



ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ  
ИНФОРМАТИКИЙН ХҮРЭЭЛЭН

Эрдэм шинжилгээний  
бүтээл №10

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ  
БҮТЭЭЛ №10

УЛААНБААТАР  
2010 он

# ArcGIS систем дээр байрзүйн холболт хийх аргуудын тухайд

Д.Амарсайхан, Г.Булган, М.Ганзориг

**Abstract:** The aim of this study is to demonstrate how to perform georeferencing within ArcGIS system. For this purpose, 3 different georeferencing methods were applied using a topographic map of scale 1:100,000.

## 1. Оршил

Байгаль дээрхи бүх юмс, үзэгдлийн байршил нь ямарваа нэгэн координатаар илэрхийлэгдэх бөгөөд аливаа оронзайн мэдээг тооцоолуурт оруулахад, уг мэдээ ямар координатын системд байгааг мэдэх зайлшгүй шаардлагатай байдаг. Зарим тохиолдолд, сэдэвчилсэн тайлагчийн зурагзүйн талаархи мэдлэг хомс байдлаас шалтгаалан зургийг координатын системгүй зурсан байдаг ба ийм тохиолдолд, уг зургийн анхдагч байрзүйн дэвсгэрийг ашиглан координатын торыг татах нь зүйтэй юм [4].

Газрын зургийг зохиоход тухайн газар нутгийн байршил болон гадаргын онцлогоос шалтгаалан өөр өөр координатын систем болон тусгагууд ашиглагддаг бөгөөд бүх л тусгаг нь 3-хэмжээст гадаргыг 2-хэмжээст хавтгай дээр буулгахдаа гажилтгүй буюу хамгийн бага гажилттай буулгах зорилтыг агуулсан байдаг. Практикт зураглалын янз бүрийн аргуудыг ашигладаг бөгөөд ямар аргыг ашиглах нь зураглалын зорилт, зургийн масштабаас ихээхэн шалтгаална. Жишээ нь: бүс нутгийн газрын гадаргын зураг хийхэд тухайн масштабын нөхцлийг хангасан байрзүйн холболт бүхий сансрын мэдээг ашиглаж болох ба харин кадастрын зураглалд гадарга дээрхи бүх цэгүүдийг өндөр нарийвчлалтай тодорхойлох шаардлагатай тул лазер теодолитыг ашиглана [4,5].

Сүүлийн жилүүдэд, нийт дэлхий дахинаа Газарзүйн мэдээллийн систем (ГМС) дээр суурилсан оронзайн мэдээний шаардлага хэрэглэгчдийн дунд эрс өслөө. ГМС-д тухайн оронзайн мэдээг оруулахын тулд юуны түрүүнд уг мэдээ ямар координатын системд байгааг тодорхойлсоны дараа байрзүйн холболт хийж, улмаар тоон хэлбэрт

хөрвүүлнэ. Манай орны хувьд жижиг масштабтай зургууд газарзүйн координатаар илэрхийлэгдсэн байх нь олонтоо ба харин том масштабтай зургуудад голдуу Гаусс-Крюгерын проекцийг (тусгаг) ашигласан байдаг. Харин дэлхий нийтээр голдуу UTM (Universal Transverse Mercator)-ийн проекцийг ашиглаж байна. Энэхүү өгүүлэлд манай орны хамгийн түгээмэл оронзайн мэдээ болох байрзүйн зургуудыг тоон хэлбэрт хөрвүүлэхийн өмнө тэдгээрт ArcGIS системийг ашиглан хэрхэн байрзүйн холболт хийх талаар өгүүлнэ.

## **2. Газрын зургийн тухай ойлголт**

Газрын гадаргын рельеф болон байшин барилга, зам, гүүр, нуур, гол мөрөн зэрэг биет юмсын хэвтээ проекцийг цаасан дээр зохих масштабаар жижигрүүлэн, томъёолсон тэмдгээр дүрсэлж газрын зураг болон байрзүйн зураг (план)-ыг зохиодог.

Зургийг авч явах, ашиглахад тохиромжтой байхаар тооцоолон тодорхой хэмжээний хуудсаар тус тусад нь хэвлэж гаргадаг. Зургийн масштаб томрох тусам түүний газрын гадаргыг дүрслэх чадвар сайжирч, нэг хуудсанд багтах талбайн хэмжээ багасна. Масштабаас хамаарч зургийн хэрэглээ янз бүр байдаг. Жишээ нь: Жижиг масштабын зургийг улс ардын аж ахуйн төлөвлөлт, түүнийг прогнолох, байгалийн нөөц баялагийг судалж илрүүлэх, тооцоо хийх, томоохон барилга байгууламж барих урьдчилсан төсөл зохиох зэрэг улс орныг бүхэлд нь хамарсан том хэмжээний ажлыг төлөвлөх асуудалд голдуу ашиглана [4].

Дунд масштабын зураг нь жижиг масштабын зургийг бодвол газрын гадаргыг өндөр нарийвчлалаар тодорхой дүрслэх учир түүнийг авто болон төмөр зам, инженерийн төрөл бүрийн шугам сүлжээ, төв суурин газрын ерөнхий төлөвлөгөө зохиох, ашигт малтмалын нөөц баялагийн хэмжээг тооцоолох зэрэг тодорхой ажлуудад хэрэглэдэг.

Харин том масштабын зургийг хотын ерөнхий төлөвлөгөөний ажлын зураг зохиох болон барилга байгууламжийн төсөл зохиох зэрэг инженерийн төрөл бүрийн ажилд өргөн хэрэглэдэг [4].

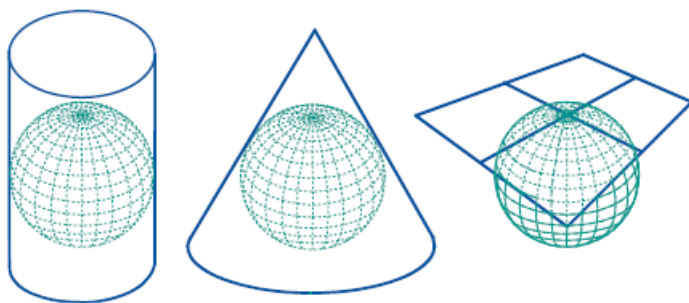
1:5000 ба түүнээс том масштабын зургийг план, түүнээс жижиг масштабын зургийг карт гэж нэрлэдэг. План

ба карт нь ялгаатай. Дэлхийн гадаргын багахан хэсэг дээрх биет юмс ба рельефийг план дээр дэлхийн нуман гадаргын гажилтыг тооцохгүй төсөөтэй байдлаар нь багасгаж дүрсэлдэг бол карт дээр газрын гадаргуун ихээхэн хэсгийг дэлхийн нуман гадаргын гажилтыг тооцож, математикийн тодорхой хуулиар цаасан дээр жижигрүүлэн дүрсэлнэ [4,5].

Газар дээр байгаа хэвтээ шулууныг газрын зураг дээр багасгаж дүрслэх зэргийг масштаб гэнэ. Өөрөөр хэлбэл, масштаб нь газрын зураг дээр байгаа шугамын уртыг түүнд хамаарах газар дээр байгаа шугамын уртад харьцуулсан харьцаа юм.

### 3. Гаусс-Крюгерийн тусгагийн тухай

Дэлхийн ихээхэн хэмжээний нуман гадаргыг хавтгайд дүрслэхдээ түүний цэгүүдийг математикийн хуулиар шилжүүлэх бололцоотой өвөрмөц проекцийг ашигладаг [1,2]. ГМС-д дараахь 3 зурагзүйн тусгагууд хэрэглэгддэг. Үүнд цилиндр, конусан, азимутын тусгагууд хэрэглэгддэг (Зураг 1). Үүнээс манай улс цилиндрын болон конусын тусгагыг өргөн хэрэглэдэг.



Зураг 1. Цилиндр, конусан, азимутын тусгагууд.

Монгол улсад 1930-аад оны сүүлчээс эхлэн эллипсоид гадаргыг хавтгайд шилжүүлэх Гаусс-Крюгерийн тэнцүү өнцгийн проекцийг хэрэглэж байна. Энэхүү солбицлын системийн проекцийн онолын үндэслэлийг германы эрдэмтэн Ф.Гаусс гаргаж, Л.Крюггер энэ проекцийг

практикт хэрэглэх арг зүйг бий болгосон учир Гаусс-Крюгерийн проекц гэж нэрлэдэг.

Дэлхийн эллипсоидийг голдочуудаар 6 буюу 3 градусын бүсүүдэд хуваана. Бүс тус бүрийн дундаж голдочийг тэнхлэгийн голдоч гэдэг. Бүсийг Гринвичийн голдочоос зүүн тийш дугаарлана. 6 градусын бүсээр авч үзвэл Монголын нутаг дэвсгэр 15,16,17,18,19,20 дугаар бүсүүдэд багтаж байгаа ба үүнийг баганад шилжүүлэн 45,46,47,48,49, 50 гэсэн дугаарыг манай оронд ашиглаж байна.

### ***UTM-ийн тусгаг ба түүнийг Гаусс-Крюгерын тусгагтай харьцуулах нь***

UTM-ийн тусгаг нь метрээр илэрхийлэгддэг систем бөгөөд Гринвичийн голдочийг эхлэл хэмээн үзэж түүнээс баруун тийш 1,2,...,30 хүртэл, зүүн тийш 31,32,...,60 гэж зоныг дугаарлан, эхний 2 цифрээр тэмдэглэнэ. Харин Гаусс-Крюгерын тусгагт Гринвичийн голдочоос зүүн тийш 1,2,...,60 зон болгох ба зоны өргөн нь зургийн хэмжээнээс хамаарна. UTM нь “хөндлөн меркаторын тусгаг” бөгөөд дэлхийн эллипсоидыг хөндлөн цилиндр дотор эргүүлж хойд, урд туйлуудыг дайрсан эхлэл меридианыг 3ө,9ө,15ө гэх мэт авдаг. Гол меридианаас баруун тийш (-) тэмдэгтэй, зүүн тийш (+) тэмдэгтэй тусгагийн утгуудыг байгуулдаг боловч солбицолд (-) тоо байлгахгүйн тулд хиймлээр хэвтээ (y) координатад 500.000м-ийг нэмж өгдөг. UTM-ийн болон Гаусс-Крюгерын тусгагийн алдааны зөрүү 0,004% байдаг [4].

## **4. Байрзүйн холболт**

ГМС-д оруулах гэж буй анхдагч зургууд нь растер координаттай байдаг тул тэдгээрт байрзүйн холболт хийж стандарт проекцид шилжүүлэх шаардлагатай байдаг. Өөрөөр хэлбэл, байрзүйн холболт хийнэ гэдэг нь зургийг газарзүйн солбицолтой болгоно гэсэн үг юм. Үүний тулд, растер координат бүхий зураг дээрээс тулгуур (хяналтын) цэгүүдийг сонгон авч анхдагч растер координатыг газарзүйн солбицлын координатаар солино. Энэхүү хөрвүүлэлтийн ажиллагааг полиномийн  $n$ -зэрэгт функцээр хийх бөгөөд зургийн гажилт бага байвал доод эрэмбийн функцуудыг

ашиглах ба харин гажилт их байвал өндөр зэрэгт функцийг ашиглана [3]. Полиномийн хэдэн зэрэгт функцийг сонгож байна гэдгээсээ шалтгаалан тулгуур цэгийн тоог сонгох бөгөөд функцийн зэрэг (n), тулгуур цэгийн тоо (GCP) хоёр нь дараахь харьцаатай байна:

$$GCP = \frac{(n+1)(n+2)}{2}$$

Дээрхи томъёоноос, шугаман хувиргалт хийхэд 3 цэг, квадрат функцыг ашигласан тохиолдолд 6 цэг, харин полиномын 3 зэрэгт функцийг ашиглана гэвэл 10 цэг шаардагдана гэдэг нь харагдаж байна. Тулгуур цэгүүдийг сонгосны дараа, 2 зураг дээрхи сонгосон цэгүүдийн хоорондын дундаж квадрат алдааг (RMS) тодорхойлно. Үүний тулд, дараахь томъёог ашиглана:

$$RMS = \sqrt{(x_r - x_i)^2 + (y_r - y_i)^2}$$

Үүнд:  $x_i, y_i$  - анхдагч координатууд

$x_r, y_r$  - шилжүүлсэн координатууд.

RMS-ийг тодорхойлсоны дараа шинэ координат дахь пикселийн утгыг интерполяцын аргаар тодорхойлно.

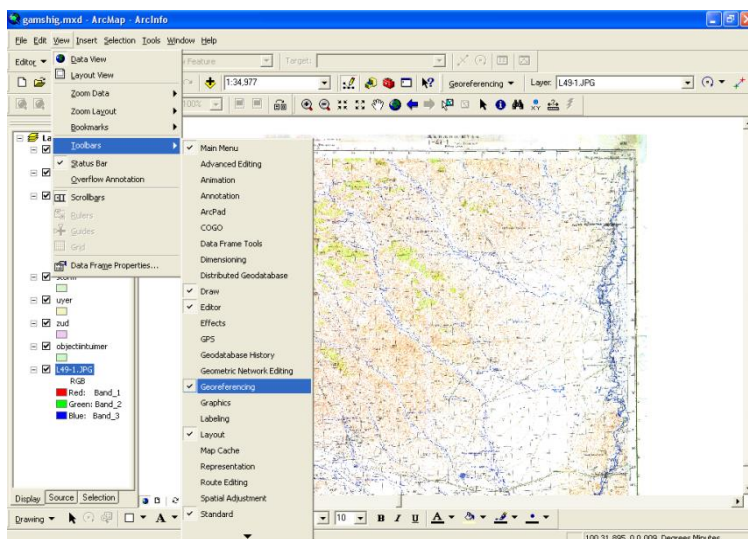
Интерполяцын ойрхи хөршийн, хос шугаман, кубик конволюцын зэрэг аргууд байдаг. Ойрхи хөршийн аргыг ашиглан интерполяц хийхэд тухайн пикселд хамгийн ойр орших пикселийн утгыг орлуулан тавьдаг бөгөөд тэдгээрийн анхдагч утгуудыг бусад аргуудын адил өөрчилдөггүй. Хос шугаман аргаар интерполяц хийхэд, тухайн пикселд хамгийн ойр орших анхдагч зургийн 4 пикселийг ашиглах ба харин кубик конволюцын аргад тухайн пикселийн эргэн тойрных нь 16 пикселийг ашиглана [3,4].

## **5. ArcGIS систем дээр зурагт байрзүйн холболт хийх нь**

ArcGIS систем дээр зурагт байрзүйн холболтыг ArcMap программ хангамж дээр Georeferencing Toolbar-ыг ашиглан хийнэ. Энэхүү жишээн дээр байрзүйн холболт

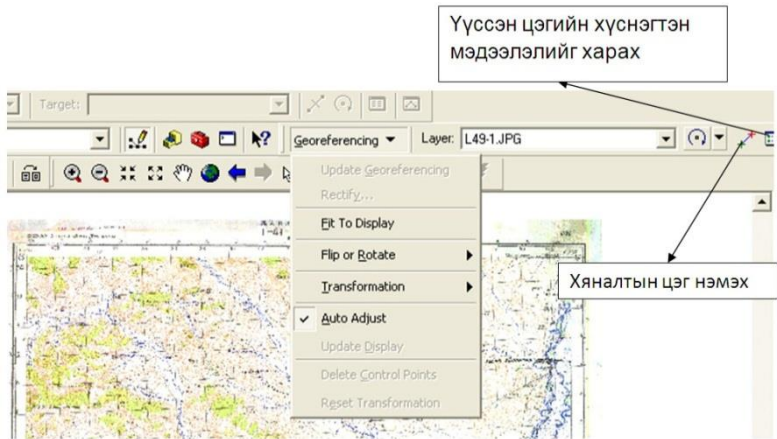
бүхий Монгол улсын хил дээр 1:100,000 масштабтай байрзүйн зургийг давхцуулан солбицлын системд оруулах болно. Үүний тулд:

1. (View/DataFrame properties) Add the image file to ArcMap дээр зургаа нэмнэ ( 'add data' товч ашиглан нэмэхэд - 'build pyramids,' хийхийг хүсч байна уу гэж асууна, хэрэв пирамид үүсгэвэл \*.aux , \*.rrd гэсэн өргөтгөлтэй файл үүснэ).
2. View/Toolbar/Georeferencing гэсэн функцийг идэвхжүүлнэ (Зураг 2).

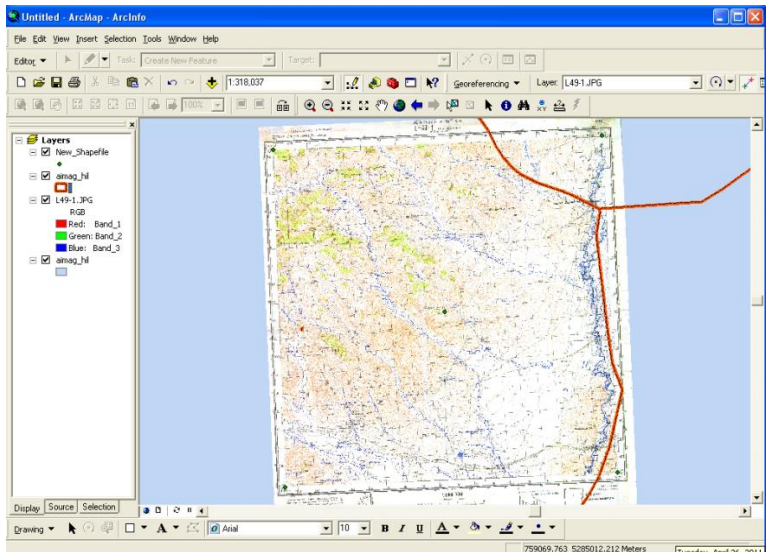


Зураг 2. Georeferencing гэсэн функцийг идэвхжүүлсэн нь.

3. Хяналтын цэг нэмэх товчийг сонгосны дараа зурагаа аль болох тохиромжтой хэмжээтэйгээр томруулна.
4. Georeferencing цэсэн дэх "Auto-adjust" сонголтыг болиулна (Зураг 3).
5. "Add control points" товчийг сонгоно.
6. Солбицол нь тодорхой байгаа цэгийг "Add control points" - оор сонгоход ногоон чагт гарах ба хулганы баруун товчоор оруулах цэгийнхээ солбицлыг өгнө.



Зураг 3. Georeferencing цэсэн дэх “Auto-adjust” сонголт.



Зураг 4. Байрзүйн холболт хийгдсэн зураг.

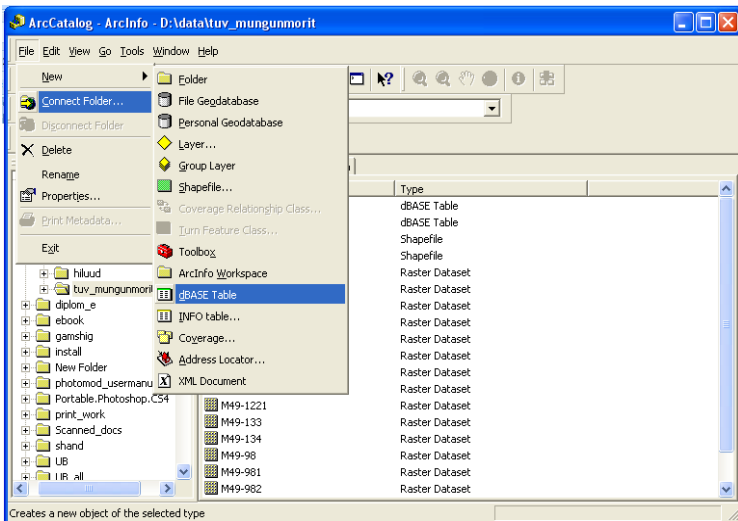
7. Хяналтын цэгүүдийг оруулж дууссаны дараа ОК дарж холбоос хүснэгтийг хаана.



8. Georeferencing/Rectify хийнэ. Гарч ирэх цонхонд хадгалах файлынхаа өргөтгөл болон хаана хадгалахаа зааж өгнө.
9. Georeferencing/Update Display сонголтыг хийснээр ажлын үр дүнг харна. Одоо таны вектор өгөгдөл шинээр байрзүйн холболт хийгдсэн зурагтай давхцсан байгааг харж болно (Зураг 4).

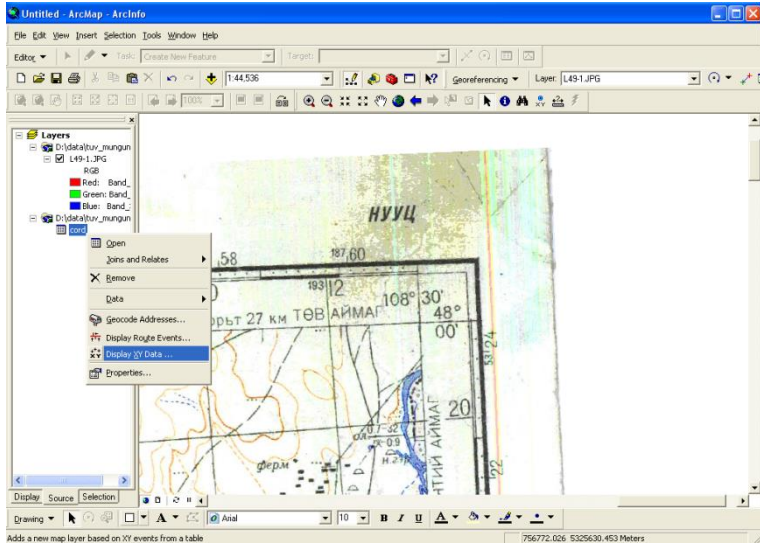
### ***Хүснэгтэн файл ашиглан байрзүйн холболт хийх нь***

1. Үүний тулд ArcCatalog дээр dBASE хүснэгт үүсгэнэ (Зураг 5).

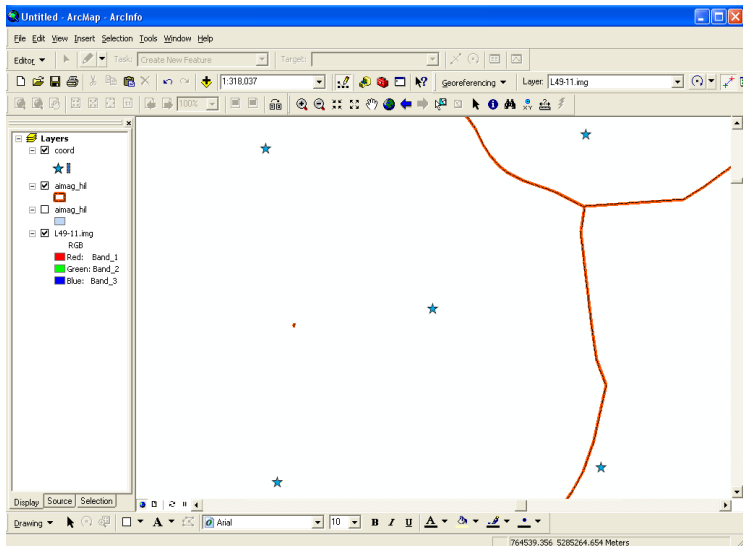


Зураг 5. ArcCatalog дээр dBASE хүснэгт үүсгэх нь.

2. Хүснэгтийг байр зүйн холболт хийх гэж буй зурагныхаа 4 булангийн цэгийг оруулсныхаа дараа зурагт үзүүлснээр дэлгэцэн дээр солбицлыг байршлаар нь оруулж ирнэ (Зураг 6).
3. Хүснэгтэн солбицол цэгийн байршлаараа орж ирсэн нь (Зураг 7).

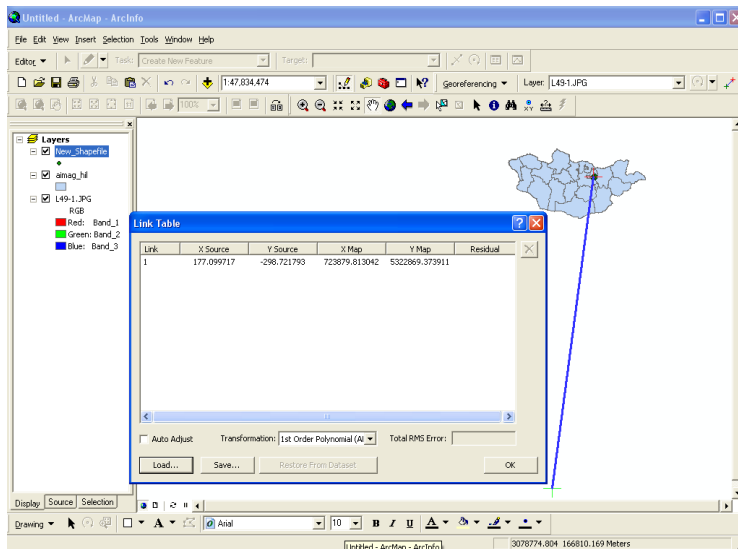


Зураг 6. Солбицлыг байршлаар нь оруулж ирэх нь.



Зураг 7. Хүснэгтэн солбицол цэгийн байршлаараа орж ирсэн байдал.

4. Үүний дараа “Add control point”-оор зургийн солбицол нь мэдэгдэж буй цэгийг сонгон хүснэгтэн өгөгдлөөр үүссэн цэг дээрээ нэмэх маягаар байрзүйн холболтыг хийнэ (Зураг 8).



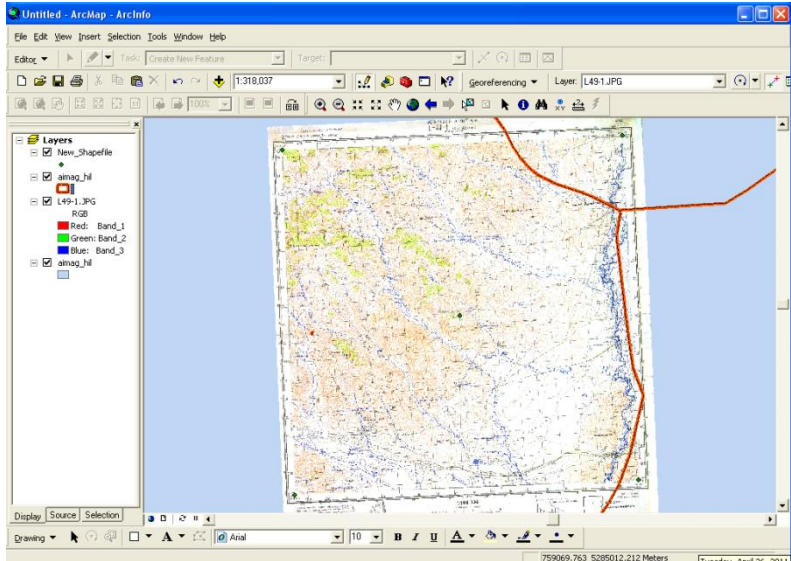
Зураг 8. Хүснэгтэн өгөгдлөөр үүссэн цэг дээрээ нэмэх маягаар байрзүйн холболтыг хийх нь.

5. Ногоон чагт нь таны холболт хийхээр төлөвлөж хатгасан цэг, харин улаан нь зөв байршилыг заасан цэг. Холбоос хүснэгтэд нэмж оруулсан цэгийн солбицлын утга харагдана.

6. хяналтын цэгүүдийг оруулж дууссаны дараа ОК дарж холбоос хүснэгтийг хаана.

7. Georeferencing/Rectify хийнэ. Гарч ирэх цонхонд хадгалах файлынхаа өргөтгөл болон хаана хадгалахаа зааж өгнө.

8. Georeferencing/Update Display сонголтыг хийснээр ажлын үр дүнг харна. Одоо таны вектор өгөгдөл шинээр байрзүйн холболт хийгдсэн зурагтай давхцсан байгааг харна (Зураг 9). 5,6,7-р алхмуудыг давтан хийснээр хяналтын цэгүүдийг нэмнэ. Хэрэв алдаа гаргавал “Delete” хийж арилгаж болгоно. Эцэст нь хүснэгт жишээнд үзүүлсэн шиг харагдана.

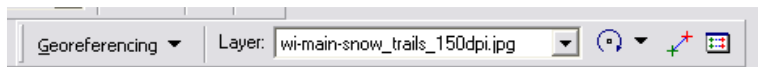


Зураг 9. Байрзүйн холболт хийгдсэн зураг.

***Байрзүйн солбицол хийгдсэн зураг ашиглан зурагт шинээр байрзүйн холболт хийх нь***

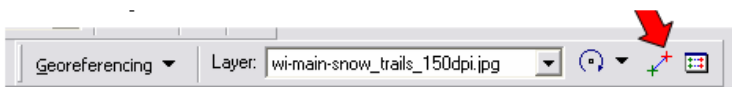
*Үүний тулд 2 зураг шаардлагатай болно:*

1. Байр зүйн холболт хийх шаардлагатай зураг.
2. Аль хэдийн байр зүйн холболт хийгдсэн зураг буюу үндсэн суурь болгож ашиглах гэж буй зураг.  
ArcMap программыг нээж Toolbar цэснээс Georeferencing, Editor Toolbar цэсүүдийг сононо.



3. Add data товч ашиглан скандсан зургаа оруулна.
4. Georeferencing цэсэнд холболт хийх гэж буй зургаа сонгоно.
5. Хэрэв дэлгэц дээр нэмэж оруулсан зураг нь харагдахгүй байвал давхарга заасан цонхон дээр байгаа зургийнхаа нэрэн дээр баруун товчоор Zoom to Layer – ийг сонгоно.

6. Georeferencing цэснээс Fit to Display сонголтыг хийснээр байрзүйн холболт хийхээр сонгосон зургаа дэлгэцэн дээр гаргаж ирэх боломжтой.
7. Байрзүйн холболт хийх гэж буй зурган дээрхи солбицол нь тодорхой буй цэгийг тодорхой хэмжээгээр томсгоно.
8. Georeferencing цэсэнд буй Control Points tool –ыг ашиглан хяналтын цэгийг нэмнэ.



9. Дараа нь холбоос зураас гарч ирнэ,
  - i. байрзүйн холболт бүхий зурган дээрээс тус цэгээ олно.
  - ii. дараа нь тус цэг дээрээ Control Points tool-ээрээ хатгана.
10. Дээрхи алхмуудыг давтан цэгүүдийг нэмнэ.
11. Georeferencing - Georeferencing – Update хийж холболт хийснээ сэргээн харж болно.
12. Georeferencing – Georeferencing- Rectify хийж байрзүйн холболт хийсэн зургаа сонгосон проекцтойгоо хадгална.
13. Гарч ирсэн цонхонд cell size болон проекцид хөрвүүлэх аргачлал (ойр хөршийн арга/ nearest neighbor), хадгалах байршил нэр зэргээ сонгон, Save хийж хадгална.

## 6. Дүгнэлт

Одоо үед, ГМС-д аливаа оронзайн мэдээг оруулахын тулд юуны өмнө уг мэдээ ямар координатын системд байгааг тодорхойлсоны дараа байрзүйн холболт хийж, улмаар тоон хэлбэрт хөрвүүлж байгаа билээ. Үүний тулд, хэрэглэгч, зурагзүйн болон тусгагийн тухай, мөн түүнчлэн байрзүйн холболтын талаар тодорхой мэдлэгтэй байх шаардлагатай юм. Энэхүү өгүүлэлд, газрын зургийн тухай ойлголт, Гаусс-Крюгерын тусгаг, UTM-ийн тусгагийг Гаусс-Крюгерын тусгагтай харьцуулсан харьцуулалтын талаар өгүүлж, улмаар ArcGIS систем дээр зурагт хэрхэн байрзүйн холболт хийх талаар тодорхой жишээнүүд дээр үзүүлсэн болно.

## 7. Ашигласан зохиолууд

1. Д.Амарсайхан, 2002, Газарзүйн мэдээллийн систем ба оронзайн өгөгдлийг загварчлах нь, ЭРДЭМ сонин, хх.4-7.
2. Д.Амарсайхан, М.Ганзориг, Ц.Лхагважав, И.Гантуяа, Г.Цогзол, 2007, Монгол улсын олон түвшингийн мэдээллийн сан бүхий Гмс-ийг баяжуулахад зайнаас тандсан мэдээний гүйцэтгэх үүрэг, ШУА-ийн ИХ-ийн Эрдэм Шинжилгээний Бүтээл, хх.17-24.
3. Amarsaikhan, D., Ganzorig, M., Blotvogel, H.H., Nergui, B. and Gantuya, R., 2009, Integrated method to extract information from high and very high resolution RS images for urban planning, Journal of Geography and Regional Planning, Vol. 2(10), pp. 258-267.
4. Д.Амарсайхан, М.Ганзориг, 2010, “Газарзүйн мэдээллийн системийг байгалийн нөөцийн менежментэд ашиглах зарчмууд” 2-дахь хэвлэл, 24 хэвлэлийн хуудас, Улаанбаатар, Монгол Улс.
5. Д.Амарсайхан, М.Ганзориг, 2010, “Зайнаас тандан судлал болон дүрс мэдээнд боловсруулалт хийх зарчмууд”, 25 хэвлэлийн хуудас, Улаанбаатар, Монгол Улс.