

Улсын бүртгэлийн дугаар

.....

Аравтын бүрэн

Ангиллын код:

Нууцын зэрэглэл: Б

Төсөл хэрэгжүүлэх

гэрээний дугаар

ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ ОДОН ОРОН ГЕОФИЗИКИЙН ХҮРЭЭЛЭН

ГЕОСОРОНЗОН ОРНЫ МЭДЭЭЛЛЭЭР ГАЗРЫН ГАДАРГААР АЛДАГДАХ ДУЛААНЫ УРСГАЛЫГ ТОДОРХОЙЛОХ

Шинжлэх ухааны академийн грант төслийн тайлан

2022-2023

Төслийн удирдагч: Г.Баянжаргал– Доктор (Ph.D),

Одон орон геофизикийн хүрээлэнгийн

эрдэм шинжилгээний ахлах ажилтан

Санхүүжүүлэгч байгууллага:

Шинжлэх ухаан, технологийн сан

Захиалагч байгууллага:

Шинжлэх ухааны академи

Тайлан өмчлөгч:

Шинжлэх ухаан, технологийн сан

РЕФЕРАТ

Булган аймгийн Могод сумын нутагт орших Хульжийн халуун рашааны орчмын (100х100км²) талбайд цэгцтэй байрлуулсан 750 орчим цэгт геосоронзон орны үнэмлэхүй утгыг хэмжив. Энэ хэмжсэн утгаас чулуулаг давхаргад үүсгүүртэй аномаль геосоронзон орны утгыг ялган, энэ талбайд харгалзах аномаль геосоронзон орны түгэлтийн хоёр хэмжээст зураглалыг гаргав. Мөн энэ аномаль орны утгуудад шинжилгээ хийж, чулуулаг давхаргын соронзон шинж чанар алдагдах Кюри гүнийг тогтоосон. Энэ Кюри гүний утгуудад температурын градиентыг тооцох аргаар уг талбайд харгалзах газрыг гадаргаар алдагдах дулааны урсгалын түгэлтийн хоёр хэмжээст зураглалыг гаргав. Дээрх талбайд харгалзах дундаж дулааны урсгал нь 60.3мВт/м² утгатай гарч байв. Энэ нь Улаанбаатар хотын Сонгино хайрхан уулыг багтаасан (40х40км²) талбайд харгалзах дундаж утга 46.7мВт/м²-аас их гарч байна. Яг Хульжийн халуун рашааны орчмын талбайд газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгал нь 70мВт/м² орчим гарч байв. Бид цаашид Хульжийн халуун рашааны орчмын талбайг цахилгаан-соронзон аргаар нарийвчлан судлах төлөвлөгөөтэй байна.

ТҮЛХҮҮР ҮГ

Аномаль геосоронзон орон
Дулааны урсгал
Кюри цэг

ГҮЙЦЭТГЭГЧИД

Гэндэнпунцагийн Баянжаргал, Одон орон геофизикийн хүрээлэн, доктор (Ph.D).

Шоовдорын Цэрэндүг, Одон орон геофизикийн хүрээлэн, докторант.

Түмэнгийн Насан-очир, Одон орон геофизикийн хүрээлэн, магистрант.

НЭР ТОМЪЁО, ТОВЧИЛСОН ҮГИЙН ТАЙЛБАР ЖАГСААЛТ

Аномаль геосоронзон орон- чулуулгийн үүсгэж байгаа байрлалаас хамаарсан гаж соронзон орон

Температурын градиент- Температурын чиглэлээс хамаарсан өөрчлөлт

Кюри цэг- Бодисын физик шинж чанар огцом өөрчлөгдөх цэг

Литосфер- Дэлхийн чулуулаг үе давхарга

Локаль геосоронзон- Байрлалаас хамаарсан шинж чанартай соронзон орон

MMPOS-1 магнетометр- Дэлхийн соронзон орны бүрэн хүчлэгийг хэмждэг багаж

IGRF-Олон улсын геосоронзон орны жишиг загвар

Парасоронзон- Бодисын хувийн соронзон шинж чанар алдагдсан төлөв

Ферросоронзон- Бодис хувийн соронзон шинж чанартай байх үеийн төлөв

ГАРЧИГ

I. Оршил	5
II. Геосоронзон орны ангилал	6
2.1 Гадаад эх үүсвэртэй	6
2.2 Үндсэн геосоронзон орон	7
2.3 Аномаль геосоронзон орон	8
III. Аномаль геосоронзон орныг ялгах	10
3.1 Үндсэн орныг ялгах	10
3.2 Гадаад эх үүсгүүртэй орныг хасах	10
3.3 Могод орчмын Литосферийн аномаль геосоронзон орны түгэлт	12
3.4 Литосферийн аномаль геосоронзон орны шинж чанарууд	13
IV. Кюри цэгийн гүнийг олох	14
4.1 Тасралттай функцийн Фурьегийн хувиргалт	14
4.2 Аномаль орны үүсгүүрийн гүн ба Кюри цэгийн гүнийг олох	15
4.3 Газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалыг үнэлэх	16
V. Дүгнэлт	18
VI. Ашигласан материалууд	20
VII. Хавсралт	21

I. Оршил

Дэлхийн температур гүнрүүгээ доошлох тусам нэмэгддэг. Литосферийн температур 580°C градус орчим болоход төмөр, кобальт, никлийн агуулга өндөртэй ферросоронзон төлөвт байсан чулуулаг парасоронзон төлөвт шилждэг. Өөрөөр хэлбэл, ойролцоогоор 580°C температуртай энэ цэг нь литосферийн ферросоронзон чулуулгийн парасоронзон төлөвт шилждэг фазын хувирлын цэг юм. Энэ фазын шилжилт болох 580°C температурыг Пьер Кюриин нэрээр Кюри температур гэж нэрлэдэг.

Литосферийн үүсгэж байгаа аномаль соронзон орон гэдэг нь энэ Кюри цэгээс дээш орших төмөр, кобальт, никель мэтийн ферросоронзон бодисын өндөр агуулгатай давхаргын үүсгэж байгаа орон болно.

Дэлхийн гадаргуу дээр хэмжиж байгаа геосоронзон орон нь олон эх үүсвэртэй нийлмэл орон юм. Тэр нийлмэл орноос литосферийн аномаль соронзон орныг ялган, энэ үе давхаргын зузааныг буюу Кюри цэгийн гүнийг тодорхойлох нь практикийн чухал ач холбогдолтой. Кюри цэгийн байрлал нь үргэлж тогтмол байдаггүй. Геологийн идэвхитэй үзэгдлийн нөлөөгөөр өөрчлөгдөж болно. Энэ өөрчлөлтийг Кюри цэгийн вариаци гэж нэрлэдэг. Кюри цэгийн вариацийг газрын гүнд өрнөж байгаа идэвхитэй үзэгдлүүдтэй холбон үзэж, тухайн идэвхитэй үзэгдлийг судлах нэгэн аргачилалд тооцох хандлага сүүлийн үед бий болсон. Энэ төрлийн судалгаа 2000-аад оноос хойш Ази, Европ, Америк тивийн улсуудын нутагт янз бүрийн талбайд хийгдэж байжээ. (Hsien-Hsiang , Chieh-Hung , Pei-Ying , & Horng-Yuan, 2014), (Nazif, 2010), (Ya , Tianyao , Hermann , & Fangzhou, 2016)

Тухайлбал Стамполидис нар (Stampolidis & Tsokas, 2002) Албани улсын нийт нутаг дэвсгэрт явуулсан судалгаагаар дээрх Кюри цэгийн гүнийг 17–25.5 км гэж тодорхойлсон байна.

Мөн Грекийн хойд нутагт хийгдсэн судалгаагаар Кюри цэгийн гүнийг 11.2 – 17.3 км гэж тодорхойлжээ (Stampolidis & Tsokas, 2002). БНХАУ-ын өмнөд Манжийн нутагт $180 \times 180 \text{ км}^2$ тэгш дөрвөлжин талбайд хийгдсэн судалгаагаар Кюриин цэгийн гүнийг дундаар 18–32 км, гүний дулаан дамжуулах чадварыг $1.8\text{--}3.2 \left[\frac{\text{Вт}}{\text{М}^{\circ}\text{C}} \right]$ гэж авсан байна.

Харин нэгж талбайгаар алдагдах дулааны урсгалын хэмжээг $(25\text{--}50) \left[\frac{\text{мВт}}{\text{М}^2} \right]$ гэж тооцоолжээ (Ya , Tianyao , Hermann , & Fangzhou, 2016).

Бид энэ грант төслийн хүрээнд Булган аймгийн Могод сумын Хульжийн халуун рашаан орчимд 100x100 км² талбай сонгон авч, геосоронзон орны мэдээллийг ашиглан газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалын хэмжээг үнэлэх зорилго тавилаа. Мөн энэ талбайн аномаль геосоронзон орны түгэлтийн зураглалыг гаргав. Аномаль геосоронзон орныг үүсгэгч нь литосферт байх ферросоронзон бодисын агууламж өндөртэй үе давхарга ба бид энэ давхарга хүртлэх зайг тодорхойлов. Энэ давхаргын доод зааг буюу Кюри гадаргуугийн түгэлтийн 2 хэмжээст зураглалыг гаргав. Уг тайлан нь оршил, геосоронзон орны ангилал, аномаль геосоронзон орныг ялгах, Кюри цэгийн гүнийг олох, дүгнэлт, ашигласан материалууд, хавсрал гэсэн үндсэн 7 бүлэг, 11 зурагтай, 25 хуудсаас бүрдсэн болно.

II. Геосоронзон орны ангилал

2.1 Гадаад эх үүсвэртэй орон

Дэлхийн гадаргын ойролцоо хэмжигдэж байгаа геосоронзон орон нь олон эх үүсвэртэй соронзон орнуудын вектор нийлбэр орон юм. Үүнийг доорх хэлбэрт бичиж болно.

$$\vec{B} = \vec{M} + \vec{m} + \vec{B}_r + \vec{B}_{rv} + \vec{B}_a \quad (1)$$

\vec{M} -дэлхийн дотоод цөмд үүсгүүртэй хүчтэй туйлт орон. \vec{m} -эриний хувьсалт. \vec{B}_r -гадаад эх үүсвэртэй орон. \vec{B}_{rv} -гадаад эх үүсвэртэй орны вариаци. \vec{B}_a -Литосферт үүсгүүртэй аномаль соронзон орон.

Гадаад эх үүсвэртэй орон нь соронзон шуурга, соронзон лугшилт, дэлхийн эргэлтээс болж үүсэх хоногийн вариаци, сарны нөлөөгөөр үүсэх вариаци зэргийг оруулан тооцдог.

Соронзон шуурга нь наран дээрх тэсрэлтээс янз бүрийн ионууд ба протонууд цацагддаг. Энэ ионууд ба протонууд дэлхийн ионосфер ба магнитосфертэй харилцан үйлчлэлцснээс болж үүсэх үзэгдлийг соронзон шуурга гэдэг. Энэ үзэгдэл нь ерөнхийдөө глобал үзэгдэл боловч, туйлын бүсэд илүү тод эрчимтэй илэрнэ. Вариацийн үе нь 5 минутаас хэдэн 100 минут үргэлжилдэг. Геосоронзон обсерваторын бичлэг дээр тод бүртгэгддэг.

Соронзон орны лугшилт нь магнитосферт болж байгаа үзэгдлийн нөлөөгөөр үүсдэг. Уг үзэгдэл нь квазиглобаль үзэгдэл юм. Туйлын мужид илүү эрчимтэй ажиглагддаг. Ажиглагдах хамгийн их эрчим нь 10-ааднТл-100нТл. Лугшилтын вариацийн үе нь 1с-ээс 600 секунд хүртэл үетэй ажиглагдаж болно. Өндөр хурдтай индукцийн бичигчийн магнетограф дээр тодоор бичигддэг.

Дэлхийн эргэлдэх хөдөлгөөнөөс хамаарч нарны нөлөөгөөр үүсэх вариацийг нарны хоногийн вариаци S гэдэг. Нарны хоногийн S -вариацийн тайван байх үеийг S_q вариаци гэнэ.

Нарны хөөрөх хөдөлгөөний нөлөөгөөр үүсэх вариацийг S_1 , мөн атмосферын дулааны хөөрөх хөдөлгөөн ионосферт нөлөөлөн ионосферийг хөдөлгөөн оруулах ба түүнийг S_2 гэж тэмдэглэнэ. S вариаци нь S_1 , S_2 –оос зэрэг хамаардаг вариаци юм.

2.2 Үндсэн геосоронзон орон

M -дэлхийн дотоод цөмд үүсгүүртэй хүчтэй туйлт орон, түүний m -эриний хувьсалтыг дэлхийн үндсэн геосоронзон орон гэж нэрлэдэг. Үндсэн геосоронзон орон нь дэлхийн гадарга дээр хэмжигдэж байгаа нийт соронзон орны 90% гаруйг нь эзэлдэг. Энэ орныг доорх байдлаар загварчилдаг.

Соронзон орны индукцийн векторын дивергенц тэг байна гэдэг нь соронзон орныг үүсгэдэг цэнэг байхгүй гэдгийг харуулдаг тэгшитгэл юм.

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (2)$$

Мөн ямар нэг вектор хэмжигдхүүн нь скаляр функцээс градиент авч, үүсгэж байгаа байдлаар бичиж болдог. Тиймээс геосоронзон оронг түүнийг үүсгэгч скаляр орноос градиент авах байдлаар бичье. Үүнийг доор бичив.

$$\vec{B} = -\vec{\nabla}\Psi \quad (3)$$

(3)-тэгшитгэлийг (2)-тэгшитгэлд орлуулан бичвэл доорхи тэгшитгэл гарна.

$$\Delta \cdot \Psi = 0 \quad (4)$$

(4)-тэгшитгэлийг Лапласын тэгшитгэл гэнэ. Ψ -геосоронзон орныг үүсгэгч скаляр потенциал юм.

(4)-Лапласын тэгшитгэлийг бодож геосоронзон орныг үүсгэгч скаляр потенциалыг олдог. Дэлхийн үндсэн соронзон орныг судлахад тэгш хэмт чанарт нь тохируулан бөмбөрцөг координатын системийг сонгон авч дээрх лапласын тэгшитгэлийн боддог.

$$\psi(r, \theta, \varphi) = \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{m=0}^n \frac{D_n^m}{r^{n+1}} [g_n^m \cos(m\varphi) + h_n^m \sin(m\varphi)] P_n^m(\cos(\theta)) \quad (5)$$

Дэлхийн гадарга дээрх дурын цэг нь уртраг, өргөрөг, өндөр илэрхийлэгддэг ба тухайн цэгт дэх геосоронзон орны утгыг доорхи томъёогоор бодож олдог.

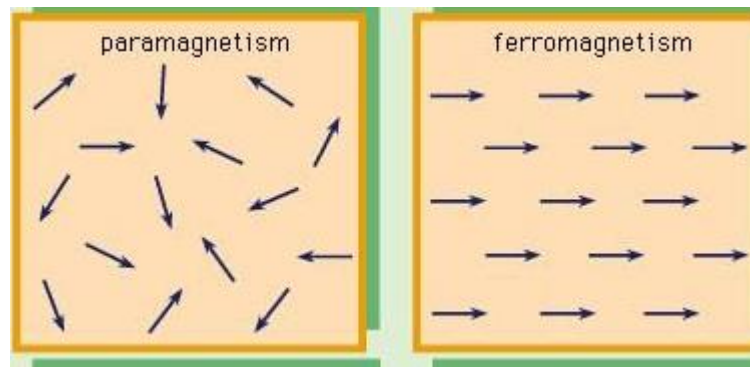
$$(\vec{M} + \vec{m}) = -\vec{V} \cdot \psi(r, \theta, \varphi) \quad (6)$$

θ -өргөрөг, φ -уртраг, $r=6371.3\text{км}+h$, h -далайн түвшнээс дээш тоолсон тухайн цэгийн өндөр.

2.3 Аномаль геосоронзон орон

Бодисын соронзон шинж чанарын анхдагч тайлбар нь атомын түвшинд хийгддэг. Өөрөөр хэлбэл атомын электронуудын үүсгэх соронзон моментууд нэмэгдсээр атомын ерөнхий соронзон моментыг үүсгэдэг. Гэвч ихэнх бодисын хувьд эдгээр атомын соронзон моментууд санамсаргүй тархалттай байх тул бие биенээ устган тэг болдог. Ийм бодисыг парасоронзон бодис гэдэг.

Менделеевийн үелэх системд бичигдсэн бодисууд дотроос төмөр Fe, кобальт Co, никель Ni гэх цөөхөн бодисуудын хувьд дээрх нийлбэр соронзон момент тэг болдоггүй. Ийм соронзон шинж чанартай бодисуудыг ферросоронзон бодисуудыг гэж нэрлэдэг. Ферросоронзон бодисын хувьд нийлбэр соронзон момент нь тэгээс ялгаатай домен гэж нэрлэгдэх олон жижиг хэсгүүдээс тогтоддог бөгөөд тэр жижиг хэсгүүдийн соронзон моментыг нийлбэрээр тухай бодисын ерөнхий соронзон момент тогтоогдоно.



Зураг 1(парасоронзон ба ферросоронзон бодисын диполын моментыг чиглэл.)

Ферросоронзон бодисыг халаахад тодорхой температурт хүрээд соронзон төлвийн фазын хувирал явагдаж парасоронзон төлөвт шилждэг. Энэ үзэгдлийн фазын хувиралт болох температурыг Пьер Кюриийн нэрээр Кюри температур гэж нэрлэдэг. Дэлхийн литосферийн давхаргад байдаг ферросоронзон бодисын хольц жигд биш, дэлхийн гадаргын соронзон нэвтрүүлэх чадвар харилцан адилгүй байдаг зэргээс локал аномаль соронзон орон үүсдэг.

Хэмжээний хувьд 100нТл-аас 10000 нТл хооронд байж болно. Энэ оронд хугацааны вариаци байхгүй. Цэвэр байрлалаас хамаарсан өөрчлөлттэй байдаг.

Сүүлийн жилүүдэд энэ аномаль геосоронзон орны судалгаанд олон улсын судлаачид ихээхэн анхаарал хандуулдаг болоод байна. Тухайлбал дэлхийн гадаргаас доошлох тусам дэлхийн температур ихэсдэг. Гүний температур 580⁰С орчим болоход тус чулуулаг давхаргад агуулагдаж байсан ферросоронзон бодис парасоронзон төлөвт шилждэг гэж үздэг. (Bansal, Anand, Rajaram, Rao, & Dimir, 2013), (Nazif, 2010), (Stampolidis & Tsokas, 2002).

Тиймээс дэлхийн гадарга дээрх чулуулгийн үүсгэх аномаль геосоронзон орон гэдэг нь энэ 580⁰С градустай цэгээс дээш байрлах ферросоронзоны хольцтой чулуулагийн үүсгэх орон аж. Хоёр хэмжээст тасралттай Фурье (2-D, DFT) анализын тусламжтайгаар энэ 580⁰С температуртай цэгийн байрлалыг тодорхойлох судалгаа 2000-аад оноос дэлхийн олон оронд хийгджээ. (Nazif, 2010), (Stampolidis & Tsokas, 2002), (Ya , Tianyao , Hermann , & Fangzhou, 2016), (Bansal, Anand, Rajaram, Rao, & Dimir, 2013). Бид энэ аргачиллын тухай 3-р бүлэгт бүлгүүдэд тодорхой бичсэн.

III. Аномаль геосоронзон орныг ялгах

3.1 Үндсэн орныг ялгах

Бид Булган аймгийн Могод сумын Хульжийн халуун рашааны орчим 100х100км.кв талбайд 3.6 км зайтай цэгүүд дээр геосоронзон орны утгуудыг хэмжсэн болно.

Хэмжилт хийсэн цэгүүдийн байрлалыг доорх зурагт үзүүлэв. Дэлхийн гадарга дээр хэмжигдэж байгаа орон нь олон үүсгүүртэй орны нийлбэр байдаг гэж дээр дурьдсан.

Бид энэ нийлмэл орноос аномаль геосоронзон орны утгыг ялган авах ёстой.

$(\vec{M} + \vec{m})$ -дэлхийн дотоод цөмд үүсгүүртэй хүчтэй туйлт орныг дээр бичсэн томъёогоор цэг нэг бүр дээр тооцоолон олоод тухайн цэг дээр хэмжигдсэн утгаас хасна.

$$(\vec{M} + \vec{m}) = -\vec{\nabla} \cdot \psi(r, \theta, \varphi) \quad (7)$$

$r=(6371.3+h)$ h -тухайн цэгийн далайн түвшнээс дээш хэмжсэн өндөр, 6371.3км далай түвшин хүртлэх дэлхийн радиус, θ -тухайн цэгийн өргөрөг, φ -тухайн цэгийн уртраг.

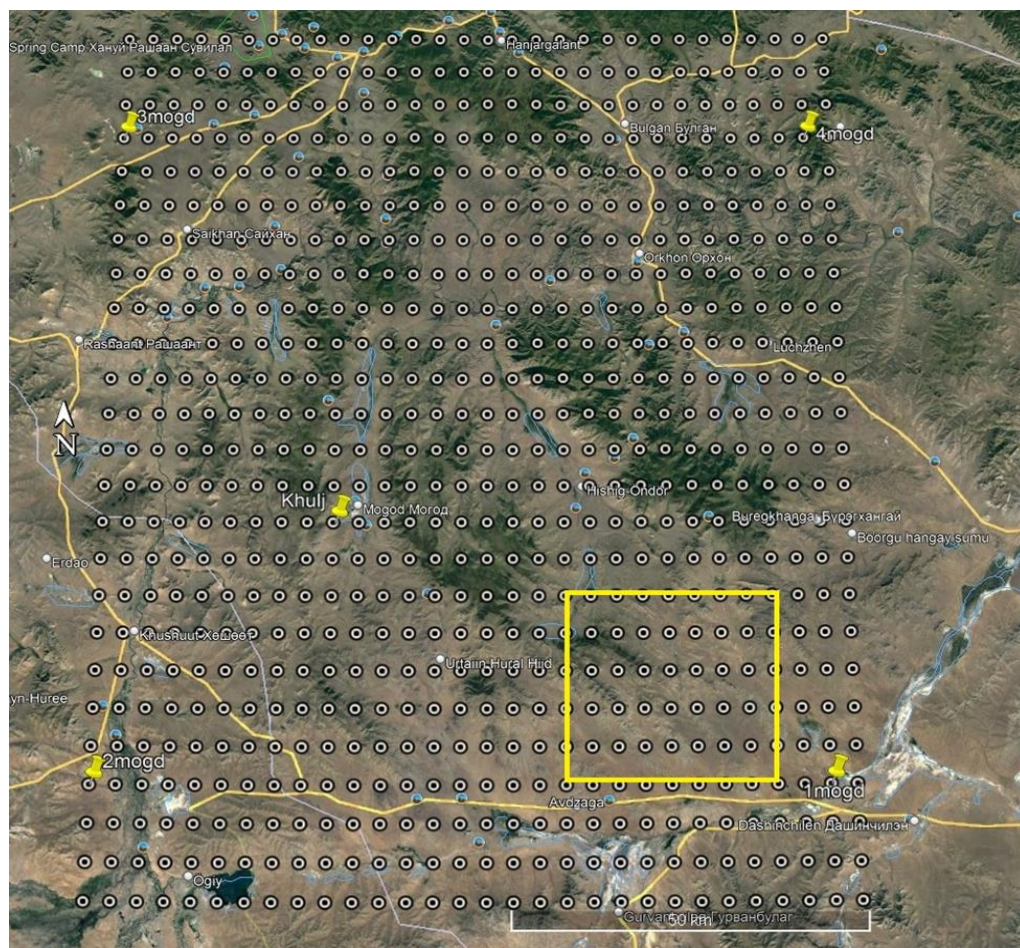
3.2 Гадаад эх үүсгүүртэй орныг хасах

Дээрх зурагт үзүүлсэн талбайн төв хэсэгт үл хөдлөх цэг сонгон авч тэр цэг дээр хэмжилт хийж байх нийт хугацаандаа $m_{\text{pross-1}}$ гэх магнетометрийг тасралтгүй ажиллуулав. Бид дээрх зурагт үзүүлсэн цэгүүд дээр хэмжилт хийж байх тухайн эгшин дэх үл хөдлөх цэгийн бичлэгийн утгыг хасах байдлаар гадаад орны нөлөөг хассан болно. Үүнийг доор дэлгэн бичив. Үл хөдлөх цэг дээр бичигдэж байгаа нийлбэр орныг доорх хэлбэрт бичиж болно.

$$\vec{B}_0 = \vec{M}_0 + \vec{m}_0 + \vec{B}_r + \vec{B}_{rv} + \vec{B}_{a0} \quad (8)$$

Үл хөдлөх цэгийн уртраг, өргөрөг, өндөршилт мэдэгдэж байгаа тул IGRF загвараар хэмжилт хийгдсэн өдрүүдийн хувьд үндсэн орон $\vec{M}_0 + \vec{m}_0$ -ийг (7)-томъёогоор тодорхойлж болно. Уг үл хөдлөх цэгийн \vec{B}_{a0} аномаль орныг w_{dmat} загварыг ашиглан тооцоолж олж болно.

Тэгвэл (8)-тэгшитгэлээс гадаад эх үүсвэртэй орныг ялган доорх хэлбэрт бичиж болно.



Зураг 2 (Могод орчмын (100x100км²) талбайд хэмжилт гүйцэтгэсэн цэгүүдийн байрлал)

$$(\vec{B}_r + \vec{B}_{rv}) = \vec{B}_0 - (\vec{M}_0 + \vec{m}_0) - \vec{B}_{a0} \quad (9)$$

\vec{B}_0 – нь үл хөдлөх суурин цэг дээр mmros-1–д бичигдэж байгаа геосоронзон орны утга, \vec{B}_{a0} –нь үл хөдлөх цэгийн орчимд wdmam загварыг ашиглаж олсон аномаль геосоронзон орон, $\vec{M}_0 + \vec{m}_0$ –нь үл хөдлөх цэг дээр дэлхийн үндсэн геосоронзон орны IGRF загвараар бодож олсон утга юм.

Хульжийн халуун рашаан орчимд 1-р зурагт үзүүлсэн тухайн цэгүүд дээр хэмжигдэж байгаа орныг доорх хэлбэрт бичиж болно.

$$\vec{B}_1 = \vec{M}_1 + \vec{m}_1 + \vec{B}_r + \vec{B}_{rv} + \vec{B}_{a1} \quad (10)$$

Бид (10)-тэгшитгэлээс (9)-тэгшитгэлийг хасаж дээрх цэгүүд дээр хэмжигдсэн геосоронзон орны утгаас гадаад эх үүсвэртэй орны нөлөөг устгана. Үүнийг доор бичив.

$$(\vec{M}_1 + \vec{m}_1 + \vec{B}_{a1}) = \vec{B}_1 - (\vec{B}_0 - (\vec{M}_0 + \vec{m}_0) - \vec{B}_{a0}) \quad (11)$$

$(\vec{M}_1 + \vec{m}_1 + \vec{B}_{a1})$ -эдгээр гишүүд нь тухайн цэгүүд дээрх эриний хувьсалт агуулсан локаль геосоронзон орны утга болно. (11)-тэгшитгэлээс IGRF загвараар олсон утгуудыг хасвал цэвэр литосферт үүсгүүртэй аномаль орон үлдэнэ. Үүнийг доор бичив.

$$\vec{B}_{a1} = \vec{B}_1 - \vec{B}_0 - \vec{\nabla} \cdot \psi_0(r, \theta, \varphi) + \vec{B}_{a0} + \vec{\nabla} \cdot \psi_1(r, \theta, \varphi) \quad (12)$$

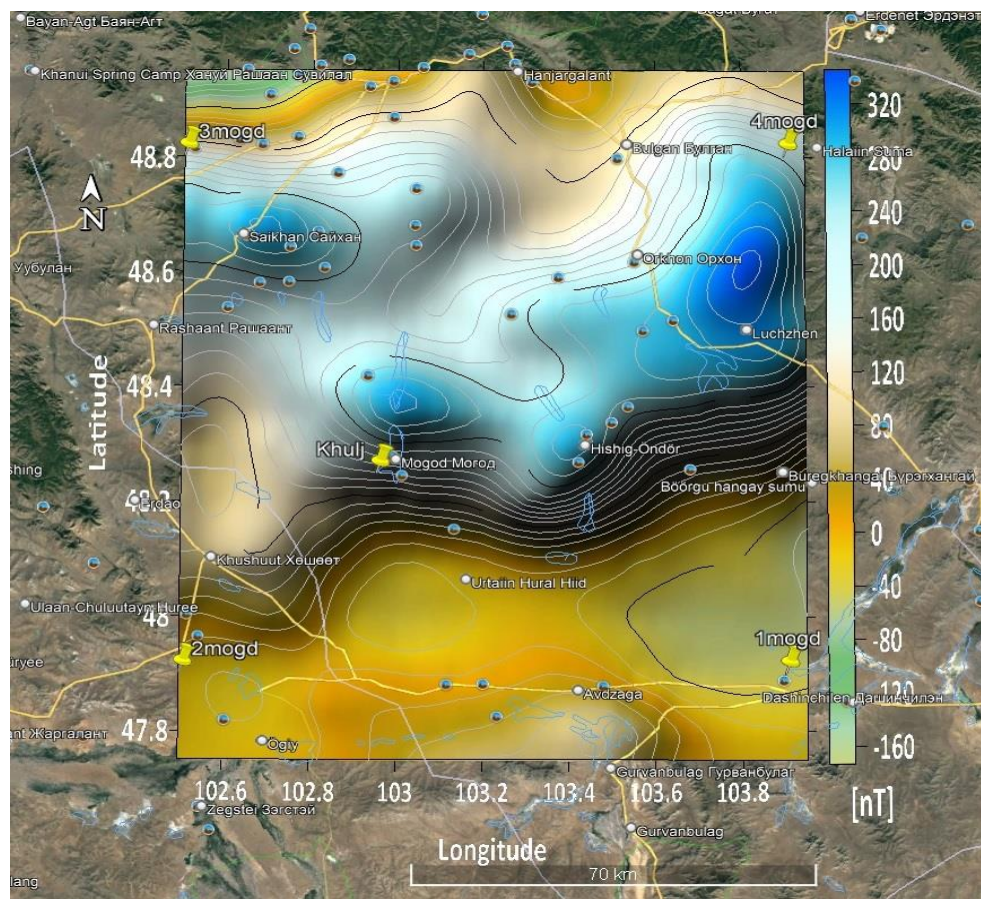
Доорх зурагт үл хөдлөх цэгт байрлуулсан mpro-1 магнетометрийн зургийг үзүүлэв.



Зураг 3 (Суурин цэгт хээрийн хэмжилт хийж байгаа нь)

3.3 Могод орчмын Литосферийн аномаль геосоронзон орны түгэлт

Бид дэлхийн гадарга дээр хэмжигдэж байгаа нийлмэл орноос литосферт үүсгүүртэй аномаль геосоронзон орныг (12)-тэгшитгэлээр, 1-р зурагт үзүүлсэн бүх цэг дээр ялган авав. Энэ ялган авсан литосферийн аномаль геосоронзон орны утгуудын түгэлтийг доорх зурагт үзүүлэв.



Зураг 4 (Литосферийн аномаль геосоронзон орны түгэлтийн 2D зураглал)

3.4 Литосферийн аномаль геосоронзон орны шинж чанарууд

Литосферт ферросоронзон бодисын (Fe, Ni, Co) агуулга өндөртэй үе давхарга байдаг. Энэ үе давхаргын үүсгэж байгаа орныг литосферийн аномаль соронзон орон гэнэ.

Мөн дэлхийн температур доошлох тусам ихэсдэг ба 580°C болох үед (Fe, Ni, Co)-ферросоронзон бодисууд парасоронзон төлөвт шилждэг. Энэ гүнийг фазын хувиралтын Кюри цэг гэнэ. (Nazif, 2010), (Stampolidis & Tsokas, 2002)

Литосферийн аномаль геосоронзон орныг Кюри гүнээс дээш орших (Fe, Ni, Co)-ийн агуулга өндөртэй үе давхарга үүсгэдэг гэж хэлж болно.

IV. Кюри цэгийн гүнийг олох

4.1 Тасралттай функцийн Фурьегийн хувиргалт

Координатаас хамаарсан тасралттай функцийг Фурьегийн хувиргалтыг ашиглан давтамжаас хамаарсан долгионы (спектрийн) нийлбэр болгон бичиж болдог. (Blakely, 1995)

$$|B(k, l)| = \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} f(n, m) e^{-i\omega(\frac{m}{M}k + \frac{n}{N}l)} \quad (13)$$

$$\rho(k_x, k_y) = |B(k, l)| = |B(k_x, k_y)| \quad (14)$$

Бидний тохиолдолд литосферийн үүсгэх аномаль геосоронзон орны энергийн нягтын спектрийг (14)-томъёогоор илэрхийлнэ.

Литосферийн аномаль геосоронзон орны үүсгүүр нь хэвтээ хавтгайн дагууд санамсаргүй зүй тогтлоор тархсан байдаг.

Харин энэ орны энергийн нягт нь радиусаас хамаарч экспоненциаль хуулиар суларсан байдаг.

$$|B(k_x, k_y)| = 4\pi^2 C_m^2 |\theta_m|^2 |\theta_f|^2 e^{-2|k|R_t} (1 - e^{-|k|(R_b - R_t)})^2 \quad (\text{Blakely, 1995}) \quad (15)$$

$|B(k_x, k_y)|$ - литосферийн аномаль геосоронзон орны утга, $k = \sqrt{k_x^2 + k_y^2}$

k_x, k_y -долгионы тооны хэвтээ байгуулагчид, C_m^2 - дундаж түгэлт, θ_m, θ_f -жижиг талбайн координатаас хамаарсан хэсгүүд. Эдгээдийг тооцон цэгцлэн бичвэл (15)-тэгшитгэл нь доорх хэлбэрт бичигдэнэ.

$$|B(k)| = D e^{-2|k|R_t} (1 - e^{-|k|(R_b - R_t)})^2 \quad (16)$$

$D = \text{const}, R_t, R_b$ -литосферийн аномаль геосоронзо орны үүсгүүрийн гүний дээд ба доод зааг.

(16)–тэгшитгэлийн хоёр талаас язгуур гарган, натурал логарифм авч бичвэл доорх хэлбэрт бичигдэнэ.

$$\ln(|B(k)|^{\frac{1}{2}}) \approx \ln(C) - kR_t \quad C = \text{const} \quad (17)$$

Аномаль геосоронзон орныг үүсгэгчийн төв хүртлэх зайг доор байдлаар бичиж болно.

$$R_0 = (R_b + R_t)/2 \quad (18)$$

R_0 -литосферийн аномаль орныг үүсгэж байгаа үе давхаргын төв хүртлэх зай.

(18)-тэгшитгэлийг (15)-тэгшитгэлд орлуулан цэгцлэн бичвэл бичвэл доорх тэгшитгэл гарна.

$$\overline{B}(|k|) = D \cdot e^{-2|k|R_0} (e^{-|k|(R_t-R_0)} - e^{-|k|(R_b-R_0)})^2 \quad (19)$$

(19)-тэгшитгэлийн хоёр талаас язгуур гаргаж, $d = |R_t - R_0| = |R_b - R_0|$ -болохыг тооцон бичвэл уг тэгшитгэл доорх хэлбэрт шилжинэ.

$$\overline{B}^{1/2}(|k|) = D^{1/2} \cdot e^{-|k|R_0} (e^{|k|d} - e^{-|k|d}) \approx D^{1/2} \cdot e^{-|k|R_0} \cdot 2|k|d \quad (20)$$

(20)-тэгшитгэлийн хоёр талыг k -д хуваан, натурал логарифм авч бичвэл доорх тэгшитгэл гарна.

$$\ln\left(\frac{\overline{B}^{1/2}(|k|)}{k}\right) \approx \ln(D) - kR_0 \quad (21)$$

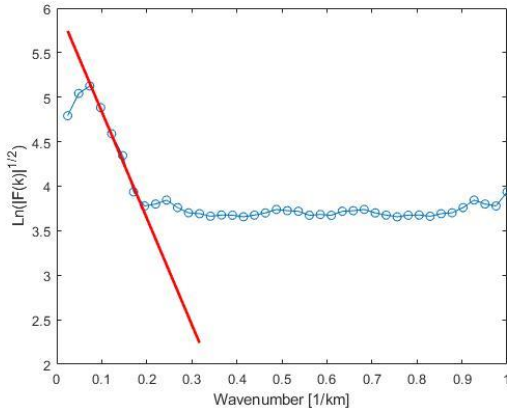
$$R_b = 2R_0 - R_t \quad (22)$$

(22)-томъёогоор Кюри гүн буюу литосферийн 580°C температуртай цэгийн гүнийг олдог. (Nazif, 2010), (Stampolidis & Tsokas, 2002).

4.2 Аномаль орны үүсгүүрийн гүн ба Кюри цэгийн гүнийг олох

Бид жишээ болгож, 2-р зурагт үзүүлсэн шар цонхонд харгалзах цэгүүдийн литосферийн аномаль соронзон орны утгуудад Фурье анализ хийж, (17)-томъёогоор илэрхийлэгдэх хамаарлыг тогтоотоов. Энэ хамаарлын хэлбэрийг 5-р зурагт үзүүлсэн. Эндээс шугаман илэрхийллээр дүрслэгдэх хэсгээс литосферийн аномаль орны үүсгүүрийн дээд заагийг (17)-томъёогоор хялбар олж болно. Үүнийг 5-р зургийн доор жишээ болгон бичив. Мөн дээрх цонхонд харгалзах цэгүүдийн литосферийн аномаль геосоронзон оронд Фурье анализ хийж, (21)-томъёогоор илэрхийлэгдэх хамаарлыг тогтоов. Үүнийг 6-р зурагт үзүүлэв. Энэ хамаарлын шугаман хэсгээс (21)-томъёогоор литосферийн аномаль геосоронзон орны үүсгүүрийн төв цэг хүртлэх зайг хялбар олж олно. Үүнийг 6-р зургийн доор жишээ

болгон бичив. Эндээс (22)-томъёогоор литосферийн аномаль геосоронзон орны үүсгүүрийн ёроол буюу 580°C температуртай Кюри цэгийн гүнийг олж болно. Үүнийг жишээ болгож, 5 ба 6-р зургийн доор бичсэн болно.

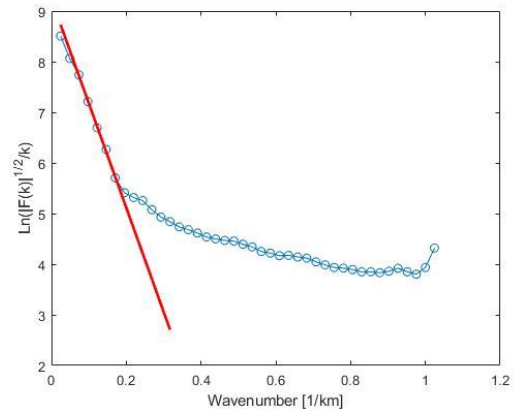


зураг 5 (17-р тэгшитгэлд бичсэн хамаарал)

$$\ln(|B(k)|^{\frac{1}{2}}) \approx \ln(C) - kR_t$$

$$R_t = \frac{6}{0.35} = 17.6 \text{ km}$$

$$R_b = 2R_0 - R_t = 2 * 25.7 - 17.6 = 33.8 \text{ km}$$



зураг 6 (21-р тэгшитгэлд бичсэн хамаарал)

$$\ln\left(\frac{|B(k)|^{\frac{1}{2}}}{k}\right) \approx \ln(D) - kR_0$$

$$R_0 = \frac{9}{0.35} = 25.7 \text{ km}$$

Бид 2-р зурагт үзүүлсэн шар цонхийг судалгаанд хамаарагдсан бүх талбайн дагууд гүйлгэн дээрх зарчмаар литосферийн аномаль геосоронзон орныг үүсгүүрийн дээд цэг хүртлэх зай болон, 580°C температуртай Кюри цэгийн гүнийг олсон болно. Уг цэгүүдийг ашиглан гадаргуу зурж болох ба үүнийг доорх 7 ба 8-р зурагт үзүүлэв.

Мөн ингэж олсон 580°C температуртай Кюри цэгийн гүн, литосферийн аномаль геосоронзон орны үүсгүүрийн дээд гадаргуу, хэмжилт хийгдсэн газрын гадаргуу зэргийг хамтад нь үе давхарга байдлаар дүрслэн үзүүлж болно. Эдгээр гадаргууг 9а-9с-р зурагт үзүүлэв. 9а ба 9с-р зурагт уг 3 хэмжээст гадаргууг янз бүрийн өнцгөөр эргүүлэх байдлаар үзүүлэв.

4.3 Газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалыг үнэлэх

Кюри гүнээс дээш температурын градиентийн хамаарал нь доор тэгшитгэлээр илэрхийлэгдэнэ. (Nazif, 2010), (Stampolidis & Tsokas, 2002), (Ya, Tianyao, Hermann, & Fangzhou, 2016).

$$\frac{dT}{dR} = \frac{580^{\circ}\text{C}}{R_b} \quad (23)$$

$$q = \lambda \frac{dT}{dz} = \lambda \frac{580^{\circ}\text{C}}{R_b} \quad (24)$$

q -газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгал. λ -чулуулгийн дулаан дамжуулах чадвар. Галт уулын гаралтай хүрмэн чулуулаг $\lambda=(1.3-2.9) \left[\frac{W}{m^{\circ}C}\right]$, Боржин чулуулаг давамгайлж байвал дараах утгыг авна. $\lambda = (2.4 - 3.8)\left[\frac{W}{m^{\circ}C}\right]$.

Дээрх 2-р зурагт үзүүлсэн цонхны орчим нь Булган аймгийн нутаг дахь Авзага уулын ард хамаарах талбай бөгөөд энэ бүс нутгийн чулуулаг нь ерөнхийдөө боржин чулуу давамгайлсан байсан тул бид литосферийн дулаан дамжуулах чадварыг ойролцоогоор $\lambda = 3.3\left[\frac{W}{m^{\circ}C}\right]$ гэж авсан болно.

Бид энэ цонхны төв цэгт харгалзах газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалын хэмжээг (24)-тэгшитглээр олж олно. Үүнийг жишээ болгож доор бичив.

$$R_b = 2R_0 - R_t = 2 * 25.7 - 17.6 = 33.8 \text{ km} \quad (25)$$

$\lambda = 3.3\left[\frac{W}{m^{\circ}C}\right]$ Авзага уулын орчмын чулуулгийн дулаан дамжуулах чадвар.

$$q = \lambda \frac{dT}{dz} = \lambda \frac{580^{\circ}\text{C}}{R_b} = 3.3 \frac{580^{\circ}\text{C}}{33.8} = 56.63 \left[\frac{mW}{M^2}\right] \quad (26)$$

2-р зурагт үзүүлсэн цонхыг гүйлгэн хэмжилт хийгдсэн бүх талбайн цэгүүд дээр газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалын хэмжээг олж болно. Бид ингэж олсон газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалын утгуудаар дулааны урсгалын түгэлтийн харуулж болно. Үүнийг 10-р зурагт үзүүлэв.

Могод орчмын ($100 \times 100 \text{ km}^2$) талбайн газрын гадаргаар алдагдах дундаж дулааны урсгалын хэмжээ нь $60.48 \left[\frac{mW}{M^2}\right]$ орчим гарч байна. Гэвч Хульжийн халуун рашааны орчимд уг дулааны урсгал хамгийн их $70 \left[\frac{mW}{M^2}\right]$ орчим гарч байв. Мөн хойшоо Ханжаргалант, Бугатын уулсын хөндийд орчимд гадаргын халуун усны илэрц байхгүй ч дулааны урсгалын хэмжээ нь харьцангуй их $(66-69) \left[\frac{mW}{M^2}\right]$ орчим гарч байна. Хульжийн голын сав дагууд урсгал нь дундажаар $62 \left[\frac{mW}{M^2}\right]$, Хульжийн нуруу, Могодын уулс, Хишиг-өндөрийн уулсаар газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгал

нь бага (49-53) $[\frac{mW}{M^2}]$. Судалгаанд хамаарагдсан энэ талбайн хувьд Сайхан уулын орчид дулааны урсгалын хэмжээ нь хамгийн бага 47-51 $[\frac{mW}{M^2}]$ гарч байна.

Мөн 2017 онд Улаанбаатар хотын баруун талд(40x40 km²) талбайд дээрх аргаар дулааны урсгалын түгэлтийн олсон болно. Улаанбаатарын орчмын талбайд хийгдсэн дулааны урсгалын түгэлтийг 11-р зурагт үзүүлэв. Энэ талбайн дундаж дулааны урсгалын хэмжээ нь 47.85 $[\frac{mW}{M^2}]$ гарч байв.

V. Дүгнэлт

1. Судалгаанд хамаарагдсан 100x100км.кв талбайн хувьд Хульжийн нуруу, Могодын нуруу, Сайхан уул, Хишиг-Өндөрийн уулсаар литосферийн аномаль геосоронзон орон нь (250-320) нТ, Авзага уулын арын хөндий, Хульжийн голын хөндий хойшоо Орхон голын хөндий зэрэг нам дор газарт (40-85) нТ орчим утгатай байна. Мөн энэ талбайн баруун хойно жижиг нуурын орчимд (-160÷-40) нТ гэсэн сөрөг утгатай байна.
2. Аномаль геосоронзон орон сөрөг утга авна гэдэг литосферт агуулагдах ферросоронзон чулуулгуудын доменуудын чиглэл нь дэлхийн үндсэн геосоронзон орны эсрэг чиглэлтэй байрласнаас болжээ.
3. Энэ талбайд литосферийн аномаль геосоронзон орны үүсгүүрийн гүн нь Хульжийн халуун рашаан орчим, Хүрэмтийн уулсын хөндий, Сайхан уулын зүүн хөндийд (-12÷-10) км орчим гүн гэж гарч байна. Хишиг-өндөр, Дашинчилэнгийн уулс орчимд литосферийн аномаль орны үүсгэгчийн гүн нь (-14.5÷-12.1) км гүнтэй байна. Мөн литосферийн аномаль орны үүсгүүрийн хамгийн гүн утга нь Сайхан уулын орчим (-18.5 ÷-16.5) км гэж гарч байна. Хамгийн бага утга нь Хишиг-өндөр уулын урд хөндийд, Авзага уулын арын хөндий, Бугантын өвөр хөндийн болон Ханжаргалантын зүүн хөндийд (-8.5÷-6.5) км гүнтэй гэж гарч байна.
4. Литосферийн ферросоронзон шинж чанар алдагдах Кюри гүн нь Хульжийн рашаан орчим, Авзага уулын арын хөндий, Ханжаргалантын зүүн хөндийд (-27÷-30) км орчим байна. Энэ гүн нь Хишиг-өндөр, Могод, Бүрэгхангай зэрэг уулархаг бүст (-36÷-31) км орчим утгатай байна. Сайхан уулын орчимд Кюри гүн нь хамгийн гүнзгий (-37÷-41) км орчим утгатай байна.

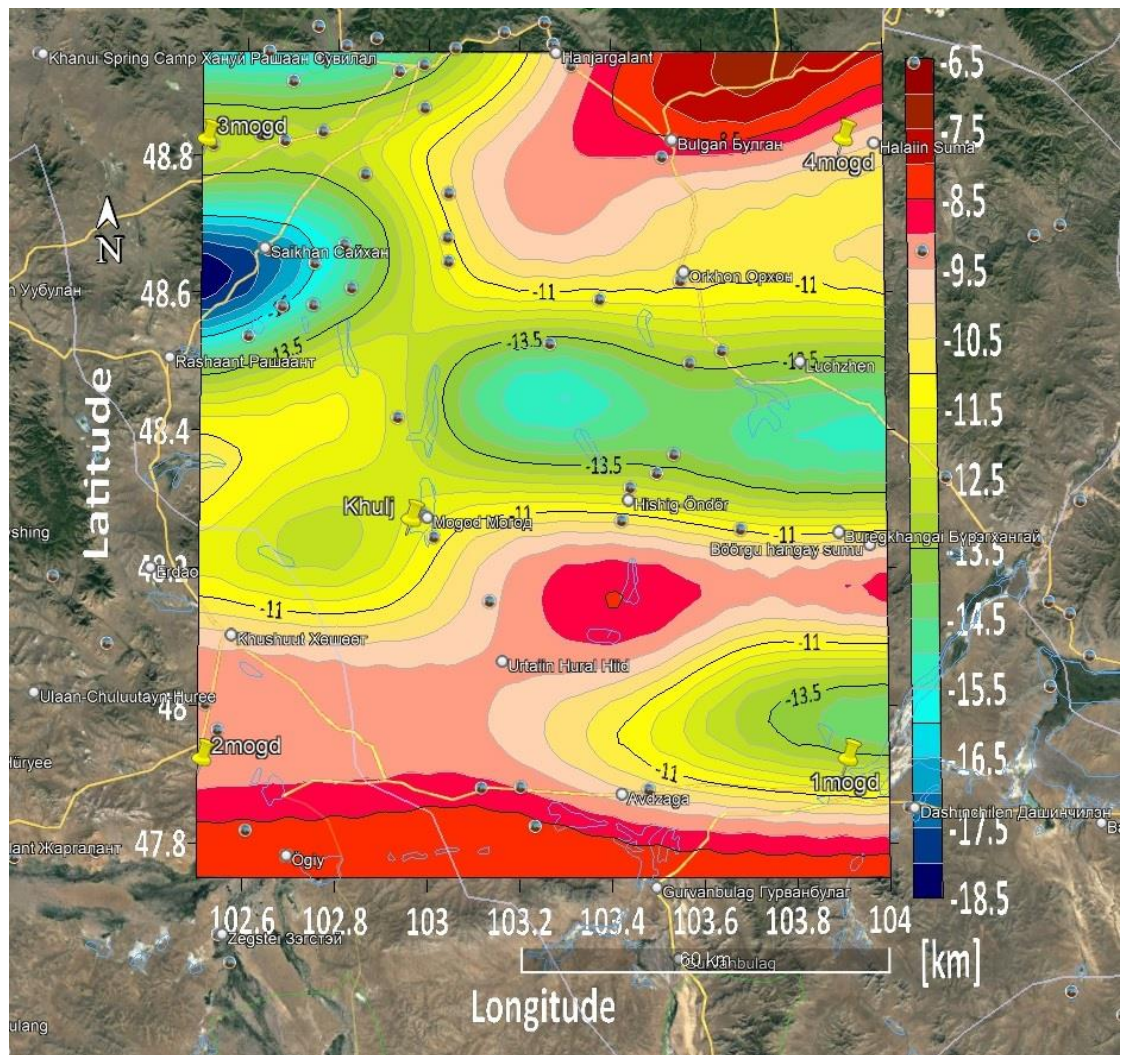
5. Газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалын хэмжээ нь Хульжийн халуун рашаан орчимд (65-70) $[\frac{mB\Gamma}{M^2}]$ ба нягтрал ихтэй гарч байна. Мөн Өгий, Ханжаргалантын зүүн хөндий орчмын гадаргын халуун усны илэрцгүй газарт тархвар байдлаар дулааны урсгалын хэмжээ нь (60-68) $[\frac{mB\Gamma}{M^2}]$ орчим гэж гарч байв.
6. Энэ судалгаанд хамаарагдсан нийт талбайн хувьд газрын гадаргаар алдагдах дундаж дулааны урсгалын хэмжээ нь 60.48 $[\frac{mW}{M^2}]$ гэж гарч байна.
7. 2017 онд Улаанбаатар хотын Сонгино хайрхан уулыг багтаасан (40x40км²) талбайд газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалыг уг талбайн дундажаар 47.85 $[\frac{mW}{M^2}]$ тогтоосон болно. Үүнтэй харьцуулж үзвэл Могод орчмын (100x100км²) талбайн газрын гадаргаар алдагдах дундаж дулааны урсгалын хэмжээ нь 60.48 $[\frac{mW}{M^2}]$ буюу харьцангуй их байна.
8. Хульжийн халуун рашааны байрлал нь Хульжийн нурууны өвөрт өндөршлийн түвшин нь огцом буурч байгаа хөндий нам дор газар ба дулааны урсгалын хэмжээ нь судалгаанд хамрагдсан талбайн хувьд ч харьцангуй их гарч байна. Мөн Хульжийн халуун рашаан орчимд судалгааны дэд бүтэц хөгжсөн суурин газар тул цаашид геофизикийн бусад аргуудаар судлах бүрэн боломжтой. Манай салбарын судлаачид Хульжийн халуун рашаан орчимд магнетотеллурикийн нарийвчилсан судалгааг үргэлжлүүлэн хийж байна.

VI. Ашигласан материалууд

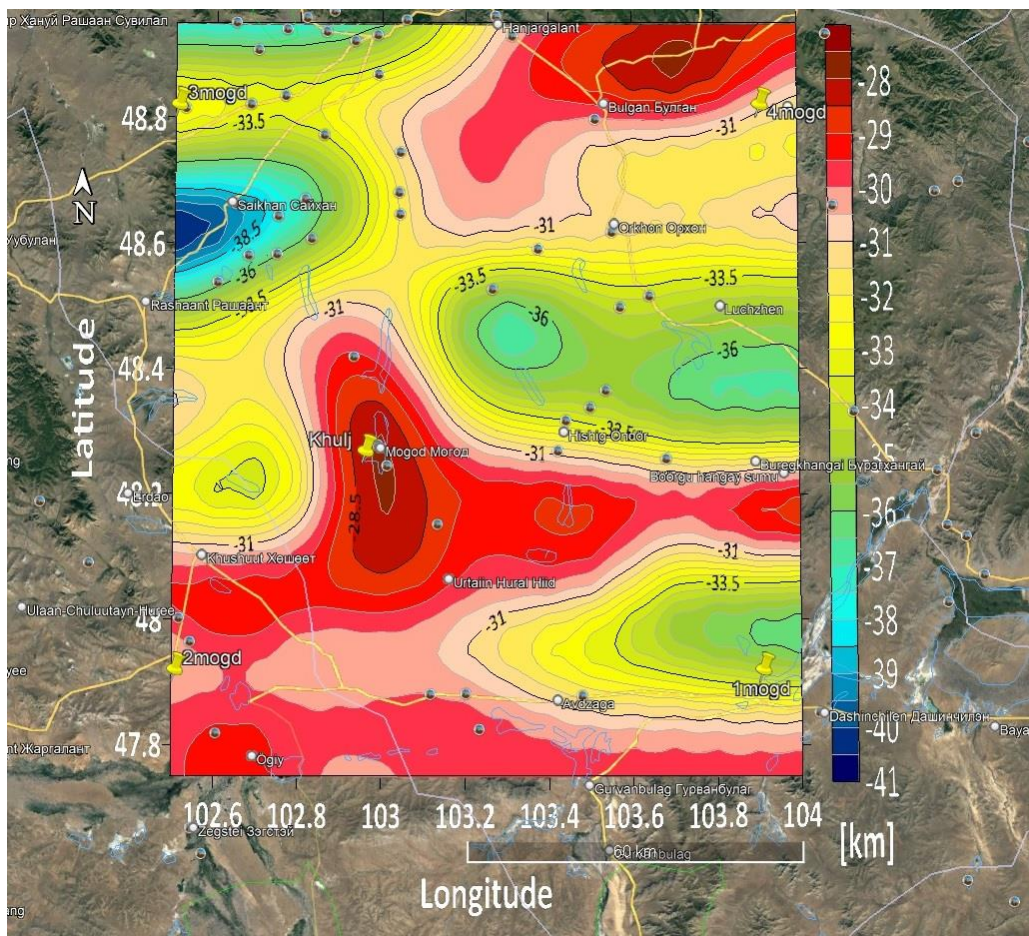
1. Bansal.A.R., Anand.S.P., Rajaram Mita, Rao VK, Dimri VP 2013. Depth to the bottom of magnetic sources (DBMS) from aeromagnetic data of central India using modified centroid method for fractal distribution of sources. *Tectonophysics* 603:155–161.
2. Blakely, R. (1995). Frontmatter. In *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications* (pp. I-Vi). Cambridge: Cambridge University Press.
3. Stampolidis. A., and Tsokas, G. N., 2002, Curie Point Depths of Macedonia and Thrace, N. Greece., *Pure and Applied Geophysics* Vol. 159, 2659-2671.
4. Nazif Maden 2010, Curie-point Depth from Spectral Analysis of Magnetic Data in Erciyes Stratovolcano (Central TURKEY), *Pure and Applied. Geophysics* Vol. 167, 349–358.
5. Ya Xu, Tianyao Hao, Hermann Zeyen and Fangzhou Nan., 2016, Curie Point Depths in North China Craton Based on Spectral Analysis of Magnetic Anomalies, *Pure and Applied. Geophysics* Vol. 173,1421-1430.
6. Hsien-Hsiang Hsieh, Chieh-Hung Chen, Pei-Ying Lin, Horng-Yuan Yen., 2014, Curie point depth from spectral analysis of magnetic data in Taiwan, *Journal of Asian Earth Sciences* 90, 26-33.

VII. Хавсралт

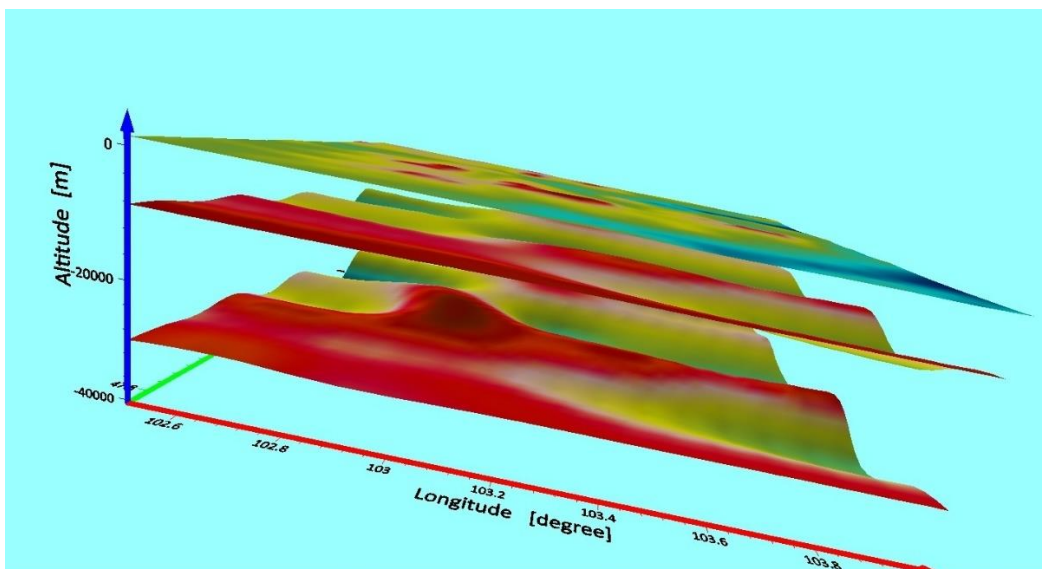
Хавсралт



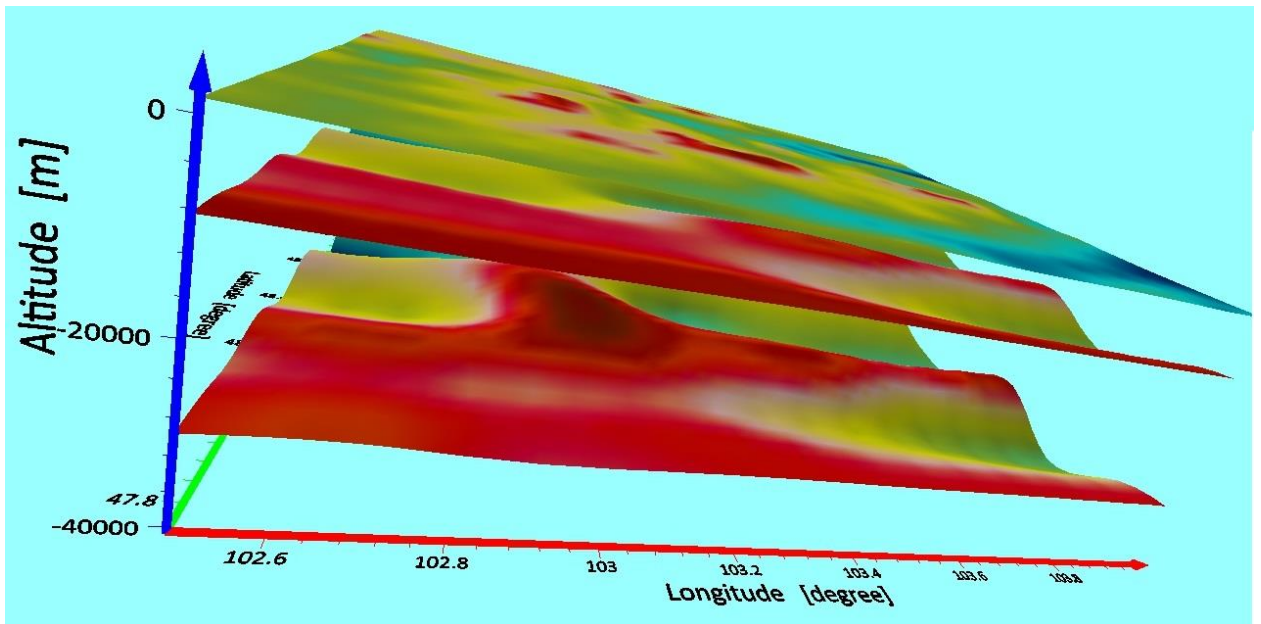
Зураг 7 (Могод орчмын (100x100км²) талбайн литосферийн аномаль геосоронзон орны үүсгүүрийн гүний түгэлтийн 2D зураглал)



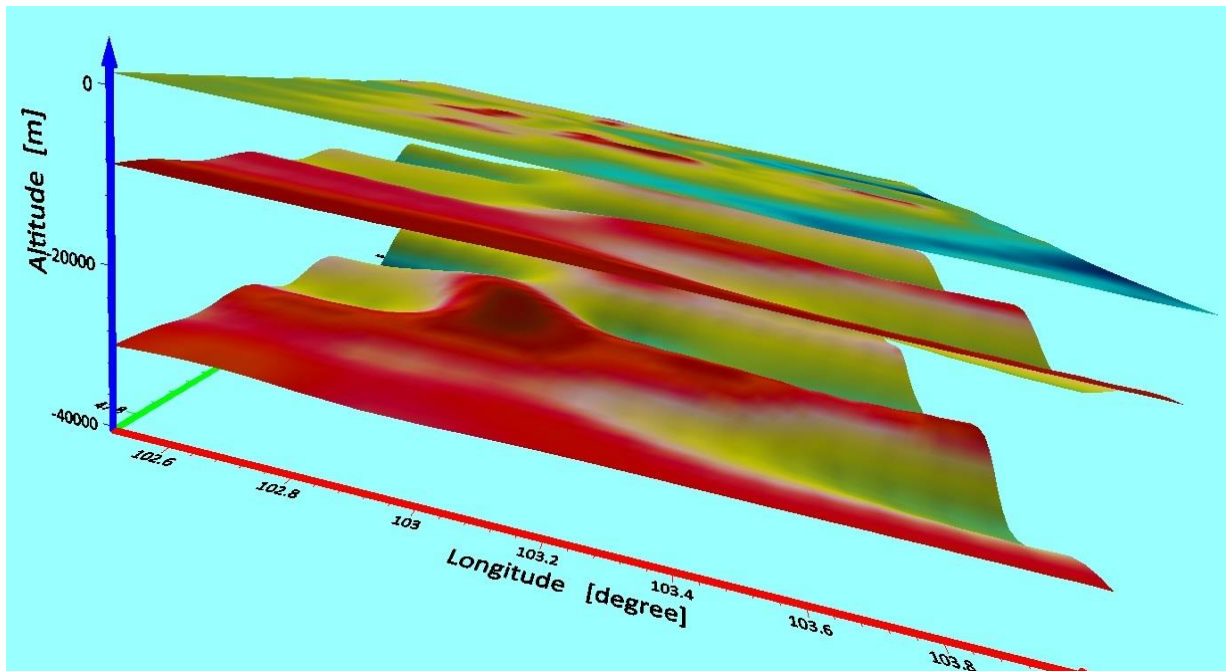
Зураг 8 (Могод орчмын (100x100км²) талбайн литосферийн Ферросорзон шинж чанар алдагдах 580°C температуртай Кюри гадаргын түгэлтийн 2D зураглал)



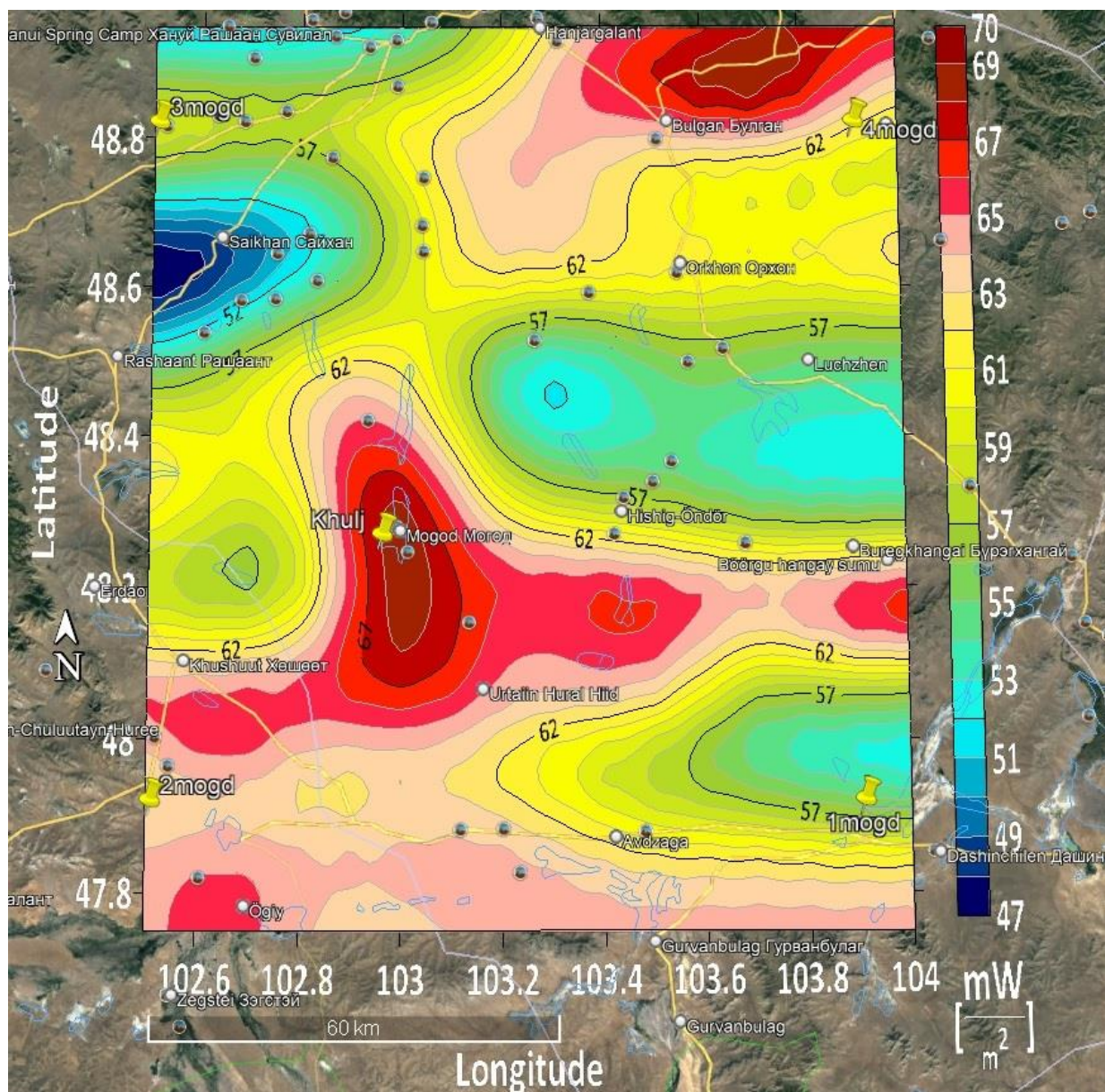
Зураг 9a



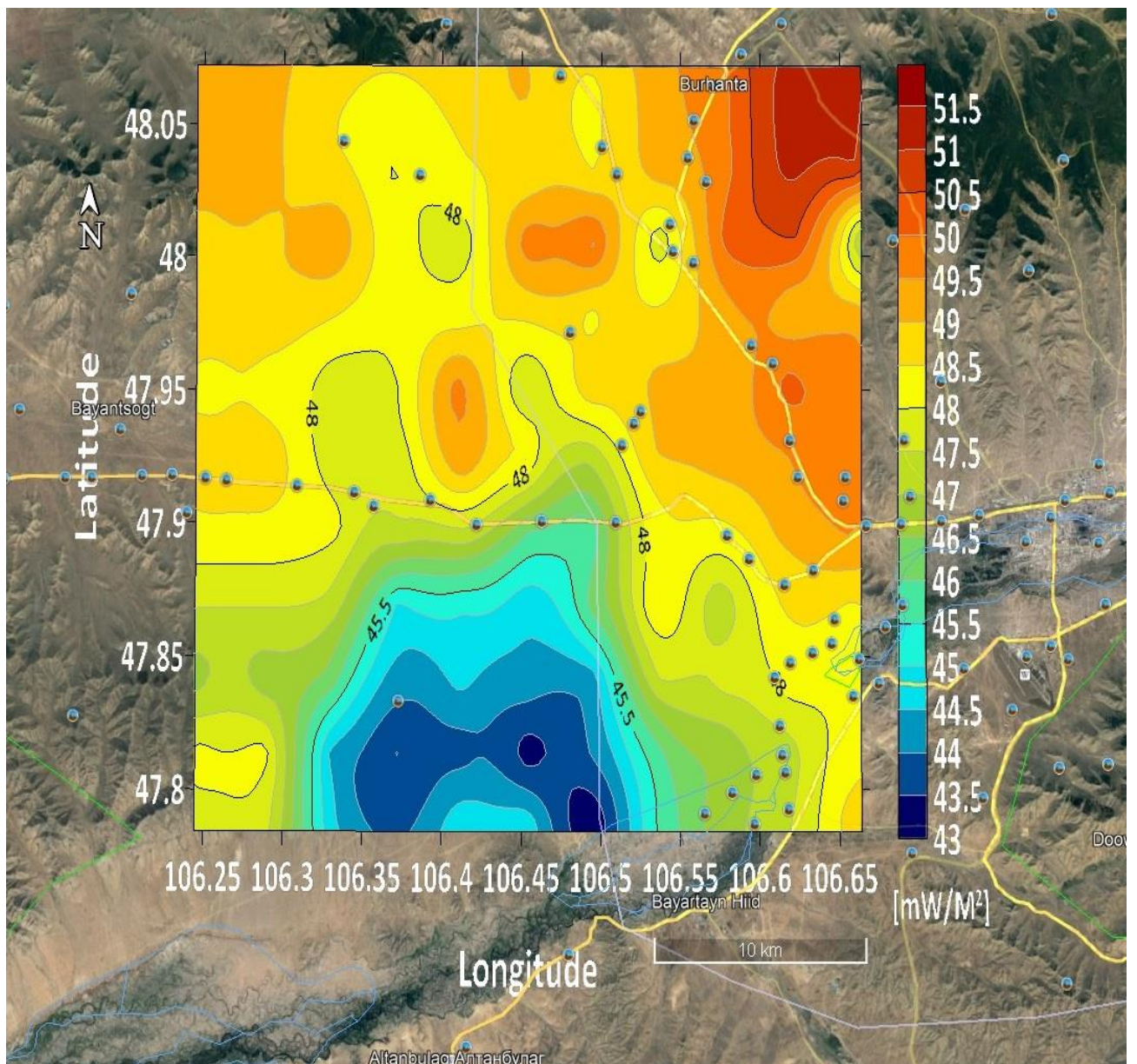
Зураг 9b



Зураг 9с (Могод орчмын (100x100км²) талбайн литосферийн аномаль геосоронзон орны үүсгүүрийн гүн болон Кюри гүнийг газрын гадаргатай харьцуулан үзүүлсэн 3D зураглал)



Зураг 10 (Могод орчмын (100x100км²) талбайн газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалын түгэлтийн 2D зураглал)



Зураг 11 (Улаанбаатар орчмын Сонгино хайрхан уулыг багтаасан (40x40км²) талбайн газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалын түгэлтийн 2D зураглал)



ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИЙН ГРАНТ МИНИ СИМПОЗИУМ

2021-2022 онд хэрэгжүүлсэн ШУА-ийн грант төслүүдийн үр дүнгийн хэлэлцүүлэг

Хэзээ: 2022 оны 9 дүгээр сарын 21-ний өдөр

Хаана: ШУА-ийн Тэргүүлэгчдийн газрын Их чуулганы хурлын танхимд

- 09:00 Нээлт
- 09:05 GPS буюу байршил тогтоогч цогц хяналтын системийн нарийвчлалыг сайжруулж дотоодын зах зээлд нэвтрүүлэх нь
Д.Ууганбаатар, ШУА-ийн Математик, тоон технологийн хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 09:25 Шинжлэх ухаан, боловсролын зүтгэлтэн академич А.Мекей
Б.Батгэрэл, ШУА-ийн Математик, тоон технологийн хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 09:45 Академич Чулууны Далай: “Амьдрал үйлс, эрдмийн өв” сэдэвт бүтээлийн судалгаа
Р.Төрдалай, ШУА-ийн Олон улсын харилцааны хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 10:05 XX зууны монголчуудын философийн өв
Б.Пүрэвсүрэн, ШУА-ийн Философийн хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 10:25 Говь-Алтай аймгийн археологийн дурсгалууд
Д.Базаргүр, ШУА-ийн Археологийн хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 10:45 Дижитал (цахим тоон) эдийн засаг ба аж үйлдвэрийн IV хувьсгал
А.Даваасүрэн, ШУА-ийн Олон улсын харилцааны хүрээлэн, доктор (Sc.D)
- 11:05 Нуурын орчин зүйг цөлжилтөөс хамгаалах, ногоон төгөлийг өргөжүүлэх
А.Дулмаа, ШУА-ийн Загас үржүүлгийн төв, академич
- 11:25 Хангайн дүүргийн цахиурлаг болон тунамал чулуулаг дахь радиолярийн судалгаа
Т.Оюунчимэг, ШУА-ийн Геологийн хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 11:45 Зүүн Хэнтий, Эрээний нурууны Нарс, Дагуур болон Чскановын шинэс модны газрын дээрх биомассын судалгаа
Ч.Доржсүрэн, ШУА-ийн Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн, академич
- 12:05 Цайны завсарлага
- 12:20 Зарим зүйл шарилжийн удам зүйн холбоо хамаарлыг молекулын түвшинд тодорхойлох нь
Ө.Болортуяа, ШУА-ийн Биологийн хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 12:40 10 гэв/с импульстэй протон-протон, протон-цөмийн харилцан үйлчлэлүүдийн фазын шилжилтийн судалгаа
Б.Отгонгэрэл, ШУА-ийн Физик, технологийн хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 13:00 Ботаникийн цэцэрлэгт тарималжуулж буй зарим өвслөг ургамлын эндомикоризын зүйлийн бүрдлийг тодорхойлох
Ц.Мөнхзул, ШУА-ийн Ботаникийн цэцэрлэгт хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 13:20 Зуун дамнасан үндэсний хэл бичгийн судлалын түүх
С.Байгалсайхан, ШУА-ийн Хэл зохиолын хүрээлэн, доктор (Sc.D)
- 13:40 Оюуны өмч үнэлэх арга зүйн судалгаа
П.Баянсан, Монголын мэргэшсэн үнэлгээчдийн институт
- 14:00 Бэлчээрийн төлийн гүзээндэх шаахайнцрын зүйлийн бүрэлдэхүүнийг судалж, таних түлхүүр бичиг-ном зохиох
Ш. Дэмбэрэл, ХААИС-ийн Мал эмнэлгийн хүрээлэн, академич
- 14:20 Архины бус шалтгаант элэг өөхлөх өвчин
Л.Тулгаа, Анагаах ухааны хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 14:40 Буудай (*Triticum Aestivum L.*)-н сортуудын навчны зэв өвчин (*Puccinia Triticina*)-ийг кодлогч маркер генийн судалгаа
Б.Одгэрэл, Хөдөө аж ахуйн их сургууль, доктор (Ph.D)
- 15:00 Геосоронзон орны мэдээллээр газрын гүний дулааны орны урсгалыг тодорхойлох
Г.Баянжаргал, ШУА-ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэн, доктор (Ph.D)
- 15:20 Цог сэтгүүлийн цахим мэдээллийн сан
Ж.Цэцэн, СУИС-ийн Соёлын сургуулийн багш, доктор (Ph.D)
- 15:40 Хэлэлцүүлэг
- 16:00 Хаалт

THE HEAT FLOW LOSING VIA EARTH'S SURFACE AROUND OF THE KHULJ'S HOT SPRING

Sh.Tserendug¹, G.Bayanjargal¹, T.Nasan-Ochir¹, Ts.Zolbadral²

Institute of Astronomy and Geophysics, Mongolian Academy of Sciences (MAS), Ulaanbaatar 13343, Mongolia¹

Nuclear Research Center, National University of Mongolia, Ulaanbaatar 13330, Mongolia²

E-mails: tserendug@iag.ac.mn, bayanjargal@iag.ac.mn, nasanochir@iag.ac.mn, zolbadral@mun.edu.mn

Abstract

In this paper, we extracted the values of geomagnetic anomaly sourced in lithosphere from the total intensity of geomagnetic that is measured on the 750 points on an area (100x100km²) around the Khulj's hot springs. The Curie Point Depth (CPD), which is lost magnetic properties of the lithosphere with 580 °C, was determined by the method of spectral analysis in the values of the geomagnetic anomaly as well. The heat flows lost on Earth's surface was also detected by the method of the gradient of temperature from the CPD. And the distribution (2D) map of heat flow around of the Khulj's hot spring were illustrated by the values of heat flows. Moreover, the average values of heat flow for whole the area (100x100km²) was about 60 [$\frac{mW}{M^2}$], and it was estimated at about 70 [$\frac{mW}{M^2}$] at the Khulj's hot springs.

Keywords: Curie point depth, Spectral analysis, Geomagnetic anomaly.

Introduction

The measured geomagnetic field on the Earth's surface is a summation of magnetics with many different sources. Only the geomagnetic anomaly, which is sourced in the lithosphere, is studied in this paper. There are crystal rocks with iron, nickel, and cobalt in the lithosphere. Iron, cobalt, and nickel are substances with ferromagnetic properties. Briefly, the geomagnetic anomaly is arisen from the layer of the lithosphere contained with iron, cobalt, and nickel. Generally, the temperature of the lithosphere is increased to the depth. The ferromagnetic properties of crustal rocks and minerals vanish in the crust's depth where the temperature is approximately 580°C, or they become a paramagnetic state. In other words, the geomagnetic anomaly arises from the rocks and minerals upper the boundary with a temperature of 580°C. The points with the temperature of 580°C are the critical points where the phase of crustal rocks and minerals is changed. The points of phase changed are called Curie points as well. Moreover, the distances from the earth's surface to the points, at which the phase of rocks is changed, are called Curie point depth (CPD).

The CPD could be estimated by the method of the spectral analysis of geomagnetic anomalies. The method of spectral analysis to define CPD was written briefly in this paper.

Studies for CPD have been done indifferent countries' areas since 2000.

For example, the CPD for Macedonia and Thrace (N. Greece) is estimated range from 11.2 to 17.3 km. (Stampolidis, A, and Tsokas, G. N, 2002). The CPD in central India is defined from 14 to 29 km (Bansal et al. 2013). The CPD in central Turkey is estimated about 13.7 km. (Nafiz Maden, 2010). The CPD on the area (180x180km²) of North China is determined as the different values from 18 to 32 km. (Ya Xu et al. 2016). The CPD on the island of Taiwan also ranges from 6 to 17 km. (Hsien-Hsiang Hsieh et al. 2014).

In addition, the heat flows lost on Earth's surface could be estimated by the method of the gradient of temperature from the CPD. We mentioned briefly the method of the gradient of

temperature to define heat flows in this paper. Previously, in 2018, our groups conducted a study to detect heat flow in two areas near Ulaanbaatar.

The variation in the CPD could be existed by the effects of geological activity phenomena such as activations of tectonics and volcanoes.

There are many hot springs in the territory of Mongolia such as Khulj's hot spring, Shargaljuut's hot spring, and Tsetserleg's hot spring.

This paper aims to estimate the heat flow losing Earth's surface around Khulj's hot spring with latitude= 48.249259°, longitude=102.953041° and altitude=1472.2m.

Methodology

Theoretically, the power density spectrum of geomagnetic anomaly in the lithosphere is given by Blakely (1995) as

$$\Phi(k_x, k_y) = \Phi_M(k_x, k_y) \cdot F(k_x, k_y) \quad (1)$$

$$F(k_x, k_y) = 4\pi^2 C_m^2 |\theta_m|^2 |\theta_f|^2 e^{-2|k|z_t} (1 - e^{-2|k|(z_b - z_t)})^2 \quad (2)$$

where $\Phi_M(k_x, k_y)$ is the power density spectrum of magnetisation, $F(k_x, k_y)$ is a function that depends on the vector directions of magnetisation and ambient field (Blakely, 1995). z_t -is the depth from the surface of Earth to the top of the magnetised layer. z_b -is the depth to the bottom of magnetised layer. C_m is a constant. θ_m and θ_f - are factors related to the direction of magnetization and geomagnetic anomaly. k_x and k_y are wavenumbers in the x and y directions respectively and

$$k = \sqrt{k_x^2 + k_y^2} \quad (3)$$

is the horizontal wavenumber. If the magnetization function $M(x,y)$ is completely random and uncorrelated, then $\Phi_M(k_x, k_y)$ - can be considered as a constant. The radial averages of θ_m and θ_f are constants and the factor of dependency on depth $e^{-2|k|z_t} (1 - e^{-2|k|(z_b - z_t)})^2$ is radial symmetry. Thus, the radial average of $\Phi(k_x, k_y)$ can be written as the form

$$\overline{\Phi}(|k|) = A \cdot e^{-2|k|z_t} (1 - e^{-2|k|(z_b - z_t)})^2, \quad (4)$$

where A is a constant.

If taken quadrate root and natural logarithm of both sides of Eq. (4), it become as the following formula

$$\ln \overline{\Phi}(|k|)^{1/2} = \frac{1}{2} \ln(A) - |k|z_t + \ln(1 - e^{-2|k|(z_b - z_t)}). \quad (5)$$

If wavelengths are less than approximately twice the thickness of the layer, Eq.(5) could be approached in the form

$$\ln \overline{\Phi}(|k|)^{1/2} = B - |k|z_t, \quad (6)$$

where B is a constant and equals with $\frac{1}{2} \ln(A)$.

Eq. (6) is used to estimate z_t -the depth to the top of a magnetic layer in many articles such as Bansal et al. (2013), Nazif Maden (2010), Ya Xu et al. (2016), Hsien-Hsiang Hsieh et al.(2014), **Stampolidis et al.(2002)**.

We have also estimated the depth to the top of magnetic z_t from Eq(6).

If the centroid of magnetic layer is expressed as

$$z_c = (z_b + z_t)/2, \quad (7)$$

Eq. (4) can be rewritten in the form

$$\overline{\Phi}(|k|) = A \cdot e^{-2|k|z_c} (e^{-|k|(z_t-z_c)} - e^{-|k|(z_b-z_c)})^2. \quad (8)$$

Moreover, the quadrate root of Eq. (8) could be obtained as

$$\overline{\Phi}^{\frac{1}{2}}(|k|) = C \cdot e^{-|k|z_c} (e^{-|k|(z_t-z_c)} - e^{-|k|(z_b-z_c)}), \quad (9)$$

Where C is a constant and equals with $A^{1/2}$.

The values of distinctions $|z_t - z_c|$ and $|z_b - z_c|$ on the exponent in Eq. (9) are similar to the half the thickness of the magnetic layer as

$$d = |z_t - z_c| = |z_b - z_c|. \quad (10)$$

Thus, we can approach in Eq. (9) at long wavelengths as

$$\overline{\Phi}^{\frac{1}{2}}(|k|) = C \cdot e^{-|k|z_c} (e^{|k|d} - e^{-|k|d}) \approx C \cdot e^{-|k|z_c} \cdot 2|k|d \quad (11)$$

If we take the natural logarithm of $\overline{\Phi}^{\frac{1}{2}}(|k|)/|k|$ in Eq. (11), it can be rewritten in the following form

$$\ln \left(\overline{\Phi}^{\frac{1}{2}}(|k|)/|k| \right) = G - |k|z_c, \quad (12)$$

where G is a constant and equals with $\ln(2Cd)$.

The centroid of magnetic layer z_c was estimated from Eq(12) such as

Many papers, such Bansal et al. (2013), Nazif Maden (2010), Ya Xu et al. (2016), Hsien-Hsiang Hsieh et al. (2014), and Stampolidis et al, (2002) estimated the centroid of the magnetic layer z_c from Eq. (12).

Thus, we have also estimated the centroid of magnetic layer z_c from Eq. (12).

In addition, the depth to the bottom of magnetised layer z_b is estimated as

$$z_b = 2z_c - z_t \quad (13)$$

The geothermal gradient (dT/dz) between the Earth's surface and the CPD (Z_b) can be defined by Eq.(14) (Nazif Maden (2010), Ya Xu el al.(2016)) and 580°C is the Curie temperature for magnetic

$$\frac{dT}{dz} = \frac{580^\circ\text{C}}{z_b} \quad (14)$$

Further, the geothermal gradient can be related to the heat flow q by using the formula (Nazif Maden (2010), Ya Xu el al.(2016), Hsien-Hsiang Hsieh et al.(2014))

$$q = \lambda \frac{580^\circ\text{C}}{z_b} \quad (15)$$

where λ is the coefficient of thermal conductivity. The Eq. (15) demonstrates that the CPD is inversely proportional to the heat flow. (Nazif Maden (2010), Ya Xu el al.(2016), Hsien-Hsiang Hsieh et al.(2014))

Curie Point Depth and heat flow estimating around the Khulj's hot spring

In 2022, we measured the absolute values of geomagnetic on the 700 points shown on the fig (1). And the points, which are located by the matrix shape, are in the area ($100 \times 100 \text{km}^2$) surrounding the Khulj's hot spring.

The measured geomagnetic on the Earth's surface is summation of the magnetic fields with many different sources. The summation geomagnetic could be written as

$$B_1 = M_1 + (Br + Brv) + Ba_1, \quad (16)$$

Where B_1 -is the absolute values of geomagnetic that are measured on the Erath's surface or on the points shown in fig. 1. M_1 -is main geomagnetic that is sourced inner core of the Earth. Br -

is magnetic field that is sourced outer of the Earth and Brv -is its variation. Ba_1 - is geomagnetic anomaly that is sourced in the lithosphere. Ba_1 has local properties and it has to measure with different values on the points shown in fig.1. The anomaly geomagnetic, which is sourced in the lithosphere, has to extract from the summation of the geomagnetic in Eq (16). In order to extract the anomaly geomagnetic, we measured continuously the geomagnetic on stationary points among the area shown on fig (1).

The geomagnetic, which is measured on the stationary point, could be written as follows

$$B_0 = M_0 + (Br + Brv) + Ba_0. \quad (17)$$

From Eq. (17) the magnetic field, which is sourced outer of the Earth, and its variation could be rewritten as

$$(Br + Brv) = B_0 - M_0 - Ba_0. \quad (18)$$

The magnetic field in Eq. (18), which is sourced outer of the Earth, has global properties.

Therefore we have done an approaching that the term $(Br + Brv)$ in Eq. (18) is measured with similar to values on the all points shown in the fig(1) in the synchrony moment.

From Eq. (16) and (18) the geomagnetic anomaly on the points in fig (1) can be written as

$$Ba_1 = B_1 - M_1 - (B_0 - M_0 - Ba_0) \quad (19)$$

where the terms M_1 and M_0 could be solved by the model IGRF on the points which latitudes, longitudes and altitudes are known. B_1 - is the values of geomagnetic that is measured on the points in the fig. (1). B_0 -is the values of geomagnetic that are measured on the stationary point synchronously with the points in the fig. (1). Ba_0 -is geomagnetic anomaly on the stationary point and it is sourced in the lithosphere. In this studying, it is calculated about 89.5nT on the stationary point.

The Distribution of the geomagnetic anomaly could be illustrated by the expressed values in Eq. (19) and it is shown on fig. (2). For the area shown in fig (1), the power density depending on wave number on the Eq. (6) could be solved by Fourier transform in the values of geomagnetic anomaly written on the Eq. (19).

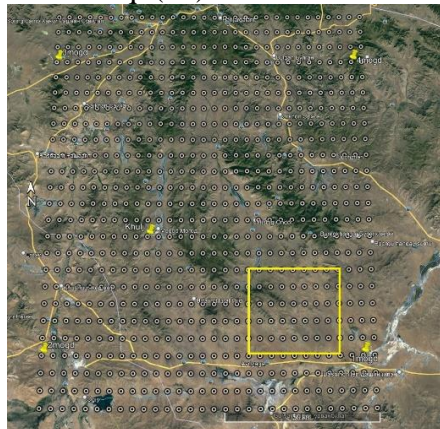


Fig. 1

(Locations of points measured absolute values of the geomagnetic)

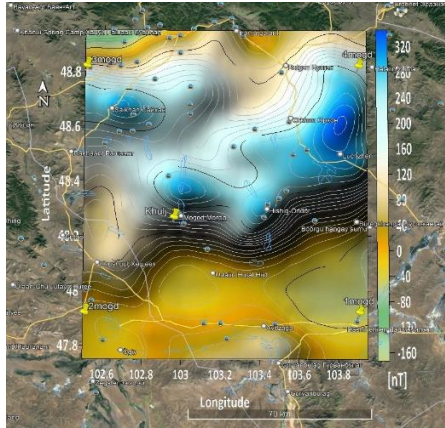


Fig. 2

(The distribution of the geomagnetic anomaly could be illustrated by the expressed values in Eq. (19))

In this case, the power density of dependency on the wave number on the Eq. (6) could be solved by Fourier transform in the values of geomagnetic anomaly via the Eq. (19) around the Khulj's hot spring.

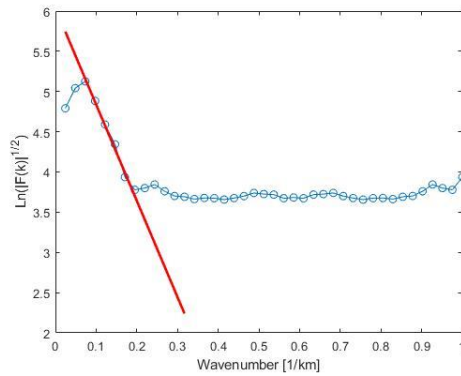


Fig 3

(The depth to the top of sourcing layer of strong magnetic, z_t by Eq.(6).)

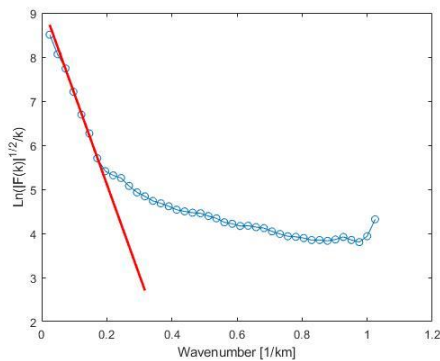


Fig 4

(The depth to the center of sourcing layer of strong magnetic, z_c by Eq. (12).)

The angular coefficient of the linear part illustrated in fig.(3) represents the depth to the top of the sourcing layer of the strong magnetic that it is z_t in Eq.(6).

In the case shown in fig. (3), it is estimated as $z_t = \frac{6}{0.35} = 17.6 \text{ km}$.

Similarly, the power density of the dependency on the wave number on the Eq(12) could be solved and it is illustrated on the fig(4).

The angular coefficient of the linear part depicted in fig (4) represents the depth to the center of the sourcing layer of the strong magnetic that it is z_c in Eq. (12).

In this case displayed in fig. (4), it is estimated as $z_c = \frac{9}{0.35} = 25.7 \text{ km}$.

Now, CPD, in which magnetic properties of the lithosphere are lost depth, could be solved from Eq. (13).

On the occasion shown in fig (4-5), the CPD is solved as $z_b = 2z_c - z_t = 2*25.7 - 17.6 = 33.8 \text{ km}$. Moreover, the heat flow, which is lost by the Earth's surface, could be solved by Eq. (15).

Generally, the coefficients of thermal conductivity are $\lambda = 1.3 \div 2.9 [\frac{W}{M^\circ C}]$ in the layers of basalts and $\lambda = 2.4 \div 3.8 [\frac{W}{M^\circ C}]$ in the layers of granites (Nazif Maden (2010), Ya Xu et al.(2016), Hsien-Hsiang Hsieh et al.(2014)).

We had chosen the values of coefficients by types of layers of stones. In this case, the calculation was performed behind the mountain named Avzaga inner the yellow window on fig. (1). Nearby the Avzaga, the structure of granites dominated in the layer of stones. Therefore λ , the coefficient of thermal conductivity, has been chosen as $\lambda = 3.3 [\frac{W}{M^\circ C}]$.

The heat flow, on the center of yellow window in fig. (1), equal to

$$q = \lambda \frac{580^\circ C}{z_b} = 3.3 \frac{580}{33.8} = 56.2 [\frac{mW}{M^2}] \quad (20)$$

The CPDs and the heat flows for the whole area have been studied by the method that transferred the yellow window according to the area (100x100km²) shown in Fig. (1).

The distribution map of CPD for the studied whole area could be plotted by all the values of CPD. Similarly, the distribution map of heat flows for whole this area could be presented via its all values.

They are depicted in Figs. 5-6. In Fig. (5), the Earth's surface is shown on the upper layer.

The surface of top sourcing of anomaly magnetic is displayed by the middle layer and Curie surface is depicted by the bottom layer in Fig. (5). The distribution of heat flow losing by the Earth's surface is also depicted in Fig. (6).

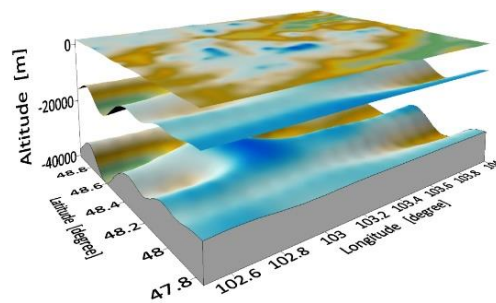


Fig. 5.

(The layers of CPD and top sourcing of magnetic anomaly are presented here. The Earth's surface is shown on the upper layer. The surface of top sourcing of geomagnetic anomaly is displayed on the middle layer and Curie surface is depicted on the bottom layer.)

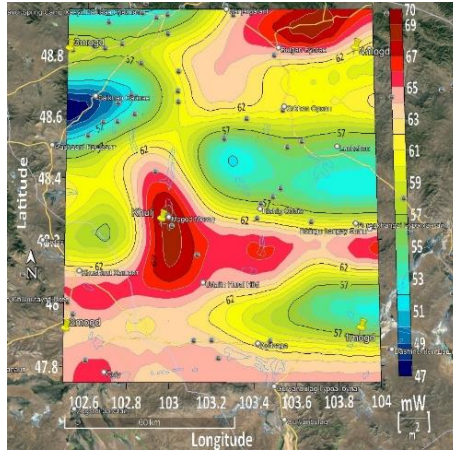


Fig. 6

(The distribution of heat flow lost through the Earth's surface)

Results and discussion

The values of geomagnetic anomaly are about 200÷300nT at the center of the area. The south part of the studied area, is (10÷80)nT. In the west north of the area, which is around small lakes, the values of geomagnetic anomaly is about (-80 ÷ -120) nT by displayed on Fig. (2). The average CPD for the whole area were estimated at about (-31.8 km). The CPD nearby at the Khulj's hot spring were about (-27÷-29) km. In the part of the east north of this area, the CPD were also defined at (-27÷-29) km. The CPD was about (-33÷-40) km in the other part of this area.

The heat flow was estimated at (65÷70) $[\frac{mW}{M^2}]$ nearby at the Khulj's hot spring. Generally, the heat flows were about (63÷65) $[\frac{mW}{M^2}]$ in the part of the west- south on the area shown in Fig. (6). In the part of the east- south and the east on the area, the heat flows were about (51÷61) $[\frac{mW}{M^2}]$. The average heat flows of this area were estimated about 60 $[\frac{mW}{M^2}]$.

Conclusions

The negative values of the geomagnetic anomaly in the west-north of the area shown in Fig. (1) could be due to the effect of small lakes, and the direction of the ferromagnetic in rocks of the lithosphere which is the opposite direction to the geomagnetic of Earth.

According to this study, the average heat flow lost from Earth's surface is about 60 $[\frac{mW}{M^2}]$, which is more than 46 $[\frac{mW}{M^2}]$ the heat flow on areas in the vicinity of Ulaanbaatar. Moreover, the heat flow is about 65-70 $[\frac{mW}{M^2}]$ nearby at the Khulj's hot springs, which shows that the heat flow is relatively higher than the average for whole areas. There was also high heat flow in the small areas where there were no hot springs on the surface of the Earth.

References

1. Blakely, R. J., 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications*, Cambridge University Press, Cambridge, U. K.
2. Bansal, A.R., Anand, S.P., Rajaram Mita, Rao, V.K., Dimri, V.P., 2013. Depth to the bottom of magnetic sources (DBMS) from aeromagnetic data of central India using modified centroid method for fractal distribution of sources. *Tectonophysics* 603:155–161.
3. Stampolidis, A., and Tsokas, G. N., 2002, Curie Point Depths of Macedonia and Thrace, N. Greece., *Pure and Applied Geophysics* Vol. 159, 2659-2671.
4. Nazif Maden 2010, Curie-point Depth from Spectral Analysis of Magnetic Data in Erciyes Stratovolcano (Central TURKEY)., *Pure and Applied. Geophysics* Vol. 167, 349–358.
5. Ya Xu, Tianyao Hao, Hermann Zeyen and Fangzhou Nan., 2016, Curie Point Depths in North China Craton Based on Spectral Analysis of Magnetic Anomalies, *Pure and Applied. Geophysics* Vol. 173,1421-1430.
6. Hsien-Hsiang Hsieh, Chieh-Hung Chen, Pei-Ying Lin, Horng-Yuan Yen., 2014, Curie point depth from spectral analysis of magnetic data in Taiwan, *Journal of Asian Earth Sciences* 90, 26-33.

**СУУРЬ, ХАВСАРГА СУДАЛГААНЫ ГРАНТААР ГҮЙЦЭТГЭХ ТӨСӨЛ
ХЭРЭГЖҮҮЛЭХ, САНХҮҮЖҮҮЛЭХ ГЭРЭЭ**

2020 оны 06
дугаар
сарын 03 ны өдөр

Дугаар: МУАч-2020/18

Улаанбаатар хот

Захиалагч: Шинжлэх Ухааны Академийн эрдэмтэн нарийн бичгийн дарга Б.Авид

Санхүүжүүлэгч: Шинжлэх Ухаан, Технологийн Сангийн захирал М.Тунгалаг

Гүйцэтгэгч: ШУА-ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэнгийн захирал С.Дэмбэрэл

/цаашид" талууд" гэх/, Шинжлэх ухаан, технологийн тухай хууль, Монгол улсын шинжлэх ухааны академийн ерөнхийлөгчийн 2020 оны 4 дүгээр сарын 9-ний өдрийн А/44 тушаалыг тус тус үндэс болгон "Геосоронзон орны мэдээллээр газрын гүний дулааны орны урсгалыг тодорхойлох" нэртэй Г.Баянжаргал удирдагчтай суурь, хавсарга судалгааны грантаар гүйцэтгэх төсөл /цаашид "төсөл" гэх/ хэрэгжүүлэх талаар харилцан тохиролцож энэхүү гэрээг байгуулав.

Нэг. Ерөнхий зүйл

- 1.1. Төслийг 2020 оны 05 дугаар сарын 01-ний өдрөөс эхлэн 2021 оны 04 дүгээр сарын 30-ны өдөр хүртэл нэг жилийн хугацаанд хийж гүйцэтгэнэ.(12 сар)
- 1.2. Төслийн нийт эрдэм шинжилгээний зардал 7,000.0 мянган төгрөг.
- 1.3. Судалгааны дүнд дэвшүүлэх таамаглал, бүтээл, туурвилын чиглэл, шинжлэх ухааны шинэлэг тал, ач холбогдол, үр дүнг тодорхойлж гэрээнд тусгана.
- 1.4. Шинэ бүтээлийн патент, бүтээгдэхүүний загвар, ашигтай загварын гэрчилгээ авсан, зохиогчийн эрхэд хамаарах бусад бүтээл бий болгосон тохиолдолд тухайн бүтээлийг ашиглах онцгой эрх болон зохиогчийн эрхтэй холбогдон үүссэн харилцааг Патентын тухай хууль, Зохиогчийн эрх болон түүнд хамаарах эрхийн тухай хууль, Иргэний хууль ба энэ гэрээнд дурдсаны дагуу зохицуулах зарчим баримтална. Өөрөөр зохицуулах шаардлага гарвал талуудын хооронд нэмэлт гэрээ, хэлцэл байгуулж болно.

Хоёр. Талуудын үүрэг

2.1. Үүрэг

2.1.1 Захиалагч дараах үүрэг хүлээнэ.

- а/ төслийн гүйцэтгэлд байнгын хяналт тавих;
- б/ гүйцэтгэгчийн үйл ажиллагаанд зохих дэмжлэг туслалцаа үзүүлэх;
- в/ төслийн үр дүнгийн үнэлгээ, тайланг хянаж баталгаажуулах;
- г/ төслийн үр дүнг хүлээн авч түүнийг үйлдвэрлэл, хэрэглээнд ашиглах арга хэмжээг зохион байгуулах;
- д/ үр дүнгийн ашиглалтын байдлыг харгалзан гүйцэтгэгч нарыг зохих журмын дагуу хөхүүлэн дэмжих, урамшуулах;

2.1.2. Санхүүжүүлэгч дараах үүрэг хүлээнэ.

- а/ төслийн төсөвт зардлыг төслийн удирдагчийн гаргасан графикийн дагуу бүрэн санхүүжүүлэх;
 - б/ гэрээнд заасан хуваарийн дагуу төслийг хугацаанд нь санхүүжүүлэх;
 - в/ төслийн хөрөнгө зардлын зарцуулалт, ашиглалтын байдалд санхүүжүүлэгчийн зүгээс хяналт тавьж, гарсан дутагдал, зөрчлийг тухай бүр арилгах арга хэмжээ авах;
- 2.1.3. Гүйцэтгэгч, төслийн удирдагч дараах үүрэг хүлээнэ.**

а/ төслийг хугацаанд нь багтааж бүрэн гүйцэтгэх, үр дүнг тоо чанарын хувьд захиалсан түвшингээс бууруулахгүйгээр бүтээж бий болгох;

б/ төслийн хөрөнгө зардлыг оновчтой хэлбэрээр хуваарилж, үр өгөөж сайтайгаар зарцуулах;

в/ төслийн гүйцэтгэлийн явц, үр дүнгийн талаар холбогдох байгууллага, албан тушаалтанд хагас, бүтэн жилээр санхүүгийн гүйцэтгэлийг улирал бүр тайлагнах;

г/ гүйцэтгэж буй ажил, түүний үр дүнгийн талаар сурталчилж байх, үр дүнг нэвтрүүлэх буюу ашиглах аж ахуйн нэгж байгууллагуудтай холбоо тогтоох;

д/ гүйцэтгэгч төслөөр гарсан дүгнэлт, тоо баримт, мэдээ, үр дүнг хэвлэн нийтлэх болон илтгэхдээ тухайн төслийн нэр, дугаарыг заавал оруулж байх;

е/ Гүйцэтгэгч хайгуулын болон ёс зүйн зөвшөөрөл авч судалгааг эхлэх;

ё/ Судалгааны үр дүнд:

1. Төслийн хүрээнд халуун усны ил илэрцтэй болон илэрцгүй талбайн дулааны урсгалын түгэлтийг харьцуулсан судалгаа хийх. Судалгааны ажлын үр дүнг нэгтгэн эрдэм шинжилгээний өгүүлэл бичиж, ШУА-ийн мэдээ сэтгүүлд хэвлүүлэх
2. Судалгааны талбайн Кюри гадаргуугийн гүний зургийг гаргах

Гурав. Талуудын эрх

3.2. Эрх

3.2.1. Захиалагч дараах эрх эдэлнэ.

а/ төслийн гүйцэтгэл, үр дүн, түүний баталгаажуулалт зэрэг асуудлын талаар гүйцэтгэгчээс тухай бүр мэдээ, тайлан гаргуулж авах, гэрээний үүргийг биелүүлэх, зөрчил дутагдлыг арилгах талаар түүнд анхааруулах, шаардлага тавих;

б/ төслийн захиалсан үр дүнд холбогдолгүй ажлыг гүйцэтгэж буй тохиолдолд уг ажлыг зогсоох тухай асуудлыг зохих журмын дагуу тавьж шийдвэрлүүлэх;

в/ төслийн үр дүн нь захиалагчийн хэрэгцээ шаардлагыг хангахгүй тохиолдолд ажлыг зогсоох буюу шинэчлэх, гэрээг цуцлах асуудлыг зохих журмын дагуу тавьж шийдвэрлүүлэх;

г/ гэрээний шаардлагыг хангаагүй үр дүнг хүлээж авахгүй байх уг ажлыг дахин гүйцэтгүүлэх, эсвэл төлбөр тавих;

д/ захиалсан үр дүнгийнхээ патентыг эзэмших үр дүнг захиран зарцуулах;

е/ төслийн эрдэм шинжилгээний ажлын тайланг өмчлөх, бусдад ашиглуулах асуудлыг шийдвэрлэх;

ж/ өгөөж, ашиг сайтай үр дүн бий болгосон тохиолдолд гүйцэтгэгчийг зохих журмын дагуу урамшуулах;

3.2.2. Санхүүжүүлэгч дараах эрх эдэлнэ.

а/ хөрөнгийн зарцуулалт шаардлага хангаагүй, үр дүн хангалттай бус тохиолдолд санхүүжилтыг зогсоох хүртэл арга хэмжээ авах;

б/ захиалагч байгууллагатай хамтарч үр дүнд хяналт тавих;

в/ төслийн гүйцэтгэл, үр дүн, түүний баталгаажуулалт, санхүүжилт, санхүүгийн үйл ажиллагаа зэрэг асуудлын талаар гүйцэтгэгчээс тухай бүр мэдээ, тайлан гаргуулж авах, гэрээний үүргийг биелүүлэх, зөрчил дутагдлыг арилгах талаар түүнд анхааруулах, шаардлага тавих;

3.2.3. Гүйцэтгэгч, төслийн удирдагч дараах эрх эдэлнэ.

а/ төслийн үйл ажиллагааны хүрээнд захиалагчаас санхүү, эдийн засаг, удирдлага, зохион байгуулалтын хувьд дэмжлэг тусалцаа авах;

б/ төслийг гүйцэтгэх нөхцөл бололцоогоор хангахыг шаардах;

в/ захиалсан үр дүнг бүрэн дүүрэн гарган авахад чиглүүлэн төсвийг ажлын шаардлагын дагуу зүй зохистой хуваарилан зарцуулах;

Дөрөв. Бусад зүйл

4.1. Энэхүү гэрээний эхийг 4 хувь үйлдэж гэрээлэгч талууд ба шинжлэх ухаан, технологийн асуудал хариуцсан төрийн захиргааны төв байгууллагад тус бүр нэг хувийг хадгална.

4.2. Төслийн удирдагчийн гаргасан суурь, хавсарга судалгааны грантаар гүйцэтгэх төслийн карт нь энэхүү гэрээний салшгүй хэсэг болно.

Захиалагчийг төлөөлж:



Санхүүжүүлэгчийг
төлөөлж:



Гүйцэтгэгчийг төлөөлж:



Төслийн удирдагч:



ШУА-ийн Одон орон,
геофизикийн хүрээлэнгийн
ЭША,

СУУРЬ, ХАВСАРГА СУДАЛГААНЫ ГРАНТААР
ГҮЙЦЭТГЭХ ТӨСЛИЙН КАРТ

Төслийг баталсан тушаал, огноо:	Монгол улсын шинжлэх ухааны академийн ерөнхийлөгчийн 2020 оны 4 дүгээр сарын 9-ний өдрийн А/44 тушаал
Төслийн нэр:	"Геосоронзон орны мэдээллээр газрын гүний дулааны орны урсгалыг тодорхойлох"
Захиалагч байгууллага:	ШУА
Гүйцэтгэгч байгууллага:	ШУА-ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэн
Хэрэгжүүлэх хугацаа:	2020-2021 он
Батлагдсан санхүүжилт:	7,000.0 мянган төгрөг
Гүйцэтгэгч байгууллагын:	
- Регистрийн дугаар:	9095349
- Дансны дугаар:	900015473
- Банкны нэр:	Төрийн сан
- Хаяг:	БЗД, 5 хороо, Лхагвасүрэнгийн гудамж 42 байр
- Вэб хуудас, И-мэйл хаяг:	iag@iag.ac.mn iag.mn
Төслийн удирдагчийн	
- Нэр:	Г.Баянжаргал
- Регистрийн дугаар:	ЧИ72100671
- Холбоо барих утасны дугаар:	
o Ажлын:	11458024
o Факс:	11455204
o Гар:	99148557
И-мэйл хаяг:	gbayan27@yahoo.com
Төслийн санхүүжүүлэгчийн :	
- Нэр:	Шинжлэх ухаан, технологийн сан
- Регистрийн дугаар:	9126813
- Дансны дугаар:	100900015424 /ШУТСан нэмэлт санхүүжилтийн данс/
- Банкны нэр:	Төрийн сан банк
СБА-ын код:	20ББ09АГ216
Анхааруулга:	
1. Санхүүжилтийг байгууллагын /удирдагчийн/ дансаар авах нөхцөлд төслийн удирдагчийн /гүйцэтгэгч байгууллагын/ данс, банкны нэрийг бичих шаардлагагүй.	
2. Төслийн картад регистрийн дугаар, дансны дугаар, банкны нэрийг зөв бичнэ үү. Буруу бичсэн тохиолдолд үүсэх хариуцлагыг бид хүлээхгүй болно.	
3. Төслийн хяналтын 1 хувийн зардлыг ШУТСангийн нэмэлт санхүүжилтийн дансанд буцаан шилжүүлнэ.	

Баглав: ООГХ-ийн захирал

С.Дэмбэрэл



ШУАГ-2020/18 гэрээний зарцуулалт

Гэрээний огноо: 2020-06-03

2020-2021 оны төсөв

2021

2021 он

Гэрээт ажлын хөлс	Гадны байгууллагаар хийж гүйцэтгүүлсэн ажил	Судалгааны ажлын тайлан бичихтэй холбогдсон зардал	Социологийн болон хэерийн судалгааны зардал	Сэлбэг хэрэгсэл	Гадаад дотоодын томилолт	Судалгааны тоног төхөөрөмийн хэмжилт засвар үйлчилгээний зардал
1				7,000,000		
2				3668022		
3						
4						
5						
6						

Төслийн удирдагч: Т.Баянжаргал / Г.Баянжаргал /

Нягтлан бодогч: Т.Баянжаргал / З.Түвшинжаргал /

2022 оны 9 сарын 8 өдөр

Томилгоогчдын нэр: Одон орон геофизикийн хүрээлэн	Дансны дугаар	1,200,000.00
Дансны нөмөр: 9095349	100900015473	
Төлбөрийн авагчийн нэр: Төрийн банк	Дансны дугаар	
Төлбөрийн нөмөр: 5341469	103100076853	
Төлбөрийн авагчийн банк: Төрийн банк	Ангилал	
Төлбөрийн дүн бүлгээр: <i>Нэг сая хоёр зуун зөвхөн тусгай 00 мөнгө</i>		
Төлбөрийн үлгэр: <i>Дотоод томилолт-ЭША22-05</i>		
	71805 - Шинжлэх ухаан, технологи	
	80215 - Эрдэм шинжилгээ, судалгааны ажил	
	0000 - Төрийн сан	
	210702 - Дотоод албан томилолт	1,200,000.00

Хуудас № 2977

Үндэслэх баримт бичгийн нэр	Он сар өдөр дугаар	Төрийн сангийн гэмдэлтэйгээ
Томилгоогчийн үндэслэл ЭША22-05	2022-09-08	✓
Банкомын жагсаалт	2022-09-08	✓
Сэрээ ШуАг-2020-18	2020-06-03	✓

Дарга:  /С.Дамбэрэл/
 Нягтлан бодогч:  /Б.Уянга/
 ТТБ2930-м/2022-09-08

Төрийн санд гүйлгээ хийсэн
 оны сарын өдөр
 2022 09 08
 Төрийн сангийн үйлчилгээний газар

БАТЛАВ
 ШУА-ИЙН ОДОН ОРОН,
 ГЕОФИЗИКИЙН ХҮРЭЭДЭНГИЙН
 ЗАХИРАЛ *Самсүрэн* ДЭМБЭРЭЛ

Могод Хулжийн халуун рашаан орчмын 100х100 км.кв талбайд соронзон орны хэмжилт хийх ажлын удирдамж

Дугаар № *ЭЦА 21-05*

2022 оны 09 сарын 08-ны өдөр

- 1 **Томилолтын зорилго:** Могодын сумын Хулжийн халуун рашаан орчмын газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалын хэмжээг үнэлэх
- 2 **Хамрагдах хүмүүс:** Г.Баянжаргал, Ш.Цэрэндүг, Т.Насан-Очир, Б.Энхзул, Х.Цагаансүх
- 3 **Томилолтын хугацаа:** 2022 оны 9 сарын 09-аас 9 сарын 18-нийг дуустал /10 хоног/
- 4 **Маршрут:** Улаанбаатар – Булган Могод – Улаанбаатар
- 5 **Хийх ажил:** Могодын сумын Хулжийн халуун рашаан орчмын 100х100 км.кв талбайд соронзон орны хэмжилт хийх
- 6 **Гарах үр дүн:** Могодын Хулжийн халуун рашаан орчмын газрын гадаргаар алдагдах дулааны урсгалын хэмжээг үнэлэж, ашиглаж болох дулааны нөөцийг судлах.
- 7 **Тайлагнах:** Албан томилолтоор ажиллаж, ажлын 5 өдөрт багтаан тайлагнана.

Нийт зардал:

№	Гүйлгээний утга	Хэмжих нэгж	Хүний тоо	Хоног тоо	Нэгжийн үнэ	Нийт үнэ	Тайлбар
1	Зам хоног	Хоног	5	10	24,000.00	1,200,000.00	
2	Шатахуун	литр	4170 км*13.5/100	3890 төг		2,190,000.00	
Нийт дүн						3,390,000.00	

Зөвшөөрсөн:

Баясан:

Тооцоо хийсэн:

Удирдамж бичсэн:

Баянжаргал
[Signature]

/ГСС-ын дарга Г.Баянжаргал/

/Ерөнхий нягтлан бодогч Б.Уянга /

/Тооцооны нягтлан бодогч М.Мөнгөнцэцэг/

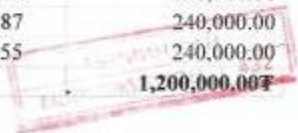
/ГСС-ын Эша Ш.Цэрэндүг/



Картын мөнгө

2022-09-08

Овог, нэр	Регистрийн дугаар	Банкны нэр	Картын дугаар	Дүн
1	2	3	4	5
Г.Баянжаргал	ЧИ72100671	Төрийн банк	360000247567	240,000.00
Ш.Цэрэндүг	АД82040315	Төрийн банк	360000247595	240,000.00
Т.Насан-Очир	ЧО77013139	Төрийн банк	360000247580	240,000.00
Б.Энхзул	ГТ93122201	Төрийн банк	108800334887	240,000.00
Х.Цагаансүх	ПА77021910	Төрийн банк	107800421355	240,000.00
Нийт дүн				1,200,000.00



Эн нягтлан бодогч: *[Signature]* / Б.Уянга /

НХМаягт Т-2

Сангийн сайдын 2017 оны
347 дугаар тушаалын хавсралт

МӨНГӨН УРЬДЧИЛГААНЫ ТАИЛАН №

Урьдчилгааны нэр: 00ГХ

2017 оны 1.0 сарын өдөр 5

Урьдчилгаа авагч:

Нэр: Гэнгэнлунгар Бадншоргал

Тусгаар тушаал: ЭЦА

Урьдчилгааны зориулалт	Олгосон урьдчилгаа	Гүйцэтгэ	Хянасан			Хавсаргасан баримтын №
			дүн	илүү	дууу	
<u>Зам хонго</u>	<u>1200000.</u>	<u>1200000</u>				
<u>Шатах үүн</u>	<u>2192000.</u>	<u>2192000</u>				
Нийт	<u>3392000</u>	<u>3392000</u>				

Гаргасан: Бадншоргал / /
(гарын үсэг)

Буюу илүү зарцуулсан дүнгийн талаар гаргасан шийдвэр _____

Нягтлан бодогч: [Signature]
М. Моголзуу

2017 оны 1.0 сарын өдөр

2022-09-08

2022-09-09

Тусгаал: Хүрээлэнгийн Соронзон судлалын дарга

Гэндэнпунцаг

Баянжаргал

Могод сумын Хулжийн халуун рашаан газрын гадаргаар алдагдах дулааны хэмжээг үнэлэх судалгааны ажлаар

Хамаарагдах хүмүүс:

Ш.Цэрэндүг

Т.Насан-Очир

Б.Энхзул



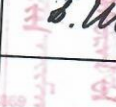
Г.Цагаансүх

Учир энэ үнэмлэхийг 09 сарын 09-өөс 09 сарын 18-ныг дуустал 10 хоногийн хугацаагаар

..... шийдвэрээр
тул 20..... оны..... р сарын томилолтыг.....

/гарын үсэг/
ТТБ2558 9095349

Ажилласан газрын тэмдэглэл

№	Очсон газрын нэр	Очсон сар өдөр /тамга/	Буцсан сар өдөр /тамга/	Гарын үсэг
01	Могод	18/09	18/09	
02	Бүрх халгац	18/09	18/09	
	Хулжийн Ошгор	18/09	18/09	

Гүйцэтгэгчид: Г.Баянжаргал / /
Ш.Цэрэндүг / /
Т.Насан-очир / /

Улаанбаатар хот
2022 он

426

Сангийн сайдын 2017 оны
347 дугаар тушаалын хавсралт

ТӨЛБӨРИЙН БАРИМТ

000006451659000220102000001792294

Угчлагчийн :

51659

ТӨБЭЛ ШИЙДЭЛ

Монгол, Улаанбаатар, Сүхбаатар, 7-р хороо, 11

Уул, 47 тоот

Тайл

Угч нэр:

Хувилбарын дугаар:

Огноо: 2021-12-31

Худалдан авагчийн:

ТТД: 9095349

НЭР: ОДОН ОРОН ГЕОФИЗИК СУД ТӨВ

Хаяг: Монгол, Улаанбаатар, Баянзүрх, 2-р
хороо, Жуковын ергэн чөлөө, ШУА-ийн 7-р
байр

Утас: 11458315, 99996727

Бараа, ажил, үйлчилгээний нэр	Код	Хэмжих нэгж	Тоо, хэмжээ	Нэгжийн үнэ	Бүгд үнэ
Компьютерийн үнэ		Ш	1.00	3,608,000.00	3,608,000.00
Бараа, ажил үйлчилгээний үнэ:					3,280,000.00
Нэмэгдсэн өртгийн албан татвар:					328,000.00
Нийслэл хотын албан татвар:					0.00
Нийт дүн:					3,608,000.00

Хүлээн авсан: / /
(гарын үсэг) (нэр)

Хүлээлгэн өгсөн: / /
(гарын үсэг) (нэр)

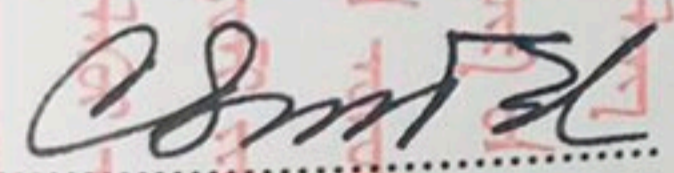
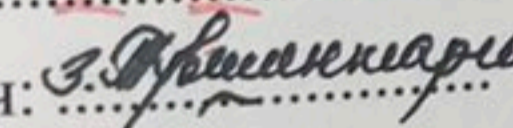


ТӨЛБӨРИЙН ХҮСЭЛТ № 2

2021 оны 12 сарын 24 өдөр

Төлбөрийн нэр: Одон орон, геофизикийн хүрээлэн	Дансны дугаар	3,608,000.00
Төлбөрийн дугаар: 9095349	100900015473	
Төлбөрийн авагчийн нэр: Глобал шийдэл	Дансны дугаар	
Төлбөрийн дугаар: 6451659	5027885588	
Төлбөрийн авагчийн банк: Хаан банк		
Мөнгөн дүн үсгээр: Тусгай зургаан зуун найман мянган төгрөг 00 мөнгө	Ангилал	
Төлбөрийн утга: ШУАГ-2020/18-Компьютерийн үнэ	71805 - Шинжлэх ухаан, технологи	
	80215 - Эрдэм шинжилгээ, судалгааны ажил	
	0000 - Төрийн сан	
	210801-Бусдаар гүйцэтгүүлсэн ажил, үйлчилгээний төлбөр, хураамж	3,608,000.00

Төлбөрийн хуудас №:	Он сар, дугаар	Төрийн сангийн тэмдэглэгээ
Үндэслэх бичиг баримтын нэр		
Нэхэмжлэх-Глобал шийдэл	2021-12-22	✓
Үнийн санал	2021-12-22	✓
ШУАГ төсөл-Г.Баянжаргал	2021-06-03	✓
Худалдан авах гэрээ-Глобал шийдэл	2021-12-23	✓

Тамга
Дарга:  /С.Дэмбэрэл/
Нягтлан бодогч:  /З.Түвшинжаргал/



Төрийн санд гүйлгээ хийсэн
..... оны сарын өдөр
2021 . 12 . 24
ТӨРИЙН САН
ТЭМДЭГ, ГАРЫН ҮСЭГ