

ГАРЧИГ

ӨМНӨХ ҮГ.....	3
РЕЛЕЙН ДОЛГИОНЫ ДИСПЕРСИЙН АНАЛИЗ	7
Б.Жавзандолгор ¹ ,	
ИДЭВХТЭЙ ХАГАРЛЫН ТӨРЛИЙГ ГЕОРАДАРЫН (GPR) –ИЙН ТАНДАН СУДАЛГААГААР ТОДОРХОЙЛСОН АЖЛЫН ҮР ДҮН.....	13
Ц.Нямбаяр, Maksim BANO, Antoine SCHLUPP, М.Өлзийбат, and Х.Цэдулам	
ХАВЧИГ ТАЛБАЙН ГЕОФИЗИКИЙН ЦОГЦОЛБОР СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГИЙН ТАЙЛАЛТ	23
Болор-Эрдэнэ А	
МОНГОЛЫН НУТАГ ДЭВСГЭРИЙН ХАГАРЛЫН ТЕКТНИК ХӨГЖЛИЙН ҮНДСЭН ҮЕҮД БА АНГИЛАЛЫН АСУУДАЛ.....	27
Ж.Ган-Очир, Д.Цэдэнбалжир, Ү.Мөнхжаргал	
НАРНЫ ТЭСРЭЛТ БОЛОН ТОЛБОНЫ ВЕЙВЛЕТ АНАЛИЗЫН СУДАЛГАА	40
Б.Хос-Эрдэнэ ¹ , Д.Батмөн ² , Б.Нямсүрэн ² .	
ГЕОФИЗИКИЙН СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ БОЛОВСРУУЛАЛТ, ТАЙЛАЛТ	44
Н.Баатар ¹ , П.Дугараа ² , Н.Арвисбаатар ³ , С.Чинбат ⁴ , Э.Бүжинлхам ⁴	
PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF LATE QUATERNARY LACUSTRINE SEDIMENTS AND THEIR TECTONIC IMPLICATIONS, SOUTHERN KHANGAY MOUNTAINS, MONGOLIA	
B. Gantulga ^{1,2} , Kh. Tseedulam ¹ , K. Wegmann ² , A. Bayasgalan ¹ and E. Giachetta ³	52
PROBLEMS ON IDENTIFICATION METHODS OF MESO-CENOZOIC BASIN DEPTH SETTING IN MONGOLIA	
Unurbayar.B ^a , Boldkhuu.B ^d , Dugaraa.P ^b , Arvisbaatar.N ^c , Khishigsuren.b ⁶ Enkhbaatar.B ^a , and Oyun-Erdene.B ^a ,	
МОНГОЛ ОРНЫ ПЕТРОФИЗИКИЙН СУДАЛГАА	64
Профессор П.Дугараа	
ГЕОФИЗИК, ӨРӨМДЛӨГИЙН АРГУУДЫН ХОСЛОЛ, БОЛОМЖ, ХЭРЭГЛЭЭ.....	67
Ж.Цэвээнжав, М.Наранбат, Д.Ундармаа	

ӨМНӨХ ҮГ

Монголын Геофизикчдийн Холбоо (ТББ) 25 Нас Хүрлээ

Монголын Геофизикчдийн холбоо (МГеофХ) хэсэг геофизикчдийн санаачилгаар 1993 оны 4 дүгээр сарын 30-ны өдөр Улаанбаатар хотноо байгуулагдсан, үүсгэн байгуулагчид маань цаашдаа мэргэжлийн холбоо хэрэгтэй гэдгийг олж хараад хэрэгжүүлсэн нь энэ юм. Манай холбоо салбартаа анхдагч нь байлаа. Монгол улс зах зээлийн харилцаанд шилжээд геологийн салбарын бүтцийн тогтолцоо алдагдсан, геологи хайгуулын ажил санхүүгийн уналтанд орсон хэцүү үед үүссэн байдаг. МГеофХ-ны 25 жилийн түүхэн замналын эхний жилүүд төлөвшин тогтнохын төлөө тэмцэл байлаа. Харин одоо салбарынхаа төрийн болоод төрийн бус байгууллагууд, геологичид, геофизикчдийн дунд хүлээн зөвшөөрөгдсөн иргэний байгууллага боллоо. Одоо манай оронд хэдэн мянган төрийн бус байгууллага үйл ажиллагаа явуулдаг гэсэн, үүнээс мэргэжлийн холбоод хамгийн чухал үүрэг гүйцэтгэдэг.

МГеофХ гишүүн байгууллага, гишүүдийнхээ ажилд дэмжлэг туслалцаа үзүүлэх, геофизикийн шинжлэх ухааныг хөгжүүлэх, төр, олон нийтийн байгууллагын хамтын ажиллагааг сайжруулахад үйл ажиллагаагаа чиглүүлж ирлээ. Өнөөдрийн байдлаар Монголын геофизикчдийн холбоонд геологи-геофизикийн судалгаа эрхэлдэг 65 компани, 500 гаруй мэргэжлийн геофизикчид бүртгэлтэй байна. Эдгээрээс 14 компани, 60 гаруй мэргэжилтэн-геофизикчид, 100 гаруй оюутан холбооны нэрийн дор нэгдэн нягт хамтран ажиллаж байна. Манай оронд геофизикийн судалгаа эрхэлдэг компаниуд алт, зэс, хайлуур жонш, төмөр, нүүрс, уран, газрын тос, газрын доорхи ус зэрэг гол чухал ашигт малтмалын хайгуулд амжилттай оролцож байна. Монголын геофизикчид Эрдэнэт, Оюу толгой, Таван толгой, Бор өндөр, Бага нуур зэрэг олон арван ордын хайгуул, судалгааны үе шатуудад тодорхой үүрэг гүйцэтгэсэн байдаг.

Монгол улсын геологи, уул уурхайн салбарыг хөгжүүлэх төрийн бодлого, эрх зүйн болон аргачлалын баримт бичгийг боловсруулах шатанд төрийн байгууллага, геологи, уул уурхайн салбарын мэргэжлийн холбоодтой хамтран ажилладаг. Бид Монголын Геологийн холбоо, Монголын Үйлдвэрлэлийн Геологийн холбоо, Монгол улсын Өрөмдлөгийн холбоотой хамтран ажиллах Гэрээ байгуулан ажиллаж байна.

Геофизикийн судалгааны төслүүдийг боловсруулах, хэрэгжүүлэх, геофизикийн хайгуулд техник, технологийн стандарт, ерөнхий шардлагуудыг боловсруулахад төрийн байгууллагуудтай хамтран ажиллаж байна. Геофизикийн шинжлэх ухааныг хөгжүүлэх, сурталчилах, сургалт, судалгаа, үйлдвэрлэлийн мэдээллийн чиглэлээр тогтмол хэвлэл, сонин, сэтгүүл хэвлэхэд Манай орны геологийн салбарын мэргэжлийн холбоод, их сургуулиуд, шинжлэх ухааны байгууллагууд, сонин сэтгүүлийн газартай хамтарсан үйл ажиллагаа явуулдаг.

Түүнчилэн геофизикийн салбарт мэргэшсэн болон зөвлөх инженерүүдийн сургалт хийж, зэрэг олгуулах, оюутнуудын дунд илтгэлийн уралдаан, аялал, сэдэвчилсэн сургалт зэрэг олон ажлыг зохион байгуулж хийдэг. “Монголын геологи хайгуулраундаг” нэртэй чуулга уулзалтын арга хэмжээнд тогтмол оролцож ирлээ. Бид геофизикийн ажил, мэргэжлийн уралдааныг 2 жил тутам, геофизикчийн мэргэжил сурталчилах, их, дээд сургуулийн үйл ажиллагааг танилцуулах өдөрлөгийг жил бүр зохион байгуулж олон тооны сурагчид, мэргэжилтнүүдийг хамардаг. Салбарын ахмад үеийнхэн болон залуу мэргэжилтнүүд, оюутнууд ч манай холбооны анхаарлын төвд байдаг. МГеофХ ахмадууд, алдартнуудыг жил бүр хүлээн авч хүндэтгэл үзүүлдэг ба “Шилдэг залуу Геофизикч”-ийг 2 жил тутам шалгаруулж холбооны нэрэмжит шагналаар шагнаж

урамшуулдаг. Геофизикийн судалгааны шилдэг байгууллага, тэргүүний хүмүүсийг шагналд дэвшүүлэх, тэдний ажлыг төрийн болон олон нийтийн бусад байгууллагаар үнэлүүлэх талаар ажиллаж ирлээ. Үүний үр дүнд 4 хүн төрийн дээд шагнал одон, медалиар, 10 гаруй хүн засгийн газрын шагнал “Тэргүүний геологич”

цол тэмдэгээр шагнагдлаа. Ахмад настангуудад оюуны хөдөлмөр эрхлэх боломж олгох, тэдний туршлага, оюуны чадавхийг ашиглах зорилгоор холбооны дэргэд “Ахмад экспертүүдийн зөвлөл” байгуулж, сонирхсон аж ахуйн нэгж, хүмүүст зөвлөмж, зөвлөгөө өгүүлэх боломжийг судалж байна.



Монголын геофизикчдийн холбооны ээлжит чуулганы үеэр, 2015 он

МГеофХ дотоодод төдийгүй гадаадад геофизикчдийгээ төлөөлөн олон улсын болон хоёр талын ажил, арга хэмжээнд оролцдог. Европийн геосудлаач, инженерүүдийн ассоциаци (EAGE), Австралийн хайгуулын геофизикийн холбоо (ASEG)-той хамтран ажиллах гэрээ байгуулсан ба олон улсын хайгуулын геофизикчдийн нийгэмлэг (SEG) болон азийн зарим орны геофизикийн холбоодтой ажил хэргийн холбоо тогтоохоор ажиллаж байна. Харин эдгээр Гэрээ, хэлэлцээрээр тохирсон боломжийг манай холбоо, геофизикчид бүрэн ашиглаж чадахгүй байгааг онцлон тэмдэглэх хэрэгтэй.

Холбооныхоо үйл ажиллагааг бүх талаар дэмжиж, хамтран ажиллаж ирсэн манай гишүүн

байгууллагууд, гишүүд, дэмжигчид, тухайлбал, “Геосан”, “Монкаротаж”, “Татах хүч”, “Геосигналс”, “Амодисковер”, “Нефрит”, “Микросейсм”, “Дашмагинж”, “Монгеофизик”, “Жи И энд Эс”, “Жи энд Ди Эс”, “Магнетик сурвей” компаниуд болон ШУА-ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэнгээс холбооны үйл ажиллагаанд оруулсан хувь нэмэр, үзүүлсэн тусламж дэмжлэгийг талархан тэмдэглэж байна. Өнгөрсөн он, жилүүдэд ололт амжилт, зовлон жаргалаа хуваалцан үргэлж хамт байсан эрдэс баялгийн салбарын мэргэжлийн холбоод, байнгынажил хэргийн холбоотой байж, хамтран ажиллаж ирсэн УУХҮЯ, АМГТГ, МГУУМИ, МХЕГ, МУУҮА, ШУТИС, МУИС болон ГУУМ сонины үе үеийн удирдлага, хамт олонд гүн талархал илэрхийлье.



Ахмад геофизикчид, алдартнуудын ээлжит уулзалт, ШУА-ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэн, 2016 он

Төр, нийгмийн удирдлагад иргэд, иргэний байгууллагын оролцоо өсөн нэмэгдэж буй өнөөгийн нөхцөлд мэргэжлийн холбоодын үйл ажиллагааг улам боловсронгуй болгох шаардлагатай байгаа юм. Өнөөдөр мэргэжлийн холбоодын эрх, үүрэг, хариуцлага, харилцааг “Төрийн бус байгууллагын тухай” хуулиар зохицуулж байгаа нь учир дутагдалтай байна. Юуны өмнө мэргэжлийн холбоодын үйл ажиллагаа, **харилцааг зохицуулсан хууль** хэрэгтэй болжээ. Төрийн байгууллагын

гүйцэтгэж байгаа цэвэр мэргэжлийн чиглэлийн олон ажлыг мэргэжлийн холбоод нь хариуцан хийх боломжийг бий болгох талаар сүүлийн жилүүдэд дээр дооргүй ярьсаар, зарим хууль, дүрэм журамд ерөнхий заалтууд тусгасан боловч бүрэн хэрэгжихгүй л байна. Нөгөө талаас мэргэжлийн холбоодод эрх олгохын зэрэгцээ тодорхой үүрэг гүйцэтгэх, хариуцлага хүлээх чадварыг нэмэгдүүлэх шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна.



Монголын геологчдын “Ажил, мэргэжлийн уралдаан”-ы үеэр, Өвөрхангай аймаг, Сант сум, 2017 он

Төр, хувийн хэвшил, иргэний нийгмийн байгууллагын харилцан ойлголцол, хамтын ажиллагаанд тулгуурласан нийгмийн төлөө мэргэжлийн холбоод ажилладаг. Геологийн салбарын төрийн бус байгууллагууд, ялангуяа мэргэжлийн холбоодын бие биенээ дэмжсэн хамтын ажиллагааг шинэ шатанд гаргах, үүний тулд нэгдсэн холбоо юмуу, ассоциаци байгуулсан ч болох юм. Ингэснээр төрийн их ажлын заримыг хариуцан хийхэрх нээгдэж, үүрэг гйцэтгэх чадвартай болохын зэрэгцээ хариуцлага хүлээх чадавхитай болох юм.

Эцэст нь монгол улсын эдийн засгийн хөгжлийн суурь болж байгаа эрдэс баялгийн салбарын тулгын чулууг тавилцсан ахмадууд, эрдэмтэн, судлаачид, өнөөдрийн их бүтээн байгуулалтыг гардан хийж буй мэргэжилтэн, хамт олон, бидний ирээдүй болсон оюутан, залуучууд та бүхэнд Монголын Геофизикчдийн холбоо үүсч, байгуулагдсаны 25 жилийн ойн баяр хүргэж, мэндчилгээ дэвшүүлье

***Монголын геофизикчдийн холбооны гүйцэтгэх захирал Д.Цэдэнбалжир
ШУА, Одон Орон Геофизикийн хүрээлэнгийн захирал С.Дэмбэрэл***

РЕЛЕЙН ДОЛГИОНЫ ДИСПЕРСИЙН АНАЛИЗ

Б.Жавзандолгор¹,Жу Бон Гон²¹ МУИС, ШУС, БУС, Геологи, Геофизикийн тэнхим² Chonbuk National University, Department of Earth and Environmental Sciences

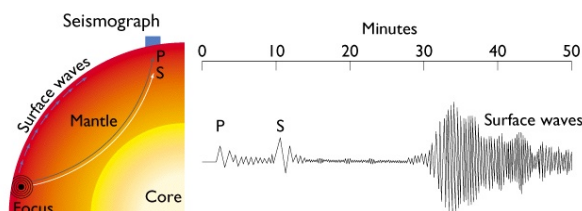
Энэхүү өгүүллээр Солонгосын хойг болон түүний ойр орчмын газар нутгууд болох Шар тэнгис, Япон тэнгисийн царцдас болон маантийн дээд хэсгийн хөндлөн долгионы хурдны 3 хэмжээст загварыг Релейн долгионы үндсэн давтамжийн дисперсийн анализаар тодорхойлох зорилго бүхий судалгааны ажлын анхдагч боловсруулалтын хэсгийг авч үзсэн болно. Солонгосын хойг болон түүний зэргэлдээх газар нутгуудын Релейн долгионы үндсэн давтамжийн группын хурдыг 5-180 сек үеийн утгуудад гаргаж авсан.

ОРШИЛ

Телесейсмик болон региональ зайд тархаж буй гадаргуугийн долгионы өгөгдлийн анализ нь газар хөдлөлтийн үүсгүүрийн параметрууд, дэлхийн дотоод бүтцийн талаарх мэдээллийг глобал болон региональ түвшинд гаргаж өгдөг. Ялангуяа телесейсмик зайд бүртгэгдэж байгаа гадаргуугийн долгионууд нь үүсгүүр болон станц хоёрын хоорондох зам дагуух дэлхийн гүний бүтэц болон газар хөдлөлтийн үүсгүүрийг тодорхойлох үзүүлэлтүүдийн талаарх мэдээллийг агуулж байдаг.

Сейсмограм дээр бүртгэгдэж байгаа хамгийн өндөр далайц бүхий багц долгионуудыг гадаргуугийн долгион гэх бөгөөд хамгийн сүйтгэгч чанартай долгион байдаг (Зураг 1).

Харьцангуй урт үе бүхий эдгээр долгионууд нь маанти болон царцдасын үе давхрагуудын геометр болон физикийн үзүүлэлтүүдийн тодорхойлолтод чухал үүрэг гүйцэтгэдэг ба газар хөдлөлтөөс үүсч буй сейсмийн долгионоор зөөгдөж буй энергийн ихэнхийг дамжуулдаг бөгөөд дэлхийн царцдас болон маантийн уян харимхай болон уян харимхай бус шинж чанарын талаарх гол мэдээллүүдийг агуулж байдаг.

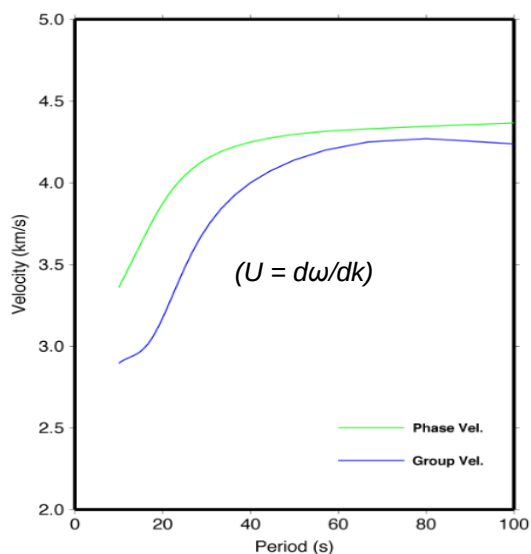


Зураг 1. Газар хөдлөлтийн долгион сейсмограмд бичигдэх байдал

Релейн ба Лява долгион гэсэн 2 төрлийн гадаргуугийн долгион дэлхийн гадаргуу орчмоор тархдаг. Релейн долгион нь P болон SV долгионуудын хослол байдаг бөгөөд тархалтын хавтгайд перпендикуляр чиглэлд туйлширч P болон SV долгионуудын фазын шилжилтийн улмаас гадаргуу дээрх эгэл хэсгийн хөдөлгөөнийг эллипс болон ухрах хөдөлгөөнд оруулж байдаг. Гадаргуугийн долгионы нэг чухал онцлог чанар бол хэвтээ чиглэлд тархах хурд нь давтамжаас хамаарах буюу дисперсийн үзэгдлийг бий болгодогт оршино. Гадаргуугийн долгионы тархалтын хурд нь үе T эсвэл давтамж ω -аас хамаарсан дисперсийн муруйгаар илэрхийлэгддэг. Энэ тохиолдолд тархалтын хурд нь группын хурд U -аар тодорхойлогдоно. Гадаргуугийн долгион мөн фазын хурдаар тархдаг. Бидний судалгааны хувьд группын хурд илүү ач холбогдолтой юм. Группын хурд нь үеэс хамаарч буурч эсвэл өсч болдог байхад фазын хурд нь монотон байдлаар өсдөг (Зураг 2).

I. СУДАЛГААНЫ ТАЛБАЙН ТЕКТНИК БҮТЭЦ

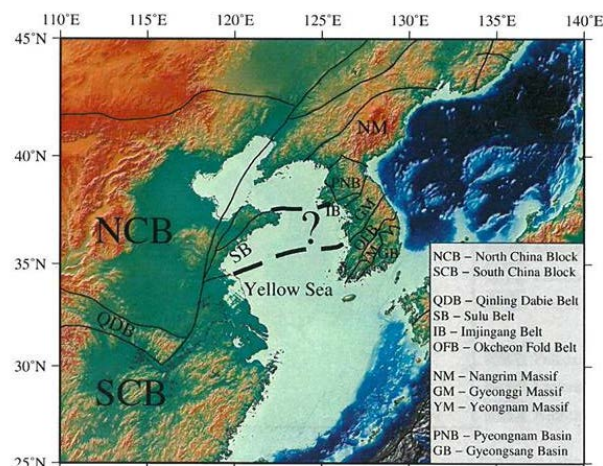
Солонгосын хойгийн тектоник бүтцийн талаар ярихад зэргэлдээ орших Хятад, Японы тектоник бүтэцтэй хамтатган том талбайн хэмжээнд авч үзэх хэрэгтэй болдог. Хойгийг бүрдүүлж байгаа тектоник блокууд хэзээ, хэрхэн хэлбэржиж өнөөгийн байрлалд хүрч ирсэн бэ? гэдэг асуудал



Зураг 2. Фазын хурд болон группын хурд

удаан хугацааны туршид байсаар байна. Сүүлийн жилүүдэд зарим судлаачид Имгинганг бүслүүр болон Окчон атираат бүслүүр нь Хойд Хятадын блок болон Өмнөд Хятадын блокийн хоорондын мөргөлдөөний үед үүссэн бүслүүр байж болох юм гэсэн таамаглалыг зарим геологийн болон петрографийн баримт дээр үндэслэн гаргасан байна [1].

Хойг Нангрим, Кёнги, Ённам гэсэн Кембрийн өмнөх настай гурван гол массиваас тогтоно. Нангрим болон Кёнги массивууд нь Имганганг бүслүүрээр тусгаарлагдсан нарийхан тектоникийн заадас бөгөөд Хожуу Перм-Эрт Триасийн үед өндөр зэрэглэлийн метаморф үйл явцын үед үүссэн. Кёнги болон Ённам массивууд нь Окчон бүслүүрээр тусгаарлагдана (Зураг 3).



Зураг 3. Солонгосын хойг болон түүний зэргэлдээх газар нутгийн тектоник бүтэц (Chough et al., 2000).

Солонгосын хойг болон түүний зэргэлдээх газар нутгуудын царцдас болон маантийн дээд үе давхрагын хөндлөн долгионы бүтцийг релейн долгионы дисперсээр тодорхойлох судалгааг тэсэлгээ буюу зохиомол чичирхийллээр үүсэх 0.2-1.2 секунд богино үетэй долгион болон 5-180 секунд урт үетэй холын хөдлөлтийн буюу телесейсмик хөдлөлтийн долгионуудыг ашиглан хийж маш бага гүний, дунд зэрэг гүний, их гүний царцдас давхрага болон дээд маантид тархах хөндлөн долгионы хурдны бүтцийг гарган авсан байдаг [2,3].

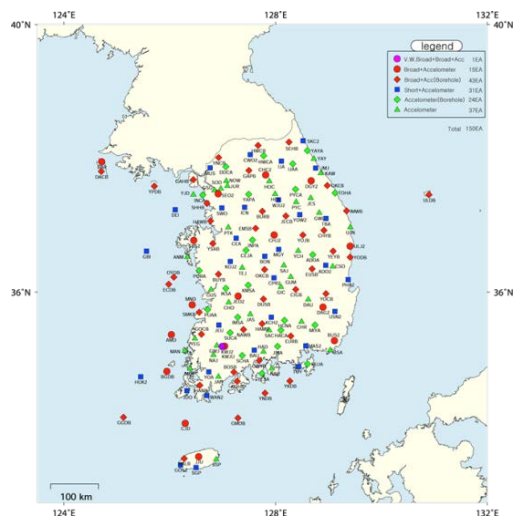
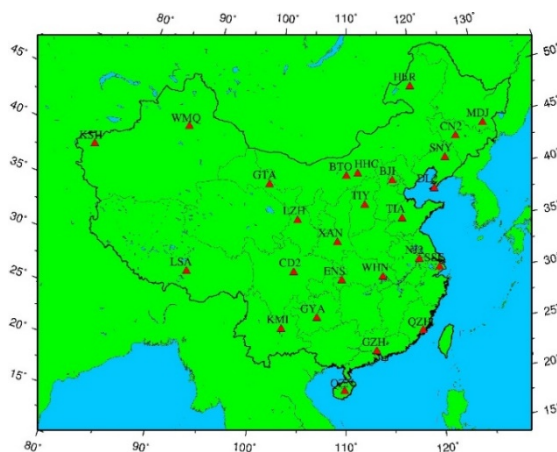
ЦӨГӨГДӨЛ БОЛОН ТҮҮНИЙ БОЛОВСРУУЛАЛТ

Зөвхөн өргөн зурвасын дунд үетэй 20 тоо/сек - д тасралтгүй бичигдсэн өгөгдлүүдийг энэ судалгааны ажилд сонгосон. Хүснэгт 1-д судалгаанд ашиглагдсан хөдлөлтийн ерөнхий мэдээллүүдийг үзүүлээ. Хөдлөлтийн голомтын гүн нь 100 км-ээс бага гүнд болсон хөдлөлтүүдийг сонгож авсан. Учир нь телесейсмик хөдлөлтийн хувьд гипоцентрийн гүн их байвал гадаргуугийн долгионоор зөөгдөж байгаа энерги станц дээр суларч ирдэг.

Хүснэгт 1. Хөдлөлтийн ерөнхий мэдээллүүд

Хөдлөлтийн тоо	220
Хөдлөлтийн хугацааны интервал	[1996.01.01 - 2011.10.01]
Хөдлөлтийн магнитуд	6 болон түүнээс дээш
Гипоцентрийн гүн	100км болон түүнээс бага (Нийт хөдлөлтийн 50-иас илүү хувь нь 50км-ээс бага)
Хөдлөлтийн эпицентруудийн байршил	Японы арлууд, Тайвань, Шичуань, Сахалиний арал, Оросын зүүн өмнөд эрэг гэх мэт
Судалгааны талбайн байршил	Өргөрөг = 25° - 50° Уртраг 115° - 145°

Өргөн зурвасын станцууд дээр бүртгэгдсэн өгөгдлийг Солонгосын дотоодын станцуудын хувьд *КМА-18 станц* (Зураг 4), Хятадын олон улсын сүлжээ станцуудын хувьд *IRIS-IC-NCD-17 станц* (Зураг 5), Японы улсын буюу дотоодын станцуудын хувьд *F-net-85 станц* (Зураг 6) зэрэг эх сурвалжуудаас цуглуулав. Хөдлөлтийг сонгохдоо 6 болон түүнээс дээш магнитудтай, аль болох судалгааны талбайд ойр байх хөдлөлтүүдийг сонгож группын хурдны тооцооллыг хийлээ. Нийт 220 хөдлөлтийн 80 гаруй станц дээрх 3000 гаруй өгөгдөлд боловсруулалт буюу дисперсийн анализ хийж группын хурдны утгыг гаргаж авч эдгээрээс дараагийн шатны боловсруулалтад тавигдах шаардлагыг хангах 800-900 тооны группын хурдны өгөгдлийг түүж авсан.

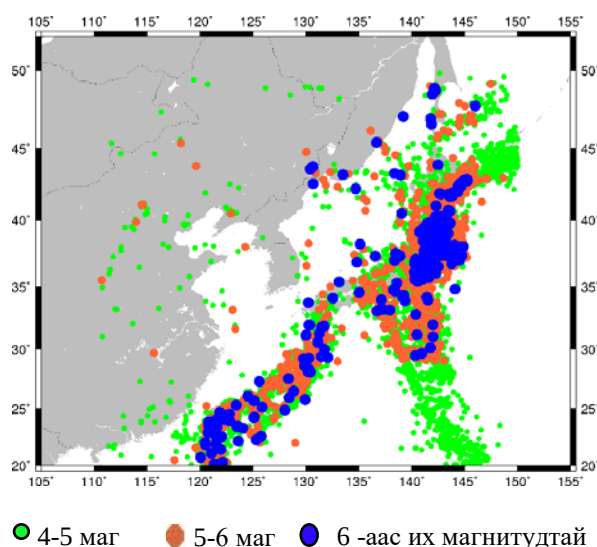
Зураг 4. КМА:18 өргөн зурвасын станц (<http://web.kma.go.kr>)Зураг 5. IRIS-IC-NCD: 17 өргөн зурвасын станц (<http://ds.iris.edu/mda/>)Зураг 6. F-Net: 85 өргөн зурвасын станц (www.fnet.bosai.go.jp/)

Сонгож авсан 220 хөдлөлтийн байрлал, магнитуд, эхлэл цаг, гүний талаарх мэдээллийг жишээ болгон цөөн хэдэн хөдлөлтөөр Хүснэгт 2-д харуулж байрлалыг Зураг 7-д үзүүлэв. Станцуудад бүртгэгдсэн анхдагч өгөгдлүүд дисперсийн муруйг тооцоолж гаргах боловсруулалтын шаардлага хангах эсэхийг сейсмограм тус бүрд нь спектр анализ хийх, үелсэн шүүлтүүр тавих зэрэг шалгууруудаар тогтоосон. Энэ шаардлагыг хангах нийтдээ 3000 гаруй сейсмограмын босоо байгуулагчийн (Релейн долгион) цацрагийн замыг Зураг 8-д дүрслэн харууллаа. Эндээс харахад судалгааны талбайг бүрхэж байгаа цацрагийн замын нягтаршил нь хангалттай их байна.

Хүснэгт 2. Судалгаанд сонгогдсон хөдлөлүүдийн байрлал,

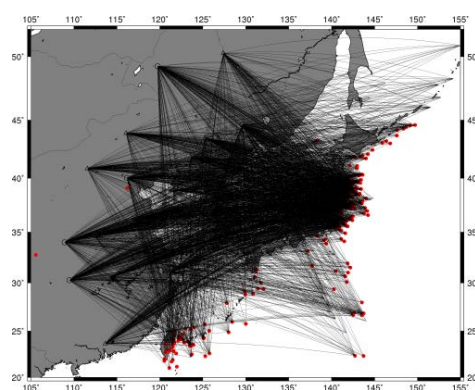
магнитуд, эхлэл цаг, гүний мэдээлэл

	Хөдлөлтийн нэр	Маг	Эхлэл цаг	Өргөрөг, (°)	Уртраг, (°)	Гүн, км
1	OFF EAST COAST OF HONSHU, JAPAN	6.6	1996/02/16 15:22:57.8	37.34	142.47	33.00
2	TAIWAN REGION	6.3	1996/03/05 14:52:28	24.09	122.22	29.50
3	KURIL ISLANDS	6.2	1996/05/07 23:20:00.6	43.71	147.61	53.90
4	TAIWAN REGION	6.8	1996/09/05 23:42:06	21.90	121.50	20.00
5	NEAR EAST COAST OF HONSHU, JAPAN	6.2	1996/09/11 02:37:14	35.54	140.94	55.00
6	BONIN ISLANDS REGION	6.6	1996/11/06 20:00:58	28.00	143.54	9.00
7	OFF EAST COAST OF HONSHU, JAPAN	6.1	1996/11/20 02:27:47	34.35	141.13	33.00
8	RYUKYU ISLANDS	6.3	1997/01/17 15:53:13	28.81	129.95	33.00
9	HOKKAIDO, JAPAN REGION	6.0	1997/02/20 07:54:58	41.86	142.74	33.00
10	KYUSHU, JAPAN	6.1	1997/03/26 08:31:47	31.92	130.43	10.00
11	KYUSHU, JAPAN	6.1	1997/05/13 05:38:30	31.82	130.28	33.00
12	KURIL ISLANDS	6.1	1997/07/14 16:09:35	43.25	146.38	33.00
13	SOUTHWESTERN RYUKYU ISLANDS	6.1	1997/08/13 04:45:04	25.03	125.77	55.00
14	SOUTH OF HONSHU, JAPAN	6.0	1997/09/30 06:27:24	31.96	141.88	10.00
15	SOUTH OF HONSHU, JAPAN	6.1	1997/11/10 23:06:44	31.19	140.49	86.00
16	SOUTHEAST OF TAIWAN	7.5	1998/05/03 23:30:21	22.31	125.31	33.00



Зураг 7. Хөдлөлийн эпицентрүүдийн байршил

Судалгааны хүрээнд сонгож авсан газар хөдлөлтүүдийн бичлэгийн жишээ болгож 2011 оны 4 сарын 7-нд Японы Хоншу аралд болсон магнитуд 7.4-тэй газар хөдлөлтийг харуулав.



Зураг 8. Судалгааны ажилд сонгосон 220 хөдлөлийг 120 станцтай холбосон Релейн долгионы цацрагийн замууд. Бөөрөнхий - хөдлөлийн голомтууд, гурвалжин - станцууд.

Гаргаж авсан дисперсийн муруйнуудаас харахад группын хурдны хамгийн их утга 40-50 секундйн завсарт харгалзаж байгаа нь энэ бүс нутагт хийсэн бусад судалгааны үр дүнтэй таарч байна [2,3]. Мөн бүх дисперсийн муруйн төрх Зураг 2-т үзүүлсэн группын хурдны онолын хэлбэр төрхтэй тохирч байгаа нь цаашдын боловсруулалт буюу хөндлөн долгионы хурдны бүтцийг гаргах инверсийн болон гадаргуугийн долгионы томографи хийх дараагийн боловсруулалтын үе шатны чанар болон шаардлагыг бүрэн хангасан өгөгдөл болж байна гэсэн чанарын үнэлгээг хийж байна.

III.ҮР ДҮН

Холын газар хөдлөлтөөр үүсгэгдсэн урт үетэй (5-180 сек) Релейн долгионы дисперсийн анализийн үр дүнгээс харахад гаргаж авсан группын хурдны утга 2.4-3.8 км/с хооронд хэлбэлзэж байгаа нь харьцангуй өргөн завсарт өөрчлөгдөж байгааг харуулж байна. Мөн хөдлөлтөөс станцууд хүртэлх Релейн долгионы цацаргийн замууд нь судалгааны талбайг хангалттай бүрхэж байна. Эдгээр нь тус талбайд тархаж буй хөндлөн долгионы хурдны 3 хэмжээст бүтцийг гаргах инверсийн боловсруулалтын шаардлагыг бүрэн хангасан мэдээллүүд болж байгаа юм.

НОМ ЗҮЙ

- [1] Chough, S.K., Kwon, S.T., Ree, J.H, Choi, D.K., 2000. Tectonic and sedimentary evolution of the Korean Peninsula: a review and new view. *Earth-Science Reviews* 52, 175-235.
- [2] Chang, S.J., Baag, C.E., 2006. Crustal structure in Southern Korea from Joint Analysis of regional broadband waveforms and travel times. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 96,
- [3] Cho, K.H., Herrmann, R.B., Ammon, C.J., Lee, K., 2007. Imaging the upper crust of the Korean Peninsula by surface-wave tomography. *Bull. Seismol. Soc. Am.* 97, B, 198-207, doi: 10.1785/0120060096.
- [4] Goldstein, P., 1998. SAC User's Manual, Laurence Livermore National Lab. University of California.
- [5] Dziewonski, A. M., S. Bloch, and M. Landisman, 1969. A technique for the analysis of transient seismic signals, *Bull. Seism. Soc. Am.*, 59, 427 - 444, 1969.
- [6] Herrmann, R.B., Ammon, C.J., 2002. Computer programs in seismology-3.30: overview, structure (last accessed October 2009).

ИДЭВХТЭЙ ХАГАРЛЫН ТӨРЛИЙГ ГЕОРАДАРЫН (GPR) –ИЙН ТАНДАН СУДАЛГААГААР ТОДОРХОЙЛСОН АЖЛЫН ҮР ДҮН

Ц.Нямбаяр^{1,2}, Maksim BANO¹, Antoine SCHLUPP¹, М.Өлзийбат², and Tseedulam KHUUT³

¹- IPGS, UMR-7516, Université de Strasbourg/EOST, CNRS, Strasbourg, France

²- Монгол Улсын Шинжлэх Ухааны Академи, Одон Орон Геофизикийн Хүрээлэн

³- Монгол Улсын Шинжлэх Ухаан Технологийн Их Сургууль, Геологи Уул Уурхайн Сургууль

Нийслэл Улаанбаатар хот орчмын сейсмик идэвхжил 2005 оноос илт нэмэгдэж байгаа нь ажиглагдах болсон. Гэвч энэхүү идэвхжил нь зөвхөн Улаанбаатарын орчимд бус Улаанбаатараас баруун болон хойд зүгт сунаж тогтсон Эмээлт, Хустай, баруун урд зүгт орших Шархай, зүүн хойд талд нь Гүнж, урд зүгт нь Авдар, зүүн зүгт нь Мөнгөнморьт зэрэг идэвхтэй хагарлууд тус тус оршдог. Эдгээр хагарлуудын урт болон геоморфологи нь 6.5-7.5 магнитудын хүчтэй газар хөдлөлт болсныг илтгэдэг.

Газар хөдлөлт болсноос хойш урт удаан хугацааны туршид хагарал орчмын суларсан хөрс элэгдлийн процест орсноор хагарлын хавтгайн хөрсөн дээрх эвдрэлүүдийн хэлбэр хэмжээ, байрлал мэдэгдэхгүй болж геоморфологи нь маш их өөрчлөгдсөн байдаг учир Георадарын судалгааны аргаар радарын долгионы ойлтуудын зураглалаар хагарлыг тодорхойлон зураглах мөн хөрсөн доор булагдаж далдлагдсан голын суваг жалгыг сэргээн дүрслэхэд өргөн хэрэглэгдэхүйц үр дүнтэй болох нь туршигдаж батлагдсаар байгаа билээ.

Бид 2010 - 2018 онуудад Улаанбаатар хот орчмын болон хангайн бүсийн идэвхтэй хагарлууд дээр тэдгээрийн параметруудийг тодорхойлох зорилгоор георадарын нарийвчилсан судалгааны олон ажлууд гүйцэтгэсэн бөгөөд энэхүү өгүүлэлд тэдгээрийн үр дүнгээр идэвхтэй хагарлын геометрийн параметруудийг болон хагарлын төрлүүдийг хэрхэн тодорхойлох боломжтой байдаг талаар георадарын 250МГц, 500МГц, 50МГц антены хэмжилтийг дифференциал GPS системийн хэмжилттэй хослуулан ашигласан үр дүнгүүдээсээ танилцуулж байгаа болно.

Түлхүүр үгс: Монгол, GPR буюу Георадар, Идэвхтэй хагарал, Дифференциал GPS.

УДИРТГАЛ

Монгол улс нь төв азийн өргөгдсөн уулархаг бүс нутагт оршдог учраас газар хөдлөлийн идэвхтэй хагарал элбэг байдаг нутаг юм. Нийслэл Улаанбаатар хот орчмын сейсмик идэвхжил нь баруун Монголын сейсмик идэвхжилтэй харьцуулбал арай бага боловч мэдэгдэхүйц нэмэгдэж байгаа нь ажиглагдах болсон. Гэвч 2005 оноос эхэлсэн энэхүү идэвхжил нь зөвхөн Улаанбаатарын орчимд биш бөгөөд Улаанбаатараас баруун болон хойд зүгт сунаж тогтсон, хоорондоо перпендикуляр байрлалтай 2 идэвхтэй хагарлын хүрээнд явагдаж байгаа нь тогтоогдсон. Эмээлт хагарлыг 2008 онд илрүүлсэн ба (ХБХ-УЗУ чиглэлтэй, хамгийн багадаа 25 км урт УБ аас баруун зүгт ойролцоогоор 10 км-т оршдог) харин Хустай хагарал нь (ББУ-33Х зүгт 80 км урт 3Х төгсгөл нь УБ аас баруун зүгт 20 км-т оршдог) Зураг 1(а) бөгөөд эдгээр хагарлуудын урт болон геоморфологи нь 6.5-7.5 магнитудтай газар

хөдлөл болсныг илтгэдэг [22]. Улаанбаатар хот нь өдгөө Монгол улсын хамгийн их хүн ам буюу 3 сая хүнээс 1.2 сая нь төвлөрөн суурьшсан эдийн засаг, улс төрийн гол төв болсон байна. Тиймээс газар хөдлөлийн аюулын судалгаа болон газар хөдлөлүүдийн ирээдүйд учруулж болзошгүй хөнөөл, хохирлын магадлалын тооцоо нь манай орны тэргүүн чухал асуудлуудын нэг болж байна [5]. Улаанбаатар хот орчмын газар хөдлөлийн идэвхжилийн нарийвчилсан судалгааг 2008 оноос эхлэн ШУА-ийн Одон Орон Геофизикийн Хүрээлэнгийн судалгааны баг, Франц улсын Страсбургийн Их Сургуулийн судалгааны баг, Орос улсын ШУА-ийн Эрхүүгийн салбарын судалгааны баг бүрэлдэхүүнтэй хамтран жил бүр гүйцэтгэж байгаа болно. Эдгээр идэвхтэй хагарлын хувьд хагарлын шинж чанар, механизмыг ойлгох, тайлбарлахад энэхүү судалгаа нь маш их ач холбогдолтой юм.

Хамгийн сүүлд болсон газар хөдлөлөөс хойш урт удаан хугацааны туршид хагарал орчмын суларсан хөрс элэгдлийн процест орсноор

хагарлын хавтгайн хөрсөн дээрх эвдрэлүүдийн хэлбэр хэмжээ, байрлал мэдэгдэхгүй болж геоморфологи нь маш их өөрчлөгдсөн байдаг.

Георадарын судалгааны арга нь радарын долгионы ойлтуудын зураглалаар хагарлыг тодорхойлон дүрслэхэд [18, 2, 24] мөн хөрсөн доор булагдаж далдлагдсан голын суваг жалгын тандалтад [7] маш сайн арга бөгөөд цаашид өргөн хэрэглэгдэхээр үр дүнтэй болох нь туршигдаж батлагдсан болно.

Маш олон судалгааны ажилд георадарын 3 хэмжээст зураглал болон судалгаа нь 2 хэмжээст хөндлөн огтлолуудын судалгаанаас илүү үр дүнтэй бөгөөд илүү үнэн зөв тайлал хийх боломжтойг харуулсан байдаг [10-13, 23, 20].

Beauprêtre ба бусад [1] нар нь далдлагдсан сувгийн сүлжээг сэргээн босгож зураглах 3 хэмжээст Георадарын тандалтын судалгаанд, мөн McClymont ба бусад [19] нар нь идэвхтэй хагарлын дүрслэлийг сайжруулах, геометрийн шинж чанарыг тодорхойлоход 3 хэмжээст Георадарын мэдэллийг ашигласан. Харин Dentith ба бусад [4] нар нь маш их элэгдэлд орсон эртний хувирал бүхий хагарлын мөргөцгийн судалгаанд георадарын мэдэллийг тренчийн үр дүнтэй харьцуулсан байдаг. Георадарын хөгжлийн дүр төрхийн үндсэн ухагдахуун нь идэвхтэй тектоникийн орчинтой нягт холбогдож уялдсан байдаг [19, 21].

Тиймээс бидний энэхүү судалгааны ажлын гол зорилго нь идэвхтэй хагарлын үндсэн геологийн шинж чанарыг тодорхойлох бөгөөд үүний тулд хагарлын геометрийн шаардлагатай параметруудийг георадарын аргачлал болон гадаргуугийн топографын геометрийн зүсэлттэй хосолсон судалгааны тусламжтайгаар тодорхойлоход оршино.

I. ГЕОРАДАРЫН СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Ground-Penetrating Radar (GPR) буюу Георадарын судалгаа нь анх 1930 онд хийгдэж байсан бөгөөд тус багажийг зохион бүтээгчид 1937 онд анхны цахилгаан соронзон долгионоор геофизикийн хайгуул хийх аргыг туршиж тэр цагаас хойш тус багаж нь аажмаар хөгжсөөр, 1992 оноос микроэлектроникийн хөгжлийг дагаж өндөр хурдацтай хөгжиж өнөөдрийн байдлаар маш олон салбарт өргөн хэрэглэгдэж эхэлсэн [16].

Георадарын судалгаа нь Геологи, Байгаль орчин, Археологи, Уул уурхай, Барилга байгууламж, Инженерийн шугам сүлжээ, Гүний

ус, Цас мөс, Агуй хонгилын судалгаанд өргөн хэрэглэгддэг [16] ба багажийн давуу тал нь зөөж тээвэрлэхэд авсаархан, битүүмжлэгдсэн байдаг учраас эвдэрч гэмтэх тохиолдол бага, геофизикийн бусад судалгааны багажийг бодвол хэмжилтийг богино хугацаанд зардал багатайгаар босоо хэвтээ тэнхлэгийн дагуу хийх боломжтойгоор онцлог юм [16].

Георадар нь 10 МГц – 2 ГГц –ийн өндөр давтамж бүхий цахилгаан соронзон долгионы тархалт, ойлт, сарнил гэх мэт физикийн хуульд тулгуурласан геофизикийн судалгааны нэг гол аргачлал юм [16]. Цахилгаан соронзон долгионы тархалт нь тухайн хөрс болон чулуулгийн диэлектрик тогтмол болон цахилгаан дамжуулалт зэрэг геологийн шинж чанараас хамаардаг ба тархалтын хурд нь 50 – 100 нано секунд байдаг [15]. Георадар нь бага гүний соронзон шинж чанаргүй чулуулгийн өдөөгдөж цахилгаанжсан болон цахилгаанжаагүй ялгарлуудыг зураглах боломж олгодог [16].

Георадарын судалгааны арга нь бага гүний хайгуулын аргад ордог бөгөөд тандалтын гүн нь ашиглагдаж буй давтамжийн цахилгаан соронзон долгионы замхралаас шалтгаалдгийг Хүснэгт 1 үзүүлээ [16]. Хамгийн бага давтамж нь хамгийн их гүнд нэвтрэх бөгөөд энэ нь 1 мсек/м – ээс доош бага цахилгаан дамжуулалт бүхий орчинд 5 см – ээс 50 м хүртэл байдаг [15]. Нэвтрэх гүн болон зураглалын нарийвчлал нь дамжуулагчаас цацаж буй радио долгионы давтамж болон тус хэмжилтийн орчны геологийн бүтэц, шинж чанар, цахилгаан эсэргүүцэл зэргээс хамаардаг [16].

$$\lambda = \frac{c}{v} \quad (1)$$

Энд долгионы урт нь давтамжаас урвуу хамааралтай ба вакуум дахь гэрэл тархах хурдтай шууд хамааралтай.

Антенны давтамж (МГц)	Долгионы тархалтын нягтрал (m/μs), $\lambda_c/4$, (см)	Нэвтэрч чадах дээд гүн (м)
25	100	50
50	50	40
100	25	25

250	10	8
500	5	6
800	3	2.5
1200	2.1	1
1600	1.6	0.5
2300	1.3	0.4

ХҮСНЭГТ I. Георадарын антенны давтамж, нэвтрэх гүний хамаарал

Гүн рүү чиглэсэн босоо тэнхлэгийн нарийвчлал нь ашиглагдаж буй антенны давтамж ба цахилгаан соронзон долгионы хурдаас хамаардаг. $\lambda/4$ хэмжээ нь 50 – 500 МГц давтамжууд ба 0.1 – 0.14 м/наносек хурднуудад 5 – 70 см хүртэл өөрчлөгддөг [15].

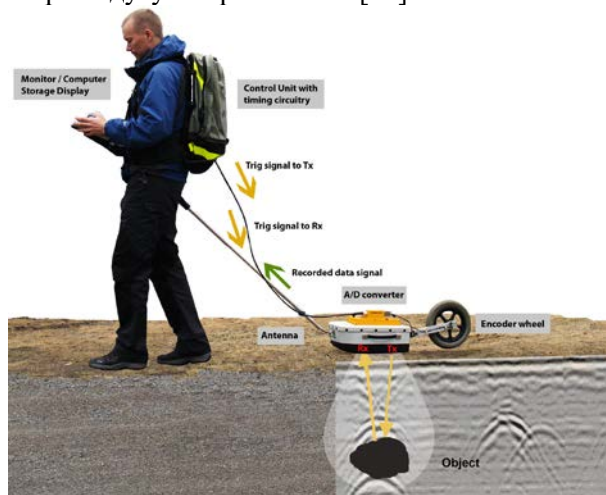
Георадарын хэмжилт хийх аргачлал нь үндсэн 2 төрөл байдаг бөгөөд бид энэхүү судалгаанд Common Offset (CO) буюу дамжуулагч болон хүлээн авагч антен хоорондын зай нь тогтмол байдаг хэмжилтийн аргачлалыг ашигласан болно. Бидний хэмжилт хийсэн аргачлал нь дотроо дамжуулагч болон хүлээн авагч антенны хувьд хамгаалагдсан ба хамгаалагдаагүй антентай гэж 2 ангилагддаг бөгөөд бид хамгаалагдсан антенүүдээр тухайн хэмжилтийг гүйцэтгэсэн.

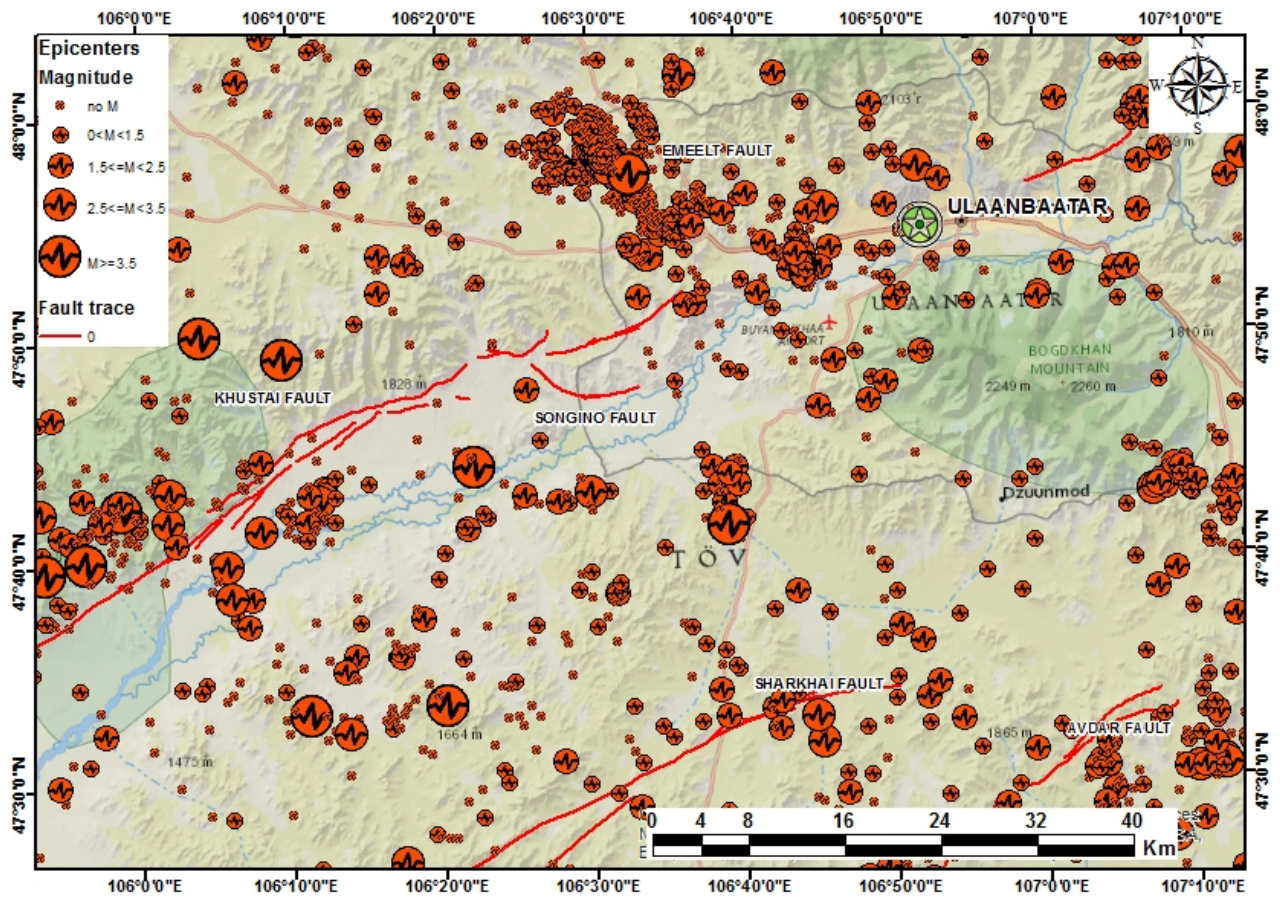
Хамгаалагдсан антен (Shielded antenna) нь дамжуулагчаас цацруулж байгаа цахилгаан соронзон долгион нь зөвхөн газрын гүн рүү тархдаг учир орчны нөлөөлөл шуугиан бүртгэгддэггүй давуу талтай. Энэ ойлт нь радарграмм дээр ямар байдалтай харагдахыг харж болно. Георадарын хэмжилт хийх зарчмыг (Зураг 1) нарийн харж болно. Явсан нийт замыг антенны ард байрлах дугуйгаар хэмжинэ [16]

Зураг 1: Георадарын хамгаалагдсан антенны цахилгаан соронзон долгионы тархалт, ажиллах зарчим

II. СУДАЛГААНЫ ТАЛБАЙ, ТҮҮНИЙ ГЕОЛОГИЙН ОРЧИН

Хустайн нуруу нь Улаанбаатар хотын баруун хажууд оршдог бөгөөд Туул голын сав газрын дагуу 110 км орчим урт, 55 км өргөн талбайг хамарна. Далайн төвшнөөс дээш 1280 м-ийн өндөрт өргөгдсөн Туул голын урсгал Хустайн нурууны зүүн өмнөд бэлийн дагууд богиновтор бөгөөд гүнзгий байдаг бол харин нурууны баруун хойд бэлд урсгалын хэмжээ харьцангуй өргөсөж ирдэг. Нуруунаас Туул голын сав газар руу зөөгдөж буй хэмхдэст материалууд 1.5-6.5 км өргөнтэй аллювийн хурдаснуудыг бүрдүүлэх ба хэмжээний хувьд уртавт аллювийн хурдаснуудад хотоос баруун тийш чиглэлтэй урсах Туул голын голдирол, тохойрлын өнөө цагийн нөлөө орсон байдаг [8]





Зураг 2: Улаанбаатар хот орчмын 1994 – 2014 оны Сейсмик идэвхжиллийн (улаан дугуй) зураг (Adiya 2016 ба YMT мэдээлэл, ООГХ, ШУА). Улаан шугамаар идэвхтэй хагарлуудын үл мөрийг харуулсан (Ferry ба бусад., 2010, 2012; Al Ashkar 2015). Хустайн гол хагарал ойролцоогоор 80 км урт, Эмээлт хагарал 40 км урт.

Бидний хийсэн геоморфологи, сансрын зургийн тандан судалгаа, хагарлын механизм, хагарлын геометр бүтцийн судалгаа, хээрийн судалгаа, станцуудад бичигдэж байгаа орчин үеийн идэвхжил зэрэгт үндэслэн Хустай болон Эмээлтийн хагарлыг Улаанбаатар хотын газар хөдлөлийн болзошгүй аюулт бүсүүдийн нэгэнд тооцож байна [8].

Хустайн хагарлын хамгийн зүүн хойд талын хэсгийг хойд сегмент гэж нэрлэж байгаа бөгөөд энэ сегмент нь Улаанбаатар хоттой хамгийн ойр байрладаг юм. Хагарлын ул мөр “ASTER” зурагт харагдац муутай байдаг боловч орчны байрзүйн нөхцөлд илэрхий нөлөө үзүүлдэг төдийгүй суналынхаа дагуу хэд хэдэн уулын хярыг огтолсон байдаг. Хустайн-Гол-Хагарал (ХГХ, Хойд, Хойд-Төв болон Өмнөд-Төв сегментүүд) бол ерөнхийдөө тэлэлтийн механизмаас үүдэлтэйгээр хагарлын хавтгайн дагуу босоо хөдөлгөөн буюу зөрөг төрлийн хэв шинж зонхилсон, зүүн хойшоо 60°-ын суналтай, зүүн-талын-хэвтээ шилжилттэй хагарал юм [8]. Хустайн-Нуруу-Хагарлын системийн зүүн жигүүр нь Монгол улсын нийслэл Улаанбаатар хотын баруун талд 10 орчим километр оршино. 1974 оноос хойш тухайн хагарлын орчимд магнитуд 4-тэй 5 удаагийн, магнитуд 5.4-тэй нэг удаагийн хөдлөлүүд ООГХ-ын станцуудад бичигдсэн байдаг. Өндөр нарийвчлалтай сансрын зургууд, соронзон зураглал, геоморфологи болон трэнчийн судалгаа зэргийг хослуулан судалсны үндсэн дээр хагарлын дагууд нарийвчилсан морфотектоник зураглал хийгдсэн [22, 7-8].

III. ГЕОРАДАРЫН ХЭМЖИЛТ, МЭДЭЭЛЭЛ БОЛОВСРУУЛАЛТ

А. Георадарын хэмжилт

Бид “Улаанбаатар хотын бичил мужлалын шинэчилсэн зураг зохиох” ажлуудын хүрээнд 2010-2017 оны хооронд Улаанбаатар хот орчмын Хустай, Эмээлт, Сонгино болон Гүнж, Авдар, Шархай, Мөнгөнморьт зэрэг идэвхтэй хагарлууд дээр Георадарын маш олон тооны хэмжилтийн ажлуудыг хийж гүйцэтгэсэн. 2014-2018 оны хооронд “Аймгийн төвүүдийн бичил мужлалын шинэчилсэн зураглалын” ажлын хүрээнд Батхаан, Хужирт, Галуут, Баян Агт, Баянбулаг зэрэг идэвхтэй хагарлууд дээр Георадарын нарийвчилсан хэмжилт судалгааны ажлууд гүйцэтгэсэн.

2010 оны 6 сараас 2013 оны 8 сарийн хооронд ШУА-ийн Одон Орон Геофизикийн Хүрээлэнгийн судалгааны баг, Франц улсын Страсбургийн Их Сургуулийн судалгааны баг бүрэлдэхүүнтэй хамтран Улаанбаатар хотын идэвхтэй хагарлууд дээр геологийн маршрутын судалгаанууд хийж георадарын хэмжилтүүдийг хийх цэгүүдийг тодорхойлсон бөгөөд улмаар хагарлын геометрийг тодорхойлж болохуйц мөргөцөг бүхий цэгүүд дээр георадарын хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн. Мөн 2013-2016 оны хооронд Хангайн бүсийн идэвхтэй хагарлууд дээр ШУА-ийн Одон Орон Геофизикийн Хүрээлэнгийн судалгааны баг дангаараа геологийн маршрутын судалгаанууд хийж улмаар хагарлын геометрийг тодорхойлж болохуйц мөргөцөг бүхий цэгүүд дээр георадарын хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн. Энэхүү георадарын хэмжилтийг бид 250 МГц болон 500 МГц –ийн хамгаалагдсан антенүүдээр гүйцэтгэсэн ба мөн 50 МГц – ийн хамгаалагдаагүй антенаар зарим хэмжилтийг хийж гүйцэтгэсэн. Хагарлын геометрийг тодорхойлох улмаар тренч ухах оновчтой байрлалыг тогтоох үүднээс хагарлын мөргөцөгт перпендикуляр болон параллель чиглэлүүдээр хөндлөн огтлолуудаа сонгосон.

Георадарын хээрийн хэмжилтийн мэдээлэл цуглуулалтыг MALA брэндийн иж бүрэн төхөөрөмжүүдийг өөрийнх нь программ хангамж болох RAMAC Groundvision2 программ хангамжийн хамтаар ашиглан гүйцэтгэдэг. Энэ программ нь RAMAC Groundvision програм хангамжийн сүүлийн хувилбар бөгөөд параллель портуудаар холбогддог контроллерийн дараачийн дэвшилтэт технологи болох өндөр хурдтай сүлжээний интерфейст (LAN) зориулагдсан программ хангамж юм. Хэмжилт хийхэд хамгийн чухал параметрийн нэг нь триггер интервал буюу хэмжилтийг гүйцэтгэх алхам бөгөөд үүнийг 250 МГц антены хувьд 5 см, 500 МГц антены хувьд 2-3 см – ээр сонгож хэмжилтээ гүйцэтгэсэн.

Георадарын хөндлөн огтлолууд тус бүр дээр өндөр нарийвчлал бүхий дифференциал GPS систем ашиглан топографыг хэмжиж зохих боловсруулалт дээр нь оруулан нэгтгэж өгдөг.

В. Георадарын мэдээлэл боловсруулалт

Георадарын зураглалын мэдээллийн анхан шатны боловсруулалтыг RAMAC Groundvision2 программ хангамж дээр хийж болдог бөгөөд уг программ дээр AGC филтер, DC филтер, FIR филтер, HFIR филтер, Time Gain филтер зэрэг стандарт филтерүүдийн сан байдаг. Энэ нь зөвхөн хэмжилт хийх явцын зураглалыг тодотгон харах зориулалттай болно.

Иймээс бид Георадарын бүх хэмжилтийн мэдээллийг MATLAB дээр бичигдсэн хэсэгчилсэн программ хангамжийг ашиглан гүйцэтгэдэг [9] RadLab гэдэг программ хангамжаар боловсруулсан. Уг программ хангамжийг Франц улсын Страсбург хотын Их Сургуулийн (EOST) хамт олон боловсруулсан бөгөөд бид хамтын ажиллагааныхаа хүрээнд уг программ хангамжийг чөлөөтэй ашиглаж байгаа болно.

RadLab программ нь Георадарын RD3, CGG, SEG Y, DT1, DZT зэрэг бүх төрлийн мэдээллийг уншиж оруулах боломжтой бөгөөд бүх төрлийн филтер хийж, хурд болон давхаргыг загварчлах топографын мэдээллийг оруулан засвар хийх, мөн 3 хэмжээст зураглал хийх зэрэг олон функцүүдтэй юм.

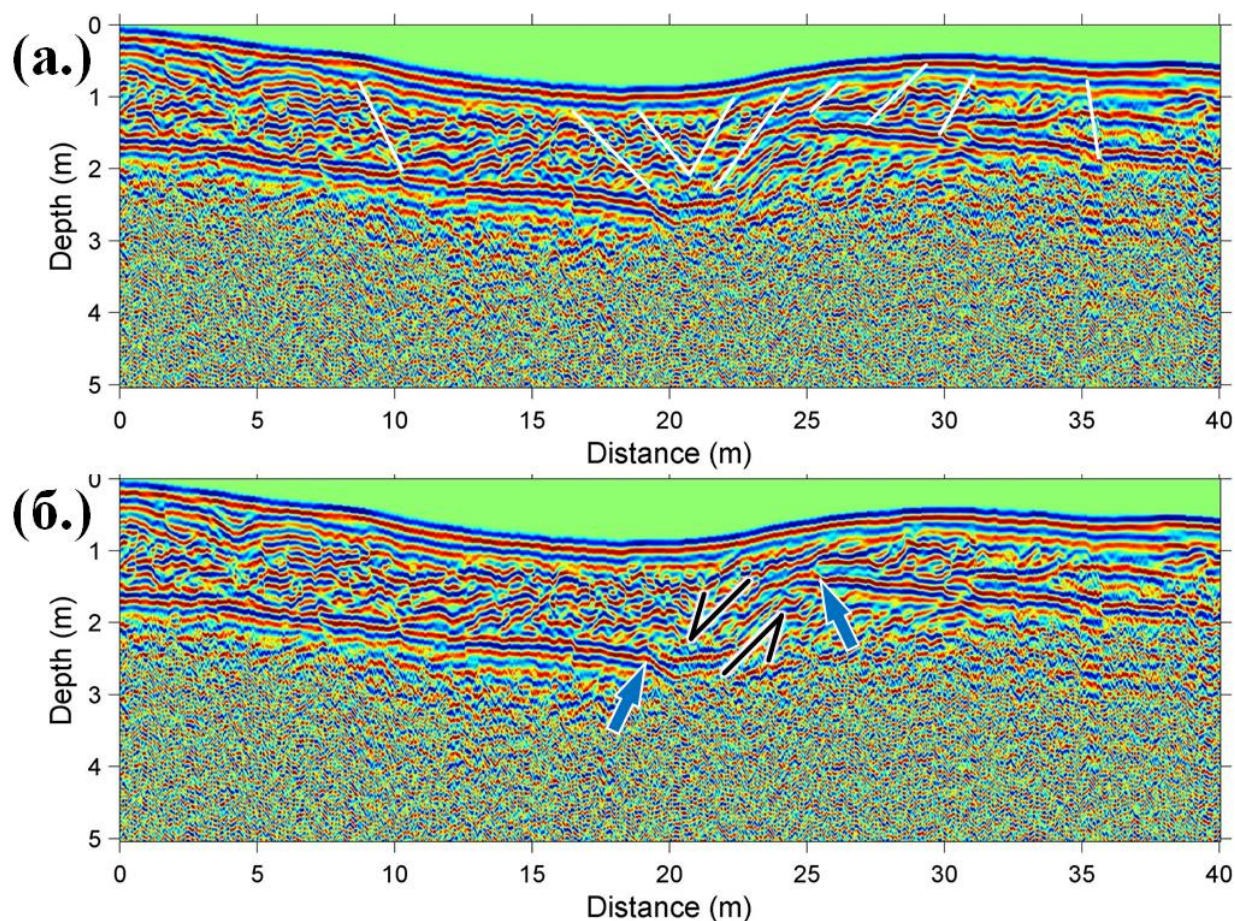
Ингээд бид Георадарын хэмжилтийн мэдээлэлдээ дараах боловсруулалтуудыг хийж үр дүнгийн зураглалаа гаргаж авцгаасан. Үүнд бид холбогдох нийтлэг боловсруулалтын арга техникийг ашигласан ба боловсруулалтын дарааллын хувьд эхлээд хугацааны эхний түвшинг тохируулах тогтмол шилжилт (constant shift), маш бага давтамжуудын гажлыг арилгах DC филтер, газрын гадаргуу болон хамгаалагдсан антенны хамгаалалт хоёрын хооронд үүсэх эмх замбараагүй олон давталтат ойлтын шуугианыг арилгах давхар ойлтуудын филтер (flat reflections filter), хугацаанаас хамаарсан өсгөлтийн функц (time varying gain function) ба давтамжийн филтерүүд (bandpass filter) зэрэг орно.

Топографийн хэмжилтийн мэдээллийг боловсруулан хөндлөн огтлол тус бүр дээр топографикийн файлуудыг бэлдсэний дараа боловсруулалтын эцсийн шат болох топографийн засварыг хийж улмаар Kirchhoff migration [17, 14, 6] анализыг хийдэг бөгөөд хөндлөн огтлол бүрийн топографийн гажлын шилжилтийн тооцоонд тогтмол хурд хэрэглэсэн

IV. ГЕОРАДАРЫН ЗУРАГЛАЛЫН ҮР ДҮН, ТАЙЛАЛ

Георадарын судалгааны арга нь хагарлын шилжилт ба бусад параметруудийг тодорхойлох, далдлагдсан хуучин суваг, жалгыг зураглах зэрэгт маш сайн үр дүнтэй арга юм. Георадарын зураглалын үр дүнд тайлал хийхдээ ялгаатай үе давхаргуудын зааг болон долгионы ойлт, хугарал, замхрал, гажилт өгч байгаа хэсгүүдэд анализ хийж түүнийгээ тухайн газрын геологийн бүтэцтэй харьцуулан эцсийн дүгнэлт хийдэг [3].

Улаанбаатар хотын Сонгино идэвхтэй хагарлын зүүн урд хэсэгт орших нормал уналын бүтэц ажиглагдаж байгаа сегмент дээр хийгдсэн георадарын 250 МГц антенны үр дүнгийн зураглал нь маш сайн ялгарал бүхий давхарга болон түүний шилжилт харагдаж байгаа (Зураг 3) бөгөөд энэхүү зураглал дээр эвдрэл цуурлуудыг ялгах болон шилжилтийн хэмжээг нарийн тодорхойлох, улмаар хагарлын шилжилтийн чиглэл хөдөлгөөнийг тайлж ойлгоход амар хялбар болж байна. Уг хагарлын хэвтээ шилжилт нь ойролцоогоор 5 метр, харин босоо шилжилт нь ойролцоогоор 1 метрийн утгатай байна (Зураг 3б)

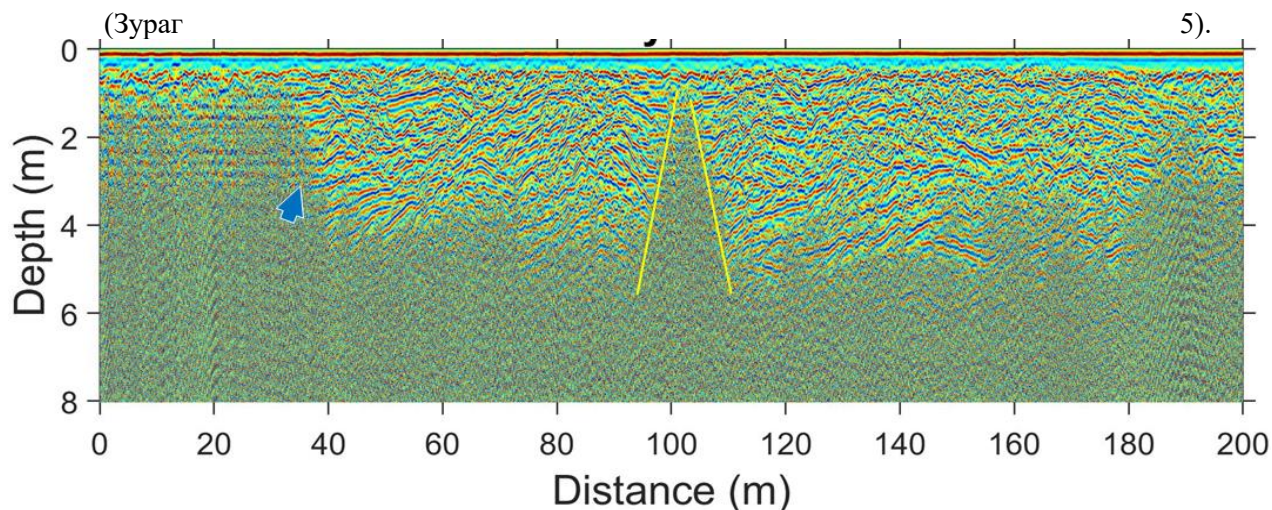


ЗУРАГ. 3. Сонгино идэвхтэй хагарлын зүүн хэсэг дээр 2012 оны 6 сард хийгдсэн георадарын 250 МГц-ийн антенны зураглалыг харууллаа. а. P2-хөндлөн огтлолын эвдрэл цуурлыг, б. P2-хөндлөн огтлолын нормал уналтын шилжилтийг тус тус харуулсан. Цагаан шугамаар эвдрэл цуурлыг, хөх сумаар шилжин хөдөлсөн ижил давхаргыг зааж харуулсан. Мөн хар сумаар шилжилт хөдөлгөөний чиглэлийг тодорхойлон дүрсэлсэн болно.

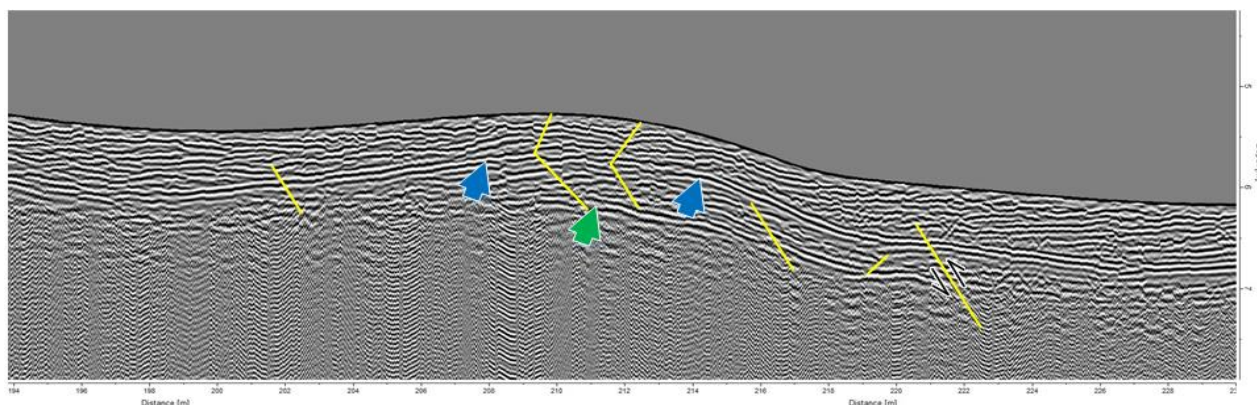
Харин хангайн бүсийн судалгааны объект болох Баянхонгор аймгийн Галуутын идэвхтэй хагарал дээр 2014 оны 08 сард гүйцэтгэсэн георадарын 250 МГц-ийн антенны үр дүнгийн зураглалыг харахад хөндлөн огтлолын 33 метр хүртэл эвдрэлгүй бүс байснаа огцом 4 метрийн гүнтэй эвдрэлтэй бүс орж ирж байгаа нь тодорхой ажиглагдаж байгаа ба энэ нь бага өнцгийн нормал уналтын бүтэцтэй төстэй харагдаж байгаа

юм. Энэ хагарал нь мөн адил нормал хагарал мөн учраас уг үр дүнгээр батлагдаж байгаа болно (Зураг 4).

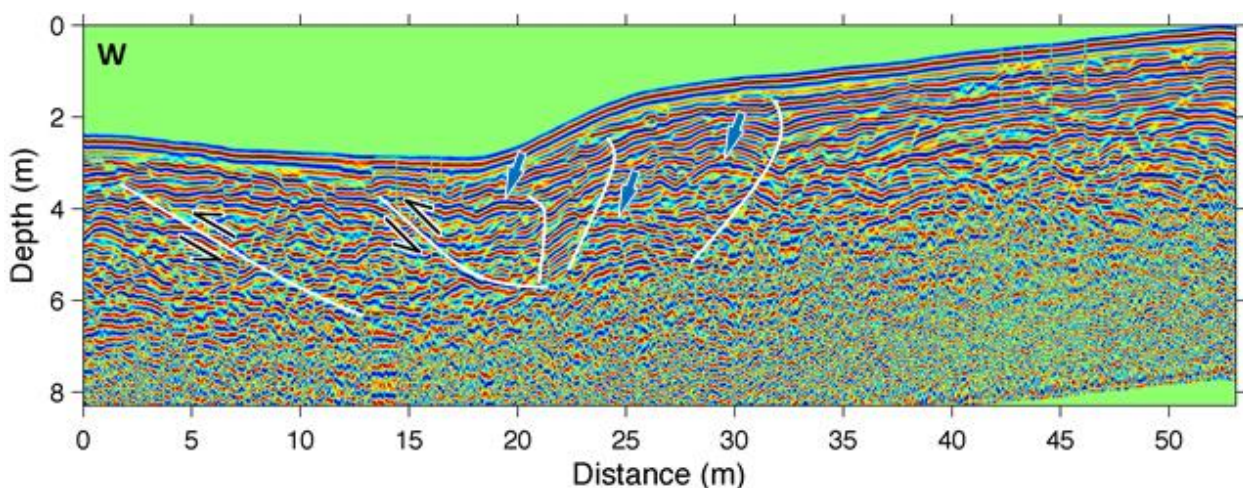
Улаанбаатар хотын Мөнгөнморьт, Сонгино идэвхтэй хагарлуудын тохрол бүтэц дээр хийгдсэн георадарын хэмжилтийн үр дүнгээс үзэхэд гадаргуугийн атирааны хэлбэр болон хөрсөн дотор үүссэн бичил атираа (Зураг 6) зэрэг нь шахалтад орсон бүтцийг илэрхийлж байгаа болно



ЗУРАГ. 4. Галуутын идэвхтэй хагарал дээр 2014 оны 08 сард хийгдсэн георадарын 250 МГц-ийн антенны зураглалыг харууллаа. Энэхүү Р1-хөндлөн огтлол нь бага өнцгийн нормал уналтын бүтцийг үүсгэж байгаа бөгөөд 100м дээр байгаа хурц өнцөгт бүтэц нь (шар шулуунаар үзүүлсэн) магадгүй сүүлийн газар хөдлөлтөөр хагарсан байж болох тасран холдож байгаа бүтэц байж болохоор харагддаг болно. Хөх сумаар хагарлын бүсийг зааж харуулсан.



ЗУРАГ. 5. Мөнгөнморьтын идэвхтэй хагарал дээр 2013 оны 08 сард хийгдсэн георадарын 250 МГц-ийн антенны зураглалыг харууллаа. Шар шугамаар эвдрэл цуурлыг, сумаар давхаргыг зааж харуулсан. Хөх сум нь нэг ижил давхарга байж болох бүтэц, харин ногоон сумаар атираан дор үүссэн өөр нэг давхаргыг заасан.



ЗУРАГ. 6. Сонгино идэвхтэй хагарлын баруун хойд захын тохрол бүтэц дээр хийгдсэн георадарын 250 МГц-ийн антенны зураглалыг харууллаа. Цагаан сумаар эвдрэл цуурлын бүсийг харуулж хар сумаар шилжилтийн чиглэлийг зааж өгсөн. Хөх сумаар хөрсөн дунд үүссэн бичил атираануудыг зааж харуулсан.

VI. ДҮГНЭЛТ

Хүчтэй газар хөдлөлтийн дараа удаан хугацааны элэгдэл хувирлын явцад хагарлын ул мөр болох хөрсөн дээрх эвдрэл цуурлууд нь аажмаар арилж танихад хүнд хэцүү болсон байдаг. Иймэрхүү далд нуугдмал бүтцийг илрүүлж тодруулах, нарийвчлан судалж зураглахад орчин үеийн өндөр, дэвшилтэт техник технологийн эрчимтэй хөгжил дэвшил нь санаанд оромгүй шинэ боломж бололцоонуудыг нээн гаргаж өгсөөр байгаа билээ. Үүний нэг жишээ бол идэвхтэй хагарлууд дээр хийгдсэн дээрх судалгааны ажил бөгөөд үүнд орчин үеийн геологи, геофизикийн судалгааны дэвшилтэт технологи болох георадарын зураглал, дифференциал GPS систем, компьютерт суурилсан тоон боловсруулалт зэрэг дэвшилтэт технологиудыг ашигласан явдал юм.

Энэхүү судалгааны ажлын үр дүнд георадарын тандалт судалгаа нь идэвхтэй хагарлын параметруудийг болон түүний төрлийг тодорхойлоход өндөр үр дүнтэй, зардал бага, ашиглахад хялбар судалгааны арга болох нь батлагдаж байна.

Геологийн нас тогтоох судалгааны тренч ухах оновчтой байрлалыг олж, ажлаа нарийн төлөвлөж гүйцэтгэхэд өндөр үр ашигтай болох нь харагдаж байгаа юм.

Түүнчлэн георадарын судалгааны аргачлал нь палеосейсмологийн шинжилгээ судалгаанд илүү өргөн дэлгэр хэрэглэгдэж, газар хөдлөлтийн түүхийг сэргээн зураглах бололцоотойг нотлон харуулсан.

Георадарын 250 МГц болон 500 МГц антений нарийвчилсан хэмжилтээр идэвхтэй хагарал дээрх босоо болон хэвтээ шилжилтүүдийн утгуудыг тодорхойлох боломжтой гэдэг нь харагдаж байна.

VII. ТАЛАРХАЛ

Судалгааны ажлыг санхүүжүүлсэн ШУА-ийн ООГХ-ийн захиргаа болон Газар хөдлөл судлалын салбарын удирдлагад талархаж буйгаа илэрхийлье.

Мөн тус судалгааны ажлыг хамтран гүйцэтгэсэн Франц улсын Страсбургийн Их Сургуулийн баг бүрэлдэхүүнд, ШУА-ийн ООГХ-ийн судалгааны болон аж ахуйн баг бүрэлдэхүүндээ онцлон гүнээ талархаж, цаашдын ажил хөдөлмөрт нь өндөр амжилт хүсье.

НОМ ЗҮЙ

1. Al Ashkar A., 2015. Tectonique active de la region d'Oulan Bator, Mongolie: Analyse morphotectonique et paleosismologique. Strasbourg Institute for Earth Physics (IPGS) - UMR 7516, Doctoral School of Earth and environmental sciences - ED 413, PhD Thesis, 249 pages.
2. Beauprêtre, S. *et al.*, 2012. Finding the buried record of past earthquakes with GPR based palaeoseismology: a case study on the Hope fault, New Zealand, *Geophys. J. Int.*, **189**, 73–100.
3. Christie, M., Tsoflia, G.P., Stockli, D.F. & Black, R., 2009. Assessing fault displacement and off-fault deformation in an extensional tectonic setting using 3-D ground-penetrating radar imaging, *J. appl. Geophys.*, **68**, 9–16.
4. Davis, J.L. & Annan, A.P., 1989. Ground-penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy, *Geophys. Prospect.*, **37**, 531–551.
5. Dentith, M., O'Neill, A. & Clark, D., 2010. Ground penetrating radar as a means of studying palaeofault scarps in a deeply weathered terrain, southwestern Western Australia, *J. appl. Geophys.*, **72**, 92–101.
6. Dugarmaa, T. *et al.*, 2006. Seismic hazard assessment of Ulaanbaatar, capital of MONGOLIA. Seismic micro zoning map, *Report of Research Center of Astronomy and Geophysics*, 156 p.
7. Dujardin, J.-R. & Bano, M., 2013. Topographic migration of GPR data: examples from Chad and Mongolia, *C. R. Geosci.*, **345**, 73–80.
8. Ferry, M., Meghraoui, M., Girard, J.-F., Rockwell, T.K., Kozaci, O., Akyuz, S. & Barka, A., 2004. Ground-penetrating radar investigations along the North Anatolian fault near Izmit, Turkey: constraints on the right-lateral movement and slip history, *Geol. Soc. Am.*, **32**, 85–88.
9. Ferry, M., Schlupp, A., Ulzibat, M. *et al.*, 2010. Tectonic Geomorphology of the Hustai

Range Fault System (Mongolia): Implications for Regional Geodynamics and Seismic Hazard,

10. Girard, J.F., 2002. *Imagerie géoradar et modélisation des diffractions multiples*, PhD thesis, Université Louis Pasteur, Strasbourg-I.

11. Gross, R., Holliger, K., Green, A.G. & Begg, J.H., 2000. 3D ground penetrating radar applied to paleoseismology: examples from the Wellington Fault, New Zealand, in *Proceedings of the 8th International Conference on Ground Penetrating Radar*, Proc. SPIE, Vol. **4084**, eds Noon, D.A., Stickley, G.F. & Longstaff, D., SPIE, Bellingham, WA, pp. 478–481.

12. Gross, R., Green, A.G., Holliger, K., Horstmeyer, H. & Baldwin, J., 2002. Shallow geometry and displacements on the San Andreas Fault near point arena based on trenching and 3D georadar surveying, *Geophys. Res. Lett.*, **29**(20), 1973–1977.

13. Gross, R., Green, A., Horstmeyer, H. & Holliger, K., 2003. 3D georadar images of an active fault: efficient data acquisition, processing and interpretation strategies, *Subsurf. Sens. Technol. Appl.*, **4**, 19–40.

14. Gross, R., Green, A.G., Horstmeyer, H. & Begg, J.H., 2004. Location and geometry of the Wellington Fault (New Zealand) defined by detailed three-dimensional georadar data, *J. geophys. Res.*, **109**, B05401, doi:10.1029/2003JB002615.

15. Heincke, B., Green, A.G., van der Kruk, J. & Horstmeyer, H., 2005. Acquisition and processing strategies for 3D georadar surveying a region characterized by rugged topography, *Geophysics*, **70**, K53–K61.

16. Jol, H. M. (1995). Ground-penetrating radar antennae frequencies and transmitter powers compared for penetration depth, resolution and reflection continuity. *Geophysical Prospecting* **43**, 693–709.

17. Jol, H.M., 2009. *Ground Penetrating Radar: Theory and Applications*, Elsevier Science, 525 pp.

18. Lehmann, F. & Green, A.G., 2000. Topographic migration of georadar data:

implications for acquisition and processing, *Geophysics*, **65**(3), 836–848.

19. Malik, J.N., Sahoo, A.K. & Shah, A.A., 2007. Ground penetrating radar investigation along Pinjore Garden Fault: implication toward identification of shallow sub-surface deformation along active fault, NW Himalaya, *Curr. Sci.*, **93**(10), 1427–1442.

20. McClymont, A.F. *et al.*, 2008a. Visualization of active faults using geometric attributes of 3D GPR data: an example from the Alpine Fault Zone, New Zealand, *Geophysics*, **73**, B11–B23.

21. McClymont, A.F., Green, A.G., Villamor, P., Horstmeyer, H., Grass, C. & Nobes, D.C., 2008b. Characterization of the shallow structures of active fault zones using 3D ground penetrating radar data, *J. geophys. Res.*, **113**, B10315, doi:10.1029/2007JB005402.

22. McClymont, A.F., Green, A.G., Kaiser, A., Horstmeyer, H. & Langridge, R.M., 2010. Shallow fault segmentation of the Alpine fault zone, New Zealand, revealed from 2- and 3-D GPR surveying, *J. appl. Geophys.*, **70**(4), 343–354.

23. Munkhsaikhan Adiya., 2016. Seismic activity near Ulaanbaatar: Implication for seismic hazard assessment. Strasbourg Institute for Earth Physics (IPGS) - UMR 7516, Doctoral School of Earth and environmental sciences - ED 413, PhD Thesis, 254 pages.

24. Schlupp, A. *et al.*, 2012. Investigation of active faults near Ulaanbaatar. Implication for seismic hazard assesment, in *Proceedings of the 9th General Assembly of Asian Seismological Commission*, Extended Abstract, Ulaanbaatar, pp. 265–267.

25. Tronicke, J., Vilamor, P. & Green, A.G., 2004. Estimating vertical displacement within the NgakuruGraben, New Zealand, using 2D and 3D georadar, in *Proceedings of the 10th International Conference on Ground Penetrating Radar*, Delft, the Netherlands.

26. Yalciner, C.C., Altunel, E., Bano, M., Meghraoui, M., Karabacak, V. & Serdar, H.A., 2013. Application of GPR to normal faults in the B'uy'uk MenderesGraben, Western Turkey, *J. Geodyn.*, **65**, 218–227.

ХАВЧИГ ТАЛБАЙН ГЕОФИЗИКИЙН ЦОГЦОЛБОР СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГИЙН ТАЙЛАЛТ

Болор-Эрдэнэ А

Майнерел ХХК

Зорилго: Геофизикийн соронзон хайгуулыг нарийвчлан хийж, цахилгаан хайгуулын үр дүнтэй хослуулан тайлалт хийснээр эрлийн талбайн гүний геологийн тогтоцыг ойлгох, өрөмдлөгийг илүү оновчтой төлөвлөхөд хувь нэмэр оруулах зорилготой.

Хураангуй: Хавчиг талбайд гүйцэтгэсэн нарийвчилсан соронзон зураглалаар илрүүлсэн цагираг хэлбэрийн 57500-58300 нТ-ийн утгатай гажил нь хүдэр агуулагч интрузив массивтай давхцдаг. Уг гажил нь баруун хойш чиглэлтэй хагарлын нөлөөгөөр хэвтээ болон босоо тэнхлэгийн дагуу зэрэг шилжсэн нь геофизикийн цогцолбор аргачлалын үр дүнгээр тайлагддаг байна. Цахилгаан хайгуулаар баруун хойш чиглэлтэй хагарал нь төлөөлөх эсэргүүцлийн гүний 77 м-ийн түвшинд 10-1300 Ом.м утгатай эсэргүүцлийн гажлаар гүнд үргэлжилж байгаа ба албадмал туйлшралын гүний 77 м-ийн түвшинд хагарлын баруун урд хэсэгт 4-10 мВ/В утгатай хувирсан бүс байна. Эдгээр судалгааны үр дүнг нэгтгэвэл гүний 100 м-ийн горизонтод хувирал хүрэджилтийн бүс тогтоогдож байгаа ба 300 м хүртэл гүнд өрөмдвөл хүдрийн биетийг үнэлэх боломжтой гэж үзлээ.

Түлхүүр үг: Соронзон хайгуул, Цахилгаан хайгуул

ОРШИЛ

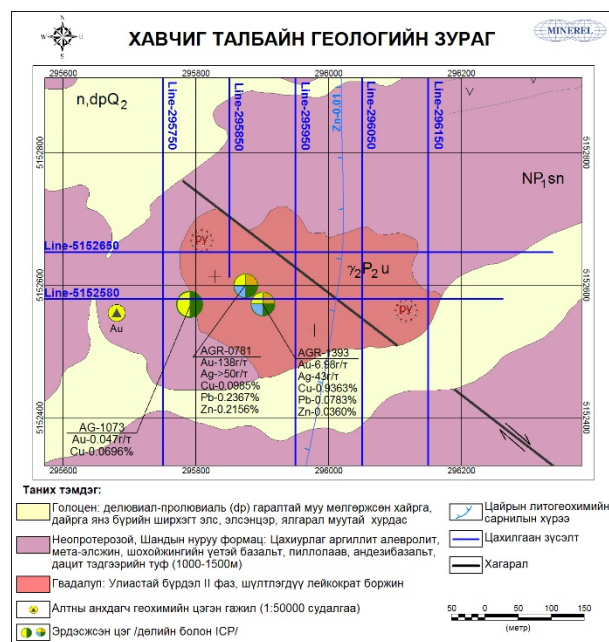
Хавчиг талбай нь Говь-Алтай аймгийн Тайшир сумын нутагт орших Алтан гадас уулаас баруун урагш 5 км-т 800 м урттай, 600 м өргөнтэй талбайг хамарна. Тухайн талбайн алтны хүдэржилт нь дунд пермийн Улиастай бүрдлийн II фазын шүлтлэг, шүлтлэгдүү чулуулагт агуулагддаг. Уг талбайд илрүүлэгдсэн гадаргуугийн хувирал хүдэржилтийн гүнд нь судлахаар геофизикийн аргуудыг цогцоор хэрэглэж, тайлалт дүгнэлт өгсөн болно.

1. ГЕОЛОГИЙН ТОГТОЦ

Талбайн хэмжээнд неопротерозойн Шандын нуруу формац (NP_1sn), түүнийг зүссэн дунд пермийн Улиастай бүрдлийн II фазын шүлтлэгдүү (γ_2P_2u) интрузив, эдгээрийг хучсан голоценийн делювиал-пролювиал (n,dpQ_2) гаралтай сэвсгэр хурдас тархсан (Зураг-1).

Дунд пермийн интрузив чулуулаг нь калишпатжих, метасоматитжих, грейзенжих хувирлуудад өртсөн. Хувирсан биет нь 350 м

урттай, 250 м өргөнтэй, 5 см хүртэл өргөнтэй кварцын судланцруудаар хэрчигдсэн байдаг. Судланцарууд нь хүчтэй лимонитжсон, гематитжсан, малахитжсан, пиритжсэн байдаг.



Зураг-1. Хавчиг талбайн геологийн зураг

II. АРГАЧЛАЛ

Соронзон хайгуул: 2016 онд Алтангадас талбайд соронзон зураглалын ажлыг 1:10000 масштабтай, шугам хооронд 100 м зайтайгаар хэмжсэн (Зураг-2).

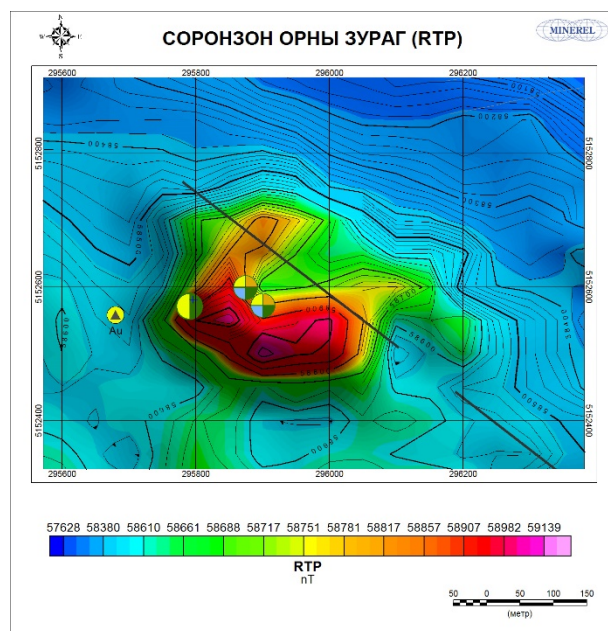
2018 онд тектоник структурыг судлах, цаашлаад алт болон магнетит агуулсан интрузив чулуулгийн ерөнхий структур, хил заагийг ялгах зорилгоор Алтангадас талбайн Хавчиг нэртэй нарийвчилсан эрлийн хэсэгт соронзон зураглалыг хийсэн (Зураг-3). Уг ажлыг 1:500 масштабтай, шугам хооронд 5 м нарийвчлалтай 60 т.км буюу 270 мян.м² талбайд зураглав.

Цахилгаан хайгуул: Хавчиг эрлийн талбайн геологийн тогтоц болон соронзон хайгуулын үр дүн дээр үндэслэн цахилгаан хайгуулын диполь-диполь аргачлалыг сонгон, уртрагийн дагуу гүний тандалт хийх зорилготой нэг зүсэлтийг мөн 2016 онд хийсэн. Тухайн цахилгаан зүсэлтийг 6 сувгаар, хэмжилт хооронд 50 м-ийн зайтай гүйцэтгэсэн.

Тус цахилгаан зүсэлтийн үр дүнгээс гүн рүүгээ сонирхолтой болох нь харагдсан тул нэмэлтээр цахилгаан хайгуулын поль-диполь аргачлалаар 2017 онд уртрагийн дагуу дөрөв, өргөргийн дагуу хоёр зүсэлт хийсэн (Зураг-1). Тухайн цахилгаан зүсэлтүүдийг 12 сувагтай, хэмжилт хооронд 50 м, шугам хооронд 100 м зайтай хэмжсэн.

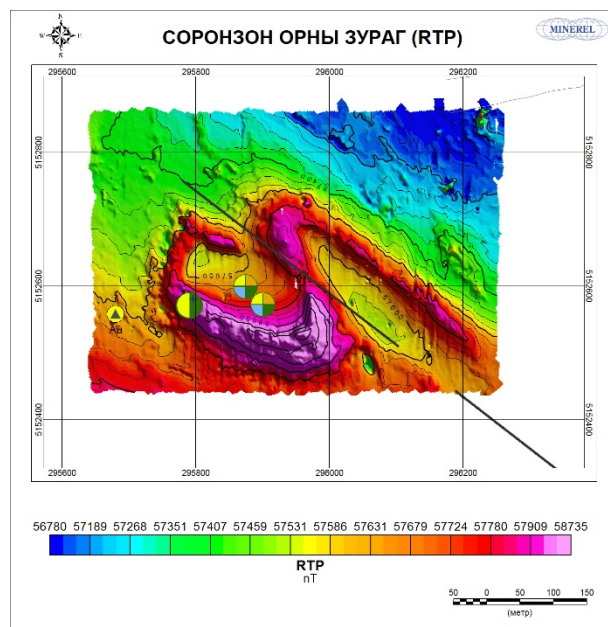
III. ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

III.A. Соронзон хайгуул: 2016 оны соронзон зураглалын ажлын үр дүнд 58700-59000 нТ утгатай цагираг хэлбэрийн биет тогтоогдсон (Зураг-2). Тухайн биет нь гадаргууд илрүүлэгдсэн алт, зэс, мөнгө, хар тугалга, цайрын илрэлтэй давхацдаг.



Зураг-2. 2016 оны соронзон зураглалын ажлын үр дүн

2018 оны нарийвчилсан ажлаар интрузив массив нь цагираг хэлбэрийн 57500-58300 нТ утгатай, баруун хойш чиглэлтэй хагарлын нөлөөгөөр шилжсэн, цагираг структурын төвийн хэсэгт хувирлын бүс байж болох шинж ажиглагдлаа. Тухайн структурын захын 57700-58300 нТ өндөр утга нь зүүн урагш цүлхийн томорсон байгаа нь тухайн биет зүүн урагш уналтайг харуулж байна.

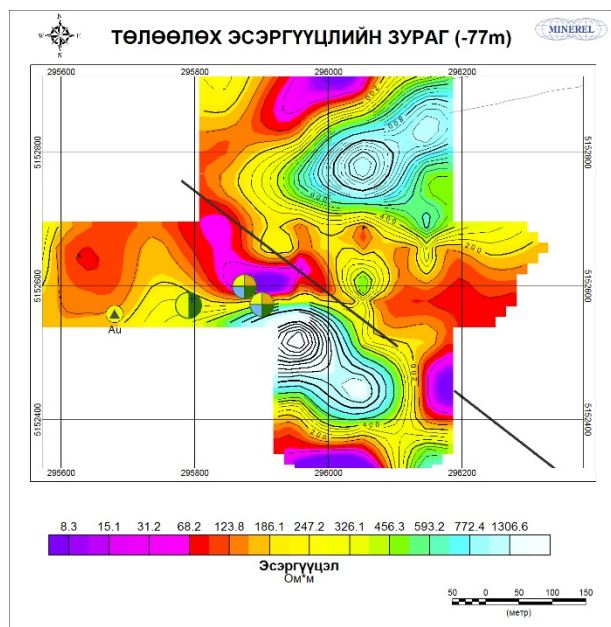


Зураг-3. 2018 оны соронзон зураглалын ажлын үр дүн

Дээрх соронзон зураглалын ажлуудын үр дүнгээс харахад, нарийвчлал сайжрах тусам геологийн структурын тайлалтын үр дүн

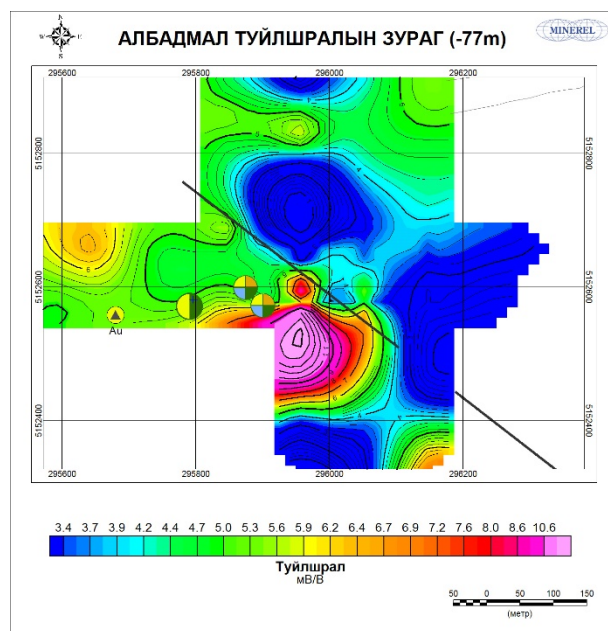
нэмэгдэж, зөвхөн биетийн хэлбэр бус шилжсэн суусан нөхцлийг тодорхойлох боломж олгож байна.

III.B. Цахилгаан хайгуул: Хавчиг эрлийн талбайд 2016-2017 онуудад хийгдсэн цахилгаан зүсэлтүүдийг нэгтгэн гүний 77 м түвшний план зургуудыг гаргасан (Зураг-4, 5). Хүдэржилт агуулсан интрузив массив нь цахилгаан хайгуулын төлөөлөх эсэргүүцлийн 10-1300 Ом.м утгатай мужаар гүндээ үргэлжлэх ба баруун хойш чиглэлийн хагарлаар шилжилт үүсгэсэн нь ажиглагдана (Зураг-4). Цагиргийн төв хэсэгт төлөөлөх эсэргүүцэл 10-200 Ом.м болж буурсан нь хувирлын нөлөөгөөр буурсан буюу хүдэржилт байх боломжтой нөхцөл бүрдсэнийг илтгэж байна.



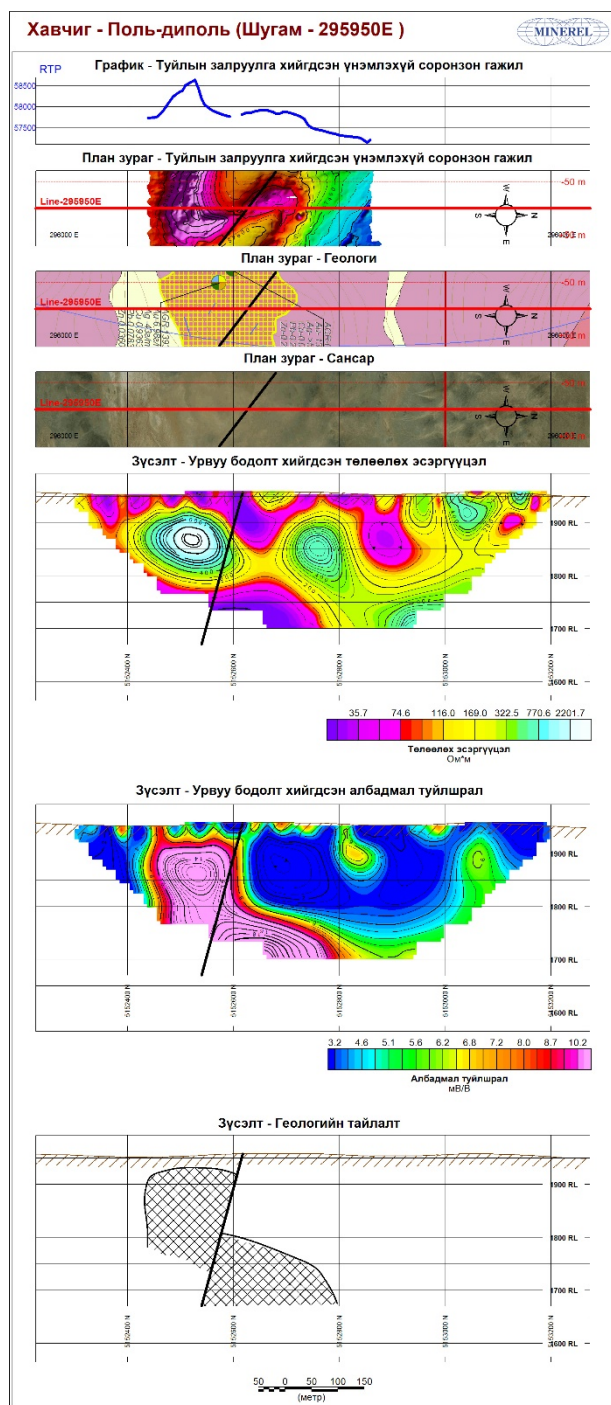
Зураг-4. Цахилгаан зүсэлтүүдийг нэгтгэн төлөөлөх эсэргүүцлийн гүний 77м түвшний план зураг

Албадмал туйлшралын зураглалд баруун хойш чиглэлтэй хагарлын зүүн урд хэсгийн 4-10 мВ/В утгатай муж нь бага эсэргүүцлийн болон дундаж соронзонгийн гажилтай давхцах шинж нь хувирлын бүс гэдгийг тодорхойлж байна (Зураг-5).



Зураг-5. Цахилгаан зүсэлтүүдийг нэгтгэн албадмал туйлшралын гүний 77м түвшний план зураг

Цахилгаан хайгуулын шугам-295950 нь хүдэржилт агуулсан интрузив массивын төв хэсгээр, уртрагийн дагуу огтлон байрлана (Зураг-6). Албадмал туйлшралын зүй тогтлыг харвал баруун хойших шилжээс хагарлын баруун урд хэсэг дээш өргөгдөж, зүүн хойд хэсэг доош суусан ажиглагдана. Энэ шугаманд ажиглагдаж буй зүй тогтол бусад параллель шугамуудад ижил төстэй байдлаар үргэлжилнэ.



Зураг-6. 2017 оны цахилгаан хайгуулын поль-диполь аргачлалаар хэмжсэн шугам - 295950

Цахилгаан хайгуулын үр дүнгээр гадаргууд илрүүлэгдсэн геофизикийн гажлыг гүнд нь мөрдөх, цаашлаад зөвхөн биетийн хэлбэр структурээр хязгаарлагдахгүй шинж чанарт үнэлэлт өгөх боломжтой гэдэг нь харагдаж байна.

IV. ДҮГНЭЛТ

Хавчиг талбай дахь хүдэржилт агуулсан интрузив массив нь зүүн урагш уналтай, цагираг хэлбэртэй шток маягийн биет байна.

Биет нь баруун хойш чиглэлтэй тектоник хагарлын нөлөөгөөр баруун хэсэг нь баруун хойшоо, зүүн хэсэг нь зүүн урагшаа хэвтээ тэнхлэгийн дагуу шилжсэн. Шилжээс хагарлын дагуу баруун урд тал нь өргөгдсөн ба зүүн хойд тал нь доош суусан байна.

Дээш өргөгдсөн хагас цагираг хэлбэртэй структурын төвийн хэсэгт хувирлын бүс байх боломжтой сонирхолтой гажил тогтоогдож байгаа тул баруун урд талаас нь зүүн хойш чиглэлтэй, 60° налуугаар 300 м гүнд өрөмдвөл гүний 100 м-ийн горизонтод хувирал хүрэджилтийн бүсийг огтлох боломжтой гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

Раузер А.А & Жанчив Д, 1986. Монгол-Алтайн зүүн хойт хэсэгт хийсэн 1:200 000-ны геологийн зураглалын ажлын тайлан, (№ 4186)

Тогтох Д & Лхүндэв Ш, 2001. Говь-Алтай аймгийн Тайшир, Есөн-булаг, Дэлгэр, Завхан аймгийн Шилүүстэй сумдын нутагт хийсэн 1:50000-ны масштабтай геологийн зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын тайлан (№ 5412)

Гүнчин-Иш М & Дамбадаржаа М, 2017. Говь-Алтай аймгийн Тайшир сумын нутаг дахь Алтангадас талбайд 2017 онд буюу 8 дахь жилд гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын тайлан

МОНГОЛЫН НУТАГ ДЭВСГЭРИЙН ХАГАРЛЫН ТЕКТНИК ХӨГЖЛИЙН ҮНДСЭН ҮЕҮД БА АНГИЛАЛЫН АСУУДАЛ

Ж.Ган-Очир, Д.Цэдэнбалжир, Ү.Мөнхжаргал

Хураангуй: Монголын нутаг дэвсгэрийн хагарлын тектоникийг судлах явцад хагарлын бүсийн ангилал, ялангуяа хагарлын тектоник хөгжлийн үндсэн үеүд буюу хагарлын идэвхжсэн цаг хугацаа, үе шатыг тодорхойлох асуудал чухал болж байна. Хагарлын бүсийн үүсч хөгжсөн, идэвхжиж сэргэсэн цаг хугацааны хувьд, түүний структурын байрлал, гарал үүсэл, гүний тогтоц, үүссэн цаг хугацааг тодорхойлж байгаа геологийн биеэр бодитой тодорхойлох оролдлог хийж байна. Хагарлын тектоник хөгжлийн офиолитын бүстэй холбоотой палеозойн өмнөх ба палеозойн, пермь-триасын вулканоген бүсийн палеозойн хожуу-мезозойн эхэн үеийн, кайнозойн базальтын тархалтын, газар хөдлөлийн идэвхитэй үндсэн үеүдийг ялгаж зурагласан болно. Гүний тогтцын хувьд геофизикийн цогц хэмжилт, боловсруулалт, сансрын мэдээллээр мантийн (доод, дээд), литосферийн, царцдасын (базальт, гранит, тунамал-метаморфоген чулуун давхаргын), гадаргын гэж ангилж байна. Хагарлын тектоник хөгжлийн үндсэн үеүд, хагарлын идэвхжсэн цаг хугацаа, үе шатыг тодорхойлох асуудал нь газар хөдлөлийн идэвхитэй хагарлын байрлал, тархалт, тэдний хөгжлийн зүй тогтлын судлан илрүүлэх ач холбогдолтой болно.

Түлхүүр үг: Хагарал, ан цавшил, тектоник хөгжил, уламжлал, идэвхжил хөдөлгөөн

Удиртгал

Сансар огторгуйд дүүлэн гарч Эх дэлхийгээ сансраас ажиглаж судлах буюу сансрын өндрөөс зураглаж, дэлхийн гүний тогтцыг судалж байна (Ган-Очир, 2015), зайнаас тандах геофизик, сансрын цогц мэдээлэл, боловсруулалт геологи-структурын судалгааны үндэс мөн (Ган-Очир нар 2017) зэрэг тэмдэглэл дүгнэлт геолог, геофизикийн цогц судалгааны үндэс болж байдаг.

Өгүүлэлд: Монголын нутаг дэвсгэрийн хагарлын тектоник хөгжлийн үндсэн үеүд ба

ангилалын зарим асуудлыг хэлэлцүүлж байна.

“Хагарлын тектоник” гэдгийн дор бүх төрлийн хагарал, ан цавын бүс, цагираг-хигээс, нум, цагираг-хуйлаа, хунираа структур, түүний нөлөөлөл, геодинамик хөгжил, ашигт малтмалын орд илрэл, эрдэсжсэн цэг, хувирлын бүсэд нөлөөлөх байдал бүгд орно. Дэлхийн гүнээс манти, литосфер, царцдасын түвшинд плюмын эх уусмалын түрж тогтох зам, байрлалын онцлог нь зөвхөн тектоник хөдөлгөөний үр дүн болсон гүний хагарал, ан цавын бүстэй холбоотой.

Монголын нутаг дэвсгэрийн хагарлын судалгааны өнөөгийн түвшинд хагарал, ан цавын бүсийн торон сүлжээ, түүний байрлал, тархалтын байдал судлан тогтоогдож, структур тогтолцоо, геодинамик хөгжил, металлогенийн ерөнхий зүй тогтлын анхны төсөөлөл буй болж байна (Ган-

Очир, 2018). Газар хөдлөл, галт уул, халуун рашааны байрлал, тархалтыг тодорхойлж байгаа гүний хагарлын идэвхжиж сэргэсэн бүсүүд шинээр тогтоогдож байна.

I. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ, АРГАЧЛАЛ

Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хагарлын тектоникийн цогц судалгааны зөв хувилбар - сансрын геологи судлал (газар-агаар-сансрын олон түвшиний төлөвшилтийн зураг, мэдээллийн геологи-структурын сэдэвчилсэн тайлал, баримт баталгаажуулалт), геологийн зураглал, геофизикийн хэмжилт, геохимийн дээжлэлтийн тулгуур эх баримтыг нэгтгэн боловсруулж, структурын зураглал, гүний мэдрэмж, эзлэхүүний төсөөлөлтэй, чиглэсэн зорилготой цогц судалгаа шинжилгээний ажлыг хийж гүйцэтгэхэд оршино.

Сансрын цогц мэдээлэл, геофизикийн цогц хэмжилт боловсруулалт, түүний нэгдсэн дүгнэлт, судлаач эрдэмтдийн хамтын ажиллагааг Олон улсын түвшинд хөгжүүлэх зэрэг асуудал мөн чухал болно.

II. МОНГОЛЫН НУТАГ ДЭВСГЭРИЙН ХАГАРЛЫН ТЕКТНИК ХӨГЖЛИЙН ҮНДСЭН ҮЕҮД БА АНГИЛАЛЫН АСУУДАЛ

Монголын нутаг дэвсгэр дэх хагарлын торон сүлжээ, байрлал, тархалтын зураг

зохиох явцад А.Х.Иванов (1961), В.А.Амантов, П.С.Матросов (1961), Л.П.Зоненшайн, Н.Г.Маркова, М.С.Нагибина (1973), В.И.Тихонов (1974), Ж.Бямба (2008), Ж.Бадамгарав, Д.Бадамгарав (2010), Ж.Ган-Очир (2012, 2014, 2018) нар хагарлын бүсийг өөр өөрсдийн үзэл баримтлалаар ангилж ирсэн. Ихэнхи судлаачид хагарлын бүсийн орон зай дахь байрлалаар нь баруун хойш, зүүн хойш суналтай, уртраг, өргөргийн дагуу чиглэлтэй хэмээн ангилсан.

Ж.Бямба Монголын нутаг дэвсгэрийн хагарлыг гүний (Царцдасын, астеносферийн), орон зайн (Өргөрөг, уртраг, баруун хойд, зүүн хойд), морфологын (Шилжил, тохрол, зөрөл), түүхэн геологийн (Идэвхитэй тектоникийн, неотектоникийн, палеотектоникийн), палеотектоникийн хагарлыг кайнозойн өмнөх, мезозойн өмнөх, палеозойн өмнөх гэж ангилсан (Бямба, 2012).

Нутаг орны байгаль, геологийн тогтоц, өнгө төрх, хэлбэр хэмжээ, нүүр царайг тодорхойлогч “Байгалийн уран барималч” хөдөлгөгч гол хүч, дэлхийн чулуулаг давхаргыг бүрдүүлэгч “оронт тор” мөн гэдэг ойлголтын үүднээс хагарлын бүсийг ангилах оролдлог хийж байна (Ган-Очир, 2014, 2018).

Монголын нутаг дэвсгэрийн хагарлын 1:2 500 000 масштабын зураг дээр хагарал, ан цавын бүсийг дараах байдлаар ангилж зурагласан.

Үүнд:

Хагарлыг тархах байдал, хэлбэр хэмжээ, геологийн мөн чанараар нь:

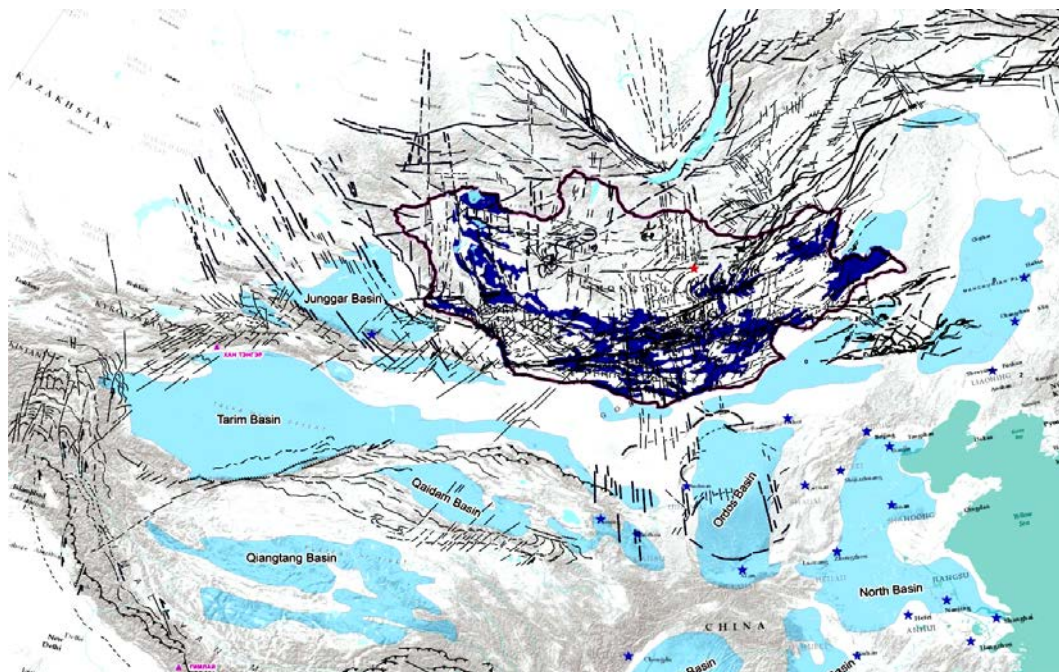
Тивийн (Төв Азийн хэмжээний буюу трансмонголын), Структурын зааглалын (структур-формацийн бүсийн зааглалын), Структурын (структур-формацийн бүсийн хэмжээнд), Бусад (орон нутгийн чанартай, жижиг хагарлууд)

Структур-формацийн бүс, атриат тогтолцооны суналын ерөнхий чиглэлтэй харьцах байдлаар нь: дагуу хагарлын, хөндлөн хагарлын бүс гэж ангилсан.

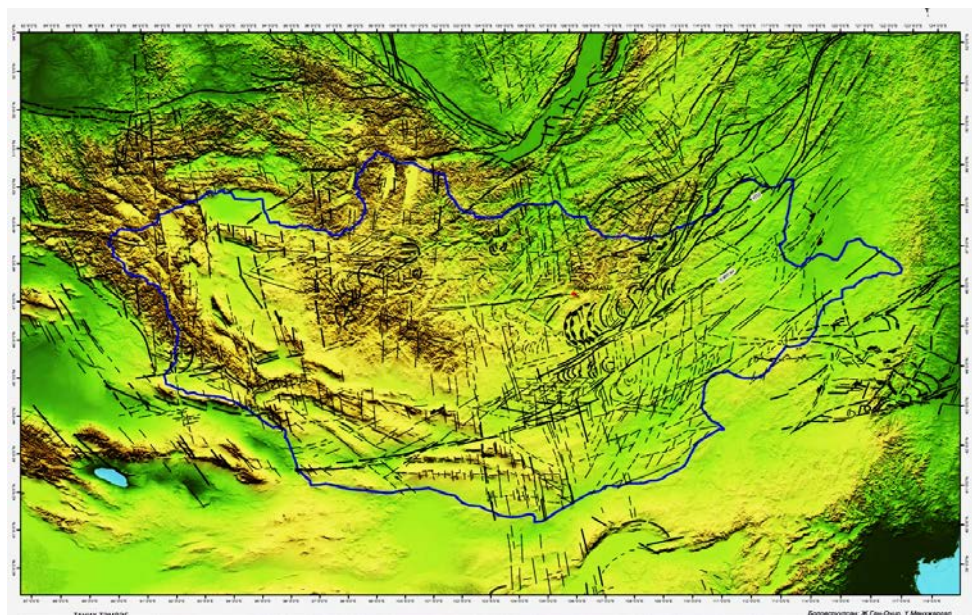
Геологийн тогтоц, тектоник, геодинамик хөгжил, металлогенийн судалгаанд нөлөөлөх байдлаар нь “Далд”, “Нэвт” хагарлын бүсүүд ангилж болно.

Судлагдсан байдал, судалгааны арга аргачлалын хувьд: геологийн ажиглалт зураглалаар, сансар, агаар, нисдэг төхөөрөмжөөс татсан зураг мэдээллийн өгөгдлөөр, геофизикийн хэмжилт боловсруулалтаар, геологийн ажиглалт зураглал, сансар, агаар, нисдэг төхөөрөмж, геофизикийн хэмжилт боловсруулалт зэрэг судалгааны цогц арга аргачлалаар найдвартай тогтоогдсон хагарлууд зураглагдсан болно.

Хагарлын бүсийн үүсч хөгжсөн, идэвхжиж сэргэсэн цаг хугацааны хувьд: палеозойн өмнөх, палеозойн (офиолитын бүстэй холбоотой), палеозойн хожуу-мезозойн эхэн (пермь-триасын вулканоген бүсийн), мезозойн рифтийн өмнөх ба рифтийн (триас-юрийн), рифтын дараах (цэрд-палеогенийн), кайнозойн рифтийн өмнөх ба рифтийн (кайнозойн базальтын тархалтын), газар хөдлөлийн идэвхитэй хагарлууд гэж ангилсан ба зураг дээр зураглаж тэмдэглэсэн. Өгүүлэлд Монголын нутаг дэвсгэрийн хагарлын бүсийн үүсч хөгжсөн, идэвхжиж сэргэсэн цаг хугацааны тухай өгүүлнэ. Төв Азийн Ерөнхий структур дэх Монголын хагарал, ан цавын бүсийн байрлал, тархалт, тэдний морфотектоник структур, дэлхийн гадаргад нөлөөлж байгаа байдлыг дараах зургаар үзүүлээ (1, 2-р зураг). Монголын идэвхтэй хагарлууд, ихэнхдээ морфоген буюу морфотектоник структур, түүний сэргэсэн хагарлуудтай давхцаж байгааг харж болно (3-р зураг).



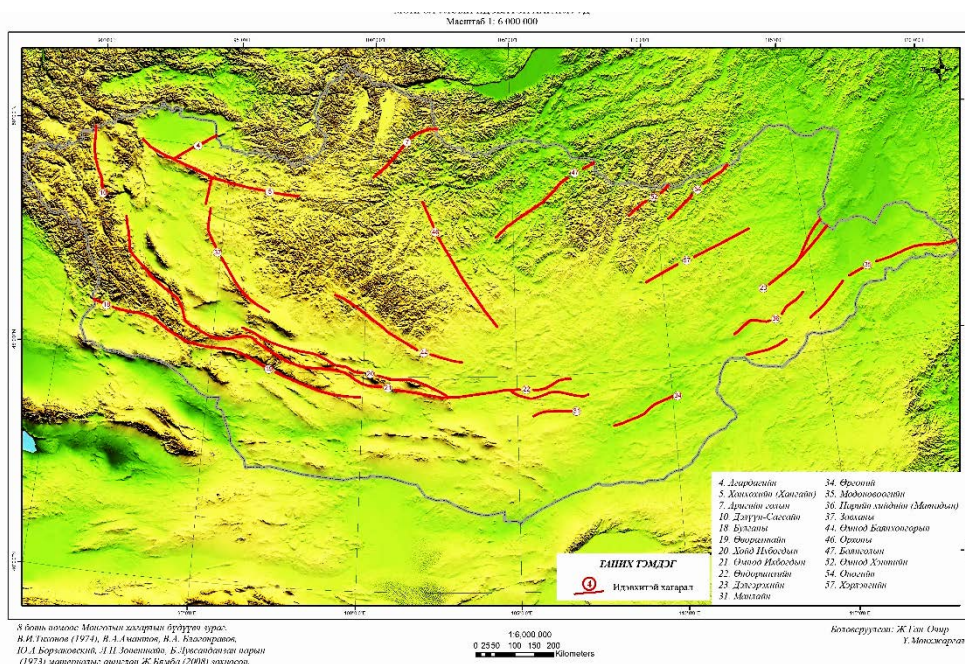
1-р зураг. Төв Азийн Ерөнхий структур дэх Монголын хагарлын тектоник, Масштаб 1:2 500 000, Боловсруулсан: Ж.Ган-Очир, , Ү.Мөнхжаргал, Д.Энх-Амгалан. 2018.



2-р зураг. Монголын морфотектоник структур, морфоген хагарлууд, Масштаб 1:2 500 000, Ж.Ган-Очир, Ү.Мөнхжаргал, 2018.

Монголын нутаг болоод зэргэлдээ Төв Азийн гадаргын өнөөгийн төрх байдал юрын цаг үеэс төлөвшиж эхэлсэн тухай баримт, тэмдэглэл бий (Нагибина, Флоренсов, Бямба). Монгол орны морфотектоник структур, морфоген хагарлын зураг дээр эртний хагарал, ан цавын томоохон бүсийн, ихэнхидээ юрын

хожуу, цэрдийн цаг үед идэвхжсэн хагарлууд горст өргөгдөл, грабень суулт структурыг тусгаарлаж, эсбол, томоохон голын ай савуудын дагуу тектоникийн суларсан, бутарсан, ан цавшилд орсон бүсийн дагуу тектоник болоод элэгдэл-идэгдлийн гарал үүсэлтэй байна.



3-р зураг. Монголын идэвхтэй хагарлууд, Масштаб 1:2 500 000, А.Баясгалан, Ж.Бямба (2012) нарын эх баримтаар, боловсруулсан Ү.Мөнхжаргал, 2018.

Монголын нутаг дэвсгэрийн хагарлын тектоник хөгжлийн үндсэн үеүд

Хагарлын бүсийн үүсч хөгжсөн, идэвхжиж сэргэсэн цаг хугацааны хувьд, түүний структурын байрлал, гарал үүсэл, үүссэн цаг хугацааг тодорхойлж байгаа геологийн биеэр бодитой тодорхойлж байна. Үүнд:

палеозойн өмнөх, палеозойн (офиолитын бүстэй холбоотой),

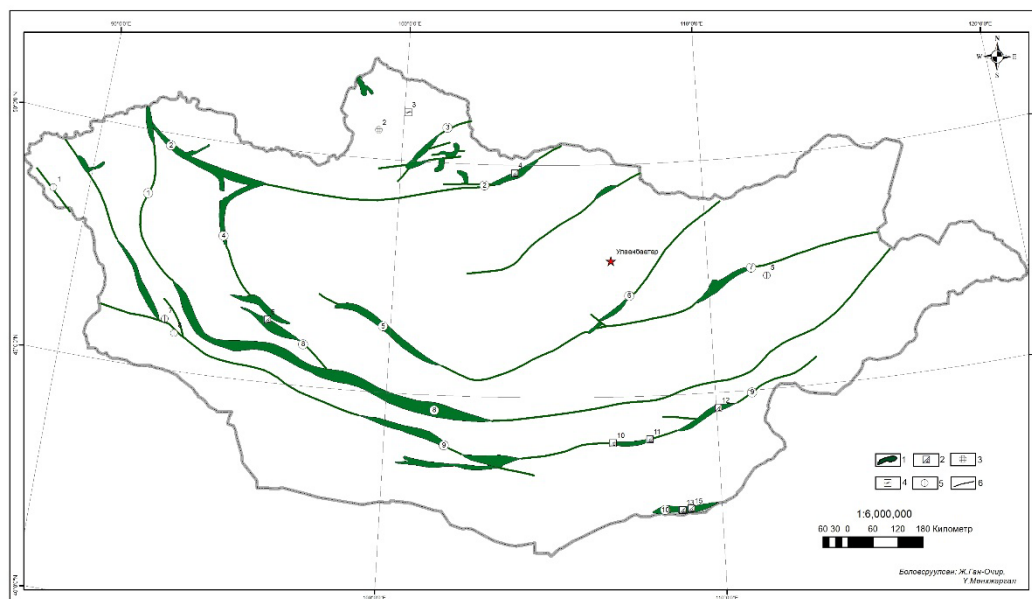
палеозойн хожуу-мезозойн эхэн (пермь-триасын вулканоген бүсийн),

мезозойн рифтийн өмнөх ба рифтийн (триас-юрин),

рифтын дараах (цэрд-палеогенийн),

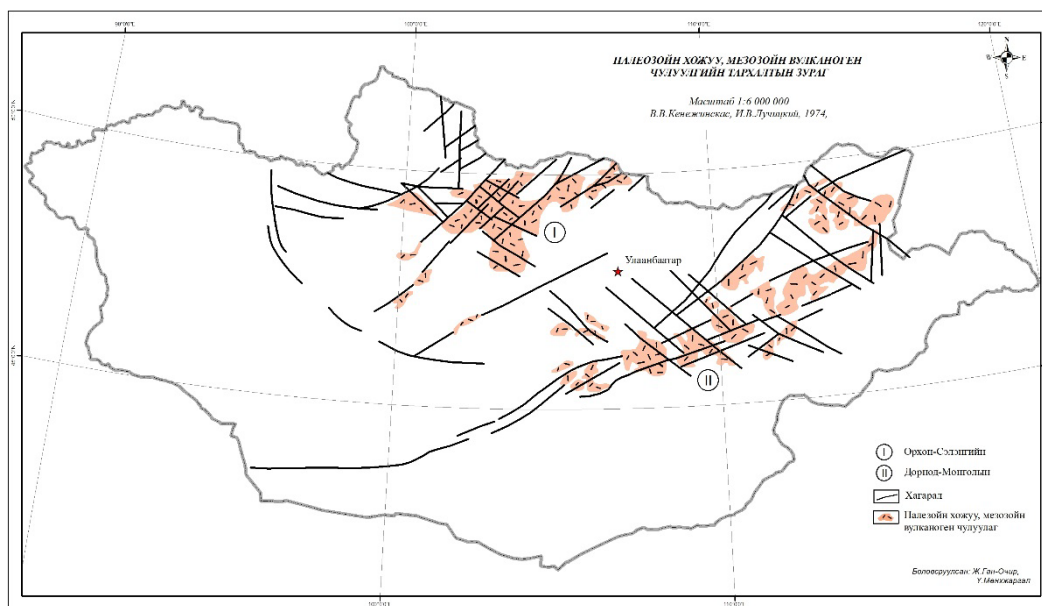
кайнозойн рифтийн өмнөх ба рифтийн (кайнозойн базальтын тархалт, кайнозойн хожуу рифтын грабень-суулт структурын),

газар хөдлөлийн идэвхтэй хагарлуудыг зураглаж үзүүлээ (4,5,6-р зураг).



4-р зураг. Монголын офиолит (далайн царцдасын үлдэгдэл, Зоненишайн, Төмөртоогоо, 1979), бүсийн байрлал, тархалтын зураг, И.Б.Филиппова, В.Н.Выдрин, 1977, Л.П.Зоненишайн, О.Төмөртоогоо, 1979,

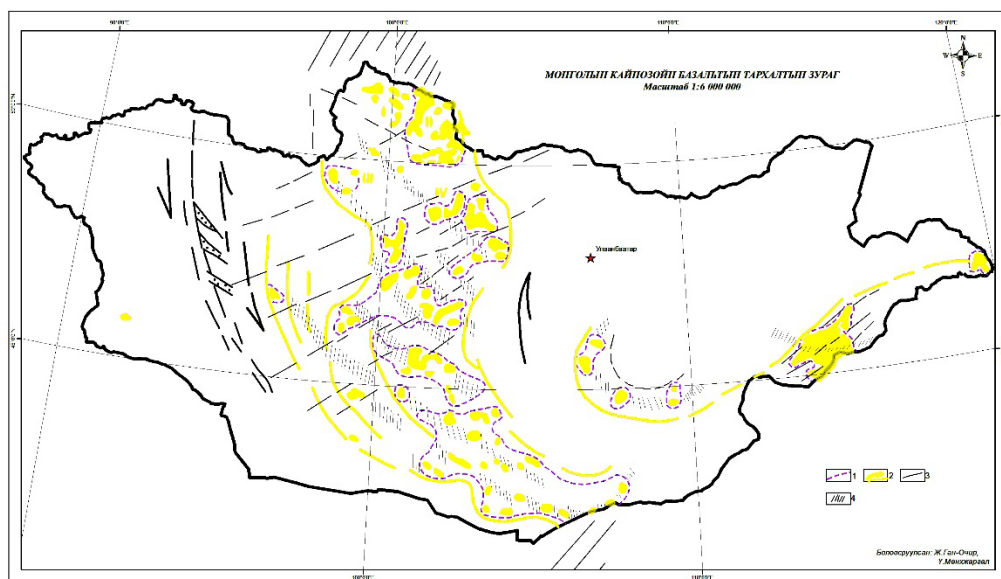
Монголын офиолит (далайн царцдасын үлдэгдэл) бүс структурын зааглалын хагарлын бүс дагаж, ихэнхдээ байрлах ба Монголын каледонын (хойд) суперблокод венд-кембрий (неопротерозой), герцинийн (өмнөд) суперблокод палеозойн дунд-хожуу (Монгол орны нутаг дэвсгэрийн эх газрын царцдас кембрийн өмнөх, палеозойн эхэн, палеозойн хожуу, мезозойн эхэн цаг үед үүсэж хэлбэржин тогтосон, структурын зааглалын бүсийн дагаж байрлана.



5-р зураг Монголын палеозойн хожуу, мезозойн эхэн цаг үеийн вулканоген, вулканоген-тунамал, туф гаралтай (трахилипарит, трахибазальт, андезит-липарит, туфоген-тунамал) чулуулгийн байрлал, тархалтын зураг, В.В.Кебезинский, И.В.Луцицкий, 1974 нарын эх баримтаар, боловсруулсан Ү.Мөнхжаргал, 2018.

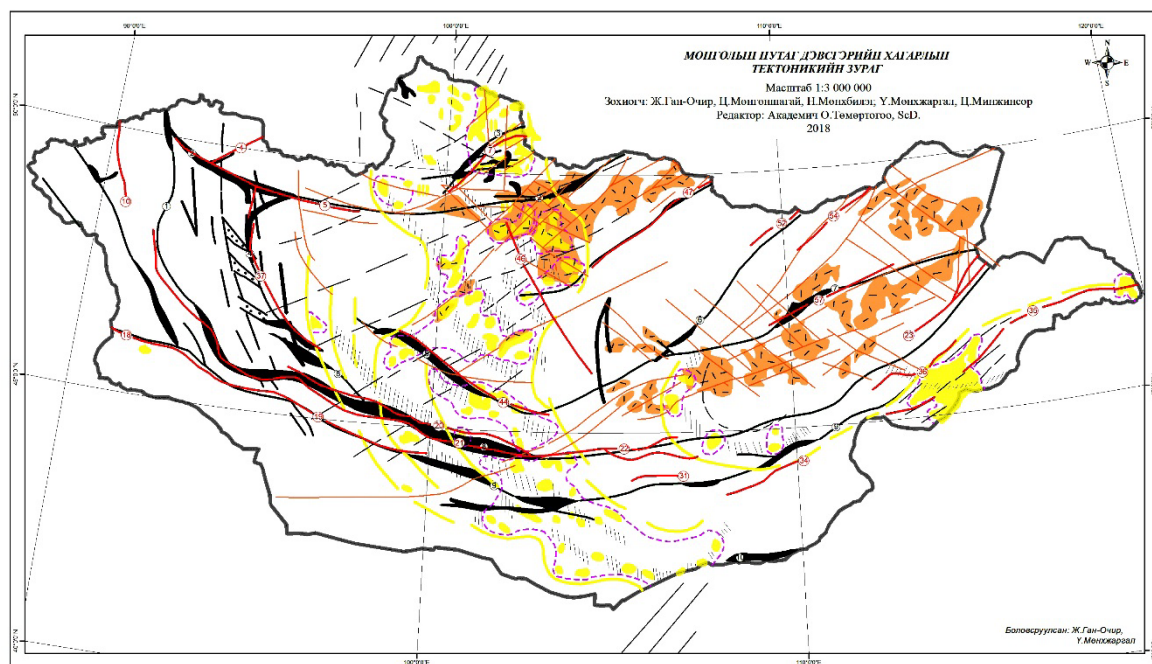
Вулканоген, вулканоген-тунамал, туф гаралтай чулуулгийн бүс: I –

Зургийн тайлбар: Орхон-Сэлэнгэ, Дорнод Монголын (Хэнтийн өмнөд) палеозойн хожуу, мезозойн эхэн цаг үеийн вулканоген, вулканоген-тунамал, туф гаралтай чулуулгийн байрлал, тархалт Монгол-Агнуурын сутур бүсийн баруун өмнөд жигүүр – Баян гол, Ерөө гол, Ононгийн гүний хагарлын бүстэй орон зайн холбоотой болох нь харагдана.



6-р зураг. Монгол орны кайнозойн базальтын тархалт (Шар өнгөөр тэмдэглэсэн). Б.Мөнхцэнгэл, Ё.Мажигсүрэн, О.Жавхлан, 2012, Их нууруудын хотгорын захын хожуу кайнозойн рифтийн грабень-суулт хөндийн байрлал, Бадамгарав Ж., Бадамгарав Д., нар, Монгол улсын мезозой, кайнозойн тектоникийн зураг, Масштаб 1:1 000 000, 2010. боловсруулсан Ү.Мөнхжаргал, 2018

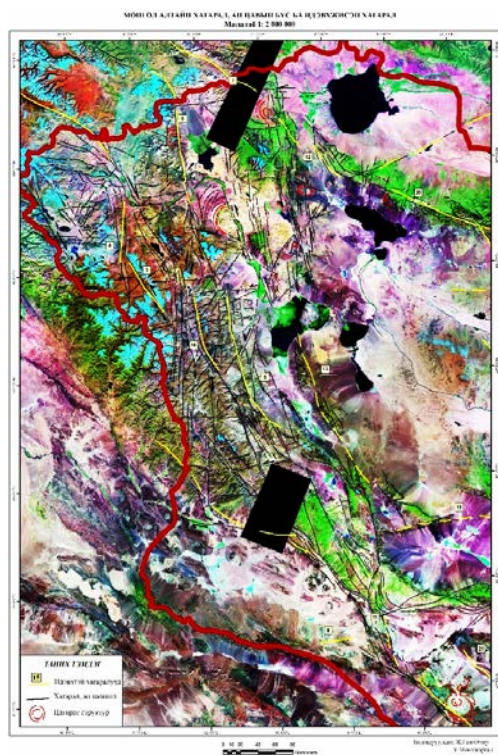
Зургийн тайлбар: Монгол орны кайнозойн базальтын тархалт, Их нууруудын хотгорын захын хожуу кайнозойн рифтийн грабень-суулт хөндийнүүд баруун хойш сунасан тасралын хагарал, ан цавын бүс дагаж байрласан нь хагарлын тектоник структурын кинематик хөдөлгөөн цагын зүүний дагуу эрэгсэн, зүүн (гарын) шилжил хөдөлгөөнөөр тайдбарлах боломжтой байна.



7-р зураг. Монголын офиолит (далайн царцдасын үлдэгдэл, Зоненишайн, Төмөртоогоо, 1979), палеозойн хожуу, мезозойн эхэн цаг үеийн вулканоген, вулканоген-тунамал, туф гаралтай (трахилипарит, трахибазальт, андезит-липарит, туфоген-тунамал) чулуулгийн байрлал, тархалтын зураг, В.В.Кепежинскас, И.В.Лучицкий, 1974, кайнозойн базальтын тархалт (Шар өнгөөр тэмдэглэсэн). Б.Мөнхцэнгэл, Ё.Мажигсүрэн, О.Жавхлан, 2012, Их нууруудын хотгорын захын хожуу кайнозойн рифтийн грабень-суулт хөндийн байрлал, Бадамгарав Ж., Бадамгарав Д., нар, 2010, зургуудыг харьцуулсан байдал, боловсруулсан Ү.Мөнхжаргал, 2018

Зарим бодит жишээ:

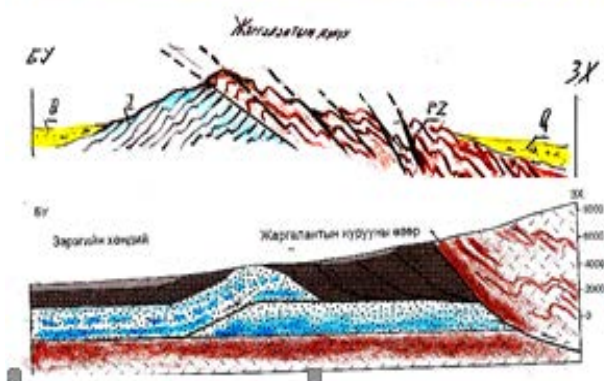
1. Монгол Алтай



8-р зураг. Монгол Алтай хагарал, ан цавишийн бүс ба идэвхитэй хагаралууд, Масштаб 1:2 500 000, боловсруулсан Ж.Ган-Очир, Ү.Мөнхжаргал, 2018. Идэвхитэй хагаралууд, А.Баясгалан, 2012.

Н.В.Лукина, 1989 онд Монгол Алтайн уулархаг нутаг, түүний хойд хэсгийн Цагаан Шивээтийн хагарлын бүсийн дагуу сансрын скайнерын жижиг масштабын, агаарын том масштабын зурагт геолог, геоморфологын сэдэвчилсэн тайлал, талбайн судалгааны ажил хийж явуулсны дүнд Ховд, Ачит нуурын зүүн, Цагаан Шивээтийн уртрагын дагуух болоод өргөргийн дагуух Ачит нуурын өмнөд, түүний зэрэгцээ байрлах хагарал, ан цавын бүсүүдийг ажиглаж, судалсан. Идэвхитэй хагарлууд, ихэнхидээ уртраг, өргөргийн дагуу структурын зааглал (өөр өөр механик шинж чанартай чулуулаг, тектоник структурын хил зааг), эртний хагарлын суларсан бүсийн дагуу байрлаж байгаа

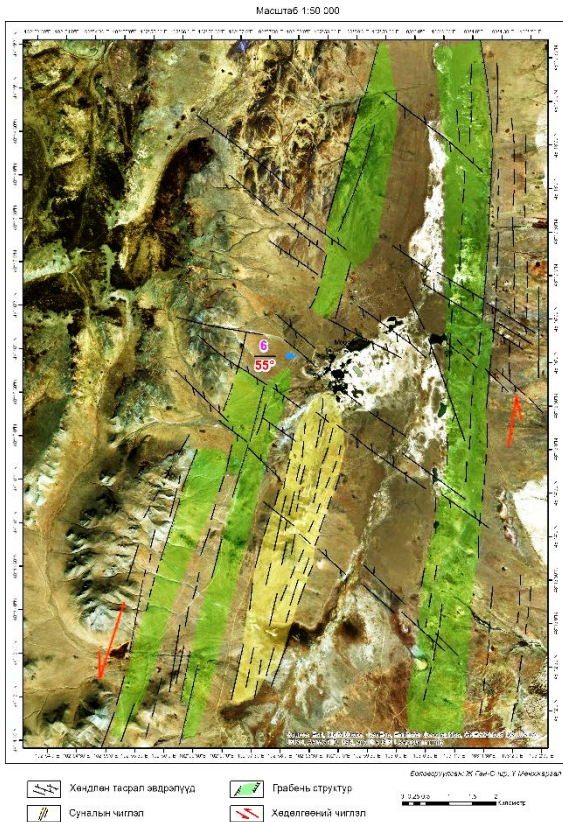
ерөнхий зүй тогтлыг ажиглаж тэмдэглэсэн байна (Лукина, 1989).



9-р зураг. Жаргалант Хайрханы өмнөд хэсгийн сансрын Landsat Bing тар зураг мэдээллийн геолог-структурын сэдэвчилсэн тайлал, геолог-структурын зарчмын зүсэлт, боловсруулсан Ж.Ган-Очир, Ү. Мөнхжаргал, 2018. Жаргалант Хайрханы өвөр энгэрт мезозой, кайнозойн хурдас хуримтлал дээр палеозойн тунамал-вулканоген чулуулгийн тохорч байрласан байдал (Уиндлей, Доржнамжаа, Бадамгарав, Саандар, 1996, Бямба, 2012)

2. Могодын газар хөдлөлийн идэвхтэй хагарал

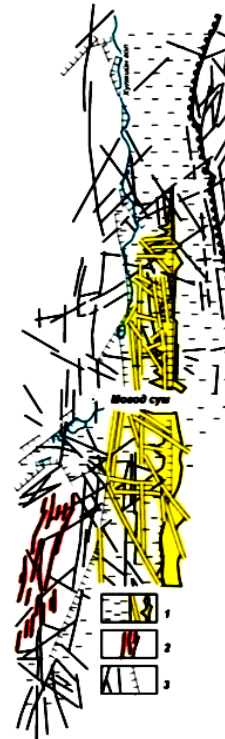
Хөвсгөлийн рифтийн бүстэй зэрэгцээ, 103-р уртрагын дагуух Төв Ази, Монголын хэмжээний эртний (палеозойн өмнөх, палеозойн) томоохон хагарлын идэвхижиж сэргэсэн бүсийн дагуу байрлана. Газар хөдлөлийн идэвхитэй бүс кайнозайд неоген-дөрөвдөгчийн үед идэвхжиж Урантогоо бүлэг галт уул, Хулжийн (55°) байрлалыг тодорхойлно (Гуррагчаа, Ганзориг, Ган-Очир, 1978).



10-р зураг. Эхний зураг. Могодын газар хөдлөлийн Сархиаг, Түлээтийн уртрагын дагуух тасрал эвдрэл, ан цавилийн бүс суурь – палеозойн тунамал-карбонат, вулканоген чулуулгийн суналын дагуу, үелэлийн дагуух ан цавилийн сэргэсэн бүсийн дагуу байрласан байдал, Ж.Ган-Очир, Ү.Мөнхжаргал, 2018.

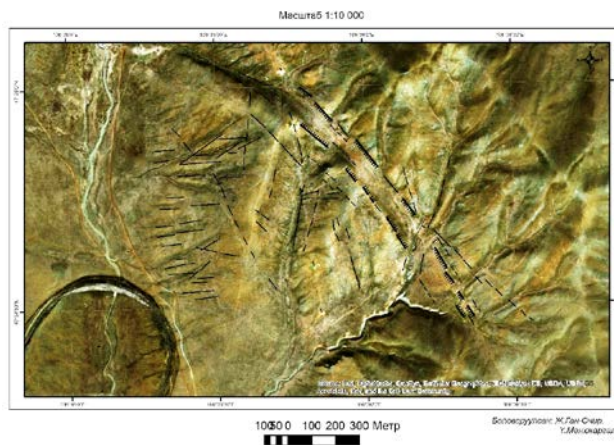
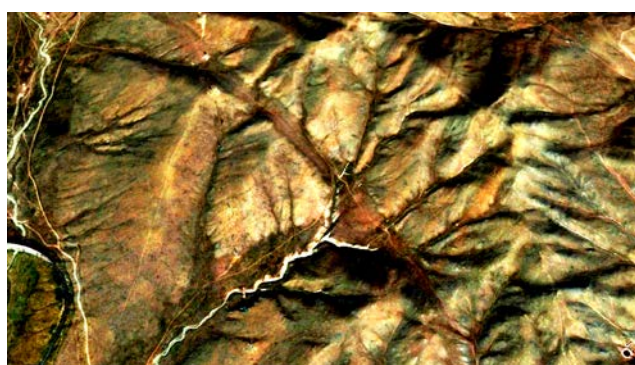
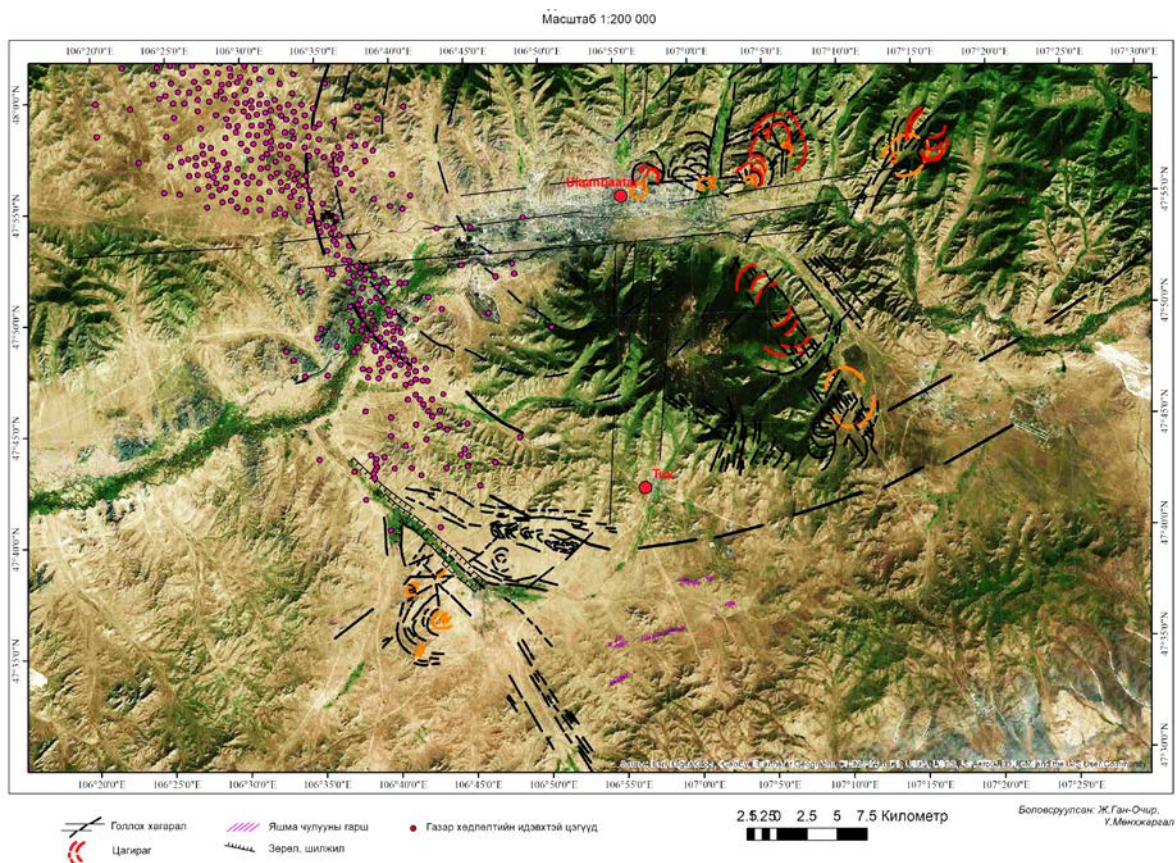
Дараагийн зураг. Могодын (1967.01.05) газар хөдлөлийн идэвхижиж сэргэсэн Сархиаг, Түлээтийн 45 км тасрал эвдрэл, ан цавилийн бүс - газрын тасрал эвдрэл, галт уул, газар хөдлөлийн уялдаа холбоо, уламжлал хөдөлгөөн: Цахилгаан соронзон долгионы дулааны мужид авсан мэдээлэл газар хөдлөлөөр шинээр үүссэн Сархиаг, Түлээтийн тасрал эвдрэл, ан цавилийн гадаргууд ил харагдаж

байгаа хэсэг нь Хулжийн грабень структурыг дагаж газрын гадаргуу доогуур, уртрагын чиглэлд 2 км гаруй сунаж үргэлжилснийг шинээр илрүүлж тогтоосон (Ган-Очир, Ганзориг, 1989).



3. Эмээлтийн орчим нутгийн идэвхтэй тасрал эвдрэлүүд

Улаанбаатар хотын дүүрэг уртраг, өргөргийн дагуу суналтай, Төв Азийн хэмжээний, гүний тасрал эвдрэлийн бүсийн огтлолцол дээр байрлах ба Эмээлтийн орчим нутгийн идэвхтэй тасрал эвдрэлүүд Улаанбаатар хотын баруун хойд хэсэгт байрлана.

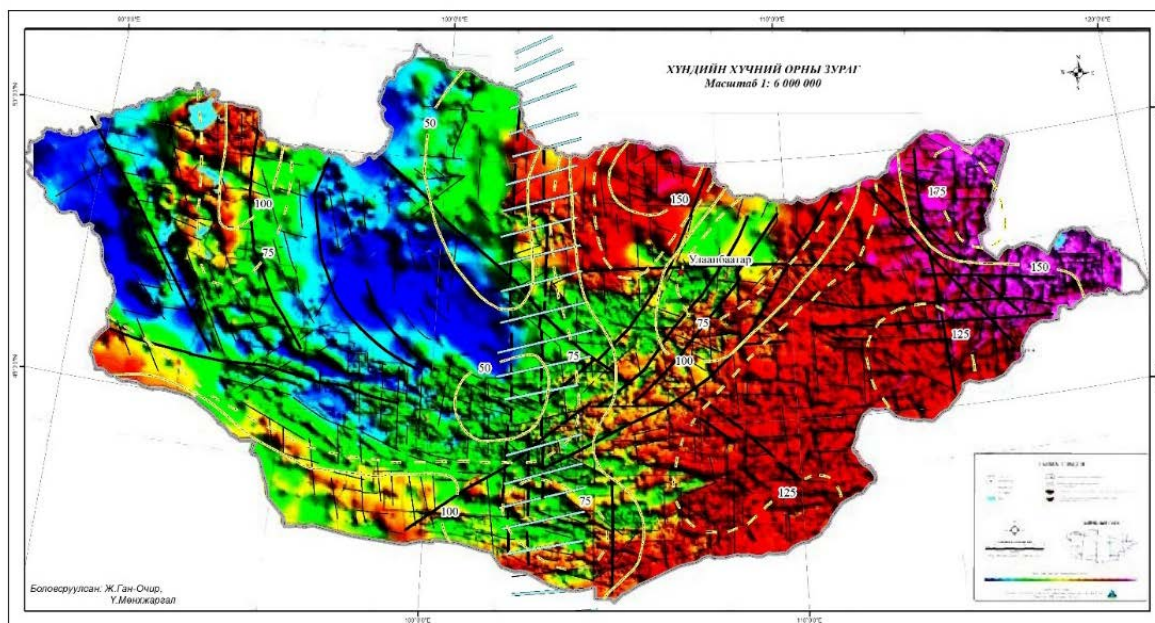


11-р зураг. Улаанбаатарын орчим нутгийн геологи-структурын байрлал ба Эмээлт орчмын неотектоникийн сэргэсэн ан цавилийн бүс, баруун хойш сунаж, усны хагалбар, шинэхэн жалга сайрыг хөндлөн огтолж гарсан байдал, сансрын Landsat Bing тар зураг мэдээлэл, Эмээлт орчмын неотектоникийн сэргэсэн ан цавилийн бүсийн сансрын Landsat Bing тар зураг мэдээлэлд геологи-структурын сэдэвчилсэн тайлал хийсэн байдал, Ж.Ган-Очир, 2016,

Зургийн тайлбар:

Эмээлт орчмын талбайн сейсмик долгионд үзүүлэх нөлөөллийн хөрсний хэлбэлзлийн зонхилох давтамжийн хэмжилтийн дүнд сейсмик шум (чимээ-шууга) ба сул газар хөдлөлт бичсэн цэгүүдийн HV харилцаны пик (өндөр утга бүхий) давтамж, бүхий цэгүүдийг 2-4 Гц, 4-8 Гц, 8-12 Гц, давтамжгүй хэмээн ангилсан ба бүртгэгдсэн сул газар чичирхийллийн тоон үзүүлэлт сүүлийн жилүүдэд өсөж байгаа нь уг талбайд нарийвчилсан цогц судалгаа хийх шаардлагатайг харуулж байна (Дэмбэрэлдулам, Одонбаатар, 2016).

III. ГҮНИЙ ТОГТОЦ БА ГЕОФИЗИК, ГЕОЛОГИ-СТРУКТУРЫН ЦОГЦ СУДАЛГАА



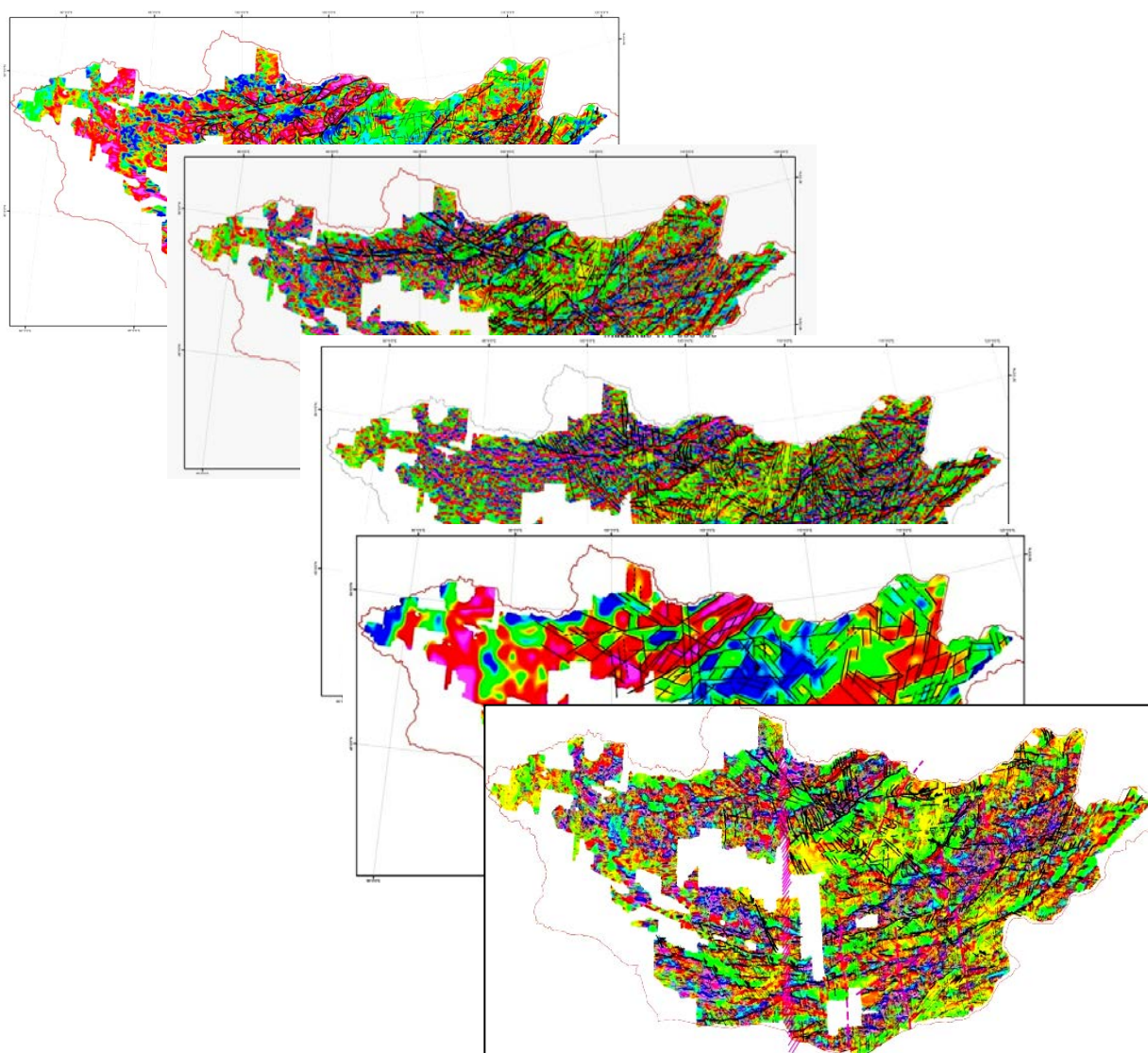
12-р зураг. Монголын хүндийн хүчний орны зургийн (Өнөрбаяр, Дугараа, Энхбаатар, 2016) геологи-структурын сэдэвчилсэн тайллын дун ба литосферын зузаантай (Зорин, Новоселова, 1982) харьцуулсан байдал, боловсруулсан Ж.Ган-Очир, Ү. Мөнхжаргал, 2018.

Литосферийн зузааны түвшин 102^0 - 104^0 – р уртрагын дагуу, Сэлэнгэ мөрөн-Онгийн голын урсгалын чиглэлд 100 км болж, эгц шулуун татагдаж байгаа хэсэгт гүний хагарлын (зааглалын) бүс уртрагын дагуу сунаж, Монголын өрнө, дорно Их мужийг зааглана. Структурын зааглалын уртрагын дагуух бүсийн Монголын Өрнөд бүсэд кайнозойн вулканизм, халуун рашаан, газар хөдлөл, идэвхтэй хагарал дийлэнх байгаа бол, Монголын Дорнод Их мужийн хэмжээнд мезозойн цаг үед ховор металл агуулсан боржин чулуулаг өргөн хэмжээгээр тархаж байрлана.

Төв, Дорнод Азийн структурын зааглалын Верхоян-Бирмийн ВЕБИРС-ийн эх газрын хэмжээнд байрлаж байгаа гүний зааглалын уртрагын дагуух бүс Монгол орны нутаг дэвсгэрийн умараас өмнөд чиглэлд тасралтгүй, үргэлжилж өнгөрнө. ВЕБИРС-ийн бүсийн умард хэсэгт Ангар-Анабар болоод Алдан, өмнөд хэсэгт Хятадын өмнөд, Ордосын кратон структуруудыг зааглаж, кембрийн өмнөх геологийн хөгжилд тодорхой нөлөөтэй байсан ба неотектоник хөдөлгөөн, газар хөдлөлийн идэвхитэй үйл ажиллагаа энэ бүстэй холбоотой. ВЕБИРС-ийн структурын дагуу хэвтээ чиглэлд “шахах” хөдөлгөөн зонхилж байсныг Байгалийн рифт, Монголын Төв хэсгийн газар хөдлөл, түүний үр дүнд үүссэн тасрал эвдрэлийн хэвшинжээр тогтоосон (Комаров, Белогловкин, 1981). Уртрагын дагуу суналтай Танчен-Лудзянийн (Танли), Тайханшань гүний хагарлын томоохон бүс протерозойн өмнөх картон структур болоод мезо-неопротерозой, палеозойн атриат байгууламжуудыг зүсэж байрласан ба тектоник-магмын идэвхижилд

олон удаа хүчтэй автсан нийлмэл тогтоцтой, палеозойгоос өнөө хүртэл өөр өөр насны магмын, ялангуяа кимберлит бүхий чулуулгийн байрлалыг тодорхойлж байна. Танчен-Лудзянийн (Танли) хагарлын дунд хэсэг Шаньдун орчимд палеозой-мезозойн алмаз агуулсан кимберлитийн дэл судал, цооног маягийн биеүд болоод кайнозойн шүлтлэг базальт мантийн шигтгээ агуулж буйг тогтоожээ (Панов, Хунь Цуань Янь, 1988). Танчен-Лудзянийн (Танли) хагарлын бүсийн зүүн хойд үргэлжлэлд Монголын нутагт геофизикийн гравиметрийн хэмжилтээр боржинлог чулуулгийн өөр өөр зузаантай үеийг заагласан гүний блокуудыг тусгаарласан (Степанов, Волхонин, 1969), уртрагын болоод зүүн хойш сунасан хагарлын бүс үргэлжилнэ.

Литосферийг нэвт зүсэж гарсан гүний хагарлын бүсийн дагуу кайнозойн вулканизм галт уул, базальтын тархалтын бүс байрлана.



13-р зураг. Төв, Дорнод Монголын тасралт-блоклиг тогтоц, Геофизикийн тоон боловсруулалтын зургийн геологи-структурын сэдэвчилсэн тайллын дүнг харьцуулсан байдал: Геофизикийн соронзон гажил, региональ, локаль соронзон орон, хэвтээ, босоо чиглэлийн дагуу градиентийн зурагт геологи-структурын сэдэвчилсэн тайлал хийж боловсруулсан хагарал, ан цавишийн бүсийн зураг тус бүрийг өөр өөр өнгөөр тэмдэглэв (Ган-Очир, Мөнхжаргал, 2018). Геофизикийн тоон боловсруулалтыг Б.Дариймаа, Ц.Баатарчулуун МУИС. Геологи, геофизикийн сургууль,

IV. ДҮГНЭЛТ БУЮУ СУДАЛГААНЫ ШИНЭЛЭГ ҮР ДҮН

Төв Азийн ерөнхий структур дэх Монгол орон ландшафт-газарзүй, геологи-структурын байрлал, тогтцын хувьд хэд хэдэн онцлогтой.

Төв Азийн томоохон структурын үргэлжлэл, түүний зангилаа, уулзвар, эх газрын бүтэц тогтоц, геодинамик хөжил, хүдэржлийн судалгааны “түлхүүр” нутаг, Монгол орны

нутаг дэвсгэрийн умар, өмнөд талаас эртний платформ зааглаж, өрнө, дорнод жигүүрээс Урал-Монгол, Дорнод Өвөрбайгалийн палеозойн ороген бүслүүр - сегмоид структур, Монгол-Агнуурын гүний хагарлын бүс дагасан мезозой, кайнозойн идэвхитэй структур үргэлжлэн нийлнэ, уулзана, зангилагдана. Эх газрын геологийн хөгжлийн эртний суурь, палеозой, мезо-кайнозойн бүрэн зүсэлт агуулсан, Монгол орны өргөн дэлгэр нутагт төрөл бүрийн ашигт малтмалын томоохон орд газрууд үүсэж бүрэлдэх геологи-структур,

геодинамик нөхцөл бүрдсэн, нийлмэл тогтоцтой, эрдэс баялгаар баян нутаг.

Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хагарал, ан цавын бүсүүд, тэдний огтлолцол, байрлалд хэд хэдэн ерөнхий зүй тогтол ажиглагдана.

Хагарал-ан цавын томоохон бүсүүд Сибирь, Хятадын эртний кратоны зааглал, түүний хэлбэрийг зүй тогтолтой дагаж, харилцан огтлолцсон, блоклог тогтоцтой, “Зүймэл” структур үүсгэнэ. Ашигт малтмалын байрлал, тархалтыг тодорхойлсон, гарал үүсэл, орон зайн нэгдмэл холбоотой, мөн Дэлхийн литосферийн хамгийн түгээмэл тархалттай геологийн бие хагарал-ан цавын бүсийн торон сүлжээ Монгол орны нутаг дэвсгэрийн умар-өмнө, дорно-өрнө, зүүн хойш, баруун хойш чиглэлтэй, цагираг-хигээс, хуйлраа, хунираа тогтоцтой, структурын хам шинж үүсгэнэ. Атриат-тохрол структурын зааглалын гүний бүс рифтоген, давхацмал хотгорууд, плутоноген ба вулканоген чулуулгийн тогтоц, ашигт малтмалын орд, хүдэржлийн гарал үүсэл, байрлалыг тодорхойлсон, фундаментийн “сэргэсэн”, гүний “далд” шинжтэй, “нэвт” хагарлын уламжлал хөдөлгөөнтэй бүсүүд өргөн тархана. Монголын нутаг даяар тархаж, зарим томоохон нь Төв Азийн хэмжээний структурын шууд үргэлжлэл, тэдний залгаа, зангилгаа болно. Линеамент структурын бүсийн тэнхлэгийн хоорондох зай 300-350 км, томоохон бүсүүд 120-150 км ба 50-60 км, 25-30 км, 10-15 - 3-5 км хүрэх хэмжээтэй ижил зайд байрлана (Ган-Очир, 2012).

Уртраг, өргөргийн дагуу (ортогональ), зүүн хойш, баруун хойш сунасан (диагональ) хагарал, ан цавын огтлолцлын бүс, цагираг-хуйлраа структур зонхилно. Ерөнхий структурын суналыг эгц хөндлөн ба ташуу огтолсон “Хөндлөн” структур судалгааны өндөр ач холбогдолтой.

Хагарал, ан цавын бүсийн огтлолцлолын хоёр төрөл тодорхой байна.

Хагарлын бүсүүд огтлолцож, (+), (х) маягийн огтлолцол үүсгэж байхад, зарим нь, тухайлбал, баруун хойш болоод зүүн хойш сунасан тасрал эвдрэлийн бүсүүд тулж мөргөлдсөн, тэгш өнцөгт ба (V) хэлбэрийн огтлолцол, ихэнхидээ “гурвалжин” структур блокуудыг зааглана.

Монгол орны кайнозойн базальтын тархалт, Их нууруудын хотгорын захын хожуу кайнозойн рифтийн грабень-суулт хөндийнүүд баруун хойш сунасан тасралын хагарал, ан цавын бүс дагаж байрласан нь хагарлын тектоник структурын кинематик хөдөлгөөн цагын зүүний дагуу эрэгсэн, зүүн (гарын) шилжил хөдөлгөөнөөр тайдбарлах боломжтой байгаа нь Төв Азийн ерөнхий структурын геодинамик хөгжлийн явц, үр дүнтэй холбоотой хэмээн дүгнэж байна.

НОМЗҮЙ

И.Б.Филиппова, В.Н.Выдрин, Черные металлы, В кн.: Геология МНР., 1977, с.128.

Л.П.Зоненшайн, О.Төмөртоогоо, Офиолиты и основные закономерности формирования земной коры Монголии, В кн.: Геология и магматизм Монголии, ССМНИГЭ, труды, выпуск 30, 1979, Стр.135-144.

Е.Х Турутанов, Ю. А Зорин, Н.Арвисбаатар ба бусад “Монгол-Сибирийн Геотрансект” Улаанбаатар, 2016

Степанов П.П, Волхонин В.С. “Совершенная структура и глубинное строение земной коры Монголии до геофизическим данным.” Советская Геология, 1969, 5, 47-63с

Зорин Ю.А, Новоселова М.Р., Глубинная структура территории МНР, Новосибирск, Наука, 1982, 94 с.

А.И.Суворов, Структурный план и разломы территории Монголии, Изв. АН СССР, Серия геологическая, 1982, Стр.122-135.

Бадамгарав Ж., Бадамгарав Д., нар, Монгол улсын мезозой, кайнозойн тектоникийн зураг, Масштаб 1:1 000 000, 2010.

Баясгалан А., Монголын эртний, түүхэн ба идэвхитэй хагарлууд. Неотектоник, Монголын геолог ба ашигт малтмал, IV боть, Литосферийн плитийн тектоник, Ерөнхий эрхлэгч Ж.Бямба, 2012, 427-449 –р тал.

Бямба Ж., Хагарал, Монголын геолог ба ашигт малтмал, IV боть, Литосферийн плитийн тектоник, Ерөнхий эрхлэгч Ж.Бямба, 2012, 450-465 –р тал.

Мөнхцэнгэл Б., Мажигсүрэн Ё., Жавхлан О., Монголын геолог ба ашигт малтмал, III боть, Интрузив чулуулаг, Ерөнхий эрхлэгч Ж.Бямба, 2012, 394 –р тал,

Ган-Очир Ж., Гүррагчаа Ж., Линейные и кольцевые структуры Западной Монголии, В кн: Применение космических информации в науке и народном хозяйстве МНР, Улан-Батор, 1986 г, с. 39-42.

Ж.Ган-Очир, Монголын геологи, ашигт малтмалын сансрын тандан судалгаа, Сансрын хамтарсан нислэг – 1981-2016, Монгол хүн сансарт ниссэний 35 жилийн ойд зориулсан эрдэм шинжилгээний хурал (Эмхэтгэл), МУИС. Газарзүйн тэнхим, ШУА. Одон орон, геофизикийн хүрээлэн, Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэн, 2016, 29-47 –р тал,

Ж.Ган-Очир, Г.Дэжидмаа, Д.Цэдэнбалжир нар, Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хагарлын тектоник, минерагенийн асуудал, Хайгуулчин, 2014, Дугаар 50, 50-73 -р тал,

Ган-Очир Ж., Мөнгөншагай Ц., Кольцевовихревые плюмовые карбонатитовые интрузивы с редкометальным оруденением Тувино-Монгольского щелочного магматического пояса, В кн.: Геология, магматизм и металлогения центра Азии, 2018: Рудно-магматические системы Сангилена (Щелочные интрузивы и карбонатиты). Материалы I Всероссийской полевой конференции с международным участием, Тува, 2018, Стр. 22-25.

Ган-Очир Ж., Григоров В.Т., К вопросу о тектоническом развитии центральной части Восточной Монголии в палеозое и мезозое, Ученые записки МонГУ, №3,

Ган-Очир Ж., Мөнгөншагай Ц., Лхагважав Б., Банзрагч А., Дэлгэрэхийн бүс дэх Өлзийтийн хожуу мезозойн рифтоген хотгорын структурын байрлал, гүний тогтоц, Геологи, №33, 2017, х:117-126,

Ган-Очир Ж., Ариун З., Бэхтөр Ц., “Геоструктура” - Комплексная методика оценки рудоносности геологических структур территории Монголии, 1989, 27 х.

НАРНЫ ТЭСРЭЛТ БОЛОН ТОЛБОНЫ ВЕЙВЛЕТ АНАЛИЗЫН СУДАЛГАА

Б.Хос-Эрдэнэ¹, Д.Батмөн², Б.Нямсүрэн².

¹Астрофизикийн салбар, ШУА ООГХ

Khosoo.0321@yahoo.com

Хураангуй

Нарны тэсрэлт болон толбоны вейвлет анализыг хугацаанаасаа хамаарч хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг судалсан. Нарны тэсрэлтийн өгөгдөл 2002 оны 2 сарын 12 – ноос 2016 оны 12 сарын 27 хооронд, нарны толбоны өгөгдөл 1877 оноос 1959 он хүртэл авч толбоны болон тэсрэлтийн үргэлжилсэн вейвлетийн мексик болон морлет анализ хийж 11 үет болон 53 үет графикийн гарган авсан, мөн вейвлетийг ашиглан вейвлетийн зураглал, график гарган авч хэрхэн өөрчлөгдөж байгаа талаар судалсан. Вейвлет функц нь жижиг давалгаа, долгион бөгөөд өгөгдлийн янз бүрийн давтамж бүрэлдэхүүнд дүн шинжилгээ хийж гаргадаг математик функц. 2002 оны 2 дугаар сарын 12 ноос 2016 оны 12 дугаар сарын 27 хүртэл нарны тэсрэлтийн эрчмийг мексик (малгай) хэлбэрийн 32 вейвлет анализ хийсэн. Нарны толбо болон нарны тэсрэлтын 11 жилийн үелэлтэй вейвлет анализийн хувьд толбоны графикаас харахад толбоны тоо нь хугацаанаас хамаараад 1885, 1886 онуудад ихсэж байгаад 1887 оноос эхлэн толбоны тоо багасаад 1957 оноос 1959 онуудад ихсэж байгааг харуулж байна.

Түлхүүр үг: Тэсрэлтийн эрчим, Нарны толбо, вейвлет хувиргалт

Удиртгал

Манай орны хувьд нарны судалгаа 1963 онд Хүрэл Тогоотын Одон орон судлах оргилд Коронограф дуранг суурилуулсанаар нарны судалгаа хийж [1] эхэлсэн. Өнгөрсөн хугацаанд нарны гадаргуу толбо, дөл, идэвхт муж, титэм зэргийн ажиглалт явуулж, тэдгээрт физик тайлбар өгөх, онолын тооцоо хийж харьцуулалт хийх зэрэг ажлуудыг гүйцэтгэсэн [1-2] юм. Нарны идэвхт үзэгдлүүдийг судлаж байсан боловч нарны тэсрэлтийн вейвлет анализ хийгдэж хийгдэж амжаагүй байна. Нарны тэсрэлт болон толбоны вейвлет анализыг хугацаанаасаа хамаарч хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг [1-3] судалсан. Нарны тэсрэлтийн өгөгдөл 2002 оны 2 сарын 12 – ноос 2016 оны 12 сарын 27 хооронд, нарны толбоны өгөгдөл 1877 оноос 1959 он хүртэл авч толбоны болон тэсрэлтийн үргэлжилсэн вейвлетийн мексик болон морлет анализ хийж 11 үет болон 53 үет графикийн гарган авсан, мөн вейвлетийг ашиглан вейвлетийн зураглал, график гарган авч хэрхэн өөрчлөгдөж байгаа талаар судалсан [7-8] байдаг.

1. ОНОЛЫН СУДАЛГАА

Нарны тэсрэлт: 1859 онд Кэррингтон, Ходжсон нар анх нарны гадаргуугийн жижиг хэсгийн тодроц гэнэт хоромхон зуур ихсэнийг цагаан гэрэл дээр ажигласан нь хожим түүнийг тэсрэлт [1] гэж нэрлэсэн. Тэсрэлт нь нарны агаар мандлын бүх давхаргыг хамрана. Өнгөт мандлын спектрийн шугамуудын эрчим энэ үзэгдлийн үер эрс ихсэнэ. Үргэлжлэх хугацаа нь 5-10 минут байдаг. Тэсрэлтийн хүчин чадлыг түүний гаргаж буй рентген цацаргалтаар тодорхойлж Х-хүчтэй, М-дунд, С-сул гэсэн ангилалд [2] хуваадаг. Тэсрэлт нь ямар нэг байдлаар нарны агаар мандлын (нарны гэрэлт мандал, өнгөт мандал, титэм гэсэн) бүх үе давхаргыг хамарна. Наран дээрх тэсрэлт, нарны титэмээс масс шидэгдэл хоёр бол нарны идэвхжлийн хоорондоо заримдаа орон зайн хувьд үл хамааралтай, өөр өөр төрлийн үзэгдэл. Наран дээрх хүчтэй тэсрэлтээр ялгарах энерги нь $6 \cdot 10^{25}$ жоульд хүрч чадна. Энэ нь нэг секундэд нарнаас ялгардаг энергийн 1/6 орчим буюу тротиль эквивалент хэмжүүр хэмээр 160 тэрбум мегатонн гэсэн үг. Харьцуулалт нэг сая жил хэрэглэх цахилгаан

эрчим хүч [3] болно. Тэсрэлт нь өнгөт мандлын спектрийн шугамаар ихэвчлэн ажиглагддаг тул “өнгөт мандлын тэсрэлт” гэдэг нэр томъёог өргөн хэрэглэж иржээ. Нарны агаар мандал дахь тэсрэлт нь соронзон орны шугамууд дахин хуваарилагдах буюу нэвт нийлэх процессын үед титэмд үүсэж, харин өнгөт мандлын тэсрэлт нь титэмд чөлөөлөгдсөн тэрхүү энерги өнгөт мандлын да давхарга руу ороход ажиглагдаж байгаа үзэгдэл юм. Нарны тэсрэлтийг Х, М, С ангилдаг 2002 оноос өмнө С буюу сул тэсрэлттэй байсан учраас 2002 оноос 2016 он хүртэлх өгөгдлийн М-ээс дээш тэсрэлттэй нь авч судалгаа хийсэн. Энэхүү судалгааны ажил нь цаашдын ямарч судалгаанд дүн шинжилгээ хийх түгээмэл аргатай болж байгаараа ач холбогдолтой юм. Мөн нарны тэсрэлтийн болон толбоны 2002 оны 2 сарын 12 – ноос 2016 оны 12 сарын 27 хооронд, нарны толбоны 1877 оноос 1959 он хүртэл тоон утгууд хуримтлуулж спектр анализ хийхэд бэлэн болж өгч байна.

Нарны толбо: Галилей анх удаа дурангаар нарны толбыг ажиглаан юм. Толбо нь гэрэлт мандлаас 1500K орчим бага температуртай, хүчтэй соронзон оронтой, төвийн хар хэсгийн сүүдэр, түүнийг тойрсонарай цайвар бараан хэсгийг хагас сүүдэр гэнэ. Бүлгээрээ гарч ирнэ, ихэнх тохиолдолд хосоор үүснэ. Нарны эргэлтийн улмаас нарны захаас түрүүлж гарч ирсэнийг нь толгой, араас нь сүүл толбо [3] гэнэ. Бүлэг толбын хөгжлийн эцэст сүүл толбо хэдэн хэсэг болж устаж алга болох ба харин толгой хэсэг томорч зөв дугуй хэлбэртэй болдог. Ийм бүлгийг ганцаардмал туйлт гэнэ. Толбын тоо болон талбайн хэмжээ тодорхой давтамжтайгаар өөрчлөгдөж байдаг. Толбонууд нь гол төлөв бүлэг бүлгээр гарч ирэх ба нэг бүлэгт 100 орчим толбо байна. 10 гаруй толботой бүлэг харьцангуй ховор [5] тохиолдоно. Нарны толбууд хэдэн цагаас хэдэн сар хүртэл оршин тогтнох ба нарны гадаргуугаар нарны эргэлтийн дагуу шилжин хөдөлдөг. Энэ онцлогыг ажиглан, нарны эргэлтийг тооцоолох анхны хэмжилт нартай хамт эргэх толбонуудыг мөрдөх замаар хийгдсэн байдаг. Галилео энэ аргыг ашиглан нарны эргэлтийн үе 1 сар орчим гэсэн тооцоо хийж байв.

II. СУДАЛГАА АРГА ЗҮЙ

Энэхүү судалгааны ажилд нарны тэсрэлтийн өгөгдөл нь 2002 оны 2 сарын 12 – ноос 2016 оны 12 сарын 27 хооронд, нарны толбоны өгөгдөл 1877 оноос 1959 он хүртэл сонгон вейвлет анализ [6-8] хийсэн. Судалгааны ажилаа вейвлет арга вейвлет функц нь жижиг давалгаа, долгион бөгөөд өгөгдлийн янз бүрийн давтамж бүрэлдэхүүнд дүн шинжилгээ хийх боломж өгдөг математик функц. Долгионцор ямар нэгэн дохио авч масштабтай долгионцорын хувиргалт хийдэг. Үр дүнд нь өөрчлөх долгионцор өөр өөр түвшинд дохион дүрслэл юм. Вейвлет долгион дохио боловсруулаж ашигтай болгодог. Вейвлетийг урвуу, шилжилтийн, үржүүлж, нэгтгэх болон үл мэдэгдэх дохио долгионы мэдээлэл гарган авахад ашигладаг техник гэж нэрлэж болно. Вейвлетийг долгион боловсруулахад болон хайгуулын геофизикд хэрэглэж ирсэн. Вейвлетийн хэлбэрүүдээс энэ судалгааны ажилдаа мексик (малгай) хэлбэрийн болон морлет хэлбэрийг сонгож авсан.

ВЕЙВЛЕТ ФУНКЦ: Вейвлет функц нь жижиг давалгаа, долгион бөгөөд өгөгдлийн янз бүрийн давтамж бүрэлдэхүүнд дүн шинжилгээ хийх боломж өгдөг математик функц. Вейвлет нь “Жижиг долгион” гэсэн утгатай Франц үг юм. Хэд хэдэн чиглэлээр хэрэглэж болдог. Вейвлет нь хугацаанаас хамаарсан давтамжийг богино долгион хэлбэрээр харуулж өгдөг график юмаа.

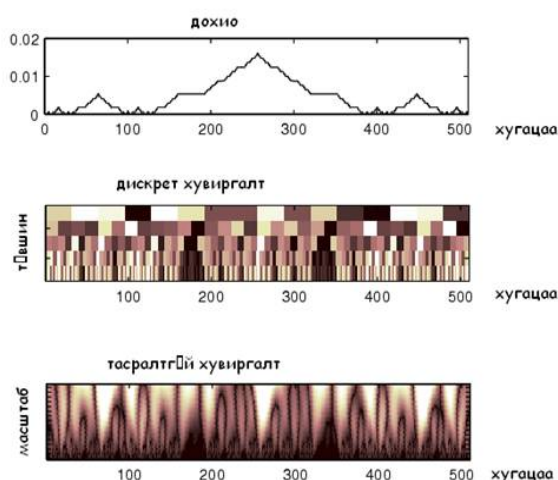
Вейвлетийн ерөнхий томъёо:

$$W_{\psi}(f)_{(a,b)} = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (1)$$

$\psi(t)$ нь үэдсэн вейвлет, a - тэлэлт, шахалтын хуваарын үзүүлэлт, давтамжийн шинж чанарыг илэрхийлдэг, b - хугацааны шилжилт

Долгионцор ямар нэгэн дохио авч масштабтай долгионцорын хувиргалт хийдэг. Үр дүнд нь өөрчлөх долгионцор өөр өөр түвшинд дохион дүрслэл юм. Вейвлет долгион дохио боловсруулаж ашигтай болгодог. Вейвлетийг урвуу, шилжилтийн, үржүүлж, нэгтгэх болон үл мэдэгдэх дохио долгионы мэдээлэл гарган авахад

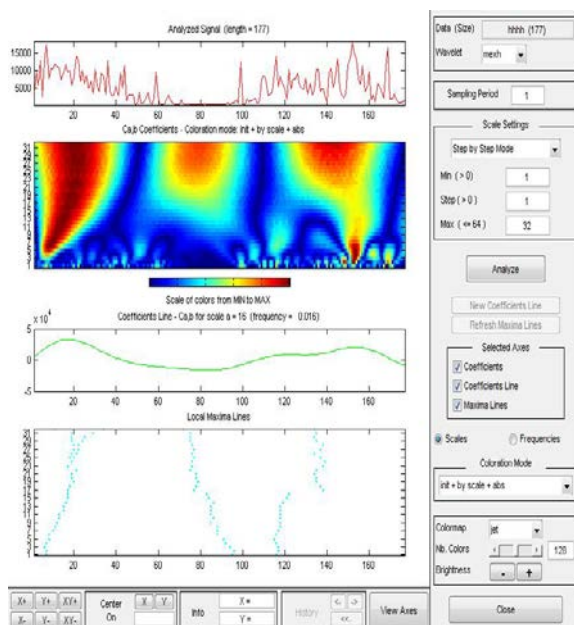
ашигладаг техник гэж нэрлэж болно. Вейвлетийг долгион боловсруулахад болон хайгуулын геофизикд хэрэглэж ирсэн.



Зураг 1. Вейвлет хэлбэрүүд

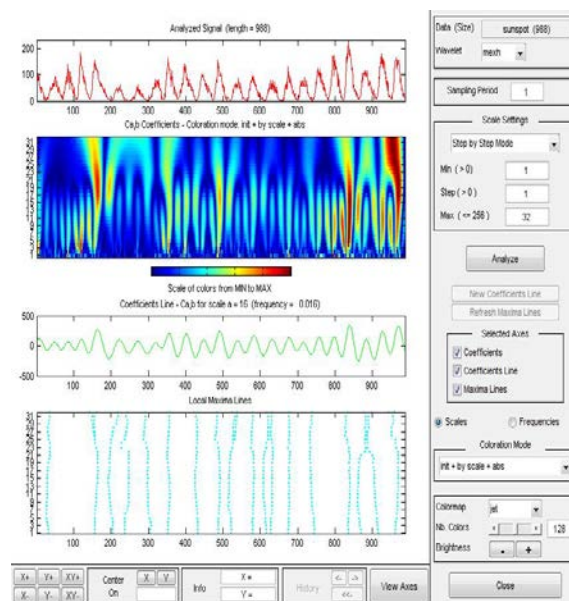
III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Зураг 2-д үзүүлсэн анализ нь 2002 оны 2 дугаар сарын 12 ноос 2016 оны 12 дугаар сарын 27 хүртэл нарны тэсрэлтийн эрчмийг мексик хэлбэрийн 32 вейвлет анализ хийсэн.



Зураг 2. Нарны тэсрэлтийн мексик 32 Нарны толбоны вейвлет анализ

Зураг 3-д үзүүлсэн анализ нь 1877 оноос 1959 он хүртэлх нарны толбоны мексик хэлбэрийн 32 вейвлет анализ хийсэн.



Зураг 3. Нарны толбоны мексик 32 нарны толбоны вейвлет анализ

График 1-д үзүүлсэн график нь 1877 оноос 1959 он хүртэлх нарны толбоны мексик хэлбэрийн 32 вейвлет анализ хийж 11 үелэлтэй зүсэлт хийж нарны толбо нь 1887 онд толбо ихтэй, 1890 оноос толбо багатай 1907 оноос толбо ихсэж байгаад, 1913 оноос багасаж нэг хэмийн үргэлжилж байгаад 1955 оноос толбо ихтэй харагдаж байна.

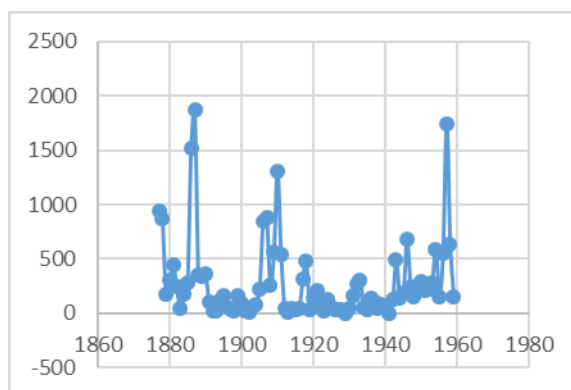


График 1. Нарны толбоны 11 үелэлтэй

График 2-д үзүүлсэн график нь 2002 оны 2 дугаар сарын 12 ноос 2016 оны 12 дугаар сарын 27 хүртэл нарны тэсрэлтийн эрчмийг мексик хэлбэрийн 32 вейвлет анализ хийж 11 үелэлтэй зүсэлт хийж нарны тэсрэлт нь 2002-2014 он эхлэн тэсрэлт ихсэж 2015, 2016 онуудад тэсрэлт багасаж байгааг харуулж байна.

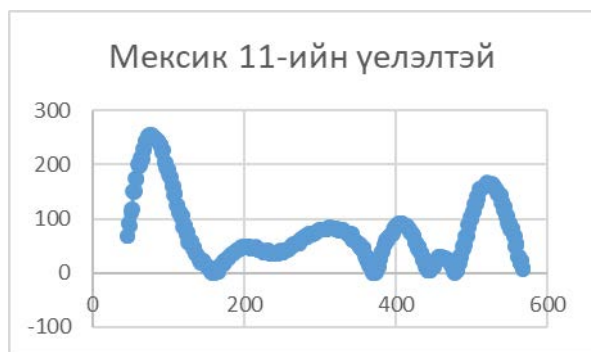


График 2. Нарны тэсрэлтийн 11 үелэлтэй
<http://www.tesis.lebedev.ru/>.

График 3-д 1877 оноос 1959 он хүртэлх нарны толбоны мексик хэлбэрийн 32 вейвлет анализ хийж 53 үелэлтэй зүсэлт. График 4-д 2002 оны 2 дугаар сарын 12 ноос 2016 оны 12 дугаар сарын 27 хүртэл нарны тэсрэлтийн эрчмийг мексик 32 вейвлет анализ хийж 53 үелэлтэй зүсэлт.

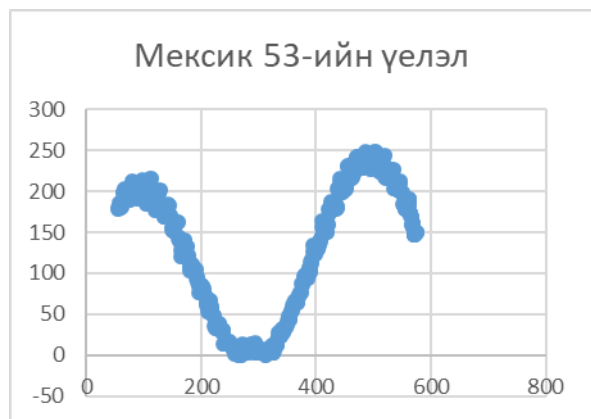


График 3. Нарны тэсрэлтийн 53 үелэлтэй

График 4-д үзүүлсэн график нь 2002 оны 2 дугаар сарын 12 ноос 2016 оны 12 дугаар сарын 27 хүртэл нарны тэсрэлтийн эрчмийг мексик 32 вейвлет анализ хийж 53 үелэлтэй зүсэлт хийж гаргасан график.

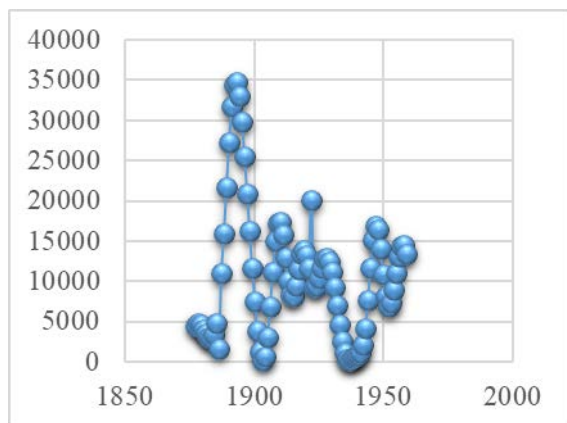


График 4. Нарны толбоны 53 үелэлтэй

IV. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажилд нарны тэсрэлт болон толбоны өгөгдөл бэлдэж Үргэлжилсэн вейвлет функцууд нь мексик(малгай) болон морлет вейвлетийг ашиглаж вейвлет анализ хийж графикаар дүгнэсэн. Нарны толбоны матераил 1877 оноос 1959 он хүртэл, нарны тэсрэлтийн материал 2002 оны 2 сарын 12 –оос 2016 оны 12 сарын 27 хүртэл эдгээр материалуудыг ашиглаж вейвлет анализийн тооцоог хийсэн. Нарны толбо болон нарны тэсрэлтын 11 жилийн үелэлтэй вейвлет анализыг ашиглан гаргасан толбоны графикаас харахад толбоны тоо нь хугацаанаас хамаараад 1885, 1886 онуудад ихсэж байгаад 1887 оноос буурч 1909-1911 онуудад мөн ихсээд буурсан ба цаашид өндөр идэвхжил ажиглагдахгүй байсаар 1957-оос 1959 онуудад ихэссэн байгаа нь харагдаж байна. Тэсрэлтийн графикаас харахад нар дээр тэсрэлт нь хугацаанаас хамаараад 2002 оноос 2008 он хүртэл нарны тэсрэлтийн балла М-1,7 2010 оны балла М-2,1 2015, 2016 оны балла М-2,5 2012 оны балла М-2,8 2013 оны балла М-2,9 2011 оны балла М-3,5 2014 оны балла М-3,6 хүчтэй их тэсрэлттэй байсан бөгөөд 2002, 2010 он хүртэл нар дээр тэсрэлтүүд ихсэж байсан боловч 2011, 2014 онуудад хамгийн хүчтэй тэсрэлттэй байсан 2014 оноос хойш тэсрэлт багассан боловч нэг хэмийн үргэлжилж байгаад 2016 онд тэсрэлт ихсэж байгааг харуулж байна.

НОМ ЗҮЙ

1. Д.Баасанжав, Д.Лхагвасүрэн, Г.Даваахүү, Н.Тунгалаг, С.Санжжав, Астрономи, 2016 он хуудас 164-178
2. Ч.Лхагважав, Нарны дөл дахь Гелийн гэрэлтэлт, 2011 он хуудас 23-26
3. Ж.Баасандорж, Инженерийн математик-1, Улаанбаатар, 1997 он хуудас 175-178
4. Д.Батмөнх Нар, Нарны аймаг 2017 он хуудас 23-32
5. Ц.Содов, С.Гандулам, Физик-Одон орон, 2002 он хуудас 14
6. 2008 оны ООГХ Астрофизикийн салбарын тайлан. Нар идэвхт үзэгдлүүдийн талаар мэдээлэл

ГЕОФИЗИКИЙН СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ БОЛОВСРУУЛАЛТ, ТАЙЛАЛТ

Н.Баатар¹, П.Дугараа², Н.Арвисбаатар³, С.Чинбат⁴, Э.Бүжинлхам⁴

¹Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яам,

²ШУТИС Геологи, уул уурхайн сургууль,

³МУИС Шинжлэх ухааны сургууль,

⁴Геофорс ресурс ХХК

Хураангуй

Геологи, тектоникийн зураглалын үр дүнг ашиглан, геофизикийн зураг, өгөгдлүүдийг чанарын ба тоон тайлалтаар тайлах /интерпретаци/ нь дэлхийн царцдасын дээд хэсгийн орон зайн тогтцын тухай төсөөлөл авах боломж олгох бөгөөд энэ нь ашигт малтмалын байршлын зүй тогтлыг илрүүлэх, цаашдын судалгааны ажлын талбай сонгох ба эрлийн ажилд нэн шаардлагатай байдаг билээ. Бид судалгааны ажилдаа геофизикийн региональ судалгааны болон том масштабын зураглал, ерөнхий эрлийн ажлын материалуудыг тулгуур болгон ашиглаж, геологийн орчинтой нь холбон боловсруулалт, тайлалт (тооцоолол, дүн шинжилгээ)-ыг хийсэн талаар товч өгүүлэх болно.

Түлхүүр үг: геофизикийн судалгаа, өгөгдөл, боловсруулалт тайлалт

I. ГЕОФИЗИКИЙН ӨГӨГДӨЛ БОЛОВСРУУЛАЛТ, ТАЙЛАЛТЫН ЗАРЧИМ

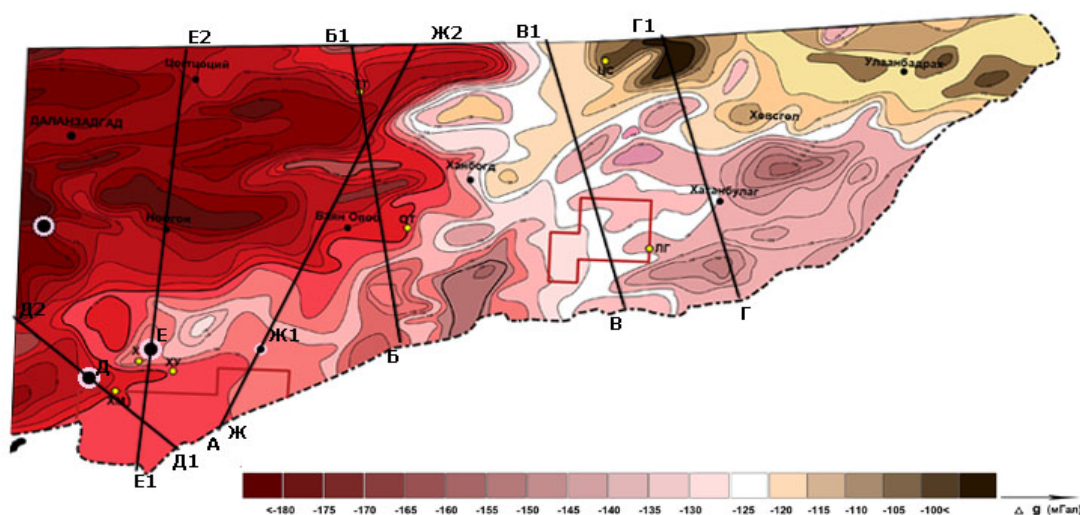
Геофизикийн хэмжилтийн үр дүн нь зөвхөн тоон утгаар илэрхийлэгддэг тул түүний тайлал онцгой үүрэгтэй. Энэ үйл явцыг бүхэлд нь “БОЛОВСРУУЛАЛТ” гэж нэрлэх боловч энэ нь 2 үе шаттай, өөр хоорондоо зарчмын гүнзгий ялгаатай, онолын болоод, аргачлалын тулгуур асуудлууд юм. 1-р үе шатанд анхдагч боловсруулалт буюу хээрийн хэмжилтийн үед тухайн аргачлалын хэмжигдсэн утгуудад анхдагч боловсруулалт, бодолт, шалгалт хийж ижил утгын зураг болон план график зурагдана. Техникийн дэвшилтэт өнөө үед компьютер дэх “SURPER”, “GEOSOFT” зэрэг программын тусламжтайгаар дээрхи зураг, графикийг зурснаар цаг хугацааг хэмнэж байна. Физик орны зураг, графикийг геологийн орчинтой нь холбон тайлалтын зураг зохиох замаар **ЧАНАРЫН ТАЙЛАЛТ** хийснээр тухайн геологийн орчны гүн дэх мэдээллийг урьдчилсан байдлаар геологичдод гаргаж өгөх боломжтой болно. Дараагийн 2 дахь суурин боловсруулалтын үе шатанд зарим аргачлалуудад засвар, тооцоонууд хийгдэн, эцсийн суурин боловсруулалт буюу тайлангийн түвшинд боловсруулалт хийгдэнэ.

Засвар хийгдсэн, ер нь бүх аргачлалуудын боломжит утгуудаар ижил утгуудын зураг, графикууд эцэслэн зурагдана. Судалгааны талбай дах чулуулгийн төрөл бүрт соронзон мэдрэх чадвар, нягт, цахилгаан эсэргүүцэл, цахилгаан туйлжрал зэрэг физик шинж чанаруудыг хэмжин, статистик тооцоолол хийснээр тухайн талбайн болон зарим маргаантай хурдас чулуулгийн талаар тодорхой мэдээллийг бүрдүүлж, эдгээр ажлын үр дүнд “**Геофизикийн материалуудын нэгдсэн тайлалтын зураг**” зохиогдоно. Зохиогдсон зурагт геологичдын гадаргаас зурагласан хурдас чулуулгийн хил зааг, хувирал, сулрал, бутралын бүсийг гүнд нь үргэлжлүүлэн мөрдөн зураглаж, тектоник эвдрэл, хагарлыг тогтооно. Мөн түүнчлэн геофизикийн **ТООН ТАЙЛАЛТУУД** хийгдсэнээр зураглагдсан чулуулаг, биетийн хэлбэр хэмжээ, байрших гүн, тогтоогдсон хагарлын шилжээсийн далайц зэргийг мэдэх боломжтой. Тоон тайлалтын аргуудад графикийн (шүргэгч шулуун, хагас өндөршил, өөрчлөлтөт цэгүүд г.м), тооцооллын, палеткийн, сонголтын зэрэг аргууд орно

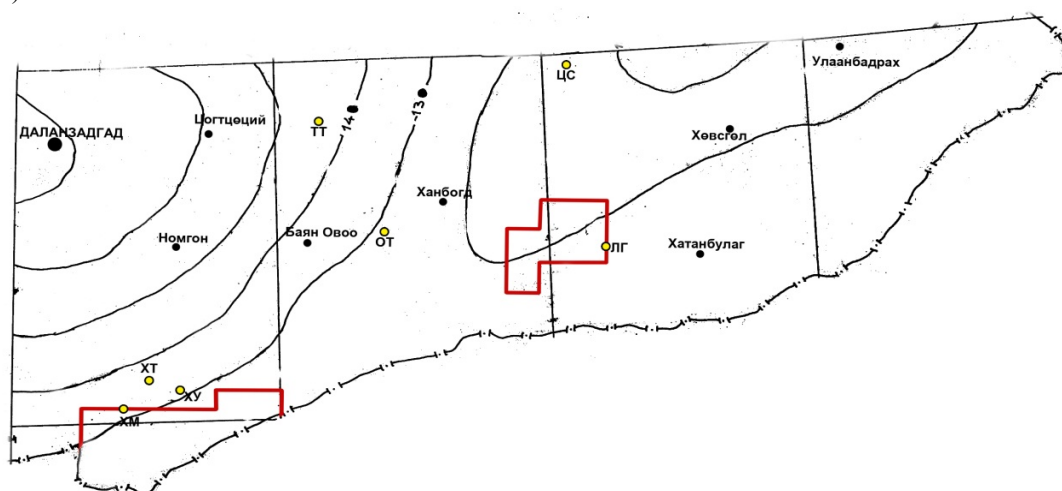
II. СУДАЛГААНЫ ТАЛБАЙН ГЕОФИЗИКИЙН МАТЕРИАЛ БОЛОВСРУУЛАЛТ, ТАЙЛАЛТ

Монгол оронд 1948-1956 онд хийгдсэн 1:100000 масштабын болон 1963-1965 онд хийгдсэн 1:1 000 000-ын масштабын хүндийн хүчний ажлын үр дүнг П.П. Степанов нар нэгтгэж, нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд 1:2500000 масштабтай Буге редукци (2.67г/см^3 , 2.30г/см^3)-ийн зураг зохиосон байдаг. Судалгаанд хамрагдаж буй талбайн хэмжээнд 1:1500000-ын масштабтай хүндийн хүчний орны зураг, региональ дэвсгэр утгын зургийг ашиглан (Зураг 1а, б), хүндийн хүчний локаль гажлын зураг зохиосон (зураг 1 в).

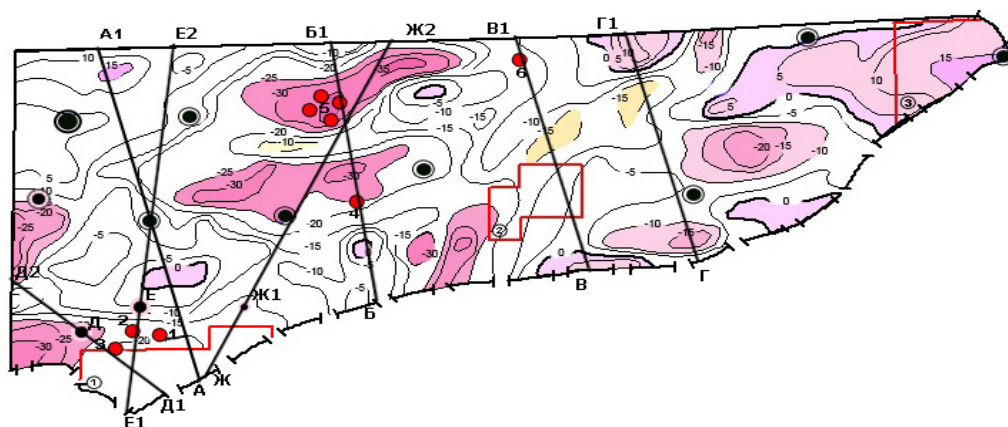
а)



б)

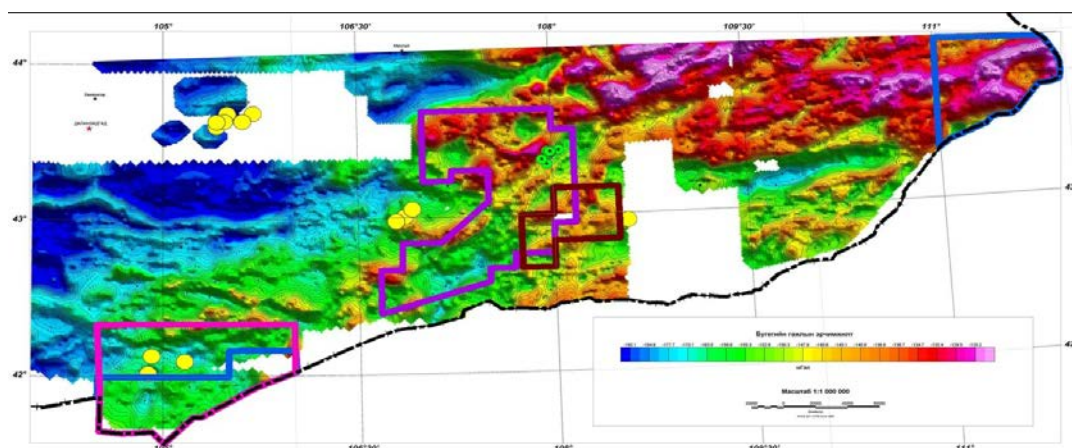


Нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд зохиогдсон геологи, тектоник, геодинамикийн зэрэг судалгааны материалуудыг геофизикийн 1:2 500 000-ын масштабын хүндийн хүчний ба локаль гажлын, петрофизикийн зургуудтай (Зураг 1-3) холбон, боловсруулалт тайлалт хийж, Өмнөд Монголын зүүн хэсгийн царцдас давхаргын дээд хэсгийн тойм зураг зохиож, дүн шинжилгээ хийсэн. Энэхүү ажлаар 8 бүтэц ялгасан (Зураг 4) [2].

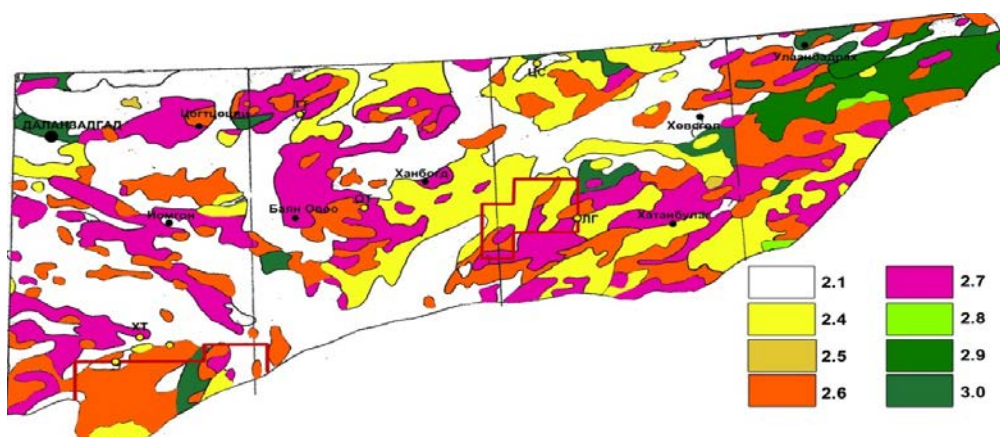


Зураг 1. Өмнөд Монголын зуун хэсэг, Масштаб 1: 1 500 000 а) хүндийн хүчний орны зураг (П.П.Степанов нарын өгөгдлөөр) б) хүндийн хүчний орны региональ дэвсгэр утгын зураг (П.П.Степанов нарын өгөгдлөөр), в) хүндийн хүчний локаль гажлын зураг

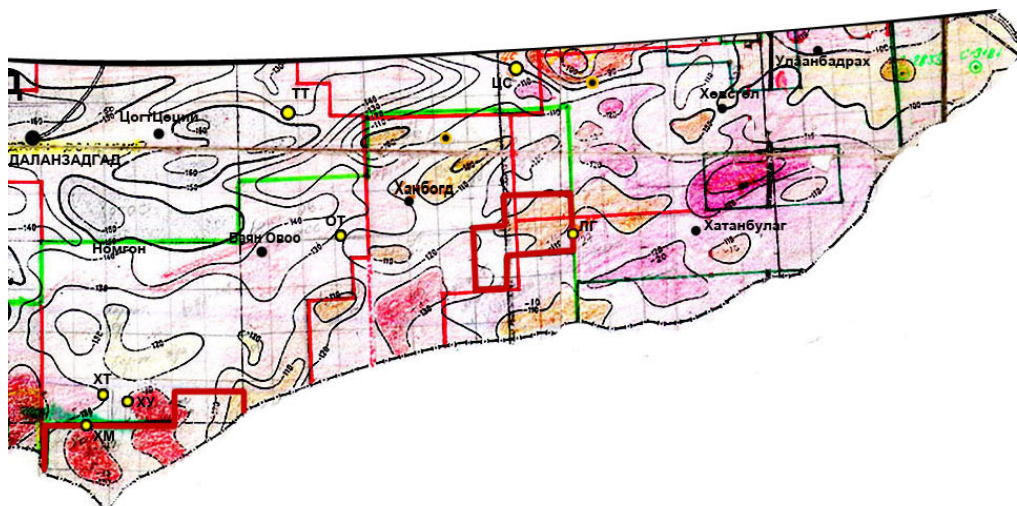
6)



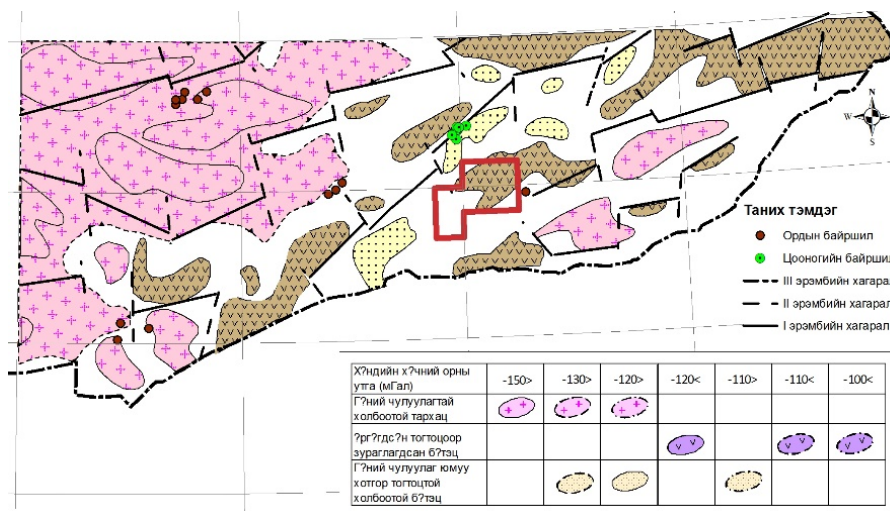
B)



Зураг 2. Хүндийн хүчний орны Буге гажлын зураг, масштаб 1:1000000. а) завсрын үеийн нягт 2.30 г/см³
б) завсрын үеийн нягт 2.67 г/см³, в) петрофизикийн зураг, масштаб 1: 1500000 (П.П.Степанов нарын
өгөгдлөөр)



Зураг 3. Өмнөд Монголын зүүн хэсгийн хэмжээнд 1:2500000 масштабын хүндийн хүчний орны зурагт хийсэн тайлалтын зураг

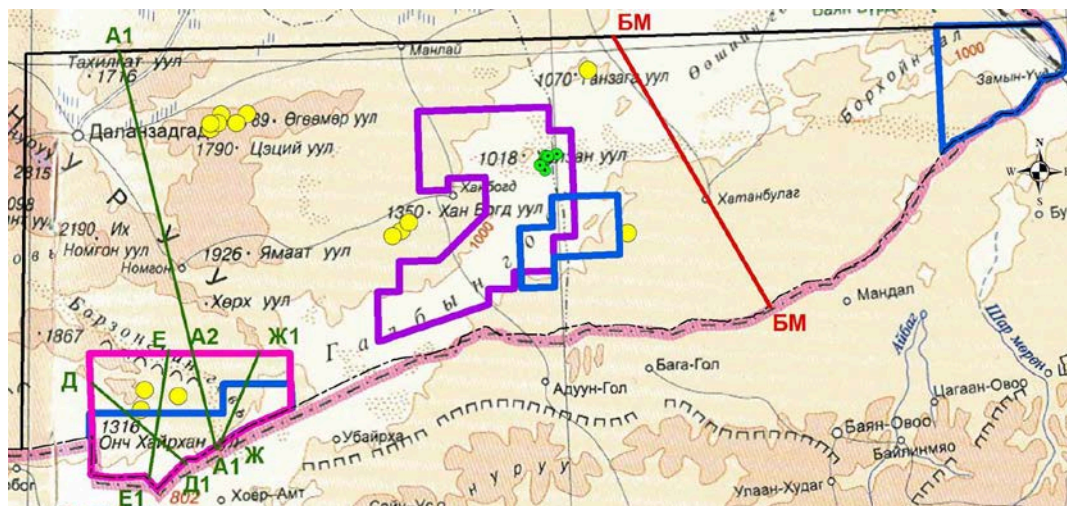


Зураг 4. Өмнөд Монголын зүүн хэсгийн царцдас давхаргын дээд хэсгийн тойм зураг.

I-Тектоно-магмын идэвхжлээс физик шинж чанарын өөрчлөлтөнд орсон орчин; II- а) Ашигт малтмалын ордуудын байршил: 1-Халзан уул, 2-Хар толгой, 3-Хар морьт, 4-Оюу толгой, 5-Таван толгой, 6-Цагаан суварга; б) аймаг, сумын төв; III-Судалгаанд авч үзсэн зарим талбайнуудын байршил: Онч уул (1), Хар толгой (2), Замын үүд (3)-ийн талбай; IV-Огтлолын шугам А-А1; Тектоник эвдрэл, хагарал: а) I эрэмбийн, б) II эрэмбийн, в) III эрэмбийн

Судалгааны талбайн баруун урд хэсэгтбуйуу Борзонгийн говь дахь Хар толгойн хар тугалга, Хар морьт, Халзан уулын цагаан тугалганы бүлэг орд орчим хүндийн хүчний буген гажил

болон локаль гажлын өгөгдлүүдийггашиглан “GravMag” программын тусламжтайгаар А-А1, А-А2, Д-Д1, Е-Е1, Ж-Ж1 гэсэн 5 шугамын дагуу **ТОЙМ ЗҮСЭЛТҮҮД** зохиосон (Зураг 5-7) [3-4].



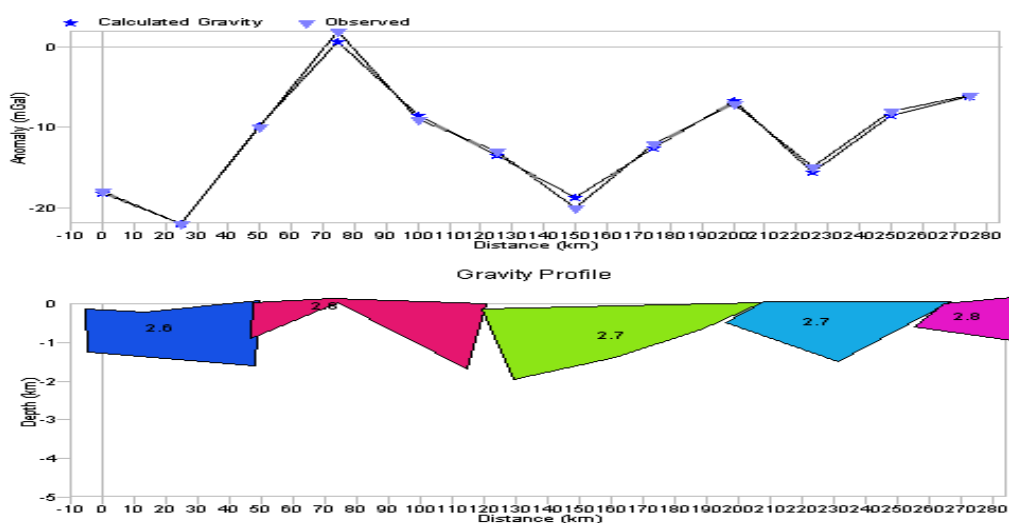
Зураг 5. Судалгааны талбайн тойм зураг

Тооцоололд локаль гажлын болон 1:1000000 масштабтай зохиогдсон хүндийн хүчний орны зургаас 25 км-ийн алхамтай бэлтгэсэн утгыг ашигласан. Энэ ажлын үр дүнд тухайн талбай дахь гранитоид чулуулгийн гүн дэх орон зайн байршил, тектоник эвдрэл, хагарлын мэдээллийг бүрдүүлсэн.

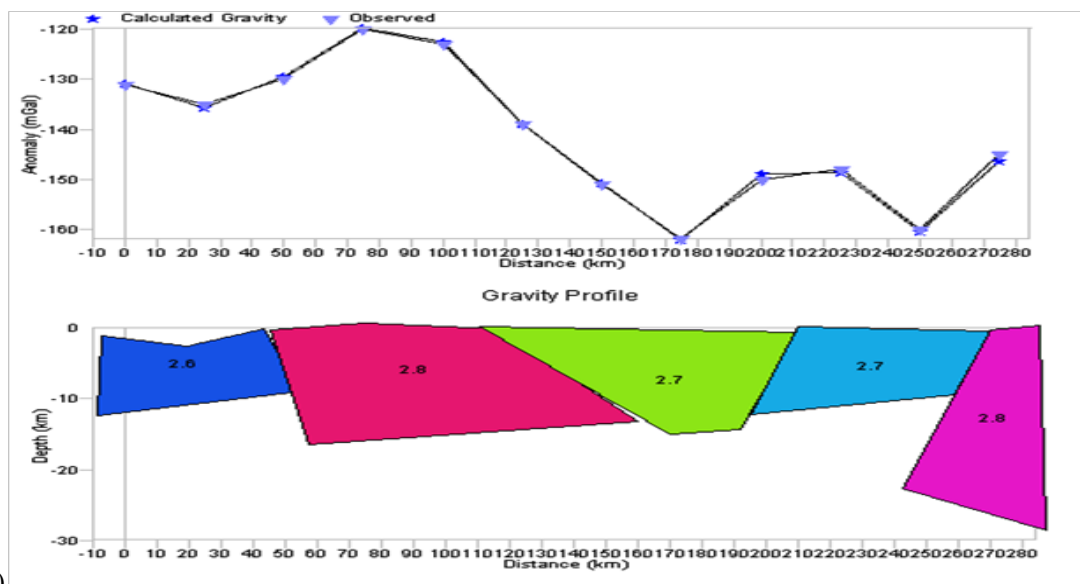
Хүндийн хүчний Буге гажил болон локаль гажлын өгөгдлүүдийг ашиглан, “санамсаргүй

оронг тэгшлэх, гүйдэг цонхны арга” болон “сарнисан утга - дисперсийн арга” -аар тооцоолол хийсэн дээрхи 5 шугамаар тооцоолол хийсэн. Энэ ажлын үр дүнд тухайн талбай дахь гранитоид чулуулгийн гүн дэх тойм зүсэлт, тектоник эвдрэл, хагарлыг хянаж, мэдээллийг 2, 3 дахь тооцооллын аргаар нотолсон.

A-A1 огтлолын шугам

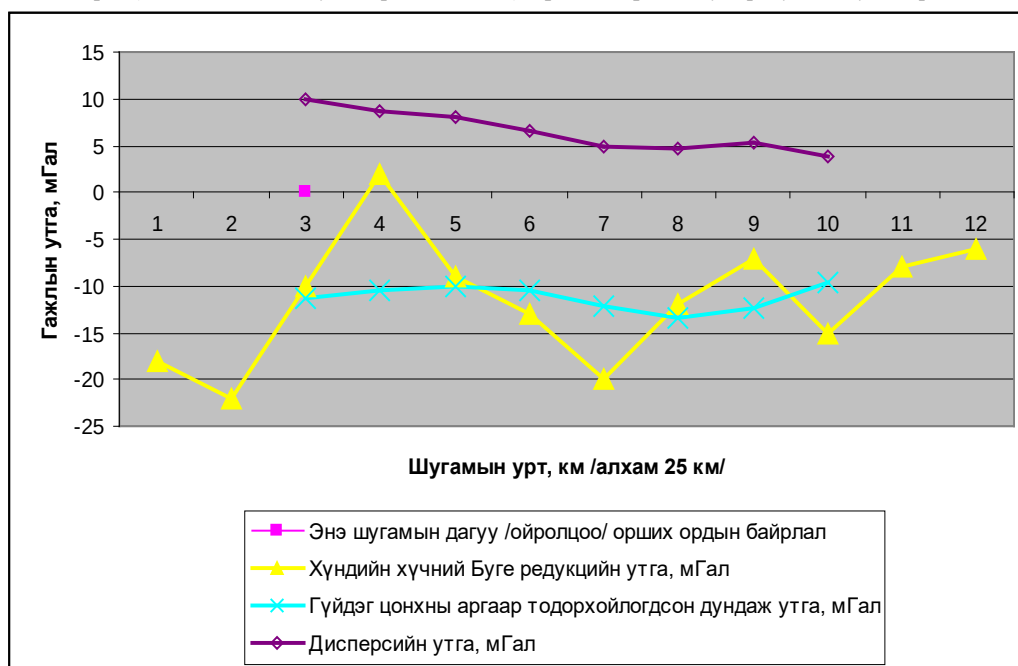


a)

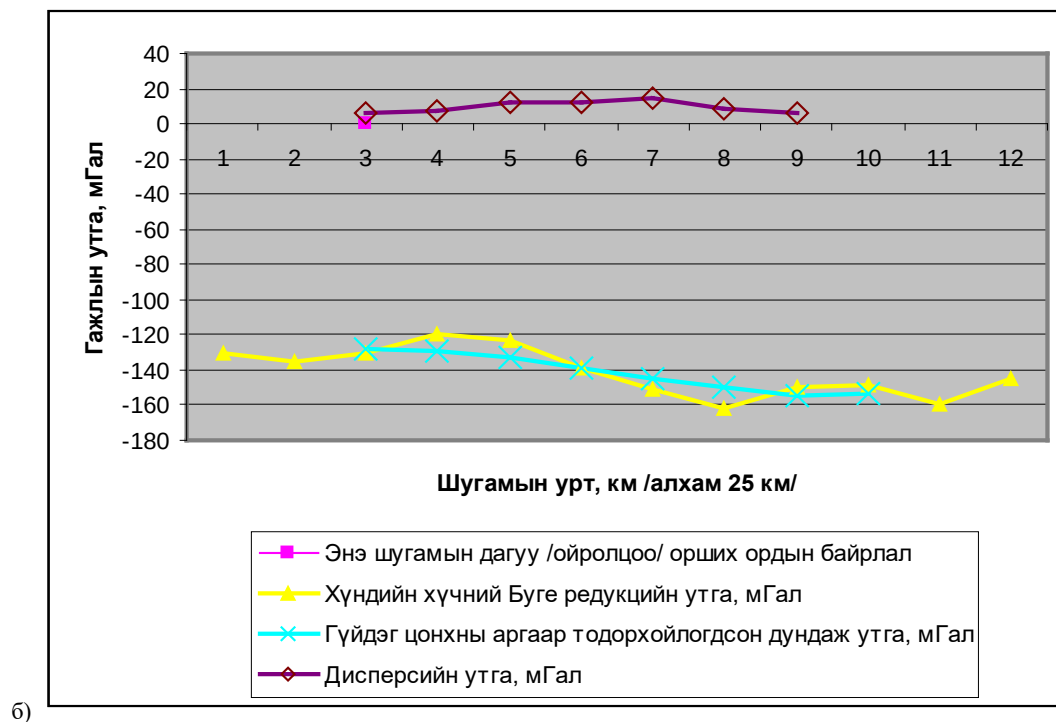


б)

Зураг 6. Огтлолын А-А1 шугамын дагуу “GravMag” программ ашиглан зохиосон царцдасын дээд хэсгийн структурийн тойм загвар: а) Локаль гажлын утгаар зохиосон, б) Хүндийн хүчний Буге редукцийн утгаар зохиосон



а)



Зураг 7. Огтлолын А-А1 шугамын хүндийн хүчний Буге редукц, дундаж, дисперсийн утгын муруй: а) Локаль гажлын утгаар тооцоолсон, б) Хүндийн хүчний Буге редукцын утгаар тооцоолсон

Геофизикийн ашигтай гажиглалын тархацыг эрдэс баялгийн хэмжээг нэмэгдүүлсэн (Хүснэгт 1) ашиглан, тухайн орчин дахь **ашигт малтмалын** [1]. **таамаг баялаг**-ийн тооцоог хийж, үнэлэмж өгөн,

Хүснэгт 1. Хүрэн хошууны хэсэгт алтны агуулгаар тооцсон таамаг баялаг

	Хүдрийн биетийн тархац			Биетийн байрших гүн (м)			Δ (г/см³)	К	Q (г/тн)	Таамаг баялаг (P₃)	
	S (км²)	Урт (м)	Зузаан (м)	Дун даж	Дээд оройвч	Төв				кг	Тн
Геологичдын тооцооллоор (ӨТ-ДГ 5% тархац ашигласан)											
Скарн		200	40	50			3.0	0.5	0.1	60	
Березитжсэнүрд биет		4 000	200	100			2.5	0.5	0.2	20 000	20.0
Хойд биет		1 700	130	100			2.5	0.5	0.1	2 762	2.8
Нийт										22 762	22.8
Геофизикийн гажлын тархацаар											
ӨТ-ДГ хойд хэсэг I	1.2	1 000	1 200	518	40.4	299	2.5	0.5	0.1	77 700	77.7
II	2.1	3 500	600	222	36.4	147	2.5	0.5	0.1	58 275	58.3
Урд хэсэг	0.8	1 200	700				2.5	05	0.2	21 000	21.0
ӨТ-ДГ гажлаар										156 975	157
Давхацмал гажиглалаар	26.0	6 500	4 000	100			2.5	0.5	0.15	487 500	487.5

III. ДҮГНЭЛТ

1. Судалгаанд хамрагдсан талбайн хурдас чулуулгийн гадаргууд илэрсэн болоод гүний тархалт, тухайн орчны гүний тогтцыг зурагласан.
2. Судалгааны талбайд тогтоогдсон бүтцүүд нь харилцан адилгүй зузаантай, тектоно магмын идэвхжлийн нөлөөгөөр тасарч, эвдэрсэн нь “GravMag” программын тусламжтайгаар тоймчлон загварчилсан хэд хэдэн огтлолын шугамуудад зураглагдсан.
3. Хүндийн хүчний орны өгөгдлөөр санамсаргүй оронг тэгшлэх, гүйдэг цонхны арга, дисперсийн аргын тооцооллын үр дүн, мэдээлэл нь чанарын тайлалтаар тогтоогдсон хурдас хуримтлалын зузаан ихтэй хотгор, гүний хагарал, ашигт малтмалын хүдэржилтийг хянаж байна.
4. Хүндийн хүчний региональ судалгааны физик орны зурагт хийсэн чанарын тайлалтаар зураглагдсан гранитод чулуулаг нь дунд масштабын хүндийн хүчний орны зурагт хийсэн тайлалтаар гранитод чулуулгийн хэлбэр хэмжээ нь нарийвчлагдан зураглагдаж байгааг Борзонгийн говь дахь Хар толгойн хар тугалга, Хар морьт, Халзан уулын цагаан тугалганы бүлэг орд орчим, Борхойн тал дахь Замын үүдийн талбай, Галбын говь дахь Хар толгойн талбайн жишээн дээр тайлбарласан.

Геологийн судалгааны үед геофизикийн аргуудыг цогцоор хэрэглэсний дүнд судлагдаж байгаа объектийн бүтэц байршлын талаар илүү мэдээлэл Эрлийн хэсгүүд дэх соронзон, цацраг идэвхжил, цахилгаан эсэргүүцэл, өдөөгдмөл туйлжралын нэгдсэн боловсруулалт, тайлалтын үр дүнгээр хэтийн төлөвтэй ашигт малтмалын таамаг баялгийн хэмжээг нэмэгдүүлсэн.

НОМЗҮЙ

- [1] Баатар Н., Дугараа П., Чинбат С., Оюунбилэг Х., Бүжинлхам Э., **2008.** *Геофизикийн мэдээллийг ашигт малтмалын нөөц, баялгийн тооцоонд ашиглах нь*, Монголын Геосудлаач №32 /”Ашигт малтмалын ордын хайгуул, нөөцийн тооцооны аргачлал, ангилал” сэдэвт онол практикийн бага хурал/, хууд 106-108
- [2] Баатар Н., Дугараа П., Чинбат С., Оюунтуяа Л., Дашбаатар Б., Тунгалаг Б., **2017.** *Галбын говийн газрын тос агуулагч бүтцийг геофизикийн боловсруулалт, тайлалтаар илрүүлсэн нь*, “Геофизик ба одон орон судлал” (ШУА-ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэнгийн 60 жилийн ойд зориулсан) №4. 2017 хуудас 98-106; ШУТИС-ийн Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл №14/219; Газрын тос 2017 (Эх орондоо газрын тос боловсруулах үйлдвэр байгуулах уриан дор зохион байгуулсан), хуудас 27-34.
- [3] Чинбат С., Оюунбилэг Х., Баатар Н., **2010.** *Геофизикийн өгөгдөл, мэдээллийн тоон боловсруулалт*, Mongolian Geoscientest 36, /Geology & Metallogeny of Central Asia XVII international Symposium of Kherlen Geological Expedition/, p 78-80.
- [4] Чинбат С, Баатар Н., Дугараа П, Арвисбаатар Н., Турутанов Е.Х., 2011. Номгоны талбайн гүний тогтоц геофизикийн өгөгдлөөр, Хайгуулчин 2 (Монголын геологийн алба үүсгэн байгуулагдсаны 72 жилийн ойд зориулсан тусгай дугаар), хуудас 55-59; Монгол орны геологи, ашигт малтмалын геофизик, ШУТИС, Манай эрдэмтэд 57, 2014, хууд 186-190

PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF LATE QUATERNARY LACUSTRINE SEDIMENTS AND THEIR TECTONIC IMPLICATIONS, SOUTHERN KHANGAY MOUNTAINS, MONGOLIA

B. Gantulga^{1,2}, Kh. Tseedulam¹, K. Wegmann², A. Bayasgalan¹ and E. Giachetta³

1. Mongolian University of Science and Technology, Sukhbaatar district, Baga Toiruu 42, Ulaanbaatar, Mongolia

2. North Carolina State University, 8208 Faucette Drive, Raleigh, NC 27695

3. ETH Zurich, Department of Earth Sciences, 8092, Zürich, Switzerland

Abstract

Wind gaps, passes through a mountain front not occupied by streams, may exist in mountain ranges bounded by faults and in regions of active shortening [1, 4, 6, 7]. Juvenile and growing mountain ranges are the surface demonstration of successive tectonic slip along active faults. Therefore, the overall shape of a young mountain range reflects the geometry and slip of the fault at depth, if the range has not experienced significant erosion [2, 4, 5]. In regions of active crustal shortening, the elevation of mountain peaks above rivers that cross the range (i.e. the local relief) is expected to equal the amount of rock uplift caused by the thrust fault underneath [1, 4]. If a river that traverses the growing range cannot keep pace with rock uplift and abandons its valley a wind gap may form [10], which subsequently rises with the growing range. Hence, the present-day elevation of wind gaps above the local base level is a proxy for tectonic uplift since river defeat [3]. In these circumstances, lakes can develop in local topographic minima (basins) formed in front of the propagating fault due to tectonic and isostatic (sediment loading) subsidence. At geologic timescales, most lakes are ephemeral systems that, once the forcing mechanism ceases, disappear by outlet erosion and/or sediment overfill [8]. Active

tectonism in combination with wet/dry climate cycles (high or low precipitation, evaporation ratios), can activate or neutralize the lake outlet, closing or opening its drainage and presumably contributing to the longevity of the lacustrine system.

For this particular research, I hypothesize that a now dry ~130 km² late Quaternary lake (Fig.1), herein named “paleo-Lake Galuut”, located along the southern flank of the Khangay Mountains drained when fault-controlled uplift of the original outlet occurred along the Bayankhongor fault. The lake drainage event may have occurred during a climatically-forced high stand in lake level that resulted in the subsequent overtopping of a low topographic divide. Once the low divide was overtopped, run-away stream incision carved the Galuut Canyon gorge (Fig.2), which led to the lowering of base level and lake drainage. The main hypothesis focuses on the fact that active tectonics has a major impact on defeating streams and creating a lake in the adjacent basin, until the lake drains due to the run-away incision, regardless of any climatic interruption. The alternative (null) hypothesis is that the fault did not play a role in the draining of lake, which instead slowly decreased in size due to regional late Pleistocene – Holocene warming and aridification.

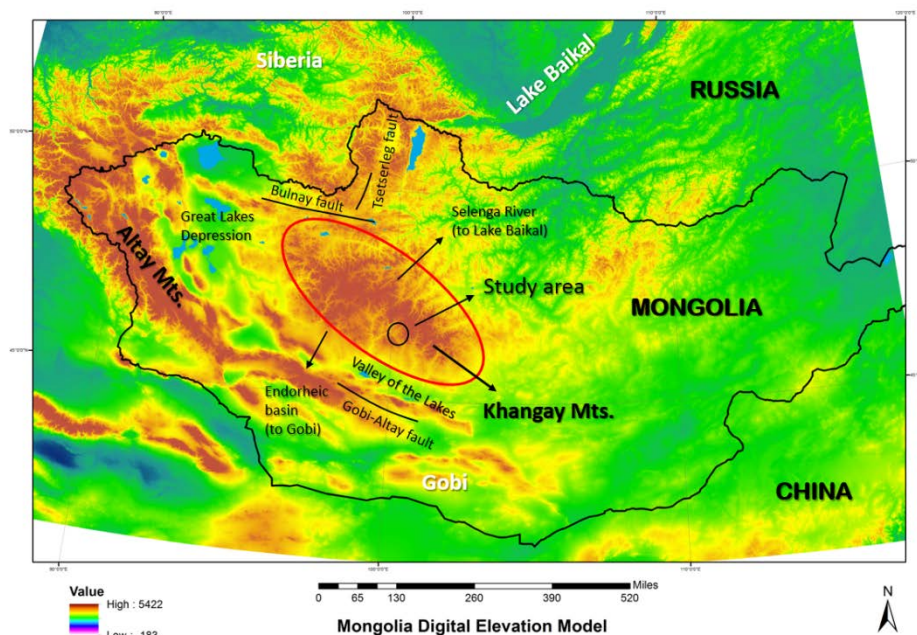


Figure 1. Location of Mongolia in central Asia. Khangay Mountains highlighted by red oval. The study area on the southern flank of the Khangay Mountains is identified by the black circle.

The preliminary results of my research fundamentally based on SIGNUM Landscape evolution model developed by Refice et al. [9], suggests the draining of the Galuut-lake (Fig.3) is generally independent from precipitation changes (dry-wet climate oscillation); however, tectonics (i.e., southern Bayankhongor fault) played a major role in both the formation and extinction of the Quaternary lake.

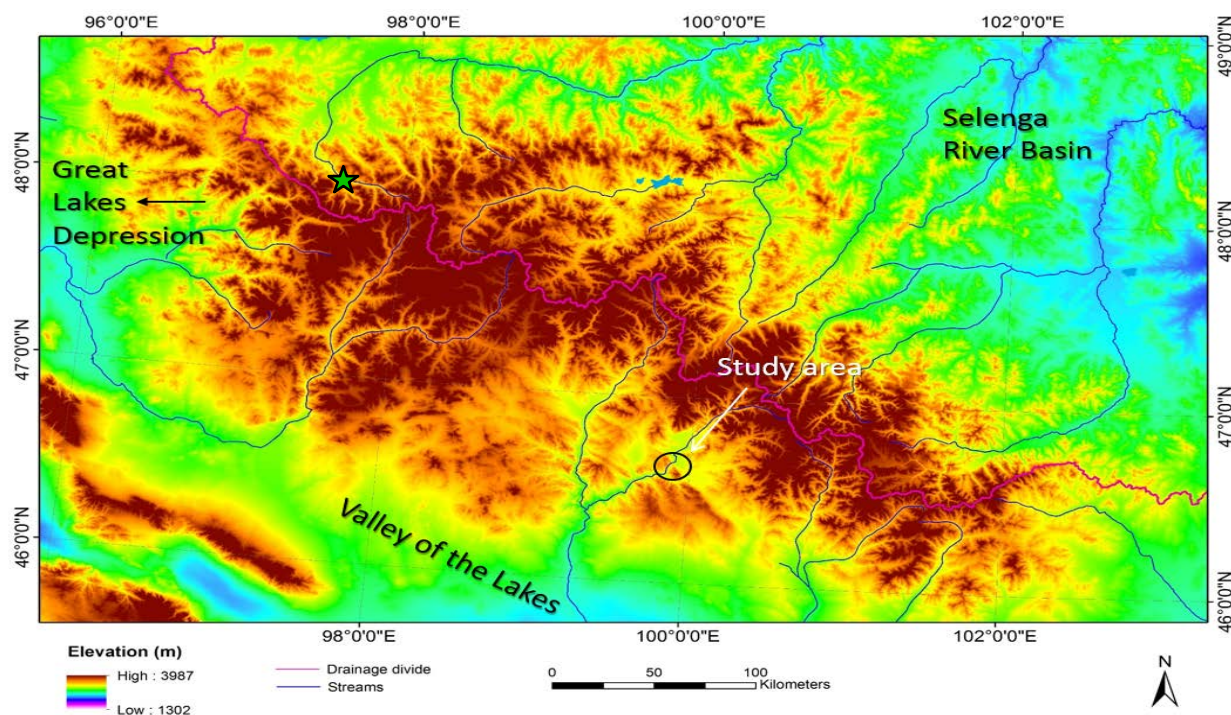


Figure 2. Digital elevation model of the Khangay Mountains, which reach a maximum altitude of over ~4000 meters at its peak Otgon Tenger Uul (highlighted by green star). Our study area is located on one of the two most active incising rivers (Olzyit River).

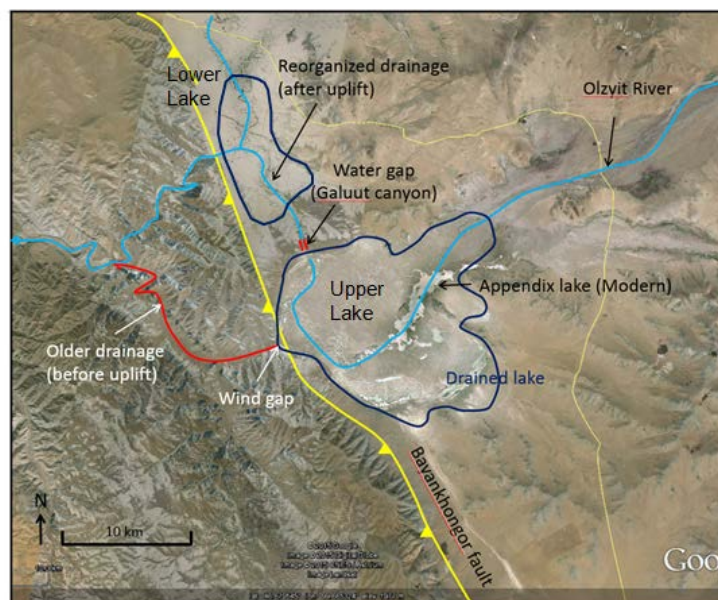


Figure 3. The aerial view of our research area, courtesy of Google Earth. Late Pleistocene, Holocene, dry lake bed in the Galuut Valley along Olzyit River. We assume stream is defeated and triggered drainage capturing and formation of lake in the Late Pleistocene. The location of wind gap (former drainage) and water gap (current stream is shown).

REFERENCES:

1. Burbank, D.W., Meigs, A. and Brozovic, N., 1996. Interactions of growing folds and depositional systems. *Basin Res.*, 8, p.199–223.
2. Ellis, M.A. and Densmore, A.L., 2006. First-order topography over blind thrusts. In: *Tectonics, climate, and landscape evolution* (S.D. Willett, N. Hovius, M.T. Brandon and D. Fisher, eds). *Geol. Soc. Am. Spec. Paper*, 398, p.251–266.
3. Hampel A.,R. Hetzel., 2016, Role of climate changes for wind gap formation in a young, actively growing mountain range, *Terra Nova*, 00: p. 1–8.
4. Hetzel, R., Tao, M., Niedermann, S., Strecker, M.R., Ivy-Ochs, S., Kubik, P.W. and Gao, B., 2004. Implications of the fault scaling law for the growth of topography: mountain ranges in the broken foreland of north-east Tibet. *Terra Nova*, 16, p. 157–162.
5. Hilley, G.E., Arrowsmith, J.R., 2008, Geomorphic response to uplift along the Dragon's Back pressure ridge, Carrizo Plain, California. In: *Geology*, p.367-370.
6. Jackson, J., Norris, R. and Youngson, J., 1996. The structural evolution of active fault and fold systems in central Otago, New Zealand: evidence revealed by drainage patterns. *J. Struct. Geol.*, 18, p.217–234.
7. Keller, E.A., Zepeda, R.L., Rockwell, T.K., Ku, T.L. and Dinklage, W.S., 1998. Active tectonics at Wheeler Ridge, southern San Joaquin Valley, California. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 110, p.298–310.
8. Ollier, C., 1981, *Tectonics and landforms*: Longman, UK, Harlow, v. 324, p. 1981.
9. Refice A., E. Giachetta, D. Capolongo., 2012, *SIGNUM: A Matlab, TIN-based landscape evolution model*, *Computers & Geosciences* 45, p.293–303.
10. Sobel, E.R., Hilley, G.E. and Strecker, M.R., 2003. Formation of internally drained contractional basins by aridity limited bedrock incision. *J. Geophys. Res.*, 108, p.2344-2347.

PROBLEMS ON IDENTIFICATION METHODS OF MESO-CENOZOIC BASIN DEPTH SETTING IN MONGOLIA

(by gravimetric survey research)

Unurbayar.B^a, Boldkhuu.B^d, Dugaraa.P^b, Arvisbaatar.N^c, Khishigsuren.b⁶ Enkhbaatar.B^a, and Oyun-Erdene.B^a,

^a "Tatakh khuch" LLC, Ulaanbaatar, Mongolia

^b Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia

^c National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia

^d "Oyu Tolgoi" LLC, Ulaanbaatar, Mongolia

E-mail: info@gravity.mn

Abstract

Here is discussed information of research on identification of depth setting of Meso-Cenozoic basins by gravimetric survey method, which is based on consolidated and reprocessed primary numerical data of the gravimetric survey conducted between 1948 and 2015 around the territory of Mongolia.

Keywords: Gravimetric survey, Meso-Cenozoic basin, gravimetric anomaly, rock density.

INTRODUCTION

Geophysical research methods take an important part in Mongolian geological science. A territory of Mongolia is covered 100 percent by 1:200000 scale geological mapping, as for geophysics 100 percent by 1:500000-1:1000000 scale gravimetric mapping, 50 percent by 1:200000 and greater scale gravimetric mapping had been done [1,2]. These study works are completed at various levels for different purposes. Consequently, there was a need to create the gravimetric map of entire Mongolia by integrating previous studies in the same level that fulfills international standards and conduct a geological and geophysical interpretation.

I. DATA PROCESSING AND DATA PROCESSING METHODS.

A problem to assess the structure of Meso-Cenozoic basins by gravimetric survey methods encounters specific characteristics, which are dependent on several factors. These factors include a validity of primary measurement, primary processing, gravimetric Bouguer anomaly, estimation of a residual anomaly from the base value or normal field, local petrophysical research or characteristics of rock

density, selection of quantitative analysis estimation methods based on the seismic research and depth borehole information.

In geophysical research methods, there is a requirement to abstract a physical field caused by a current body in order to identify size, shape, location and distribution setting of any geological body close to the objectivity [13,14,15]. Our measured, evaluated and processed quantitative values indicate combined physical field, which represents an effect of various geological bodies of the current area. A numerical expression subtracted this effect is a physical term known as Residual Anomaly [14,15,16,18]. Here, gravimetric field base value is subtracted from Bouguer anomaly value distinguishing only the anomaly of affected research body. To create a residual map there was used values estimated by two different methods of the gravimetric base field.

Firstly, Yu. A. Zorin and Arvisbaatar N. [4,5,12] created a gravimetric normal field map in 1982. A gravimetric anomaly is estimated as the same level of crust thickness, where the average surface gravitational effect or gravitational effect combined features of upper and lower part of crust density, and

Mohorovicic surface inequality contributed to the balance of Earth's crust [4,5]. In other words, to identify the gravitational effect of geological local objects located in the upper part of the crust, isostatic Eri scheme [4,5,12] is used for creating the Isostatic map, which is accounted gravity anomaly correction named decompensating. It is explained through estimations reflected by differences in the crust thickness.

Secondly, a gravimetric base map is created by accounting gravimetric effect of combined characteristics of rocks between actual measured level and surface elevation above Earth ellipsoid

surface (Krasovsky), which is established on the basis of actual numerical value of 68199 physical points extracted from 1:200000 and 1:1000000 scale gravimetric research study's primary numerical data. (Unurbayar.B, Enkhbaatar.E, and Oyun-Erdene.B, 2015)[17].

Anomalies observed in this map are different by frequencies, but similar in overall shape and setting. Therefore, the final map is shown as an example (Figure 1). It can be explained depending on research depth, estimation methods and tasks for problem-solving.

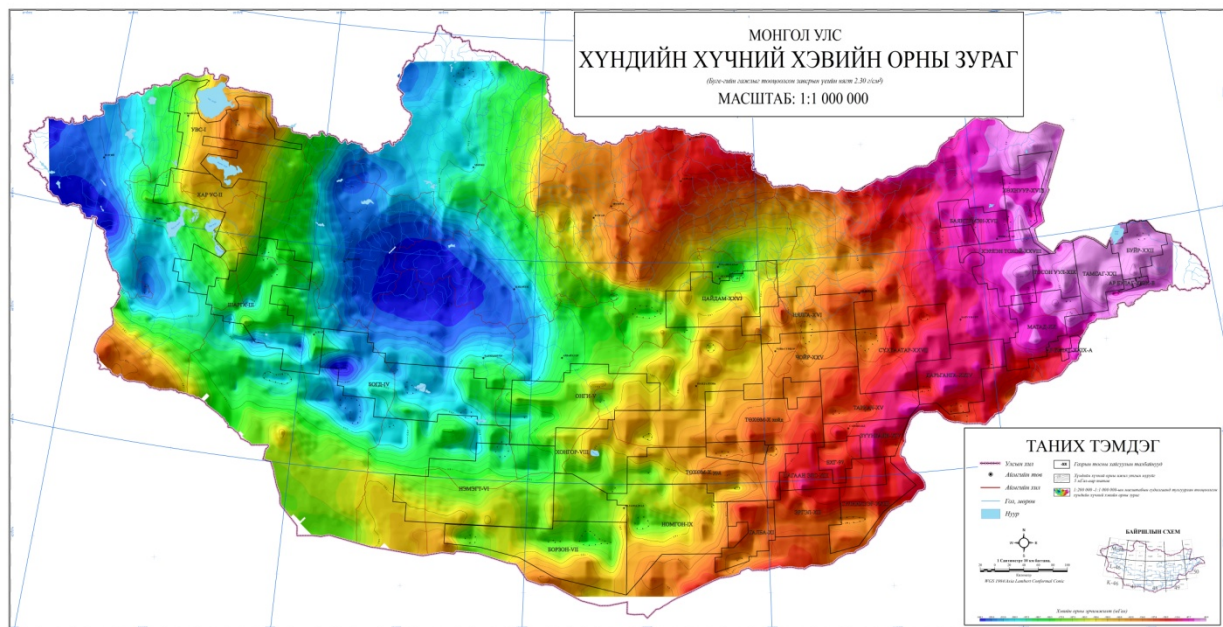


Figure 1. Gravimetric regional normal field or base map (Unurbayar B., Enkhbaatar E., Oyun-Erdene B., 2016)

A difference between overall shape, size, and frequency of anomalies in the gravimetric residual anomaly map as described above can be explained through a reflection of the depth and combined characteristics of gravimetric effect from anomaly sources. A residual anomaly estimated from isostatic anomaly is applied in evaluating of size and shape of the batholith, large plate tectonic structure, and crust thickness. Whereas a residual anomaly estimated from local normal field or base anomaly is proved to be efficient for using in evaluating large, medium and small scaled geological mapping carried out nowadays while estimating the depth setting of basins.

Rock physical properties or rock density parameters, depth borehole and seismic survey information are essential for further processing and quantitative interpretation on identifying depth setting of Meso-Cenozoic basins spread around Mongolia. Gravimetric anomalies are associated with densities of each rock, distribution, irregular structure and specification of geological setting of that area. Meso-Cenozoic sediments spread in Mongolia are affected by weathering, tectonic and mid-range disruption. Basement and surrounding rocks that contain the basins occur with different geological ages [10,11]. And sediments filled the basins are same ages, but different formations. Therefore, physical properties of rocks show respectively different values. It was

proven that covers of Meso-Cenozoic basins and containing basement rocks cannot represent each other and have different density values in each area. For depth estimation, a density variance was selected from the petrophysical data of 16 areas

[1,2,8,9,16,18], where is classified by each rock type and age of rocks, and sediment accumulation was conducted statistical analysis as shown in table 1.

Table 1. Overall table of petrophysics data

№	Researched fields	No of samples	GEOLOGICAL AGE				ROCK TYPE				AVERAGE DENSITY /kg/m ³ /		
			Cenozoic	Mesozoic	Paleozoic	Proterozoic	Sedimentary	Metamorphic	Intrusive	Effusive	Sedimentary rocks	Basement rock	Estimated density difference
1	Zuunbayan	598		2.40	2.76		2.40		2.68	2.70	2.40	2.71	0.31
2	Khotont, Khashaat	856	2.41	2.54	2.69		2.48				2.48	2.69	0.21
3	Unegt	320		2.52	2.70	2.88	2.52				2.52	2.79	0.27
4	Sainshand	400		2.57	2.64	2.80	2.57				2.57	2.72	0.15
5	Dornogobi basin	760		2.53	2.75	2.80	2.53	2.68		2.53	2.53	2.69	0.16
6	Sukhbaatar-XXVII	430	2.37	2.55	2.66		2.46	2.57		2.57	2.46	2.60	0.14
7	Geotransect	undefined	2.37	2.59	2.60	2.77	2.48				2.48	2.69	0.21
8	Jinst area	undefined		2.52	2.59	2.63	2.58	2.62	2.57	2.64	2.55	2.61	0.06
9	Tukhum-X 2005	880	2.47	2.55	2.62	2.60	2.51		2.61		2.51	2.61	0.10
10	Tukhum /North/	740		2.58	2.65		2.57		2.67	2.57	2.58	2.63	0.05
11	Sharga-III	1120		2.62			2.62	2.71	2.63	2.80	2.62	2.71	0.09
12	Borzon-VII	undefined		2.60			2.60		2.62		2.60	2.62	0.02
13	Sulinkheer-XXIII	2020		2.54	2.66		2.56	2.70	2.59		2.55	2.65	0.10
14	Ongi-V	1360		2.59	2.79	2.70	2.51				2.55	2.74	0.19
15	Mandalgobi-50	980		2.56			2.54		2.67		2.55	2.67	0.12
16	Bogd-IV	1680		2.57	2.65	2.78	2.48				2.53	2.72	0.19
	Overall value		2.41	2.55	2.67	2.74	2.53	2.66	2.63	2.64	2.49	2.67	0.17

II. RESULT OF STUDIES

A quantitative interpretation or depth analysis was done based on the data processing mentioned above. Two different methods are discussed here [9,16,18].

1. Forward and reverse estimation based on the physical field units
2. Follow up by comparison based on actual depth information

The first option is optimal for using to identify location and shape of bodies in a large scale geological mapping when anomalous bodies consist of relatively homogeneous physical units. Meso-Cenozoic sediments spread in Mongolia are greatly affected by tectonic and mid-range disruptions. Basement and surrounding rocks that contain the basins occur heterogeneously. As a result, the rocks have different physical properties, which is not applicable to represent an estimation density value.

The estimation conducted in regional areas and country ranges based on the known depth values was unconformable. Information on seismic cross-sections and depth drilling in Dornogobi basin, Great lake basin, Nyalga and Tamsag [1,2,3,11] were applied to estimate for one to others, however, it fits only for the current field, but not for other areas. Therefore, the second option was selected to estimate for each basin and sub-basin and assessed the depth setting of Meso-Cenozoic sediments.

For estimation, there were applied the actual depth information from a drilled borehole and seismic surveys in the current and nearby areas, differences in densities for host and cover rocks, and respective gravimetric residual anomaly values for that area.

After completing the depth estimation in each area, a consolidation and comparison follow up method was used for compensating in the same level. As a result, there was an opportunity to create an isopach map for Meso-Cenozoic sediments across the studied areas (Figure 2).

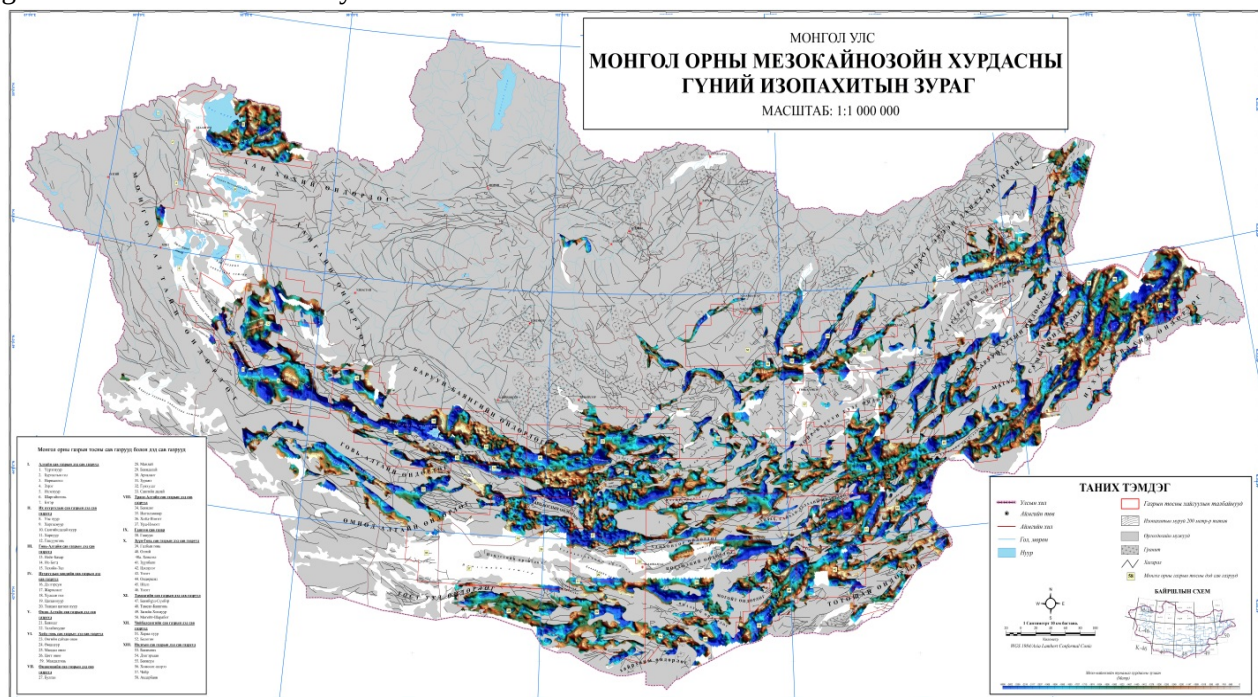


Figure 2. Meso-Cenozoic sediment depth isopach map of Mongolia

III. CONCLUSIONS

A depth setting of Meso-Cenozoic sediment was assessed on basins classified by V.Ya. Shirokov [6] and W.C. Pentilla [7] and controlled by geological and structural boundaries marked on the Meso-Cenozoic tectonic map of Mongolia (1:1000000). A level of exploration research is relatively low in Mongolia. Moreover, all works completed after 1990 are lack of control and integrated systemization, which results in a compilation of incorrect and inaccurate information. For example, the gravimetric survey necessary to conduct in the first stage of petroleum oil exploration is not completed evenly across Mongolia. Also, geological and petrophysical

data is not applied thoroughly as well as new petrophysical studies are not conducted causing the use of inaccurate information for final results. An outdated standard is still in use due to the absence of own standard. Therefore, gravimetric surveys were completed according to the geological tasks within the licensed limited areas. Accordingly, gaps of different sizes were left not studied. There is a necessity to complete these gaps in the first place. A compilation of all primary data of gravimetric survey completed in between 1948-2015 was innovative and significant work for further researches. Also, development of assessment method of individual Meso-Cenozoic basins, which are different depending from geological and tectonic

conditions, provided an opportunity to carry out an exploration of strategic mineral resources (e.g., water, uranium, coal, and oil petroleum) accumulated in the sediments with scientific justifications.

REFERENCES

1. Primary quantitative information of gravimetric surveys conducted by state budget in the oil petroleum areas, Mineral Resources and Petroleum Authority Information Center archive
2. Primary quantitative information of gravimetric surveys conducted by personal budget in the oil petroleum areas, Mineral Resource Exploration License for companies
3. Степанов П.П, Волхонин.В.С. “Совершенная структура и глубинное строение земной коры Монголии до геофизическим данным.” Советская Геология, 1969, 5, 47-633с
4. Туртанов Е.Х, Зорин Ю.А “Глубинное строение гранитных плутонов Монголии и Забайкалья” Новосибирск, 1978, 62с
5. Зорин Ю.А, Новоселова М.Р., “Глубинная структура территории МНР” Новосибирск, Наука, 1982, 94с
6. Широков В.Я., Голованова С.И., Копытченко В.Н., Матвиевская Н.Д., Клеименов В.Ф., Рукин В.И. – Анализ и обобщение геологических и геофизических материалов по возможно нефтегазоносным бассейнам МНР, 1982
7. Penttila W. C. – Generalized tectonic map illustrating the sedimentary basin systems of Mongolia, 1992
8. Tudev, Ts., P. Dugaraa, U. Uuganbayar, and L. Enkhmend, Depth structure and internal structure of Zuunbayan fault, Geology, 2004.11, 61-66.
9. П.Дугараа, Н.Арвисбаатар, Б.Өнөрбаяр, Увс хотгорын дотоод бүтэц, гравиметрийн өгөгдлөөр, УБ, 2004, Геологи-11, 51-53х
10. Dugaraa, P., T. Byambasuren, and S. Munkbaatar,. Problems in studying Mezocainozoic basin structures of Mongolia, Explorer, Geology ,2011,25-29.
11. Бадамгарав Ж., Монгол орны мезозой-түрүү кайнозойн структурууд, /Монголын геологи ба ашигт малтмал. IV боть, 2012, 380-395/
12. Дугараа. П. Монгол орны геологи, ашигт малтмалын судалгааны геофизик, Улаанбаатар. 2012
13. Thomas R.LaFehr and Misac N.Nabighian – Fundamentals of Gravity Exporation, 2012
14. Б.Өнөрбаяр, П.Дугараа, Б.Төвд, Б.Энхбаатар, С.Октябрь., MZ-KZ хурдасны дотоод бүтцэд үнэлгээ өгөх асуудал, УБ, 2014, Хайгуулчин-54, 95-99х,
15. B.Unurbayar, Dugaraa P., October S., Badamgarav J, Meso-Cenozoic structural zones in Sulinkheer area Petroleum exploration block XXIII, China, Shenyang, 2015, The 12th symposium on Mesozoic Terrestrial Ecosystems, 317p
16. Unurbayar.B, Dugaraa P., October S., Badamgarav J, Mongolian Meso-cenozoic issue on structural tectonical zones, Ulaanbaatar, 2017, Mongolian Geoscientist-45. (Special volume dedicated to 20th biannual conference of the Kherlen international geological expedition) 366-371p
17. Б.Өнөрбаяр, Д.Дагвадорж, Б.Төвд, Б.Энхбаатар, Б.Оюун-Эрдэнэ. О.Цолмон, Хүндийн хүчний судалгааны мэдээллийн нэгдсэн сан./Монгол орны хэмжээнд/, Улаанбаатар, 2017, “Geophysics & Astronomy” № 4, (Геофизик ба одон орон судлал) 92-96 х
18. Б.Өнөрбаяр, П.Дугараа, Д.Дагвадорж, Б.Төвд, Б.Энхбаатар, Б.Оюун-Эрдэнэ. О.Цолмон, Монгол орны мезоканозойн хотгоруудын гүний тогтоцыг тодорхойлох арга аргачлалын асуудалд /хүндийн хүчний судалгаагаар/, Улаанбаатар, 2017, “Газрын тос-2017 (OIL&GAS-2017)” 366х

МОНГОЛ ОРНЫ ПЕТРОФИЗИКИЙН СУДАЛГАА

Профессор П.Дугараа

ШУТИС, Геологи Уул уурхайн сургууль

Хураангуй: Монгол орны петрофизикийн судалгааны өнөөгийн байдал цаашид авах арга хэмжээний талаар асуудал дэвшүүлсэн болно.

Түлхүүр үг: Петрофизик, чулуулгийн физик шинж чанар, статистик боловсруулалт, стандарт

УДИРТГАЛ

Монгол орон төрөл ашигт малтмал, эрдэс түүхий эдээр баян, геологийн нийлмэл тогтоцтой. Монгол улсын, улс ардын аж ахуйн олон салбарт геологийн тандан судалгааны төрөл бүрийн арга аргачлалд, шинэ техник технологи нэвтрүүлснээр өнөөгийн байдлаар 2210 гаруй ордыг олж илрүүлээд 8500 гаруй төрлийн эрдэс түүхий эд, ашигт малтмалыг ашиглаж байна. Энд аливаа физик орны үзэгдэл нэн ялангуяа тухайн объектын,

геологийн биетийн үүсгэж буй өөрчлөлт гажлыг танин мэдэхийн эх сурвалж нь петрофизикийн судалгаа юм. Геологийн мэдээллийг бүрэн дүүрэн авахын тулд манай орны хэмжээнд тархсан төрөл бүрийн чулуулгийн петрофизикийн судалгаа хийж мэдээллийн сан бүрдүүлэх шаардлагатай.

Монгол орны нутаг дэвсгэрийн геофизикийн судалгаанд хамрагдсан байдлыг 2020 оны байдлаар тоймлон үзүүлбэл

Хүснэгт.1

№	Геофизикийн аргууд, масштаб	Талбай %	Ажлын хэмжээ				
			1970	1980	1990	2010	2020
1	Гравихайгуул 1:1000000	1000км ²	1560		1560	1560	1560
		%	100		100	100	100
2	Гравихайгуул 1:100000-1:200000	1000км ²	124	174	206	287	
		%	7.9	11.0	13.2	22	-
3	Гравихайгуул 1:1000-1:50000	1000км ²	1.2	1.7	16.4		
		%	0.08	0.1	0.5		22%
4	Талбайн сейсмо хайгуул	1000км ²	7.0	13.5	24	27.42	-
		%	0.5	0.9	1.5	1.75	
5	Агаарын соронзон 1:200000	1000км ²	555	555	968	517	735
		%	35.6	35.6	63.7	32	47%

Манай орны хувьд геологи, геофизикийн судалгаанд чулуулгийн физик шинж чанарыг судлах асуудал тодорхой түвшинд хийгдэж байсан нь нэн ялангуяа МУИС, ШУТИС, Геофизикийн лабораторид тодорхой хэмжээгээр хийгдэж байна. Энэ нь системтэйгээр явагдаагүй, петрофизикийн судалгааны үндсэн шаардлагыг хангахгүй байгаа нь дараах жишээнүүдээр харуулав. Шинээр геологийн судалгаа хийж эхлэх талбай болон томоохон ордуудын

нарийвчилсан судалгааны шатанд петрофизикийн ажлыг стандарт шаардлага болгож хэрэгжүүлэх явдал юм.

Жишээ нь 1: Жанчивлангий районд 1984 онд ШУТИС –ийн багийн гэрээт ажлаар Бөөрөлжүүтийн хөндийд геофизикийн аргаар мезозойн хотгорын тунамал хурдасны зузааныг [П.Дугараа 2012он], 2010 онд тус талбайд давтан хийгдсэн геофизикийн судалгаагаар тодорхойлсон үр дүнг харьцуулан харуулав

Хүснэгт.2

1984 г			2010 г	
Аргууд	Тунамал хурдас	Ул чулуулаг	Тунамал хурдас	Ул чулуулаг
Гравихайгуул	2,04-2,32 г/см ³	2,60-2,69 г/см ³	2,51 г/см ³	2,66 г/см ³
	Нягтын зөрүү 0,37		Нягтын зөрүү 0,15	
Соронзон хайгуул	(30-1000)*4π*10 ⁻⁶ нэгж. СИ		(0-930)*4π* 10 ⁻⁶ нэгж. СИ	(0-30)*4π*10 ⁻⁶ нэгж. СИ
Сейсмо хайгуул	1800-3600м/с	4200-600м/с		
цахилгаан хайгуул	30-250 Ом.м	500-1500 Ом.м		
Зузаан	600 – 1200 м		1200-2500 м	

Жишээ нь 2: 2015 онд газрын тосны газрын захиалгаар Татах Хүч ХХК (Б.Өнөрбаяр бусад), Монгол орны газрын тосны 16

талбайд тунамал хурдасны зузааныг гравиметрийн өгөгдлөөр тодорхойлсон үр дүнг авч үзлээ.

Хүснэгт.3

№	Судлагдсан талбайн нэр	Дээжийн тоо	Геологийн нас				Чулуулгийн төрөл				Жигнэсэн дундаж нягт		
			Кайнозойский	Мезозойский	Палеозойский	Протерозойский	Тунамал	Хувирмал	Интрузив	Эффузив	Тунамал чулуулаг	Ул чулуулаг	Нягтын зөрүү
1	Зунбаян	598		2.40	2.76		2.40		2.68	2.70	2.40	2.71	0.31
2	Хотонт, Хашаат	856	2.41	2.54	2.69		2.48				2.48	2.69	0.21
3	Унэгт	320		2.52	2.70	2.88	2.52				2.52	2.79	0.27
4	Сайншанд	400		2.57	2.64	2.80	2.57				2.57	2.72	0.15
5	Дорноговийн сав газар	760		2.53	2.75	2.80	2.53	2.68		2.53	2.53	2.69	0.16
6	Сүхбаатар- XXVII	430	2.37	2.55	2.66		2.46	2.57		2.57	2.46	2.60	0.14
7	Геотрансект	-	2.37	2.59	2.60	2.77	2.48				2.48	2.69	0.21
8	Жинст	-		2.52	2.59	2.63	2.58	2.62	2.57	2.64	2.55	2.61	0.06
9	Төхөм-Х 2005	880	2.47	2.55	2.62	2.60	2.51		2.61		2.51	2.61	0.10
10	Төхөм (хойт хэсэг)	740		2.58	2.65		2.57		2.67	2.57	2.58	2.63	0.05
11	Шарга-III	1120		2.62			2.62	2.71	2.63	2.80	2.62	2.71	0.09

1	Борзон-VII	-	2.60	2.60	2.6	2.60	2.6	0.02
2					2		2	
1	Сулинхээр-XXIII	2020	2.54	2.66	2.56	2.70	2.5	0.10
3							9	
1	Онги-V	1360	2.59	2.79	2.70	2.51	2.55	0.19
4							4	
1	Мандалговь-50	980	2.56		2.54		2.6	0.12
5							7	
1	Богд-IV	1680	2.57	2.65	2.78	2.48	2.53	0.19
6							2	

Энд тухайн хотгоруудад үнэт чулуулаг ба дүүргэгч худасны нягтын зөрүүн хэрхэн яаж авсанаар харилцан адилгүй зузаантай үнэлэгдэж байна.

I. ДҮГНЭЛТ

- Геологийн мэдээллийг бүрэн дүүрэн авахын тулд монгол орны хэмжээнд тархсан чулуулгийн петрофизикийн судалгаа хийж мэдээллийн сан бүрдүүлэх шаардлагатай.
- Сүүлийн жилүүдийн геофизикийн ажлын боловсруулалт тайлалд хангалтгүй хийгдэж байна
- Манай орны хувьд чулуулгийн физик шинжийн системтэй судалгаа урьд өмнө нь хийгдэж байгаагүй
- Геофизикийн судалгааны үр дүнд тоон тайлал хийх үндэслэл бүрдээгүй
- Петрофизикийн мэдээлэл ашиглан боловсруулах програм хангамж байхгүй

II. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

- Эхний ээлжинд улсын хэмжээний петрофизикийн судалгааны стандарт, зааварыг боловсруулж мөрдүүлэх, лабораториудыг аттестачлах.
- Геологийн мэдээллийг бүрэн дүүрэн авахын тулд монгол орны хэмжээнд

тархсан чулуулгийн петрофизикийн судалгаа хийж мэдээллийн сан бүрдүүлэх шаардлагатай

- Улсын хэмжээнд петрофизикийн иж бүрэн лабораторийг байгуулж, судалгааны үр дүнг геофизикийн судалгаанд бүрэн ашиглах шаардлага гарч байна
- Манай салбарт тулгамдсан асуудлыг шийдвэрлэхэд бэлтгэгдсэн боловсон хүчин, материаллаг баазыг улам бэхжүүлэх замаар улсын хэмжээнд болон, гадаад дотоодын судлаачидтай хамтран төр болон төрийн бус байгууллауд хамтран ажиллах саналыг дэвшүүлж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ:

П.Дугараа Монгол орны геологи, ашигт малтмалын эрэл, хайгуулын судалгааны геофизик. 2012

П.Дугараа*,Б.Болдхуу*,Х.Оюунбилэг*, Б.Оюунтугс* и Б.Унурбаяр*** *Монгольский Государственный Университет Науки и Технологии **Татах хүч ХХК Петрофизические исследования Монголии и их перспективность. 2016

ГЕОФИЗИК, ӨРӨМДЛӨГИЙН АРГУУДЫН ХОСЛОЛ, БОЛОМЖ, ХЭРЭГЛЭЭ

Ж.Цэвээнжав*, М.Наранбат**, Д.Ундармаа*

*ШУТИС, ГУУС, МУӨХ; **МУӨХ, МХЕГ

Хураангуй: Газар дэлхий судлал, ашигт малтмалын эрэл-хайгуулын геофизикийн тандан судалгааны болон уурхай малталтаас хямд төсөр, шуурхай өрөмдлөгийн аргуудын хослол боломж, хэрэглээний талаар энэхүү өгүүлэлд авч үзэж, тодорхой дүгнэлт хийж, санал зөвлөмжүүдийг дэвшүүлсэн болно.

I. ГЕОФИЗИКИЙН АРГА УХААН, БОЛОМЖ, ХЭРЭГЛЭЭ

Геологийн судалгааг физикийн онол, аргачлалыг ашиглан явуулах үйл ажиллагааг геофизикийн ажил гэж ойлгох боломжтой. Бүхэлдээ геофизикийн аргууд тандан судалгааны чанартай бөгөөд “*чих (геофизик) нүдний (өрөмдлөг) хооронд (үнэн худлын хооронд ч гэдэг...)* 4 хуруу зайтай” гэдэг манай ардын мэргэн хэллэгийн дагуу энэхүү судалгааны дүн заавал бүрэн дүүрэн, төгс батлагдах албагүй.

Газар дэлхий судлал, ашигт малтмалын эрэл-хайгуулын геофизикийн:

1. Хүндийн хүчний зураглал (*gravimeter survey-гравиметрия*)
2. Соронзон хайгуул (*magnetic survey-магнетометрия*)
3. Чичирхийллийн хайгуул (*seismic survey-сейсморазведка*)
4. Цахилгаан хайгуул (*electric method of prospecting-электроразведка*)

зэрэг аргууд орчин үед өргөн хэрэглэгдэж байгаа бөгөөд тэдгээрийн цогцолбор хэрэглээ улам илүү сайн үр дүн өгдөг байна [1].

Аливаа газар нутгийн геологийн бүтцийг тандан тогтоох, ашигт малтмалыг эрж хайх, тэдгээрийн тархалт, байршлыг таамаглан гаргаж, өндөр өртөг зардалтай өрөмдлөг, уулын ажлыг оновчтой, үр дүнтэй явуулахад геофизикийн ухаан, аргууд ихээхэн ач холбогдолтой. Манай орны хувьд алт, зэс, нүүрс, төмөр, холимог металл, жонш зэрэг хатуу ашигт малтмалуудын эрэл-хайгуулд хүндийн хүчний, соронзон болон цахилгаан хайгуулын аргууд, газрын доорхи

ус, газрын тос, хийн судалгаанд цахилгааны болон чичирхийллийн хайгуулын аргууд өргөн хэрэглэгдэж байна. Сүүлийн үеийн мэдээлэлээр [2] манай бүх нутаг 1:1 000 000 хураангуйлалтай хүндийн хүчний, 60-75% нь агаарын соронзон болон олон сувагт (K, Th, U) судалгаагаар хучигдсан байна.

Газрын доорхи усны судалгаанд цахилгаан хайгуулын арга маш өргөн хэрэглэгдэж, үндсэндээ хурдас чулуулгийн цахилгаан эсэргүүцлийг хэмждэг энэ аргаар худаг өрөмдөх цэгийг тогтоож ирсэн, сүүлийн үед энэ арга биолокацын аргатай хослон амжилттай хэрэгжих болж, уст цэгийн байршил, үзүүлэлтүүдийг үндсэндээ 70-80%-ийн магадлалтайгаар тогтоох болов. Сүүлийн үед газар доорхи усны эрэл-хайгуулд цөмийн соронзон үелзлэл (*резонанс*)-ийн арга бас өргөнөөр нэвтэрч үр дүнгээ өгөх болов [3].

Манай улсын нутаг дэвсгэрийн 1/3 илүүг эзлэх газрын тосны хайгуулын 30 гаруй талбайд 1993-2017 онуудад нийтдээ хүндийн хүчний судалгаа-287220 км², чичирхийллийн 2 хэмжээст судалгаа-34683,2 км, 3 хэмжээст судалгаа-6274,4 км² тус тус хийгдэж, 1641 цооног өрөмдөгдсөн байна [9,10].

Бүх аймгуудын Усны аж ахуйн контор (УААК)-т болон Геологи-хайгуулын экспедици, ангиудад геофизикийн алба, мөн түүнчлэн Эрэл-геофизикийн бие даасан экспедици ч ажиллаж байсан нь саяхан. Одоо ч энэ алба өсөн хөгжиж, өргөжин тэлж, эгнээндээ 60 гаруй компани, хасаг мянга гаруй мэргэжлийн геофизикчидтэй бөгөөд тэдгээрээс 15 байгууллага, 120 гаруй мэргэжилтнүүд мэргэжлийн ТББ болох Монголын

Геофизикийн Холбоо (МГеофХ)-нд харьяалагддаг байна [1-10].

Геофизикийн нөгөө нэг маш чухал, нэн ялангуяа манай өрөмдлөгтэй холбоотой хэрэглээ бол цооногийн доторхи судалгаа юм. Ихээхэн хүч хөдөлмөр гаргаж, хөрөнгө материал зарцуулж нэвтэрсэн цооногт геофизикийн судалгаа заавал хийх шаардлагатай бөгөөд энэ нь зарим үед ихээхэн өндөр нарийвчлалтай үр дүн өгдөг, тухайлбал, хайлуур жоншны ордуудад нейтрон-идэвхжилийн каротаж (*НАК-нейтронно-активизационный каротаж*) хэдийгээр хүдэржилтийн хэрэггүй, хайлуур хүчил үйлдвэрлэхэд зайлшгүй салгах шаардлагатай хортой гэж болохоор карбонат (CaCO_3)-ын агуулгыг зааж чадахгүй ч гэсэн хайлуур жонш (CAF_2)-ны өөрийнх нь агуулгыг бараг 100%-ийн үнэмшилтэй заадаг. Цацраг идэвхит ашигт малтмалын тархалтыг гадаргууд болон газрын гүнд цооногийн каротажгаар ихээхэн өндөр магадлалтай тогтоодог. Чичирхийллийн судалгааны арга нь газрын тос, байгалийн хийн хуримтлал байж болзошгүй тогтоц бүтцийг тодорхойлох хамгийн оновчтой, гүний өрөмдлөгтэй харьцуулахад харьцангуй хямд арга, аргачлал байдаг.

Бүхэлдээ геофизик нь газар дэлхийг танин мэдэх, эрдэс баялгийг эрэх-хайх-олох-нөөцийг нь тогтоох нэгэн чухал арга, аргачлал-хайгуулчдын “**чих**” болдог.

II. ӨРӨМДЛӨГИЙН АРГА УХААН, БОЛОМЖ, ХЭРЭГЛЭЭ

Аливаа хатуу биетэд харьцангуй бага бөгөөд дугуй хөндлөн огтлолтой, ихээхэн гүнтэй хөндий орон зайг зориуд (*зохиомолоор*) үүсгэх үйл ажиллагаа, үйлчилгээ, үйлдвэрлэлийг **өрөмдлөг** (*drilling-бурение*) гэдэг. Өрөмдлөг нь судалгаа, бизнесийн ихээхэн ач холбогдолтой, ихээхэн эрэлт хэрэгцээтэй, өргөн хүрээтэй үйлчилгээ үйлдвэрлэл болно [11].

Өрөмдлөг нь геологи-хайгуул, уул уурхай, газрын тосны эрэл-хайгуул, олборлолт-ашиглалтыг хамрах эрдэс баялгийн салбарт

хамгийн өргөн хэрэглэгдэх боловч барилга зам, эрчим хүч зэрэг аж ахуйн бизнесийн олон салбарт, ахуйд анагаах ухаанд хүртэл өргөн хэрэглэгддэг. Өрөмдлөг бол хэдийгээр бага хэмжээтэй боловч **нүдэнд харагдах, гарт баригдах биет дээж материал** (*гулууз болон үйрмэг дээж-core and cutters-керн и шлам*) гаргаж судалгаа, лабораторийн шинжилгээ хийх бололцоог олгодгоороо газар дэлхийг танин мэдэх, эрдэс баялгийг эрэх-хайх-олох-нөөцийг нь тогтоох хамгийн чухал арга, аргачлал-хайгуулчдын “**нүд**” болдог.

III. ДҮГНЭЛТ

Эндээс “**чих-нүд**”-ийг хослуулах, “**дуулах-үзэх**”-ыг харьцуулах, “**таамаг-үнэн**”-ийг ойртуулах саналыг өргөн дэвшүүлэхэд энэхүү өгүүллийг зорилго оршиж байгаа болно. Геофизик хийхгүйгээр өрөмдлөг хийх зарчмын хувьд буруу, харин геофизикийн судалгааны дүнг өрөмдлөгөөр баталгаажуулна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. П.Дугараа. Геофизикийн цогцолбор арга. *УБ, 2012, 128х*
2. Б.Дэндэвчулуун. Монгол орны хайгуулын геофизикийн судалгааны хөгжлийн түүх. “*Геологи*” *сэтгүүл, УБ, 2017, №33, 70-78х*
3. П.Хөхөө, А.Батбилэг, П.Рэнцэнбямба. Цөмийн соронзон резонансын аргаар гидрогеологийн зарим үзүүлэлтийг өрөмдлөггүйгээр тодорхойлох боломж. “*Геологи*” *сэтгүүл, УБ, 2015, №31, 233-241х*
4. Д.Лхагвадорж, П.Хөхөө. Гидрогеофизик. *УБ, 2010, 191х*.
5. П.Дугараа, Б.Дэндэвчулуун, Б.Өнөрбаяр, С.Мөнхбаатар. Монголын газрын тосны геофизикийн судалгаа. *УБ, Монголын геологи хайгуул-2012.*
5. Д.Лхагвадорж. Сейсмохайгуулын аргууд. *УБ, 2013, 248х*

6. Б.Өнөрбаяр нар. Газрын тосны “Сулинхээр-23” талбайд явуулсан хүндийн хүчний болон соронзон хайгуулын судалгааны дүн. УБ, Хайгуулчин, 2012, №2/47, 95-99х
7. Д.Цэдэнбалжир. Газрын тосны “Хар ус-2” талбайн нүүрсустөрөгчийн төлөв байдлын судалгаа. УБ, Хайгуулчин, 2012, №2/47, 133-142х
8. С.Мөнхбадрах, С.Галбадрах. Геофизикийн аргуудын хослолоор алтны шороон хуримтлалыг эрж хайх нь. УБ, Хайгуулчин, 2017, №57, 142-147х
9. М.Батбаяр, С.Батмөнх, А.Дэлгэрсайхан, Х.Отгончимэг. Геологийн салбарт тулгамдаж буй асуудлууд. УБ, Хайгуулчин, 2018, №59, 53-60х.
10. Д.Цэдэнбалжир. Монголын Геофизикчдийн Холбоо (МГеофХ)-ны үйл ажиллагаа. "Геологи" сэтгүүл, УБ, 2017, №33, 7-8х
11. Ж.Цэвээнжав. Өрөмдлөгийн онол (тавдахь удаагийн хэвлэл). УБ, 2016, 108х