қосымша параметрді пайдалануға болады. Бұл он параметрлік түрлендіру Молоденский-Бадекас түрлендіруі деп аталады және оны қарапайым Молоденский түрлендіруімен шатастыруға болмайды.

Молоденский-Бадекас түрлендіруін қолдану Гельмерт түріндегі үш кезеңнен тұрады[19]:

$$\begin{bmatrix} X_B \\ Y_B \\ Z_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta X_A \\ \Delta Y_A \\ \Delta Z_A \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & -r_z & r_y \\ r_z & 1 & -r_x \\ -r_y & r_x & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X_A - X_A^0 \\ Y_A - Y_A^0 \\ Z_A - Z_A^0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Молоденский-Бадекас түрлендіруі жергілікті геодезиялық деректерді WGS 84 сияқты ғаламдық деректерге түрлендіру үшін қолданылады. Ол кемелердің палубасына ұшақтардың қонуын жеткілікті статикалық күйде есептеу үшін қолданылады (формула күшті илемдеу болған жағдайда қолданылмайды немесе жел). Молоденский-Бадекас түрлендіруінің Гельмерт түрлендірмесінен айырмашылығы, қайтымсыздықтың шығу тегі бастапқы санатқа жататындығына байланысты.

## 1.2 1942 жылғы Координаттар жүйесінен(СК-42) жергілікті координата жүйесіне өту процесі

Геодезиялық жұмыстарда көбіне бір координаттар жүйесінен екінші жүйеге өту немесе түрлендіру жұмыстары жүргізіледі. Ол жұмыс істейтін алаңға байланысты түрленуі мүмкін. Біздің мысалымызда 1942 жылғы координаттар жүйесінен жергілікті координата жүйесіне түрлендіру процесі қарастырылады.

Ол үшін бізге мәлім нүктелердің координатасы болған жағдайда бұрылу бұрышы қажет болады.

1-кесте. Бастапқы нүкте координаттары

Пунктер атауы	Координаттар			
	1942ж жүйе(СК 42)		жергілікті жүйе(мск)	
	X(м)	Y(м)	X <sub>м</sub> , м	Y <sub>м</sub> , м
А	4793624.2118	654313.5791	-3000.00	-1000.00
В	4795022.4957	654210.0684	-	-
			1601,7185	1103.5216
С	4793295.7652	654047.8468	-	-
			3328,4208	1265,7494
Д	4792995.9786	653209.7991	-	-
			3628,2209	2103,7656
Е	4794768.582	653808.8292		
Ж	4795087.662	653396.006		

2-кесте. Жергілікті координата жүйесінде(ЖКЖ) масштаб(м) пен бұрылу бұрышын( $\gamma$ ) 1942 ж координата жүйесіне қатысты есептеу



3-кесте. Дирекционды бұрыш( $\alpha$ ) пен редукцияны( $\delta$ ) есептеу

Формулалар	Қабырға атауы		
	АД	АС	АВ
$S_{42} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	1270,042м	422,48 м	1402,11 м
$S_m = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$	1270,024 м	422,472 м	1402,108 м
$m = \frac{S_m}{S_{42}}$	0,999986	0,9833333	0,98181818
$m_{орт}$	0,9883792		
$\alpha^{42}$	240°21'10"	218°58'29"	355°45'59"
$\delta^{42}$	-1,1568"	-0,667"	1,997"
$\alpha_{м.с}$	240°21'11"	218°58'44"	354 ° 38'23"
$\delta_{м.с}$	-0,0031"	-0,0012"	-0,0038"
$\gamma$	0°0'0,15"	0°0'14,33"	1°07'37,99"
$\gamma_{орт}$	0°22'37,49"		
Формулалар	Қабырға атауы		
	АД	АС	АВ
$I$	2	3	4
$X^{42}$	4792995.9786	4793295,7652	4795022.4957
$X_0^{42}$	4793624.2118	4793624,2118	4793624,2118
$\Delta X_{42}$	-628,2332	-328,4466	1398,2839
$Y^{42}$	653209.7991	654047.8468	654210.0684
$Y_0^{42}$	654313.5791	654313.5791	654313.5791
$\Delta Y_{42}$	-1103,78	-265,7323	-103,5107
$tg\alpha$	1,75695904	0,809057849	0,074026955
$\alpha^{42}$	240°21'10"	218°58'29"	355°45'59"
$k$	0,00059	0,00034	0,00118
$\delta_{42} = -k*(2Y_1 + Y_2)$	-1,1568"	-0,667"	1,997"
$(2Y_1 + Y_2) км$	1960,733	1962,409	1962,733
$X_m$	-3628,2209	-3328,4208	-1601,7185
$X_0^m$	-3000.00	-3000.00	-3000.00
$\Delta X_m$	-628,2209	-328,4208	1398,2815
$Y^m$	-2103,7656	-1265,7494	-1103.5216
$Y_0^m$	-1000.00	-1000.00	-1000.00
$\Delta Y_m$	-1103,7656	-265,7494	-103,5216
$tg\alpha$	1,756970518	0,809173475	0,093830631
$\alpha^m$	240°21'11"	218°58'44"	354 ° 38'23"
$k$	0,00059	0,00034	0,00118
$\delta_m = -k*(2Y_1 + Y_2)$	-0,0031"	-0,0012"	-0,0038"
$(2Y_1 + Y_2) км$	5,208	3,531	3,207

4-кесте.  $X_m$  мен  $Y_m$ -ді есептеу

Формулалар	Пункттер атауы
------------	----------------



Геодезиялық класты қос жиілікті қабылдағыш 72 канал, GPS: L1 коды, L2C, L1 / L2 тасымалдаушы фазасы, ГЛОНАСС: L1 коды, L1 / L2 P коды, L1 / L2 тасымалдаушы фазасы, SBAS, RTK және DGPS Leica GX1230 + GNSS үштікті қолдайды Leica AX1203 + GNSS көп жүйелі антеннасы бар GNSS геодезиялық қабылдағыш класы, RTK режимінде 40 км-ге дейін жұмыс жасау мүмкіндігі бар. Деректер Compact Flash жад карталарына жазылады, бұл өрісті деректерді арнайы кабельдерсіз жүктеуге мүмкіндік береді. Жиынтықта 2 Гбайт ықшам флэш-карта бар. Дене магний қорытпасынан жасалған. Leica GX1230 + GNSS GPS қабылдағышы соққыға және дірілге төзімділіктің қатаң әскери талаптарына жауап береді (бетон еденге 1 метр құлап кетуге төтеп береді), ылғалдан, шаң мен кірден толықтай қорғалған. Жабдық кең температура диапазонында  $-40^{\circ}\text{C}$ -тан  $+65^{\circ}\text{C}$ -қа дейін жасалған және сәтті қолданылған. Leica GX1230 + GNSS барлық климатта жұмыс істейді: қиыр солтүстікте, тропикалық джунглиде, шөлде. Ресивер мен антеннаның бөлек орналасуы шешімнің тасымалдануын арттырады. Осылайша, бұл жиынтықты штативке GGS немесе OMS нүктесінде орнату үшін де, тұрақты станцияны ұйымдастыру үшін де қабылдағышты ұзағырақ кабельмен жабдықтау қажет[29].

Артықшылықтары:

- ✓ Дәлдікті арттыру
- ✓ Ең жылдам GPS қабылдағышы
- ✓ Кең жұмыс температурасының диапазоны
- ✓ Қатты және сенімді
- ✓ Жаңартылатын бірыңғай аккумуляторлар, жад карталары мен аксессуарлар Штативте, полюсте немесе рюкзакта икемді пайдалану
- ✓ Жалпы жалпы станцияның интерфейсі және деректер базасы сыртқы өлшеу құралдары
- ✓ GPS технологияларын дамыта отырып жаңартылады.



**3– сурет. GPS Leica GX1230 аспабы**

7-кесте. GPS Leica GX1230 аспабы ның параметрлері

Техникалық сипаттамасы	
Жұмыс температурасы	–40 С-ден + 65 С-қа дейін.
Жоспардағы өлшеу дәлдігі: кинематикалық түсіру	10 мм + 1 мм / км
Жұмыс уақыты	Статикалық режимде 15-17 сағат
Биіктіктік өлшеу дәлдігі: кинематикалық түсіру	20 мм + 1мм / км
Жоспардағы өлшеу дәлдігі: дифференциальды түсіріс	10 мм + 1мм / км
Биіктікте өлшеу дәлдігі: дифференциальды түсіріс	20мм + 1мм / км
Қосымша параметрлері:	PPS шығыс порты: 2 оқиға маркерін енгізу: 2 қос жиіліктік қос статикалық / кинематика және RTK

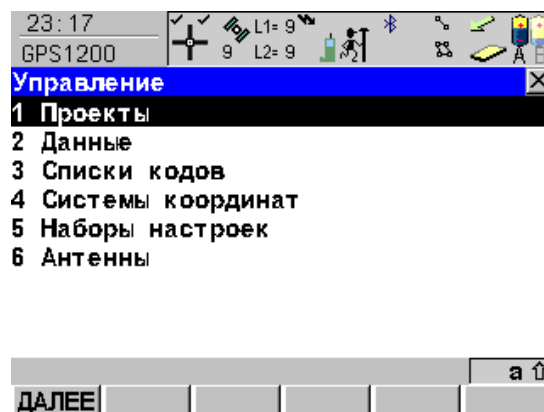
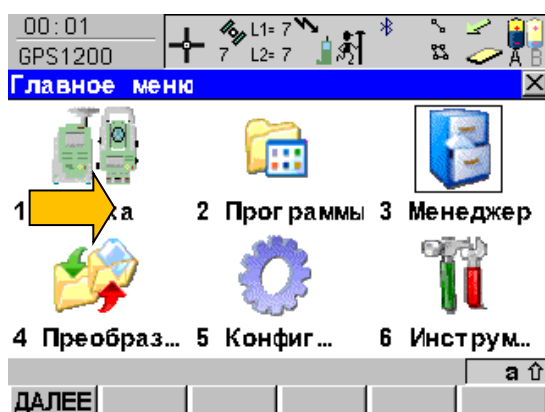
## 2.2 GPS Leica GX1230 трансформация барысы. WGS84 әлемдік координата жүйесінен жергілікті жүйеге ауысу(1 кезең)

WGS84 әлемдік координаттар жүйесінен жергілікті жүйеге ауысу үшін GPS-пен нақты уақытта кем дегенде 3 нүктені байқау қажет (көбірек болған сайын соғұрлым жақсырақ), бұл нүктелердің жергілікті жүйеде координаттары болуы керек және дәлдік класы жоғары болуы керек.

Далалық деректер белгілі бір жобада жазылуы керек, мысалы *KARER WGS*

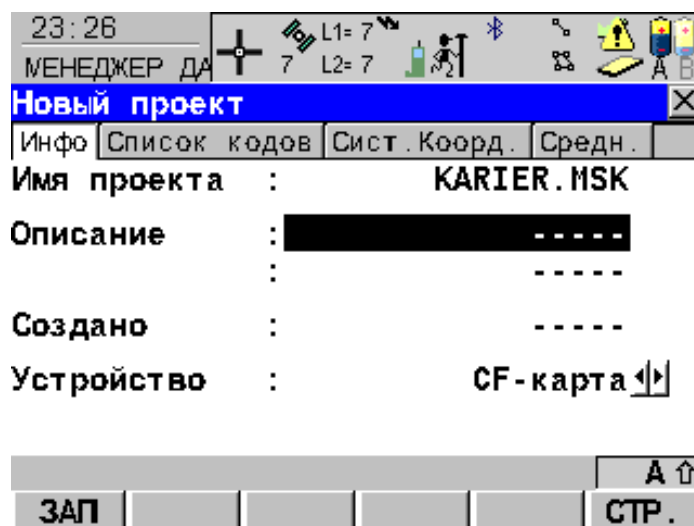
Басқа жоба құру керек, мысалы *KARER-MSK*, жергілікті координаттар жүйесінде координаттары бар нүктелер осында жазылады.

Ең алдымен *негізгі мәзірге* өту қажет.



### 4,5 – суреттер. Leica GX1230 GPS құрылғысымен жұмыс барысы

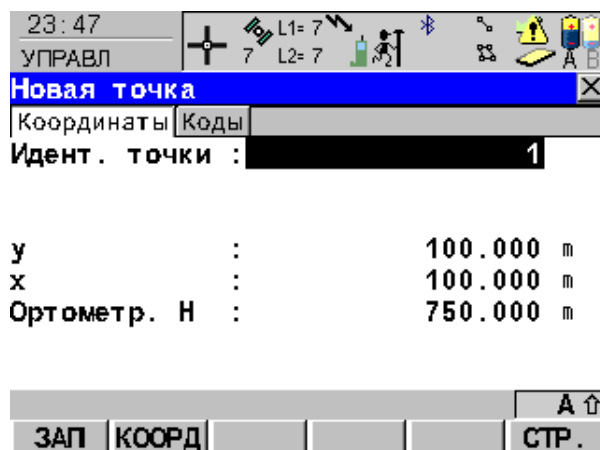
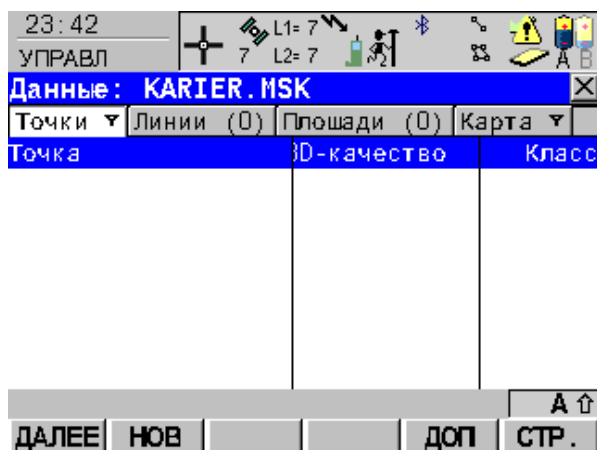
*Менеджер* функциясына кіреміз F1(Далее). Оның ішінен *Управление* терезесі шығады. Бізге керекті команда *Проекты* F1(Далее) командасын таңдаймыз.



6,7 – суреттер. Leica GX1200 аспабы. Менеджер данных терезесі.

*F2(Нов)* батырмасын басып, жаңа проект атауын жазамыз. Біздің мысалымызда KAREER-MSK. Атауын жазып болған соң, (ЗАП) сақтаймыз(сурет).

Ары қарай проект ішіне кіріп, деректер(данные) енгіземіз.Бұл жерде пункт атауы және координаттары жазылады. *F2 далее* батырмасын басамыз.



8,9 – суреттер. Данные және новая точка терезесі.

Жаңа нүктенің X, Y, H координатасын атауын енгізгеннен соң, сақтаймыз. Біздің жағдайда дәл осындай 7 нүкте енгізілді. Ары қарай *F1(Зап)* батырмасы арқылы сақтаймыз.

23:50  
УПРАВЛ

GPS1200

Данные: KARIER.MSK

Точки (v) Линии (0) Площади (0) Карта (v)

Точка	ID-качество	Класс
7	0.000	вестная
6	0.000	вестная
5	0.000	вестная
4	0.000	вестная
3	0.000	вестная
2	0.000	вестная
1	0.000	вестная

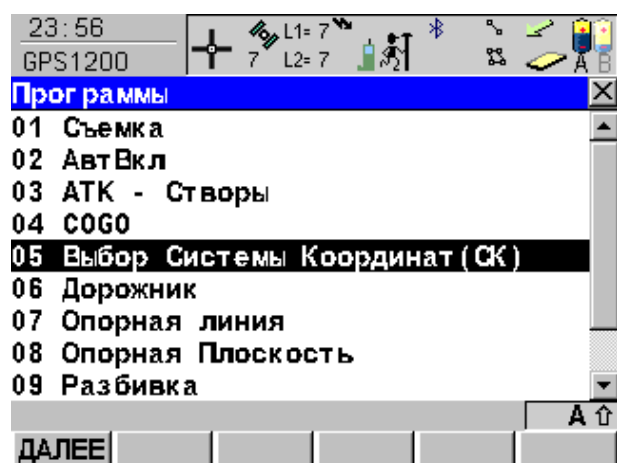
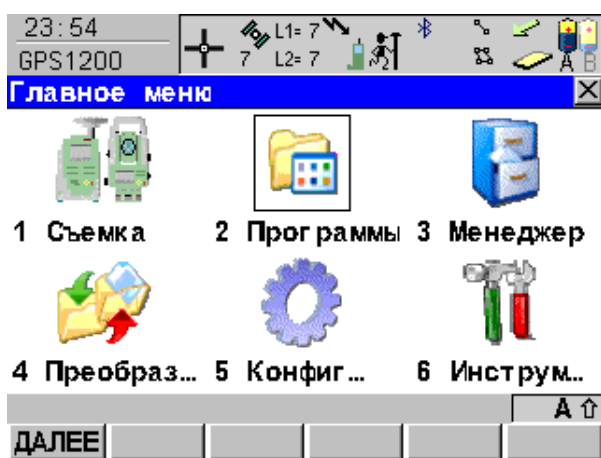
ДАЛЕЕ НОВ РЕД УДАЛ ДОП СТР.

### 10,11 – суреттер. Данные терезесі

Данные терезесі жалпы енгізілген немесе бар нүктелерді көрсетеді.  
F1(Далее)

батырмасын басамыз.

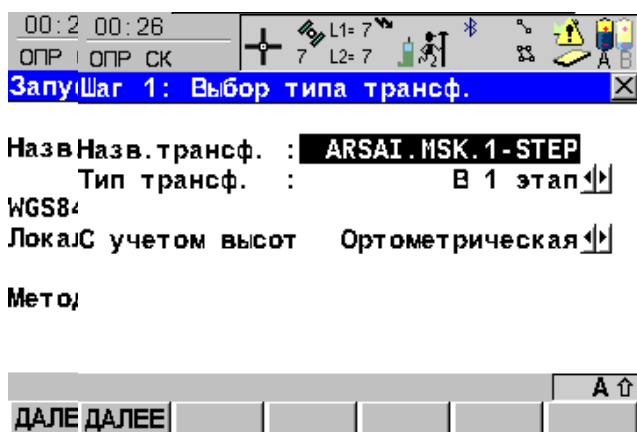
Одан соң қайтадан бас мәзірге(главное меню) оралып, программы командасына кіреміз. Бізге қажетті координата жүйесін таңдау үшін осы команда қажет.



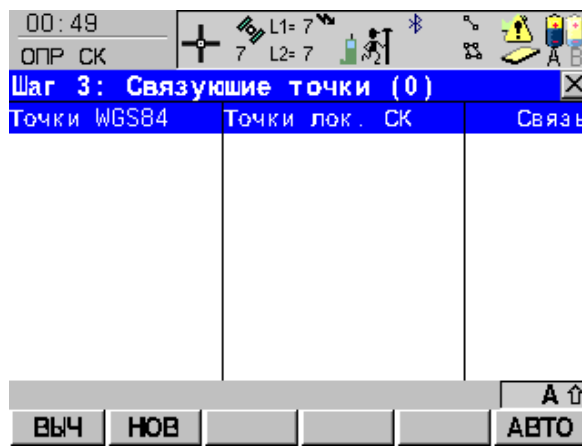
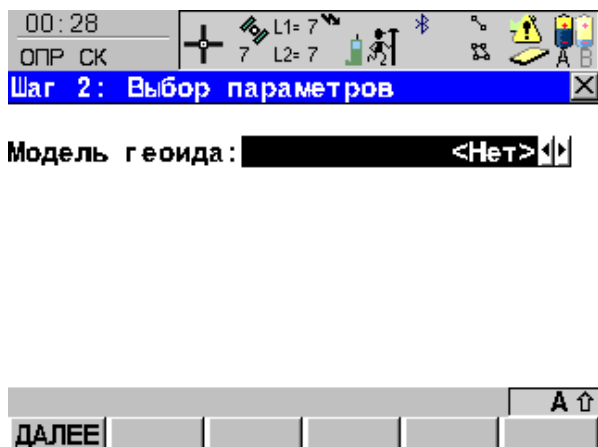
## 12,13 – суреттер. Координата жүйесін таңдау

Программы командасынан 5 *Выбор Системы Координат* F1(Далее) функциясын басамыз.

Одан соң трансформация процессін бастаймыз. F1(Далее) *Запуск процесса опр. СК* функциясын таңдау арқылы трансформация процесі басталады. Біздің мақсат WGS84-тен Жергілікті координата жүйесіне ауысу. Өз маскамыздың атын *Arsai.MSK.1-STEP* деп сақтаймыз.



параметрін таңдаймыз.

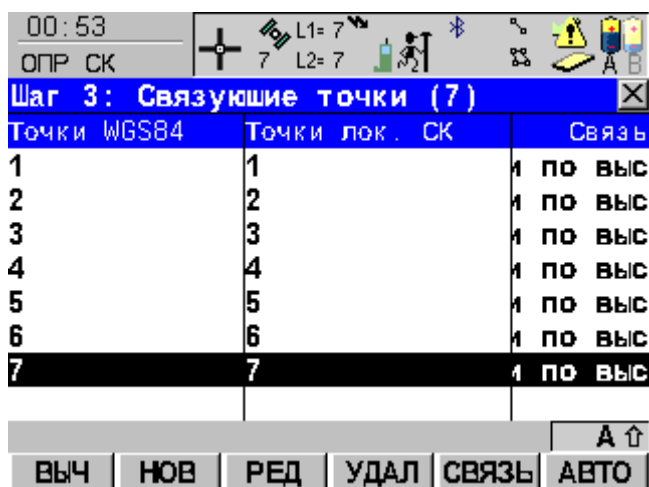


## 16,17 – суреттер.

*Шаг2: Выбор параметров* командасында Геоид моделін таңдаймыз. Ол көп жағдайда болмауы мүмкін. Бірақ бізге қатты кедергі емес. F1(Далее) батырмасын басып ары қарай жалғастырамыз.



Шаг3: Связующие точки (7) байланыстыратын нүктелерді таңдап аламыз.  
**Ескерту:** пункттердің атауы бірдей болу қажет.



18– сурет.

8-кесте. Трансформация барысында нүктелерді байланыстыру

Точки WGS84	Точки лок. СК	Связь			
105	105	И по выс			
9430	9430	И по выс			
Disp	Disp	И по выс			
Kam	Kam	И по выс			
Neizv	Neizv	И по выс			
Prof1	Prof1	И по выс			
Zpn	Zpn	И по выс			
Выч	Нов	Ред	Удал	Связь	Авто
F1	F2	F3	F4	F5	F6

**F1(Выч)** батырмасын басып есептейміз.

Шаг4: Контроль ост. Ошибок командасы трансформацияда қандай қателік кеткенін көрсетеді.

9-кесте. Трансформация барысында есептеуде кеткен қателіктер

Точки WGS84	Y (m)	X (m)
105	-13.824	13.539
9430	50.510	-28.560
Disp	-190.510	233.560
Kam	61.132	-72.832

Neizv			-7.258		1.462
Prof1			65.836		-77.397
Zpn			34.113		-69.772
Выч		Рез		Доп	
F1		F3		F5	

Бұл кестеде біз **Disp** пункті/нүктесі үшін қалдық қателіктердің өте үлкен екендігін көре аламыз, яғни бұл нүктенің координаттары дұрыс емес. Сондықтан біз бұл нүктені есептеулерден алып тастауымыз керек, ол үшін ESC пернесін басып, *Шаг3: Связующие точки (7)* командасына қайтару керек. F5 батырмасын басу арқылы (нет) байланысын алып тастаймыз

Одан соң қайтадан

**F1(Выч) батырмасын** басып, қайта есептейміз. Шаг4: Контроль ост. Ошибок

10-кесте. Трансформация барысында есептеуде кеткен қателіктер

Точки WGS84	Y (m)	X (m)
105	-0.016	-0.060
9430	0.022	0.085
Disp	-----	----
Kam	-0.031	-0.037
Neizv	-0.002	0.058
Prof1	-0.105	-0.018
Zpn	0.133	-0.029
Выч		Доп
F1	F3	F5

Пункттердің қателігі 1.462м-ден бастап 233.560м-ге дейін болған еді. Ең үлкен ауытқу болған **Disp** пунктін алып тастаған жағдайда қателік -0.105м-ге дейін азайды.

Енді қателік/ауытқу дәрежесі емес.

### 2.3 GPS Leica GX1230 трансформация барысы. WGS84 әлемдік координата жүйесінен жергілікті жүйеге ауысу(Classic 3-D )

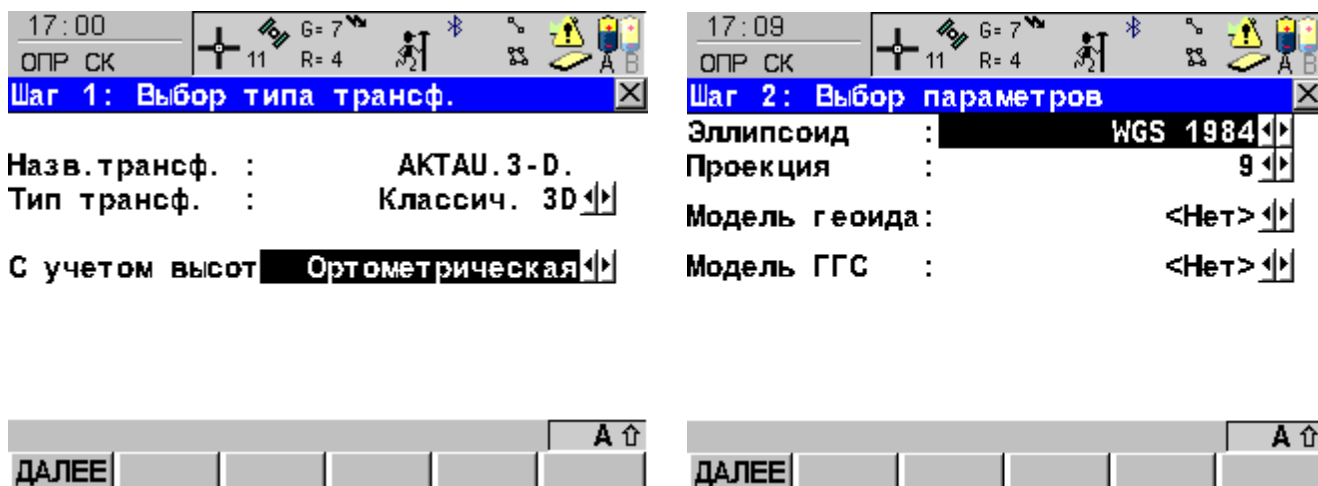
WGS84 әлемдік координаттар жүйесінен жергілікті жүйеге ауысу үшін GPS-пен нақты уақытта кем дегенде 3 нүктені байқау қажет (көбірек болған сайын соғұрлым жақсырақ), бұл нүктелердің жергілікті жүйеде координаттары болуы керек және дәлдік класы жоғары болуы керек.

Далалық деректер белгілі бір жобада жазылуы керек, мысалы *KARER WGS*

Басқа жоба құру керек, мысалы *KARER-MSK*, жергілікті координаттар жүйесінде координаттары бар нүктелер осында жазылады.

Ең алдымен *негізгі мәзірге* өту қажет және де алдыңғы функцияларды қайталап шығамыз.

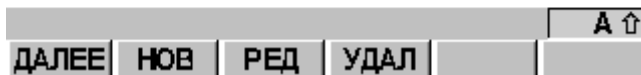
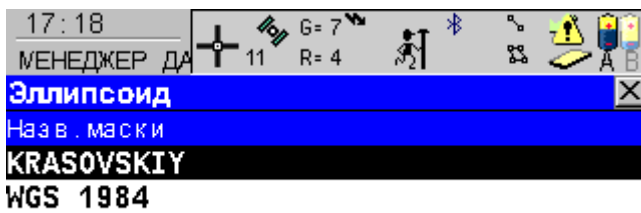
Трансформация 1 этаптағы *Шаг1: Выбор типа трансф.* Трансформация типін таңдау командасына дейінгі функциялардың барлығын қайталап шығамыз.



19 – сурет.

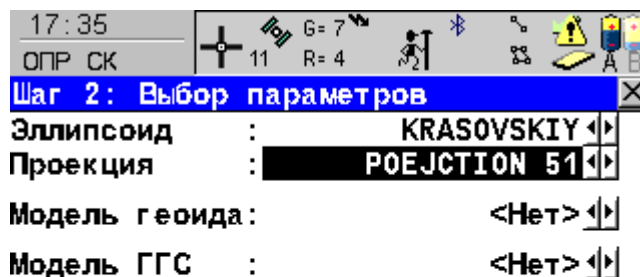
Ары қарай *Шаг1: Выбор типа трансф.* қандай координатқа қатысты сол координатасын таңдаймыз. Бұл жерде трансформация типі таңдалады. Біз алғашқы суретте 1 этап деп алсақ, ал бұл жағдайда Классикалық 3D әдісі арқылы трансформация жасаймыз. Біздің жағдайда Ортометрическая биіктікті де қосып есептедік. *F1(Далее)* батырмасын басып, келесі қадам трансформация параметрін таңдаймыз. *F1(Далее) Шаг2: Выбор параметров* бұл жерде біз эллипсоид таңдаймыз. Кейбір жағдайда аспапта эллипсоид болмауы мүмкін.

Егер эллипсоид болмаса Эллипсоид батырмасын басып, командасына кіріп, өзіміз эллипсоид параметрлерін енгіземіз



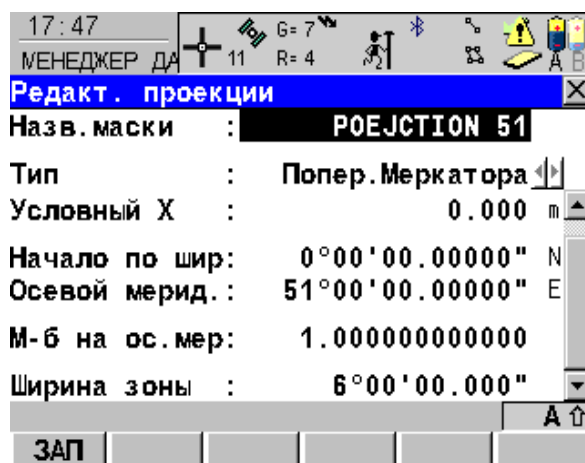
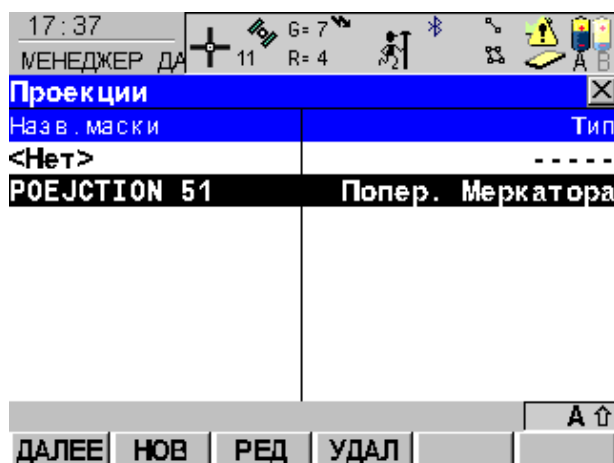
## 20,21 – суреттер.

Крассовский эллипсоиды параметрлері барлығына мәлім. Үлкен жарты ось  $a = 6378245,000$  м ал сығылу  $1/f = 298.3000$ . Аталған параметрларды енгізіп болған соң F1(Далее) (ЗАП) батырмасын басып сақтаймыз. Одан соң келесі кезең проекция таңдауымыз қажет.



## 22 – сурет.

Projection (проекция) командасына кіріп, далее батырмасын басамыз. Біздің жағдайымызда оны Projection 51 деген атаумен сақтайық.



### 23,24 – суреттер.

F2(НОВ) батырмасын басып, проекцияның деректерін енгіземіз. Зона алшақтығын, осьтік меридианды енгіземіз.

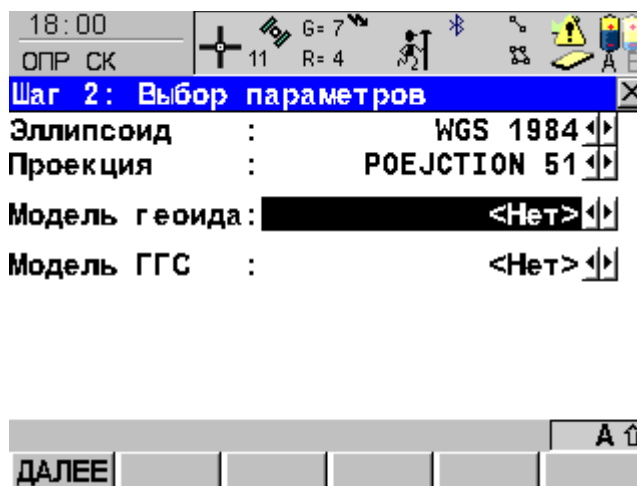
Проекция типі (транс Меркатор)

Шартты түрде У 500 000м жылжытамыз.

Осьтік меридиан 51.00.00 (бұл тек Ақтау үшін)

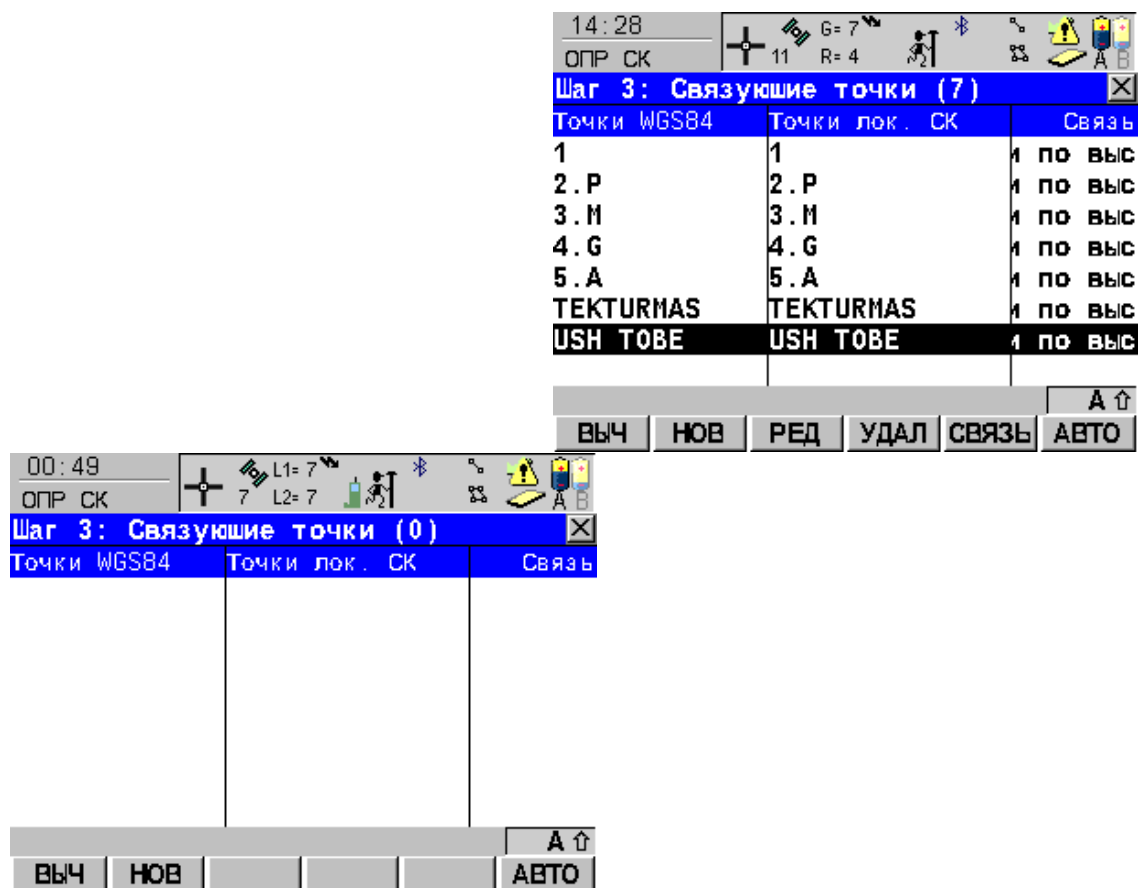
Зона ендігі/алшақтығы: 6°

Барық деректерді енгізіп болғаннан соң, F1(ЗАП) батырмасын басып, енгізген мәліметтерді сақтаймыз.



### 25 – сурет.

*Шаг2: Выбор параметров* командасында Геоид моделін таңдаймыз. Ол көп жағдайда болмауы мүмкін. Бірақ бізге қатты кедергі емес. F1(Далее) батырмасын басып ары қарай жалғастырамыз.



26 – сурет.

*Шаг3: Связующие точки (7)* байланыстыратын нүктелерді таңдап аламыз.

**Ескерту:** пункттердің атауы бірдей болу қажет. Атаулары бірдей болған жағдайда **F6(авто)** батырмасын басамыз. Автоматты түрде байланыс жасалады.

Одан соң **F1(Выч)** батырмасын басып есептейміз.

Бұл кестеде біз **4G** пункті/нүктесі үшін қалдық қателіктердің өте үлкен екендігін көре аламыз, яғни бұл нүктенің координаттары дұрыс емес. Сондықтан біз бұл нүктені есептеулерден алып тастауымыз керек, ол үшін ESC пернесін басып, *Шаг3: Связующие точки (7)* командасына қайтару керек. F5 батырмасын басу арқылы (нет) байланысын алып тастаймыз

Шаг 3: Связующие точки (7)		
Точки WGS84	Точки лок. СК	Связь
1	1	1 по выс
2. P	2. P	1 по выс
3. M	3. M	1 по выс
4. G	4. G	1 по выс
5. A	5. A	1 по выс
TEKTURMAS	TEKTURMAS	1 по выс
USH TOBE	USH TOBE	1 по выс

Шаг 3: Связующие точки (6)		
Точки WGS84	Точки лок. СК	Связь
1	1	1 по выс
2. P	2. P	1 по выс
3. M	3. M	1 по выс
4. G	4. G	Нет
5. A	5. A	1 по выс
TEKTURMAS	TEKTURMAS	1 по выс
USH TOBE	USH TOBE	1 по выс

27 – сурет.

Одан соң қайтадан **F1(Выч)** батырмасын басып, қайта есептейміз.

Шаг 5: Запись СК		
Сводка	Сист. Коорд.	
Назв. маски :	АКТАУ. 3-D.	
Тип трансф. :	Классич. 3D	
Связ. точки :	7	
Макс. ост. ошибки		
y :	0.035	м
x :	0.041	м
H :	0.363	м

28 – сурет.

Пункттердің қателігі 0,402 м-ге дейін болған еді. Ең үлкен ауытқу болған 4G пунктін алып тастаған жағдайда қателік -0.001м-ге дейін азайды.

Енді қателік/ауытқу дәрежесі емес. Жоғары дәлдікте жасалды.

## 2.4 Геокеңістіктік мәліметтердің дәлдігін бағалау критерийлері

Жалпы көлемді жобаларды және әсіресе үш өлшемді карталарды құру кеңістік нүктелерінің координаттарына негізделген. Бұл жағдайларда дәлдіктің маңызды критерийі үш өлшемді кеңістіктегі нүктелік позиция қателігі болады. Бұл жағдайда қателіктердің әсерін априорлық зерттеу және өлшеудің соңғы нәтижелерін талдау өте маңызды.

Көптеген орыс және шетелдік ғалымдардың еңбектері [17,50,59] және басқалары геодезиялық өлшемдерді математикалық өңдеу мәселелеріне және оларды бағалауға арналған.

Бұл тарауда геоақпаратты математикалық өңдеуді жоспарлы және биіктік өлшеуді бірлесіп өңдеу тұлғасынан қарастыруға тырысады. Шындығында, кеңістіктік нүктелердің координаттары тәуелді шамалар болып табылады,

өйткені олар бірлескен бұрыштық және сызықтық өлшемдер негізінде анықталады. Мысалы, электронды тахеометрия, лазерлік сканерлеу және т.с.с., сондықтан өлшеу нәтижелерін математикалық өңдеу әдісіне сәйкес қатаң бағалау негізінде осындай нүктелердің позицияларының дәлдігін талдауға кеңес береміз. өлшемдер.

Геокеңістіктік мәліметтерді өңдеуді әртүрлі координаттар жүйелерінде орындауға болатындықтан, әрине, дәлдікті бағалау критерийлерінің инварианттылығына қойылатын талап, яғни осы жүйелердің өзгеруінен тәуелсіз болу шарты туындайды. Белгілі болғандай, мұндай критерий қателік тензоры болып табылады [39]. Дәл осы координаттар жүйесін таңдаудан тәуелсіздік тензорды геокеңістіктік деректерді талдаудың тамаша құралы етеді.

Жалпы жағдайда, реттелген шамалар функциясының дәлдігін бағалау үшін қателік тензоры түрінде көрсетілуі мүмкін

$$K = FQF^T, (29)$$

мұндағы  $F$  - осы функцияның ішінара туындыларының матрицасы;

$Q$  - қалыпты теңдеулер жүйесінің кері матрицасы.

Геокеңістіктік деректерді өңдеу нәтижелерін талдау мүмкіндік береді

Бірқатар жағдайда бірлесіп анықталған нүктелер координаттарының қателіктері арасындағы корреляциялық тәуелділіктерді ескеру маңызды екенін ескеру қажет, өйткені корреляцияны ескермей дәлдікті бағалау дұрыс болмауы мүмкін [52].

Геокеңістіктік мәліметтердің дәлдігі инженерлік құрылымдар элементтерінің өзара орналасу дәлдігімен басқарылатындығын ескеру қажет. Бұл геодезиялық теңестіру жұмыстары кезінде және табиғаттағы инженерлік құрылымдарды алып тастау кезінде, сәулеттік нысандарды үш өлшемді сканерлеу кезінде, ғимараттардың қасбеттік түсірілімдерін орындау кезінде, технологиялық жабдықтың параметрлерін анықтау кезінде және т.б. орын алады. Мұндай жағдайларда егжей-тегжейлі орындау қажет. дәлдікті бағалау, сондай-ақ үш өлшемді кеңістікте орналасқан нүктелердің өзара орналасуындағы қателіктерді есептеу.

Нысандардың кеңістіктік орналасу дәлдігін бағалаудың маңызды критерийлерінің бірі - эллипсоид қатесі. Мұндай өлшемді үш өлшемді объектілердің геометриялық сипаттамаларын анықтау және талдау үшін қолданған жөн.

Геологиялық, геофизикалық және басқа мәселелерді шешкен кезде әр модельдің параметрлері кеңістіктегі әртүрлі бағыттар үшін әр түрлі мәндерге ие бола алады. Вариограмма сипаттамаларының әртүрлі бағыттардағы осындай айырмашылықтары параметрдің мінез-құлқындағы анизотропияны білдіреді. Анизотропияның үш өлшемді кеңістіктегі геометриялық интерпретациясын эллипсоид бетінің көмегімен ұсынуға болады, ол әртүрлі бағыттағы параметрлердің өзгергіштігін білдіреді.



Анизотропияның негізгі осьтері кеңістіктік эллипсоидтың өзара перпендикуляр үш осіне сәйкес келеді.

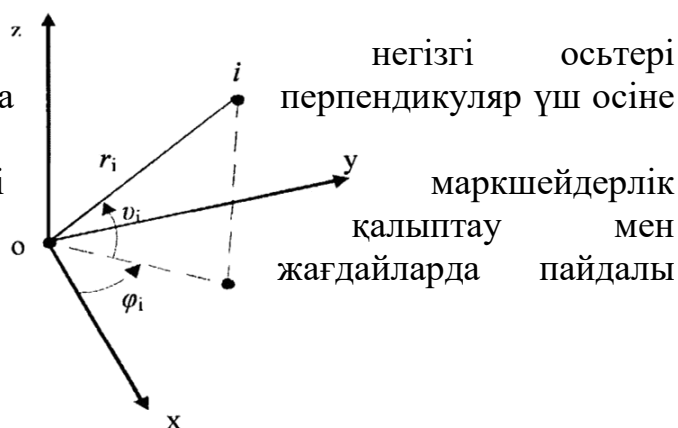
Эллипсоид қателігі маркшейдерлік іс-тәжірибеде тік және көлденең қалыптау мен туннельдеу кезінде және басқа жағдайларда пайдалы болуы мүмкін.

Нүктелердің кеңістіктегі орнын сфералық координаттар жүйесінде анықтауға және бағалауға болады. Тік бұрышты кеңістіктік координаттардан сфералық координаттарға өту үшін бізде:

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\varphi_i \cos v_i \\ \sin\varphi_i \cos v_i \\ \sin v_i \end{bmatrix} \quad (10)$$

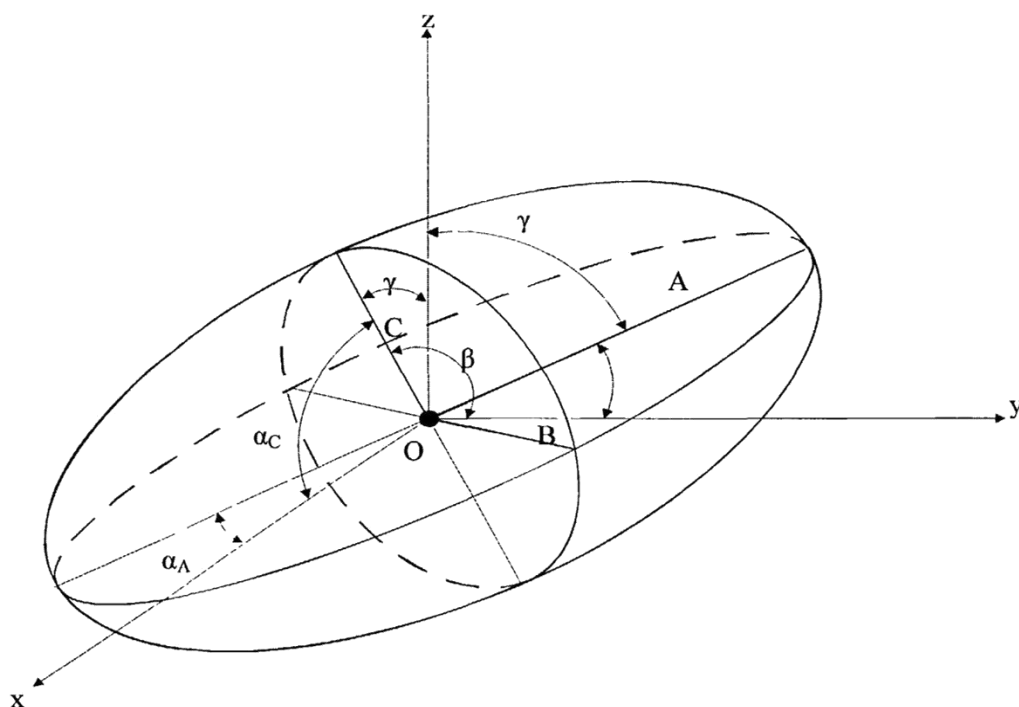
Анизотропияның кеңістіктік эллипсоидтың өзара сәйкес келеді.

Эллипсоид қателігі іс-тәжірибеде тік және көлденең туннельдеу кезінде және басқа болуы мүмкін.



29 – сурет. Сфералық координаттар жүйесі

Көпмүшелік үшін бұл интегралды аналитикалық жолмен алуға болады, сондықтан абсолютті дәл шешім алуға болады. Алайда, бұл талап артық болады, өйткені бетінің өзі нақты рельефпен толық сәйкес келмейді. Бұл жағдайда сандық әдістердің кез-келгенін, мысалы, белгілі бір тәртіптегі кубуралық формулаларды қолданған жөн. Олардың көмегімен сіз нәтижені кез-келген алдын-ала анықталған дәлдікпен ала аласыз.



**30 – сурет.** Эллипсоид параметрлері қатесі

Бұл тарауда жүргізілген дәлдікті талдау нәтижесінде үш өлшемді кеңістіктегі геодеректерді бағалаудың ең толық критерийлері ковариациялық матрица, сонымен қатар қателіктердің орташа-квадрат эллипсоиды болып табылатындығын ескеру қажет.

Ковариация матрицасы негізінде кеңістіктік сызықтардың ұзындығының дәлдігі мен кез-келген кеңістіктік нүктелердің өзара орналасуының бағаларын алуға болады. Осы тарауда ұсынылған кеңістік деректерін бағалау әдістері жердің сандық модельдерінде, сондай-ақ жоспарлы биіктіктегі геодезиялық құрылыстарда кеңістіктік элементтердің дәлдігін егжей-тегжейлі талдауға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар аспапта трансформация жасау процесі, атап айтсақ GPS Leica GX1230 трансформация барысы, WGS84 әлемдік координата жүйесінен жергілікті жүйеге ауысу қадам қадамымен көрсетілді.

### **3 Аэрофототүсіру өнімдерін геодезияда пайдалану**

### 3.1 Аэрофототүсіріс жайлы жалпы сипаттама

Аэрофототүсіру - белгілі бір биіктіктен жер бетін суретке түсіру. Түсіру ұшқышпен немесе ұшқышсыз ұшу аппараттарына (ҰҰА) орнатылған камера көмегімен жүзеге асырылады. Аэрофототүсіріс қысқа мерзімде және минималды қаржылық шығындармен жоғары ажыратымдылықтағы суреттер мен барлық қажетті ақпаратты алуға мүмкіндік береді[21].

Аэрофототүсірісті басқаша айтсақ, белгілі бір аймақ бетін координаталық мәліметтерге сілтеме жасай отырып суретке түсіру және аздап қабаттасып қалыптасқан рельефтік кескіндер жасау деп түсінеміз. Қолданылатын перспективаға байланысты аэрофототүсіру екі түрге бөлінеді:

1. Жоспарланған - камераның бағытымен жер бетіне қатысты тігінен төмен бағытталған. Жоспарлы аэрофототүсірілім нәтижесінде ортогональды проекцияда жасалған жалпақ суретпен фотосуреттер алынады, бұл биіктіктерді ескермей, жазықтықтағы әртүрлі объектілердің өзара орналасуын анықтауға мүмкіндік береді.
2. Перспективалық немесе шолу аэрофототүсірілім, камераның орналасқан жерінде көкжиекке қарай берілген бұрышпен. Түсірудің бұл түрі аксонометриялық проекцияда үш өлшемді кескіндерді алуға мүмкіндік береді, мұнда пайдаланушы ғимараттардың шатырларын ғана емес, олардың бүйірлік беттерін де көре алады(1-сурет). Осының арқасында заттардың нақты пішінін және рельефтің бұзылуының биіктігін анықтауға болады[22].

Аэрофототүсіріс нәтижесінде қандай өнімдер алуға болады?

Ұшқышсыз ұшу аппараттары мен жабдықтардың мүмкіндіктері аэрофототүсіріс өнімдерінің кең спектрін ұсынады, соның ішінде:

1. *Ауданның ортофотопланы* – бұл нақты геодезиялық негізде жер бетінің нақты көрінісін қалпына келтіретін жер бедерінің жоспары(2-сурет).
2. *NDVI түсіріс* – өсімдіктер мен дақылдардың денсаулық дәрежесін көрсететін ауданның ортофотопланы[23].
3. *Жердің сандық моделі* – бұл ондағы барлық объектілерді ескере отырып, үш өлшемді жер бедері моделі.
4. *Сандық биіктік моделі* – бұл жер бетіндегі биіктіктердің картасы, онда орналасқан объектілерді ескермейді.
5. *Жердің 3D моделі* – дәл геодезиялық негізге сүйене отырып, жер бедерінің немесе объектілердің нақты үш өлшемді моделі[24].

### 3.2 Ортофотоплан және оны құру процесі

Аудан карталарын жасаған кезде, кадастрлық жұмыстарды жүргізгенде

және инженерлік ізденістер жүргізгенде сіз ортофотоплансыз жасай алмайсыз. Бұл белгілі бір территорияның берілген координаттар жүйесіне келтірілген фотографиялық кескіні, аймақты ғарыштық зерттеу кезінде немесе дрон көмегімен аэрофототүсірілім.

Ортофотоплан - бұл оптикалық немесе арнайы спектрлік камерамен суретке түсіру кезінде алуға болатын негізгі өнім. Спектральды камерамен түсіру кезінде термографиялық карталар өсімдіктердің биомассасын, азоттың, ылғалдың құрамын және өсімдік өсіру үшін маңызды басқа индикаторларды анықтайтын заттардың температурасын және өсімдік индекстерінің карталарын көрсете отырып алынады.

Ортофотопланды құру процесі үш кезеңнен тұрады:

1. Дайындық. Дайындық жұмыстары кезінде зерттеу объектісі туралы ақпарат жиналады және зерттеледі, дронға арналған маршрут жасалады, маркерлердің (бақылау нүктелерінің) координаттары анықталады және геодезиялық жабдықты қолдана отырып, жерге бекітіледі, сонымен қатар оңтайлы биіктік және ұшулардың жылдамдығы аумақтың қабаттасуы мен өлшемдерін ескере отырып таңдалады.

2. Аэрофототүсірілім. Аэрофототүсіру үдерісі квадрокоптермен немесе ұшақпен ұшу тапсырмасын автоматты режимде орындауды және фотосуреттер жиынтығын алуды қамтиды, олар кейіннен өңделіп, жердегі координаттарға сілтеме жасай отырып, ортомозай жасау үшін пайдаланылады.

3. Алынған мәліметтерді өңдеу. Сауалнама нәтижесінде алынған мәліметтерді өңдеу оларды арнайы бағдарламаға импорттаудан, координаттар жүйесін және нүктелердің тығыз бұлтын салудан басталады және тікелей ортофотопланның құрылысымен аяқталады.



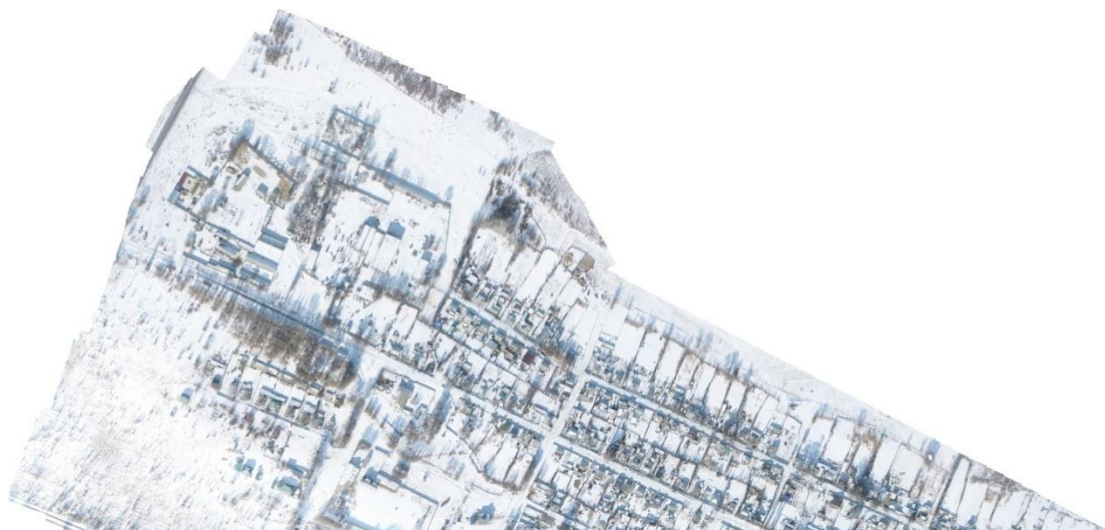
**3-сурет. Ортофотопланды құру процесі**

Ортофотоплан нәтижесінде алуға болатын өнімдер:

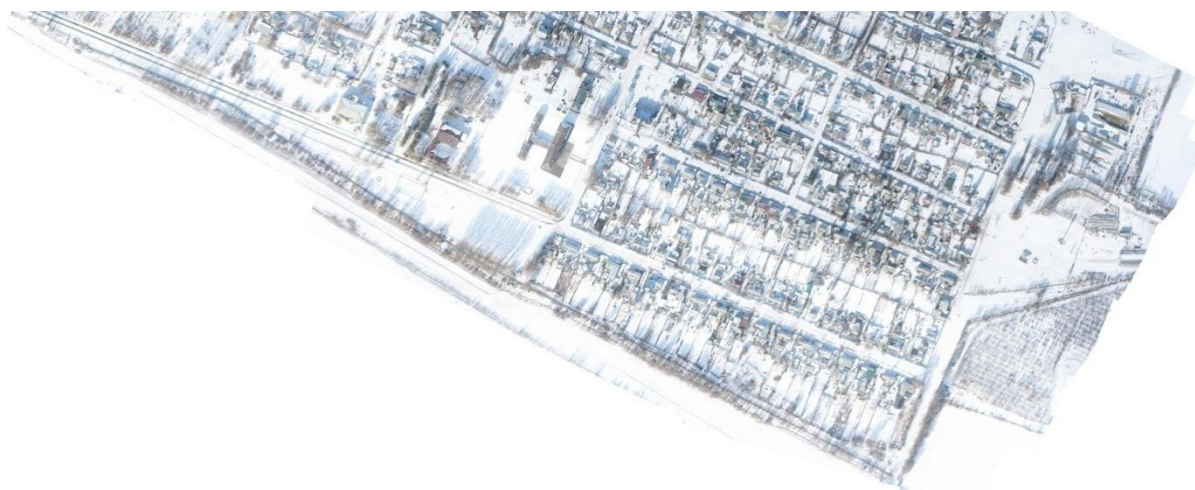
- GeoTIFF, JPG форматтарындағы файлдар түріндегі ортофотоплан;
- GeoTIFF, JPG форматтарындағы файлдар түрінде биіктік картасы (DTM / DEM);
- KMZ форматындағы файлдар түріндегі үш өлшемді (3D) модель;
- аэрофототүсіру кезінде JPG файлдары түрінде түсірілген түпнұсқа фотосуреттер;

### **3.3 Амангелді және Комсомол аудандарының ортофотоплан құру процестері және параметрлері**

Аэрофототүсіріс Қостанай облысы Амангелді ауданында жасалды. Және де екінші түсіріс Алматы облысы Іле ауданына қарасты Комсомол округінде жасалды. Түсіріс нәтижесінде геодезиялық негізге бекітілген план, яғни ортофотопланға қол жеткізілді. Аэрофототүсіріс ауа райының қолайлы мезгілінде жасалуы тиіс. Қар, жаңбыр қолайсыз мезгілде аэрофототүсіріс жасау мүмкін емес. Мүмкін болған жағдайда өте қиынға соғады. Өндірістік шығынға әкеп соғуы мүмкін.



**31-сурет.** Амангелді ауданы ортофотопланы



**32-сурет.** Амангелді ауданы ортофотопланы. 1-сурет жалғасы.

5-кесте. Аэрофототүсіріс параметрлері

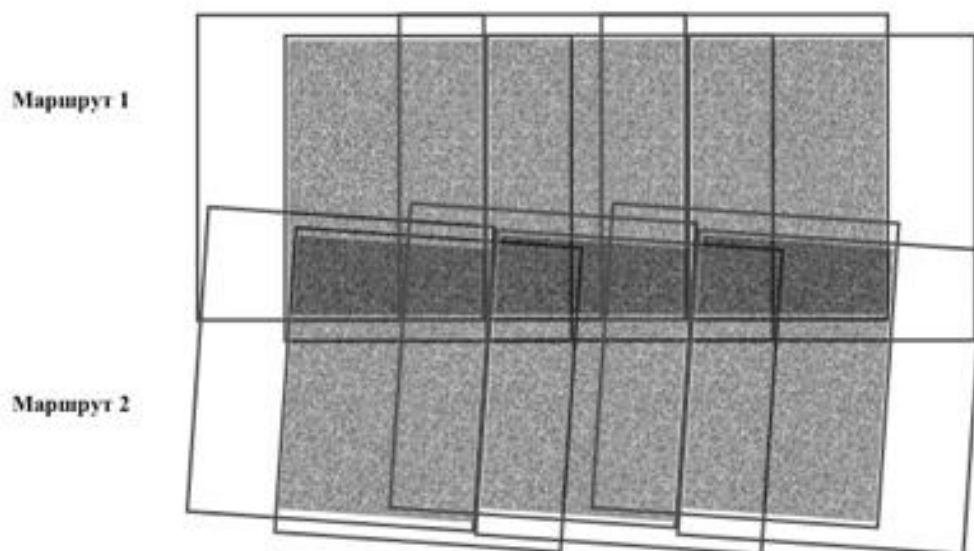
<b>Ұшу аппараты</b>	<b>GNSS қабылдағыш</b>	<b>Ұшу жылдамдығы</b>	<b>Ұшу биіктігі</b>	<b>Көлденең және бойлық жабынды</b>
DJI Phantom 4 Pro version 2.0	Trimble R12	5 м/с	75 м	80/70%



**33-сурет.** Комсомол ауданы ғарыштық түсіріс



**34-сурет.** Комсомол ауданы ортофотопаны

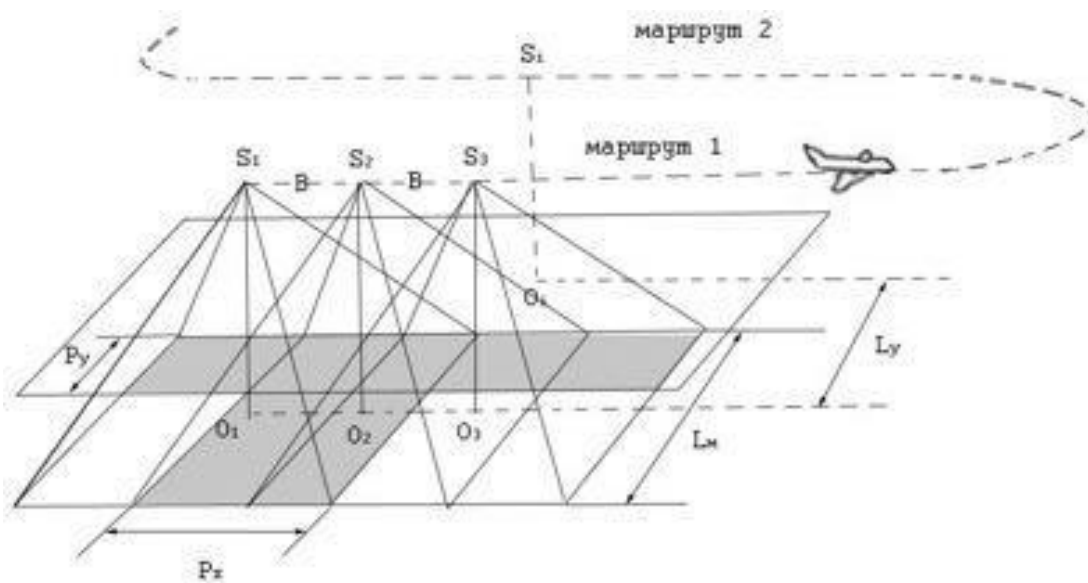


**35-сурет.** Көлденең және бойлық жабынды

Бір маршруттың көршілес аэрофотосуреттері арасындағы бойлық қабаттасудың мәні әдетте 55-70% шегінде, ал көлденең қабаттасу 20% кем емес болуы тиіс(35-сурет).

Ал біздің жағдайымызда бойлық жабынды 80%, көлденең жабынды 70% ды құрайды. Яғни талаптарды толықтай сақтап отыр[25].

Жұмысқа кіріспес бұрын олар барлық қажетті жабдықты, материалдарды және ұшу кестелерін тексереді және ұшу тапсырмаларына сәйкес ұшу кестесін жасайды (зерттеу маршруттарынан өтеді), содан кейін түсіру параметрлерінің барлық қажетті есептеулерін тексереді(36-сурет).



**36-сурет.** Аландық түсіріс



### 3.4 Аэротүсіріс кезінде қолданылған DJI Phantom 4 Pro version 2.0 ұшу аппараты

Түсіріс үшін қолданылған ұшу аппараты DJI Phantom 4 Pro version 2.0(37-сурет).



37-сурет. DJI Phantom 4 Pro version 2.0 ұшу аппараты

DJI Phantom 4 Pro version 2.0 дронының керемет ұшу өнімділігі, 20 мегапиксельді Exmor R CMOS сенсоры және механикалық ысырмасы бар жоғары сапалы 4K камерасы, кедергілерді болдырмауға арналған бес оптикалық сенсоры және жеңіл магний-титан қорытпасы корпусы бар. Квадрокоптер спорттық режимде 72 км / сағ дейін жылдамдықты көтере алады және ауада жарты сағатқа дейін болады(37-сурет).

DJI Phantom 4 Advanced коммуникаторды орнатуға арналған қондырғысы бар ыңғайлы қашықтан басқару пультімен келеді. Енді сіз ұшуды бірінші адамнан басқара аласыз, ал дамыған Lightbridge сигнал беру жүйесі 7 км-ге дейінгі қашықтықта 30 кадр / с жылдамдықта 720р суретті сапалы жеткізуді қамтамасыз етеді[26].

Phantom 4 Pro V2.0 квадрокоптерінде 7 топтағы 8 линзасы бар жаңа 1 «камера орнатылған. Секундына 14 фотосуретке дейін жарық түсіруге қолдау көрсетіледі. Фотосуреттің максималды ажыратымдылығы - 5472 × 3648, ал видео - 4096 × 2160 ...

6-кесте. DJI Phantom 4 Pro version 2.0 ұшу аппаратының параметрлері

Ерекшелігі	60 кадр / с жылдамдықта 4K бейнені ұсынады Жарылыс режимінде секундына 14 фотосурет Титанды магний қорытпасы
------------	--

	<p>Жаңа қос оптикалық датчиктер FlightAutonomy жүйесімен жұмыс істейді</p> <p>5 бағыт бойынша кедергілерді анықтау</p> <p>Смартфонды орнатумен қашықтан басқару</p>
Комплектация	<p>Квадрокоптер, Басқару құрылғысы</p> <p>Кейс, Батарея, Зарядтағыш, Желілік кабель</p> <p>USB кабелі, Кардан қорғау, Жад картасы</p> <p>Пропеллерлер, Құжаттама</p>
Техникалық сипаттамалары	<p>Салмағы: 1375г</p> <p>Өлшемдері: 289,5 * 289,5 * 196мм</p> <p>Диагональ өлшемі: 350 мм</p> <p>Көтерілу жылдамдығы: 5 м / с (P режимі) ; 6 м / с (S режимі)</p> <p>Түсу жылдамдығы: 3 м / с (P режимі) ; 4 м / с (S режимі)</p> <p>Максималды жылдамдық: 50 км / сағ (P-режим); 72 км / сағ (S режимі)</p> <p>Теңіз деңгейінен максималды биіктік: 6000 м</p> <p>Максималды ұшу уақыты: 30 мин (желсіз, 20 км / сағ)</p> <p>Максималды ұшу уақыты: 30 мин</p> <p>Максималды ұшу қашықтығы: 7 км</p> <p>Максималды жылдамдық: 42 ° (S режимі)</p> <p>Жұмыс температурасы: 0 - 40 ° C</p> <p>Жұмыс жиілігі: 2,400 - 2,483 ГГц ; 5,725 - 5,825 ГГц</p> <p>GNSS: GPS + ГЛОНАСС</p> <p>Тікелей эфир: Ocusync</p> <p>Басқару режимдері: RC, DJI көзілдірігі (сымсыз)</p> <p>Орналасу дәлдігі: Тігінен: ± 0,1м; Көлденең: ± 0,3м</p> <p>Токтата тұру</p> <p>Бақыланатын диапазон: Қадам: -90-30 °; Yaw: 0 ° немесе 15 °</p> <p>Тұрақтандыру: 3 ось (көлбеу, орама, кастрюль)</p> <p>Максималды басқарылатын жылдамдық: 90 ° / с (A-режим)</p> <p>3D сезу жүйесі</p> <p>Радиус: 0,2 - 7 м</p> <p>Көру жүйесі</p> <p>Жұмыс биіктігі: 0 - 10 м</p> <p>Орналасқан жері: Төменгі / алдыңғы / артқы</p>

Көрінетін диапазон: Алдыңғы жағы: 60 ° (көлденең), ± 27 ° (тік); Артқы: 60 ° (көлденең), ± 27 ° (тік); Төменде: 70 ° (алдыңғы және артқы), 50 ° (сол және оң)

Камера

Матрица: 1 «CMOS; Тиімді пикселдер: 20 МП

Объектив

FOV: 84 °

Баламасы 35 мм: 24 мм

Апертура: f / 2.8-11

Түсіру ауқымы: 1 м-ден ∞ (автоматты фокус)

ISO ауқымы

Бейне: 100 - 3200 (автоматты) ; 100 - 6400, нұсқаулық

Фото: 100 - 3200 (автоматты) ; 100 - 12800 (қолмен

Ысырма жылдамдығы: Электрондық ысырма жылдамдығы: 8 - 1 / 8000с; Механикалық ысырма жылдамдығы: 8 - 1/2000 с

Фото ажыратымдылығы 3: 2: 5472 × 3648; 4: 3: 4864 × 3648; 16: 9: 5472 × 3078

Бейне ажыратымдылығы: 4096 × 2160 (24/25/30/48/50 / 60р); 3840 × 2160 (24/25/30/48/50 / 60р); 2720 × 1530 (24/25/30/48/50 / 60р); 1920 × 1080 (24/25/30/48/50/60 / 120р)

Фото режимдері: бір кадр; Жарылыс түсірілімдері: ( БУРСТ ) : 3/5/7/10/14 кадрлар; Автоматты экспозициялық бреккетинг ing АЕВ ) : 0,7 ЭВ ауытқуындағы 3/5 жақшалы жақтаулар; Аралық: 2/3/5/7/10/15/20/30/60 s

Бейне жазбасының ажыратымдылығы: С4К: 4096 × 2160 24/25 / 30р; 4К: 3840 × 2160 24/25 / 30р; 2.7К: 2720x1530 24/25 / 30р; FHD: 1920 × 1080 24/25/30/48/50/60 / 120р; HD: 1280 × 720 24/25/30/48/50/60 / 120р

Максималды жылдамдық: 100 Мбит / с

Қолдау көрсетілетін файлдық жүйелер: FAT32 ≤ ≤ 32 ГБ) ; exFAT (> 32 ГБ)

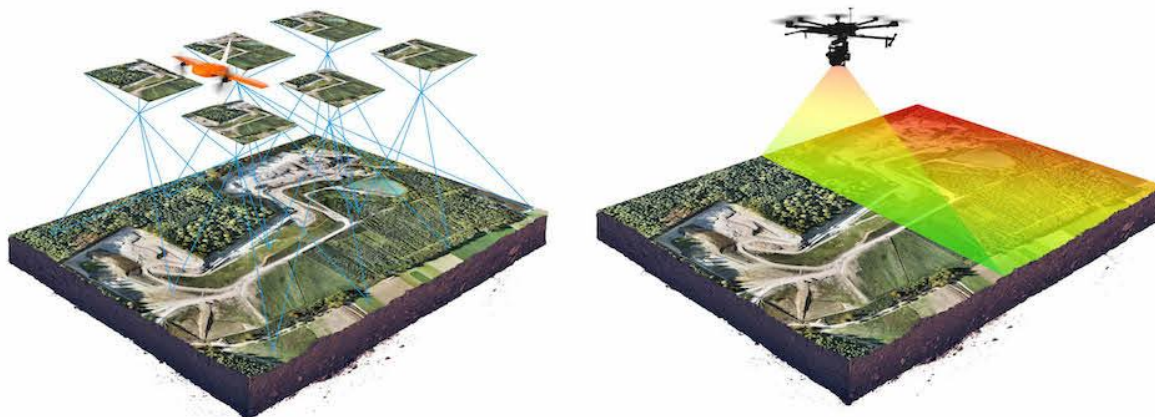
Фото форматы: JPEG / DNG (RAW)

Бейне форматы: MP4 / MOV (H.264 / AVC, H.265 / HEVC

Басқару құрылғысы

Жұмыс жиілігі: 2,400 - 2,483 ГГц ; 5,725 - 5,825 ГГц

	<p>Максималды жұмыс диапазоны: 2,400 - 2,483 Гц;  FCC: 7000 м ; CE: 4000 м ; SRRC: 4000 м; 5.725 -  5.825 Гц; FCC: 7000 м ; CE: 2000 м ; SRRC: 5000 м  Жұмыс температурасы: 0 °С - 40 °С  Таратқыштың қуаты: 2,400 - 2,483 Гц; FCC:  26≤dBm ; CE: 20≤dBm ; SRRC : 20≤dBm; 5.725 -  5.825 Гц; FCC: 26≤dBm ; CE: 14≤dBm ; SRRC:  20≤dBm  Батарея: 6000 мАч  Жұмыс тогы / кернеуі: 1,2 А, 7,4 В  Қолдау көрсетілетін мобильді құрылғылар  (өлшемдер): Максималды ұзындығы 160 мм;  максималды қалыңдығы 6,5-8,5 мм  Зарядтағыш  Кіріс: 100-240 В , 50/60 Гц , 1,4 А  Шығыс: 17,5 В, 0 ~ 5,7 А.  Кернеу: 17,5 В.  Қуаты: 100 Вт</p> <p><i>Батарея</i>  Сыйымдылығы: 5870мАч  Кернеу: 15.2V  Зарядтаудың максималды кернеуі: 17,4 В  Батарея түрі: Lipo 4S  Қуаты: 89,2 Wh  Салмақ: 468 г.  Жұмыс температурасы: 5 °С -40 °С  Максималды зарядтау қуаты: 160 Вт</p> <p><i>Қолдану</i>  Атауы: DJI GO 4  Тікелей қарау сапасының қашықтан басқару  құралы: 720p @ 30fps / 1080p @ 30fps  Ақылды мобильді құрылғы: 720p @ 30fps  DJI көзілдірігі: 720p @ 30fps / 720p @ 60fps / 1080p  @ 30fps  Тарату кідірісі: 220 мс (экологиялық жағдайға  және мобильді құрылғыға байланысты)  Ұсынылатын ОЖ: iOS 9.0 немесе одан кейінгі  нұсқасы; Android 4.4.0 немесе одан кейінгі нұсқасы</p>
Үйлесімділік	Phantom 4 Pro / Pro + V2.0 аз шу шығаратын 9455S пропеллерлері Phantom 4 Pro V2.0 қашықтан басқару құралы



**38-сурет.** DJI Phantom 4 Pro version 2.0 ұшу аппаратымен түсіріс

### **3.5 Амангелді ауданы туралы қысқаша ақпарат**

Амангелді ауданы (қаз. Аманкелді ауданы) - Қазақстанның Қостанай облысындағы аудан. Әкімшілік орталығы - Амангелді ауылы.

Аудан Қостанай облысының оңтүстік-шығыс бөлігінде орналасқан. Ол Жангелдин және Наурзум аудандарымен, сондай-ақ Арқалық, Қостанай облысы, Ақмола облысының Жарқайың ауданы және Қарағанды облысының Ұлытау ауданына бағынышты қаланың аумағымен шектеседі.

Облыстың оңтүстік-шығыс бөлігін Торғай үстірті алып жатыр. Минералды ресурстар: қоңыр көмір, темір рудалары, боксит және құрылыс материалдары. Климаты континенталды, қысы суық, жазы орташа ыстық. Қаңтардың орташа температурасы:  $-16 \dots -18^{\circ} \text{C}$ , шілде:  $22 \dots 24^{\circ} \text{C}$ . Жауын-шашынның жылдық орташа мөлшері: 150-200 мм [27].

Ұлы Жыланшық өзендері облыс аумағымен жоғарғы ағысында және Торғай өзендері орта және төменгі ағысында Сарыозен, Жалдама, Қара-Торғай тармақтарымен ағып өтеді. Тұщы және тұзды көлдер өте көп. Өсімдігі - жусан-қауырсын-шөпті-бетегелі.



**39– сурет.** Амангелді ауданының ғарыштық суреті.

Ұштоғай аймағының (Ұштоғай) бір ауылының атауын Ұш емес (үш) емес, Ұштоғай деп түсіну керек. «Ұш тоғай» ежелгі түрік тілінен аударғанда шекара орманы ретінде аударылады «« Ұш »- шекара, шекара, шет. Осы ауылдан оңтүстікке қарай 18 шақырым жерде Ұштоғай алаңы - пирамида негізі түрінде орналасқан 101 жағалаулар бар.

Аудан 1928 жылы 17 қаңтарда Қостанай ауданының құрамында Батпаққара ауданы ретінде құрылды.

Мал шаруашылығының негізгі бағыты: қой, ірі қара, жылқы өсіру. Амангелді облысында Торғай боксит кеніші - Павлодар алюминий зауытының шикізат базасы, темірбетон зауыты, жылу электр станциясы, сүт зауыты бар. Амангелдінің мұражайы бар. Аудан аумағынан Қостанай - Амантоғай, Арқалық - Торғай, республикалық маңызы бар автомобиль жолдары, Жезқазған - Петропавл, Қазақстан темір жолының Арқалық - Есіл тармағының оңтүстік бөлігі өтеді [27].

### 3.6 Комсомол ауданы туралы қысқаша ақпарат



**40-сурет.** Комсомол ауданы ғарыштық түсіріс

Комсомол ауылы - Қазақстан Республикасы Алматы облысы Іле ауданындағы ауыл. Казциковский ауылдық округінің бөлігі.

Аудан орталығы - Өтеген батыр кентінен батысқа қарай 13 км-дей жерде.

Аудан Алматы облысының орталық бөлігінде орналасқан және солтүстік-шығысында Балқаш ауданымен, батысында Қарасай және Жамбыл аудандарымен, оңтүстік-шығысында Алма-Ата қаласының жерлерімен, шығысында Талғар ауданы

Аймақ аумағының шамамен 80% шөлді және шөлді дала аймақтарында орналасқан: Сартаукум құмдары мен Қараой үстірті. Қараой үстірті құрғақ өсіру үшін қолданылады. Сартаукум құмы - қысқы және көктемгі-күзгі жайылымдар. Рельеф жоталы және жоталы-құмды түзілімдердің болуымен сипатталады.

Аймақтың климаты шұғыл континенталды. Қаңтардың орташа температурасы  $-7 \dots -9 \text{ }^\circ \text{C}$ , шілдеде  $+22 \dots +25 \text{ }^\circ \text{C}$ . Атмосфералық жауын-шашынның жылдық мөлшері 200–3500 мм құрайды. [28]

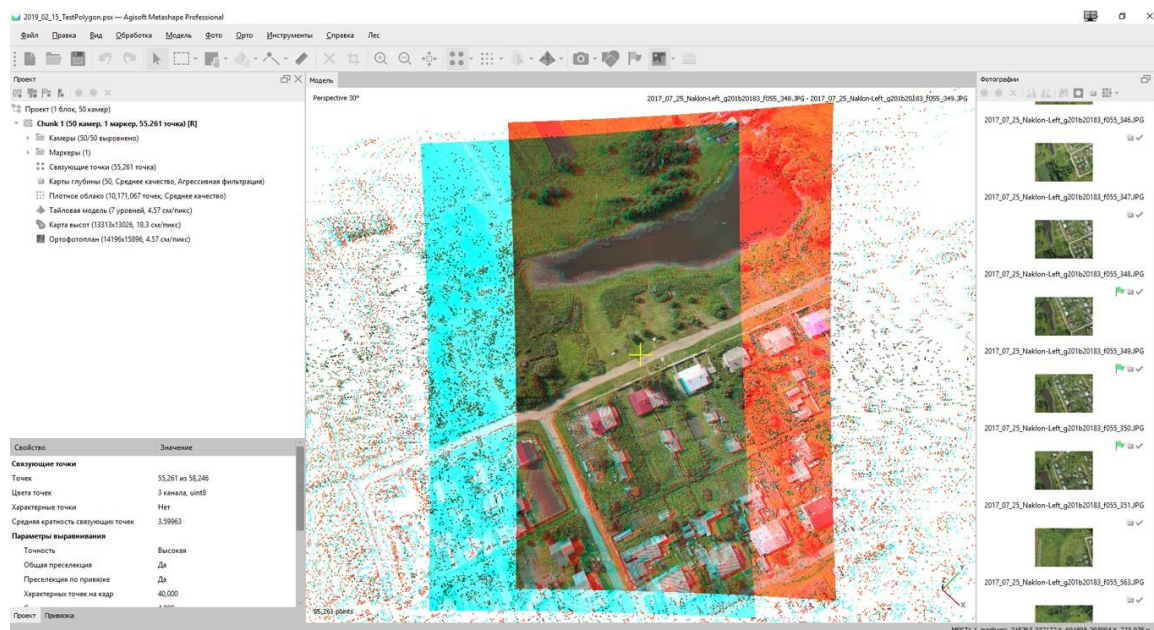
Аудан аумағынан Іле, Қаскелең өзендері ағып өтеді, Үлкен Алматы каналы тартылды, солтүстігінде Қапшағай су қоймасы аудан аумағымен іргелес жатыр.

### 3.7 Agisoft Metashape Professional бағдарламасы

**Agisoft Metashape Professional** - бұл ең жақсы нәтижеге қол жеткізуге мүмкіндік беретін, талдау және кейінгі өңдеуге арналған машиналық оқыту

технологияларын қамтитын фотограмметрия мүмкіндіктерін кеңейтетін жетілдірілген бағдарламалық жасақтама.

Metashape RGB немесе мультиспектралды камералар, соның ішінде көп камералы жүйелер көмегімен алынған кескіндерді өңдеуге, кескіндерді тығыз нүктелік бұлттарға, текстуралы көпбұрышты модельдерге, георефераланған ортомозаларға және биіктік / рельефтік сандық модельдерге (DEM / DTM) айналдыруға мүмкіндік береді.



**41– сурет.** Agisoft Metashape Professional бағдарламасы

Кейінгі өңдеулер модельдер бетінен көлеңкелер мен текстураның бұрмалануын жоюға, өсімдіктердің индекстерін есептеуге және ауылшаруашылық жұмыстарына арналған рецепттік файлдарды құруға, тығыз нүктелік бұлттарды автоматты түрде жіктеуге және т.б. мүмкіндік береді.

Өңдеуден кейінгі барлық сыртқы пакеттерге экспорттау мүмкіндігі Agisoft Metashape Professional-ты жан-жақты фотограмметриялық құралға айналдырады.

Аэрофототүсірілім үшін Metashape қолдану арқылы:

- Нүктелер бұлттын лазерлік сканерлеуге сәйкес келетін сапа
- Беттер: СТН немесе ГРИД үлгісіндегі жоғары бөлшектер
- 3D модельдер: Түпнұсқа кескіндер негізінде текстураланған
- Ортотомоздар: Топографиялық жоспарлардың дәлдігі 1: 500 талаптары

Metashape-тің өзегі - заманауи компьютерлік көру алгоритмдерімен қолдау тапқан классикалық сандық фотограмметрия әдістері.

Бұл технологиялардың бірігуі кәсіби бастаушы фотограмметриялық жүйені құруға мүмкіндік береді, оны тіпті жаңадан бастаған адам оңай басқара алады, ал интуитивті интерфейсті үйрену өте оңай. Сондықтан, фотограмметрия саласындағы арнайы білімі мен дайындығы болмаса да, сіз



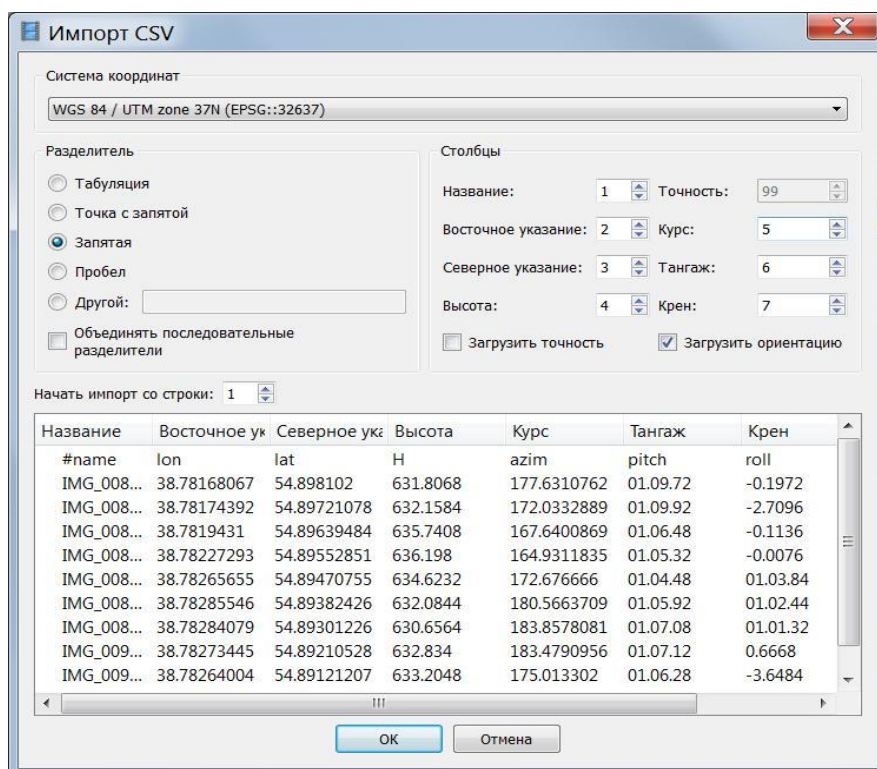
оператордың қатысуымен немесе онсыз өте дәл нәтижелерге қол жеткізе аласыз.

Сонымен бірге Metashape-тің кәсіби мамандарға берері көп. Қарапайым интерфейске қарамастан, жүйенің негізі классикалық фотограмметрия болып табылады. Сіз әрқашан алынған нәтижелерді есептер арқылы басқара аласыз, жұмыс кеңістігін нақты тапсырмалар үшін дәлдеп, стерео режимі немесе Python сценарийлері сияқты кеңейтілген функцияларды қолдана аласыз.

*Agisoft Metashape қалай жұмыс істейді*

Камералардың орналасуын анықтау

Metashape-ке фотосуреттерді жүктегеннен кейін, бағдарлама автоматты түрде әр кадр үшін камераның орналасуы мен бағытын анықтайды және нүктелердің сирек бұлтты құрастырады.



42 – сурет. Нүктелерді жүктеу

*Нүктелік бұлтты құру*

Екінші қадамда Metashape есептелген камера позицияларын пайдаланып тығыз нүктелік бұлтты салады. Тығыз нүктелік бұлтты кесуге / алып тастауға және жіктеуге болады.

*Көпбұрышты модель құру*

Көпбұрышты модель тығыз нүктелік бұлттан салынған. Құрылыстың екі әдісі бар: DEM - жер бедері сияқты, ал ерікті - барлық типтегі беттер үшін. Алынған үлгіні тікелей Metashape-те өңдеуге немесе экспорттауға болады.

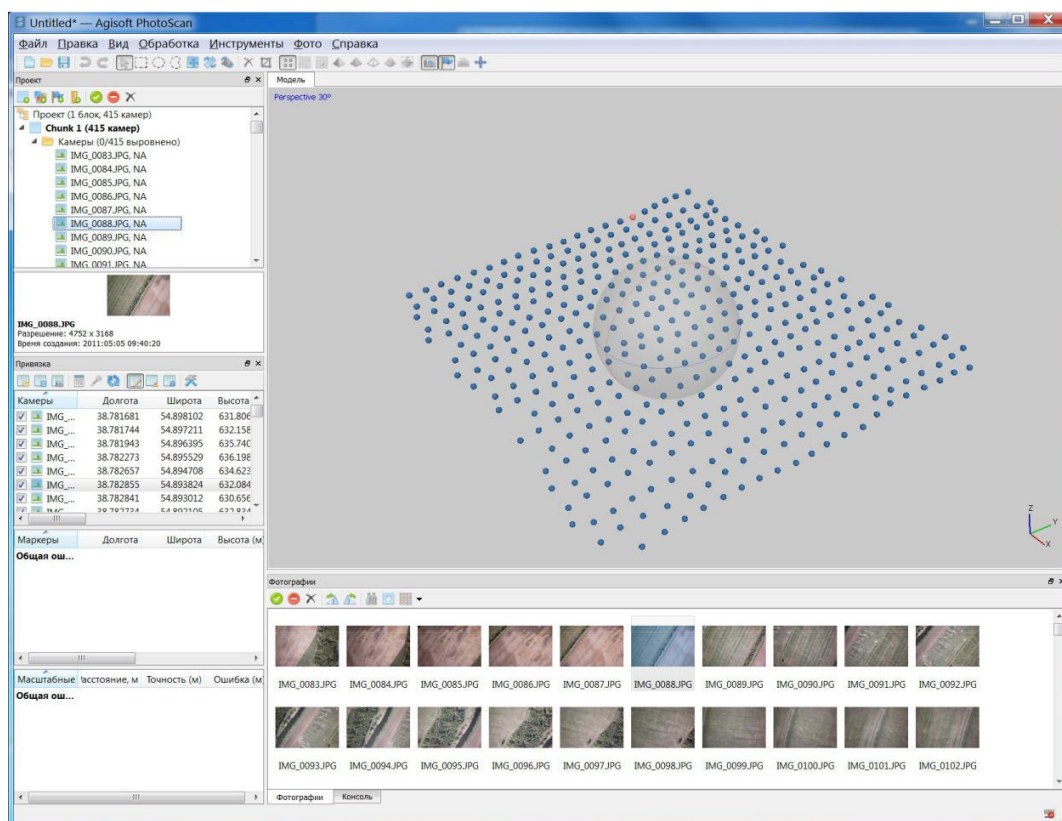
### Текстуралар жасау

Текстураның сапасын жақсарту үшін Metashape фотосуреттерді автоматты түрде бағалау функциясына ие. Бағасы 0,5-тен төмен кескіндерді текстураның пайда болуынан алып тастау ұсынылады, бұл соңғы модельдің сапасының жақсаруына әкеледі.

*Не артықшылығы бар:*

Тереңдік карталарынан модельдер құру

Тығыз бұлтты құру кезінде матчтарды іздеу кезінде жақсартылған сүзгілеу бөлшектерді сақтай отырып, модель бетіндегі шуды азайтуға мүмкіндік береді.



**43– сурет.** Суреттерді жүктеу және құру аймағын(область построения) таңдау

Тікелей тереңдік карталарынан құруға негізделген көпбұрышты модельдерді құрудың жаңа әдісі барлық қолда бар ақпаратты пайдалана отырып, ең кіші геометрияны да қалпына келтіруге мүмкіндік береді.

*Автоматты көп классификация*

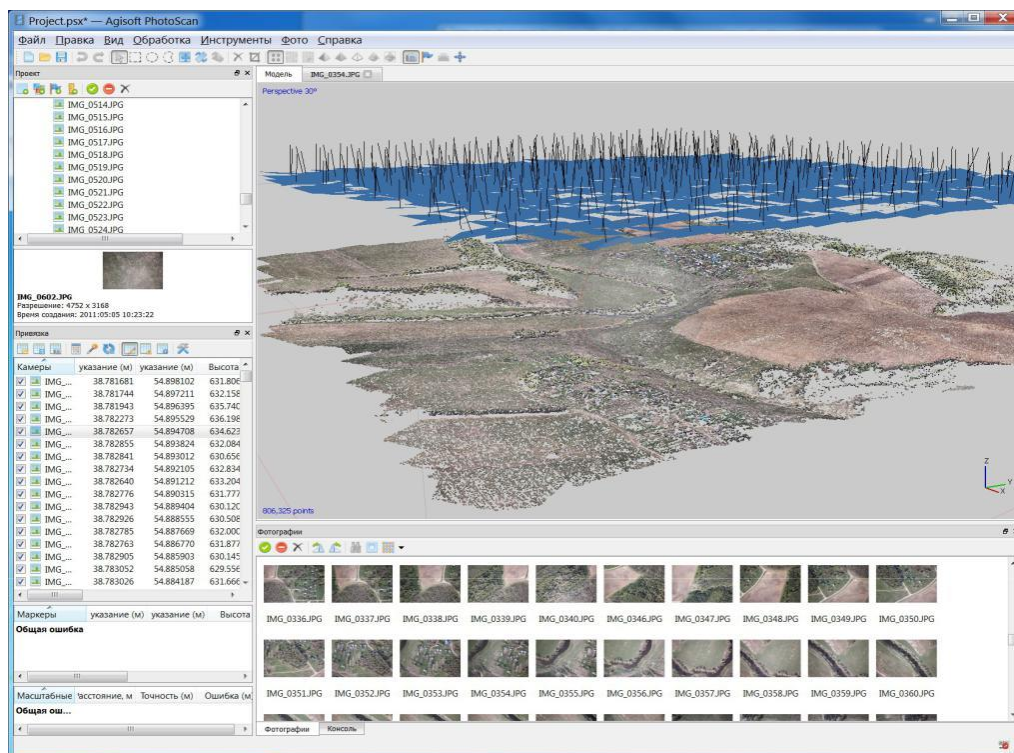
Agisoft Metashape-ке машиналық оқыту алгоритмдері қосылды, бұл өңделген деректерді түсіндіру және талдау кезінде жоғары деңгейлі мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

Семантикалық жіктеу функциясы бұлтты нүктелерді автоматты түрде «Жер», «Ғимараттар», «Өсімдіктер», «Жолдар», «Автомобильдер» және «Техногендік құрылымдар» кластарына топтастыруға мүмкіндік береді.

## Бұлтты өңдеу

Metashape көп ядролы процессорлар мен жылдам өңдеу және нәтижелер алу үшін көп GPU жүйелер үшін оңтайландырылған.

Серверлер кластері бойынша үлестірілген өңдеу барлық есептеулерді одан әрі жеделдетеді. Бұл әсіресе үлкен көлемдегі мәліметтерге қатысты.



44– сурет. Камераларды орналастыру

## Стерео режимі

Agisoft Metashape Professional анаглиф көзілдірігін немесе арнайы 3D дисплейлерін пайдаланып стерео жұпта қолмен векторлауға мүмкіндік береді.

Metashape 1.5 стерео режимінде векторландыруға мүмкіндік береді, бұл кездейсоқ ауысуды болдырмау үшін тандалған стерео жұпты бекіту мүмкіндігі бар «Фото» панелінде стерео жұпты тікелей таңдау мүмкіндігі арқасында ыңғайлы етеді.

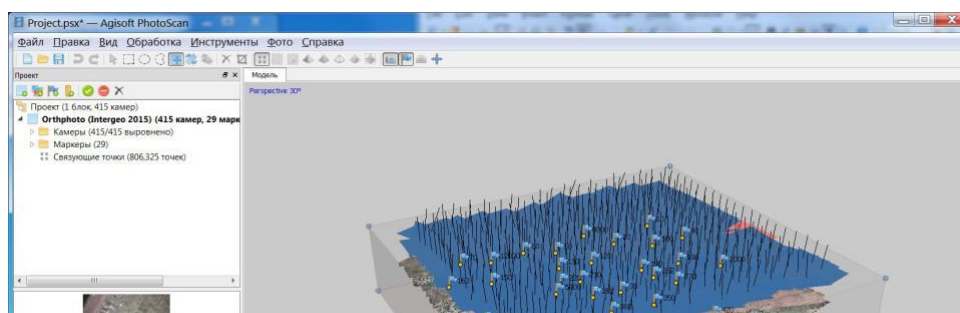
Мүмкіндіктер:

### Фототриангуляция

Әр түрлі типтегі кескіндерді өңдеу: аэрофототүсірілім (надир, перспективалық), жақын аралықтан түсіру.

Автоматты калибрлеу: әртүрлі типтегі камералар (балық көзін қоса), сфералық және цилиндрлік камералар.

Әр түрлі камералармен бірнеше жобаларды қолдау.



## 45 – сурет. Құру аймағын белгілеу және редакциялау

*Тығыз нүктелік бұлтпен жұмыс*

Жақсы нәтижеге қол жеткізу үшін мұқият ойластырылған бұлтты өңдеу.

Дәл геометрияны қалпына келтіру үшін нүктелік классификация

Экспорттау. Мамандандырылған пакеттерде өңдеуге арналған LAS.

*Жердің сандық моделі: экспорт DEM / DTM*

DEM немесе DTM құру - сіздің міндеттеріңізге байланысты.

EXIF файлдарын, ұшу журналдарын, GNSS қабылдағышының деректерін немесе басқару нүктелерін пайдалану арқылы байланыстыру.

EPSG координаттар жүйесін қолдау: WGS84, UTM және т.б.

*Георефераланған ортофотолардың экспорты*

GeoTIFF форматындағы ортомозаның экспорты - ГАЖ қосымшаларымен ең үйлесімді формат; .KML-де - Google Earth-те көрсетуге мүмкіндік береді.

Өте үлкен жобалар үшін экспортты блоктау.

Біркелкі текстураға арналған түсті түзету.

*Өлшеу: арақашықтық, аудандар, көлемдер*

Қашықтықты, ауданды және көлемді өлшеуге арналған кіріктірілген құралдар.

Қолдау көрсетілетін форматтардың көп болуына байланысты, нәтижелер өте дәл өлшеу үшін сыртқы бумаларға экспортталуы мүмкін. Мысалы, GIS Sputnik.

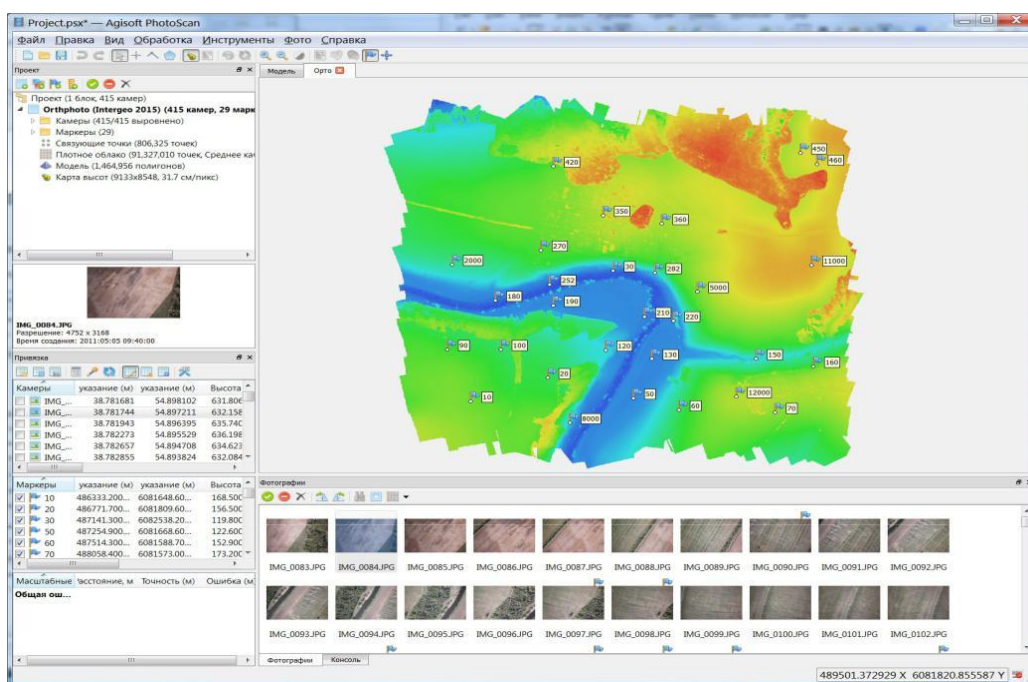
*Зәкір нүктелері: жоғары дәлдіктегі зерттеулер*

Дәлдікті бақылау үшін бақылау нүктелерінің импорты.

Басқару нүктелеріне жылдам ену үшін кодталған және кодталмаған белгілерді автоматты түрде анықтау.

Масштабты анықтамалық деректерсіз орнатуға арналған жолақ құралы.

Топтамалық өңдеуден басқа, бұл процесті автоматтандыру тәсілі.



46 – сурет. Биіктік моделін жасау

Python скрипті сізге мыналарды орнатуға көмектеседі: бірнеше бірдей мәліметтер жиынтығына арналған параметрлер шаблондары; бақылау нәтижелерін аралық өңдеу; және т.б.

*Мультиспектрлік кескінді өңдеу*

RGB / NIR / инфрақызыл / мультиспектрлік кескінді өңдеу.

Таңдалған арна негізінде жылдам құрастыру.

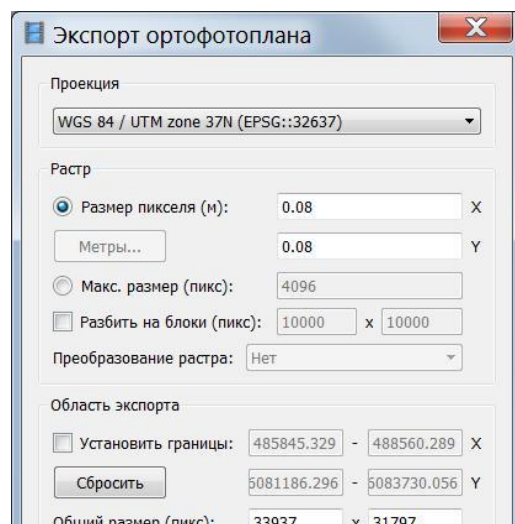
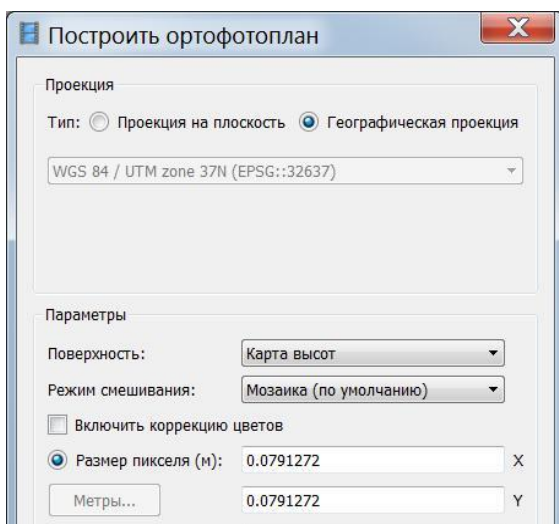
Кірістірілген құралдарды қолдана отырып NDVI өсімдік жамылғысының индексін есептеуге арналған көпарналы ортомозаны құру. Алынған нәтижелерді экспорттау.

*3D модельдерін құру және құрылымдау*

Әр түрлі көріністерді салу: археологиялық орындар, артефактілер, ғимараттар, интерьер, адамдар және т.б.

Sketchfab-ке тікелей жүктеу және ең танымал форматтарға экспорттау.

Фотореалистикалық текстуралар, HDR қолдау.



## 47 – сурет. Ортофотоплан құру және экспорт жасау

### *4D динамикалық көріністерді модельдеу*

Фильм жобалары, ойын индустриясы және т.б. үшін бірнеше камералардан деректерді өңдеу.

Уақыт өте келе қалпына келтірілген 3D модельдерін қолдана отырып, визуалды эффектілер үшін негіз құру.

### *Панорамаларды тігу*

2 камерадан бір позициядан алынған мәліметтер бойынша көріністі 3D қалпына келтіру.

Бір камераның кескіндеріне негізделген панорамалық 360о тігу.

### *Үлестірілген өңдеу*

Бір жобада үлкен көлемдегі деректерді өңдеу үшін бірнеше түйіндердің қуатын пайдаланып кластерде таратылған есептеулер[29].

Бұл тарауда Agisoft Metashape Professional бағдарламасында ортофотопланды құру процесі көрсетілді. Амангелді және Комосомол аудандарының ортофотопланына қол жеткізу жолдары қарастырылды. Аэрофотосуретке жалпы сипаттама және орындалу барысы, талаптардың орындалуы ортофотопланның жасалу кезеңдері қадам қадамымен көрсетілді.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Геодезияда инновация қатарына түрлі әдістерді жатқыза аламыз. Тек біреу ғана емес. Расыменде инновация бұл өте ауқымды ұғым.

Қазіргі таңда алуан түрлі технологиялар мен бағдарламалар және ғылыми техникалық прогресстер болып жатқаны сөзсіз. Алайда біздің аса мән беруіміз тиіс бір фактор бар ол дәлдік мәселесі. Жоғары дәлдік өте үлкен роль ойнайды.

Бұл диссертациялық жұмыста заманауи ақпараттық-геоақпараттық жүйелер мен технологияларға негізделген инженерлік мәселелерді шешуге байланысты бірқатар мәселелер қарастырылған.

Бұл жұмыстың мақсаты – трансформация процессін жоғары дәлдікте орындау және инновациялық әдістердің қателігін азайту болатын.

Осы диссертациялық жұмыста жүргізілген зерттеулер нәтижесінде келесі нәтижелер алынады:

1. Әлемдік координата жүйесінен WGS-84 Жергілікті координата жүйесіне және кері бағытта түрлендіру жасалды.
2. Трансформация жасау мен түрлендірудің негізгі аспектілері, міндеттері мен принциптері қарастырылады.
3. Атқарылған жұмыстарға бағалау критерийлері арқылы баға берілді.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Roger Foster Dan Mullaney Basic Geodesy Article 018: Conversions and Transformations (4 марта 2014).
2. Ordnance Survey Great Britain. Coordinate transformer.
3. B. Hofmann-Wellenhof H. Lichtenegger J. Collins. GPS - theory and practice. — 282 с. — ISBN 3-211-82839-7.
4. Bowring B. R. Transformation from Spatial to Geographical Coordinates // *Surv. Rev.*. — 1976. — Т. 23, № 181. — С. 323—327. — doi:10.1179/003962676791280626.
5. Fukushima, T. Fast Transform from Geocentric to Geodetic Coordinates (АНГЛ.) // *J. Geod. : journal.* — 1999. — Vol. 73, no. 11. — P. 603—610. — doi:10.1007/s001900050271. (Appendix B)
6. Sudano, J. J. (1997). «An exact conversion from an earth-centered coordinate system to latitude, longitude and altitude». doi:10.1109/NAECON.1997.622711
7. Direct Transformation from Geocentric to Geodetic Coordinates // Vermeille, H.H *J. Geod.*. — 2002. — Т. 76. — С. 451—454. — doi:10.1007/s00190-002-0273-6.
8. Irene PoloBlanco Gonzalez-Vega. A symbolic analysis of Vermeille and Borkowski polynomials for transforming 3D Cartesian to geodetic



- coordinates // J. Geod.. — 2009. — Т. 83. — С. 1071—1081. — doi:10.1007/s00190-009-0325-2.
9. J.Zhu. Conversion of Earth-centered Earth-fixed coordinates to geodetic coordinates // IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems. — 1994. — Т. 30. — С. 957—961. — doi:10.1109/7.303772.
  10. M.Heikkinen. Geschlossene formeln zur berechnung räumlicher geodätischer koordinaten aus rechtwinkligen koordinaten // Z. Vermess.. — 1982. — Т. 107. — С. 207—211.
  11. MSP GEOTRANS 3.3 (Geographic Translator) (недоступная ссылка). NGA: Coordinate Systems Analysis Branch. Дата обращения: 9 декабря 2019. Архивировано 15 марта 2014 года.
  12. Donald M. Mulcare. NGS Toolkit, Part 8: The National Geodetic Survey NADCON Tool (недоступная ссылка). Professional Surveyor Magazine. Архивировано 6 марта 2014 года.
  13. ArcGIS Help 10.1: Equation-based methods. ESRI.
  14. Taylor Chuck. High-Accuracy Datum Transformations.
  15. Equations Used for Datum Transformations. Land Information New Zealand (LINZ).
  16. Geomatics Guidance Note Number 7, part 2 Coordinate Conversions and Transformations including Formulas (недоступная ссылка). International Association of Oil and Gas Producers (OGP). Архивировано 6 марта 2014 года.
  17. Paul Bolstad. GIS Fundamentals, 4th Edition. — Atlas books. — 93 с. — ISBN 978-0-9717647-3-6.
  18. Addendum to NIMA TR 8350.2: Implementation of the World Geodetic System 1984 (WGS 84) Reference Frame G1150. National Geospatial-Intelligence Agency.
  19. (И.Ф.Куштин, В.И. Куштин. Геодезия: учебно-практическое пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2009. — 909с.).
  20. <https://www.flycam24.ru/obshhaya-informatsiya-ob-aerosemke/istoriya-aerofotosemki/>
  21. <https://infourok.ru/kosmicheskaya-syomka-vidi-i-svoystva-kosmicheskikh-snimkov-primenenie-ih-v-kartografii-3172107.html>
  22. [https://www.bygeo.ru/materialy/chetvertyi\\_kurs/distancionnue-metody-gybin-chtenie/2220-infrakrasnaya-semkaradiolokacionnaya-semka-geologicheskaya-informativnost-aerokosmicheskikh-snimkov.html](https://www.bygeo.ru/materialy/chetvertyi_kurs/distancionnue-metody-gybin-chtenie/2220-infrakrasnaya-semkaradiolokacionnaya-semka-geologicheskaya-informativnost-aerokosmicheskikh-snimkov.html)
  23. <https://habr.com/ru/post/347344/>
  24. <http://planetology.ru/panoramas/lunokhod2.php?language=russian>
  25. <https://dronomania.ru/dji/phantom-4-pro-v2-0.html>
  26. Амангельдинский район // Казахстан. Национальная энциклопедия. — Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2004. — Т. I. — ISBN 9965-9389-9-7.

- 27.Казахская ССР / Гл. ред. Р. Н. Нургалиев. — Алма-Ата: Гл. ред. Казахской советской энциклопедии, 1988. — Т. 2. — С. 211. — 608 с. — 31 300 экз. — ISBN 5-89800-002-X.
- 28.<https://www.geo-spektr.ru/gps-priyomniki/leica/gx1230-gg.html>
29. <https://geospb.ru/programmnye-produkty-dlya-bpla/1872-programmnoe-obespechenie-agisoft-photoscan-pro.html>