

Көшім А.Г.,  
Байдрахманова Г.Д.  
**Мұғалжар жотасының сандық  
үлгісін құрастыру**

Koshim A.G.,  
Baidrakhmanova G.D.  
**Creation of the digital elevation  
model ridge Mugalzhar**

Көшім А.Г.,  
Байдрахманова Г.Д.  
**Создание цифровой модели  
рельефа хребта Муголжар**

Жер бедерінің сандық үлгісі – бұл бедерді шынайы және абстракты геожазықтар ретінде көрсететін ерекше үшөлшемді математикалық үлгі түрі. Бұл арада сандық түрде «жазықтың бедері» ретінде бедердің өзі және түрлі оның көрсеткіштері болуы мүмкін.

Мақалада Мұғалжар жотасының үшөлшемді үлгісін ArcScene ArcGIS бағдарламасы арқылы сандық үлгісін құрастыру жолы көрсетілді. Бедердің дайын сандық моделі қазіргі кездегі компьютерлерге еңгізілген жақсы дамыған үлгілеу функциялары көмегімен көптеген мақсатты шешуге көмектеседі және кеңінен әрбір ғылым саласында пайдаланады.

**Түйін сөздер:** сандық үлгі, жер бедері, жазықты сандық үлгілеу, кеңістіктік мәліметтер, геоақпарат жүйесі, бағдарлама құралдары.

Digital Elevation Model – is a special kind of three-dimensional mathematical models, which is a display of “relief” both real and abstract geofields (surfaces). Here, as the “surface relief” in the digital model may act, the relief itself, as well as various other characteristics and its performance.

The article presents an attempt to show the process of creating a digital terrain model of the ridge Mugolzhar by constructing three-dimensional models and virtual geoinages using ArcScene ArcGIS software. The finished digital model is able to provide solutions to a wide variety of tasks thanks to advanced features digital elevation modeling, which are built into modern universal full-featured GIS software tools and is used in many areas of science

**Key words:** digital model of relief, digital surface modeling, spatial data, geographic information systems software.

Цифровые модели рельефа – это особый вид трёхмерных математических моделей, представляющий собой отображение «рельефа» как реальных, так и абстрактных геополей (поверхностей). При этом в качестве «рельефа поверхности» в цифровой модели может выступать сам рельеф, а также различные другие его показатели и характеристики.

В статье приведена попытка показать процесс создания цифровой модели рельефа хребта Муголжар путём построения трёхмерных моделей и виртуальных геоизображений с помощью программ ArcScene ArcGIS. Готовая цифровая модель способна обеспечить решение самых разнообразных задач благодаря развитым функциям цифрового моделирования рельефа, которые встроены в современные универсальные полнофункциональные инструментальные программные средства ГИС и применяется во многих направлениях науки.

**Ключевые слова:** цифровая модель, рельеф, цифровое моделирование поверхности, пространственные данные, геоинформационные системы, программные средства.

**МҰҒАЛЖАР  
ЖОТАСЫНЫҢ  
САНДЫҚ ҮЛГІСІН  
ҚҰРАСТЫРУ****Кіріспе**

Геоакпарат жүйесінің маңызды бір артықшылығы – бұл қағазға құрастырған карталардан – кеңістіктегі модельдерді үш өлшемде құрастыру. Мұндай ГАЖ-модельдерінде ендік пен бойлықтан басқа негізгі координаттар ретінде биіктіктер туралы мәліметтер саналады. Мұндай жағдайда ГАЖ жүйесі ондық және мыңдаған биіктіктік мәліметтерімен жұмыс істей алады. Компьютердің биіктіктің едәуір мәліметтерін тез өңдеу мүмкіншілігіне байланысты жер бедерінің сандық моделін шынайы түрге жақындатып көрсету қазіргі кезде шешілетін міндет болып табылады. БСҮ негізінде тез арада морфометриялық көрсеткіштердің тақырыптар карталарын құрастыруға болады: гипсометриялық, беткей экспозициясы, беткейдің еңістеу карталарын, ал олардың негізінде – эрозиялық қауіпті карта, жер беті суларының бағыты, элементтердің геохимиялық миграциясы, ландшафттардың тұрақтылығы және т.с.с. карталар. Осындай жер бедерінің сандық үлгісін құрастыруға және картасын жасауға қолайлы аумақтың бірі – бұл жоталы Мұғалжар тауы.

**Зерттеу ауданы**

Мұғалжар тауы – аласа тас тізбегі, Орал тауларының оңтүстік сілемі. Мұғалжар таулары Орталық Қазақстандағы таулардан айтарлықтай төмен. Қазақстанның аласа таулы аймақтарының басым бөлігі бұрынғы, неғұрлым биік таулы палеозой жүйесінің қалдықтары. Мұғалжар аласа тау болғанымен, кең-байтақ жазықта көзге айқын көрінеді. Ақтөбе облысы аумағында солтүстіктен оңтүстікке қарай 400 км-ге созылып жатыр. Ені 200 км-дей. Орташа биіктігі – 450 м, ең биік жері – Үлкен Боктыбай тауы (657 м). Тау өз бастауын Шиелі және Терісбұтақ өзендерінен алады. Тас тізбегінен оңтүстікке қарай Үлкен Борсық құмды шөлі жалғасады. Ол Арал теңізі мен Мұғалжарды бөліп жатыр. Мұғалжар ауданы облыстың оңтүстік-шығысында, Елік өзенінің бойында орналасқан. Бұл территорияның солтүстік-батыс бөлігі Мұғалжар тауларынан бастысқа қарай Орал маңы үстірті аумағында жоғары Елек өзенін және Елек-Темір өзендері аралығын қамтиды. Және жазық бұйратты шоқылармен,

көлденең жатқан палеоген шөгінділерімен қосылып, Елек өзені алабы бағытында эрозиялық денудациялық кертпештермен шектеледі.

Мұғалжар герцин (кейінгі палеозой) қатпарлы аймағына кіреді. Бұл өңірдегі атқылған және шөгінділерден палеозой жыныстары аңғарылады. Орал тауының оңтүстігінде орналасқан және оның табиғи жалғасы болып табылатын Мұғалжар тауының Орал тауынан айырмашылығы оның шығыс беткейі көлбеу де, батыс беткейі тік болып келеді. Өзеннің қатты ағысының салдарынан тілімделіп кеткен көптеген жыралар мен құрғақ өзекті Елек өзенінің және оның сан-салалы сағаларының басталар жері саналатын бұл жота батыстан көз салғанда биік фестонды тау тізбегі болып көрінеді. Ор-Елек су айрығы үстіртінен батыс бағытында жер бедерінің абсолютті белгісі біртіндеп су айрығында 300-320 м, су алабында 250-280 м дейін төмендейді. Жер бедердің ең төменгі абсолютті белгісі (237 м) ауданның солтүстік шекарасы – Елек өзені және оңтүстік батысы – Темір өзені алаптарында аңғарылады. Жазық шығысқа қарай еңкейе түседі. Мұндағы ең жоғарғы биіктік батыс бөлігінде (430 м дейін), ең төменгісі Ақсу өзені сағасында (289 м) байқалады. Жер бедер амплитудасы Мұғалжар маңы жазығында 141 м терең.

### Бастапқы деректер және зерттеу әдістері

Үлгілейтін нысан (жер бедері) жеңіл, қарапайым болса да, оның сандық үлгісін құрастыру үшін практикада көптеген әдістер мен тәсілдер бар. Бедер туралы мәліметтердің көп түрлері, оларды алу әдісі және ұйымдастырумен анықталады. Олардың ішінде геодезиялық жұмыстар және топографиялық түсірілімдер, ғарыштық суреттерді стереофотограмметриялық өңдеу, жер бедерінің радиолокациялық түсірімі, сонымен қатар топографиялық карталар мен пландар.

Зерттеу барысында Мұғалжар жотасы бедерінің үшөлшемді үлгісін құрастыруда бедерді нақты бағалайтын мәліметтер алынды: топографиялық карталар, 1:200 000 масштабта.

Сонымен қатар жер бедерін сипаттау үшін кеңістіктік мәліметтер үлгісі таңдалды: SRTM негізі: 90m DEM, version 4, srtm\_48\_03.zip, Latitude 47.50 N Longitude 57.50 E. SAS Planet мәліметтері (SAS Planet\_121010.Planet.Release, спутник Яндекс.Карты, ), ал үлгінің өзін құрастыру үшін керекті бағдарламалар таңдалды (Surfer 11 және ArcGIS 10.2. бағдарламалары)

Surfer 11 бағдарламасы Мұғалжардың үшөлшемді картасын құрастыруға және бедердің үлгісін құрастыруға және талдауға қолданылды. Сонымен қатар, зерттеу аймағының SRTM негізін ArcGIS 10.2. бағдарламасында да үшөлшем үлгісін құрастыру үшін қолданылды.

Мақалада, сонымен қатар, далалық зерттеулер мәліметтері, қазақстандық және шетел интернет-архивтері пайдаланды.

### Нәтижесі және талқылануы

Қазіргі уақытта ғылымдар жүйесінде ГАЖ өзіне лайықты орнын алуда. Оны географиялық зерттеулерді информатизациялаудың мақсаты мен міндеттерінен көруге болады. ГАЖ-дың маңызды міндеттерінің бірі – географиялық ақпараттардың синтезі мен талдауының көптеген варианттарының орындалуына көмектесетін алгоритмдер мен бағдарламалық құралдарды құрудағы, географиялық зерттеулердің автоматтандырылуы.

Бедердің сандық үлгілері (БСУ) және беттің үлгілері (БСП) – бұл қандай да бір сандық түрінде берілген, зерттелетін беттің биіктіктері туралы ақпарат. Бедердің үлгісі жердің биіктігі туралы ақпаратты, ондағы нысандарды есепке алмағанда, «таза» бедерді білдіреді. Бұл ақпаратты біз топографиялық карталарда көре аламыз. Ағылшын тіліндегі әдебиетте бұл ұғым көбіне digital terrain model (DTM) ретінде белгіленеді. Беттің үлгісі, керісінше, жердің ондағы барлық нысандарымен бірге (ғимарат, өсімдік және т.б.) биіктігін білдіреді[1].

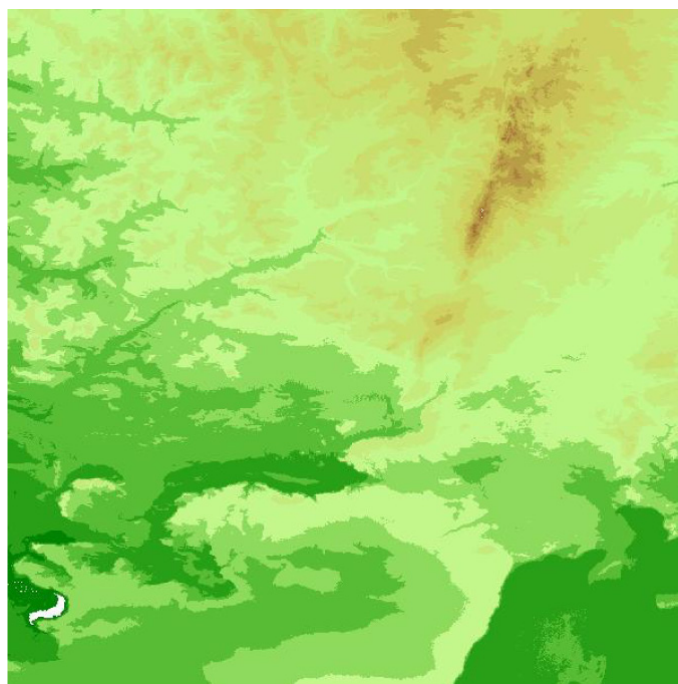
3D үлгілеу – нысанның үшөлшемді үлгісін құрастыру үрдісі. 3D үлгілеудің міндеті – қалаған нысанның визуальды көлемді көрінісін дамыту. Үшөлшемді графика көмегімен нақты бір заттың көшірмесін дәл құрастыруға болады және сол сәтте болмаған шынайы емес жаңа нысанды да жасауға болады [2].

Жазықтықта үшөлшемді бейнені салу үшін келесі 5 кезеңді орындау керек: үлгілеу – көріністің үшөлшемді математикалық үлгілерін және ондағы нысандарды құрастыру, тұрғызу; текстуралау – растрлық текстур жазықтық үлгісін тағайындау (сонымен қоса мәліметтер қасиеттерін – түсін, мөлдірлігін, кемшілігін, фактурасын т.б. орнатуды тұспалдайды); жарықтандыру – түсіріс алаңында жасалғанына байланысты жарықтың негізін орнату және енгізу; анимация – нысанның қозғалысын беру; визуализация – таңдалған физикалық үлгіге сәйкес проекциясын тұрғызу, соңғы бейнесін құру.

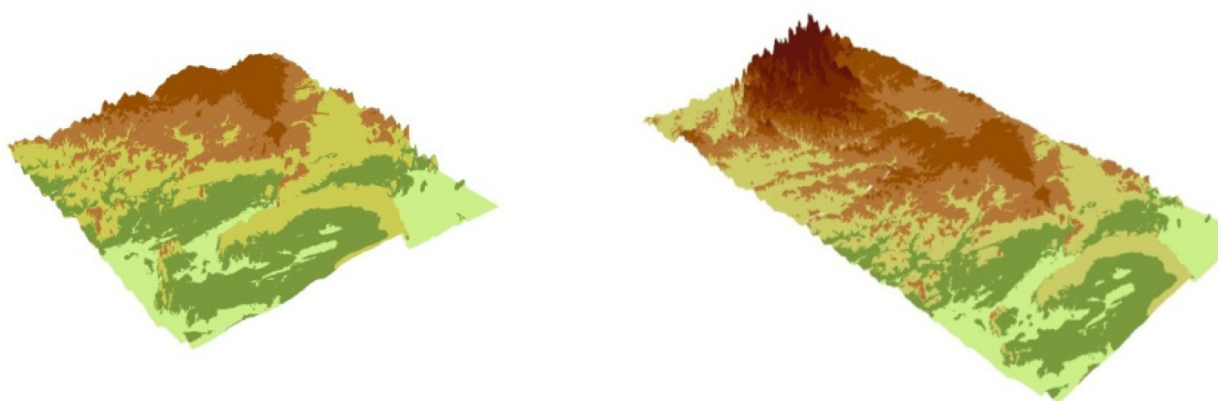
3D нышандарын қолдану ГАЖ мәліметтерінің бейнесін шынайыға жақын қылып көрсету мен тарату үшін жоғары сапалы анимация құруға мүмкіндік береді. ArcGIS 3D Analyst қосымшасының барлық геоөңдеу құралдары ArcScene-де қол жетімді. SRTM ақпараттарының көмегімен жер бедерінің 3D үлгісін де құрастыруға болады. Бұл ArcGIS бағдарламасының ArcScene қосымшасында жүзеге асырылды. SRTM жер шарының радарлық интерферометриялық түсірісінен алынған суреттерді бағдарламаға шақырып

алған соң, абсолюттік биіктіктеріне байланысты суреттің қасиетіне кіріп, базалық биіктігін беріп, көтереміз (1,2-суреттер) [3-5].

Жоғарыдағы суреттің қасиетіндегі Белгіде (Символы) автоматты түрде класқа жіктейміз. Жер бедеріне сәйкес түсін береміз. Нәтижесінде Мұғалжар жотасының 3D үлгісі шықты. Қосымша ретінде Орал тауымен жалғасып жатқанын көрсеттік. Бұл жерден Орал тауының оңтүстік сілемі – Мұғалжар жотасы аласа екені анық байқалады (3,4-суреттер).

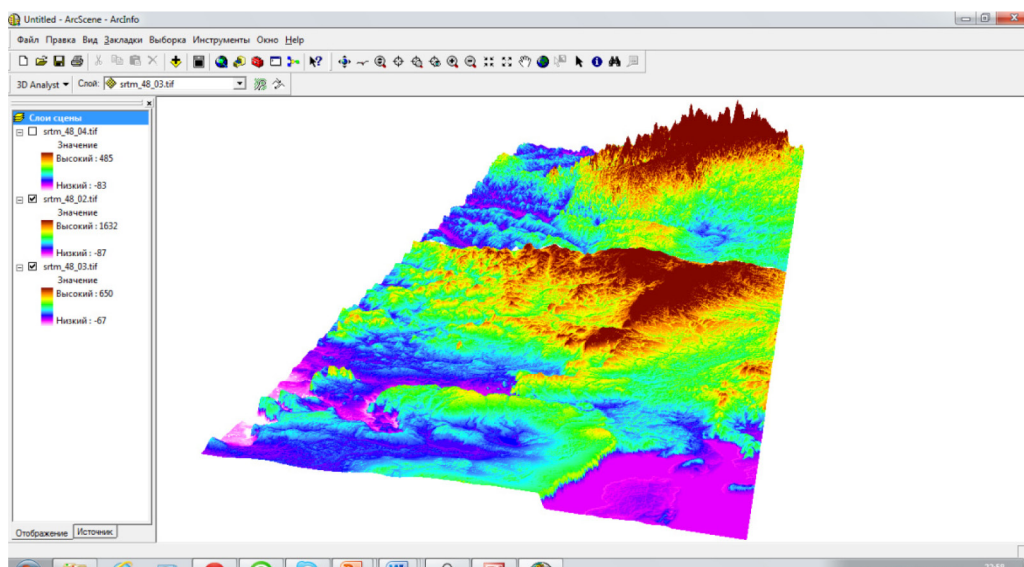


1-сурет – Мұғалжар жотасының TIN негізі (SRTM мәліметтері көмегімен)

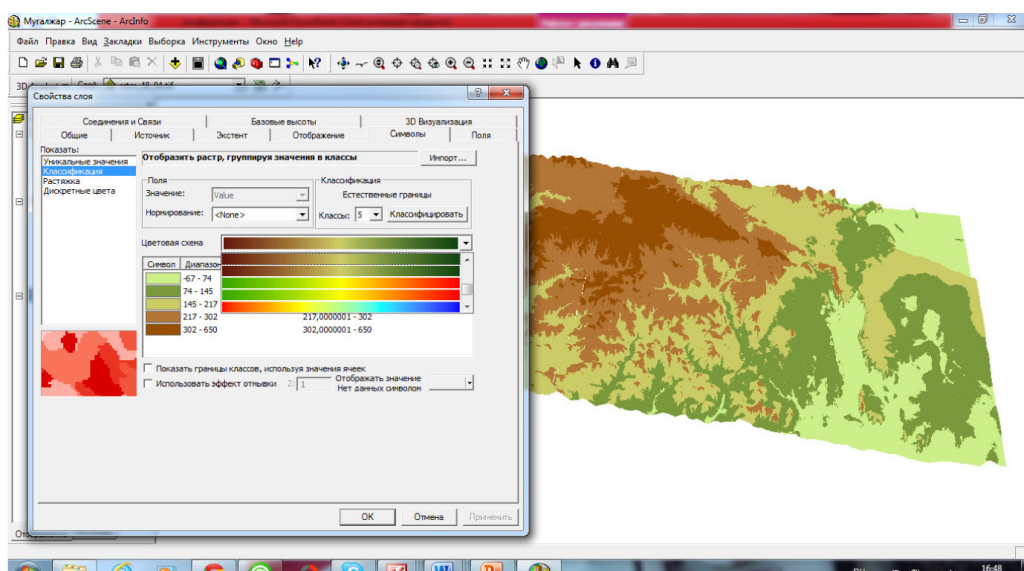


2-сурет – Мұғалжар жотасының 3D үлгісі – ArcScene бағдарламасы





3-сурет – Бедердің 3D үлгісін көтеру – ArcScene бағдарламасы



4-сурет – Жер бедерін жіктеу және түсін беру – ArcScene бағдарламасы

ArcScene талдау үшін өте тиімді. ArcScene-де 3D Analyst құралдарын толығымен қамтиды, сонымен қоса TIN (Triangulated Irregular Network) жер бедерін қамтиды. ArcScene жер бетінен төмен орналасқан (құдық, шахта және т.с.с.) нысандарды 3D-да өте жақсы бейнелейді. ArcScene 3D ортасында көптеген деректер қабаттарын біріктіре алады. 3D кеңістіктік нысандарын орналастыру үшін ArcScene қосымшасы нысанның биіктігі туралы мәліметті, оның геометриясынан алынған деректерді, нысан атрибутын, қабат қасиетін немесе 3D жер

бедеріне берілген деректерді қолданады. 3D бейнесінің әрбір қабатын жеке-жеке өндеуге болады.

### Қорытынды

Сонымен, ГАЖ-дың «қағаз» карталары бойынша зерттеу әдісінен бір ерекшелігі – бұл нысанның кеңістіктік үлгісін үшөлшемде құрастыру.

Жер бедерінің үшөлшемді үлгісі келесі операцияларды жүргізуге көмектеседі:

– үлгінің қандай болсын нүктесінде бедердің морфометриялық көрсеткіштері туралы тез

ақпарат алуға болады (биіктігі, еңістеу бұрышы, беткей экспозициясы);

– беткейдің тік жарлы және экспозициясын талдауға және тез арада олардың карталарын құрастыруға;

– горизонтальдың генерациясын жасауға;

– бедердің көлденеңінен тура немесе әр бағыт бойынша кескінін құрастыруға;

– гидрографиялық торды талдауға;

– жыралар мен су айрық алқаптарын талдауға;

– үлгінің көлемін есептеуге;

– ауданын есептеуге;

– су деңгейі мен су басып кеткен ауданды есептеуге;

– берілген маршрут бойынша ұшу видеосын құрастыруға және т.б. жұмыстарды жүргізуге көмектеседі.

Сонымен, жоғарыда сипатталған бағдарламаларға сүйене отырып Мұғалжар жотасының сандық үлгісі құрастырылды. Үшөлшем үлгісі арқылы, жоғарыда айтылғандай, Мұғалжар тауын сипаттауға болады: Мұғалжар жотасы – аласа тас тізбегі (Орал тауларының оңтүстік сілемі). Аласа тау болғанымен, кең-байтақ жазықта көзге айқын көрінеді. Ақтөбе облысы аумағында солтүстіктен оңтүстікке қарай 400 км-ге созылып жатыр. Ені 200 км-дей. Орташа биіктігі 450 м, ең биік жері

– Үлкен Боқтыбай тауы (657 м). Мұғалжар тауының Орал тауынан айырмашылығы оның шығыс беткейі көлбеу де, батыс беткейі тік болып келеді. Өзеннің қатты ағысының салдарынан тілімделіп кеткен көптеген жыралар мен құрғақ өзекті Елек өзенінің және оның сағаларының басталар жері саналатын бұл жота батыстан көз салғанда биік тау тізбегі болып көрінеді. Ор-Елек су айрығы үстіртінен батыс бағытында жер бедерінің абсолютті белгісі біртіндеп су айрығында 300-320 м, су алабында 250-280 м дейін төмендейді. Жер бедердің ең төменгі абсолютті белгісі (237 м) ауданның солтүстік шекарасы – Елек өзені және оңтүстік батысы – Темір өзені алаптарында аңғарылады. Жазық шығысқа қарай еңкейе түседі. Мұндағы ең жоғарғы биіктік батыс бөлігінде (430 м дейін), ең төменгісі Ақсу өзені сағасында (289 м) байқалады. Жер бедер амплитудасы Мұғалжар маңы жазығында 141 м терең.

Қорытындылай келе, бедердің үшөлшемді үлгі негізінде тез арада тақырыптық карталар сериясын да құрастыруға болады: гипсометриялық карта, беткейдің тік жарлы және экспозициясы картасы, ал олардың негізінде эрозиялық қауіпті, гидрография торының бағыты, элементтердің геохимиялық миграциясы, ландшафттардың тұрақтылығы карталары және т.б. Бірақ ол жұмыстар біздің болашақ зерттеулер мақсатына кіреді.

#### Әдебиеттер

- 1 Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа: учебное пособие. – Томск: Изд-во «ТМЛ-Пресс», 2007. – 178 с.
- 2 Хлебникова Т.А., Горобцов С.Р. Автоматизированные системы обработки геопространственных данных. Цифровое моделирование рельефов ГИС «ПАНОРАМА». – Новосибирск: СГГА, 2013.
- 3 ТозикВ., Меженин А. «3dsMax 9 Трехмерное моделирование и анимация». – СПб.: «БХВ-Петербург», 2007. – 12-25 с.
- 4 Электронді ресурс: <http://www.vevivi.ru/best/Ispolzovanie-tsifrovyykh-modelei-relefa-v-GIS-ref227594.html>
- 5 Электронді ресурс: [http://www.cip.ru/services/Gathering\\_and\\_data\\_processing/dmr.html](http://www.cip.ru/services/Gathering_and_data_processing/dmr.html)

#### References

- 1 Hromih V.V., Hromih O.V. Tsifroviemodeli relief: Uchebnoeposobie. – Tomsk, Isd-vo: «TML-Press», 2007. – 178 s.
- 2 Hlebnikova T.A., Gorobtsov S.R. Avtomatizirovanniesistemiobratokigeoprostranstvennihdannih. Tsifroviemodelireliefe GIS «Panorama». Novosibirsk:SGGA, 2013.
- 3 TosikV., Meshenin A. «3ds Max 9 Trehmernoemodirovanie I animatsiya». – SPb.: «BHV-Peterburg», 2007. – 12-25 s.
- 4 Elektrondiresurs: <http://www.vevivi.ru/best/Ispolzovanie-tsifrovyykh-modelei-relefa-v-GIS-ref227594.html>
- 5 Elektrondiresurs: [http://www.cip.ru/services/Gathering\\_and\\_data\\_processing/dmr.html](http://www.cip.ru/services/Gathering_and_data_processing/dmr.html)