



МОНГОЛ УЛСЫН ИХ СУРГУУЛЬ
ШИНЖЛЭХ УХААНЫ СУРГУУЛЬ

Газарзүйн Асуудлууд Сэтгүүл
Journal of Geographic Issues

Дугаар 20

ISSN 2312-8534

2020

Улаанбаатар хот

РЕДАКЦЫН ЗӨВЛӨЛ

Ерөнхий редактор:

Д.Амартүвшин

Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх ухааны сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль

Цахим шуудан: a.dorjsuren@num.edu.mn

Хариуцлагатай редактор:

Д.Ганпүрэв

Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх ухааны сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль

Цахим шуудан: ganpurev@num.edu.mn

Редакцын зөвлөлийн гишүүд:

Доктор, профессор В.Батцэнгэл

Монгол Улсын Их Сургууль

МУ-ын Гавьяат багш, доктор, зөвлөх профессор М.Баянтөр

Монгол Улсын Их Сургууль

Доктор, зөвлөх профессор Б.Чинбат

Монгол Улсын Их Сургууль

Доктор, профессор П.Мягмарцэрэн

Монгол Улсын Их Сургууль

Доктор, профессор Д.Даш

Монгол Улсын Боловсролын Их Сургууль

Доктор, профессор Йорг Янцен

Берлиний Чөлөөт Их Сургууль, ХБНГУ

Доктор, профессор Ж.Л.В.Жендерен

Дэлхий Судлал, Гео-мэдээлэлзүйн Олон Улсын

Сургууль, Нидерландын Вант Улс

Доктор О.Батхишиг

Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн

Доктор, профессор С.Эрдэнэсүх

Монгол Улсын Их Сургууль

Доктор, профессор Е.Батчулуун

Монгол Улсын Боловсролын Их Сургууль

Доктор П.Гомболүүдэв

Ус Цаг Уур Орчны Шинжилгээний Хүрээлэн

Дугаарын хянан магадлагч нар:

Л.Амартүвшин

Шинжлэх Ухаан, Технологийн Их Сургууль

П.Мягмарцэрэн

Монгол Улсын Их Сургууль

Ч.Сономдагва

Монгол Улсын Их Сургууль

Ц.Сэр-Од

Монгол Улсын Боловсролын Их Сургууль

Д.Батсүрэн

Монгол Улсын Их Сургууль

Ө.Амгалан

Монгол Улсын Боловсролын Их Сургууль

С.Сайнбаяр

Хөдөө Аж Ахуйн Их Сургууль

Г.Бямбахүү

Монгол Улсын Их Сургууль

Ч.Болорчулуун

Монгол Улсын Их Сургууль

С.Давааням

Барилгын хөгжлийн төв

2312-8534/©2020. Зохиогчийн бүх эрх хуулиар хамгаалагдсан.

Газарзүйн Асуудлууд сэтгүүл 2001 оноос өнөөг хүртэл жилд 1-2 дугаар, хоймсон, нууц хянан магадлагга (double blind review)-тай хэвлэгдэж байна. Тус сэтгүүл Монголын Газарзүйн шинжлэх ухааны шинэ мэдлэгийг түгээх улмаар физик газарзүй, нийгэм эдийн засгийн газарзүйн болоод салбар дундын судалгааны бүтээлүүдийг ёс зүйтэй, шударга шүүлтүүрээр шигшиж хэвлэхийг зарчим болгон ажиллаж байна.

Хаяг: Монгол Улсын Их Сургууль, Хичээлийн II байр, 225 тоом. Бага тойруу, Их сургуулийн гудамж - 1, Сүхбаатар дүүрэг, Улаанбаатар хот, Монгол улс.

Цахим шуудан: geographicissues@gmail.com

©Нүүр хавтасны зургийг Р.Эрдэнэмөнх. Өвөрхангай аймаг, Бат-Өлзий сум, Орхон голын хөндий.

ГАРЧИГ

- Нутаг дэвсгэрийн нэгжийн хил ба газарзүйн элемент хоорондын уялдаа**
Д.Батсүрэн, Э.Алтанболд, Д.Сандэлгэр, Д.Дорлигжав, Р.Болдбаяр, Н.Одхүү 4
- Баян (Увсын) нуурын хотгорын гарал үүсэл, морфологийн хэв шинжийн тайлал**
Э.Алтанболд, Х.Уламбадрах, Я.Гансүх, Б.Даариймаа, Э.Амаасүрэн 18
- Нутаг дэвсгэрийн түвшний хот байгуулалтын үнэлгээ (байгаль орчны үнэлгээний жишээн дээр)**
Г.Гантулга, Ц.Базарханд, Д.Цолмон, Д.Дорлигжав, Г.Цэнгүүн, М.Бүжинлхам 32
- Бэлчээрийн экосистемийн хангамжийн зарим үйлчилгээг үнэлэх нь (Булган аймгийн Рашаант сумын жишээн дээр)**
Т.Энэрэл, Н.Мандах 54
- Шороон шуурга болох үеийн агаар мандлын тогтворшлын параметрууд**
Ш.Тэргэл, Г.Баясгалан, С.Эрдэнэсүх 64
- Нийгмийн үйлчилгээний барилгуудын норм ба ачааллаар хүртээмжийг тооцоолох, эрэлтийг эрэмбэлэх боломж**
Э.Ганчулуун 78
- Жуулчдын сэтгэл ханамжид нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг тодорхойлох нь (Монгол улсад аялсан жуулчдын судалгаа)**
Л.Оюунчимэг, Х.Янжинлхам, Н.Гантуяа 89

Баян (Увсын) нуурын хотгорын гарал үүсэл, морфологийн хэв шинжийн тайлал

Э.Алтанболд^{1*}, Х.Уламбадрах², Я.Гансүх¹, Б.Даариймаа², Э.Амаасүрэн¹

¹Газарзүйн тэнхим, Шинжлэх ухааны сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Монгол Улс
²Геологи, геофизикийн тэнхим, Шинжлэх ухааны сургууль, Монгол Улсын Их Сургууль, Монгол Улс

*Харилцах зохиогч: altanbold@num.edu.mn

Хүлээн авсан: 2020.10.28
Засварласан: 2020.11.19
Зөвшөөрөгдсөн: 2020.12.18

Хураангуй

Монгол орны нуурын хотгорын гарал үүсэл, морфологийн хэв шинжийн судалгаа дутмаг байна. Нуурын хотгорын гарал үүсэл нь дэлхийн дотоод ба гадаад хүчин зүйлсийн хавсарсан нөлөөнд дүр төрхөө олсон байдаг. Монгол орны хэмжээнд хагаралтай холбоотой судалгааны ажлууд нэлээд сайн хийгдсэн байдаг бол нуурын хотгорт геологийн хагарал хэрхэн нөлөөлж буйг хөндөөгүй байна. Энэ судалгаанд Увс аймгийн нутагт орших Баян нуурын хотгорын хэв шинжид хагарал хэрхэн нөлөөлсөн болохыг тодруулсан болно. Судалгаанд морфометрийн шинжилгээний аргазүй (Топографын шинжилгээ, Гипсометр интегралын шинжилгээ, Рельефийн энергийн шинжилгээ, Гадаргын налуугийн шинжилгээ), Зайнаас тандан судлалын оронзайн сайжруулалтын арга, Геофизикийн соронзон орны судалгааны аргуудыг ашиглаж судалгааны үр дүнг гаргасан. Баян нуурын хотгорын хэв шинжид хагарал хэрхэн тусгалаа олсон болохыг судалгааны уялдаат аргуудыг ашиглаж тогтоосон. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд Баян нуурын хотгорын баруун хэсэгт баруун урдаас зүүн хойд чиглэлд хагарал тогтоогдсон ба энэ хагарлын дагуу (82.5 км) 4 нуур тогтжээ. Эдгээр нууруудаас хэмжээгээр хамгийн том нь Баян нуур юм. Энэ судалгаа нь Монгол орны баруун хойд талд орших энэхүү нуурын хотгорын гарал үүсэлд хагарал хэрхэн нөлөөлснийг уялдаат аргуудыг ашиглан тодорхойлсон ба цаашид хагаралтай холбоотой нуурын хотгорын хэв шинжид нөлөөлж байгаа хүчин зүйлийг нарийвчлан ялгах боломжийг Монгол орны нуурын судалгаанд өгч байгаагаараа ач холбогдолтой юм.

Түлхүүр үгс: Нуурын хотгор, хагарал, Баян нуур, морфометрийн шинжилгээ, Увс аймаг

Abstract

Data on the origin and morphology of the lakes in Mongolia is relatively scarce. This study represents the relationship between lake depression and faults of the Lake Bayan in Uvs province, Mongolia. The volume and area of the lake are formed due to geological and geomorphological processes and climate change. Geological faults may relate to the lake's depression. whereas, the lake depression along faults have not been studied yet. The methods used in this study are morphometric methods (Analysis of topography, geomorphological criteria, hypsometric integral (HI) and Relief Slope (RSI) analysis), Spatial improvement method of remote sensing and, geophysical magnetic survey. The present morphological patterns of lake depression were defined by coherent research methods. The study result suggests that a fault has a significant impact on the origin of the lake depression. The main fault was formed in the western part of the Lake Bayan depression. Field investigation based on coherent methods, the fault influenced the origin of the lake depression, directed by the fault SW to NE. The length of the main fault is 82.5 km; 4 lakes have been formed along this fault. The largest of the Lake Bayan. The current research suggests that the Lake Bayan origin is different from the previous explanation, and the depressions of the lakes in Mongolia need to be redefined further.

Оршил

Нуурын хотгорын гарал үүслийг судлах нь шинжлэх ухааны болон практикийн чухал ач холбогдолтой юм. Тухайн нуурын байгалийн нөхцөл, нөөцийн чадавх нь нуурын хотгорын гарал үүсэл, хотгорын үндсэн хэв шинжтэй нягт хамааралтай билээ. Нуурын байгалийн нөхцөл, нөөцийг олборлох аж ахуйн салбараас гадна рекреаци, аялал жуулчлалын салбарт ашиглахад нуурын хотгорын үндсэн хэв шинжийг нарийвчлан тодорхойлж түүний байгалийн даацад тохирсон үйл ажиллагаа эрхлэх орчин үед практикийн чухал ач холбогдолтой болж байна.

Төв азийн нууруудын газарзүйн байршил, нуурын хотгорын дүр төрх, хэв шинжид магматизмын нөлөөнөөс гадна, эртний мөстлөг, мөстлөгийн дараах үеийн уур амьсгалын болон геоморфологийн үйл явцууд чухал нөлөө үзүүлжээ. Монгол орны хэмжээнд уулс хоорондох томоохон хотгорууд нь нутгийн баруун хагаст тэдгээрийн чиглэл нь баруун хойноос зүүн урагшаа чигт сунаж тогтсон бөгөөд энэхүү хотгорыг дагаж Монгол орны томоохон нуурын систем бүрэлджээ (Цэгмид, 1969; Цэрэнсодном, 1971; Grunert et al., 2000; Shinneman et al., 2009; Батчулуун, 2020). Монгол орны нуурын хотгорын гарал үүслийн хэв шинжийг дэлхийн дотоод, гадаад, холимог хүчин зүйлийн гэсэн үндсэн гурван ангид

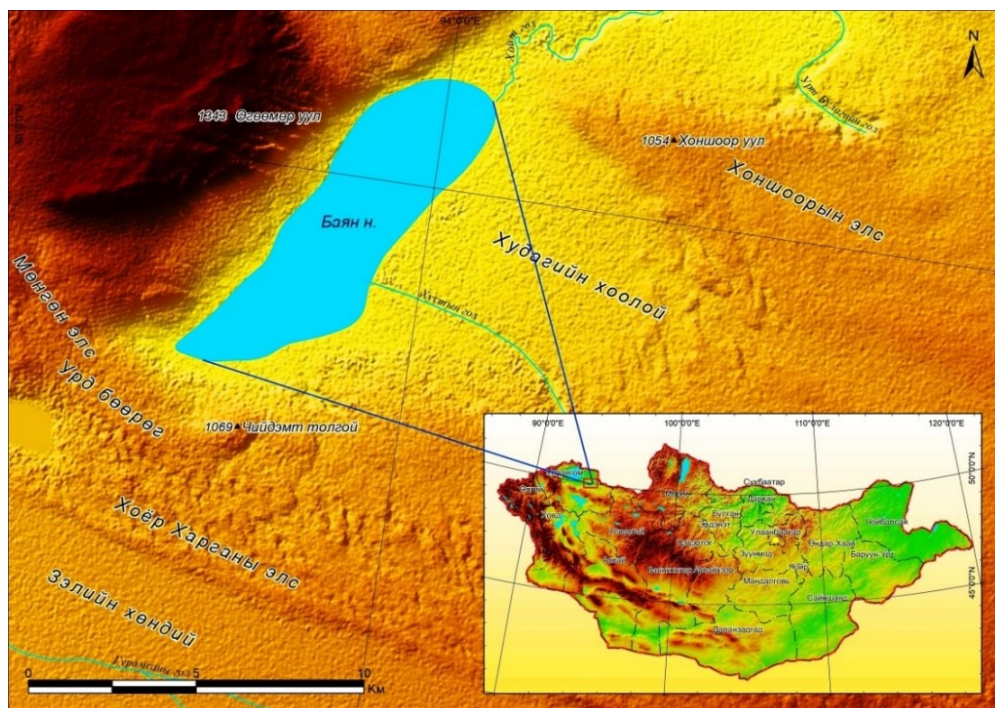
хувааж улмаар хэд хэдэн хэв шинжээр ялгаж ангилж ирсэн (Цэрэнсодном, 1971). Монгол орны нууруудын хотгорын гарал үүслийн хэв шинжийг тектоникийн, Галт уулын, Мөсөн голын, Цөмөрлийн, Нуралт-хаагдлын, Эолын, Голын хөндийн голдирлын өөрчлөлтөөс үүссэн хотгорт тогтсон нуур (Цэрэнсодном, 1971 ба 2000) зэргээр ангилсан байдаг.

Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд геологийн хагаралтай холбоотой судалгааны ажлууд нэлээд сайн хийгдсэн (Bayasgalan *et al.*, 1999; Lamb *et al.*, 1999; Carretier *et al.*, 2002; Cunningham *et al.*, 2003a; Cunningham *et al.*, 2003b; Cunningham, 2005; Walker *et al.*, 2007; Бямба, 2009; Бямба, 2012; Cunningham, 2013) байдаг бол нуурын хотгорын хэв шинжид геологийн хагарал хэрхэн нөлөөлж буйг одоогоор хөндөж судлаагүй байна. Энэ судалгаанд баруун Монголын Увс нуурын хотгорт байрлах Баян нуурын хотгорын гарал үүслийн хэв шинжид хагарал хэрхэн тусгалаа олж хотгорын хэв шинжид нөлөөлсөн болохыг тодруулахыг зорилоо. Өмнөх судлаачдын материалуудыг нэгтгэж үзэхэд дээрх нууруудын хотгорын гарал үүслийг Эолын (Салхины) гаралтай хотгорт тогтсон (Цэрэнсодном 1971 ба 2000; Баасан, 2003; Tsegmid and Vorobev, 1990) гэж тайлбарлажээ.

Судалгааны талбай

Бөөрөг дэлийн элсний төвд Увс аймгийн Зүүнговь сумаас зүүн хойш 10 км зайд (92°25' E, 49°14'N) далайн түвшнээс дээш 929 м өндөрт орших 31.6 км² талбайтай, 11.9 км урт, 3.9 км өргөн, эргийн шугамын урт 28.7 км, усны хамгийн гүн 29.2 м, эзлэхүүн 0.36 км³ (Naumann and Walther, 2000; Цэрэнсодном, 2000; Walther, 2010) цэнгэг устай нуур юм. Уг нуурт Хустын гол болон олон жижиг булгууд зүүн, зүүн өмнөд талаас цутгаж Хойд гол хойшоо чиглэлд гадагш урсан гарна.

Геологийн тогтцын хувьд ордовик-доод Силүрийн настай вулканоген-ба тунамал вулканоген бүрдлүүд нуурын хотгорын эх чулуулгийг бүрдүүлдэг (Kozakov *et al.*, 2013; Yarmolyuk *et al.*, 2017) бөгөөд нам уулс толгод болон Голоцены настай элсэн манхнаар нуурын эргэн тойрон бүхэлдээ хүрээлэгдсэн (Klein, 2001) байна (Зураг 1).



Зураг 1. Баян нуурын хотгорын газарзүйн байршил
Эх сурвалж: Монгол Улсын Үндэсний Атлас, 2009

Баян нуурын ёроолын ургамлын үр тоосонцрын дээжид радио карбонь хагас задралын аргаар хийсэн шинжилгээгээр нуурын насыг 13.2 мянган жил (Naumann and Walther, 2000; Walther, 2010), нуурын дэнжийн болон ёроолын хурдасны дээжид нүүрстөрөгчийн хагас задралын аргаар (¹⁴C) ургамлын үр тоосонцрын дээжид хийсэн шинжилгээгээр 15.6 мянган жил гэж тогтоожээ (Dorofeyuk and Tarasov, 1998; Grunert *et al.*, 2000). Нуурын хотгорын гарал үүсэлд хурдасны наснаас

хамааралгүй шинэхэн тектоник хөдөлгөөн гадаргын орчин үеийн хотгорын дүр төрхөд чухал үүрэг гүйцэтгэсэн (Filosofov, 1967; Селиванов, 1972; Болд, 1987; Florinsky, 1996; Jacques *et al.*, 2014) байж болно. Тухайн хотгорын хэв шинжид хагарал нөлөөлсөн эсэхийг тодруулахын тулд хотгорын морфометрийн үзүүлэлтийг тооцон гаргалаа.

Хүснэгт 1. Баян нуурын хотгорын морфометрийн үзүүлэлт

№	Морфометрийн үзүүлэлт	Хэмжих нэгж	Хэмжээ	Тайлбар
1	Өргөн	км	15.95	Нуурын хотгорын морфометрийн үзүүлэлтийг 'Google Earth Pro' программын 'Ruler' цэсийн 'polygon' болон 'line' командын тохиргоогоор тооцож топографын 1:100 000 масштабын зургийн материалтай тулган тооцож гаргав.
2	Урт	км	21.67	
3	Талбай	км ²	231.1	
4	Периметр	км	60.4	
5	Өндөршил	м	900	Хотгорын хамгийн нам цэг
6	Рельефийн энерги	м	443	Хотгорын хамгийн нам ба өндөр цэгийн харьцангуй өндрийн зөрүү
7	Баруун эргийн налуу	градус	19.7	Нуурын хотгорын налууугийн үзүүлэлтийг 'Google Earth Pro' программын 'Ruler' цэсийн 'patch' тохиргоогоор тооцож гаргав.
8	Зүүн эргийн налуу	градус	2.1	
9	Хойд эргийн налуу	градус	5.2	
10	Өмнөд эргийн налуу	градус	1.9	

Судалгааны материал, Аргазүй

Судалгааны талбай орчмын 1:100 000 масштабын топографын зураг, нуурын батиметрийн зураг (Цэрэнсодном, 1971; Sevastyanov, 1994; Naumman and Walther, 2000), сансрын 'Landsat OLI' (30 м) хиймэл дагуулын зураг, Геофизикийн соронзон орны гажлын босоо, хэвтээ чиглэлийн градиентын 1:500 000 масштабын зургууд, 'Google Earth Pro' сансрын зураглал болон хээрийн судалгааны материалуудыг ашиглав. Судалгаанд геоморфологийн морфометрийн шинжилгээ (топографын зургийн шинжилгээ, гипсометрийн интегралын шинжилгээ, гадаргын налууугийн шинжилгээ), зайнаас тандан судлалын орон зайн сайжруулалтын арга, геофизикийн соронзон орны судалгааны аргуудыг ашиглан хээрийн хэмжилтийн материалд тулгуурлан тооцсон үр дүнгээ 'Arc GIS 10.3', 'ENVI 5.3' болон компьютерын бусад программ хангамжуудыг ашиглан нуурын хотгорт нөлөөлөгч хагарлуудад тайлал хийж судалгааны үр дүнгээ гаргасан.

Морфометрийн шинжилгээний арга: Одоогоор морфометрийн шинжилгээгээр судалгааны үр дүнг гаргаж болохуйц 10 гаруй арга байна (Mathew *et al.*, 2016).

Нуурын хотгорт морфометрийн шинжилгээгээр хагарал тодорхойлох нь нэлээд төвөгтэй боловч чухал асуудлын нэг юм. Үүнд гарах хүндрэл нь ихэнх тохиолдолд тэдгээр нь залуу сэвсгэр хурдсаар хучигдсан байх явдал бөгөөд үүгээр авч үзвэл дарагдмал гадаргын хэлбэр илрүүлэх судалгаа болох боломжтой (Karatas and Boulton, 2019). Гэвч тодорхой хэмжээгээр гадаргад нөлөө үзүүлсэн байх шалгуурыг нарийвчлан шинжилж хагарлыг тодорхойлох шалгуур үзүүлэлт бий болгох нь зүйд нийцнэ. Тухайн хотгорын морфометрийн үзүүлэлтүүд түүнд илэрч буй аномаль шинж тэмдгүүд, тэдгээрийн орон зайн байрлалын зүй тогтол, бусад нэгэн төрлийн гадаргаас ялгагдах онцлогууд нь хагарал байх магадлалыг нэмэгдүүлдэг зүй тогтолтой. Энэхүү арга нь хэд хэдэн шинжилгээг хийдгээрээ бусад судалгааны аргуудаас онцлог юм. Энэ судалгаанд морфометрийн шинжилгээнд багтах топографын шинжилгээ ашиглав.

Топографын зургийн шинжилгээ: Рельефийн морфометрийн судалгааг топографын зурагт нарийн хэмжилт, шинжилгээ хийж тасралтад эвдрэлүүдийг тодорхойлох арга 1960-аад оноос эхлэн хөгжиж иржээ (Filosofov, 1967; Болд, 1987). Рельефт хагарал, хэвтээ ба босоо хэрчигдэл, хэрчигдлийн идэвхийн зэрэг, зүсэлтийн деформаци зэрэг морфометр үзүүлэлтээр неотектоник хөдөлгөөнийг илрүүлэхэд голлон ашигладаг арга юм. Нуурын хотгорын чулуулаг бүрхүүлийн дотор үүссэн төрөл бүрийн хэмжээтэй хагарал нь газрын гадаргын рельефт тусгалаа олсон байдаг (He *et al.*, 2018). Энэхүү онцлогийн морфометрийн шинжилгээгээр илрүүлж хагарлыг топографын зурагт дээр дүрслэн харуулна (Mark, 1975). Рельефийн элементүүд, тэдгээрийн хэлбэрүүдэд гарч байгаа огцом өөрчлөлт, гажилтуудыг ашиглан хагарлыг илрүүлж болдог (Filosofov, 1967; Болд, 1987; Florinsky, 1996; Jacques *et al.*, 2014). Судалгааны зорилгоос шалтгаалан хагарлын чиглэл, урт, үүссэн дэс дараалал, рельеф

үүсэх онцлог зэргээр нь системчлэн ангилж өгдөг (Yang *et al.*, 2015) байна. Топографын зурагт хагарлуудыг буулгахдаа геологи, геоморфологи, геофизикийн олон чиглэлийн судалгаагаар практик дээр нотлогдсон шууд ба шууд бус шинж тэмдэг бүхий шалгуурыг ашигладаг (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Нуурын хотгорын топографын зурагт морфометрийн шинжилгээгээр хагарал тодорхойлох шалгуур үзүүлэлт

№	Шалгуур үзүүлэлт	Тодорхойлолт (Нийцэл +, Үл нийцэл -)	Тайлбар
1	Топографын зургийн хаяалбар хоорондын зай ойр, шулуун шугаман структурыг үүсгэсэн эсэх	+	Судалгааны талбайн топо зурагт морфометрийн шинжилгээгээр хагарал тодорхойлоход үндсэн 10 шалгуур үзүүлэлтийг авч нийцэх, үл нийцэх байдлаар нь тэмдэглэнэ. (Filosofov, 1967; Болд, 1987; Florinsky, 1996) нарын материалд тулгуурлан Э.Алтанболд боловруулав
2	Топографын зургийн хаяалбар хоорондын өндөрт тодорхой гажилт үүссэн, гажилтууд нэг шулууныг дагаж давтагдсан эсэх	+	
3	Топографын зурагт нуурын хотгор орчимд байрлах уулс, өндрийн тоотуудын хооронд өндрийн огцом зөрүү үүссэн эсэх	+	
4	Нуурын арлууд нэг шулууны дагуу орших эсвэл арлын аль нэг хэсэгт хаяалбар хоорондын зай ойр, шулуун шугаман структурыг үүсгэсэн эсэх	+	
5	Топографын зурагт нуурт цутгаж буй голын голдирол огцом тохойрч гажилт үүссэн эсэх	+	
6	Нуурын батиметрийн изобатууд нь шаталсан шугамлаг структурыг үүсгэсэн эсэх	+	
7	Нуурын батиметрийн зурагт изобатуудад гажилт үүсгэх, гажилтууд нэг шулууныг дагаж давтагдсан эсэх	+	
8	Нуурын батиметрийн изобатууд нь үндсэн хаяалбартай параллель шулуун шугаман структур үүсгэсэн эсэх	+	
9	Нуурын усан гадаргын талбай аль нэг хэсэгтээ тэгш өнцөгт юм уу шулуун хэлбэрийн дүрс, эсвэл геометрийн бус дүрсзүйн хэлбэрийг үүсгэсэн эсэх	+	
10	Топографын зурагт цуваа хэлбэрээр нуурууд нэг шулууныг дагаж байрласан эсэх	+	

Эх сурвалж: Filosofov, 1967; Болд, 1987; Florinsky, 1996; Jacques *et al.*, 2014

Гипсометр интегралын шинжилгээ (HI): Энэ шинжилгээ хийх арга нь дэлхийн гадаргын хэлбэрийг тодорхойлоход өргөн ашигладаг геоморфологийн шинжилгээний арга (Strahler, 1952) юм. Гадаргын гипсометрийн зүсэлтэд тулгуурласан гипсометрийн интегралын арга нь тектоникийн хагарлыг ялгах хамгийн сайн арга юм (Keller and Pinter, 2002). Нуурын хотгорыг талбайн өндрийн үзүүлэлтийг тооцон рельефийн хэлбэрт үүсэж буй янз бүрийн морфологид шинжилгээ хийх замаар тектоник хагарлыг тодорхойлох боломжтой юм. Гипсометр интегралыг тооцон гаргах үндсэн тэгшитгэл нь дараах байдлаар тодорхойлогдоно (Mayer, 1990; Keller and Pinter, 2002).

$$HI (\%) = (H_{mean} - H_{min}) / (H_{max} - H_{min}) \quad (I)$$

Энд *HI*- Гипсометрийн интеграл (хувиар), *H_{mean}*- Тухайн гадаргын шинжилгээ хийж буй гадаргын дундаж өндрийн хэмжээ (m), *H_{min}*- Гадаргын шинжилгээ хийж буй талбайн хамгийн нам өндрийн хэмжээ (m), *H_{max}*- Гадаргын шинжилгээ хийж буй хэсгийн талбайн өндрийн дээд хэмжээ (m) болно.

Тухайн гадаргад хагарал байх магадлалтай харьцуулагдаж буй гадаргын гипсометрийн интегралын утга ихсэх тутам тектоникийн гаралтай хагарал байх магадлал нэмэгдэнэ. Харин гипсометрийн интегралын утга багасах тутам элэгдлийн гаралтай гадаргыг илэрхийлдэг байна (Strahker, 1952; Hassen *et al.*, 2014). Гипсометрийн интегралын утгаар хагарал тодорхойлох шалгуур үзүүлэлтийг дараах байдлаар авч үзнэ. Үүнд: *HI* (%) утга нь дараах байдлаар хагарал байх магадлалыг илэрхийлнэ. *HI*<0.35- Хагарал байх магадлал бага, 0.35<*HI*<0.60- Хагарал байх боломжтой, 0.60< *HI*- Хагарал байх магадлал их (Hassen *et al.*, 2014) гэж үзнэ.

Гадаргын налуугийн шинжилгээ (RSI): Тектоник хагарлын шинж тэмдэг нь харьцангуй өндрийн эрс зөрүү үүсэх, хажуугийн огцом налуу хэлбэр үүсэх, гадаргын тэгш бус байдал үүсэх маягаар илэрдэг. Рельефийн энергийн зөрүү үүсэж буй нуурын хотгорт налуугийн хэмжээ огцом өөрчлөгдөх нь хагарлыг илтгэх шинж тэмдэг юм (Bucknam and Anderson, 1979). Хагарал байх магадлалыг нуурын хотгорт гадаргын налуугийн үзүүлэлтүүд дээр нь тулгуурлан дараах шалгуур үзүүлэлтээр тооцож болно. Үүнд: $R_s < 50$ - хагарал байх магадлал бага, $50 < R_s < 100$ хагарал байх боломжтой, $100 < R_s$ хагарал байх магадлал өндөр гэж үзнэ (Hooper *et al.*, 2003; Ganas *et al.*, 2005). Налуу гадаргын дагуу шулуун структур илрэх нь хагаралтай давхцаж буйг илтгэнэ. Тухайн гадаргад илэрч буй шулуун структурын гадаргад илрэх шинж тэмдэг, түүний уртын хэмжээ нэмэгдэх тутам хагарал байх магадлал нэмэгдэнэ.

Орон зайн сайжруулалтын арга: Сансраас авсан төрөл бүрийн зургуудад геоморфологийн тайлал хийх замаар буюу гадаргын өнгийн ялгарал дээр тулгуурлан тайлал хийдэг арга юм (Lanpaу and Guerif, 2005). Хиймэл дагуулаас авсан дэлхийн гадаргын тодорхой хэсгийн тоон мэдээлэл түүний дотор сансрын зургийг ашиглан хийх геологийн тайлал нь түүний дээр дүрслэгдсэн геоморфологийн хэлбэрийг үндэслэн тэдгээрийн тайлагдаж болох бүхий л шалгууруудаар тодруулан тэдгээрийн үр дүнг нэгтгэн дүгнэх арга дээр тулгуурлана (Nixon and Aguad, 2019). Орон зайн сайжруулалтын аргаар гадаргад илэрч буй тектоникийн хагарлыг илрүүлэхэд төрөл бүрийн сансрын эх зурагт дараах тэгшитгэлийн дагуу тооцоо хийж үр дүнгээ гарган авна. Орон зайн сайжруулалтын аргын тэгшитгэл нь дараах байдлаар тодорхойлогддог. Үүнд:

$$G_{jk} = /G_x / + /G_y / \quad (II)$$

$$G_x = F_{j+1, k+1} + 2F_{j+1, k} + F_{j+1, k-1} - (F_{j-1, k+1} + 2F_{j-1, k} + F_{j-1, k-1}) \quad (III)$$

$$G_y = F_{j-1, k-1} + 2F_{j, k-1} + F_{j+1, k-1} - (F_{j-1, k+1} + 2F_{j, k+1} + F_{j+1, k+1}) \quad (IV)$$

Энд (j, k) нь сансрын зураг дээрх пиксел бүр F_{jk} -ийн нарийвчилсан утгууд болно. Энэ нь дараах матрицын маскуудыг ашиглан зурагт буулгах замаар тодорхойлдог.

$$Y_{mask} = \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{matrix} \quad X_{mask} = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} \quad (V)$$

Орон зайн сайжруулалтад пиксел тус бүрийн утгыг эргэн тойрных нь пикселүүдийн тусламжтайгаар өөрчилдөг. Үүний тулд, кернел хэмээн нэрлэгдэх янз бүрийн хэмжээтэй цонхнуудыг сонгоно. Цонх нь зургийн мөр, баганын дагуу явж, тодорхой пиксел дээр ирж зогсох бүрд уг кернелийн төвийн утгыг түүнд багтаж байгаа бусад пикселийн утгыг ашиглан шинээр тодорхойлно. Ийм замаар зургийн пиксел тус бүрийн радиометрийн утгыг өөрчлөн, уг зурган дээр дүрслэгдсэн байгалийн болон хүний гараар бий болсон биетүүдийг орон зайн хувьд сайжруулна (Jensen 1996; Амарсайхан ба Ганзориг, 2010; Gilvear and Bryant, 2016). Хиймэл дагуулын янз бүрийн нарийвчлалтай сансрын зураг ашиглан ‘ENVI 5.3’ программ дээр ‘Convolution and Morphology’ цэсийн ‘Directional filter’ командаар нуурын хотгорын хагарлыг тодруулан зураглаж гаргасан.

Геофизикийн соронзон орны зураглалын арга: Соронзон орны гажлын зургийг геологийн хагарал, хилийг нарийвчлан тогтоох ажилд өргөн ашигладаг (Boyce *et al.*, 2002; Salem *et al.*, 2008; Даариймаа ба Баатарчулуун, 2017). Соронзон орны судалгаагаар тектоник хагарал, ан цавуудыг тогтоох, тэдгээрийн чиглэл, урт, хагарлын гүнийг тодорхойлоход чиглэнэ (Даариймаа ба Баатарчулуун, 2017). Соронзон орны тоон өгөгдөл нь янз бүрийн чулуулгийн литологи хоорондын ялгаа, хагарлын бүс зэрэг геологийн шинж чанарыг илрүүлэхэд чухал мэдээлэл болдог. Геосоронзон орны гажил бол царцдасны янз бүрийн гүнд байх эх үүсвэрээс шалтгаалах өөр өөр далайц ба давтамжийн гармоникийн нийлбэр гэж тодорхойлно (Stuindinger *et al.*, 2003).

Соронзон гажил үүсгэгчийн гүн болох уналын чиглэл зэрэг хагарлын параметрийг спектрал анализын аргаар тооцоолдог (Salem *et al.*, 2008). Тухайлбал геосоронзон гажлын тоон мэдээлэлд математик аппаратуудыг ашиглан гүний ялгаатай түвшнээс ирж буй мэдээллээр хагарлын параметрийг тодорхойлно. Геосоронзон гажлын хэвтээ ба босоо чиглэлийн уламжлал, мөн хэвтээ чиглэлийн нийлбэр уламжлал болох аналитик сигналын утгыг хагарлыг илрүүлэхэд ашигладаг (Phillips, 2000). Хэрэв $f(r)$ нь орон зай ба цаг хугацаанаас хамаарсан потенциал орон бол түүний долгион тоо ба давтамжийн функцэд хувиргаж тасралттай функцээр төлөөлүүлэх Фурье хувиргалт нь $F(k)$ дараах хэлбэрээр тодорхойлогдоно.

$$F(k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} f(r) e^{ik \cdot r} d^3r \quad (VI)$$

Энд: r - координат вектор, k - долгион тооны вектор

$$\frac{\partial f(r)}{\partial x} = \int_{-\infty}^{\infty} ik F(k) e^{-ik \cdot r} d^3k \quad (VII)$$

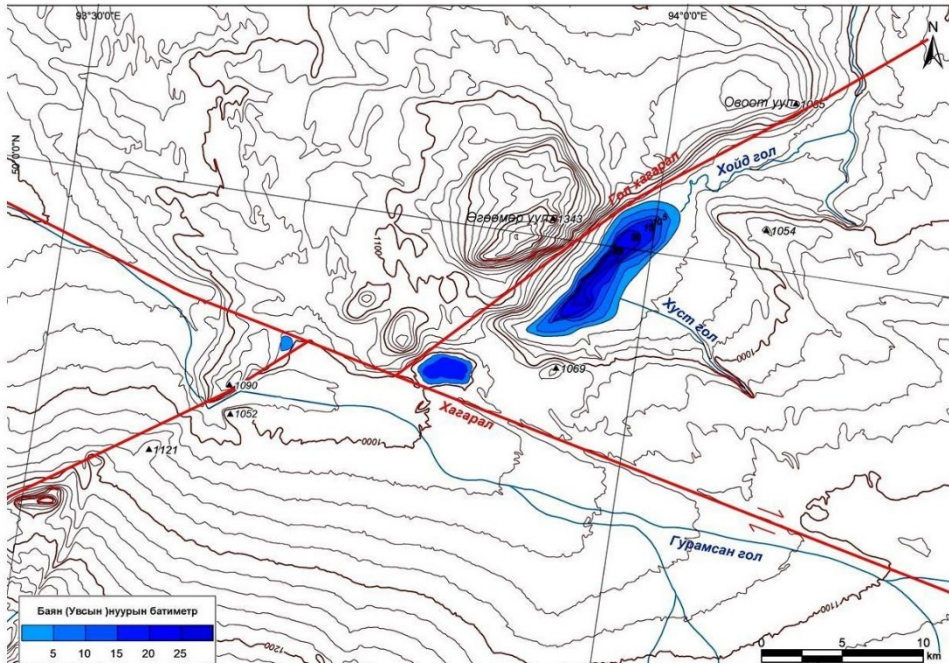
$f(r)$ потенциал орны аналитик сигнал дараах байдлаар тодорхойлогдоно:

$$AS = \sqrt{\left(\frac{\partial f(r)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f(r)}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial f(r)}{\partial z}\right)^2} \quad (VIII)$$

Судалгааны үр дүн

Баян нуурын хотгор ба хагарлын тайлал: Судалгааны талбайд илрэх нуурын хотгор орчмын газрын гадаргад илэрч буй хагарлын шинж нь топографын шинжилгээгээр нарийн тодорхойлогдож болохоор байна. Рельефийн хаяалбарт хэрчилтийн өндрүүд өөрөөр хэлбэл босоо шугамын дагуух хаяалбар хоорондын өндөрт гажилт үүссэн эсвэл шугаман структурыг зааж байвал эндоген үйл явцаар бий болсон хагарлыг илтгэдэг зүй тогтолтой (Filosofov, 1967; Yang *et al.*, 2015).

Топографын зурагт хаяалбар хоорондын зай богино, шулуун шугаман структурыг үүсгэсэн рельеф нь хагарлын дагуу үүссэн байдаг (Болд, 1987). Судалгаанд хамрагдаж буй нуурын хотгорын морфологид хагарал нөлөө үзүүлсэн эсэхийг хагарал илрүүлэх геоморфологийн топографын шинжилгээний аргаар тайлал хийв (Зураг 2).



Зураг 2. Баян нуурын хотгорын топографын шинжилгээ

Эх сурвалж: Цэрэнсодном, 1971; Sevastyanov, 1994; Naumman and Walther, 2000

Тухайн хотгорт уртрагийн дагуу хаяалбар хоорондын зай ойр, шулуун шугаман структурыг нуурын баруун талд үүссэн, Нуурын хотгорын баруун өмнөд хэсэгт (Их Дааган, Бага Дааган зэрэг толгодуудын орчимд) хаяалбар хоорондын өндөрт тодорхой гажилт үүссэн, гажилтууд нэг шулуунд дагаж давтагдсан байв. Эдгээр шинж тэмдгүүдээс гадна нуурын батиметрийн изобатууд нь шаталсан шугамлаг структурыг үүсгэж үндсэн хаяалбартай параллель шулуун шугаман структур нуурын баруун хэсэгт үүсжээ. Нуураас баруун өмнөд хэсэгт Гурамсан голын голдирлын огцом тохойрч буй хэсэгт голын баруун (1,090 м), зүүн (1,082 м) эрэгт өндрийн тоотуудын хооронд 8 метр өндрийн зөрүү үүссэн байна.

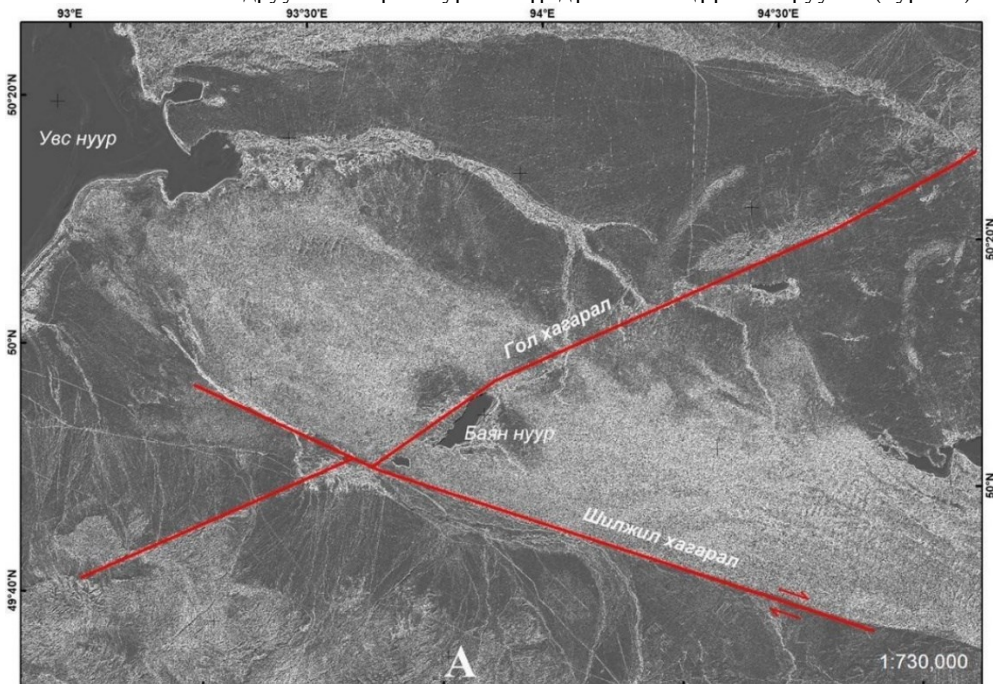
Баян нуурын хагарлыг илэрхийлэх дараагийн тодорхой шинж тэмдэг нь топографын шинжилгээгээр тодорхойлогдож буй голын голдирлын огцом өөрчлөлтөөр илэрч буй шинж тэмдэг юм. Голын голдирлын огцом өөрчлөлт нь ямагт хагаралтай холбоотой байдаг (Karatas and Boulton,

2019). Усан сүлжээний дүрс, тэр тусмаа голын голдиролд ямар нэгэн огцом өөрчлөлт, гажилтууд үүсэх нь хагарлын нөлөөгөөр үүссэн байж болно. Нуурын баруун өмнө талаар урсах Гурамсан голын голдиролд огцом тохойролт буюу гажилт үүссэн байна. Энэ голын голдирлын огцом тохойролт, гажилт нь нуурын хагаралтай холбоотой нь илэрхий байна. Гурамсан голын голдирол тохойрч, гажилт үүссэн хэсэг нь гол хагарлын шулуунтай огтлолцож байгаа юм. Уг хотгорт өргөргийн дагуу шилжилт бүхий хагарал топографын шинжилгээгээр тодорхойлогдож байна. Энэ нь топографын зургийн хаяалбар хоорондын өндөрт тодорхой гажилт үүссэн, гажилтууд нэг шулууныг дагаж давтагдсан шинж тэмдгээр илэрч байна. Энэхүү хаяалбаруудын гажилтыг дагаж Бөөрөг дэлийн элс тархалтын хэлбэрээ олжээ.

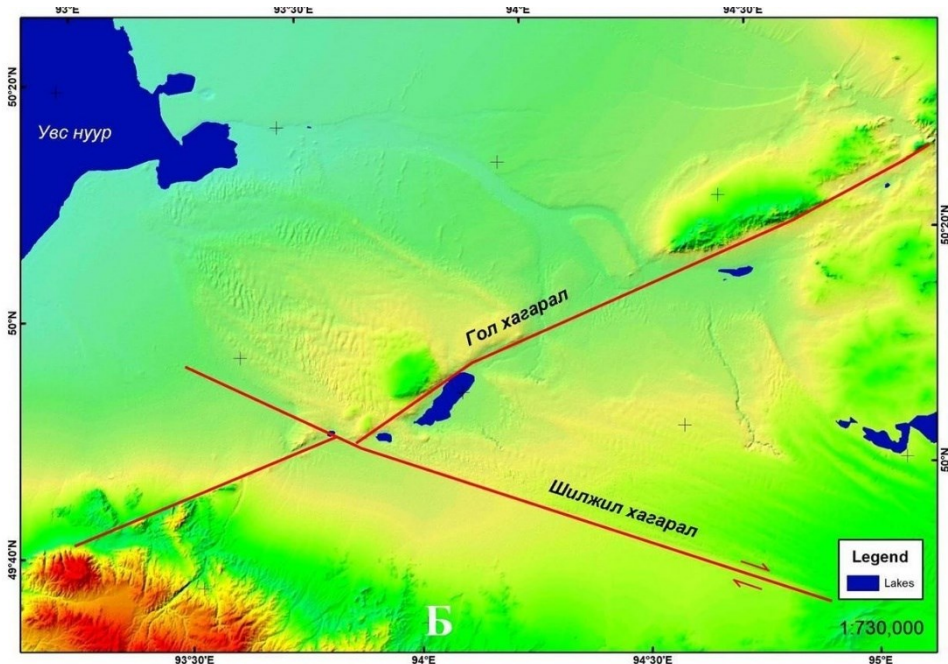
Уг нуурын усны эзлэхүүний хэлбэрээс үзэхэд хагарлын дагуу доош суусан хэсэгт буюу нуурын хотгорын баруун хэсэгтээ илүү гүн, зүүн хэсэгтээ харьцангуй налуу багатай хотгорын хэв шинжийг үүсгэсэн. Энэ зүй тогтол нь хагарлын дагуу нуурын хотгор доош суухад Өгөөмөр уул өргөгдсөнтэй холбоотой юм. Топографын шинжилгээнээс үзэхэд хотгорын баруун талаар гарсан үндсэн хагарал өргөргийн дагуух хагарлаар хаагдсан байна. Энэ нь рельефийн энергийн зүй тогтлоос тодорхой мэдэгдэж байна.

Баян нуурын хотгорын рельефийн энерги 443 метр байхад Гурамсан голын хөндийн рельефийн энерги 39 метр хүрдэг. Баян нуурын гол хагарлын дагуу цуваа хэлбэрээр 4 жижиг нуурууд нэг шулууныг дагаж байрласан нь хуурай сэрүүн уур амьсгалтай нутагт хагарлын дагуу гүний усны ундаргаар тэжээгддэг зүй тогтол илэрч байгаа болно. Дээрх шинж тэмдгүүдийг дайруулж хагарлын шулууныг татаж үзэхэд уг нуурын баруун талаар баруун өмнөөс зүүн хойд чиглэлд хагарал үүсэж нуурын хотгорыг үүсэхэд нөлөөлсөн.

Топографын зурагт тодорхойлсон хагарлуудыг Зайнаас тандан судлалын орон зайн сайжруулалтын аргаар хагарлын шугамаа тулган тайлал хийв. Энэ аргаар сансрын зурагт чиглэлт шүүлтүүр буюу симметрик байрлалтай (convolution) матриц болон өндөр давтамжийн собелын шүүлтүүрийг ашиглан нуурын хотгорт илрэх хагарлыг тодруулсан (Willige *et al.*, 2016). Үүнээс гадна тухайн хотгорын ‘SRTM 90’ метрийн нарийвчлал бүхий өндөршлийн зургаас үзэхэд хагарлын дагуу хэд хэдэн нуурууд үүсэж, түүнтэй параллель байдлаар толгодууд өргөгдсөн байна. Энэ гадаргад илэрч буй тодорхой шинж тэмдгүүд нь уг нуурын хотгорын орчин үеийн дүр төрхөд тусгалаа олсон болохыг тодруулж сансрын зургийн үр дүнтэй нийцүүлэн харуулав (Зураг 3).



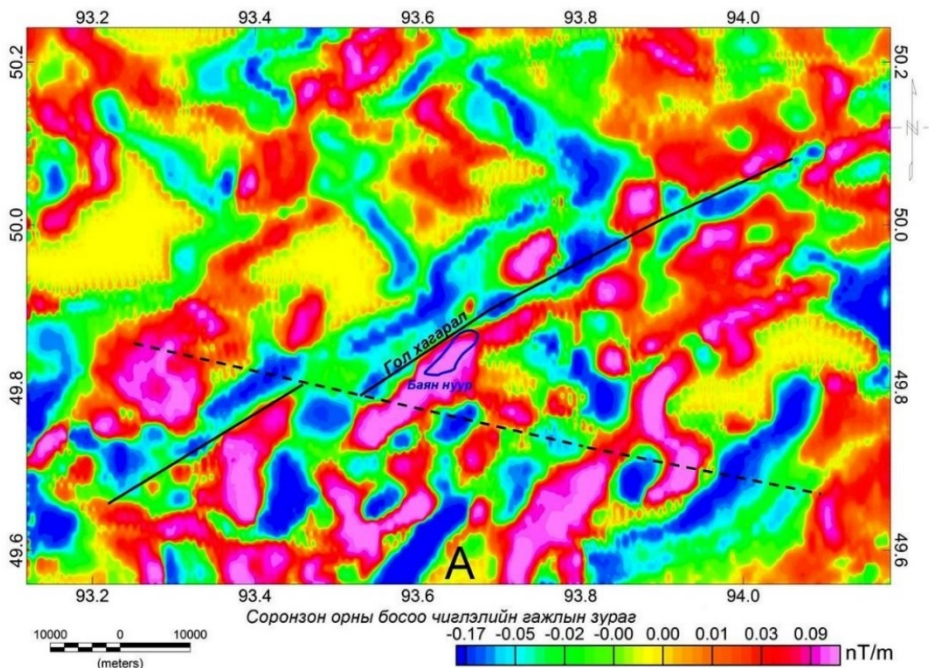
Зураг 3а. Орон зайн сайжруулалтын аргаар гадаргад илэрч буй хагарал ба нуурын хотгорын хамаарал



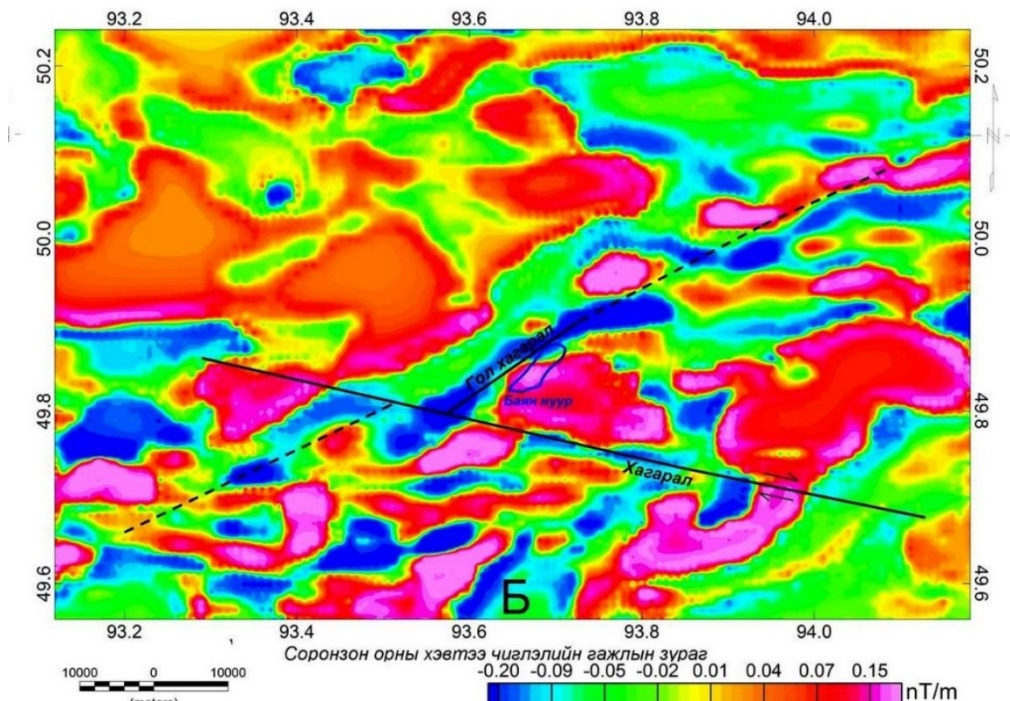
Зураг 36. 'SRTM 90' метрийн нарийвчлал бүхий гадаргын өндөршил ба хагарлын холбоо
Эх сурвалж: USGS, 2020

Сансрын зураглалаар боловсруулсан материалд нууруудын хотгорт илэрч буй хагарлаа тулган тайлал хийж үзэхэд топографын зурагт хийсэн шинжилгээтэй нийцэж байв.

Дэлхийн Соронзон Гажлын Тоон Мэдээллийн Сан (World Digital Magnetic Anomaly Map)-гийн Монгол орны хэмжээний тоон өгөгдөлд Фурье хувиргалт хийж нууруудын локал геосоронзон орныг тооцоолсон. Нуурын хагарал ба геофизикийн соронзон орны хамаарлыг хэвтээ ба босоо уламжлалын гажилт илрэх байдлаар нь авч үзэв. Нуурын хагарал ба геофизикийн соронзон орны хамаарлыг соронзон орны хэвтээ ба босоо чиглэлийн гажлын өөрчлөлтөд илрэх байдлаар нь авч үзэв (Зураг 4).



Зураг 4а. Соронзон орны босоо чиглэлийн гажлын зураг ба уртрагийн дагуух хагарлын холбоо

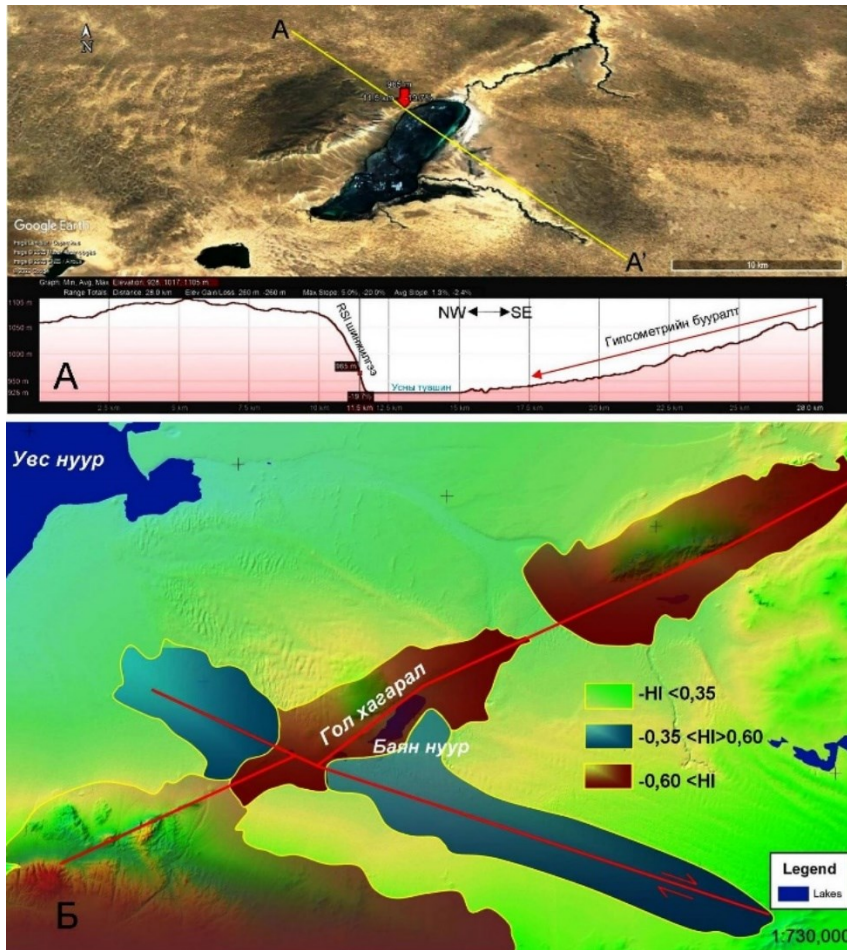


Зураг 46. Соронзон орны хэвтээ чиглэлийн гажлын зураг ба өргөргийн дагуух хагарлын холбоо
 Эх сурвалж: World Digital Magnetic Anomaly Map

Соронзон орны хэвтээ ба босоо чиглэлийн тархалт ба уртрагийн болон өргөргийн дагуух хагарлын байршлын зүй тогтлыг авч үзвэл Баян нуурын хотгор орчмын соронзон орны эерэг ба сөрөг гажлын хил заагийн тархалтын зүй тогтол нь топографын болон сансрын зурагт тодорхойлсон хагарлуудын байршилтай нийцэж байна.

Судалгааны талбайн дагуу Google Earth pro программ хангамжийн тооцоололд тулгуурлан гипсометрийн зүсэлтээр нуурын хотгорын морфологийг тодруулж гадаргын налуугийн шинжилгээг гол хагарлын дагуу хийв. Налуугийн шинжилгээнээс үзэхэд гол хагарлын А-А' шулууны дагуу гадарга 19.7°-ын огцом налууг үүсгэснийг илтгэж байна. Энэ үзүүлэлт нь хагарал үүсэх магадлал өндөр болохыг гэрчилдэг.

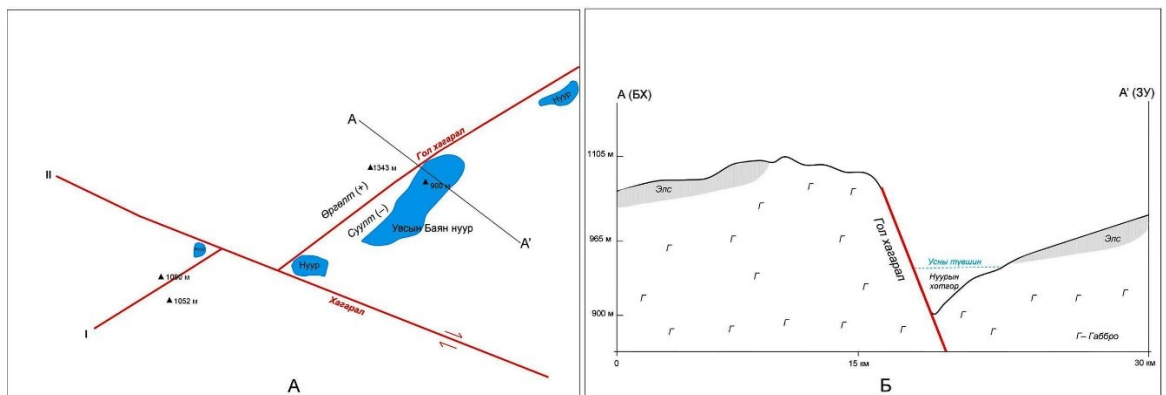
Судалгааны талбайн 'SRTM 90' метрийн нарийвчлалтай гадаргын өндөршлийн гипсометрийн интегралын (HI)-ын шинжилгээ хийж үзэхэд дараах утгуудыг зааж байв (Зураг 5).



Зураг 5. А.Баян нуурын хотгорын гипсометрийн зүсэлт ба гадаргын налуугийн шинжилгээ (Google Earth pro программын сансрын зурагт тулгуурлан зураглав) Б. Хотгорын гипсометрийн интегралын шинжилгээ ба хагарлын холбоо, Эх сурвалж: USGS, 2020

Нуурын хотгор ба хагарлын холбоог бататгахын тулд нуурын хотгорын гипсометрийн интегралын шинжилгээгээр HI (%) утга 0.60 буюу түүнээс дээш утга гол хагарлын дагуу тохирч байна. Энэ нь хагарал байх магадлал өндөр болохыг илэрхийлж байна.

Судалгаанд нуурын хотгорын хагарлын зүй тогтол болон геологийн хэв шинжид нь тулгуурлан нуурын хотгорын загвар ба хагарлын холбоог тодруулж өгөв (Зураг 6).



Зураг 6. Баян нуурын хотгорын гарал үүсэл ба хагарлын холбоо

Уг хотгорын баруун хэсэгт зүүн хойноос баруун урагш чигт үүссэн хагарлын дагуу гадарга огцом налуу үүсжээ. Хагарлын дагуу Өгөөмөр уул д.т.д 1,343 м өргөгдөж эсрэг талд нь нуурын хотгор д.т.д 900 м хүртэл доош суулт үүсгэж өнөөгийн нуурын хотгорын хэв шинж үүссэн байна.

Хэлэлцүүлэг

Гол хагарлын дагуу цуваа байдлаар 4 нуур үүссэн нь хуурай, сэрүүн уур амьсгалтай энэ бүс нутагт хагарлын дагуу гүний усаар тэжээгддэг зүй тогтол илэрч байна. Эдгээр 4 нуураас хамгийн том хэмжээтэй нь Баян нуур юм. Тухайн хотгорын рельефийн энергийн хэмжээ 443 м байгаатай холбоотой байж болно. Энэ нь нуурын хотгор үүссэн хагарлын нөлөөгөөр нуурын хотгорт шинэ тектоник хөдөлгөөний нөлөөгөөр өргөгдөх ба суух үйл явцын үр дүнд өнөөгийн хотгорын хэв шинж үүссэн нь илэрхий байна. Гэхдээ тухайн нуурын усан гадаргын дүрсзүйн хэлбэрт элсний шилжилт, хуримтлал тодорхой нөлөөлөл үзүүлдэг зүй тогтол байна. Нуурт цутгах Хуст голын урсац элсний нөлөөгөөр боогдон хуримтлагдаж нуурын усан гадаргын дүрсзүйн хэлбэрт тусгалаа олсон байх боломжтой. Харин нуурын хотгорын гарал үүслийн хэв шинжид эолын нөлөөнөөс илүүтэйгээр тектоникийн нөлөө тусгалаа олсон нь энэ судалгааны үр дүнгүүдээр нотлогдож байна. Нуурын хотгорын загвараас үзэхэд уг нуур нь газрын гүний усны тэжээлийн эх үүсвэртэй тул цэнгэг устай байгаа гол шалтгаан байж болох юм.

Гидрогеологийн судалгаагаар Бөөрөг дэлийн элсний орчимд өрөмдлөгийн үр дүнгээр газар доорх ус 10-30 м гүнд орших тооцоо гардаг (Жадамбаа, 2009). Энэ тооцооноос үзэхэд одоогийн нууруудын гүнтэй гүний усны дээд түвшин тохирч байгаагаараа онцлог юм. Уг нуурын хотгорын өмнө, баруун, хойд талд 10 гаруй гол, горхи хагарлын шулууны дагуу үүссэн байна. Энэ зүй тогтол нь нуурын хотгорыг үүсгэсэн хагаралтай холбоотой юм.

Судалгаагаар уг нуурыг тэжээж буй гүний усны тэжээл нь тухайн нууруудын хагарлын ан цаваар дөрөвдөгчийн болон голоцены настай усны ундаргатай байх магадлал их юм. Увс нуурын сав газар бол сүүлчийн мөстлөгийн дараах үерлэлтийн нөлөөгөөр том хэмжээний усан сан тогтож байсан бүс нутаг билээ (Walther, 2010). Энэ үерлэлтийн нөлөөгөөр шүүгдсэн гүний ус өнөөгийн нуурын усны тэжээлийн эх үүсвэр байх боломжтой.

Судалгааны өнөөгийн түвшинд уг нуурын хотгорын гарал үүслийн үндсэн хэв шинж нь тодорхой бус таамаглал төдий, ташаа байгаа нь судалгааны үр дүнгүүдээр нотлогдож байна. Энэ судалгаагаар нуурын хотгорын гарал үүсэл өөр болох нь батлагдаж байгаа ба цаашид Монгол орны нууруудын хотгорын гарал үүслийн морфологийн хэв шинжийг шинэчлэн тогтоох шаардлага тулгарч байна.

Цаашид нуурын усны тэжээлийн эх үүсвэрийг ялгах, хувь хэмжээг тодорхойлох тухайд изотопын болон усны балансын аргуудыг туршиж үзэх нь энэхүү судалгааны ажлын үр дүнгээс урган гарч байна. Нуурын хотгорын гарал үүслийг тогтоох нь нууртай холбоотой байгалийн нөхцөл, нөөцийг эдийн засагт зохистой ашиглах шинжлэх ухаан, практикийн ач холбогдолтой тул цаашид нуурыг хэрхэн зүй зохистой ашиглах, хамгаалахад энэ судалгааны ажил нь суурь нөхцөлийг бүрдүүлэх болно.

Дүгнэлт

Монгол орны баруун хойд хэсэгт Увс нуурын хотгорын хуурай, сэрүүн уур амьсгалтай бүс нутагт орших цэнгэг уст Баян нуурын хотгор нь тектоник хагарлын нөлөөгөөр үүсэж өнөөгийн морфологийн дүр төрхөө олсон байна.

Тухайн хотгор нь эолоос хамааралгүй, тектоник хагарлын дагуух хотост тогтсон нь батлагдаж байна. Судалгаанд морфометрийн шинжилгээний арга, Зайнаас тандан судлалын орон зайн сайжруулалтын арга, Геофизикийн соронзон орны судалгааны уялдаат аргуудыг ашиглаж нуурын хотгорт үүссэн хагарлуудыг байршлыг тодорхойлов.

Үр дүнгээс үзэхэд тухайн хотгорын баруун хэсэгт баруун урдаас зүүн ойд чиглэлд үндсэн хагарал үүсжээ. Энэ хагарлын дагуух өргөгдөл ба суултын нөлөөгөөр нуурын хотгор өнөөгийн морфологи хэлбэржсэн байна.

Өмнөх судлаачдын материалд “Эолын гаралтай хотгорт үүссэн” гэж тодорхойлсон байсныг “Тектоникийн гаралтай хотгорт” болгон өөрчлөх нь зүйтэй юм.

Нуурын хотгорт хагарал хэрхэн нөлөөлснийг энэ судалгаагаар харуулсан нь цаашид Монгол орны нуурын судалгаанд нуурын хотгорын хэв шинжийн ангиллыг шинэчлэх, нуурын усны горим, эзлэхүүн, талбай өөрчлөгдөхөд нөлөөлж байгаа хүчин зүйлийг нарийвчлан ялгах боломжийг олгож байгаа нь судалгааны гол онцлог юм. Энэ нь нуурын хотгорын гарал үүсэл, морфологийн өнөөгийн дүр төрхийг тектоник хагаралтай холбон тодорхойлж байгаагаараа ач холбогдолтой юм.

Талархал

Энэхүү судалгааг Монгол Улсын Их Сургуулийн Залуу судлаачийн грант (P2020-3944) төслийн судалгааны ажлын үр дүнг ашиглан гүйцэтгэв.

Номзүй

- Bayasgalan, A., Jackson, J., Ritz, J.F. and Carretier, S. (1999) Forebergs', flower structures, and the development of large intra-continental strike-slip faults: the Gurvan Bogd fault system in Mongolia. *Journal of Structural Geology*, 21(10), pp.1285-1302.
- Boyce, J. I., Pozza, M. R., Morris, W. A., Eyles, N., and Doughty, M. (2002) High-resolution magnetic and seismic imaging of basement faults in western Lake Ontario and Lake Simcoe, Canada. –In 15th EEGS Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems. *European Association of Geoscientists & Engineers*. pp.191-194.
- Bucknam, R. C., and Anderson, R. E. (1979) Estimation of fault-scarp ages from a scarp-height–slope-angle relationship. *Geology*, 7(1), pp.11-14.
- Carretier, S., Ritz, J.F., Jackson, J. and Bayasgalan, A. (2002) Morphological dating of cumulative reverse fault scarps: examples from the Gurvan Bogd fault system, Mongolia. *Geophysical Journal International*, 148(2), pp.256-277.
- Cunningham, D. (2005) Active intracontinental transpressional mountain building in the Mongolian Altai: defining a new class of orogen. *Earth and Planetary Science Letters*, 240(2), pp.436-444.
- Cunningham, D. (2013) Mountain building processes in intracontinental oblique deformation belts: Lessons from the Gobi Corridor, Central Asia. *Journal of Structural Geology*, 46, pp.255-282.
- Cunningham, D., Davies, S. and Badarch, G. (2003) Crustal architecture and active growth of the Sutaï Range, western Mongolia: a major intracontinental, intraplate restraining bend. *Journal of Geodynamics*, 36(1-2), pp.169-191.
- Cunningham, D., Dijkstra, A., Howard, J., Quarles, A. and Badarch, G.(2003) Active intraplate strike-slip faulting and transpressional uplift in the Mongolian Altai. *Geological Society, London, Special Publications*, 210(1), pp.65-87.
- Dorofeyuk, N. I., and Tarasov, P. E. (1998) Vegetation and lake levels in Northern Mongolia in the last 12 500 years as indicated by data of pollen and diatom analyses. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 6(1), pp.70-83.
- Filosofov, V. P. (1967) *The value of the map of potential relief energy for geomorphological and Neotectonic studies. Methods geomorphological*. Novosibirsk: Science. Sib. Department.
- Florinsky, I. V. (1996) Quantitative topographic method of fault morphology recognition. *Geomorphology*, 16(2), pp.103-119.
- Ganas, A., Pavlides, S., and Karastathis, V. (2005) DEM-based morphometry of range-front escarpments in Attica, central Greece, and its relation to fault slip rates. *Geomorphology*, 65(3-4), pp.301-319.
- Gilvear, D., and Bryant, R. (2016) Analysis of remotely sensed data for fluvial geomorphology and river science. *Tools in fluvial geomorphology*, pp.103-132.
- Grunert, J., Lehmkuhl, F., and Walther, M. (2000) Paleoclimatic evolution of the Uvs Nuur basin and adjacent areas (Western Mongolia). *Quaternary International*, 65, pp.171-192.
- Hassen, M. B., Deffontaines, B., and Turki, M. M. (2014) Recent tectonic activity of the Gafsa fault through morphometric analysis: Southern Atlas of Tunisia. *Quaternary International*, 338, pp.99-112.
- He, C., Cheng, Y., Rao, G., Chen, P., Hu, J., Yu, Y., and Yao, Q. (2018) Geomorphological signatures of the evolution of active normal faults along the Langshan Mountains, North China. *Geodynamica acta*, 30(1), pp.163-182.

- Hooper, D. M., Bursik, M. I., and Webb, F. H. (2003) Application of high-resolution, interferometric DEMs to geomorphic studies of fault scarps, Fish Lake Valley, Nevada–California, USA. *Remote Sensing of Environment*, 84(2), pp.255-267.
- Jacques, P. D., Salvador, E. D., Machado, R., Grohmann, C. H., and Nummer, A. R. (2014). Application of morphometry in neotectonic studies at the eastern edge of the Paraná Basin, Santa Catarina State, Brazil. *Geomorphology*, 213, 13-23.
- Jensen, J. R. (1996) Introductory digital image processing: a remote sensing perspective (No. Ed. 2). Prentice-Hall Inc, pp.233-239.
- Karatas, A., and Boulton, S. (2019) Morphometric characteristics of alluvial fans in Southern Turkey: implications for fault activity in the Anatolia, Arabia, Africa Triple Junction Region. *Academia Journal of Environmental Science*, 7(3), pp.9-29.
- Keller, E. A., and Pinter, N. (2002) *Active Tectonics, Earthquakes, Uplift and Landscape*. 2nd edn. New Jersey: Upper Saddle River.
- Klein, M. (2001) *Binnendünen im nördlichen Zentralasien: Uws Nuur Becken, Nordwestliche Mongolei*. Geograph. Inst. d. Johannes Gutenberg-Univ. pp.55-63.
- Kozakov, I. K., Sal'nikova, E. B., Yarmolyuk, V. V., Kovach, V. P., Kozlovskii, A. M., Anisimova, I. V., and Erdenezhargal, C. (2013) Crustal growth stages in the Songino block of the Early Caledonian superterrane in Central Asia: I. Geological and geochronological data. *Petrology*, 21(3), pp.203-220.
- Lamb, M. A., Hanson, A. D., Graham, S. A., Badarch, G. and Webb, L. E. (1999) Left-lateral sense offset of upper Proterozoic to Paleozoic features across the Gobi Onon, Tost, and Zuunbayan faults in southern Mongolia and implications for other Central Asian faults. *Earth and Planetary Science Letters*, 173(3), pp.183-194.
- Launay, M., and Guerif, M. (2005) Assimilating remote sensing data into a crop model to improve predictive performance for spatial applications. *Agriculture, ecosystems & environment*, 111(1-4), pp.321-339.
- Mark, D. M. (1975) Computer analysis of topography: a comparison of terrain storage methods. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 57(3-4), pp.179-188.
- Mathew, M. J., Menier, D., Siddiqui, N., Kumar, S. G., and Authemayou, C. (2016) Active tectonic deformation along rejuvenated faults in tropical Borneo: inferences obtained from tectono-geomorphic evaluation. *Geomorphology*, 267, pp.1-15.
- Mayer, L. (1990) Introduction to quantitative geomorphology: an exercise manual. *Prentice-Hall International, Inc.* pp.188-197.
- Naumann, S., and Walther, M. (2000) Mid-Holocene lake-level fluctuations of Bayan Nuur (North–west Mongolia). *Marburger Geographische Schriften*, 135, pp.15-27.
- Nixon, M., and Aguado, A. (2019) Feature extraction and image processing for computer vision. Academic Press. pp.344-356.
- Phillips, J. D. (2000) Locating magnetic contacts: a comparison of the horizontal gradient, analytic signal, and local wavenumber methods. In *SEG Technical Program Expanded Abstracts*, Society of Exploration Geophysicists. pp.402-405.
- Salem, A., Williams, S., Fairhead, D., Smith, R., and Ravat, D. (2008) Interpretation of magnetic data using tilt-angle derivatives. *Geophysics*, 73(1), L1-L10. pp.155-164.
- Sevastyanov, D., Shuvalov, V., and Neustrueva, Yu. (1994) *Limnology and Paleolimnology of Mongolia*. St. Petersburg: Nauka.
- Shinneman, A. L., Almendinger, J. E., Umbanhowar, C. E., Edlund, M. B., and Nergui, S. (2009) Paleolimnologic evidence for recent eutrophication in the Valley of the Great Lakes (Mongolia). *Ecosystems*, 12(6), pp.944-960.
- Strahler, A. N. (1952) Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological Society of America Bulletin*, 63(11), pp.1117-1142.
- Studingier, M., Karner, G. D., Bell, R. E., Levin, V., Raymond, C. A., and Tikku, A. A. (2003) Geophysical models for the tectonic framework of the Lake Vostok region, East Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters*, 216(4), pp.663-677.
- Tsegmid, S., and Vorobev, B. B. (1990) National Atlas of the People's Republic of Mongolia. *Academy of Sciences of the People's Republic of Mongolia: Ulaanbaatar*. pp.126-127.
- Walker, R. T., Nissen, E., Molor, E. and Bayasgalan, A. (2007) Reinterpretation of the active faulting in central Mongolia. *Geology*, 35(8), pp.759-762.
- Walther, M. (2010) Paleo-Environmental Changes in the Uvs Nuur basin (Northwest-Mongolia). *Erforschung biologischer Ressourcen der Mongolei*, 11, pp.267-279.

- Willige, B. T., Aher, S. P., Gawali, P. B., and Venkata, L. B. (2016) Seismic hazard analysis along Koyna Dam area, western Maharashtra, India: A contribution of remote sensing and GIS. *Geosciences*, 6(2), pp.20.
- Yang, X., Li, W., and Qin, Z. (2015) Calculation of reverse-fault-related parameters using topographic profiles and fault bedding. *Geodesy and Geodynamics*, 6(2), pp.106-112.
- Yarmolyuk, V. V., Kozlovsky, A. M., and Lebedev, V. I. (2017) Neoproterozoic magmatic complexes of the Songino block (Mongolia): A problem of formation and correlation of Precambrian terranes in the Central-Asian Orogenic Belt. *Petrology*, 25(4), pp.365-395.
- Амарсайхан, Д., ба Ганзориг, М. (2010) *Зайнаас тандан судлал болон дүрс мэдээнд тоон боловсруулалт хийх зарчмууд*. 2х хэвлэл. Улаанбаатар.
- Баасан, Т. (2003) *Монгол орны элс*. Улаанбаатар: Улсын Их Хурлын Тамгын газрын хэвлэл.
- Батчулуун, Е. (2020) *Монгол орны физик газарзүй*. Улаанбаатар: Мөнхийн Үсэг.
- Болд, Я. (1987) *Геоморфологийн үндэс ба судалгаа*. Улаанбаатар: Улсын хэвлэлийн газар.
- Getech Group plc. UK. Боломжтой: <https://getech.com/gravandmagmap/> (Нэвтэрсэн: 2019.04.19).
- U.S. Geological Survey. Боломжтой: <https://glovis.usgs.gov> (Нэвтэрсэн: 2020.04.17).
- Бямба, Ж. (2012) *Геотектоник*. 2х хэвлэл. Улаанбаатар: МУИС.
- Бямба, Ж. (2009) *Монголын геологи ба ашигт малтмал, IV боть* Литосферийн Плит Тектоник, Улаанбаатар: Соёмбо Пресс .
- Даариймаа, Б., ба Баатарчулуун, Б. (2017) Монгол орны тектоник хагарлын системийг геосоронзон гажлын орноор үнэлсэн дүн, *Геологийн Асуудлууд сэтгүүл*, 17, хх.34-45.
- Доржготов, Д. (ер.ред.). (2009) Гадаргын өндөршлийн зураг, *Монгол Улсын Үндэсний Атлас*, ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэн, Улаанбаатар, Монгол, хх.18-20.
- Жадамбаа, Н., ба Бямба, Ж. (2009) *Монголын геологи ба ашигт малтмал. VIII боть, Гидрогеологи*. Улаанбаатар: Соёмбо Пресс.
- Селиванов, Е. И. (1972) *Неотектоника и геоморфология Монгольской народной республики*. Москва: Недра.
- Цэгмид, Ш. (1969) *Монгол орны физик газарзүй*. Улаанбаатар: Улсын хэвлэлийн газар.
- Цэрэнсодном, Ж. (1971) *Монгол орны нуур*. Улаанбаатар: Шинжлэх Ухааны Академийн хэвлэл.
- Цэрэнсодном, Ж. (2000) *Монгол орны нуурын каталог*. Улаанбаатар: Шувуун саарал.