

Асылбекова А.А.,
Киккарина А.С.

**Арақашықтан зерделеу
мәліметтерін қолдану
арқылы топографиялық
карталарды жаңарту**

Бүгінгі күні арақашықтан зерделеу мәліметтері көптеген салада кең қолданысқа ие. Ал картографиялауда жаңарту үрдістерінің заманауи әрі тиімді әдісі болып келеді. Қазақстан Республикасының зор территориясын картографиялауда бұл таптырмас тәсіл. Сондықтан, ел аумағының карталарын жаңартудың негізгі көзі – аэрофототүсіріс және оның негізінде алынған ортофотоплан мен топографиялық пландар. Себебі, ортофотопландар жердің бетін барынша жоғары дәлдікпен, бұрмалаусыз бейнелейді. Нәтижесінде, сандық аэрофототүсіріс арқылы түсірілген территория туралы жаңартылған мәліметтерді алуға болады. Пландар талабына сай 1:500-1:5 000 аралығында жасалуы мүмкін және олардың мақсаты – мазмұны қабылданған координаттар, биіктік жүйесінде және қолданыстағы шартты белгілер арқылы жер аумағының қазіргі қалпына сай келтіру.

Түйін сөздер: аэрофототүсіріс, картография, фотограмметрия, ортофотоплан, арақашықтықтан зерделеу.

Asylbekova A.A.,
Kikkarina A.S.

**Updating topographic maps
using Remote Sensing**

Today, remote sensing is a modern and profitable way of map updating. It's an indispensable method for mapping the vast territory of the Republic of Kazakhstan. Therefore, the main source it's aerial photography and received on its basis orthophoto and topographical plans. Because orthophotos depict the earth's surface without distortion and in high-resolution. As a result, one can get updated material on the territory captured by the digital aerial photography. The plans can be built within a scale of 1: 500-1: 5000, as well as their goal is to bring the contents of mapping territories in accordance with the coordinates, altitude system and conventional signs adopted to nowadays.

Key words: aerial photography, cartography, photogrammetry, orthophoto, remote sensing.

Асылбекова А.А.,
Киккарина А.С.

**Обновление топографических
карт с применением
материалов дистанционного
зондирования Земли**

На сегодняшний день материалы дистанционного зондирования Земли находят применение во многих отраслях, в том числе и картографии. Это незаменимый способ картографирования огромной территории Республики Казахстан. Поэтому главный источник обновления – это аэрофотосъемка и полученные на ее основе ортофотопланы и топографические планы. Потому что ортофотопланы изображают земную поверхность без искажений и в высоком разрешении. В итоге можно получить обновленные данные полученные методом аэросъемки. Планы могут быть построены в масштабе 1:500-1:5000, а их цель – привести содержание данных территории в соответствие с координатами, высотной системой и условными знаками, принятыми на сегодняшний день.

Ключевые слова: аэрофотосъемка, картография, фотограмметрия, ортофотоплан, дистанционное зондирование земли.

**АРАҚАШЫҚТАН
ЗЕРДЕЛЕУ
МӘЛІМЕТТЕРІН
ҚОЛДАНУ
АРҚЫЛЫ
ТОПОГРАФИЯЛЫҚ
КАРТАЛАРДЫ
ЖАҢАРТУ**

Кіріспе

Қазіргі таңда топографиялық өндірістің даму деңгейінде, соның ішінде ірі масштабты карта құрастыруда аэро- және ғарыштық түсірістер ерекше орынға ие. Қазақстан Республикасының зор территориясын картографиялауды ұшу аппараттарынан алынған суреттер мен деректерсіз елестету қиынға түседі. Сондықтан, ел аумағындағы жерлердің карталарын жаңартудың негізгі әдісі болып аэрофототүсіріс және оның негізінде алынған ортофотоплан мен топографиялық пландар болып келеді. Нәтижесінде, сандық аэрофототүсіріс арқылы түсірілген территорияның кез келген жерін картографиялап, жаңартылған мәліметтерді алуға болады. Пландар қойылған талабына сай 1:500-1:5 000 масштабқа дейінгі аралықта жасалуы мүмкін және оларды құрастырудың мақсаты – мазмұны қабылданған координаттар мен биіктік жүйесінде және қолданыстағы шартты белгілер арқылы жер аумағының қазіргі қалпына сай келтіру.

Зерттеу нысаны

Жұмыстың зерттеу нысаны ретінде Шарын өзені бассейні алынды. Аэрофототопографиялық түсіріс материалдары бойынша ортофотопландарды құрастырудың сандық фотограмметриялық технологиясын зерттеу және оның негізінде топопланды құрастыру берілген аймаққа қарастырылды.

Зерттеу негізінде ортофотоплан және карта жаңарту мен құрастыру технологиясының көмегімен картографиялық агенттіктердің Қазақстан территориясының ірі масштабты карталар мен пландарын аэрофототүсіріс көмегімен сапалы түрде жаңарту мүмкіндігі туды.

Шарын өзені – Алматы облысының Райымбек пен Ұйғыр аудандарынан ағатын Іле өзенінің сол жақ саласы. Бастаулары теріскей және Күнгей Алатауларындағы мұздықтарда және Кетпен (Ұзынқара) жотасының оңтүстік беткейлерінде жатыр. Жоғары ағысы Шалкөде деп аталады, бастауын Кетпен жотасынан 3000 м биіктікте Бұрмансай бұлағынан алады. Далалық бөктерлі тауаралық жазыққа түскеннен кейін борпылдақ үйінділерде жоғалып, ортаңғы ағысында (саз арасында)

пайда болып Кеден деп аталады. Сол жақ тармағы Қарқара өзені құйғаннан кейін, су ағыны Шарын деп аталып, осыдан бастап ұзындығы 225 км болады. Ал жалпы ұзындығы 427 км, су жиналатын алабы 7720 км². Өзен ұзындығы 30-40 м, тереңдігі 2-3 м [1].

Шарын өзенінің бассейнінің геоморфологиялық ерекшеліктеріне байланысты бір-бірінен өзгешеленетін 3 түрге бөліп қарастыруға болады: Құлықтау тауы (абсолюттік биіктігі 2755 м-ге дейін), Торайғыр жотасы (абсолюттік биіктігі 2471 м-ге дейін) және олардың арасында орналасқан Жалаңаш ойпаты, теңіз деңгейі бойымен батыстан шығысқа қарай 1500 м-ден 900 м-ге дейін өзгереді [2].

Шарын өзені бассейнінің климаты анық байқалатын континенталділігімен ерекшеленеді. Бұл материктің ішінде салыстырмалы төмен ендікте орналасқан Тянь-Шань тауларына және басты ылғал көзі – Атлант мұхитының алыс орналасқанына тікелей байланысты болып келеді. Жоталардың биік, жер бедерінің күрделі, әрі мүжіліп келуі температура мен ылғалдылық деңгейіне орасан зор айырмашылықтар әкеледі. Жақын жатқан шөлді аймақтардың әсері тауалды және аласатаулы ландшафт климатына көп ықпал етеді. Орташа таулы, әсіресе, биік таулы ландшафттар температураның төмендеуі мен буланудың азайып, сәйкесінше, жауын-шашынның көбеюінен жақсы ылғалданған болып келеді. Шарын өзенінің бассейнінің өңірі Іле өзені бассейнінің басқа аудандарына қарағанда құрғағырақ болып келеді. Күнге Алатау мен Теріскей Алатауының шығыс ендік тау тарамдарында жақсы байқалатын экспозициялық айырмашылықтар тау жоталарының барьерлік рөлінен күшейе түседі, себебі солтүстік беткейлері азырақ инсоляцияға ғана ұшырамай, сонымен қатар, жақсы түрде ылғанданған болады [3].

Зерттеу әдістемесі

Топографиялық карталарды жаңарту кезеңінен өткізген кезде, оның векторлық қабаты ғана жаңартылмай, басқа да атрибутивті деректер, геобайланған қосымша мәліметтер де енгізіледі. Қазіргі сандық карталардың 3D модельдерін, яғни үш өлшемді бейнелерін құрастырып, оларды өңдей алады.

ArcGIS 3D визуалдау үшін екі ортаны ұсынады – ArcGlobe және ArcScene, олар 3D кеңістікте 3D немесе 2D деректерін көрсетіп, сараптауға, сонымен қатар, анимация жасауға мүмкіндік береді.

ArcGlobe ArcGIS 3D Analyst-тың Қосымша модулінің қосымша модулінің бөлімі болып табылады. Бұл қосымша өте үлкен деректер жинағымен жұмыс істеуге арналған және растрлық және векторлық деректердің бейнелеуін орындауға мүмкіндік береді. Ол ғаламдық бейнелеудің жүйесіне негізделген, онда беттерге ұйымдастырылған барлық деректер ғаламдық CUBE проекциясына проекцияланады және егжей-тегжейленудің ауыспалы деңгейінде (level of detail – LOD) бейнеледі. Өнімділікті жоғарылату үшін деректерді кэштау қолданылады, сол кезде деректердің құрылымдалуы мен көшірілуі LOD-тың бөлек беттеріне жүргізіліп жатады. Векторлық деректер толығымен растрланады да сәйкестендірілген LOD-пен бейнеленеді, сол арқылы тез бейнелеу мен бағдарлау қамтамасыз етіледі.

ArcScene 3D суреттерді көруге арналған құрал болып табылады және 3D векторлық пен растрлық деректермен жұмыс істеп, бағдарлау үшін қолдануға келетін мүмкіндіктерді тудыруға сай келеді. OpenGL технологиясына негізделген ArcScene күрделі үшөлшемді сызықтық символдар мен құрылымдардың салынуын, сонымен қатар, TIN-нің бетін құрастырып, оны көрсетуді қолдайды. Барлық деректер жадыға сақталып, тез бағдарлауды, панорамалау және масштабтың өзгеруін қамтамасыз етеді.

ArcScene құжаттағы барлық деректерді бірінші қабат негізіне проекциялайды. Жалпақ проекцияны қолдана отырып, ArcScene кеңістіктік деректердің аздаған жинағымен жұмыс істеуге арналған және берілген ауданды зерттеуге қолданылады.

ArcScene анализ үшін өте жақсы бейімделген. ArcScene 3D Analyst панелі құралдарын, сонымен қатар, TIN (Triangulated Irregular Network) беттерін толығымен қолдайды. ArcScene жер деңгейінен төмен орналасқан объектілерді (құдықтар, шахталар) 3D-да жақсы бейнелейді.

Біздің зерттеуге ыңғайлысы болып ArcScene таңдалды. Себебі, ArcScene-нің бір ерекшелігі – стереосуреттерді қолдауы. Стереосуреттер 3D бейнелеудің шындығын жоғарылатуға мүмкіндік береді.

ArcScene деректердің көптеген қабаттарын 3D ортада қатар қолдануға мүмкіндік береді. 3D кеңістіктік деректерді орналастыру үшін бұл бағдарламалық қосымша объектінің геометриясынан алынған биіктігін, атрибутын, қабаттың ерекшеліктері немесе берілген 3D беткейінің деректерін қолданады. 3D бейнесінің әрбір қабатын бөлек өңдеуге болады. Әртүрлі кеңістіктік байланған деректер қайта проекциялануы

мүмкін немесе салыстырмалы алынған координаттарды қолдану арқылы бейнеленуі мүмкін. ArcScene геоөңдеу айналасына толығымен біріктілген, ол өз кезегінде көптеген аналитикалық құралдар мен функцияларды қолдануға мүмкіндік береді [4].

Нәтижелері және талдау

Аэротүсіріс материалдарын қолдану қазіргі таңда аймақ пен жер бедерінің сандық үлгісін жасау және топографиялық карталар мен пландарды жаңарту және жасап шығару үшін ең қолайлы және экономикалық тұрғыдан тиімді. Келесі кезең аэротүсіріс деректерін фотограмметриялық өңдеу болып келеді. Шарын өзені бассейнінің 1:5 000 масштабтағы топопланын жаңарту мақсатымен ортофотоплан (түсіріс ауқымдылығы 6,5 см) жасап шығару қарастырылған болатын. Шарын өзені бассейнінің аэрофототүсіріс деректерін өңдеу келесі кезекте орындалды:

– бастапқы деректерді алу: аэрофототүсірістер, түсіріс центрінің координаталар файлы,

бұрылыстар бұрыштарының деректері (альфа, омега, каппа), Жер арақашықтықтан зерделеу Департаментінен түсіріс биіктігі;

– PHOTOMOD Montage Desktop модулінде (фотограмметриялық проект) блокты құру;

– PHOTOMOD AT модулінде (өзара бағдарлау) байланыстырушы нүктелерді өлшеу;

– PHOTOMOD AT модулінде (фотограмметрияда жер беті геодезиялық деректері сыртқы бағдарлау деп аталады) планы-биіктік негіздің нүктелерін өлшеу;

– PHOTOMOD Solver A модулінде блокты теңестіру;

– PHOTOMOD DTM модулінде БСМ-ін құру;

– PHOTOMOD GeoMosaic модулінде ортофотопланды жасау және кесу;

– сапасын тексеру.

Деректерді өңдеу үшін Photomod 6 сандық фотограмметриялық станциясы (СФС) қолданылды. Аэрофототүсірістің деректерін фотограмметриялық өңдеу үшін 1-суретке сәйкес фотограмметриялық блок құрылды.



1-сурет – Photomod Montage Desktop-тағы фотограмметриялық жобаның суреттерінің жайылма құрастырылуы: үшбұрыштармен тірек нүктелері (қызыл) және бақылау нүктелері (қара)

Сандық-фотограмметриялық жүйедегі ең қиын үрдістердің бірі – аэро- және ғарыш түсірістер блогын теңестіруге қажет байланыстырушы нүктелерді өлшеу үрдісі болып келеді. Нүктелер өлшеу өңдеуінің дәлдігі мен жылдамдығын жоғарылату үшін ауданды коррелятор қолданылады. Байланыстырушы нүктелерді іздеудің басқаша әдісі – түсірістегі аттас ерекшеліктерді – «ерекше» нүктелер, сызықтар, фигураларды табу болып келеді.

Ондай алгоритмдер әдетте «feature based» деп аталады.

Тірек және байланыстырушы нүктелерді өлшеу мен редакциялау Photomod AT модулінде өткізілді.

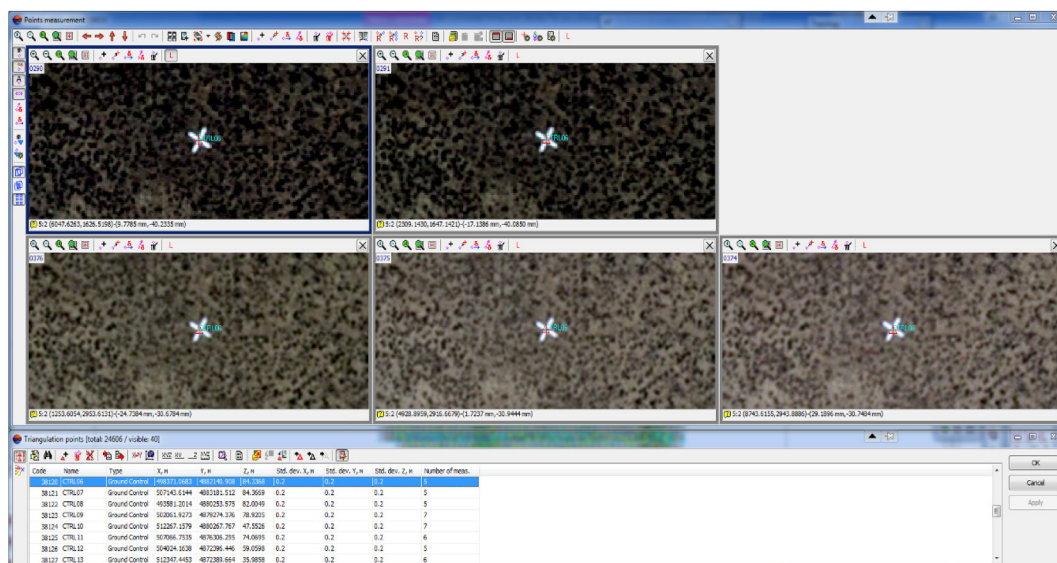
Сонымен қатар, нүктелерді автоматты өлшеу төрт төртаядырлы компьютерлерді қолдана отырып үлестірілген өңдеумен жүргізілді. Өлшеудің дәлдігін және нүктелердің үлестірілу біркелкілігін қамтамасыз ету мақсатымен кейіннен нүктелерді

қолдан редакциялау жүргізілді. Байланыстырушы нүктелерге келесі талаптар қойылды: стереожұп ішінде 18 нүктеден кем емес; стереожұп арасында 6-дан кем емес; корреляция коэффициенті – 0,9 және жоғары; стереожұптағы көлденең параллакс – 0,002 мм (СКО), триплет бойынша қателіктер: $E_{xy} - 0.005$ мм, $E_z - 0.015$ мм (СКО).

Берілген мәндер сандық топографиялық карталар мен пландар жасау кезіндегі фото-

грамметриялық жұмыстар бойынша Нұсқауды ескере отырып таңдалған [5].

Түсірістерде оператор тірек нүктелерді стерео режимде өлшеп отырады. Әр крестің координатасы бойынша сәйкес түсіріс табылып, 2-суретке сәйкес кадрға пиксельді координаталарда белгі қойылды. Барлық тірек нүктелері бір фотограмметриялық теңестіру блогында болып, түсіріс зонасына түсіп, бірнеше суреттермен жабылады, көбісі көрші маршруттарды біріктіреді.



2-сурет – Photomod AT терезесіндегі тірек нүктелерін өлшеу

Блокты теңестіру немесе аэротриангуляция Photomod Solver A модулін қолданумен өткізілді (3-сурет). Блокты теңестіру ең қатал теңестіру әдісі – байланыс әдісімен өткізілді. Сонымен қатар, фотограмметриялық тор блокқа кіретін барлық нүктелерге құрастырылып, теңестіріледі.

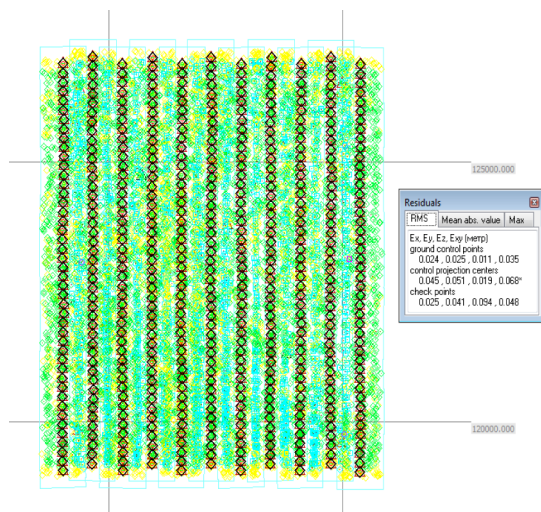
Теңестірудің нәтижесі бірнеше параметр бойынша бағаланады: тірек және бақылау нүктелерінің фотограмметриялық және геодезиялық координаталарының қалдық айырмашылығы бойынша, сонымен қатар, борттық деректер мен проекция центрлерінің фотограмметриялық мәндерінің айырмашылықтары бойынша. Алынған айырмашылықтардың орташа және максимум мәндері де бақыланады.

Осы проект үшін пландық дәлдігі 0.065 м, ал биіктік 0.5 м болып техникалық бақылау қойылды. Есептен көрінгендей, пландағы тірек және бақылау нүктелерінің максимум қателіктері шамамен пиксельге тең, ал орта қателігі жарты пиксельден де асып түспейді. Бақылау нүктелеріндегі қателер де үміттенген дәлдіктерден аспайды.

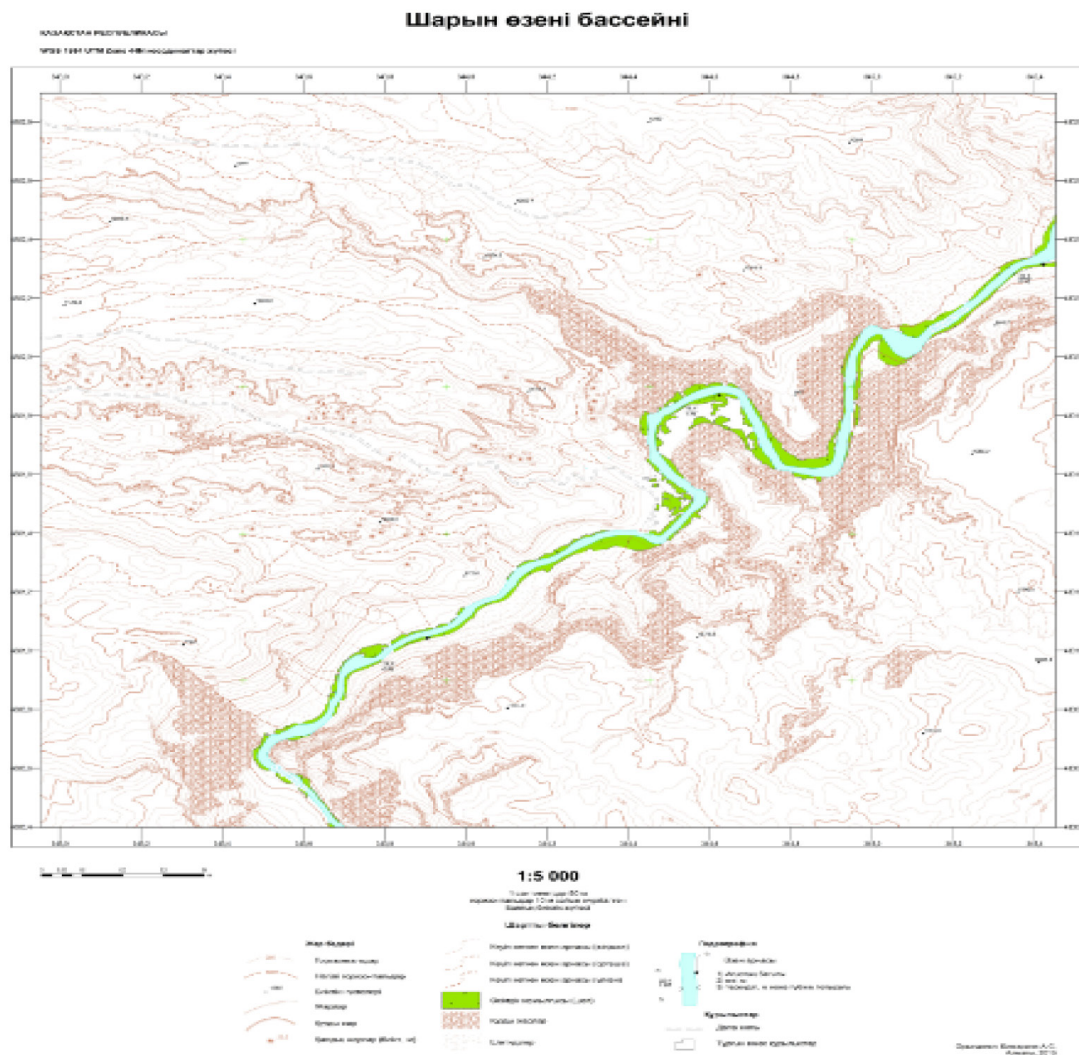
Теңестірудің нәтижесі өлшеулердің дұрыс өткізілгенін көрсетті.

Жұмыстың жалғасы жер бедерінің сандық моделін жасау және бедер үлгісінің қателіктерін есептеу және оларды түзету әдістері болды.

Өңделіп, тексерілген мәліметтер қоры жинақталып, ары қарай қолданбалы ArcGIS бағдарламасында 1:5 000 масштабында сандық план жасалынды (4-сурет).



3-сурет. Теңестіру нәтижелері көрсетілген Photomod Solver AT терезесінің көрінісі



4-сурет – Шарын өзені бассейнінің топографиялық планы

Қорытынды

Аэротүсіріс суреттерін өңдеу арқылы Шарын өзен бассейнінің ортофотопланы жасалды, оның негізінде топографиялық планы жаңартылды. Топографиялық планда өсімдік жамылғысы, өзен аңғары сияқты объектілер жаңартылып салынды. Картаның мазмұны заманауи талаптарға сай, соңғы мәлімет деректеріне келтірілді.

Аэротүсірістерді өңдеудегі фотограмметриялық жұмыстардың барлық кезеңдеріне түсініктеме берілді. Соның ішінде аэрофототүсірістердің блогын құрастырып, олардың ішкі бағдарлауын жүргізу; фотограмметриялық торды құрастырып оны теңестіру кіреді. Photomod бағдарламасындағы аэросуреттердің фотограмметриялық өңдеуі триангуляциялық торды теңестіру бойынша есептеулерді жүргізу-

ге, сонымен қатар, жайылма құрастыру (накидной монтаж), жүйені өлшеу, оны өзгерту, горизонтальдарды құрастырып, ортофотопланды жасау сияқты күрделі кезеңдерді автоматтауға мүмкіндік береді.

Мұндай зерттеулер ортофотоплан және карта жаңарту мен құрастыру технологиясының көмегімен картографиялық агенттіктердің Қазақстан территориясының ірі масштабы карталар мен пландарын аэрофототүсіріс көмегімен сапалы түрде жаңарту мүмкіндігін тудырды.

Дайын болған өнім топографиялық план мен ортофотоплан басқа да ғылыми-зерттеу жұмыстарына, инженерлік-геодезиялық жұмыстарды атқаруға, топонимикалық жұмыстар үшін негіз бола алады. План құрастыру барысында құрастырылған мәліметтер базасы келесі уақытта болатын өзгерістерді ГАЖ жүйелерінде тез арада редакторлеуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер

- 1 Науменко А.А., Попов В.В. Бассейн Реки Чарын словарь-справочник по физической географии. – Алматы: Мектеп, 1996. – 12-13 б.
- 2 Попов А.В. Общегеографическая практика в бассейне р. Чарын. – Алматы: КазГУ, 1986. – 38-59 б.
- 3 Керимбай Н.Н. Закономерности структурной организации геосистем бассейна р. Шарын и вопросы рационального природопользования. – Алматы: КазНУ, 2008. – 28-55 б.
- 4 <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#//00q800000sv000000>
- 5 ГКПНП (ОНТА)-05-005-07. Инструкция по фотограмметрическим работам. При создании цифровых топографических карт и планов. – Астана, 2008.

References

- 1 Naumenko A.A., Popov V.V. Bassein Reki Charyn slovar-spravochnik po fizicheskoi geografii. – Almaty: Mektep, 1996. – B. 12-13.
- 2 Popov A.V. Obshegeograficheskaya praktika v basseine r.Charyn. – Almaty: KazGU, 1986. – B. 38-39.
- 3 Kerimbai N.N. Zakonomernosti ctrukturnoi organizacii geosistem basseina r.Charyn I voprosy ratcionalnogo prirodopolzovaniya. – Almaty: KazNU, 2008. – B. 28-55.
- 4 <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.1/index.html#//00q800000sv000000>
- 5 GKPNP (ONTA)-05-005-07. Instrukciya po fotogrammetricheskim rabotam. Pri sozdanii tcifrovyh topograficheskikh kart i planov. – Astana, 2008.