



**ХӨДӨЛМӨРИЙН ГАВЬЯАНЫ УЛААН ТУГЫН ОДОНТ  
ШИНЖЛЭХ УХААН, ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ  
ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬ**

**МОНГОЛ ОРНЫ ГИДРОГЕОЛОГИ,  
ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ,  
ГЕОЭКОЛОГИЙН АСУУДЛУУД**

**ДУГААР 28**

Улаанбаатар хот  
2020 он

ХӨДӨЛМӨРИЙН ГАВЬЯАНЫ УЛААН ТУГЫН ОДОНТ  
МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААН, ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ  
ГЕОЛОГИ, УУЛ УУРХАЙН СУРГУУЛЬ



Зохион байгуулагч

ГЕОЛОГИ, ГИДРОГЕОЛОГИЙН  
САЛБАР



Ивээн тэтгэгч

МОНГОЛЫН БАРИЛГЫН ИНЖЕНЕР  
ГЕОЛОГИЧДЫН ХОЛБОО

*Монгол улсад геологийн дээд боловсролтой мэргэжилтэн  
бэлтгэж эхэлсний 60 жилийн ой,  
Монголын үндэсний инженер-геологийн алба байгуулагдсаны  
60 жилийн ойд зориулсан*

**МОНГОЛ ОРНЫ ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР  
ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН АСУУДЛУУД**

**ДУГААР 28**

**Сэтгүүлийн энэ дугаарыг хариуцан гаргасан:**

Дэд проф. Д.Оюун, доктор (Ph.D) Д.Энхбаяр, магистр (M.Sc) Б. Алтаншагай

**ХЯНАН ЗАСВАРЛАСАН:**

Проф. Н.Батсүх, проф. М.Алей, дэд проф. Д.Оюун, дэд проф. Н.Буянхишиг, магистр (M.Sc) Я.Болормаа, доктор (Ph.D) Г.Сарантуяа, доктор (Ph.D) Д.Энхбаяр, доктор (Ph.D) Б.Сийлэгмаа, доктор (Ph.D) Б.Батдэмбэрэл.

**Хэвлэлийн эхийг бэлтгэсэн:**

Доктор (Ph.D) Д. Энхбаяр

## АГУУЛГА

### ӨМНӨХ ҮГ

#### **САЛБАРЫН УДИРДЛАГА, ЗОХИОН БАЙГУУЛАЛТ, ЭРХ ЗҮЙ**

Монголын барилгын инженер-хайгуулын албаны үүсэл, хөгжил 60 жил

*С.Должин*

7

#### **СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ, ОНОВЧЛОЛ**

Хиймэл нейрон сүлжээ ашиглан газрын доорх усны түвшний

хэлбэлзлэлийг тооцох нь

*Б.Билгүүн, Н.Буянхишиг*

20

Баруун Хужиртын голын ай савын усзүй, гидрогеологийн судалгааны үр дүнгээс

*Ч.Ариунаа, Н.Батсүх*

27

Говь-Алтай аймгийн Бигэр сумын нутагт орших “Элгэн булаг” талбайн газрын доорх усны ордыг илрүүлэх судалгааны зарим үр дүнгээс

*М.Алей*

37

Гадаргын урсац тооцох аргуудыг туршсан үр дүн

*Ш.Отгонсүрэн, Б.Ганболд, Л.Жамбажамц*

45

Хангалын голын хөндийн газрын доорх усны загварчлал

*Н.Буянхишиг*

52

Ландсат 8 дагуулын мэдээнээс гидротермаль хувирал болон эрдсийн хуримтлалыг тооцоолох

*Л.Энхзул*

59

Майдар хотын усан хангамжийн эх үүсвэрийн зориулалттай газрын доорх усны эрэл-хайгуулын гидрогеологийн судалгааны дүнгээс

*З.Адъяаням, З.Цэрэндорж*

68

ERA-5 реанализын хур тунадасны мэдээг ажиглалтын утгатай харьцуулсан үр дүн

*Г.Ариунсолонго, Л.Жамбажамц, З.Мөнхцэцэг*

75

Ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний ус нэвтрүүлэх чадварын судалгааны дүнгээс

*Б. Сийлэгмаа*

81

#### **АШИГТ МАЛТМАЛЫН ОРДЫН ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИ**

Эрдэнэтийн уурхайн газар доорх усны горимын онцлог

*Д.Эрдэнэбилэг, Д.Энхбаяр, М.Алей*

93

Бор-өндөрийн жоншны ордын гидрогеологийн нөхцөл, усны нөөц, уурхайн усжилт, ус хангамжийн зарим асуудал

*П.Хөхөө, Д.Гэрэлт-Од*

100

<b>РАШААН, ТЕРМАЛЬ УСНЫ СУДАЛГАА</b>	
Хульжийн халуун рашааны нөөцийг тогтоох асуудалд <i>Д.Сурмаажав, Ч.Ариунаа</i>	107
<b>ТУХАЙЛСАН ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИ</b>	
Шарын голын сав газрын бэлчээр усжуулалт ба эргийн ургамалжилт <i>Б.Мөнхтөр, Э.Үүрийнцолмон, Б.Төрбат</i>	115
<b>УСНЫ НӨӨЦИЙН МЕНЕЖМЕНТ</b>	
Говийн бүсийн ус хангамжийн асуудлууд <i>П.Хөхөө, Н.Батсүх</i>	121
Улз голын сав газрын дунд хэсгийн сумдын төвийн ус хангамжийн эх үүсвэр, газрын доорх усны нөөцийг зохистой ашиглах <i>З.Бямбасүрэн, М.Ринзаан, Л.Жанчивдорж, Б.Одсүрэн, Т.Энхжаргал</i>	130
<b>ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ</b>	
Неогены хурдасны геотехникийн нөхцөлийн харьцуулсан судалгааны үр дүн <i>Г.Тунгалаг, Т.Энхтөр</i>	142
Богд хааны ордон музейн геологи орчны судалгаа <i>Я.Болормаа</i>	150
“Дархан”-ны бүс нутгийн суулттай ул хөрсний инженер геологи, геотехникийн нөхцөлийн талаарх судлаачдын материалаас <i>О.Балдорж, Я.Элбэгзаяа, Э.Удвал</i>	162
<b>ГЕОЭКОЛОГИ</b>	
Өгий нуурын сав газрын геологи орчны гадаад хил дээрх өөрчлөлт <i>Д.Номиндарь, Н.Батсүх</i>	174
Хүсээгүй дуу чимээ, түүний тархалт <i>Г.Сарантуяа</i>	180
Загрязнение почвенного покрова нефтебазы г. улаанбаатар <i>С.Гантөмөр</i>	190
<b>ДУРСАМЖ, ТЭМДЭГЛЭЛ</b>	
Жаран, жарны түүхийг бүтээлцэж яваа инженерүүд <i>Р.Алтанчимэг</i>	195
Олон улсын зочны манлайлалын хөтөлбөрт оролцлоо <i>Н.Буянхишиг</i>	200
Мона лизад “бараалхаж”, монбланд мөргөсөн тухай аян замын тэмдэглэл <i>П. Хөхөө</i>	203
<b>ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ЭЭЛЖИТ ХУРЛЫН ТУХАЙ</b>	208

## ӨМНӨХ ҮГ

“Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” сэдэвт эрдэм шинжилгээний хурлыг 1993 оноос хойш жил бүр зохион байгуулж, хурлын эмхтгэлийг хэвлүүлж ирсэн уламжлалын дагуу энэ жил тус хурлын 28 дахь дугаарыг уншигч танд өргөн барьж байна.

Энэ жилийн эрдэм шинжилгээний хурлыг Монгол улсад геологийн дээд мэргэжилтэй боловсон хүчин бэлтгэж эхэлсний 60 жил, Монгол оронд үндэсний инженер геологийн алба байгуулагдсаны 60 жилийн ойд зориулан зохион байгуулж байгаагаараа онцлог юм.

Монгол орны нутаг дэвсгэр нь эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай, олон жилийн цэвдэг чулуулаг тархсан, усан хангамжийн ихэнх хувийг газар доорх усны нөөцөөр хангадаг, мөн хөөлтэй болон суулттай онцгой шинж чанартай ул хөрс тархсан зэрэг онцлогтой уялдаад сүүлийн жилүүдэд усны нөөцийн хомсдол үүсэх, усанд автах, бохирдох, баригдсан барилга байгууламжийн суурийн тогтворгүй байдал ихсэж, барилга байгууламж хазайлт, суулт үүсэх, газар доорх усны түвшний доошлолт, дээшлэлт бий болж барилга, байгууламж усанд автах, цэвдэгт ул хөрсөнд инженер геологийн судалгаа хийлгэхгүй барьснаас хэв гажилт өгөх, ул хөрс овойх, суух, шилжих зэрэг сөрөг үзэгдлүүд үүсч, хүний амьдрах орчинд сөргөөр нөлөөлөх нь их боллоо.

Иймд усан хангамжийн эх үүсвэр болох газар доорх усны ордыг нээж, илрүүлэх, усны нөөцийн бохирдол, хомсдолоос урьдчилсан сэргийлэх, хамгаалах, уул уурхайн үйлдвэрлэл, хотжилт, барилгажилттай холбоотой геологи орчны өөрчлөлт ихээхэн үүсч байгаа нь улс орны тогтвортой хөгжлийг хангахад гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн шинжлэх ухааныг хөгжүүлэх, тулгамдаж буй асуудлыг шийдвэрлэх нь чухал болсоор байна.

“Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” эрдэм шинжилгээний бүтээл нь манай орны гидрогеологи, инженер геологийн нөхцөл, геологи орчны онцлогийн талаар дотоод, гадаадын судлаачдын судалгааны үр дүнг агуулсан бүтээл юм.

Ээлжит 28 дугаар хуралд хэлэлцүүлж буй илтгэлүүд нь усны нөөцийн талаарх региональ судалгаа, рашаан, усны чанар, инженер геологи, геологи орчны судалгаа, ара зүй, газар доорх усны загварчлал, хиймэл оюун ухааныг ашиглан газар доорх усны түвшний өөрчлөлтөд үнэлгээ өгөх, ашигт малтмалын ордын болон уурхайн гидрогеологийн судалгааны үр дүнг багтаасан. Сүүлийн жилүүдэд манай залуу мэргэжилтнүүд судалгааны шинэ технологи, арга зүйг ашиглан судалгааны ажлын шинэлэг үр дүнг гаргаж, илтгэх болсон нь Монгол улсын ирээдүйн хөгжилд ихээхэн хувь нэмэр болох юм.

Номын цагаан буян хурах болтугай  
Дэд профессор Д.Оюун



# МОНГОЛЫН БАРИЛГЫН ИНЖЕНЕР-ХАЙГУУЛЫН АЛБАНЫ ҮҮСЭЛ, ХӨГЖИЛ 60 ЖИЛ

С.Должин

“Инж-гео-тех” ХХК  
И-мэйл: [eng.doljin@gmail.com](mailto:eng.doljin@gmail.com)

## Хураангуй

Монголын инженер-хайгуулын алба үүсч бүрэлдсэн үе (1960-1970 он), Монголын инженер-хайгуулын албаны хөгжлийн үе (1971-1980 он), Монголын инженер-хайгуулын албаны хөгжил дэвшлийн үе (1980-1990 он), Монголын инженер-хайгуулын албаны зах зээлийн үе (1991 оноос), Эдгээр хөгжлийн 4 үе шатыг тус бүрд нь товч тодорхойлон авч үзье.

**Түлхүүр үг:** *Үүсэл, Хөгжил, Дэвшил, Үе шат, Инженер-геологи*

## Оршил

Монголын инженер-хайгуулын албаны түүхэн хөгжил нь манай улсын их барилга, барилгын зураг төслийн түүхэн хөгжилтэй шууд уялдаатай юм. Иймд их барилга, зураг төслийн түүхэн хөгжлийг товч үзэх нь зүйтэй юм. Ардын хувьсгал ялснаар төр засгийн газраас тус орны нийгэм эдийн засгийг өөрчлөн байгуулах талаар авч хэрэгжүүлж эхэлсэн томоохон арга хэмжээнүүдийн дотроос их барилга үүсгэн хөгжүүлэх асуудал эн тэргүүнд тавигдах болсон. 1926 онд “Барилгын хоршоо” байгуулснаар улсын барилгын байгууллагын суурийг тавьжээ. Энэхүү байгууллага нь шинэ үеийн барилга байгууламж барих ажлыг улсын өмнө хариуцан гүйцэтгэж эхэлсэн байна. Эх орны барилга байгууламжийн ажлыг зураг төсвийн баримт бичгээр хангах зорилгоор засгийн газрын 1929 оны 9 дүгээр сарын 6-ны өдрийн 28 дугаар тогтоолоор барилгын инженер, техникч нарын товчоог байгуулжээ. 1938 онд барилгын инженер, техникч нарын товчоо нь зураг төслийн контор, 1940 онд зураг, төлөвлөгөөний контор болон өргөжсөн байна. 1950-иад оны сүүлч 1960-аад оны эхэн үе нь манай улсын хувьд социализмын материал-техникийн баазыг байгуулж дуусах үе байсан ба шилжилтийн үед их барилга, улс ардын аж ахуйг бүхэлд нь үйлдвэржүүлэх өндөр хурдцыг хангах нэг чухал салбар болсон юм. Энэ жилүүдэд зураг, төлөвлөгөөний контор нь 1953 онд архитектур-төлөвлөгөөний газар, 1958 онд Барилгын зургийн институт, 1963 онд Улсын барилгын зургийн институт болон өргөжсөн байна. Үүний зэрэгцээ 1965 оноос эхлэн яамдын дэргэд үйлдвэрлэлийн онцлогтой холбогдсон зураг төслийн групп, институтууд байгуулагдаж, Монголын зураг төслийн байгууллагуудын системийн үүсгэл тавигджээ. 1970 оны үед эх орныг үйлдвэржүүлэх, шинэ хот, суурингуудыг байгуулахад чанарын шинэ ахиц гарснаар зураг төсөл, хайгуулын ажлын хэмжээ үлэмж ихсэж, зураг төслийн байгууллагын дотоод зохион байгуулалтыг улам боловсронгуй болгон сайжруулах шаардлагатай болсон байна. 1972 онд Улсын Барилгын зургийн институт нь эх орны зураг төслийн байгууллагуудыг техникийн удирдлагаар хангах үүрэг бүхий Улсын Барилгын зургийн төв институт болон өргөжсөн байна.

Монгол улсад инженер-геологийн шинжлэх ухаан үүсч буй болох зайлшгүй орчин, шаардлага 1950-иад оны сүүлээс улсаас их барилгад оруулах хөрөнгө оруулалтыг нэмэгдүүлж, орон сууцны хороолол барих, үйлдвэрийн барилга

байгууламж болон авто зам, эрчим хүчний барилга байгууламж барихтай холбогдон их барилгын ажлыг зураг төслийн баримт бичгээр хангах явдал байлаа [2].

Манай орны нутаг дэвсгэр нь эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай, олон жилийн цэвдэг чулуулаг нутгийн 63 хувьд тархсан, бүх нутгийн хөрс чулуулаг улирлаар хөлдөж гэсдэг, том хэмхдэст болон хөөлттэй, суулттай, овойдог хөрс тархснаас гадна физик геологийн үзэгдэл процесс (уруйн үерлэлт, хүйтний хагарал, овойлт тархсан, газар хөдлөлийн идэвхтэй бүсэд) хөгжидөг онцлогтой. Нөгөө талаас манай улсын хот суурин газрууд нь геологи, гарал үүслийн болон газрын хотгор гүдгэр хэлбэр, бичил цаг уурын өөр өөр нөхцөлд оршдогоос тэдгээрийн оршин байгаа нутаг дэвсгэр, талбайн хөрс, усны шинж чанар, түүний барилга байгууламжид үзүүлэх нөлөөллийг нарийвчлан судлах нь шинжлэх ухаан, практикийн чухал ач холбогдолтой юм. Инженер-геологийн шинжлэх ухаан нь хүн төрөлхтөнд байгалиас учруулж болох аливаа үзэгдэл процессыг урьдчилан судлаж, түүнд шинжлэх ухааны үндэслэлтэй дүгнэлт өгч, түүнээс урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээг авах, түүнийг тэсвэрлэх барилга байгууламжийн зураг төсөл боловсруулах явдал манай улсын нийгэм эдийн засгийн зайлшгүй хөгжлийн шаардлагаар тавигдсан юм. Төр засгаас Монгол орны инженер-хайгуулын судалгааны ажлыг хөгжүүлэх талаар анхаарч, удаа дараалан арга хэмжээ авч ирсэн. БНМАУ-ын Сайд нарын зөвлөлийн 1960 оны 4-р сарын 146-р тогтоолоор “Монгол орны нутаг дэвсгэрт баригдаж байгаа бүх төрөл бүрийн барилга байгууламжийн зураг төслийг боловсруулахдаа заавал инженер-хайгуулын судалгааны үндсэн дээр боловсруулж байх” шийдвэр гаргасан байна. Дээрхи тогтоолын дагуу БНМАУ-ын Улсын Барилгын зөвлөлийн, Барилга, Барилгын материалын үйлдвэрийн яамны Барилгын эрдэм шинжилгээний нэгдсэн лабораторийн бүрэлдэхүүнд “Инженер-хайгуулын хэсэг”-ийг анх зохион байгуулжээ. 1976 онд ББМҮЯ-ны сайдын тушаалаар инженер-хайгуулын хэсгийг ажлын уялдааны байдлыг харгалзан Улсын Барилгын зургийн институтэд “Инженер-хайгуулын групп” болгон өргөтгөж ажиллуулжээ.

1972 онд ББМҮЯ-ны сайдын тушаалаар УБЗТИ-ийн инженер геологийн группийг инженер-хайгуулын товчоо болгон өргөтгөжээ. БНМАУ-ын сайд нарын зөвлөлийн 1985 оны 21-р тогтоолоор УБЗТИ-ийн инженер-хайгуулын товчоог өргөтгөснөөр Монгол улсын инженер-хайгуул, судалгааны ажлын бодлого зохицуулалтыг улсын хэмжээнд явуулах болсон. БНМАУ-ын Барилга Архитектур, техник хяналтын улсын хорооны харьяа Барилгын Инженер-Хайгуул, үйлдвэрлэл, шинжилгээний институт болгон өргөтгөж, аж ахуйн тооцооны үндсэн дээр биеэ даасан үйл ажиллагааг явуулах болсон. БНМАУ-ын засгийн газраас инженер-хайгуулын ажлыг хөгжүүлж, түүний материаллаг баазыг бэхжүүлэх, мэргэжлийн боловсон хүчнээр хангах талаар тодорхой арга хэмжээнүүдийг дэс дараатай авч ирлээ. Монголын инженер-хайгуулын албаны түүхэн хөгжлийг судалгааны ажлын цар хүрээ, материаллаг бааз, мэргэжлийн боловсон хүчний хангалт, ажлын арга, технологи зэргээс хамааруулан хөгжлийн үе шатаар хэрэгжүүлж ирсэн.

Нэгдүгээр үе: Монголын инженер-хайгуулын алба үүсч бүрэлдсэн үе (1960-1970 он)

Хоёрдугаар үе: Монголын инженер-хайгуулын албаны хөгжлийн үе (1971-1980 он)

Гуравдугаар үе: Монголын инженер-хайгуулын албаны хөгжил дэвшлийн үе (1980-1990 он)  
Дөрөвдүгээр үе: Монголын инженер-хайгуулын албаны зах зээлийн үе (1991 оноос)  
Эдгээр хөгжлийн 4 үе шатыг тус бүрд нь товч тодорхойлон авч үзье [1, 2].

### **Монголын инженер-хайгуулын алба үүсч бүрэлдсэн үе (1960-1970 он)**

БНМАУ-ын сайд нарын зөвлөлийн 1960 оны 146 дугаар тогтоолыг хэрэгжүүлэх зохион байгуулалтын арга хэмжээг авч БНМАУ-ын ББМҮЯ-ны Барилгын эрдэм шинжилгээний нэгдсэн лабораторийн бүрэлдэхүүнд “Инженер-хайгуулын хэсэг”-ийг анх 7 хүний бүрэлдэхүүнтэй байгуулж үйл ажиллагаагаа явуулсан түүхтэй. Энэ ажлыг ЗХУ-д Москвагийн Их Сургуулийг инженер-геологи, гидрогеологийн мэргэжлээр 1952 онд төгсч ирсэн, манай улсын анхны инженер-геологи Г.Лхан-Аасүрэн удирдан зохион байгуулжээ. Монголын анхны инженер-хайгуулын хэсэгт МУИС-ийн газар зүйн анги төгсч ирсэн Ц.Цагаан, Л.Бүжий нар ажиллаж байжээ. Дараа нь хөрсний лаборантаар Жавзмаа, Б.Клара, өрмийн мастер Д.Сүрэнмаарай, мастер М.Ламжав нар ажиллаж байсан.

Хөрсний физик шинжилгээг Л.Бүжий, Б.Клара, Жавзмаа, О.Халтар, Батаев, Бадамханд, Чимэдцэрэн, Маря Ивановна (Маша) нар шинжилж байжээ. Маря Ивановна нь дээрх хүмүүсийг дагалдуулан сургаж, мэргэшил эзэмшүүлж байсан нэр хүндтэй орос эмэгтэй юм. Тэр үед хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн, чийг, хувийн жин, эзлэхүүн жинг тодорхойлж шинжилгээнд ЗХУ-ын хөрсний стандартуудыг хэрэглэж байв. Энэ үед объектын судалгааны ажлыг УП-15 маркийн механик өрөмдлөгөөр (чирч явдаг) гүйцэтгэхээс гадна гүн багатай шурф малтаж, хөрсний бичлэг, дээжлэлт хийдэг байжээ.

Тэр үед инженер-хайгуулын ажлыг дээрх аргаар гүйцэтгэсэн объектууд нь УБЗТИ-ийн байр, Тээврийн Яам, МУИС-ийн II байр, ТИС-ийн төв байр, Ахуйн үйлчилгээний төв (Урт цагаан) гэх мэт олон объектуудыг дурьдаж болно. 1960-аад оны дундаас тухайн үеийн ЗХУ болон Болгарын мэргэжилтнүүд ажиллаж, үндэсний мэргэжилтнүүдийг дагалдуулан сургаж, тэдний баялаг туршлагаас суралцаж хамтран ажиллаж байлаа. Тэнд ажиллаж байсан мэргэжилтнүүдээс С.Е.Дагаев, И.А.Цонев, И.Е.Зевереев, Болгар мэргэжилтэн Цветков нар ихээхэн үр бүтээлтэй ажиллаж байсан байна. 1960-аад оны сүүлээр инженер-геологийн хэсэгт Ленинградын Их Сургуулийг инженер-геологи, гидрогеологич мэргэжилээр төгссөн Дарь-Ира ажиллаж, судалгааны ажлын боловсруулалтанд статистик тооцоог хэрэглэж байсан нь судалгааны ажилд нэлээд ахиц гарсан ба тус хэсэгт ажиллаж байсан хүмүүсийг судалгаа, шинжилгээний ажилд мэргэжүүлэхэд үлэмж анхаарал тавьдаг байжээ. Хөрсний лабораторид З.П.Алтангэрэл, Т.К.Герасимова, Зина зэрэг мэргэжлийн хөрс судлаач, химич нар ажилласан нь манай үндэсний мэргэжилтэнг хөрсний механик шинж чанарыг лабораторийн нөхцөлд туршилтаар тогтоодог хөрснийг шилжээс, (сдвиг), хөрсний хам шахагдлыг тодорхойлох арга, технологи, тооцоо хийх үр дүнг боловсруулах ажилд инженер А.Сайнбаяр, Б.Алтанцэцэг, Г.Баясгалан нарыг дагалдуулан сургаж, бие даан шинжилгээний ажлыг хийх чадварыг эзэмшүүлсэн юм. 1967 онд инженер-геологийн хэсгийг Улсын Барилгын Зургийн Төв Институтийн харьяанд шилжүүлж, биеэ даасан групп болгон ажиллаж байлаа. Мөн онд нийслэл Улаанбаатар хотод ЗХУ-аас гаргасан үзэсгэлэн худалдаанаас ЗИЛ-157 маркийн машин дээр суурилагдсан

2НМ өрмийн стнок худалдан авснаар инженер-хайгуулын ажлыг өрөмдлөгийн ажлаар гүйцэтгэж, малталтын гүнийг нэмэгдүүлснээр судалгааны ажлын чанар дээшилж, ул хөрсний дээжлэлт, газрын гүнээс авах мэдээлэл сайжирч, судалгааны ажилд дэвшил гарсан.

Үүний дараахан инженер-хайгуулын ажилд ГАЗ-63 машин дээр суурилагдсан Д-65 маркийн дизельтэй, гар даралт өгдөг хэд хэдэн өрмийн станок судалгааны ажлыг гүйцэтгэж эхэлсэн нь инженер-хайгуулын ажлын бүтээлийг дээшлүүлж, хот, хөдөө баригдаж байгаа барилга нэг бүрийн инженер-хайгуулын ажлыг голчлон өрөмдлөгийн аргаар хийх болсон нь мэдээлэл болон чанарын хувьд томоохон дэвшил гарсан юм.

Инженер-хайгуулын судалгаа шинжилгээний ажилд дотоодын хяналт тавих нь ажил хариуцагч инженер, техникийн ажилчдын хариуцлагыг дээшлүүлэх, аливаа гарч болзошгүй алдаа дутагдлаас урьдчилан сэргийлэх, улмаар судалгаа шинжилгээний ажлын чанарыг дээшлүүлэхэд чухалчлан анхаардаг байсан. Тухайн үед инженер техникчдийн мэргэжлийг дээшлүүлэх, мэдлэгийн цар хүрээг өргөтгөх зорилгоор ЗХУ болон бусад социалист орнуудаас уригдан ирсэн мэргэжилтнүүд хичээл зааж, үндэсний мэргэжилтнүүдийг дагалдуулан сургаж шалгалт, шүүлэг авч мэргэжлийн зэргийг нь ахиулдаг байжээ.

Инженер Ц.Цагаан, В.А.Дунаев нар анх удаа хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүн, хөрсний чийг, хөрсний эзлэхүүн жин, хөрсний хувийн жинг тодорхойлох улсын стандартуудыг боловсруулан шинжилгээний ажилд өргөн хэрэглэж байлаа.

1969 оны 6-р сард инженер-геологийн группийн ахлагч, манай ахмад инженер-геологич, гидрогеологич Г.Лхан-Аасүрэнгийн удирдлагаар манай ахмад ажилтан Ц.Цагаан, Л.Бүжий нар Улаанбаатар хотыг барилгажуулах анхны ерөнхий төлөвлөгөөтэй уялдуулан Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн 258 км<sup>2</sup> талбайг хамарсан инженер-геологийн нөхцөлийн зургийг анх боловсруулан, БНАГерман улсад хэвлүүлсэн нь хот төлөвлөлт, зураг төслийн ажилд нэвтрүүлэн бодит ажил болсон юм. Монголын инженер-геологийн судалгаа шинжилгээний ажилд томоохон алхам болсон юм. Дээрх 1:10000 масштабтай зургийг зохиохдоо 1930 оноос эхлэн ЗХУ-ын геологи хайгуулын экспедицээс Улаанбаатар хотын зарим нэгэн барилга байгууламжийн талбайд хийсэн судалгааны тайлан дүгнэлт болон 1960 оноос 1970 аад оны сүүлч хүртэлх манай улсын үндэсний инженер-хайгуулын албанаас явуулсан судалгааны материал, 1966 оноос ЗХУ-ын улсын барилгын хорооны Дархан дахь ПНИИИС экспедицээс явуулсан судалгааны материалуудад тулгуурлан зохиосон байна. Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн 1:10000 масштабтай зураг нь Монголын зураг төсөл, инженер-хайгуулын судалгаанд томоохон үүрэг гүйцэтгэсэн шинжлэх ухаан практикийн чухал ач холбогдолтой том бүтээл юм. Энэ зураг өнөө үед ч ач холбогдлоо өгч судалгаа шинжилгээний тулгуур материал болон ашиглагдсаар байна. Энэ үед Улаанбаатар хот болон аймаг сумдын төвүүдэд үндэсний инженер-геологчдын судалгаа шинжилгээний тайлан дүгнэлтийн үндсэн дээр үйлдвэрчний эвлэлийн төв зөвлөл, шинжлэх ухааны хүрээлэн, залуучуудын ордон, төв номын сан, Улаанбаатар зочид буудал зэрэг олон зуун барилга байгууламжийн зураг төслийг зохиож, барьж байгуулсан байна. Энэ үед инженер-хайгуулын товчоо нь 60 гаруй ажилчинтай, жилдээ 200 гаруй объектын судалгаа, шинжилгээний ажлыг гүйцэтгэдэг байлаа. Хайгуулын зориулалттай 6-7 машинаар хот, хөдөөд баригдаж

байгаа барилга, байгууламжийн судалгааны ажлыг гүйцэтгэдэг. Жилдээ дунджаар 10 гаруй мянган уртааш метр өрөмдлөгийн ажил, 5.0-6.0 мянган ул хөрсний физик-механик, химийн шинж чанарыг лабораторийн нөхцөлд тодорхойлдог байв. Хөгжлийн энэ түүхэн үе шатанд Монгол улсын үндэсний инженер-хайгуулын алба үүсч бүрэлдэн, судалгаа шинжилгээний ажил явуулах материаллаг баазын эхний суурь тавигдаж, үндэсний мэргэжлийн боловсон хүчин үүсч бүрэлдэх эхлэл тавигдаж, улс ардын аж ахуйн хөгжилд тэдний бүтээлч ажлын нэмэр хандив орсноороо чухал ач холбогдолтой үе байсан юм.

### **Монголын инженер-хайгуулын албаны хөгжлийн үе (1971-1980 он)**

Инженер-геологийн хөгжлийн энэ үе шатанд судалгаа шинжилгээний ажлын материаллаг бааз бэхжин, ЗХУ болон эх орны их дээд сургуулиудаас төгсч ирсэн мэргэжлийн боловсон хүчнээр нөхөгдөж, судалгаа шинжилгээний ажлын арга аргачилал, техник-технологи, чанарын төвшин сайжирч, лабораторийн нөхцөлд ул хөрсний дээжийн бүх төрлийн физик шинжилгээг хийдэг болсноос гадна шилжээсийн туршилт, хам шахалтын туршилт гэх мэт барилга байгууламжийн суурийн тооцооны гол механик үзүүлэлтүүдийг туршдаг болсон нь шинжилгээний ажлын нэг том алхам болсон юм. Хөгжлийн энэ үед Улсаас их барилгад их хөрөнгө оруулалт хийж, хот хөдөөд олон зуун иргэний болон үйлдвэрийн барилга байгууламж баригдан, зураг төсөл, хайгуулын ажлын цар хүрээ үлэмж нэмэгдсэн.

Барилгын зураг төсөл, инженер-хайгуулын ажлын хэмжээ их нэмэгдэж, зураг төсөл, хайгуулын ажлын чанар үр ашгийг дээшлүүлэх, техник технологийг боловсронгуй болгох, зураг төслөөр дамжуулан барилга байгууламжийн ажлын үр ашгийг нэмэгдүүлэх ажил өрнөж байлаа. Энэ үед Улсын барилгын зургийн төв институтын инженер хайгуулын товчоо 70 гаруй ажилчинтай, 20-оод өрөмдлөгийн болон ачааны машинтайгаар улсын хэмжээний барилга байгууламжийн инженер хайгуулын судалгааны ажлыг дагнан гүйцэтгэдэг байсан. Инженер-хайгуулын судалгааны ажилд Г.Лхан-Аасүрэн, Ц.Цагаан нарын боловсруулсан “Монгол орны нөхцөлд инженер-геологийн судалгаа явуулах заавар”-ыг гол мөрдлөг болгон ажиллаж байлаа. Судалгааны гол аргачилал нь өрөмдлөгийн арга байсан бөгөөд хөрс чулуулгийн гүний болон талбайн тархалтыг тодорлуулах, шурфэнд элсэн болон элсэн чигжээстэй том хэмхдэст хөрсний эзэлхүүн жинг голлон хээрийн нөхцөлд “Налив”-ын аргаар гүйцэтгэдэг болж, инженер-геологийн өрөмдлөгөөр хөрсний дээж авалтыг технологийн дагуу авдаг болсон. Хөрсний нэг үе буюу нэг элементээс 6-аас доошгүй дээжлэлт хийж, хөрсний статистик боловсруулалтыг хийдэг байлаа.

Тэр үед үйлдвэр комбинатын нутаг дэвсгэрийн орон сууцны XIX хороолол, Соёлын төв өргөө, Лениний музей, МУИС, АУИС-ийн оюутны байр, VI бичил хороолол, XI хороолол, Барилгачдын сувилал зэрэг олон объектуудын судалгааны ажлыг хийж, техникийн баримт бичиг, зураг төслийн ажилд үндсэн тулгуур материал болгон хэрэгцээг хангаж байв.

1972 оноос судалгааны ажилд геофизикийн босоо бүсчлэлийн цахилгаан хайгуулын аргыг нэвтрүүлэн, Төв аймгийн Мөнгөн морьт сумын судалгааны ажилд туршин нэвтрүүлсэн нь нилээд үр дүнтэй болсон.

Энэ үед штампын туршилтын арга судалгааны ажилд өргөн нэвтэрч манай үндэсний инженер, техникчид сайтар эзэмшсний үр дүнд олон арван барилга, байгууламж, объектын судалгаанд хэрэглэж ирсэн. Штампын туршилтын аргыг том хэмхдэст ул хөрсний зууралдлын хүч, хэв гажилтын модуль зэрэг механик үзүүлэлтийг тодорхойлоход үлэмж ач холбогдол өгдөг юм.

Инженер-хайгуулын албаны гадаад харилцааг өргөжүүлэх, мэргэжлийн байгууллагатай хамтран ажиллах зорилгоор ЗХУ-аас манай улсад ажиллаж байсан ЗХУ-ын Улсын барилгын хорооны харьяа ПНИИИС институтээс манай улсад ажиллаж байсан Дархан хот дахь инженер-хайгуулын экспедицтэй хамтран ажиллах хоёр жилийн төлөвлөгөөг анх 1972 оны 7-р сард хоёр талаас хамтран боловсруулж, харилцан гарын үсэг зурсан билээ. Хоёр талын хамтран ажиллах төлөвлөгөөнд ЗХУ-аас манай улсад ажиллаж байгаа экспедицийн үйл ажиллагаанд түшиглэн манай улсын инженер-хайгуулын албаны материаллаг баазыг бэхжүүлэх, үндэсний мэргэжлийн боловсон хүчний мэргэжил боловсролыг дээшлүүлэх, судалгаа шинжилгээний ажилд шинэлэг арга аргачлал нэвтрүүлэхэд чиглэгдсэн төлөвлөгөө байлаа. Төлөвлөгөөний дагуу ПНИИИС экспедицийн зүгээс манай инженер-хайгуулын албанд тал бүрийн туслалцаа үзүүлсэн юм.

Анх 1973 оны 10-р сарын 20 нд Дархан хот дахь ПНИИИС экспедицтэй хамтарсан эрдэм-шинжилгээ-техникийн бага хурлыг 2 талаас зохион байгуулан, Улаанбаатар хотноо хуралдсан юм. Энэ бага хурлын зорилго нь Монгол орны инженер-геологийн онцлог нөхцөлд инженер-хайгуулын судалгааны ажил явуулах, барилгын зураг төсөл боловсруулах нэгдсэн зарчим тогтоох, өмнөх жилүүдэд явуулсан судалгаа шинжилгээний ажилд дүгнэлт өгөх, алдаж оносон зүйлээ шүүн хэлэлцэх, судалгаа шинжилгээний ажилд болон зураг төсөл боловсруулахад тулгамдсан асуудлыг шийдвэрлэхэд чиглэгдсэн байна. Анхдугаар хурлын сэдэв нь: “БНМАУ-ын барилга байгууламжийн инженер-геологийн судалгаа” сэдэвт эрдэм шинжилгээ-техникийн I бага хурлаар нийт 14 илтгэл хэлэлцэж тодорхой шийдвэр гаргасан юм.

Энэ бага хурлыг 2 жил тутамд явуулж байхаар шийдвэрлэсэн бөгөөд бүгд 10 удаа бага хурлыг зохион байгуулснаас Дарханы ПНИИИИС экспедицэд 2 удаа бусад 8 техникийн бага хурлыг Улаанбаатар хотод зохион байгуулсан юм. Удаа дараалан зохиогдсон техникийн бага хуралд гадаад, дотоодын олон байгууллага тогтмол оролцож байлаа. Тухайлбал: Монголын УБЗТИ, ХААБЗИ, МУИС, ШУА-ын ГЗЦСХ, Ус цаг уурын удирдах газар, ББМҮЯ-ны БҮЭШИ, УГЗЗГ, ПТДС, ЗХУ-ын талаас Москвагийн ПНИИИС, Монгол дахь ПНИИИС, ЛенЗНИИЭП, СиБЗНИИЭП, СОТ-1, СОТ-2, СОТ-3.

БНМАУ-ын барилга архитектурын комиссын 1976 оны 6-р сарын 96 тоот тогтоолоор Дорнод, Завхан аймагт инженер-хайгуулын хэсгийг тус бүр 7 хүний бүрэлдэхүүнтэйгээр байгуулан ажиллуулах шийдвэр гарсан. Завханы инженер-хайгуулын хэсэг нь баруун аймгуудыг, Дорнодын инженер-хайгуулын хэсэг нь зүүн гурван аймгуудад баригдах барилга байгууламжийн инженер-хайгуулын судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэхээр шийдвэрт заасан билээ. Дээрх арга хэмжээг авч хэрэгжүүлснээр үлэмж хэмжээний хөрөнгө зардал хэмнэж, зураг төсөл боловсруулах хугацаа хэмнэхэд чухал ач холбогдол өгсөн юм. Дээрх хэсгүүдийн техникийн бүх асуудлыг хэсгийн ахлагч нар хариуцдаг байсан бөгөөд зарим төвөгтэй нөхцөлтэй объектуудын судалгаанд Улаанбаатар хотоос туршлагатай

инженер, техникчээр, заавар зөвлөгөө өгүүлдэг байсан юм. Хөдөө орон нутгийн инженер-хайгуулын хэсгүүд 1990 онд улс орон зах зээлийн эдийн засагт шилжсэн, нөгөө талаар барилга байгууламжийн зураг төсөл боловсруулах ажил хомсдсон, барилга угсралтын ажил үндсэндээ явагдахгүй болсонтой уялдан 1994 оныг хүртэл ажилласан.

Монголын инженер-хайгуулын алба энэ хугацаанд материаллаг бааз болон мэргэжлийн боловсон хүчнээр нилээд бэхжсэн. 1979 онд ПТДС-ийн инженер-геологи, гидрогеологийн ангийг төгссөн О.Балдорж, Л.Энхтуяа, Д.Дашням зэрэг мэргэжлийн залуу боловсон хүчнүүдээр сэлбэгдсэн. Энэ хугацаанд УБЗТИ-ийн инженер-хайгуулын товчоо 70 гаруй ИТА, ажилчидтай, өрмийн болон ачааны зориулалттай 10 гаруй машинтайгаар ул хөрс судлалын бүрэн лабораторитойгоор тус улсын нутаг дэвсгэрт баригдаж байсан барилга байгууламжийн судалгааны ажлыг хийж байсан. Тус товчооны хөрс химийн лаборатори хөрсний 11 физик үзүүлэлт, 4 механик үзүүлэлтийг өөрийн улсын УСТ, ЗХУ-ын ГОСТ-ын дагуу бүрэн хийж инженер-хайгуулын судалгаанд хээрийн туршилтын аргууд өргөн нэвтэрсэн. Тухайлбал 6000, 5000 см<sup>3</sup> талбайтай штамп болон далавчит прессометр зэргээс гадна хээрийн судалгаанд геофизикийн цахилгаан бүсчлэлийн аргыг өргөн хэрэглэдэг болсон юм. Хөрснөөс металл эдлэлд үзүүлэх зэврүүлэх чанарын бага оврын төхөөрөмжийг Дархан хотын ПНИИИС экспедицийн мэргэжилтнүүдийн тусламжтайгаар тоноглон шинжилгээний ажилд нэвтрүүлсэн нь хөрс судлалд чухал ач холбогдол өгсөн. Улсын хөрөнгө оруулалтаар Налайх тосгоны төвийн нутаг дэвсгэрийн инженер-хайгуулын том масштабтай зураглалын ажлыг ахлах инженер Г.Гунгаабазар, Ж.Зулзагабаатар нарын удирдлагаар олон арван инженер техникчид оролцон инженер-геологийн нөхцөлийн болон мужлалын зургийг дагуул зургуудын хамт боловсруулан гаргасан юм. Үндэсний 5 стандарт боловсруулан шинжилгээнд нэвтэрсэн ба инженерүүдийн бүтээлч санаачилгаар олон арван норм, дүрэм, заавар, зөвлөмж боловсруулагдан судалгаа шинжилгээний ажилд нэвтэржээ.

Энэ үед инженер-хайгуулын товчоонд ЗХУ-аас уригдан ирсэн цэвдэг судлаач С.Ю.Пармузин, инженер-геологи Л.П.Франко, М.П.Малованченко, геологи хайгуулын эдийн засагч В.В.Труханюк зэрэг мэргэжилтнүүд ажиллаж байсан. Инженер-хайгуулын албаны 1971-ээс 1980 оны үе нь хөгжлийн үе байлаа.

### **Монголын инженер-хайгуулын албаны хөгжил дэвшлийн үе (1981-1990 он)**

Монголын инженер-хайгуулын албаны хөгжлийн энэ үе нь инженер-хайгуулын албаны ажил төрлийн оргилуун үе байлаа. 1980-1990 оны хооронд төр засгаас үлэмж хэмжээний хөрөнгө оруулалт хийж Улаанбаатар хот болон бүх аймгийн төвүүдийн нутаг дэвсгэрийн инженер-геологийн том масштабын зураглалыг хийсэн юм. Инженер-геологийн зураглалаар тухайн нутаг дэвсгэрийн физик газар зүй, хүн ам, эдийн засаг, геологи, геоморфологи, гидрогеологи, инженер-геологийн нөхцөлүүдийг нарийн судлаж 1:10000 масштабтай зургийг тус бүрд нь тайлбар бичиг, дагуул зургуудын хамт гаргасан нь дахин давтагдашгүй мэдээлэл үнэт хөрөнгө болсон. Дээрх хот суурин газрын том масштабын зураглалын ажлыг төлөөлж, Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн 1:10000-ын масштабтай инженер-геологийн зураглалын ажлыг товч дэлгэрүүлэн авч үзэж болох юм. Энэ ажлыг БНМАУ-ын улсын төлөвлөгөөний комиссын 1983 оны 12-р сарын 28-ний өдрийн 306 тоот тогтоол, БАТХУХ-ын 1984 оны 1 дүгээр сарын 12-ний өдрийн 1 дүгээр

тушаалын дагуу УБЗТИ-ийн инженер-хайгуулын товчооноос зургийн ажлыг боловсруулах хэсгийг ажиллуулсан юм. Зураглалын ерөнхий удирдагчаар ахмад инженер-геологи, доктор Г.Лхан-Аасүрэн, зөвлөхөөр ПДС-ийн багш доктор, профессор Н.Батсүх, ПДС-ийн багш дэд доктор, профессор Я.Болд нар томилогдон ажилласан юм. Энэ ажлыг хийж гүйцэтгэхэд өмнөх он жилүүдийн судалгааны тайлан, дүгнэлтүүдийг нэг бүрчилэн судалж, системчилэн нэгтгэж асар их хөдөлмөр зарцуулсан хамтын хөдөлмөрийн том бүтээл юм. Энэ бүтээл нь Улаанбаатар хотыг барилгажуулах ерөнхий төлөвлөгөөний тулгуур материал болсон. Инженер-геологийн том масштабтай зураглалыг Чойбалсан, Зүүнхараа, Дархан, Өндөрхаан, Эрдэнэт, Цэцэрлэг, Шарын гол, Мөрөн, Баруун-Урт, Сүхбаатар, Ховд, Булган, Улаангом, Улиастай, Даланзадгад, Арвайхээр, Мандалговь, Зуунмод, Өлгий, Баянхонгор, Алтай хотуудын төвийн нутаг дэвсгэрт зурагласан. Инженер-геологийн том масштабын зураглалын ажлыг инженерийн сэтгэн бодох чадвар гол рольтой байдгийг үгүйсгэх аргагүй юм. Инженер Г.Бээжин, М.Мягмаржав, У.Ганзориг, Н.Намжилдорж, Г.Гунгаабазар, Ж.Зулзагабаатар, Д.Дашням, Ц.Пүрэвсүрэн, Т.Удаанжаргал, С.Нямцэрэн, И.Е.Дарь, гээд олон арван инженерүүдийн нэрийг дурьдаж болно.

Төр засгаас инженер-геологийн албыг мэргэжлийн боловсон хүчнээр хангах талаар олон арга хэмжээ авсны үр дүнд энэ түүхэн үед гадаад дотоодын их дээд сургууль, техникум төгссөн мэргэжлийн боловсон хүчнээр үндсэндээ хангагдсан юм. 1980 онд ТИС-ийн инженер-геологи, гидрогеологийн мэргэжлээр төгссөн 6, 1981 онд 8, 1982 онд инженер-геологи, цэвдэг судлалаар төгссөн 13 мэргэжилтэн залуус хувиарлагдан ирсэн байна. Тэд мэргэжлийн янз бүрийн чиглэлээр ажиллаж байлаа.

Инженер-хайгуулын албыг мэргэжлийн техникч нараар хангах зорилгоор Дархан хот дахь политехникумд инженер-геологийн техникч бэлтгэх ажлыг БНМАУ-ын БАТХУХороо, Ардын боловсролын яамны хамтарсан шийдвэр гарч 4 жилийн сургалттайгаар нэг анги нээж, мэргэжлийн багш нар, Дархан хот дахь ПНИИИС экспедицийн инженерүүд, ЗХУ-ын улсын барилгын хорооны харьяа ПНИИИС-ээс уригдаж ирсэн дэд доктор, цэвдэг судлаач Л.А.Чеховский үндсэн хичээлүүдийг заадаг байлаа. Тус политехникумаас Ц.Ёочинхүү, Хүрэлшагаай, Д.Сүхбаатар, Туулайхүү, Г.Ариунсан, зэрэг сайн 12 техникүүд ирж ажилласан юм.

БНМАУ-ын засгийн газраас манай улсын инженер-хайгуулын албыг өргөжүүлэн бэхжүүлэх, материаллаг баазыг нэмэгдүүлэх мэргэжлийн боловсон хүчнээр хангах талаар дэс дараатай олон чухал арга хэмжээ авч хэрэгжүүлж ирсэн юм. БНМАУ-ын сайд нарын зөвлөлийн 1985 оны 21-р тогтоолоор Улсын барилгын зургийн төв институтийн инженер-хайгуулын товчоог өргөтгөн, БНМАУ-ын Барилга Архитектур, техник хяналтын улсын хорооны харьяанд Барилгын инженер-хайгуул, үйлдвэрлэл шинжилгээний институт /БИХҮШИ/ болгон өргөтгөж, аж ахуйн тооцооны үндсэн дээр зохион байгуулагдсан юм. БИХҮШИ-ийн анхны захирлаар МАХН-ын төв хорооны их барилгын хэлтсийн даргаар ажиллаж байсан Л.Бадгай, ерөнхий инженерээр УБЗТИ-ийн инженер-хайгуулын товчооны даргаар ажиллаж байсан С.Должин нар томилогдон ажилласан.

Институт байгуулагдсантай холбогдон зарим нэг зохион байгуулалтын арга хэмжээ авсан юм. Завхан аймаг дахь инженер-геологийн хэсгийг Ховд аймагт шилжүүлэн, Хөвсгөл аймагт шинээр инженер-хайгуулын товчоог байгуулсан. Ховдын инженер-хайгуулын товчооны даргаар Е.Дорж, Хөвсгөлийн инженер-

хайгуулын товчооны даргаар Ч.Баатар нар томилогдон ажиллаж, шинээр зохион байгуулсан товчооныхоо удирдлага зохион байгуулалт, үйл ажиллагааг хариуцан гүйцэтгэж байлаа. Дээрх арга хэмжээ нь хайгуулын ажлын зардал хэмнэх, судалгааны ажлын хугацааг хэмнэх үргүй зардал гаргахаас урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ болсон юм.

Энэ үед ЗХУ-аас уригдаж ирсэн туршлагатай олон мэргэжилтнүүд үйлдвэрлэлийн үндсэн нэгжүүдэд ажиллаж байлаа. Тухайлбал М.П. Малованченко, Л.П.Франко, Ф.Е. Павлей, В.Д. Костарев, Е.Б Костерова, С.Ю Пармузин, А.И Васильченко, И.Е Сухадольский нар ажиллаж шинэ төгссөн залуу инженерүүдийг дагалдуулан сургаж ажилласан.

1980 эхээр ЗХУ, БНМАУ-ын засгийн газар хоорондын хэлэлцээгээр “Монгол орны хөрсний норматив боловсруулах” сэдэвт ажлын хүрээнд ЗХУ-ын улсын барилгын хорооны харьяа ПНИИИС-ийн өндөр мэргэжилтэй эрдэмтэд ажилласан бөгөөд хойт Монголын том хэмхдэст болон шаварлаг хөрсний судалгааг олон жил хийж энэ талаар анхны суурь судалгааны тайланг боловсруулсан юм. Энэ ажилд ПНИИИС-ийн математик модулийн тооцооны секторын эрхлэгч геологи, эрдэс судалгааны ухааны доктор М.В.Рац, М.Т.Ойзерман, Б.Г.Сленцов, Н.М.Хайм зэрэг нэрт эрдэмтэд оролцож байлаа. Эдгээр сэдэвт ажлын хүрээнд инженер М.Мягмаржав, Г.Тунгалаг нар идэвхтэй оролцож, үлэмж материалтай танилцаж, тэднээс ихийг сурч, хожимын эрдэмтэн болох үүд хаалгаа нээсэн билээ. Мөн дээрх ажлын хүрээнд Монгол орны нутаг дэвсгэрт тархсан олон жилийн цэвдэг хөрсний инженерийн судалгааны ажлыг эрчимжүүлж, Налайх, Баянхонгор аймгийн Баянбулаг, Хөвсгөл аймгийн Хатгал гэсэн 3 газарт цэвдэг хөрсний байнгын станцуудыг байгуулсан. Энэ судалгаа шинжилгээний ажлыг явуулснаар Монгол орны нутаг дэвсгэрт тархсан цэвдэг хөрсний үндсэн 3 тархалтыг төлөөлүүлэн цэвдэг буурь хөрсөн дээр баригдах барилга байгууламжийн суурийн шийдлийг оновчтой төлөвлөх, инженерийн тооцооны үзүүлэлт, хөрсний гүний температурын өгөгдлүүд, тэдгээрийн цаг, улирлын нөхцөлтэй уялдан өөрчилөгдөх горим зэргийг тооцоход дахин буй болохгүй үнэт материал болон ашиглагдаж байна. Ажлын энэ хүрээнд ЗХУ-ын ПНИИИС-ийн эрдэмтэн мэргэдтэй хамтарч 4 жил ажилласны үр дүнд Монгол улсын цэвдэг хөрсний зургийг (геокриологийн зураг) 1:1500000 масштабтайгаар шинэчлэн боловсруулж гаргасан.

Дээрх ажил нь Монголын цэвдэг судлалын судалгаанд нэг томоохон алхам хийгдсэн юм. 1983 онд инженер С.Должин, Д.Мягмарсүрэн нар “Цэвдэг хөрсний халуун штамп”-ийн төхөөрөмж зохион бүтээж, ШБОС-84 улсын үзэсгэлэнгээс тусгай шагнал хүртсэн юм.

Эрдэм шинжилгээ-техникийн VIII-X бага хурлуудын авч хэлэлцэж байсан асуудлууд, гарч байсан шийдвэрүүд нь бүхэлдээ Монгол улсын инженер-хайгуулын судалгаа шинжилгээ, барилгын зураг төсөл боловсруулах, барилгын суурь байгуулалтын тулгамдсан асуудлуудыг онолын болоод практик ач холбогдол талаас нь шийдвэрлэхэд чиглэгдснээс гадна манай улсад ажиллаж байсан ЗХУ-ын барилгачид, зураг төсөлчид, инженер-геологчдоос ихийг мэдэж сурах үүд хаалгыг нээж, Монголын инженер-хайгуулын албыг хөгжүүлэх, өндөр мэргэжлийн боловсон хүчин бэлтгэх, үндэсний норм, нормативтой болоход чиглэгдсэн үйл ажиллагаа явагдаж байсан юм.

Инженер-хайгуулын хүнд хүчир ажлыг механикжуулах, судалгаа шинжилгээний ажилд гадаадаас өндөр үнээр авдаг өрмийн болон лабораторийн зарим нэгэн багаж хэрэгслийг өөрийн орны нөхцөл бололцоонд тулгуурлан дотооддоо хийх, мөн судалгаа шинжилгээний ажилд шинэ арга аргачлал, норм норматив, дүрэм, заавар, зөвлөмж боловсруулах ажил манай инженерүүдийн дунд маш эрчимтэй өрнөж, судалгаа, шинжилгээний ажилд өнөөг хүртэл хэрэглэж байгаа олон арван бүтээл гарсан юм. Тухайлбал инженер С.Должин, М.Ламжав нарын бүтээл “Өрмийн ган шүдэт яндан”, С.Должин, Д.Мягмарсүрэн нарын бүтээсэн “Цэвдэг хөрсний халуун штамп” зэрэг бүтээлүүд нь манай улсад цэвдэг хөрсний судалгааны өмнө тулгарч байсан онол практикийн чухал зориулалтыг шийдвэрлэсний хувьд ШБОС-82, 84 оны улсын үзэсгэлэнгээс тусгай шагнал хүртэж байлаа. Мөн Г.Тунгалаг, С.Должин нарын бүтээл “Чулуулгийн өгөршлийн зэрэг тодорхойлох төхөөрөмж” М.Мягмаржавын 600 см<sup>2</sup> талбайтай штамп, шургат штамп, Г.Тунгалагийн далавчит пересометр, инженер Б.Нямсүрэн, Дэлгэрдалай, мэргэжилтэн В.Д.Костеров нарын геофизикийн босоо бүсчилэлийн зондын багаж (НДК-82), Ц.Пүрэвсүрэнгийн “Усны түвшин хэмжигч шүгэлт колпушка” зэргийг дурьдаж болно. Инженер-хайгуулын судалгаа шинжилгээний ажилд зайлшгүй шаардлагатай олон заавар зөвлөмж боловсруулан гаргаж судалгаа шинжилгээнд хэрэглэгддэг норматив техникийн баримт бичгийн хангамжийг сайжруулдаг байлаа. Инженер Ж.Зулзагабаатар “Байран хөрсөнд инженер-хайгуулын судалгаа явуулах заавар”, С.Должин, М.Мягмаржав, Р.Бүүвэйбаатар, Т.Тунгалаг “БНМАУ-ын нутаг дэвсгэрт инженер-хайгуулын судалгаа явуулах заавар” шинэчлэн боловсруулсан, С.Нямцэрэн, Д.Дэлгэрдалай “Геофизикийн судалгаа явуулах заавар”, О.Балдорж “Шугаман барилга байгууламжид инженер-хайгуулын судалгаа явуулах заавар” зэрэг олон арван заавар зөвлөмжөөс гадна улсын стандартыг манай ахмад геологич Ц.Цагаан тэргүүтэй геологичид 30 гаруй улсын стандартыг боловсруулж, судалгаа шинжилгээний ажилд мөрдөж байна.

Барилгын буурь суурийн сектор нь барилгын үйлдвэрлэл, зураг төслийн ажилд нэн шаардлагатай олон арван заавар зөвлөмж боловсруулан, Барилгын үйлдвэрлэл, зураг төслийн ажилд нэвтрүүлсэн юм. Тухайлбал секторын эрхлэгч дэд эрдэмтэн А.Ананд “Овойлттой буурь хөрсөнд барилгын суурь төлөвлөх заавар” эрдэм шинжилгээний ажилтан Н.Чойбалсан “Цэвдэг буурь хөрсөнд барилгын зураг төсөл боловсруулах заавар” зэрэг олон арван заавар зөвлөмж боловсруулснаас гадна инженер Ж.Зулзагабаатар, Р.Бүүвэйбаатар, Т.Удаанжаргал, Ю.Энхсайхан нар олон жилийн цэвдэг хөрсний асуудлаар, инженер Г.Гунгаабазар зураглалаар, инженер Д.Мягмарсүрэн туршилтын ажлаар эхлэн ажиллаж байв. Инженер М.Мягмаржав, Т.Тунгалаг нар суулттай болон том хэмхдэст хөрсний судалгаа шинжилгээний ажлаар эхлэн ажиллаж энэ талаар хэд хэдэн гарын авлага, зөвлөмж гаргаж инженер-хайгуул, зураг төслийн үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэн ажилласан.

БИХҮШИ нь дотоод, гадаадын олон шинжлэх ухаан, үйлдвэрлэлийн байгууллагуудтай хамтран ажиллаж байлаа. ШУА-ын газар зүй цэвдэг судлалын хүрээлэн, физик-техникийн хүрээлэн, түүний харьяа газар хөдлөл судлах төв, ПДС-ийн инженер-геологи, гидрогеологийн тэнхимтэй байнгын ажил төрлийн холбоотой ажиллаж байсан. Одоо ч энэ хамтын ажиллагаа явагдсаар байна. Тухайлбал ШУА-ын газар хөдлөл судлах станц (дарга нь И.Балжинням) ЗХУ-ын ШУА-ын харьяа Иркутск хотын Дэлхийн цардасын институттэй хамтарч газар

хөдлөлийн өндөр баллын бүсэд оршиж байгаа Булган, Даланзадгад, Улиастай, Булган аймгийн Могод сум, Өвөрхангай аймгийн Уянга, Улаанбаатар хотын I;X-р хороолол зэрэг хот суурины газар хөдлөлийн бичил мужлалын судалгааны ажлын инженер-геологийн хэсгийн судалгааны ажилд манай ахмад геологич Ч.Лхамсүрэн олон жил дагнан ажиллаж, энэ талаар нилээд өргөн мэдлэг олж, олон тайланд зохиогчоор оролцож байсан юм. Энэ ажлын бүтээлийг нь БНМАУ-ын шинжлэх ухааны академаас өндөр үнэлж, “Шинжлэх ухааны тэргүүний ажилтан” цол тэмдгээр шагнажээ.

Инженер-хайгуулын түүхэн энэ үед БИХҮШИ нь материал техникийн бааз, мэргэжлийн боловсон хүчнээр бүрэн бэхжиж, үйлдвэрлэлийн долоон нэгжтэй, эрдэм шинжилгээний сектортэйгээр үйл ажиллагаа явуулж, жилдээ 6 сая гаруй төгрөгийн хайгуул, шинжилгээний ажлыг гүйцэтгэж, судалгаа шинжилгээний ажилд үндэсний 20 гаруй стандарт, 30 гаруй норм, норматив дүрэм заавар, зөвлөмж хэрэглэдэг байлаа.

### **Монголын инженер-хайгуулын албаны зах зээлийн үе /1991оноос/**

1990 оны Монголын ардчилсан өөрчлөлтөөр Монгол улс төвлөрсөн төвөөлөгөөт эдийн засгаас олон улсын хөгжлийн хэв шинжит зах зээлийн эдийн засагт шинжсэнээр өмчийн задрал явагдсан. Өмчийн задрал Монгол улсын инженер-хайгуулын албыг ч тойрч гараагүй юм.

1992 онд Барилгын инженер-хайгуул, эрдэм шинжилгээний төвийг бүтэц зохион байгуулалтын хувьд өөрчлөн Барилгын инженер хайгуулын “Их үүсгэл” хувьцаат компани болгон зохион байгуулагдсан юм. Компани нь дотроо инженер-геологийн хэсэг, хөрсний лаборатори, өрөмдлөгийн хэсэгтэйгээр үйл ажиллагаа явуулж ирсэн. Улсын хэмжээнд их барилгад оруулах хөрөнгө оруулалт багассанаас зураг төсөл, хайгуулын ажил, улмаар барилга угсралтын ажил бараг байхгүй болж, хүндхэн цаг үеийг туулж байсан үе билээ. БНМАУ-ын Сайд нарын зөвлөлийн 1990 оны 09 тогтоолоор ЗХУ-ын Улсын барилгын хорооны харьяа Барилгын инженер-хайгуул, үйлдвэрлэл эрдэм шинжилгээний институт /ПНИИИС/-ийн Улаанбаатар хотод ажиллаж байсан ПНИИИС экспедицийн баруун өмнөт үйлдвэрлэлийн районд баригдаад жил болсон асар том үйлдвэрлэлийн баазыг “Их үүсгэл” компанийн мэдэлд шилжүүлсэн юм. Энэ бааз нь контор, лабораторийн зориулалттай 3 давхар байр, иж бүрэн тоноглогдсон засварын газартай, дотроо шатахуун түгээх станцтайгаар баригдсан юм. Энэ үйлдвэрлэлийн бааз нь инженер-хайгуулын судалгаа шинжилгээний ажлын дэс дараалал технологийн горимоор тоноглогдсоноороо Монголд анхдагч үйлдвэрлэлийн бааз юм. Монголд ажиллаж байсан ПНИИИС экспедиц 1990–ээд оны үед үндсэндээ буцаж, өмч хөрөнгөө хариуцсан цөөхөн хүмүүс үлдсэн байсан.

Барилгын инженер-хайгуулын “Их үүсгэл” ХКомпани инженер-хайгуул, судалгааны ажлыг эрхлэж байсан боловч ажлын олдоц тун хангалтгүй байлаа. Ардчиллын эхэн үед хүмүүсийн эрх чөлөө их болж тэр хэмжээгээрээ удирдлагаа үл ойшоох, өөрийн санаанд нийцүүлэх гэж оролддог явдал мэдрэгдэж, 1990 оны эхэн үед “Их үүсгэл” компанийн удирдлагыг хэд хэд сольсон юм.

Удирдлагуудыг олон удаа сольсноор инженер-хайгуулын албаны удирдлага зохион байгуулалт, ажил төрөлд онцын өөрчлөлт гараагүй юм. 1997 онд Б.Ариунсан “Их үүсгэл” компанийн захирлаар ажиллаж байх үед Барилгын

инженер-хайгуулын “Их үүсгэл” компанийн үйлдвэрлэлийн бааз үнэт цаасны арилжаагаар худалдагдаж, хэд хэдэн компани өрсөлдөж, алт олзворлолтын ажил эрхэлдэг “Монгол газар” ХХКомпани өмчийг эзэгнэх болсон юм. Энэ үеэр “Их үүсгэл” компанийн удирдлагууд үнэт цаасны арилжаанд манай компани бололцооны үнэт цаас бөөгнүүлсэн, бид өрсөлдөнө гэж удаа дараа хамт олонд ярьж байсан боловч удирдлагуудын хоорондын харьцаа болон дэмжин туслагчдын дэмжлэг туслалцааг авах итгэлийг авч чадаагүйгээс тэнд ажиллаж байсан инженер техникийн хүмүүс ажилгүй болсон билээ. Хувьчиллаар авсан байгууллага тус үйлдвэрлэлийн баазын эрхэлж байсан чиглэлийг өөрчлөн зөвхөн ашгийн хойноос хөөцөлдөх чиглэлээр ажиллуулж эхэлсэн нь тэнд олон жил мэргэжлийнхээ байгууллагад ажилласаж байсан ЗХУ, болон бусад социалист орнууд болон эх орныхоо их дээд, дунд сургуульд бэлтгэгдсэн мэргэжлийн олон арван инженер-техникийн ажилчид ажилгүйчүүдийн эгнээнд нэг хэсэг явсан юм. Зах зээлийн нөхцөлд амьдрахын эрхээр 1990 ээс-2000 оны хооронд үзэл бодлоороо нэгдэн нийлж инженер-хайгуулын судалгааны ажил эрхлэх чиглэлтэй 7 компани байгуулагдан ажиллаж байсан бол өнөөдөр тусгай зөвшөөрөлтэй 29 ХХКомпаниуд Монгол улсын хот байгуулалтын хуулийн дагуу тус улсын нутаг дэвсгэрт инженер-хайгуулын судалгааны ажлыг эрхлэн гүйцэтгэж байна. Дээрхи компаниуд нь машин техникийн хангамж, лаборатори, мэргэжлийн чадавхи зэргээсээ шалтгаалан гадаад хөрөнгө оруулалттай болон өөрийн хөрөнгө оруулалтаар баригдаж байгаа том жижиг объектуудын судалгааны ажлыг хийж байгаа боловч судалгааны ажлын чанарын шаардлагыг бүрэн хангаж чадахгүй байгааг хүлээн зөвшөөрөх нь зүйтэй. Гадаадын хөрөнгө оруулалтаар хийгдсэн томоохон объектуудад хойд чиглэлийн төмөр замыг сэргээн босголт (1997 он), Улаанбаатар хотын авто замыг сайжруулах төсөл (1998 он), Зүүн чиглэлийн авто замын судалгаа (1998 он) зэрэг ажлуудыг гүйцэтгэж англи, япон хэл дээр боловсруулсан нь олон улсын судалгааны жишигт хүрхүйц тайлан болсныг захиалагч гадаадын байгууллага, компани зүй ёсоор үнэлсэн. Дээрх судалгаа шинжилгээний ажилд хөрсний физик-механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг олон улсын “АСТМ”-аар тодорхойлж, үзүүлэлтүүдийн хоорондын хамаарлаар янз бүрийн диаграмм, графикаар үзүүлсэн явдал Монголын инженер-хайгуулын судалгаанд нэн шинэлэг бөгөөд томоохон алхам хийснээрээ ач холбогдолтой юм. Энэ хугацаанд Монголын инженер-хайгуулын судалгаа шинжилгээнд зайлшгүй шаардлагатай норм, нормативыг инженерүүд өөрсдийн санаачилгаар боловсруулж, судалгаа шинжилгээний ажилдаа нэвтрүүлсээр ирлээ.

Инженер-геологийн мэргэжлийн боловсон хүчин бэлтгэхэд ТИС-ийн Геологийн сургуулийн тэнхимийн эрхлэгч, манай ахмад инженер-геологи, гидрогеологич Монгол улсын гавьяат багш, доктор профессор Н.Батсүх, дэд доктор, профессор М.Алей зэрэг ахмад болон залуу сурган хүмүүжүүлэгч багш нар үнэтэй хувь нэмэр оруулсаар байна. ТИС-ийн инженер-геологи, гидрогеологийн салбарыг төгссөн олон арван инженерүүд өнөөдөр инженер-хайгуулын үндэсний мэргэжлийн боловсон хүчний цөм болсон юм. Тэдний дотроос инженер-геологийн шинжлэх ухааны доктор зургаа, улсын зөвлөх инженер зургаа, тэргүүлэх инженер тав тус тус төрөн гарсан байна. Магистрын зэрэг хамгаалсан арваад инженерүүд байна. ТИС-д инженер-геологи, геоэкологийн мэргэжлээр бакалавр, магистр, докторын зэрэг олгох шаталсан сургалтын тогтолцоонд бүрэн шилжин сургалтын агуулга, технологийг шинэчилэх ажил өрнөж байна.

Монгол улсын инженер-хайгуулын алба анх 1960 онд байгуулагдснаас хойш 1990 оныг дуустал хугацаанд 15 мянган барилга байгууламжийн инженер-хайгуулын судалгаа шинжилгээг хийж, сайтар боловсруулсан техникийн тайлан, дүгнэлт, эрдэм шинжилгээний олон арван бүтээл боловсруулан гаргажээ.

Инженер-геологийн судалгааны дээрх техникийн баримт бичгийг барилга байгууламжийн төрлөөр нь ангилан авч үзвэл: Хэсэгчилсэн барилга байгууламжинд хийсэн судалгаа 50,7%, авто замын болон эрчим хүчний шугаманд хийсэн судалгаа 32,3 %, хот суурин газрын ерөнхий төлөвлөгөөний үе шатанд хийсэн судалгаа 17 хувийг тус тус эзлэж байна [3].

### **Дүгнэлт**

Зах зээлийн эдийн засгаар явж ирсэн 30-аад жилд Барилгын инженер-хайгуулын судалгаа, шинжилгээний ажилд чанарын өөрчлөлт бараг гараагүй, судалгааны иж бүрдэл, чанарт тавих дотоодын хяналт бараг хийгдэхгүй явж ирлээ. Инженер-хайгуулын ажлын чанар үр ашгийг дээшлүүлэх, өртөг зардал хэмнэх, нөөц бололцоог ашиглах, паркийн шинэчлэлт хийх, өрмийн болон лабораторийн багаж, тоног төхөөрөмжийн хангамжийг сайжруулах чиглэлээр Барилга, хот байгуулалтын яамны үе үеийн удирдлагуудад биеэр болон бичгээр удаа дараа асуудал тавьж байсан боловч тавьсан асуудлын талаар анир чимээгүй явсаар өнөөдрийг хүрлээ. Цаашид судалгаа шинжилгээний ажлыг явуулах боломжгүй болж байна. Энэ нь юутай холбоотой гэвэл өрөмдлөгийн машин, төхөөрөмж, өрмийн янз бүрийн голчтой яндангууд болон лабораторийн багаж хэрэгсэл хүрэлцээгүй зэргээс болж байна. Энэ бүх машин, төхөөрөмж, багаж хэрэгсэл 4-5 хүнтэй ченжүүдийн гарт орж, бидний худалдан авах чадвар муудсантай холбоотой юм. Энэ байдалд манай яам дүгнэлт хийж Монголын инженер-хайгуулын албыг аврах уу яахав гэдэг асуудал тулаад байна.

Өнөөдрийн зах зээлийн хүнд нөхцөлд хөрөнгө, хүн хүчээ нэгтгэж, бүтэц зохион байгуулалтаа эргэж харах цаг тулгараад байна. Энэ байдалд хүн бүр ухаалгаар хандаж, шийдвэрлэж чадваас Монголын инженер-хайгуулын алба хөгжил, дэвшилд хүрэх боломжтой юм.

### **Ашигласан ном, сэтгүүл**

1. С.Должин. Монголын инженер-геологийн албаны түүхэн хөгжил. 2005.
2. С.Должин. Монголын инженер геологи. 2020.
3. О.Балдорж. Монгол улсын ижнелер геологийн албаны түүхэн замнал. 2011.
4. Н.А. Маринов. Гидрогеология МНР. из-во Монгол. СССР. 1963.

# ХИЙМЭЛ НЕЙРОН СҮЛЖЭЭ АШИГЛАН ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ ТҮВШНИЙ ХЭЛБЭЛЗЛЭЛИЙГ ТООЦОХ НЬ

Б.Билгүүн<sup>1</sup>, Н.Буянхишиг<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Монголын Мянганы Сорилын Сан

<sup>2</sup> ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

И-мэйл: [bilguun.byambajav@mail.com](mailto:bilguun.byambajav@mail.com)

[bbn@must.edu.mn](mailto:bbn@must.edu.mn)

## Хураангуй

Гидрогеологийн судалгаагаар олон төрлийн, их хэмжээний мэдээлэл цуглардаг ч уламжлалт аргаар боловсруулах нь хүч хөдөлмөр, цаг хугацаа зарцуулалт өндөр тул их хэмжээний өгөгдөл боловсруулах хиймэл оюун ухааны аргын нэг болох машин сургалт ашиглах зайлшгүй шаардлага тулгарч байгаа юм. Энэхүү судалгаагаар Улаанбаатар хотын усан хангамжийн эх үүсвэрүүдийн нэг болох Дээд эх үүсвэрийн газрын доорх усны түвшний өөрчлөлтийг машин сургалтын аргаар боловсруулан тооцоохыг эрмэлзсэн болно. Судалгаанд нэг ажиглалтын цооногийн газрын доорх усны өгөгдөлийг Үргэлжилсэн Богино Санах Ойтой Нейрон Сүлжээ (ҮБСОНС) машин сургалтын аргууд ашиглан Python, Pandas, Statsmodels, Numpy программ дээр кодолж боловсруулалт хийн газрын доорх усны түвшний өөрчлөлтийг тодорхойлсон. Хиймэл нейрон сүлжээ (ANN-Artificial Neural Network), үргэлжилсэн богино санах ойтой нейрон сүлжээ (LSTM-Long Short Term Memory) гэсэн хамгийн энгийн алгоритмуудыг ашиглав. Хиймэл нейрон сүлжээ, үргэлжилсэн богино санах ойтой нейрон сүлжээ ашиглан Улаанбаатар хотын дээд эх үүсвэрийн газрын доорх усны түвшний боловсруулалт хийхэд сургалтын өгөгдөл сонгох, сургалтын сорьцлолтоос хамааран 0.3-1см алдаатай тооцооны загвар гарсан. Дээрхи загваруудаар газрын доорх усны түвшний өөрчлөлтийн тооцоо (prediction) хийхэд тохиромжтой ч машиныг сургах өгөгдлийн сонголт, өгөгдлийн давтамжаас хамаарч харилцан адилгүй үр дүн өгч байна. Алдааны утга өгөгдлийн хангамжаас хамаардаг ч машин сургалтыг гидрогеологийн судалгаанд хэрэглэж болох нь энэхүү судалгаанаас харагдаж байна.

**Түлхүүр үг:** *Машин сургалт, Үргэлжилсэн богино санах ойтой нейрон сүлжээ, Сургалтын өгөгдөл, Сургалтын сорьцлолт*

## Оршил

Газрын доорх усны загвар, биет загварууд хийдэг ч олон төрлийн их хэмжээний өгөгдөл шаарддаг. Загварын оролтын мэдээллийн параметрт шавхалтын боловсруулалтаар гарч ирсэн шүүрэлтийн коэффициент, ус дамжуулалт, ус өгөмж, түвшний бууралт, татах усны хэмжээ мөн хур тунадас, тэжээмж, нэвчилт, гадаргын усны хэмжээ, хөрс чулуулгийн шинж гэх мэт олон өгөгдөл шаардлагатайгаас гадна өгөгдлийн боловсруулалтаас хамаарч загварын үр дүн хамаардаг бол машин сургалтаар эдгээр өгөгдлийг ашиглахгүйгээр усны түвшний өөрчлөлтийг тооцож болдогоороо давуу талтай. Ихэнх тохиолдолд өгөгдөл дутуу, өгөгдлийн чанар муу байдаг боловч нарийвчлал өндөртэй тооцоолол хийх нь физик-химийн механизмыг ойлгохоос илүү чухал учир хиймэл оюун ухааны загварууд тохиромжтой юм. Газрын доорх усны түвшний өөрчлөлтийг тооцох олон төрлийн загварууд (аналитик, биет, тоон, статистик г.м) байдаг ч сүүлийн

жилүүдэд эрдэмтэн судлаач нар ашиглахад хялбар, үр дүн сайн өгдөг машин сургалтын аргыг ихээр ашиглах болсон.

### **Арга аргачлал**

Энэхүү судалгаанд ашиглаж буй машин сургалтын нэр томъёог анх 1959 онд Артур Самуил зохиож, Том Митчэл сайжруулан тодорхойлсон байдаг. Машин сургалт гэдэг нь тусгайлан програмчлал хийхгүй, хүний оролцоогүй машин (компьютер) өөрийн туршлагаас автоматаар суралцан сайжрах чадвартай систем буюу хиймэл оюун ухаан юм.

Уламжлалт программаар машинд (компьютер) оролтын өгөгдөл оруулан компьютер дээрх программ ажиллаж гаралтыг хүлээж авдаг бол машин сургалтын үед компьютерийг оролт, гаралтын мэдээллээр хангахад компьютерийн алгоритм ажиллаж өөрийн логикийг үүсгэн, үүсгэсэн логик нь өгсөн даалгаварыг автоматаар гүйцэтгэдэг. Машин сургалтаар сургалтын өгөгдөл гэсэн нэршилтэй боловсруулаагүй өгөгдөл дээр математик загвар бий болгон тусгайлан программчлал хийхгүйгээр шийдвэр эсвэл тооцоо хийдэг. Машин сургалтын алгоритмуудыг шинжлэх ухаан болон үйлдвэрлэлд өргөнөөр хэрэглэдэг. Энгийн жишээ бол дүрс дуу гэх мэт төрөл бүрийн өгөгдөлийг таних, ялгах байдлаар ашиглаж байна. Геологийн салбарт машин сургалтыг агаар сансрын зургаас структур танин ялгах, геофизикийн тайлал хийх зэргээр ашиглаж байхад гидрогеологийн салбарт голдуу газрын доорх усны түвшний өөрчлөлтийн богино болон дунд хугацааны тооцоо хийх, төгсгөлөг ялгаварт тоон загварын үр дүнд мэдрэмжийн шинжилгээ хийх зэргээр ашиглаж байна.

Машин сургалт нь статистик загвар болон алгоритмын хосолмол юм. Машин сургалтаар сургалтын өгөгдөл гэсэн нэршилтэй боловсруулаагүй өгөгдөлд математик загвар бий болгон тусгайлан программ хийхгүй шийдвэр эсвэл тооцоо хийдэг. Машин сургалтын алгоритмуудыг шинжлэх ухаан болон үйлдвэрлэлд өргөнөөр хэрэглэж байна. Энгийн жишээ бол дүрс дуу гэх мэт төрөл бүрийн өгөгдөлийг таних, ялгах байдлаар ашиглаж байна. Геологийн салбарт машин сургалтыг агаар сансрын зургаас структур танин ялгах, геофизикийн тайлал хийх зэргээр ашиглаж байхад гидрогеологийн салбарт голдуу газрын доорх усны түвшний өөрчлөлтийн богино болон дунд хугацааны тооцоо хийх, төгсгөлөг ялгаварт тоон загварын үр дүнд мэдрэмжийн шинжилгээ хийх зэргээр ашиглаж байна.

Машин сургалтыг:

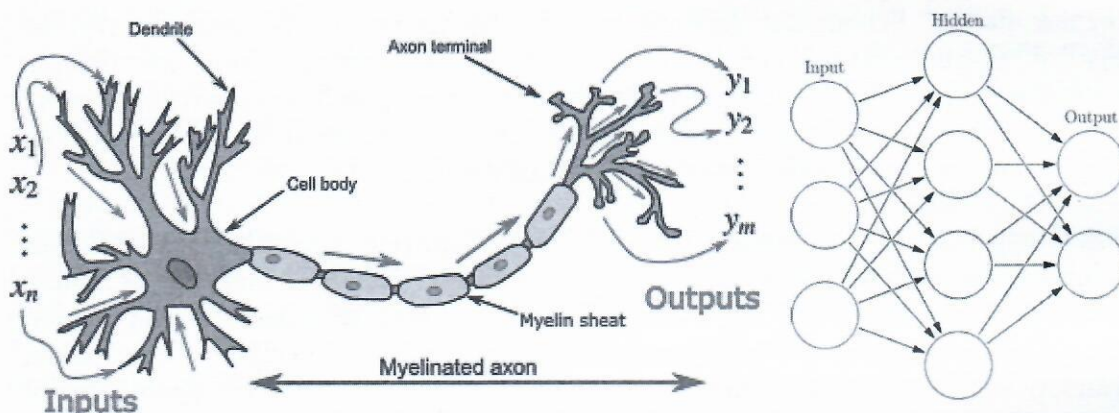
- зааварчилгаатай сургалт (Supervised learning)
- зааварчилгаагүй сургалт (Unsurprised learning) гэж ялгана.

Зааварчилгаатай сургалт (Supervised learning) гэдэг нь гаралтын болон оролтын өгөгдөл дээр математик загвар гаргадаг алгоритм юм. Сургалтын үед компьютерт жишээ оролтыг оруулж түүнд хамаарах үр дүнг гаргана. Ингэснээр машин (компьютер) ерөнхий байдлаар оролтод орж буй өгөгдлийг гаралттай холбож сурдаг. Тухайн загвар (зааварчилгаатай сургалтаар сурч байгаа) зорилтот үйлдлийг тодорхой түвшинд алдаа багатайгаар гүйцэтгэдэг болтол нь сургах процессыг үргэлжлүүлнэ. Жишээ нь цахим шууданг ангилах алгоритмаар орж ирж буй цахим шууданг оролтын өгөгдөл гэж үзээд, ангилагдсан шууданг гаралт гэж болно. Үр дүнд нь алгоритмыг уншуулснаар автоматаар цахим шууданг

ангилах явдал юм. Зааварчилгаатай сургалтанд регресс (regression) болон ангилалт (classification) гэх мэт загварууд орно.

Зааварчилгаагүй сургалт (Unsurprised learning) нь алгоритм зөвхөн оролтын өгөгдөл дээр боловсруулалт хийхийг хэлнэ. Оролтын өгөгдөл ямар нэгэн гаралтын утгатай харгалзан холбогдохгүй, оролтын өгөгдлийг шууд загварт өгөхөд загвар тухайн өгөгдөл дотроос ямар нэгэн логик хамаарал бүхий бүтцийг олж илрүүлдэг. Энэ төрлийн алгоритмыг ихэвчлэн бүлэглэн ангилах зорилгоор (кластер) боловсруулалт хийхэд ашигладаг. Тус аргын гол давуу тал нь их хэмжээний өгөгдөл дээр паттерн буюу нийтлэг шинж чанарыг хайж олох явдал юм.

Үргэлжилсэн нейрон сүлжээг анх 1997 онд Сэпп Йохрэйтэр болон Жүргэн Шмидхубэр нар санал болгосон. Морфологийн хувьд хиймэл нейрон сүлжээний бүтэц нь хүний мэдрэлийн системтэй төстэй, тархины синасууд шиг холболт бүр нь бусад мэдрэлийн эсүүдэд дохио дамжуулж чаддаг. Боловсруулалт маш олон нэгжээр дамжин биологийн мэдрэлийн систем олон мэдрэлээр дамжуулан мэдээлэл боловсруулдагтай адил юм. Жишээг Зураг 1-д харуулав.



1 дүгээр зураг. Нейрон сүлжээ

Сүлжээ нь гурван төрлийн давхаргаас бүрддэг:

- оролтын давхарга
- нууц давхарга
- гаралтын давхарга

Хиймэл нейрон сүлжээ бүрд оролтын нэг давхарга болон гаралтын нэг давхарга байдаг боловч нууц давхарга хэд ч байж болно. Жишээ нь олон тооны нууц давхаргатай нейрон сүлжээний тэгшитгэл:

$$a_n^L = [\sigma(\sum_i \theta_{nm}^L [\dots [\sigma(\sum_i \theta_{ji}^1 x_i + b_j^1)] + b_k^2 (h)$$

$$x1 - x1 * w1 (6)$$

$$x2 - x2 * w2 (7)$$

$$(x1 * w1) + (x2 * w2) + b (8)$$

$$y = f(x2 * w1 + x2 * w2 + b) (9)$$

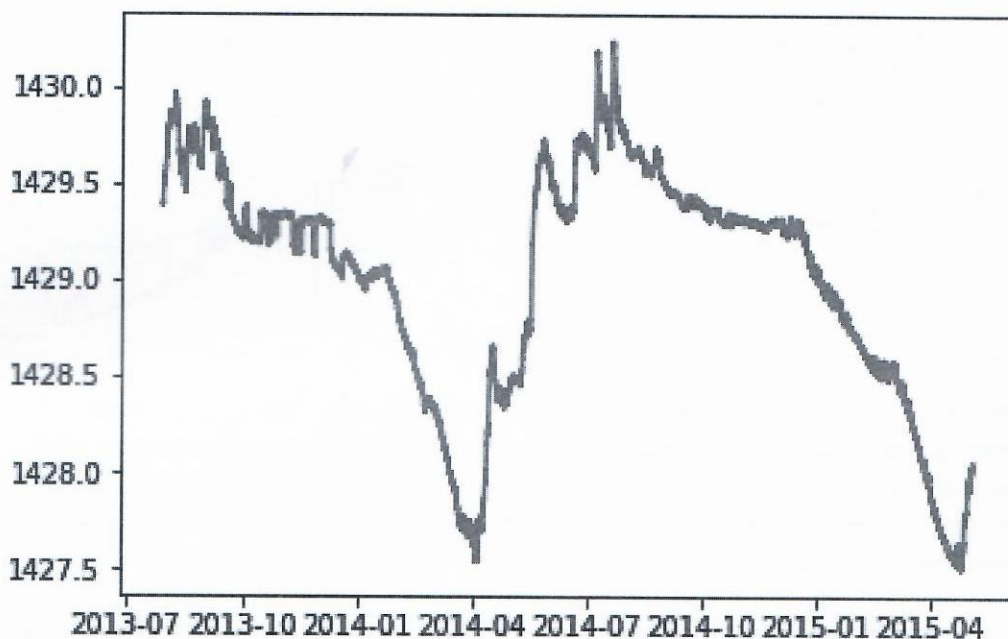
Тус арга нь тэсрэлтэт болон хаягдмал градиентийн асуудлыг шийдэж өгсөн байдлаараа уламжлалт нейрон сүлжээнээс давуу талтай юм.

- Сургалтын R2 оноо нь 0.935
- Туршилтын R2 оноо нь: 0.954

Детерминацын коэффициент R нь хувьсагч (Y ба X) хоорондын хамаарлын зэргийг хэмжинэ.

### Үр дүн

Улаанбаатар хотын Дээд эх үүсвэрийн газрын доорх усны түвшний хэмжсэн өгөгдөл дээр (Зураг 2) хиймэл нейрон сүлжээ ашиглан боловсруулалт хийсэн.



2 дугаар зураг. Газрын доорхи усны түвшний түвшин

Дээд эх үүсвэрийн газрын доорх усны 2013 оны 7 дугаар сараас 2015 оны 4 дүгээр сар хүртэл хэмжсэн түвшин гидрологийн нэг бүтэн нэг хагас цикл хэмжсэн нийт 64 мянган өгөгдлийг ашигласан. Хагас цикл нь 2013 оны 7 дугаар сараас 2014 оны 4 дүгээр сар хүртэл байхад бүтэн цикл нь 2014 оны 4 дүгээр сараас 2015 оны 4 дүгээр сар хүртэл үргэлжилж байна. Усны горимын боловсруулалтанд болон цаашид тооцоо хийхэд 1.5 цикл өгөгдөл байгаа нь цаг хугацааны хувьд бага өгөгдөл тул тооцоо нарийвчлал муутай гарах сөрөг нөлөөтэй юм. Тус өгөгдөл дээр хиймэл нейрон сүлжээ болон үргэлжилсэн богино санах ойтой нейрон сүлжээ ашиглан туршилт хийхэд сургалтын өгөгдөл болон дээжлэлтийн давтамжаас хамааран газрын доорх усны түвшний таамаг олон янзын үр дүнд хүрч байна.

Боловсруулалтанд мэдрэмжийн шинжилгээ хийн Хүснэгт 1-д харуулсанаар нийт өгөгдлийг 10%, 50%, 70% -р тус тус тасалж сургасан. Мөн Epoch 10, Batch size 5 болон Epoch 100, Batch size 1 гэсэн өөрчлөлтүүдийг нейрон сүлжээний симуляцид оруулж өгсөн.

Хүснэгт 1. Хиймэл нейрон сүлжээний сургалтын хугацааны мэдрэмжийн шинжилгээ

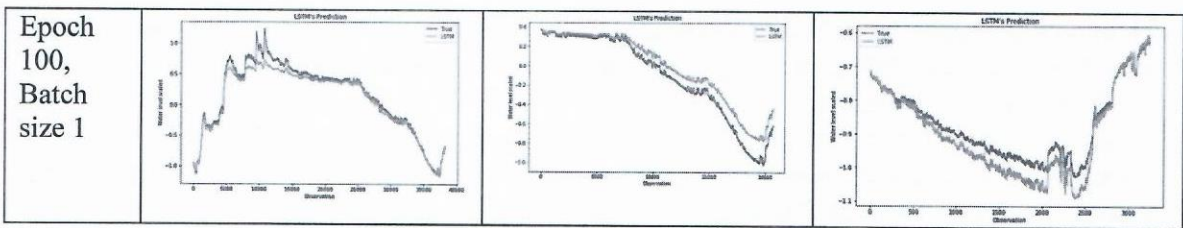
Өгөгдөл тасалсан огноо	2014-04-01	2014-10-01	2015-4-01
Өгөгдөл тасалсан зурмаг			
Epoch 10, Batch size 5			
Epoch 100, Batch size 1			

Хүснэгт 1-д хиймэл нейрон сүлжээний мэдрэмжийн шинжилгээний үр дүнг харуулав. 2014-04-01 –ээр тасалсан шинжилгээнд таамагласан газрын доорх усны түвшин, хэмжсэн усны түвшнээс ямагт доор байрлаж Epoch 10, Batch size 5 дээр усны түвшний зөрүү 0.5м хүрч байхад Epoch 100, Batch size 1 дээр тамаагласан усны түвшин 5см-аар зөрж байна.

2015-4-01 –ээр тасалсан шинжилгээнд эсэргээрээ Epoch 100, Batch size 1 дээр 1м-ийн алдаа үзүүлж, Epoch 10, Batch size 5 дээр 5-10см –ийн алдаа гарч байгаа нь энэ 2 загвар тохиромж муутайг харуулж байна. Тус шинжилгээ хийснээр сургалтын хамгийн тохиромжтой харьцааг 70%-ийн сургалт байна гэж үзсэн (Хүснэгт 2).

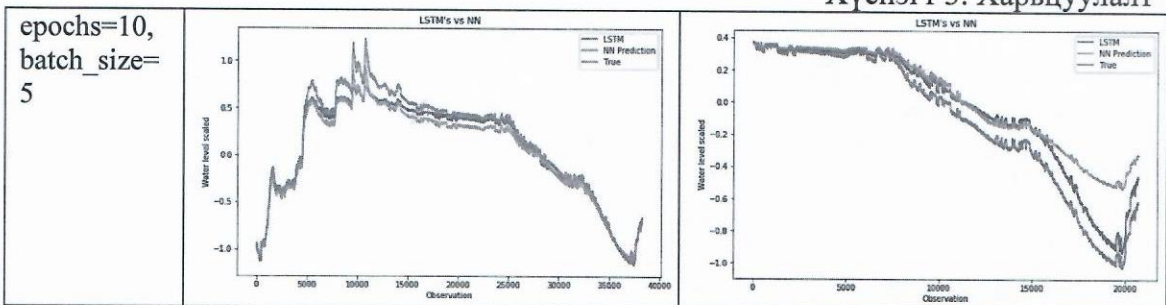
Хүснэгт 2. Үргэлжилсэн Богино Санар Ойтой Хиймэл нейрон сүлжээний сургалтын хугацааны мэдрэмжийн шинжилгээ

Өгөгдөл тасалсан огноо	2014-04-01	2014-10-01	2015-4-01
Өгөгдөл тасалсан зурмаг			
Epoch 10, Batch size 5			



Үргэлжилсэн Богино Санар Ойтой Хиймэл нейрон сүлжээний сургалтын хувьд загвар хамаагүй илүү амжилттай болсон гэж үзэж болохоор байна. Хүснэгт 3-д харуулснаар хамгийн их гажил буюу алдаа өгч байгаа хэсэг нь хамгийн бага сургалтын өгөгдөлтэй буюу 50% хувийн сургалтын өгөгдөлтэй загвар байна. Бусад загварууд харьцангуй ижил үр дүн өгч байна:

Хүснэгт 3. Харьцуулалт



### Дүгнэлт

Байгалийн шинжлэх ухаан болон бусад салбар шинжлэх ухааны хөгжлийн явцад их хэмжээний өгөгдлийг сүүлийн үед өгөгдлийн шинжлэх ухаан (Data science) буюу машин сургалт (machine learning) ашиглан боловсруулалт хийх болсон. Олон янзын арга аргачлалтай машин сургалтаас цагийн мөрдлөгөтэй их хэмжээний өгөгдөл боловсруулах хиймэл нейрон сүлжээ (ANN-Artificial Neural Network), үргэлжилсэн богино санах ойтой нейрон сүлжээ (LSTM-Long Short Term Memory) алгоритмыг судалгаанд ашигласан.

Хиймэл нейрон сүлжээ (ANN-Artificial Neural Network), үргэлжилсэн богино санах ойтой нейрон сүлжээ (LSTM-Long Short Term Memory) ашиглан Улаанбаатар хотын дээд эх үүсвэрийн газрын доорх усны түвшинд боловсруулалт хийхэд сургалтын өгөгдөл сонгох болон сургалтын дээжлэлтээс хамааран 0.3-1см алдаатай тооцооны загвар гарсан. Сургалтын хамгийн тохиромжтой харьцааг 70%-ийн сургалт байна гэж үзлээ.

Хиймэл нейрон сүлжээ (ANN-Artificial Neural Network), үргэлжилсэн богино санах ойтой нейрон сүлжээ (LSTM-Long Short Term Memory) загваруудаар газрын доорх усны түвшний өөрчлөлтийн тооцоо (prediction) хийхэд тохиромжтой ч машиныг сургах өгөгдлийн сонголт, өгөгдлийн давтамжаас хамаарч харилцан адилгүй үр дүн өгч байна. Алдааны утга өгөгдлийн хангамжаас хамаардаг ч машин сургалтыг гидрогеологийн судалгаанд хэрэглэж болохыг энэхүү судалгаагаар харууллаа.

### Хэлэлцүүлэг

Машин сургалтын Хиймэл Нейрон Сүлжээ (ANN-Artificial Neural Network) болон Үргэлжилсэн Богино Санах Ойтой Нейрон Сүлжээ (LSTM-Long Short Term

Memory)-ний арга ашиглан газрын доорх усны түвшний өөрчлөлтийг харьцангуй өндөр нарийвчлалтайгаар богино хугацаанд (10 алхам) тооцоолох боломжтой, цаашид хиймэл нейрон сүлжээнд нэмэлт нейрон буюу нэмэлт өгөгдөл (хур тунадас, агаарын даралт, ус ашиглалт, агаарын болон усны температур гэх мэт) оруулж тооцоог байгалийн болон хүний үйл ажиллагаатай шууд холбон гаргах шаардлагатай нь харагдаж байна.

Улаанбаатар хотын хүн ам, үйлдвэржилт тэлж усан хангамжийн хэрэгцээ ихсэн оновчтой усны нэгдсэн менежментийг явуулах зорилгоор газрын доорх усны түвшний өөрчлөлтийг 25-30 жилийн нөөцийн тооцоогоор бус богино болон дунд хугацааны нарийвчилсан тооцоо гарган менежментед тусгаж өгөх талд төр засаг болон сав газрын удирдлагууд анхаарч ажиллавал цаашид усны чанарын болон нөөцийн өөрчлөлтөнд зүй зохистой бодлого хэрэгжүүлэх хүчин зүйл болж болох юм.

#### **Ашигласан ном, сэтгүүл**

1. Taher Rajae, Hadi Ebrahimi, Vahid Nourani A review of the artificial intelligence methods in groundwater level modeling
2. Beale, M.H., Hagan, M.T., Demuth, H.B., 2010. Neural Network Toolbox 7 User's Guide. The Mathworks, Inc., Natick, Massachusetts, USA.
3. Chang, F.J., Chang, L.C., Huang, C.W., Kao, I.F., 2016. Prediction of monthly regional groundwater levels through hybrid soft-computing techniques. *J. Hydrol.* 541, 965–976.
4. Coulibaly, P., Anctil, F., Aravena, R., Bobee, B., 2001. Artificial neural network modeling of water table depth fluctuations. *Water Resour. Res.* 37 (4), 885–896.
5. Daliakopoulos, I.N., Coulibaly, P., Tsanis, I.K. 2005. Groundwater level forecasting using artificial neural networks. *J. Hydrol.* 309, 229–240.
6. Jalalkamali, A., Sedghi, H., Manshour, M., 2011. Monthly groundwater level prediction using ANN and neuro-fuzzy models: a case study on Kerman plain, Iran. *J. Hydroinform.* 13 (4), 867–876.
7. Jha, M.K., Sahoo, S., 2015. Efficacy of neural network and genetic algorithm techniques in simulating spatio-temporal fluctuations of groundwater. *Hydrol. Process.* 29 (5), 671–691.
8. Khaki, M., Yusoff, I., Islami, N., 2015. Simulation of groundwater level through artificial intelligence system. *Environ. Earth Sci.* 73 (12), 8357–8367.

# БАРУУН ХУЖИРТЫН ГОЛЫН АЙ САВЫН УСЗҮЙ, ГИДРОГЕОЛОГИЙН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮНГЭЭС

Ч.Ариунаа<sup>1</sup>, Н.Батсүх<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Монголын гидрогеологичдын холбоо НҮТББ  
<sup>2</sup> ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар  
И-мэйл: *ariunaa444.chinbat@gmail.com*,  
*nbatskh@must.edu.mn*

## Хураангуй

Зэлтэр голын томоохон цутгал болох Баруун Хужиртын голын ай савын усзүйн үндсэн үзүүлэлтүүд, гидрогеологийн тогтоцын онцлогийг анхлан судалсан судалгааны дүнг толилууллаа.

**Түлхүүр үг:** *Усзүйн тодорхойлолт, Усжилт, Гидрогеологийн давхаргазүй*

## Оршил

Баруун Хужиртын голын ай савд Монгол-Оросын хил дамнасан Зэдийн /Эгийн голын/ минерагений бүсийн Зэлтэрийн хүдрийн бүсийн алт, молибден, вольфрамын хүдрийн зангилаа орших [1] тул ашигт малтмалын орд, илрэл тун элбэг юм. Иймээс геологи, уул уурхайн салбар эрчимтэй хөгжих ирээдүйтэй бүс нутаг болох учраас тус ай савын усны нөөц, түүний хангамжийг судалж тогтоох шаардлага гарч байна. Бид Баруун Хужиртын голын ай савын усзүйн тодорхойлолтыг манай улсад мөрдөж байгаа стандартаар болон сансарын DEM зургийг ашиглан анх удаа тооцлоо. Ай савын гидрогеологийн тогтоцыг уг бүс нутагт гүйцэтгэсэн геологийн болон гидрогеологийн региональ судалгааны үр дүн, өөрсдийн уг ай савд хийсэн хээрийн судалгааны материалыг ашиглан, системчлэн нэгтгэж, дүгнэх арга зүйгээр тодорхойлж өглөө.

## Судлагдсан байдал

Баруун Хужиртын голын ай савд усзүй, гидрогеологийн тусгайлсан судалгааг хийж байгаагүй. Зөвхөн геологийн жижиг болон дунд хураангуйлалтай зураглал, байгаль орчны төлөв байдлын тойм судалгааны тайлангуудад Баруун Хужиртын голын усны найрлага, ай савын гидрогеологийн нөхцөлийн талаар ганц нэг мэдээлэл байдаг [2, 3].

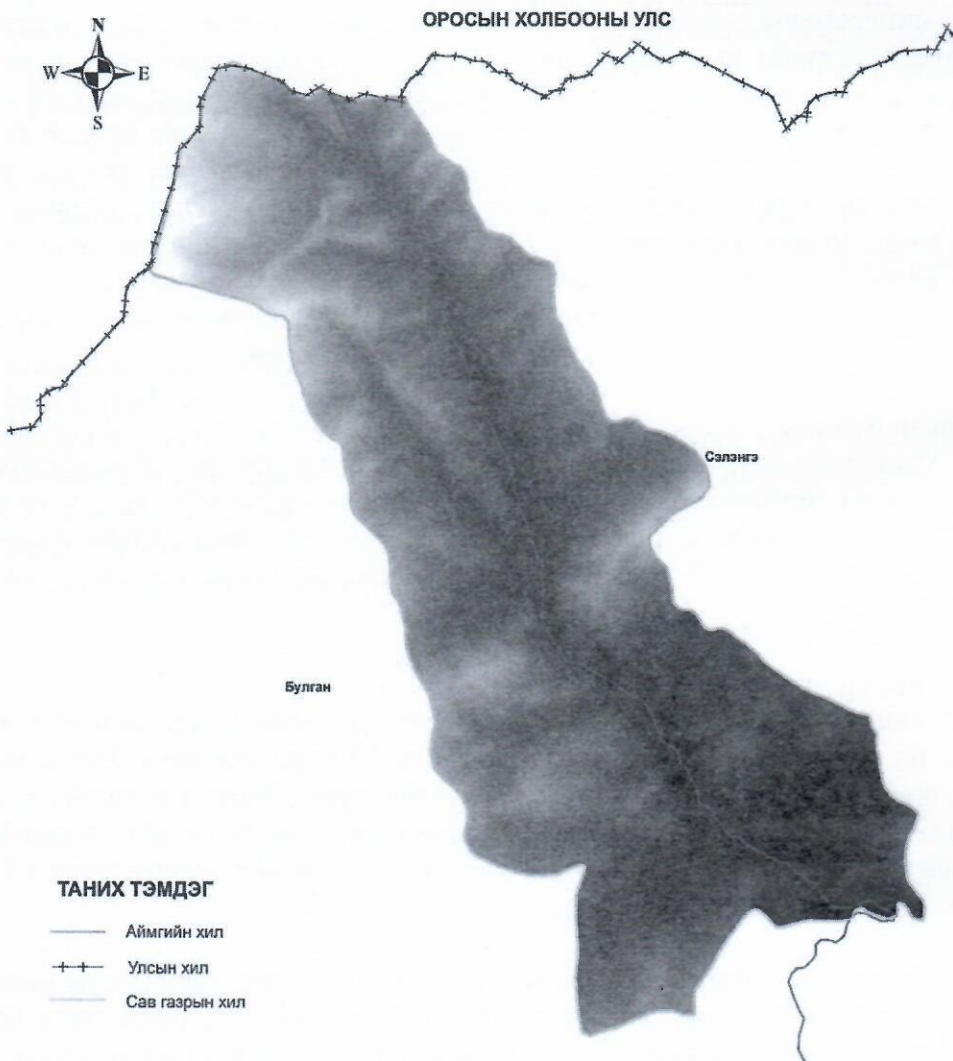
## Судалгааны үр дүн

Баруун Хужиртын ай сав нь Монгол орны газар зүйн мужлалаар Хангай-Хэнтийн уулархаг их мужийн Хангайн мужийн Сэлэнгэ, Орхоны сав дахь бэсрэг уулсын тойрогт оршино [4]. Засаг захиргааны нэгжийн хувьд Булган аймгийн Сэлэнгэ сум, Сэлэнгэ аймгийн Түшиг сумын нутаг дэвсгэрийн заагт оршино. Улаанбаатар хотоос баруун хойд зүгт 410 км-т, Түшиг сумын төвөөс баруун зүгт 65 км-т байрлана (1-р зураг).

Баруун Хужиртын голын ай сав нь 980-1780 м өргөгдсөн, харьцангуй өндөр нь дундажаар 650 м. Тус ай савын хамгийн нам цэг нь Зэлтэрийн голд Баруун Хужиртын гол цутгах цэг бөгөөд 960 м өргөгдсөн. Талбайн хамгийн өндөр хэсэг ОХУ-Монгол улсын хилийн дагуу орших Зэдийн нурууны оргилууд болно (2-р зураг).



1 дүгээр зураг. Ай савын байршил



2 дугаар зураг. Ай савын өндөршлийн DEM өргөтгөлтэй зураг

Монгол орны уур амьсгалын мужлалаар дулаавтар зунтай, хагас чийглэг мужид [4] хамаарах бөгөөд талбайд хамгийн ойр орших цаг уурын харуул Сэлэнгэ аймгийн Түшиг сумын төвд байрлана.

Жилийн 1 дүгээр сард хамгийн хүйтэн байх бөгөөд  $-30.1^{\circ}\text{C}$  хүрч хүйтэрнэ. Хавар  $0^{\circ}\text{C}$ -ыг давж дулаарах хугацаа 3 дугаар сарын сүүлчийн арав хоногт тохиолдох ба 7-р сард хамгийн дулаан болж  $29.4^{\circ}\text{C}$  хүртэл хална (3-р зураг). Агаарын температурын олон жилийн дундаж нь  $1.0^{\circ}\text{C}$ .



3 дугаар зураг. Сүүлийн 20 жилийн агаарын дундаж температур /Сэлэнгэ аймгийн Түшиг сумын цаг уурын харуулын мэдээ/

Жилийн нийлбэр тунадасны хэмжээ олон жилийн дунджаар 271.2 мм. Хур тунадасны хэмжээ жилээс жилд хэлбэлзэл ихтэй байдаг бөгөөд тунадас ихтэй жилдээ 310-365 мм тунадас ордог байхад тунадас бага жилдээ 170- 190 мм [3].

Ус зүйн сүлжээ сайн хөгжсөн Хойд мөсөн далайн ай савд багтана. Баруун Хужиртын гол - Зэлтэр гол – Сэлэнгэ мөрөн – Байгал нуур – Ангар мөрөн – Еннсей мөрөн – Хойд мөсөн далай гэсэн сүлжээ үүсгэнэ. Баруун Хужиртын гол нь Зэдийн нуруунаас эх авна. Баруун Хужиртын голын голдирлын дундаж өргөн 0.8 м, гүн нь 0.3-0.6 м, голын нийт урт 28 км. Голын голдирол тахирлалт багатай (4-р зураг). Голын хөндий нилэнхүйдээ намагжсан, тус голын тэжээмжинд олон жилийн цэвдэг чулуулгийн дээр орших газар доорх ус болон хур тунадасны ус гол үүрэгтэй. Усны урсгалын дундаж хурд 3.2 м/с, усны түвшин нь зуны улиралд хур тунадасны хэмжээнээс хамааран хэлбэлзэх ба өвлийн улиралд мөсөн бүрхүүлээр хучигдана. Хөндийн олон хэсгээс газар доорх ус гадаргад халин гарч хөлдөн тошин үүсгэх ба хөндийг дагасан тошингийн мөсөн бүрхүүлийн зузаан зарим газраа ойролцоогоор 1.2 м хүртэл нэмэгддэг [3].



4 дүгээр зураг. Баруун Хужиртын гол /2020.03.19/

Голын ус нь сул шүлтлэг, зөөлөвтөр бөгөөд усанд агуулагдах гидрокарбонатын ион 292.8 мг/л, кальцийн ион – 56.1 мг/л, магнийн ион – 23.1 мг/л, сульфатын ион – 18.0 мг/л, хлорын ион – 3 мг/л, натри-калийн ион агууламж 14.7 мг/л байна [3]. Голын ус нь химийн найрлагаараа гидрокарбонатын ангийн кальцийн бүлгийн 1-р төрлийн цэнгэг ус юм. Тус ай савын ус зүйн тодорхойлолтуудыг БНБД 2.01.14-86 [5] зааврыг баримтлан хийж гүйцэтгэв (5-р зураг).

Баруун Хужиртын голын ус хурах талбай нь 129.88 км<sup>2</sup>, голын нийт урт 28.095 км, голын харьцангуй өндөр 650 м, голын хэвгий 23.14, голын сүлжээний нягтшил 0.75, голын урсацын хамгийн их өнгөрөлт 0.8974 м<sup>3</sup>/с байна.

Баруун Хужиртын голын хамгийн их өнгөрөлтийг ай савын хилийг сансарын DEM өндрийн мэдээллийг болон 1:100 000 хураангуйлалтай зураг ашиглан ай савын хил гаргаж дараах тэгшитгэлээр тооцов. 200 км<sup>2</sup>-ээс бага ус хураах талбай бүхий гол горхи, сайруудын үерийн хамгийн их урсацын тооцоог (“Усзүйн тодорхойлолтуудыг тооцох норм ба дүрэм” /БНБД 2.01.14-86./)-д заасны дагуу хур борооны эрчимшилтийн аргыг ашигласан болно.

$$Q_{1\%} = q_{1\%} * \varphi * H_{1\%} * \delta * \lambda_{\%} * F$$

- Энд:
- $Q_{1\%}$  - үерийн их урсац, м<sup>3</sup>/с
  - $q_{1\%}$  - үерийн их урсацын модуль, л/с км<sup>2</sup>
  - $\varphi$  - үерийн урсацын коэффициент
  - $H_{1\%}$  - 1% хангамжтай хоногийн хамгийн их тунадас, мм
  - $\sigma$  - нууршил, ой, намагшилтын коэффициент
  - $\lambda_{\%}$  - 1%-ийн хангамшлаас шилжүүлэх коэффициент
  - $F$  - ус цуглуулах талбай, км<sup>2</sup>

Урсацын хамгийн их модулийг ( $q_{1\%}$ -ийг) тодорхойлоход шаардагдах голдирлын хэлбэр зүйн тодорхойлолт ( $\Phi_r$ )-ийг дараах томъёогоор тодорхойлов.

$$\Phi_r = 1000 * L / K_r * J_r * F^{1/4} * (\varphi * H)^{1/4}$$

- Энд:  $\Phi_r$  - голын хэлбэр зүйн тодорхойлолт

$L$  - хөндлүүр хүртэлх голдирлын урт, км

$K_r$  - голдирол, татмын барзайлтын коэффициент ("Усзүйн тодорхойлолтуудыг тооцоолох норм ба дүрэм" /БНБД 2.01.14-86/2-ийн 15 дугаар хавсралтаас авна)

$J_r$  - голын дундаж хэвгий



5 дугаар зураг. Баруун Хужиртын голын ус хурах талбай

Ус цуглуулах талбайн хажуу бэлээр үер урсах хугацааг ( $t_{x6}$ ) тодорхойлоход шаардагдах хажуу бэлийн хэлбэр зүйн тодорхойлолт ( $\Phi_{x6}$ )-ыг дараах томъёогоор тодорхойлов.

$$\Phi_{x6} = (1000 * L_{x6})^{1/2} / n_{x6} * J_{x6}^{1/4} * (\varphi * H)^{1/2}$$

Энд:  $\Phi_{хб}$  - хажуу бэлийн хэлбэр зүйн тодорхойлолт  
 $L_{хб}$  - ус цуглуулах талбайн хажуу бэлийн дундаж урт /км/  
 $J_{хб}$  - хажуу бэлийн дундаж хэвгий  
 $n_{хб}$  - хажуу бэлийн барзайлтын коэффициент (“Усзүйн тодорхойлолтуудыг тооцоолох норм ба дүрэм “/БНБД 2.01.14-86/-ийн 23 дугаар хавсралтаас авав)

Үерийн урсацын коэффициентийг дараах томъёогоор тодорхойлов.

$$\varphi = C_2 * \varphi_0 / (F+1)^{n_6} * (J_c * 50)^{n_5}$$

Энд:  $C_2$  - эмпирик коэффициент (ойн бүсэд 1.3, бусад бүсэд 1.2-оор авна)  
 $\varphi_0$  -  $F=10$  км<sup>2</sup>,  $J_c=50\%$  байх үеийн урсацын коэффициент (“Усзүйн тодорхойлолтуудыг тооцоолох норм ба дүрэм “/БНБД 2.01.14-86/-ийн 21 дүгээр хавсралтаас авна)  
 $n_5$  - хөрсний бүтцээс хамаарах коэффициент (“Усзүйн тодорхойлолтуудыг тооцоолох норм ба дүрэм “/БНБД 2.01.14-86/-ийн 21 дүгээр хавсралтаас авна)  
 $n_6$  - уур амьсгалын бүсээс хамаарах коэффициент (ойн бүсэд 0.07, бусад бүсэд 0.11-ээр авна)

$i_{yx}$  – ус хураах талбайн дундаж хэвгий, %

$$i_{yx} = (\Delta * \sum l^2) / F$$

Энд:  $\Delta$  - хаяалбаруудын хоорондын үеийн өндөр, м  
 $\sum l^2$  – сав газарт багтах хаяалбаруудын нийлбэр урт, км  
 $F$  – талбай, км<sup>2</sup>

Тооцооны үр дүнг 1-р хүснэгтэнд өгөв.

Голын усны өнгөрөлтийн олон жилийн хангамшил

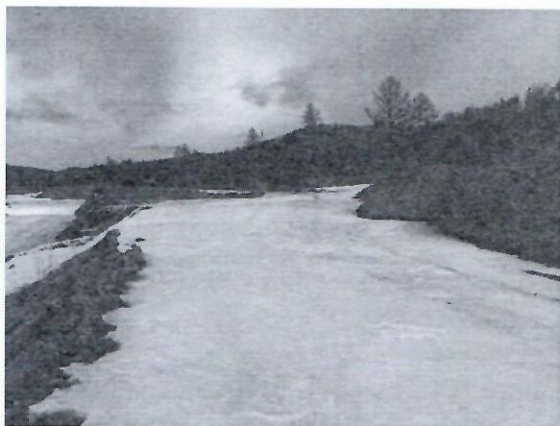
1 дүгээр хүснэгт

Голын нэр	Хангамшил				
	1%	2%	3%	4%	5%
	Q1%	Q2%	Q3%	Q4%	Q5%
	м <sup>3</sup> /с				
Баруун Хужиртын голын нийт ус хурах талбайд	0.8974	0.79	0.727	0.6731	0.6461

Баруун хужиртын голын ай савын геологи, геокриологи, тектоникийн болон цаг уурын нөхцөлүүд нь эндэхийн гидрогеологийн өвөрмөц төрхийг буй болгожээ. Геологич Н.Зоригийн зохиосон геологийн 1:50 000-ын хураангуйлалтай зургаас [3] харахад Юрагийн настай Зэлтэр, формацийн дунд, жижиг ширхэгтэй лейкоборжин ай савын эхээр тархсан. Ай савын дунд хэсгээр карбоны настай Зэд формацийн барьцалдсан тунамал чулуулгийн массив, ай савын адгаар пермийн настай Өрхтэй формацийн вулканоген-тунамал хурдас тархжээ. Баруун хужиртын гол, түүний цутгал голуудын голдирол, нам татмаар голоцены настай аллюви-

пролювийн сэвсгэр хурдас тархжээ. Геокриологийн нөхцөлийн хувьд олон цэвдэг чулуулаг элбэг алаг цоог тархсан бүс нутаг юм. Тектоникийн онцлог нь дунд протерозойд эвгеосинклиналийн вулканоген-терриген хурдас хуримтлагдаж дараа нь боржингийн түрэлт явагдаж өргөгдөл – атираажилт үүсэж эхэлжээ. Зэд формацийн хурдсууд атираажилтад орж өргөгдөн эх газар болсон. Дээрх өргөгдөл геологийн урт хугацааны турш хадгалагдаж доод Пермийн цаг үед эх газрын рифтын цуурлын нөлөөгөөр Өрхтэй формацийн вулканоген – тунамал хурдас хуримтлагдсан. Дунд Юрагийн үеэс тектоник идэвхижил сэргэж Хужирт голын гэх мэт хагарлууд шинээр үүсчээ. Плиоцены эхэн үед өргөгдөл дахин явагдаж хагарлууд сэргээгдсэн. Энэ үеэс уур амьсгал хуурайшиж өгөршлийн гадарга үүсэж пролювийн хурдас хуримтлал идэвхтэй явагдаж эхэлсэн. Геологи, геокриологи, тектоникийн дээр дурьдсан нөхцөлүүд нь Баруун Хужиртын голын ай савд олон жилийн цэвдэг чулуулгийн дээрх ан цавын ус түгээмэл тархсан ба тархалтын талбайгаараа дулааны улиралд тэмжээмж авна. Харин Баруун Хужиртын гол, түүний цутгал голуудын голдирол, татмын сэвсгэр хурдсанд нүх сүвийн ус хуримтлагдан голын устайгаа шууд бус гидравлик холбоотой оршино.

Тектоникийн гүний хагарлын эвдрэлийн бүсэд олон жилийн цэвдэг чулуулаг доторх, доорх ус хуримтлагдана. Энэ дэд төрлийн ус газрын гадаргад илэрч улмаар булаг үүсгэдэг. Хүйтний улиралд олон жилийн цэвдэг чулуулаг дээрх ан цавын бүсэд, сэвсгэр хурдсанд хуримтлагдсан ус голын хөндий, уулсын амаар халиа үүсгэнэ /6, 7-р зургууд/.



6 дугаар зураг. Баруун Хужиртын голын хөндийд үүссэн мөсөн бүрхүүл



7 дугаар зураг. Баруун Хужиртын голын хөндийд үүссэн мөсөн халиа

### Шүүн хэлэлцэхүй

Баруун Хужиртын голын ай савын усжилтад голын сүлжээний бүтэц хэрхэн нөлөөлж байгаа талаар задлан шинжилгээ хийхийн тул уг голын ай савын бараг дундуур дайран өнгөрсөн баруун хойшоо чиглэсэн гүний хагарлаар тооцооны хөндлөн шугам авч усзүйн тодорхойлолтуудыг тооцож гаргав (8-р зураг).

Энэ хэсгийн ус хурах талбай 70.22 км<sup>2</sup>, голын нийт урт 14.93 км, голын харьцангуй өндөр 400 м, голын хэвгий 26.79, голын нягтшил 0.51, голын урсацын хамгийн их өнгөрөлт 0.6627 м<sup>3</sup>/с байна. Үүнийг Баруун Хужиртын голын ай савын усзүйн үндсэн үзүүлэлтүүдтэй харьцуулж үзэхэд (2-р хүснэгт) ус хурах талбайн 54.16%, голын уртын 35.6% ноогдоно.



8 дугаар зураг. Баруун Хужиртын голын ай савын дээд хэсгийн ус хурах талбай

Баруун Хужирт голын ай сав болон түүний дээд хэсгийн усзүйн үндсэн үзүүлэлтүүд

2 дугаар хүснэгт

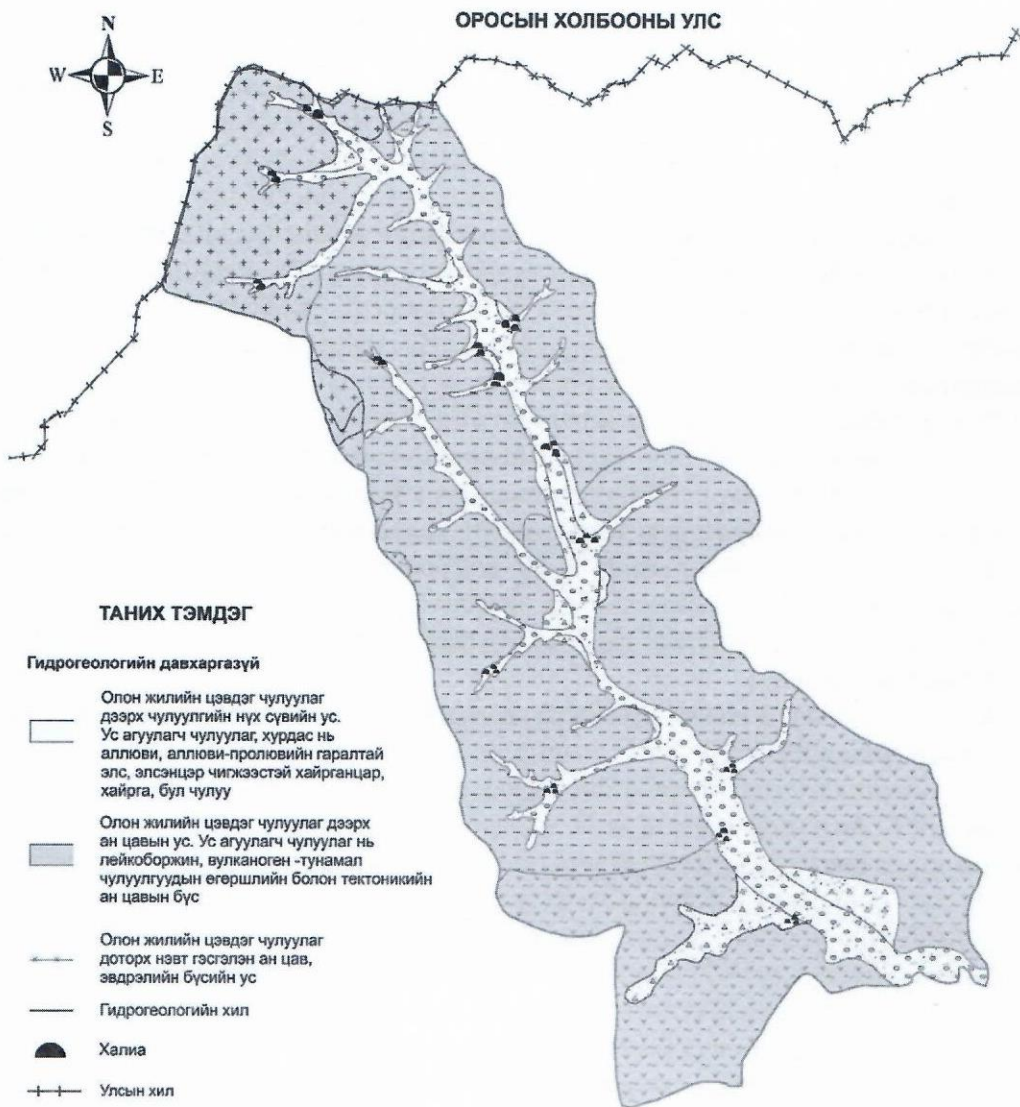
Голын нэр	Үзүүлэлтүүд					
	F, м <sup>2</sup>	L, км	H, м	J, ‰	d, км/км <sup>2</sup>	Q <sub>max</sub> , м <sup>3</sup> /с
Баруун Хужиртын гол	129.88	28.095	650	23.14	0.73	1.7039
Баруун Хужиртын голын дээд хэсэг	70.22	14.93	400	26.79	0.51	0.6627

Баруун Хужиртын голын ай савын эхний хэсэгт голын урт харьцангуй бага, ой модоор битүү хучигдсан учраас хамгийн их урсац төдийлөн эрчимтэй бүрэлдэхгүй байна. Голын дээд хэсгийн тооцооны хөндлөвч орчимд 2020 оны 3-р

сарын 19-нд голын усны өнгөрөлтийг хэмжихэд 7.4 л/с /0.0074 м<sup>3</sup>/с/ байв (9-р зураг).



9 дүгээр зураг. Голын усны өнгөрөлтийн хэмжилт



10 дугаар зураг. Баруун Хужиртын голын ай савын гидрогеологийн тойм зураг

Энэ үе нь голын урсацын хамгийн бага байх нөхцөл бүрдсэн байх онцлогтой. Учир нь байгаль, цаг уурын хувьд хур тунадас татарсан, гэжээгдэл хомс байх үе билээ. Тус голын шар усны үерийн хамгийн их урсац 4-20 мм [6] байгаа нь бидний тооцооны үр дүн үнэнд дүйцэж байгааг харуулав.

Баруун Хужиртын голын ай савын гидрогеологийн тойм зургийг зохиолоо (10-р зураг). Гидрогеологиын давхаргазүйн үндсэн нэгжүүд болох олон жилийн цэвдэг чулуулгийн дээрх гэсгэлэн чулуулаг дахь ан цавын, нүх сүвийн усны төрлүүд, олон жилийн цэвдэг чулуулаг доторх нэвт гэсгэлэн коллектор болох тектоникийн эвдрэлийн бүсийн усыг тус тус ялгаж зураглав.

Цаашид цэвдэгт-гидрогеологийн дунд хураангуйлалтай зураглалын ажлыг зохион байгуулах шаардлагатай бүс нутаг юм.

#### **Дүгнэлт**

1. Зэлтэр голын томоохон цуггал гол болох Баруун Хужиртын голын ай савын усзүйн судалгааг манай улсад мөрдөж байгаа стандартыг баримтлан 1:100000 хураангуйлалтай байрзүйн болон тус бүс нутгийн сансрын DEM зургийг ашиглан анх удаа хийж гүйцэтгэв.
2. Баруун Хужиртын голын ай савын гидрогеологийн тойм зургийг зохиов.
3. Энэ бүс нутагт цэвдэгт-гидрогеологийн судалгааг хийж мониторингийн сүлжээ байгуулах шаардлагатай болно.

#### **Ашигласан ном, сэтгүүл**

1. Хоролсүрэн С., Азжаргал Г., Удаанжаргал Х. ба бусад. Монгол улсын 1:200000 – ны масштабын улсын геологийн зураг. Товч тайлбар бичиг. Код – УГЗ – 200 – Т – V
2. Баруун Хужиртын алтны шороон ордын дээд хэсгийн хайгуулын ажлын үр дүнгийн тайлан, 2017
3. “Шар нарст” ХХК-ийн Сэлэнгэ аймгийн Түшиг сумын нутагт орших MV-020622 тоот ашиглалтын тусгай зөвшөөрөлтэй “Баруун Хужиртын дээд хэсэг”-ийн алтны шороон ордыг ил аргаар ашиглах төслийн байгаль орчны нөлөөллийн нарийвчилсан үнэлгээний ажлын тайлан, Улаанбаатар, 2018
4. Монгол орны физик газар зүй, редакторлосан академич Цэгмид Ц., Улаанбаатар, 1989
5. Усзүйн тодорхойлтуудыг тооцоолох норм ба дүрэм БНБД 2. 01. 14-86, Улаанбаатар, 1986
6. Монгол улсын УННМ боловсруулахад зориулсан судалгааны эмхэтгэл, Улаанбаатар, 2012

# ГОВЬ-АЛТАЙ АЙМГИЙН БИГЭР СУМЫН НУТАГТ ОРШИХ “ЭЛГЭН БУЛАГ” ТАЛБАЙН ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ ОРДЫГ ИЛРҮҮЛЭХ СУДАЛГААНЫ ЗАРИМ ҮР ДҮНГЭЭС

М. Алей

ШУТИС, ГУУС, Геологи-гидрогеологийн салбар

## Хураангуй

БОАЖЯ-ны баталсан “Газрын доорх усны эрэл-хайгуулын ажлын даалгавар” болон Монгол улсад одоо мөрдөж байгаа арга аргачлалын дагуу Говь-Алтай аймгийн Есөнбулаг болон Бигэр сумдын нутагт орших “Элгэн булаг” талбайд 2019 онд иж бүрэн гидрогеологийн судалгааг гүйцэтгэж, түүний үр дүнд газрын доорх усны ордыг илрүүлэн ашиглалтын нөөцийг тодорхойлсон билээ. Энэ өгүүлэлд газрын доорх усны ордын талбайг сонгосон үндэслэл болон ашиглалтын нөөцийг тодорхойлсон аргачлалын үр дүнгийн талаар тусгасан болно.

**Түлхүүр үг:** *Геологи-структур, Геоморфологи, Хошуурсан туугдас, Галерей дахь түвшиний бууралт, Гидрогеологийн шалгуур.*

## Оршил

Усны тухай хуулийн 5.3 дахь заалт, Усны газрын (хуучин нэрээр) даргын 2011 оны 4/855 албан тоот, 2012 оны 4/195 тоот ус ашиглуулах дүгнэлт, БОНХАЖЯ-ны 2014 оны 7/2277 тоот газрын доорх усны нөөц, чанарт хяналт тавих тухай дүгнэлт, БОНХАЖЯ-ны 2015 оны 08/495 тоот мэдэгдэл зэргийг үндэслэн “Марко Поло” ХХК-ийн Говь-Алтай аймгийн Есөнбулаг болон Бигэр сумдын нутагт орших “Булаг” талбайн Ханбөөр, Эрээн будагт алт, зэсийн ордын Хан-Алтай төслийн баяжуулах үйлдвэрийн [1] усан хангамжийн эх үүсвэрийг олж тогтоох зорилгоор тус судалгааны ажлыг 2019 оны 04 дүгээр сарын 18- аас 2019 оны 10 дугаар сарын 16 -ны хооронд хийж гүйцэтгэсэн. Тус судалгааны ажлын зорилго нь “Элгэн булаг” нэртэй талбайд тархсан Дөрөвдөгч (Q<sub>III-IV</sub>) болон Неоген (N<sub>1</sub>) галавын тунамал чулуулаг тархсан талбайн усжилтын зэргийг гүний бүтэц болон талбайн тархалтын хэмжээнд нарийвчлан тогтоох [2], харьцангуй өндөр усжилттай хэсгийн тархалтын хил хүрээг тогтоох, газрын доорх усны ордын хил заагийн нөхцөлийг бүрэн тодорхойлж, газрын доорх усны ордын уст давхаргын тооцооны үзүүлэлтүүдийг шавхалт туршилтын ажлын мэдээлэл дээр тулгуурлан боловсруулж, газрын доорх усны ордын боломжит нөөцийг үйлдвэрлэлийн зэргээр үнэлэх, усны чанарыг үнэлэх зэрэг байлаа.

Ханбөөр, Эрээн будагт алт, зэсийн ордын Хан-Алтай төслийн баяжуулах үйлдвэрийн усан хангамжийн газрын доорх усны эрэл-хайгуулын ажлыг “Гранд Элетро Техноком” ХХК-ийн боловсруулсан, БОАЖЯ-ны баталсан “Газрын доорх усны эрэл-хайгуулын ажлын даалгавар” болон Монгол улсад одоо мөрдөж байгаа арга аргачлалын дагуу гидрогеологийн эрэл-хайгуулын судалгааг “Элгэн булаг” талбайд гүйцэтгэх явцад судалгааны талбайг сонгох янз бүрийн шалгуурууд, ашиглалтын нөөц тооцсон өвөрмөц аргуудын талаар тус өгүүлэлд тусгасан болно. Сонгосон талбайд гидрогеологийн нөхцөлийг илэрүүлэх эрлийн 23 цооног /2326.1т.м/, ажиглалтын 2 цооног /144т.м/, хайгуул-ашиглалтын 11 цооног /967.8т.м/, нийт 36 цооног /3437.9т.м/ өрөмдөж, гидрогеологийн хайгуул судалгаа, туршилтын ажлыг хийсэн.

## **Судалгааны арга зүй**

Гидрогеологийн судалгаа нь эрэл ба хайгуулын үе шатанд зориулагдан хийгдсэн. Иймд эхний ээлжинд эрлийн ажлаар хайгуулын судалгаа явуулах талбай сонгох явдал чухал ач холбогдолтой байсан. Гидрогеологийн судалгааны талбай сонгох үндэслэлийг гаргах зорилгоор олон шалгууруудыг илрүүлэн ашигладаг билээ. “Элгэн булаг” талбайг сонгосон үндэслэлийг дор үзүүлэв.

Газрын доорх усны гидрогеологийн эрэл хайгуулын ажлаар “Марко Поло” ХХК-ийн ирээдүйн алт-зэсийн баяжуулах үйлдвэрийн үйл ажиллагаанд шаардагдах технологийн усны хэрэглээг хангасан хамгийн харьцангуй их газрын доорх усны нөөц, баялаг бүрдэх боломжтой талбайг сонгох явдал юм. Үүнд, геологи-структур, геоморфологийн доорхи шалгууруудыг үндэслэв:

Судалгааны талбайн гүний бүтэц нь янз бүрийн түвшинд тектоник хөдөлгөөний улмаас дээшээ өргөгдсөн горст /гидрогеологийн массив/ болон доош суусан грабень, грабень-синклиналь /гидрогеологийн бассейн/ маягийн блокууд байх бөгөөд түүнийг дүүргэж хуримтлагдсан элс, элсэнцэр бүхий ихэвчлэн хагас мөлгөржсөн хайрга, хайрганцар, дайргаас тогтсон хурдас нь өндөр чадамжтай уст давхаргыг үүсгэх боломжтой байгаа нь газрын доорх усны эрлийн геологийн нэг шалгуур болж байна.

Өндөр уулсын өврөөс эх авсан ихэвчлэн хөндлөн тектоник хагарлыг дагасан янз бүрийн өргөнтэй гуу жалгууд - урт сунаж үргэлжилсэн хошуурсан туугдас хэлбэрийн бүс нь геоморфологийн хувьд нэлээд тохиромжтой гидрогеологийн эрлийн шалгуур болж байна. Энэ аллюви-пролювийн гарал үүсэлтэй сэвсгэр хурдсаар дүүргэгдсэн гүнзгий гуу жалганууд уулын адаг руугаа нийлж уулын хормойн шлейфийн бүтэцтэй болж байгаа нь газрын доорх усны ордын хуримтлал, бөөгнөрөл үүсэх тааламжтай геоморфологийн структурыг бий болгож байна.

Судалгааны талбай нь хоёр хажуу талаараа бараг босоо чиглэлтэй гүний хагарлаар хуваагдаж тасарснаар доош сууж уулс хоорондын тэвш маягийн гадаргуутай хөндий үүссэн нь геологи-структурын эрлийн таатай шалгуур болсон. Хошуурсан туугдасны адаг хэсэгт Элгэн нэртэй булаг илэрч байгаа нь гидрогеологийн эрлийн найдвартай шалгуур- шинж тэмдэг болно.

Энэ бүгдээс үзэхэд бидний гидрогеологийн эрэл-хайгуулын судалгаа явуулахаар сонгосон талбай маань хошуурсан туугдас, уулын бэл хормойн хэсгийн пролювийн шлейфийн структур болно.

Энэхүү сонгогдсон талбайд эрэл-хайгуулын гидрогеологийн 36 цооног өрөмдөж газрын доорх усны талаар мэдээлэл авснаас гадна эрлийн цооногуудад сорилын шавхалтын ажил, хайгуулын цооногуудад ганцаарчилсан ба багц туршилтын шавхалтыг гүйцэтгэж ус агуулагч чулуулгийн гидрогеологийн параметруудийг нарийвчлан тодорхойлж, талбайн гидрогеологийн нөхцөлийг тогтоон газрын доорх усны ашиглалтын нөөц, баялгийг тодрохойлох нөхцөлөөр хангаж ажилласан.

## **Судалгааны ажлын үр дүн ба хэлэлцүүлэг**

*1. Газрын доорх усны ордын гидрогеологийн нөхцөл:* Ерөнхийдөө судалгааны талбайд дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдсанд агуулагдсан ус нь унданы усан хангамж, техникийн болон бусад хэрэглээнд ашиглахад бүрэн боломжтой гэж өмнөх судлаачид үзжээ [1, 2].

2019 оны судалгааны ажлаар Кайнозойн сэвсгэр хурдас дахь уст давхаргын судалгааг Элгэн булаг болон Хөх сэрхийн нурууны өвөр бэлд хийсэн.

Элгэн булаг талбайн ус агуулагч чулуулаг нь дөрөвдөгчийн аллюви-пролювийн гаралтай сайн мөлгөржсөн, ялгарал сайтай хайрга, элс, элсэнцэр шавар, шавранцар бөгөөд 162.3м гүнд хийсэн хайгуул-ашиглалтын ХЦ-03 цооногийн судалгаагаар газрын доорх усны тогтонги түвшин 91.09м, түвшний бууралт 20.02м, цооногийн ундарга 2.0л/с, хувийн ундарга 0.09л/с байна. Хөх сэрхийн нурууны өвөр бэлийн дөрөвдөгчийн пролювийн гаралтай сайр, сайрга, дайр дайрга, элсэрхэг хурдас дахь уст давхаргыг 145.0м хүртэл гүнд гидрогеологийн эрэл, хайгуул-ашиглалтын цооногуудаар (ХЦ-04, ХЦ-06, ХЦ-07, ХЦ-08, ХЦ-09, ХЦ-10, ХЦ-11), туршилтын ганцаарчилсан болон багц шавхалтын үр дүнгээр судалсан.

Орд нь Хөх сэрхийн нурууны өвөр бэлд байрлах бөгөөд дөрөвдөгчийн пролювийн гаралтай сайр, сайрга, дайр дайрга агуулсан элсэрхэг хурдсын уст давхаргад агуулагдана. Тус уст давхаргын усжилт жигд бус, баруун хэсэгт усжилт өндөртэй, уст давхаргын зузаан 21.4-66.0м ба доод талаараа ус үл нэвтрүүлэх неогений улаан өнгийн нягт шавраар тусгаарлагдана. Ордын эрэл-хайгуулын судалгаагаар хийсэн туршилтын ганцаарчилсан болон багц шавхалтын ажлын дүнд газрын доорх усны түвшин 20.47-74.05м, түвшний бууралт 0.08-27.4м, цооногийн ундарга 2.5-10.2л/с, хувийн ундарга 0.2-31.2л/с, талбайн хэмжээ 19.2 квадрат км байна. Усны химийн найрлага нь сульфат-гидрокарбонат кальци-магнийн бүрэлдэхүүнтэй /M0.9  $\frac{SO_4 63.3 HCO_3 30.4 Cl 5.9}{Ca 40.1 Mg 39.3 Na 19.1}$  рН7.93 Q10.2 (цооног ХЦ-06), ерөнхий хатуулаг 10.84 мг-экв/л –ээс 24.08 мг-экв/л байна.

Мөн Хөх үзүүрийн бууц гэдэг газарт 69.3м гүнд дөрөвдөгчийн цайвар өнгийн шаварлаг элс, хайрган хурдас (0-10м), шохойн чулуунд (10-69.3м) судалсан нүх сүв, ан цавын уст бүрдэлд хийсэн судалгаагаар дөрөвдөгчийн хурдасны аллюви, аллюви-пролювийн нүх сүвийн газрын доорх усны түвшин 2.88м, цооногийн ундарга 0.5л/с, түвшний бууралт 2.7м, хувийн ундарга 0.17л/с байсан ба 2 түвшний бууралттай туршилтын шавхалтын ажлын дүнд шохойн чулууны ан цавын усжилт бага болохыг тодорхойлсон болно. 2 дахь бууралтын туршилтын ундарга 0.9л/с, түвшний бууралт 45.2м, хувийн ундарга 0.02л/с байна. Уг цооногийн усны химийн найрлага нь сульфат кальци-магнийн бүрэлдэхүүнтэй /M2.4  $\frac{SO_4 77.6 HCO_3 18.25 Cl 4.15}{Ca 39.78 Mg 39.2 Na 20.72}$  рН7.38Q0.5 (цооног ХЦ-02)/, ерөнхий хатуулаг 28.81 мг-экв/л. сул давсархаг, маш хатуу ус байна.

2. Уст давхаргын гидрогеологийн параметрууд: Судалгааны талбайд илрүүлсэн харьцангуй өндөр усжилттай пролювийн хурдасны зузаалаг дахь нүх сүвийн усажсан бүсийн гидрогеологийн тооцооны үндсэн параметрийг Дюпюигийн аналитик тэгшитгэл [5] ба Тейс-Жейкобын зурмаг-задлан шинжилгээний аргуудаар тодорхойлсон /хүснэгт-1/.

Хайгуулын цооногийн дугаар	Тогтсон товшин, м	Ус илгэсэн, м	Уялдарга, м/с	Бууралт, м	S-Lgt,		S*-Lgt		Томъёогоор			Сонгосон үзүүлэлтүүд		
					k	kH	K	kH	K	kH	a	K	kH	a
01	11.85	11.85	1.23	2.99	0.3	13.7	0.3	14.4	0.94	43.43	1034	0.94	43.43	1034
-02	2.88	2.88	0.45	2.71	1.3	9.2	-	-	2.9	20.57	489.9	2.9	20.57	490
04	28.4	28.4	9.50	1.41	20.0	810.6	21.8	884.6	16.94	687.63	5731.4	20	812	6766.7
05	12.9	12.9	0.80	2.57	0.2	15.7	0.01	0.7	0.52	55.23	1078.4	0.52	55.23	1078.4
06	30.6	30.6	10.24	0.62	103.0	1585.5	108.8	1675.7	78.54	1680.8	14006.3	78.54	1680.8	14006.3
07	20.47	20.47	10.24	1.24	34.4	1943.4	39.0	2201.9	14.28	837.36	19937.2	27	1525.5	12712.5
08	30.89	30.89	10.24	3.56	9.8	325.8	12.1	399.2	9.21	304.85	7258.4	10	331	7258.3
09	40.11	40.11	4.50	27.40	0.32	21.0	0.35	22.5	10.77	698.97	5824.8	10.77	698.97	5824.8
-10	74.05	74.05	2.50	1.75	4.09	270.2	4.22	278.6	2.2	145.19	3456.83	3.5	231	1925
11	29.20	29.20	2.50	0.08	85.5	923.0	85.5	923.0	291.52	3148.4	26236.8	290	3132	26100

3. Газрын доорх усны ордын усны ашиглалтын нөөц: Судалгааны талбайд тархсан пролювийн гарал үүсэлтэй орчин үеийн сэвсгэр хурдасны зузаалт хуримтлагдсан газрын доорх усны орд нь геоморфологи, геолги-структур, гидрогеологийн нөхцөлөөрөө уулын бэл хормой дахь хошуу туугдас /конус выноса/ төрөлд, харин геологи-гидрогеологийн төвөгшлөөрөө харьцангуй нийлмэл нөхцөлтэй 2-р бүлгийн ордод хамаарагдана [3]. Дэвсгэр талбайн гадаад хил заагийн ерөнхий нөхцөл нь хошуу туугдасны дээд хэсгийн /уул талд/ хажуу жигүүртээ  $Q = \text{const}$  нөхцөлийг, харин хошуу туугдасны адаг хэсэгт /шавар, шавранцарын үеүүд давамгайлах/ хажуу талдаа  $Q = 0$  нөхцөлтэй гидродинамикийн тооцооны “зурвас-давхарга” – ын бүдүүвчийг бий болгож байна. Иймд энэ нөхцөл байдалд тохирсон гидродинамикийн тэгшитгэлийг сонгон газрын доорх усны ордын ашиглалтын нөөц баялагт үнэлгээ өгөх нь зүйд нийцнэ. Гидродинамик аргаар газрын доорх усны нөөц баялагт Н.Н. Биндеман ба Л.С. Язвин нарын бичсэн аргачилсан зааврын [3] дагуу доорх хоёр төрлийн тэгшитгэлээр тооцсон. 1-р тэгшитгэл: Гидрогеологийн эрэл-хайгуулын цооногуудын байршил хошуу туугдасны структурт тодорхой эгнээ үүсгэхгүй байх үед дээрх аргачилсан зааврын дагуу чөлөөт гадаргуутай түрлэггүй газрын доорх усанд ганцаарчилсан цооногт /хил зааг нь  $Q=0$   $dg$   $Q=\text{constant}$ / усны түвшний бууралтыг дараах тэгшитгэлээр тооцохыг зөвлөсөн байдаг [4.6].

$$S_0 = H - \sqrt{H^2 - \frac{Q}{\pi K} \ln \frac{R_H^2}{2r_0 l}}$$

Энд: Чөлөөт гадаргуутай түрлэггүй ганцаарчилсан цооногт бусад цооногийн олборлолтын үйл ажиллагааны харилцан үйлчлэлийн шууд нөлөөллөөр түвшний ерөнхий бууралт тодорхойлж буй тухайн цооногт үүсэх боломжтой түвшний нэмэлт бууралтыг дараах байдлаар тооцно.

$$\Delta S_i = \frac{Q_i}{2\pi K_i H_i} \ln \frac{R_H^2}{r_i \rho_i}$$

Энд: Энэхүү томъёогоор гидрогеологийн хайгуулын цооног ХЦ-04, ХЦ-06, ХЦ-07, ХЦ-08, ХЦ-09, ХЦ-10 ба ХЦ-11 тус бүрээр ашиглалтын нөөц баялгийг тодорхойлж доор үзүүлэв. Харин гидрогеологийн хайгуулын цооног ба толин тусгалын цооногуудын хоорондох зайг хүснэгт-2-д үзүүлсэн болно.

Тухайлбал, ХЦ-04:

Төслийн ундарга  $Q=864$  м<sup>3</sup>/хоног,  $K=20$  м/хоног,  $H=40.6$ м,  $a=6766.7$  м<sup>2</sup>/хоног,  $r_0=0.1$ м.

$$R_H = 1.5\sqrt{at} = 1.5\sqrt{5731.37 \times 9125} = 10848 \text{ м}$$

$$S_0 = 40.6 - \sqrt{40.6^2 - \frac{864}{3.14 \times 20} \ln \frac{117679104}{2 \times 0.1 \times 1810}} = 2.21$$

ХЦ-04-д бусад цооногуудын үйл ажиллагаанаас үзүүлэх нэмэлт бууралтыг тодорхойлж:

$$\Delta S_6 = \frac{864}{6.28 \times 78.54 \times 21.4} \ln \frac{285773764}{500 \times 3300} = 0.42 \text{ м. } \Delta S_7 = \frac{1728}{6.28 \times 27 \times 56.5} \ln \frac{261016336}{1270 \times 3640} = 0.65 \text{ м.}$$

$$\Delta S_8 = \frac{864}{6.28 \times 10 \times 33.1} \ln \frac{56631645.16}{1090 \times 3800} = 1.09 \text{ м. } \Delta S_9 = \frac{1382.4}{6.28 \times 10.77 \times 64.9} \ln \frac{11959096}{650 \times 5600} = 0.38 \text{ м.}$$

$$\Delta S_{10} = \frac{432}{6.28 \times 3.5 \times 66} \ln \frac{39526369}{2830 \times 5440} = 0.28 \text{ м. } \Delta S_{11} = \frac{864}{6.28 \times 290 \times 10.8} \ln \frac{535853052}{3565 \times 5220} = 0.05 \text{ м.}$$

ХЦ-04 цооногт үүсэх нийт бууралт :

$S_{\text{ХЦ-04}} = 2.21 + 0.42 + 0.65 + 1.09 + 0.38 + 0.28 + 0.05 = 5.08$  м болж байна. Зөвшөөрөгдөх түвшний бууралт  $S_{\text{зөв}} = 0.5H = 20.3$  м тул  $864$  м<sup>3</sup>/хоног буюу  $10$  л/сек ундаргыг чөлөөтэй хангаж байна.

Ийм аргаар гидрогеологийн хайгуулын бүх цооногуудад төслийн зохих ундарга дахь түвшний бууралтыг тодорхойлж үр дүнг доор үзүүлэв.

Тухайлбал, хайгуулын цооног ХЦ-06-д төслийн ундарга  $864$  м<sup>3</sup>/хоног байхад:

$S_0 = 1.16$  м,  $\Delta S_4 = 0.73$  м,  $\Delta S_7 = 0.63$  м,  $\Delta S_8 = 0.97$  м,  $\Delta S_9 = 0.33$  м,  $\Delta S_{10} = 0.46$  м,  $\Delta S_{11} = 0.045$  м бөгөөд нийт бууралт  $S_{\text{ХЦ-06}} = 4.325$  м болж  $864$  м<sup>3</sup>/хоног ундаргыг хангаж байна.

ХЦ-07-д:  $S_{\text{ХЦ-07}} = 5.4$  м болж  $1728$  м<sup>3</sup>/хоног ундаргыг бүрэн хангаж байна.  $S_0 = 2.65$  м,  $\Delta S_4 = 0.48$  м,  $\Delta S_6 = 0.29$  м,  $\Delta S_8 = 1.13$  м,  $\Delta S_9 = 0.17$  м,  $\Delta S_{10} = 0.58$  м,  $\Delta S_{11} = 0.1$  м

ХЦ-08-д  $S_{\text{ХЦ-08}} = 6.32$  м болж  $864$  м<sup>3</sup>/хоног ундаргыг бүрэн хангаж байна.  $S_0 = 3.72$  м,  $\Delta S_4 = 0.57$  м,  $\Delta S_7 = 0.76$  м,  $\Delta S_6 = 0.32$  м,

$$\Delta S_9 = 0.42 \text{ м, } \Delta S_{10} = 0.46 \text{ м, } \Delta S_{11} = 0.07 \text{ м}$$

ХЦ-09-д  $S_{\text{ХЦ-09}} = 7.42$  м болж  $1382.4$  м<sup>3</sup>/хоног ундаргыг бүрэн хангаж байна.

$S_0 = 4.05$  м,  $\Delta S_4 = 0.61$  м,  $\Delta S_7 = 0.65$  м,  $\Delta S_8 = 1.34$  м,  $\Delta S_6 = 0.34$  м,  $\Delta S_{10} = 0.38$  м,  $\Delta S_{11} = 0.05$  м

ХЦ-10-д  $S_{\text{ХЦ-10}} = 5.62$  м болж  $432$  м<sup>3</sup>/хоног ундаргыг бүрэн хангаж байна.

$S_0 = 3.46$  м,  $\Delta S_4 = 0.35$  м,  $\Delta S_7 = 0.69$  м,  $\Delta S_8 = 0.79$  м,  $\Delta S_6 = 0.23$  м,  $\Delta S_9 = 0.00$  м,  $\Delta S_{11} = 0.1$  м

ХЦ-11-д  $S_{\text{ХЦ-11}} = 3.22$  м болж  $864$  м<sup>3</sup>/хоног ундаргыг бүрэн хангаж байна.

$S_0 = 0.69$  м,  $\Delta S_4 = 0.32$  м,  $\Delta S_7 = 0.71$  м,  $\Delta S_8 = 0.67$  м,  $\Delta S_9 = 0.00$  м,  $\Delta S_{10} = 0.6$  м,  $\Delta S_6 = 0.23$  м

Гидрогеологийн хайгуулын цооног болон тэдгээрийн толин тусгалын цооног  
хоорондын зай

Хүснэгт 2

Хайгуулын цооногийн (ХЦ) дугаар	Цооногийн төслийн ундарга, м <sup>3</sup> /хон	Ус үл нэвтрүүлэх конгур хүртэлх зай, м	Хайгуулын цооног хоорондын зай, м							Толин тусгалын цооног хүртэлх зай, м						
			ХЦ-04	ХЦ-06	ХЦ-07	ХЦ-08	ХЦ-09	ХЦ-10	ХЦ-11	ХЦ-04	ХЦ-06	ХЦ-07	ХЦ-08	ХЦ-09	ХЦ-10	ХЦ-11
ХЦ-04	1728	1810	-	500	1970	1090	650	2830	3565	-	3300	3640	3800	5600	5440	5220
ХЦ-06	864	1440	500	-	2280	1540	1140	3280	3880	3200	-	3500	3700	3780	5400	5200
ХЦ-07	3456	1250	1970	2280	-	1150	1855	1450	1600	3560	3500	-	3300	3800	3920	3280
ХЦ-08	1382.4	2030	1090	1540	1150	-	740	1745	2600	3960	3760	3300	-	4380	5020	4440
ХЦ-09	1382.4	2320	650	1140	1855	740	-	2390	3340	5000	3860	3860	4380	-	5640	5180
ХЦ-10	864	2400	2830	3280	1450	1745	2390	-	1480	5420	5460	3860	4960	5580	-	3540
ХЦ-11	1728	1100	3565	3200	1600	2600	3340	1480	-	5180	5200	3280	4420	5140	3600	-

Энэ аргаар хошуу туугдасны пролювийн хурдасны уст давхаргын ашиглалтын нийт нөөц нь 81 л/сек буюу 6998.4 м<sup>3</sup>/хоног болж тооцооны түвшний бууралт нь хээрийн туршилтын шавхалтын түвшний бууралтыг 2 дахин экстрополяци хийсэн нөхцөлөөс ихгүй байна.

2-р тэгшитгэл: Хошуу туугдасны гидрогеологийн структур дахь газрын доорх усны ашиглалтын нөөцийг тооцох үндсэн аргын нэг нь галерей дахь түвшний бууралтыг тодорхойлон улмаар “а” коэффициентээр үржүүлэн цооногт шилжих арга юм [3]. Энэ аргаар тодорхойлсон газрын доорх усны ашиглалтын нөөц баялгийн тооцоог дор үзүүллээ.

Үндсэн тэгшитгэл нь:

$$S_{\text{гал}} = \left( \frac{Q}{KH\gamma} - i \right) L_H$$

Энд:  $S_{\text{гал}}$  – галерей дахь газрын доорх усны түвшний бууралт, м.

$Q$  – цооногийн төслийн ундарга, м<sup>3</sup>/хоног

$K$  – уст давхаргын чулуулгийн шүүрэлтийн итгэлцүүр, м/хоног.

$H$  – уст давхаргын зузаан, м.

$\gamma$  – цооног хоорондох зай, м.

$L_H$  – тэжээлийн алсалтын нөлөөллийг тооцсон шилжүүлсэн радиус, м.

$$L_H = 1.12\sqrt{at}$$

$a$  – уст давхаргын түвшний өөрчлөх чадварын итгэлцүүр, м<sup>2</sup>/хоног

$t$  – газрын доорх усны ашиглалтын нөөцийг ашиглах хугацаа, хоног. Тооцоонд 9125 хоногоор авсан болно.

Галерейгээс цооног руу шилжих итгэлцүүрийн томъёо:

$a = 1 + \frac{\gamma}{\pi L_H} \ln \frac{\gamma}{2\pi r_0}$  Энд таних тэмдгүүд дээрхтэй адил бөгөөд  $r_0$  цооногийн радиус юм.

*XЦ-04:  $L_H = 1.12\sqrt{at} = 1.12\sqrt{6766.7 \times 9125} = 8801$  м. I-г XЦ-09-ээс XЦ-04 хооронд тодорхойлов:  $H_1=1813.89$  м,  $H_2=1812.6$  м,  $L=650$  м,  $I=0.002$*

$$S_{\text{гал}} = \left( \frac{Q}{KH\gamma} - i \right) L_H = \left( \frac{864}{20 \times 40.6 \times 500} - 0.002 \right) 8801 = 9.95 \text{ м}$$

$$a = 1 + \frac{\gamma}{\pi L_H} \ln \frac{\gamma}{2\pi r_0} = 1 + \frac{500}{3.14 \times 8801} \ln \frac{500}{2 \times 0.1 \times 3.14} = 1.12. S_{\text{цооног}} = S_{\text{гал}} \times a = 9.95 \times 1.12 = 11.14 \text{ м}$$

$S_{\text{зөв}} = 0.5H = 20.3$  м тул  $Q = 864$  м<sup>3</sup>/хоног ашиглалтын нөөцийг хангаж байна.

*XЦ-06:  $L_H = 1.12\sqrt{at} = 1.12\sqrt{14006.3 \times 9125} = 12662$  м. I-г XЦ-04-ээс XЦ-06 хооронд тодорхойлов:  $H_1=1812.6$  м,  $H_2=1812.4$  м,  $L=500$  м,  $I=0.0004$*

$$S_{\text{гал}} = \left( \frac{Q}{KH\gamma} - i \right) L_H = \left( \frac{864}{78.54 \times 21.4 \times 500} - 0.0004 \right) 12662 = 7.6 \text{ м}$$

$$a = 1 + \frac{\gamma}{\pi L_H} \ln \frac{\gamma}{2\pi r_0} = 1 + \frac{500}{3.14 \times 12662} \ln \frac{500}{2 \times 0.1 \times 3.14} = 1.08. S_{\text{цооног}} = S_{\text{гал}} \times a = 7.6 \times 1.08 = 8.21 \text{ м}$$

$S_{\text{зөв}} = 0.5H = 10.7$  м тул  $Q = 864$  м<sup>3</sup>/хоног ашиглалтын нөөцийг хангаж байна.

*XЦ-07:  $L_H = 1.12\sqrt{at} = 1.12\sqrt{12712.5 \times 9125} = 12063$  м. I-г XЦ-09-ээс XЦ-07 хооронд тодорхойлов:  $H_1=1813.89$  м,  $H_2=1811.53$  м,  $L=650$  м,  $I=0.0012$*

$$S_{\text{гал}} = \left( \frac{Q}{KH\gamma} - i \right) L_H = \left( \frac{1728}{27 \times 56.5 \times 1150} - 0.0012 \right) 12063 = 2.65 \text{ м}$$

$$a = 1 + \frac{\gamma}{\pi L_H} \ln \frac{\gamma}{2\pi r_0} = 1 + \frac{1150}{3.14 \times 12063} \ln \frac{1150}{2 \times 0.1 \times 3.14} = 1.23. S_{\text{цооног}} = S_{\text{гал}} \times a = 2.65 \times 1.23 = 3.26 \text{ м}$$

$S_{\text{зөв}} = 0.5H = 28.25$  м тул  $Q = 1728$  м<sup>3</sup>/хоног ашиглалтын нөөцийг хангаж байна.

*XЦ-08:  $L_H = 1.12\sqrt{at} = 1.12\sqrt{2758.3 \times 9125} = 5619$  м.  $I=0.0013$ -аар авсан.*

$$S_{\text{гал}} = \left( \frac{Q}{KH\gamma} - i \right) L_H = \left( \frac{864}{10 \times 33.1 \times 1150} - 0.0013 \right) 5619 = 5.62 \text{ м}$$

$$a = 1 + \frac{\gamma}{\pi L_H} \ln \frac{\gamma}{2\pi r_0} = 1 + \frac{1150}{3.14 \times 5619} \ln \frac{1150}{2 \times 0.1 \times 3.14} = 1.49. S_{\text{цооног}} = S_{\text{гал}} \times a = 5.62 \times 1.49 = 8.37 \text{ м}$$

$S_{\text{зөв}} = 0.5H = 16.55$  м тул  $Q = 864$  м<sup>3</sup>/хоног ашиглалтын нөөцийг хангаж байна.

*XЦ-09:  $L_H = 1.12\sqrt{at} = 1.12\sqrt{5824.78 \times 9125} = 8165$  м. I-г дунджаар  $I=0.0013$ -аар авсан.*

$$S_{\text{гал}} = \left( \frac{Q}{KH\gamma} - i \right) L_H = \left( \frac{1382.4}{10.77 \times 64.9 \times 740} - 0.0013 \right) 8165 = 11.85 \text{ м}$$

$$a = 1 + \frac{\gamma}{\pi L_H} \ln \frac{\gamma}{2\pi r_0} = 1 + \frac{740}{3.14 \times 8165} \ln \frac{740}{2 \times 0.1 \times 3.14} = 1.21. S_{\text{цооног}} = S_{\text{гал}} \times a = 11.85 \times 1.23 = 14.34 \text{ м}$$

$S_{\text{зөв}} = 0.5H = 32.45$  м тул  $Q = 1382.4$  м<sup>3</sup>/хоног ашиглалтын нөөцийг хангаж байна.

*XЦ-10:  $L_H = 1.12\sqrt{at} = 1.12\sqrt{1925 \times 9125} = 4694$  м. I-г дунджаар  $I=0.0013$ -аар авсан.*

$$S_{\text{гал}} = \left( \frac{Q}{KH\gamma} - i \right) L_H = \left( \frac{432}{3.5 \times 66 \times 1745} - 0.0013 \right) 4694 = 0.94 \text{ м}$$

$$a = 1 + \frac{\gamma}{\pi L_H} \ln \frac{\gamma}{2\pi r_0} = 1 + \frac{1745}{3.14 \times 4694} \ln \frac{1745}{2 \times 0.1 \times 3.14} = 1.95. S_{\text{цооног}} = S_{\text{гал}} \times a = 0.94 \times 1.95 = 1.83 \text{ м}$$

$S_{\text{зөв}} = 0.5H = 33$  м тул  $Q = 432$  м<sup>3</sup>/хоног ашиглалтын нөөцийг хангаж байна.

*XЦ-11:  $L_H = 1.12\sqrt{at} = 1.12\sqrt{26100 \times 9125} = 17284$  м. I-г  $I=0.0004$ -аар авсан.*

$$S_{\text{гал}} = \left( \frac{Q}{KH\gamma} - i \right) L_H = \left( \frac{864}{290 \times 10.8 \times 1480} - 0.0004 \right) 17284 = 3.63 \text{ м}$$

$$a = 1 + \frac{\gamma}{\pi L_H} \ln \frac{\gamma}{2\pi r_0} = 1 + \frac{1480}{3.14 \times 17284} \ln \frac{1480}{2 \times 0.1 \times 3.14} = 1.21 \quad S_{\text{цооног}} = S_{\text{гал}} \times a = 3.63 \times 1.21 = 4.39 \text{ м}$$

$S_{\text{зоб}} = 0.5H = 5.4 \text{ м}$  тул  $Q = 864 \text{ м}^3/\text{хоног}$  ашиглалтын нөөцийг хангаж байна.

### Дүгнэлт

Хөх сэрхийн нурууны өвөр бэлийн хошуу туугдасны ордын талбай нь  $19.2 \text{ км}^2$ ,  $2.7\text{-}5.8 \text{ км}$  урт,  $2.9\text{-}4.6 \text{ км}$  өргөнтэй, дөрөвдөгчийн пролювийн гаралтай нүх сүвийн ус агуулагч коллекторт агуулагдана. Нүх сүвийн коллектор нь сайр сайрга, дайр дайрга агуулсан элсэрхэг хурдсаас бүрдэнэ. Ус агуулагч давхарга нь  $145 \text{ м}$  хүртлэх байрлах ба неогений ус үл нэвтрүүлэгч шаварлаг хурдсаар уллана. Уст давхаргын зузаан нь  $21.4\text{-}66.0 \text{ м}$  дундажаар  $47.1 \text{ м}$ . Цооногуудын ундарга  $2.5\text{-}10.2 \text{ л/с}$ , бууралт  $0.08\text{-}27.4 \text{ м}$ , хувийн ундарга ихэвчлэн  $0.2\text{-}8.26 \text{ л/с}$ , ховроор  $16.5 \text{ л/с}$ ,  $31.25 \text{ л/с}$  хүрдэг (цооног ХЦ-06, ХЦ-11). Ус дамжуулалт  $231\text{-}3132 \text{ м}^2/\text{хон}$ , дундажаар  $2543.52 \text{ м}^2/\text{хон}$ .

Элгэн булагийн газрын доорх усны орд нь Байгаль орчин, аялал жуулчлалын Сайдын 2012 оны 01 дугаар сарын 17-ны өдрийн А-28 тоот тушаалаар батлагдсан (1 дүгээр хавсралт) “Газрын доорх усны нөөцийн ангилал, зэрэглэл”-ийн аргачилсан зааврын дагуу гидрогеологийн нийлмэл нөхцөлтэй 2-р бүлгийн ордод хамаарагдана.

Ашиглалтын нөөцийн тооцоог тодорхой ус авах байгууламжийн бүдүүвчийг сонгон гидродинамикийн хоёр аргаар ашиглалтын 25 жилийн хугацаанд тооцсон. Ашиглалтын 7 цооногоос ус авахаар нөөцийг **6998,4 м<sup>3</sup>/хон** гэж тодорхойлсон болно.

### Ашигласан ном, сэтгүүл

1. Мандалбаяр.Г. Говь-Алтай аймгийн Есөнбулаг сумын нутаг дахь Булаг талбайд 2018 онд буюу 9 дэх жилд гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын тайлан. Улаанбаатар, 2019.
2. Энхбат.Р. 15337Х тоот талбай орчмын “Элгэний тал”-д явуулсан газрын доорх усны эрэл зураглалын геофизикийн цахилгаан хайгуулын ажлын тайлбар. УБ, 2019.
3. Биндемман.Н.Н, Язвин.Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М. “Недра”.1970.
4. Бочеввер.Ф.М. Теория и практические методы расчётов эксплуатационных запасов подземных вод. М. “Недра”. 1968.
5. Боровский.В.В, Самсонов.В.Г, Язвин.Л.Г. Определение гидрогеологических параметров по данным откачек. М. Недра. 1973.
6. Дробноход.Н.И. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. Изд. “Вища школа”. Киев. 1976.
7. Климентов.П.П, Кононов.В.М. Методика гидрогеологических исследований. М.”Высшая школа”. 1978.
8. Скабалланович.И.А. Гидрогеологические расчеты. Гостехиздат. М.1960.

# ГАДАРГЫН УРСАЦ ТООЦОХ АРГУУДЫГ ТУРШСАН ҮР ДҮН

Ш.Отгонсүрэн, Б.Ганболд, Л.Жамбажамц

Монгол улсын их сургууль, Ус-цаг уур-цэвдэг судлалын лаборатори

## Хураангуй

Тус судалгааны ажлыг Төв Азийн гадагш урсацгүй ай савын томоохон төлөөлөл Завхан голын сав газрын эхэн хэсэг Гуулин ус судлалын харуулын хөндлөн чиглэлд тодорхойлсон ус хурах талбайн хэмжээнд хийж гүйцэтгэлээ. Монгол орны төвийн бүсэд 2016 оны 7-р сарын 08 нд орсон аадар тунадасны тоо (18-22 мм) хэмжээг Weather Research and Forecasting (WRF) v4.0.3 загварын үүлний микросфизикийн 7 төрлийн схемээр тооцоолон цаг уурын станцуудын мэдээ болон GPM (Global Precipitation Measurement)-тэй харьцуулан үнэлээд NSSL and Morrison double-moment схемээр тооцсон нийлбэр тунадасны хэмжээ газрын хэмжилтийн үр дүнтэй илүү нийцэж буйг олж тогтоов. Орон зайд тооцсон нийлбэр хур тундасны үр дүнг ашиглан Америкийн нэгдсэн улсын (АНУ) Хөрс хамгаалах нийгэмлэгээс боловсруулан гаргасан SCS-CN аргаар гадаргын урсацын хэмжээг тооцож улмаар гарсан үр дүнг Завхан-Гуулин ус судлалын харуулд хэмжигдсэн усны өнгөрөлтийн мэдээгээр урсацын давхараа бодож харьцуулан үзэв. Судалгааны дүнгээс авч үзвэл бодит урсацын хэмжээ SCS-CN арга хоорондын зөрүү 1.3 мм ба WRF загварын MP10, MP18 схемүүдээр тооцсон урсац бодит урсацын хэмжээ ба SCS-CN аргын тооцооны үр дүнтэй илүү таарч буй нь тогтоогдлоо.

**Түлхүүр үг:** *SCS-CN арга, WRF загвар*

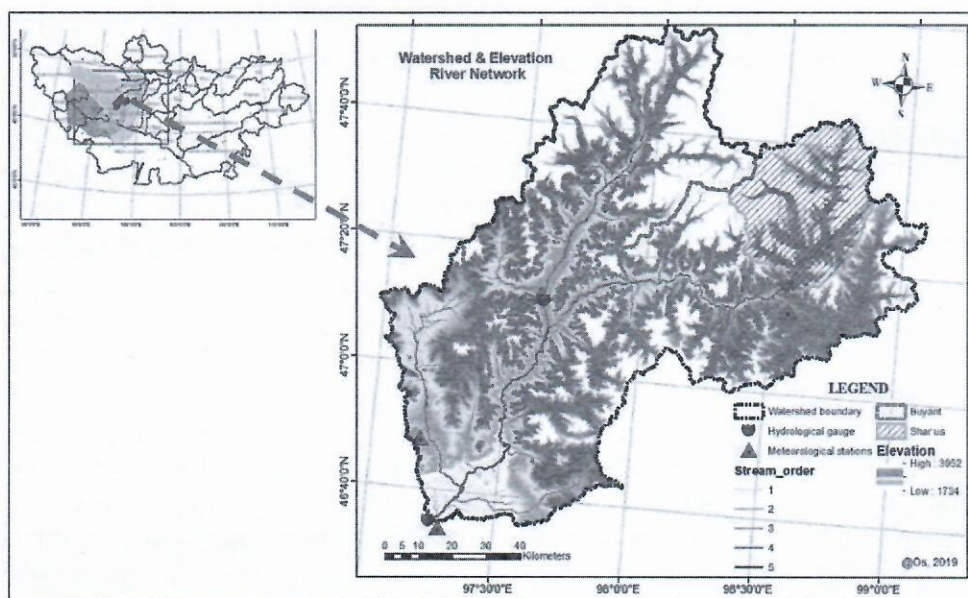
## Оршил

Монгол оронд уур амьсгалын өөрчлөлт эрчимтэй явагдаж буйн нэг илрэл нь хур тунадасны эрчимшил нэмэгдэж улмаар хөрсөнд шингэх процесс алдагдаж, газрын гадарга доройтох, ургамал сийрэг ургах, гэнэтийн үер усны гамшиг осол тохиох нөхцөл бий болж байгааг эрдэмтэн судлаачид дуу нэгтгэйгээр хэлж ярих боллоо. Энэ нөхцөлтэй уялдаж гадаргын урсацыг агаар мандалд явагдах үзэгдэл болон дэвсгэр гадаргын геоморфологи, физик шинж чанараас хамааран хэрхэн хувьсаж өөрчлөгдөж буйг үнэлэх, дэлхий нийтэд хүлээн зөвшөөрөгдөж, өргөн хэрэглэгдэж буй арга зүйг турших нь судалгааны ажлын гол зорилго болно.

Гадаргын урсац үүсэх процесс маш комплекс бөгөөд шугаман бус, динамик шинж чанартайн зэрэгцээ түүнийг хөдөлгөгч физик хүчин зүйлүүд олон, дотоод харилцан үйлчлэл нарийн явагддаг онцлогтой [1]. Энэ нарийн нийлбэл үйл явцыг орон зайн буюу сав газар, ус хурах талбайн хэмжээнд дан ганц ус судлалын харуулын мэдээнд тулгуурлан тооцох нь өрөөсгөл юм. Тийм учраас бид нэгдүгээрт цаг уур, уур амьсгалын шинжлэх ухаанд хүчтэй хэрэглэгдэж буй АНУ-ын National Center for Atmospheric Research (NCAR), the National Oceanic and Atmospheric Administration (represented by the National Centers for Environmental Prediction (NCEP) and the Earth System Research Laboratory), the U.S. Air Force, the Naval Research Laboratory, the University of Oklahoma, and the Federal Aviation Administration (FAA) байгууллагууд хамтран хөгжүүлж буй цаг агаарын мезо масштабын WRF загвараар үүлэнд явагдах микро физик процессуудыг судлан 7 төрлийн дэд схемүүдийн дагуу симуляц явуулж

судалгааны мужид хамаарах нутаг дэвсгэрийн нийлбэр хур тундасны хэмжээг орон зай, цаг хугацааны өндөр нарийвчлалтай тооцон гаргаж Noah-Multiparameterization Land Surface Model (Noah-MP) загвар болон SCS-CN аргын үндсэн өгөгдөл болгон ашиглаж урсацын хэмжээг тооцсон болно.

Гадаргын урсацын хэмжээг урьдчилан таамаглах нь усан сангийн тооцоо болон үерийн хэмжээг үнэлэхэд чухал ажил юм [2]. Манай орны хувьд гадаргын урсацын хуримтлуулан ашиглах талаар улсын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн үйл ажиллагааны хөтөлбөрт тусгасан боловч хэрэгжилтийн хувь тааруу байна. Мөн хөв, цөөрөм байгуулах тохиромжтой байдлын үнэлгээ хийгдэж гарын авлага боловсруулагдан гарсанч энэ нь зөвхөн газарзүй мэдээллийн системд тулгуурлан хийх боломжийг бүрдүүлжээ. Иймд бид бүхэн агаар мандал, газар бүрхэвч, геоморфологийн хүчин зүйлсийг харгалзсан бүрэн хэмжээний туршилт судалгааг хийх зайлшгүй юм гэж ойлгосны үндсэн дээр энэхүү ажлыг гүйцэтгэлээ.



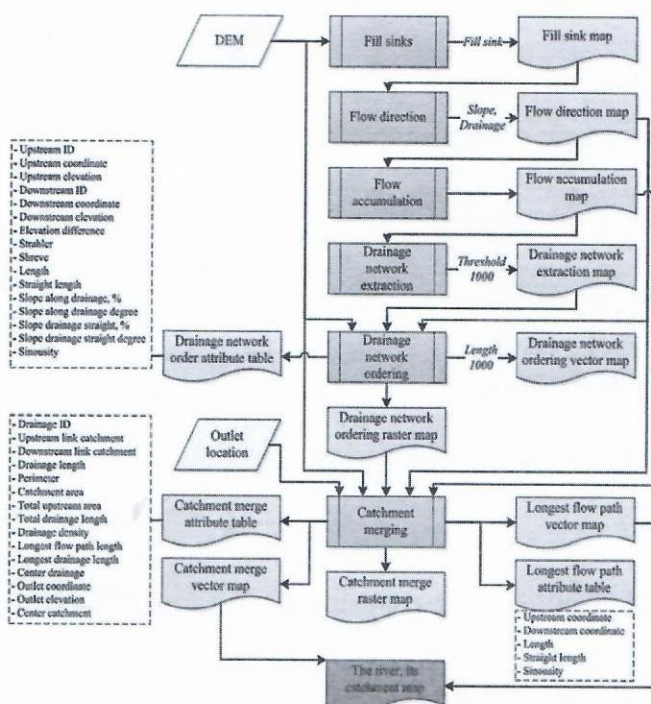
Зураг 1. Завхан голын Гуулин ус судлалын харуулын хөндлөн чиглэлд хамаарах ус хурах талбай

Уг талбайн ус хурах талбайн хэмжээ 12969 ам км, ус зүйн сүлжээний нягтшил  $0.27 \text{ km}^{-1}$ , дундаж өндөржилт 2842 м, дундаж хэвгий 18%, урсгалын дээд чиглэлд өндөр уулын, дунд хэсэгт тал хээрийн, адаг орчмоор хуурай хээр, цөлийн байгалийн бүс ялгарна.

### Арга-арга зүй, материал

1. Монгол орны төвийн бүсэд орсон нийлбэр хур тунадасны хэмжээг European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) ERA-Interm reanalysis (6-h intervals,  $0.75 \times 0.75$  resolution) мэдээг авч 3 км орон зайн нарийвчлалтайгаар (WRF) v4.0.3 загвараар симуляц явуулж гарсан үр дүнд биас-статистик анализ хийж нэгдүгээр үр дүнг гарган авав.
2. Тунадас тооцсон орон зайд бүхэлдээ багтах ус хурах талбайг хайж сонгосон бөгөөд Завхан голын Гуулин хөндлөн чиглэл хамаарч байв. Ус хурах талбайг зураглахдаа Alos Palsar хиймэл дагуулын 12.5 м нарийвчлалтай өндрийн тоон

мэдээг (digital elevation model) ашиглав. Ус хурах талбай, голын сүлжээ зураглах үйл явц доорх схемийн дагуу гүйцэтгэгдэнэ.



Зураг 2. Ус хурах талбай, голын сүлжээ зураглах процедур

Дээрх схем нь газарзүй мэдээллийн системийн Arcgis програм хангамжийн Archydro тусгай хэрэглүүрийн тусламжтай үйлдсэн.

3. Гадаргын урсац тооцох SCS-CN арга – Энэ арга нь өргөн хэрэглэгдэж байгаа, хялбар, үр дүн өндөртэй арга юм.

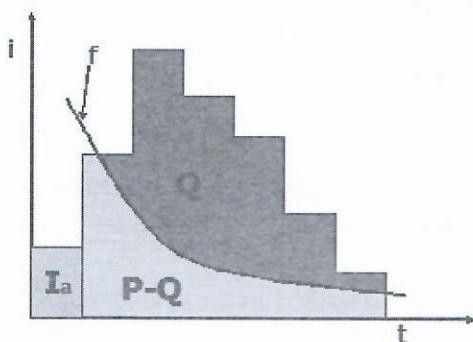
$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + S}, \quad P > 0.2I_a \quad (1)$$

$$I_a = \phi S \quad (2)$$

$$S = 25.4 \left( \frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (3)$$

Энд,

Q - урсац (мм), P = тунадас (мм), S - урсац үүссэний дараах боломжит чийг (мм), I<sub>a</sub> - тунадас орохоос өмнөх хөрсний чийгийн хэмжээ (мм), φ - урсацын итгэлцүүр CN - хөрсний төрөл, газар ашиглалтаас хамаарах параметр



Зураг 3. SCS-CN аргын график дүрслэл [5]

CN-параметрийг олохдоо ус хурах талбайн хөрс, ургамал нөмрөгийн төрлүүдийг ялгаж, гидрологийн хөрсний группд шилжүүлэн, газар ашиглалтын байдлыг тусгай таблиц ашиглан үнэлж тохирох утгыг орон зайн хэмжээнд дундажлан тооцно.

4. Усны өнгөрөлтийн мэдээнээс шууд урсац ялгахдаа шулуун шугамын арга Web-based Hydrograph Analysis tool (WHAT)-ийг ашиглаж тооцов.

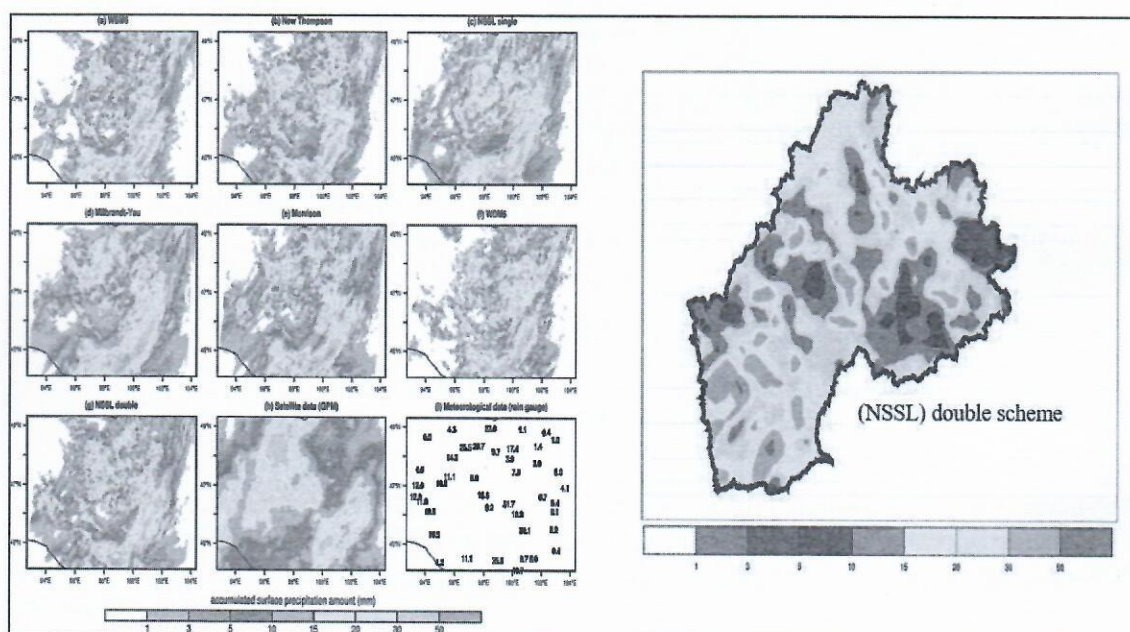
$$H = \frac{\sum_{i=1}^{24} (Q - bf) * t}{A} \quad (4)$$

Энд,

- H - урсац (мм),
- Q - өнгөрөлт ( $m^3/c$ ),
- bf - суурь урсац ( $m^3/c$ ),
- t - шууд урсац үргэлжлэх хугацаа (сек),
- A - ус хурах талбай ( $m^2$ )

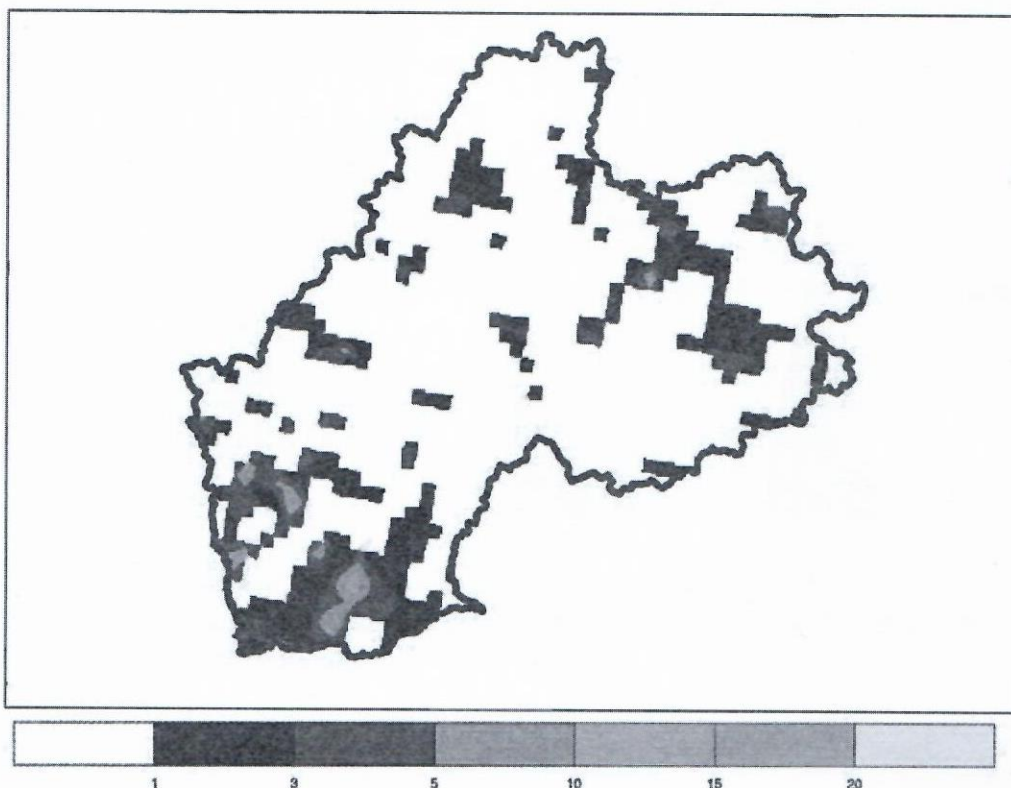
### Үр дүн

WRF загварын [6] үүлний микро физикийн 7 төрлийн схемээр тооцсон үр дүн болон хамгийн таарц өндөртэй (NSSL) double scheme -ийн хур тунадасны хэмжээг ус хурах талбайд түвшинд авч үзлээ (Зураг 4).



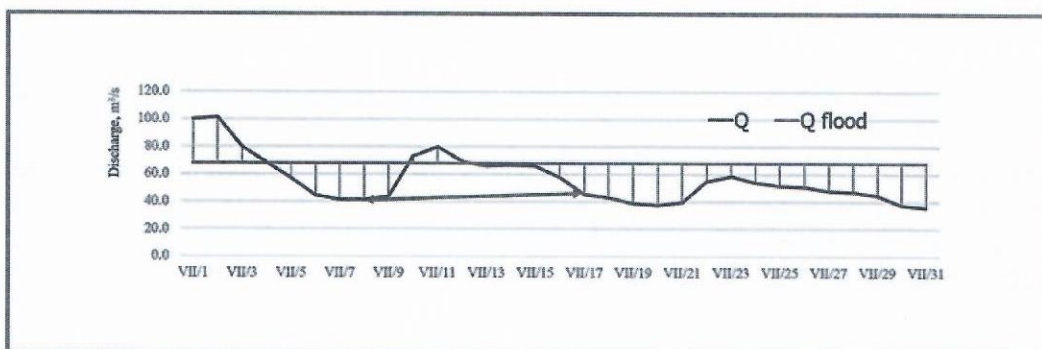
Зураг 4. WRF загвараар тооцсон нийлбэр тунадас

Ус хурах талбайд тооцсон тунадасны мэдээг ашиглан Noah-MP загвараар гадаргын урсацын орон зайн тархалтыг гарган авсан үр дүнг зураг 5-д үзүүлэв.



Зураг 5. WRF(Noah) загварын урсац тооцсон үр дүн

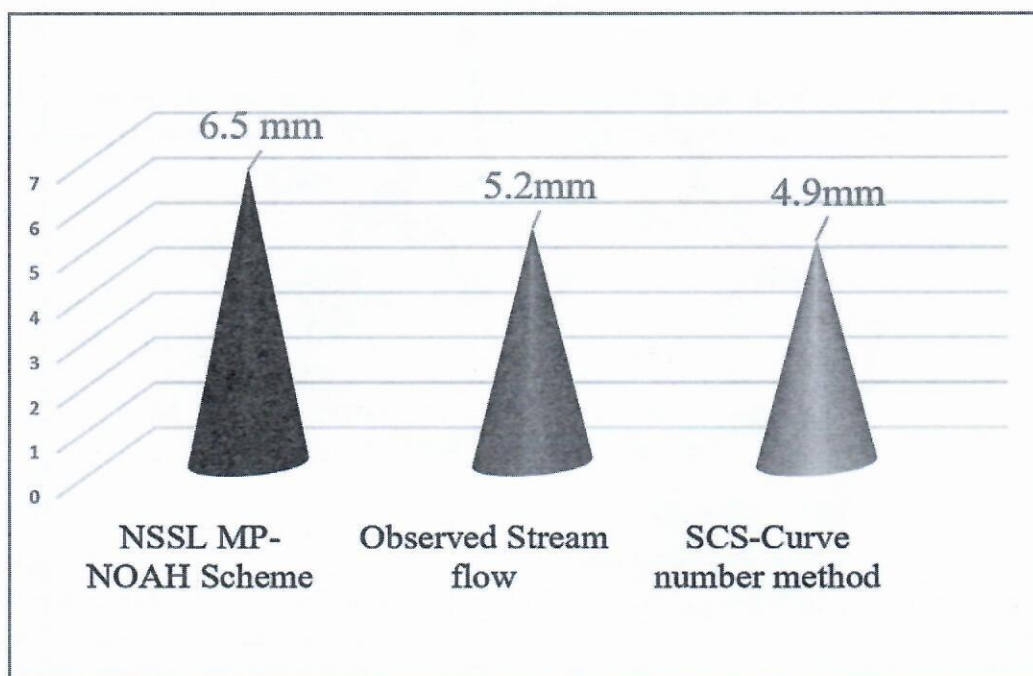
Ус судлалын харуулын өнгөрөлтийн мэдээ ашиглан гидрограф байгуулж шууд урсацын хэмжээг бодож гаргав (Зураг 6).



Q	T second	V	Area	H mm
80.11	86400	6921504	12969	5.2
112.77		9743328		
114.57		9898848		
102.3		8838720		
99.3		8579520		
99.72		8615808		
94.69		8181216		
80.19		6928416		

Зураг 6. Урсацын горим ба хэмжээ

Гадаргын урсац тооцсон аргуудын үр дүнг зураг 7-д харьцууллаа.



Зураг 7. Ажиглагдсан ба загвараар тооцсон урсацын ялгаа

### Дүгнэлт

Судалгааны дүнгээс авч үзвэл бодит ажиглагдсан урсацын хэмжээ WRF(Noah) land surface загвар болон SCS-CN аналитик аргаар тооцсон үр дүнтэй харьцангуй ойролцоо 0.3-1.3мм зөрүүтэй байгаа нь туршилт судалгааны үр дүнг хангалттай гэж дүгнэхэд хүргэж байна.

SCS-CN аналитик аргын CN-параметрийн утгыг тооцоход газар ашиглалтын байдал, ургамалан нөмрөг, хөрсний төрөл, ус нэвчүүлэх эрчим зэрэг мэдээлэл шаардагдах бөгөөд тухайн процесс болох үеийн газрын гадаргын шинж чанарыг үнэлэн сонгоход нэлээд цаг хугацаа, хөдөлмөр зарцуулахаар байна. Эндээс монгол орны хөрсний ангиллыг \*Hydrologic soil group ангилалд хөрвүүлэх ажил хийх ёстойг ойлгож авлаа.

Дээрх аргуудыг тунадас урсац үүсэх олон тооны процессод ашиглаж зөрүү үүсгэж буй факторуудыг олж тогтоох, параметруудийг тохируулах шаардлага урган гарч байна.

Цаг уурын станц цөөн, бүрэн төлөөлж чадахгүй сав газар, ус хурах талбайн хэмжээнд хур тунадасны хэмжээг орон зай, цаг хугацааны өндөр нарийвчлалтай тооцох боломж олгож буй WRF загварын үр дүнгээр гадаргын усны балансын бүрэлдэхүүнийг тодорхойлох, хөрсний ус чийгийн хэмжээг үнэлэх, гадаргын ба газар доорх усны холбоо хамаарлыг нарийвчлах зэрэг байгалийн ус зүйн үзэгдэл, процессыг таних мэдэх ажлыг илүү өргөн хүрээнд явуулах боломж байгааг онцлон тэмдэглэмээр байна.

Бүс нутгийн хэмжээнд унах тунадасны хэмжээг урьдчилан тооцож, гадаргын урсацыг үнэлснээр болзошгүй үер усны гамшиг ослоос сэргийлэх, гадаргууд үүссэн усны нөөцийг хуримтлуулах, хуваарилах усны барилга байгууламжуудыг төсөллөх, усны нөөцийн бодлого төлөвлөлтөд чухал ажил болох юм.

#### **Ашигласан ном, сэтгүүл**

1. Jaimin Patel, N. P. Singh, Surface Runoff Estimation Using SCS-CN method- A Case Study on Bhadar Watershed, Gujarat, India, 2017.
2. A. A. Kulkarni, S. P. Aggarwal & k.k.das, Estimation of Surface Runoff using Rainfall – Runoff Modeling of Warasgaon Dam Catchment A Geospatial Approach, 2004.
3. Xitian Cai, Zong-Liang Yang, Cédric H. David, Guo-Yue Niu, and Matthew Rodell - Hydrological evaluation of the Noah-MP land surface model for the Mississippi River Basin, 2014.
4. Shahana Khatun – Estimation of Surface Runoff and its Seasonality of Kushkarni River Basin, 2016.
5. Tiewri Lyngdoh Nonglait and B K Tiwari, application of scs-cn method for estimation of runoff in a humid microwatershed, 2016
6. Hong, S.-Y., and J.-O. J. Lim, The WRF Single-Moment 6-Class Microphysics Scheme (WSM6), J. Korean Meteor. Soc., 2006.

# ХАНГАЛЫН ГОЛЫН ХӨНДИЙН ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ ЗАГВАРЧЛАЛ

Н.Буянхишиг

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

И-мэйл: bbn@must.edu.mn

## Хураангуй

Хангалын гол хөндийд үүсэх газрын доорх усны нэмэлт тэжээмжийг тогтоож, үйлдвэрлэлийн техникийн усыг нэмэгдүүлэх боломжийг тогтоох асуудлыг шийдвэрлэх зорилгоор энэхүү судалгааг хийсэн. Газрын доорх усны урсгалын загварчлалыг Visual MODFLOW программ ашиглан төгсгөлөг ялгаварын тоон загварын аргаар тооцоо хийлээ. Газрын доорх усны урсацын загвараар 3 цооногоор хоногт  $4000\text{м}^3$  буюу цагт  $166\text{ м}^3$  ус татах тооцоо хийхэд шүүрлийн сувгаас доош газрын доорх усны түвшин буурч газрын доорх усны зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс бага үйлдвэрлэлийн техникийн усан хангамжид ашиглахад тохиромжгүй тооцоо гарсан.

**Түлхүүр үг:** Газрын доорх усны тэжээмж, Урсацын загвар, Шүүрлийн суваг

## Оршил

Эрдэнэтийн уулын баяжуулах үйлдвэр болон хаягдлын сан Хангал голын дээд хэсэгт оршино. Эрдэнэт ба Зуны голууд нийлж урсац үүсгэсэн хэсгээс доош Хангал нэртэй болж Хангал гол урсана.

Судалгааны талбай хавцал маягийн гүнзгий хэрчигдэлд орсон голын хөндий юм. Хангалын голын хөндийн рельефийн гарал үүсэл нь хуримтлалын төрөлд хамаарагдах ба хүрээлэн буй уулсын төрөл нь дов толгодорхог, морфометрийн хувьд дунд зэргийн хэрчигдмэлд хамаарагдана.

Хангал голын ус цуглуулах талбай 1831 квадрат км бөгөөд жилийн дундаж урсац  $1.1\text{ м}^3/\text{сек}$  гэж тодорхойлогдсон байна. Хангалын голын эхийн хөвөө хэсгийн нэлээн их хэсэг нь усанд дэвтэж намагжсан байдалтай байх ба газрын доорх усны түвшин 0.0–2.0 м хүртэл оршдог. Голын усны үнэмлэхүй түвшин нь 1225.0 м, дэнжүүд нь дагуу байрлалтай байх ба хуримтлалын аллювийн хурдсаас бүрдэнэ.

Тухайн судалгааны талбайд дөрөвдөгчийн аллюви, пролювийн уст давхарга, хүчтэй өгөршилд орсон интрузив, эффузив болон барьцалдсан тунамал чулуулгийн ан цавын уст давхарга тархана. Газрын доорх усны нөөц бүрдэлтэнд дөрөвдөгчийн хурдсын уст давхарга гол үүрэгтэй.

Эхний уст үе нь жижиг ширхэгтэй мөхлөг бүхий нилээн их нунтаглагдсан элс, лагархаг шавранцаруудын үе давхрагууд агуулсан жижиг ширхэгтэй лагархаг элс, шар өнгийн шаварлаг кварцлаг элс, хар өнгийн хүчтэй өгөршиж задарсан /торф/ хүлэр бүхий дөрөвдөгчийн ус агуулсан чулуулгуудаас бүрдсэн даралтгүй грунтн ус.

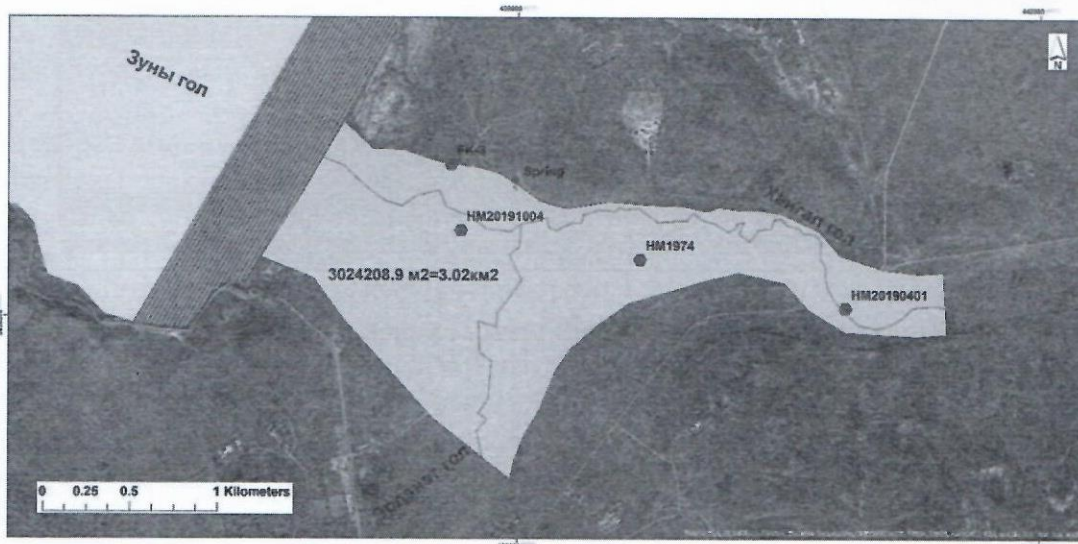
Уст үеийн газрын гадаргуугаас доош орших хамгийн бага гүн нь голын хөвөө орчим 0.5 м, хамгийн их гүн нь – голын хөвөөнөөс дээш байх нэгдүгээр дэнж ба 4-5 м –т байна. Энэ уст үеийн зузаан нь 40-100м –ийн хооронд хэлбэлздэг.

Уст үеийн усны тэжээгдлийн гол эх үүсвэр нь агаарын тунадас юм. Алдагдлын хэлбэр нь голын урсац болон халианы байдлаар илэрдэг. Эхний уст үеийн ерөнхий чиглэл нь тэжээгдлийн мужаасаа алдагдлын муж руу чиглэлтэй байна.

### Арга зүй

Хангалын гол хөндийд инженерийн байгууламжийн үйл ажиллагааны үр дүнд үүсэх газрын доорх усны нэмэлт тэжээмжийг тогтоож, үйлдвэрлэлийн техникийн усыг нэмэгдүүлэх боломж, ус татах байгууламжийн талбайн сонголт хийх зорилгоор хөндийн газрын доорх усны урсгалын загварчлалыг Visual MODFLOW программ ашиглан төгсгөлөг ялгаварын тоон загварын аргаар тооцоо хийлээ.

Загварыг Зуны гол, Эрдэнэтийн голын уулзвар Хангалын голын хөндийн  $3\text{км}^2$  талбайг багтаан  $2400 \times 4200$  хэмжээтэй тэгш өнцөгтийн талбайд  $225 \times 130\text{м}$  харьцаатай блокт хуваан шүүрлийн суваг, ус татах цооногуудын тооцоог нарийн тооцох зорилгоор блокын хэмжээг багасган  $112 \times 65\text{м}$  болгон торлолыг өөрчилсөн (Зураг 1).



Зураг 1. Газрын доорх усны загвар хийсэн талбай

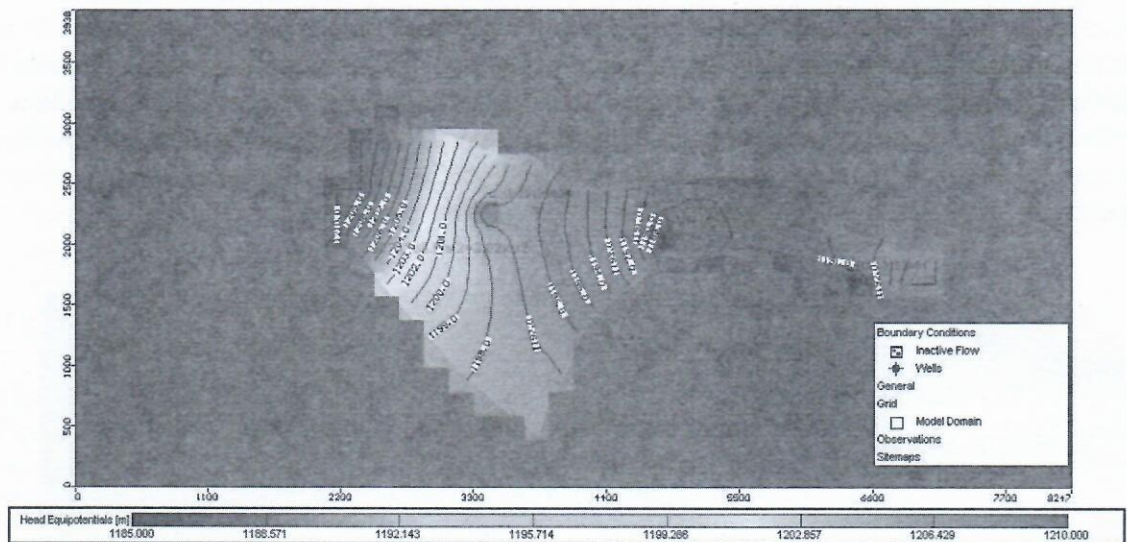
Зуны голын хөндийд, хаягдлын аж ахуйн шүүрлийн сувгийн урд  $100\text{м}$  гүнтэй өрөмдсөн HM20191004 цооногийн бичиглэлээс харахад  $51\text{м}$  хүртэл сэвсгэр чулуулаг, түүнээс доош өгөршилд орсон, ан цавтай боржин тархсан байсан. Шүүрийн цувааг хайрганцар жижиг ширхэгтэй хайрга агуулсан үе, элсэнцэр жижиг ширхэгтэй хайрган үе болон хүчтэй өгөршилд орж ан цавтай бутарсан боржинд суулгасан байв.

Хоёр ажиглалтын цооногтой HM20191004 цооногт хийсэн багц шавхалтын үр дүнгийн боловсруулалтаар гидрогеологийн параметрийн утгыг авсан. Шавхалтын материалын боловсруулалтаар зөвхөн сэвсгэр чулуулагт нэвтэрсэн HM20191003 ажиглалтын цооногийн шүүрэлтийн коэффициент  $15.4$  м/хоног, өгөршиж ан цавжсан боржинд нэвтэрсэн HM20191005 ажиглалтын цооногийн шүүрэлтийн коэффициент  $2.11$  м/хоног, ус өгөмж  $5.34 \times 10^{-5}$  гэж авлаа.

Хил хязгаарын нөхцөлийг пионер далангийн доорхи 4 мониторингийн цооногийн мэдээнд үндэслэн уст давхаргын түрэлт тогтмол ( $h=\text{const}$ ) хилээр, хөндийн

геологийн хилийг урсац мэдэгдэх ( $h=\text{const}$ ) хилээр сонгож авлаа. Пионер далангийн газрын доорх усны түвшний мэдээнээс далангийн доор газрын доорх усны түвшинг 1210м, хөндийн геологийн хилээр ямар нэгэн урсац орох эсвэл гарахгүй гэж үзэн урсацгүй хил гэж авсан.

Загварыг шүүрлийн суваг ус татахгүй, шавхалт туршилтын ажил гүйцэтгэсэн НМ20191004, НМ1974, НМ20190401 цооногуудаар ус татна гэж үзээд тооцоо хийж үзэв. НМ20191004 цооноогоор хоногт  $2000\text{м}^3$ , НМ1974 цооноогоор  $1500\text{м}^3/\text{хоног}$ , НМ20190401 цооноогоор  $500\text{м}^3/\text{хоног}$  ус татахаар тооцлоо.



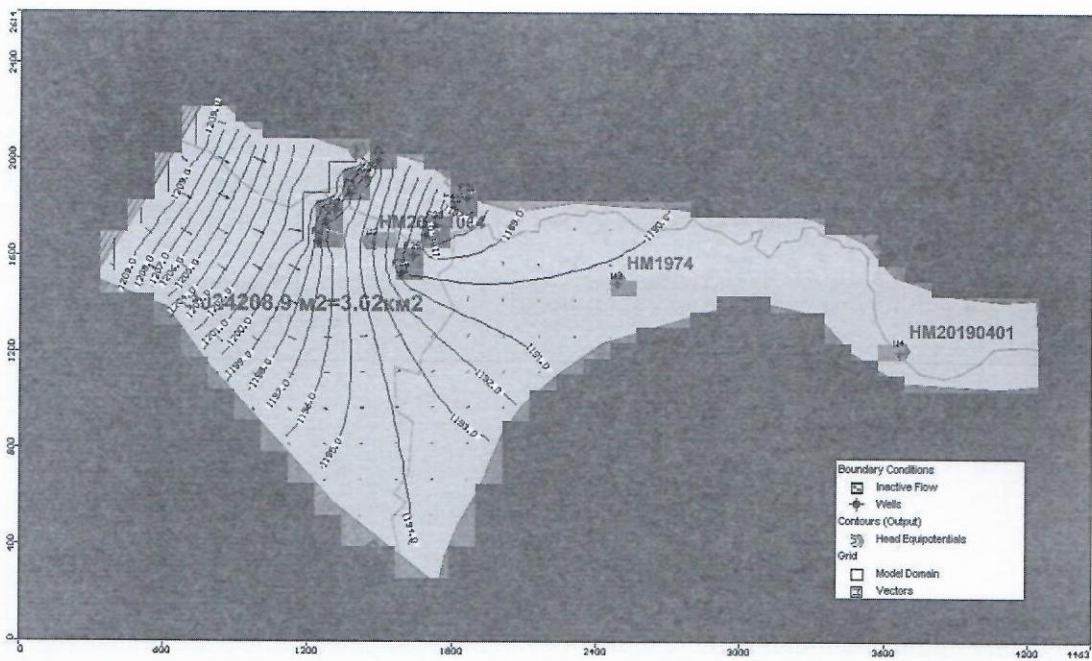
Зураг 2. Шүүрлийн суваг ажиллаагүй үеийн газрын доорх усны хөдөлгөөн

### Үр дүн

Загварын тооцооны дүнд НМ20191004 цооноогоос  $2000\text{м}^3/\text{хоног}$  ус татахад цооногийг тойрон 200м хэмжээтэй буурцын хүнхээл үүссэн байхад НМ1974 цооноогоос  $1500\text{м}^3/\text{хоног}$  ус татахад буурцын хүнхээлийн хэмжээ томорч  $500 \times 800\text{м}$  хэмжээтэй болж байв (Зураг 2).

Хаягдлын аж ахуйн 10м гүнтэй шүүрлийн сувгаар хоногт нийт  $23382\text{ м}^3$  ус авдаг тул загварын тооцоонд оруулж НМ20191004, НМ1974, НМ20190401 цооногуудаар ус татахгүй гэж тооцоход газрын доорх усны гидродинамикийн орон өөрчлөгдөж байна. Шүүрлийн сувгаар ус татаагүй байхад НМ20191004 цооногт газрын доорх усны түвшин 1197м байсан бол шүүрлийн суваг ажиллаж байхад түвшин 4м-ээр буурсан байна (Зураг 3). Хоёр шүүрлийн хооронд газрын доорх усны түвшин жигд бууж шүүрлийн сувгаас доош усны түвшин эрс бууралттай болж байгаа нь харагдаж байна.

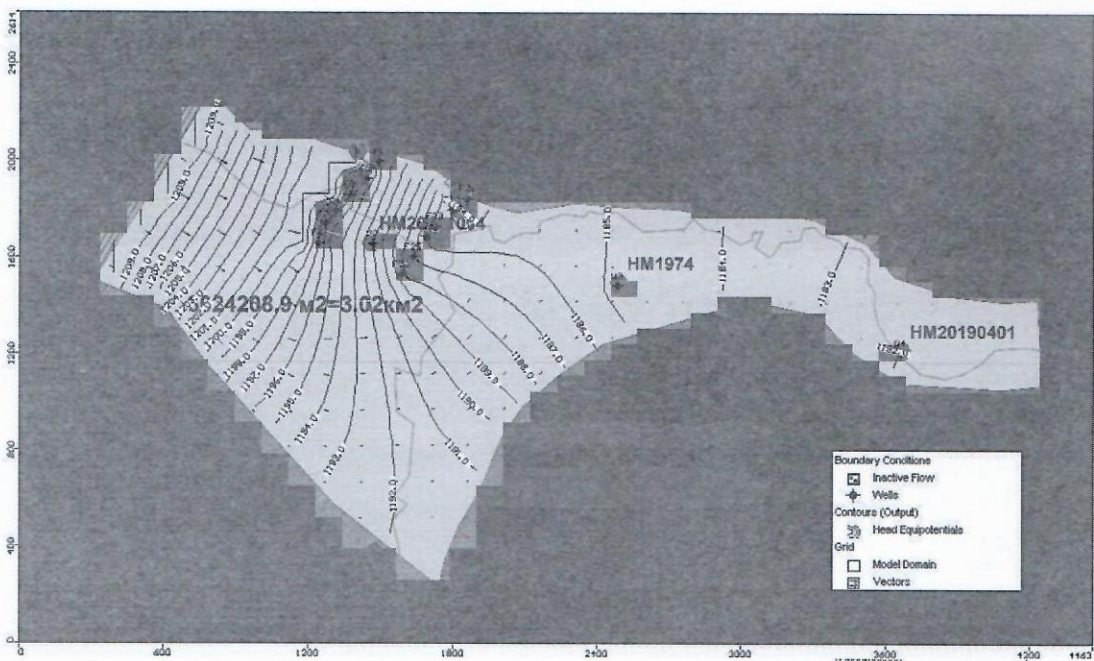
Газрын доорх урсгалын чиглэл Зуны голын хөндийн дагуу байхаас гадна Эрдэнэтийн голоос урсгал ирж шүүрлийн нөлөөгөөр зарим ус шүүрлийн сувагт орж байгааг зургаас харж болно.



Зураг 3. Шүүрлийн сувгийг тооцсон тогтворжсон хөдөлгөөний загвар

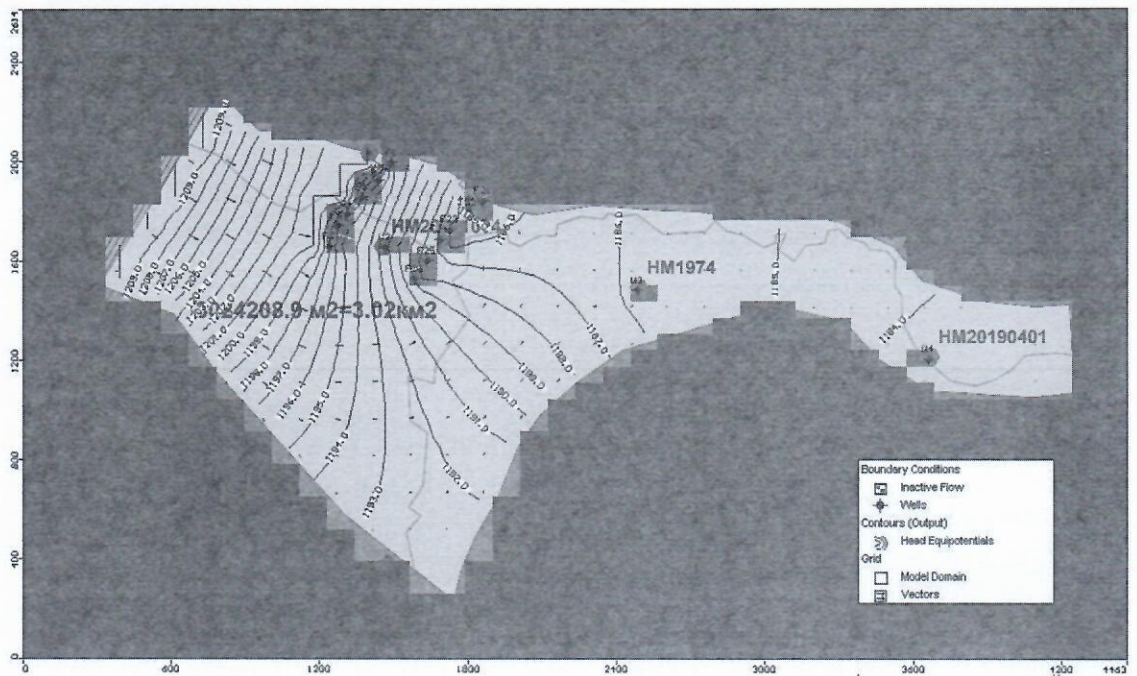
Тогтворжоогүй хөдөлгөөн буюу цаг хугацаанд өөрчлөлтөд тэжээмжийг хур тунадасны хэмжээгээр тооцож хавар, өвлийн улирал хур тунадас буухгүй, зун 250мм/жил, намрын улиралд 100мм/жил хур тунадас бууна гэж үзлээ.

Хур тунадас буухгүй үед HM20191004, HM1974, HM20190401 цооногууд болон шүүрлийн сувгаар ус зэрэг татна гэж загварын тооцоо хийхэд HM20191004 цооногт усны түвшин 1291м буюу дан шүүрлийн суваг ажиллах үеэс 2м доор байна (Зураг 4).

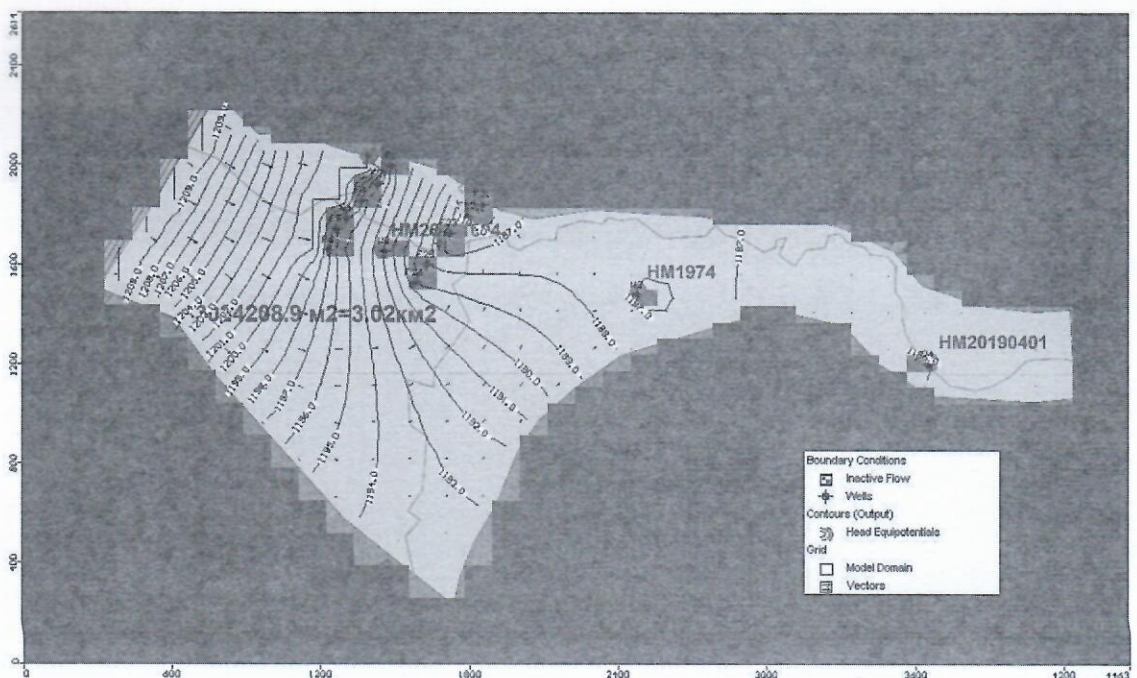


Зураг 4. Тогтворжоогүй хөдөлгөөнийн 90 хоногийн дүн

100мм/жил хур тундас буух үед НМ20191004 цооногт газрын доорх усны түвшин хур тунадасгүй үеийн усны түвшинтэй ижил ч Хангал голын хөндийд нэвтэрсэн НМ1974 цооногийн ойролцоо газрын доорх усны түвшин 1м-ээр ихсэн 1186м болсон байв. Хур тунадасгүй үед НМ20190401 цооногт 1182м түвшинтэй буурцын хүнхээл үүсэн байсан ч 100мм/жил хур тунадас буусан үед газрын доорх усны түвшин ихсэн буурцын хүнхээл үүсээгүй байв (Зураг 5).



Зураг 5. Тогтворжоогүй хөдөлгөөнийн 180 хоногийн дүн

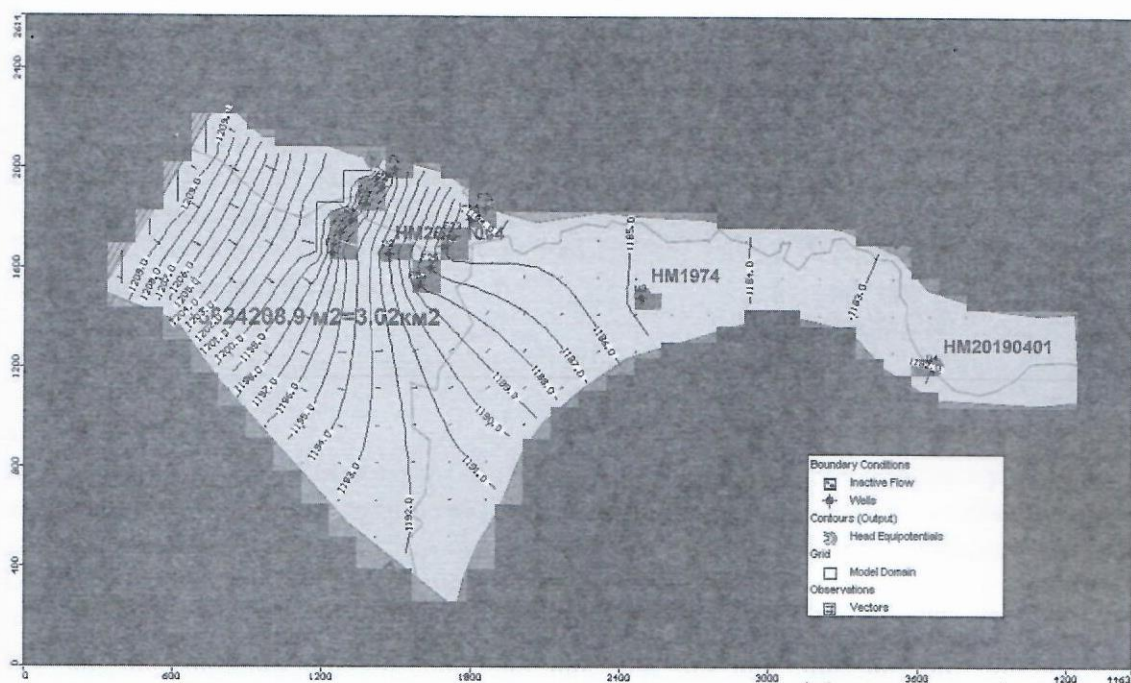


Зураг 6. Тогтворжоогүй хөдөлгөөнийн 270 хоногийн дүн

250мм/жил хур тунадас буухад НМ20191004 цооногт усны түвшин 1292м буюу дан шүүрлийн суваг ажиллах үеэс 1м-ийн доор, 100мм/жил хур тунадас буух үеэс 1м-ийн дээр байх тооцоо гарчээ. 1187м түвшинтэй буурцын хүнхээл НМ1974 цооногт үүссэн бол 1184м түвшинтэй байсан НМ20190401 цооногт 1186м түвшинтэй буурцын хүнхээл үүсч өмнөх тооцооноос 2м-ээр түвшин ихсэх тооцоо гарлаа (Зураг 6).

Шүүрлийн сувгаар болон цооногуудаар нийтдээ 27382 м<sup>3</sup>/хоног ус татахад газрын доорх усны түвшин зөвхөн шүүрлийн суваг ажиллах үеэс 3м-ээр түвшин буурсан.

Хур тунадас байхгүй үеийн 365 хоног буюу 1 жилийн дараа газрын доорх усны түвшин 90 хоногийн усны түвшинтэй ижил байх тооцоо гарсан (Зураг 7).



Зураг 7. Тогтворжоогүй хөдөлгөөнийн 360 хоногийн дүн

### Дүгнэлт

Ус татах цооногт газрын доорх усны түвшний бууралт газрын гадаргаас доош 26.4 м (далангаас 400 м зайд цооногоос ус татах үед), далангаас 1200 м зайд түвшний бууралт 31.3 м байх тооцоо гарсан. Далангаас 400, 1200 м зайд ус олборлоход далангийн доогуур шүүрэх усны хэмжээ одоогийн нөхцөлөөс багасаж ихэнх шүүрлийн ус цооног руу шүүрэх ба далан доогуур шүүрэх урсгалын хурд нэмэгдэх хандлагатай. Үүнээс үзэхэд далан доогуур шүүрэх усны хурд нэмэгдэх нь нарийн ширхэгтэй хэмхдэст материал зөөгдөлтийг нэмэгдүүлнэ.

Газрын доорх усны урсацын загвараар 3 цооногоор хоногт 4000м<sup>3</sup> буюу цагт 166 м<sup>3</sup> ус татах тооцоо хийхэд шүүрлийн сувгаас доош газрын доорх усны түвшин буурч газрын доорх усны зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс бага үйлдвэрлэлийн техникийн усан хангамжид ашиглахад тохиромжгүй тооцоо гарсан.

Хаягдлын сангаар шүүрч буй усыг шүүрлийн сувгаар эргэн үйлдвэрлэлийн усан хангамжид ашиглаж байгаа нь хамгийн оновчтой шийдэл болжээ. Хангалын

голын хөндийд газрын доорх усны хангалттай нөөц бүрэлдээгүй гэж дүгнэж байна.

#### **Ашигласан материал**

1. Алей. М. “Исследование нарушенного техногенного режима подземных вод подтерритории предприятия Эрдэнэт, влияние и прогноз на окружающую среду” Эрдэнэт УБҮ, 2010
2. В.В.Потапов (1989). Медно-молибденовые месторождение Эрдэнэтийн–Овоо, с подсчетом запасов по состоянию на 01.07.1988 г (в 36 книгах)
3. “Болор –Ус” ХХК. Газрын доорх усны урьдчилсан ба нарийвчилсан хайгуулын ажлын үнэлгээний гидрогеологийн тайлан. 2009.

# ЛАНДСАТ 8 ДАГУУЛЫН МЭДЭЭНЭЭС ГИДРОТЕРМАЛЬ ХУВИРАЛ БОЛОН ЭРДСИЙН ХУРИМТЛАЛЫГ ТООЦООЛОХ

Л. Энхзул

ШУА-ийн газарзүй геоэкологийн хүрээлэн

## Abstract

As part of the East and South Mongolia Mineral Resource Assessment Project, the digital image data for twelve Landsat 8 OLI scenes covering Uvurkhangaï, Tuv, Khentii, Gobisumber, Dornogobi, Dundgobi and Umnugobi were acquired and band ratios were calculated after masking pixels dominated by vegetation, snow, and terrain shadows. Ratio values were visually enhanced by contrast stretching, revealing only those areas with strong responses (high ratio values). A color-ratio composite mosaic was prepared for the twelve scenes so that the distribution of potentially hydrothermally altered rocks could be visually evaluated. To provide a more useful input to a Geographic Information System-based mineral resource assessment, the information contained in the color-ratio composite raster image mosaic was converted to vector-based polygons after thresholding to isolate the strongest ratio responses and spatial filtering to reduce vector complexity and isolate the largest occurrences of potentially hydrothermally altered rocks.

**Түлхүүр үг:** *Сувгуудын харьцаа, Босго утга, Хувирлын зураг*

## Оршил

Шинжлэх ухаан, технологийн хөгжил шинэ шатанд гарах бүрт, урьд өмнө хөөргөсөн дагуулуудын техникийн үзүүлэлт болон хүлээн авч буй мэдээний чанар илүү сайжирч хэрэглэгчид, судлаачид, шийдвэр гаргачид болон бодлого боловсруулагч нарт олон боломжийг олгосоор ирсэн юм. Одоо цагт, олон янзын зориулалт бүхий маш олон төрлийн оптикийн дагуулууд сансрын тойрог замд дэлхий орчмын мэдээг хүлээн авч байгаа бөгөөд хүлээн авсан мэдээг эрдэмтэд ба судлаачид байгаль дээрх биет, юмсын төлөвийг тодорхойлох болон хүрээлэн буй орчны холбогдолтой янз бүрийн судалгаанд эрчимтэй ашиглаж байна.

Тандан судлахуйн мэдээг эх дэлхийн хуурай газар, далай, тэнгисийн мониторинг; геологийн эрэл хайгуул; ашигт малтмалын төрлийн судалгаа; байгалийн нөөцийн зохистой ашиглалт, үнэлгээ; хүрээлэн буй орчны өөрчлөлт, хамгаалал; бэлчээрийн ургамлын төлөв байдлын үнэлгээ; байгалийн аюулт үзэгдлийн судалгаа; археологийн дүн шинжилгээ; цаг уурын мэдээний боловсруулалт; байгаль орчны мониторинг болон менежмент зэрэг маш олон салбарт хэрэглэж байгаагаас гадна, янз бүрийн хэмжээтэй сэдэвчилсэн ба байрзүйн зургуудыг зохиох, улмаар оронзайн мэдээллийн системийн сэдэвчилсэн давхаргуудыг баяжуулан, шинэчлэхэд ашиглаж байна.

Энэхүү судалгааны зорилго нь Өвөрхангай, Төв, Хэнтий, Говьсүмбэр, Дорноговь, Дундговь, Өмнөговь аймгуудын нутгийг хамарсан сансрын зургийн сүүлийн үеийн тоон мэдээллийг ашиглан боловсруулалт, тайлалт хийснээр геологийн тогтоц, ашигт малтмалын зүй тогтолтой уялдуулан чулуулгийн хил зааг, гидротермаль хувирлын тархалт болон эрдсийн хуримтлал бүхий талбайг тодорхойлоход оршино. Судалгааны хүрээнд өндөр нарийвчлалын QuickBird,

болон дунд нарийвчлалын Landsat 8 OLI дагуулын сансрын зургуудад боловсруулалт хийсэн болно.

### Судалгааны аргазүй

Энэхүү судалгааг гүйцэтгэхдээ ангиллын автомат тайллын аргыг сонгосон бөгөөд нийт талбайг хамарсан QUICK BIRD, Ландсат-8 дагуулын (12 сцен) мэдээг, ERDAS Imagine 15.0, Envi 5.3.1 систем дээр боловсруулав (Хүснэгт 1).

Судалгааны талбайн сансрын зурганд боловсруулалт хийсэн аргазүйн дарааллыг зураг 1-т үзүүлэв. ЗТМ-г сонгохдоо тавигдах үндсэн шалгуур нь үүлгүй, цасгүй, аль болох нарны тусгалын өнцөг их байх ёстой хэдий ч хувирал ялгах, эрдсийн хуримтлал тооцохын тулд ургамлын бүрхэвч бага улирлыг сонгон зургаа авдаг.

Тиймээс энэ судалгаанд ашигласан Ландсат-8 дагуулын ихэнх зургийг хавар, намрын зураг сонгосон бөгөөд эдгээрээс 2019 оны 10-р сарын (129-р зам 28-29-р мөр), 2019 оны 6-р сарын (131-р зам 30-р мөр) зургуудын нарны тусгалын өнцөг нь бага байна (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Судалгаанд ашигласан Ландсат-8 дагуулын (12-сцен) мэдээ

Нислэгийн мөр/багана	Сценийн дугаар	Зургийн хүлээн авсан огноо	Нарны өндөр (градус°)
129/28	LC81290282019287LGN00	2019-10-14	34.36855477
129/29	LC81290292019287LGN00	2019-10-14	35.62667660
130/28	LC81300282019150LGN00	2019-05-30	61.69471539
130/29	LC81300292019150LGN00	2019-05-30	62.63488066
130/30	LC81300302019150LGN00	2019-05-30	63.53251459
131/28	LC81310282019141LGN00	2019-05-21	60.33625496
131/29	LC81310292019141LGN00	2019-05-21	61.31246549
131/30	LC81310302019285LGN00	2019-06-13	37.57061983
132/28	LC81320282019164LGN00	2019-06-13	62.74580337
132/29	LC81320292019164LGN00	2019-10-12	63.63457374
132/30	LC81320302019260LGN00	2019-09-17	46.24936331
132/31	LC81320312019260LGN00	2019-09-17	47.39622300

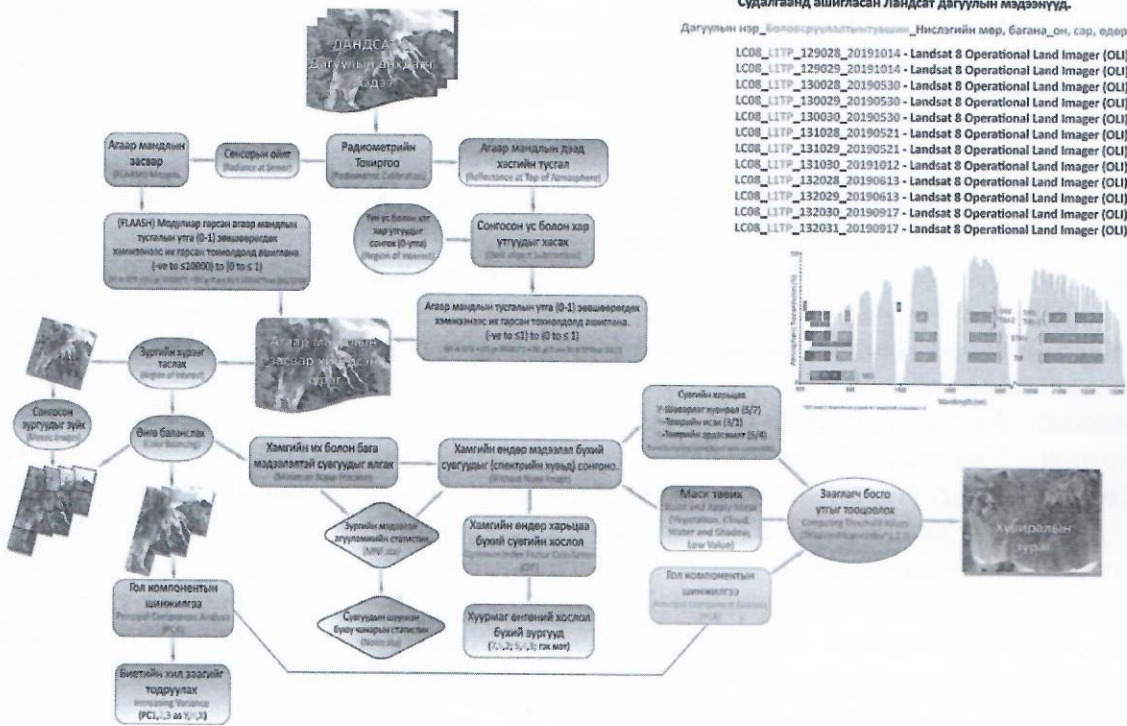
Зургийг дараах гурван үе шаттайгаар боловсруулав:

1. Чулуулаг ба хөрсний найрлагын талаархи спектрийн мэдээлэлгүй пикселийг тодорхойлж маск хийх, маск тавих.
2. Ландсат дагуулын сцен тус бүрээр сувгийн хослол болон харьцааг тооцоолох.
3. Өндөр харьцаа бүхий сувгийн хослол тооцох, чулуулгийн хил зааг, хувирал эрдсүүдийн ялгааг тодруулахын тулд автомат болон гар аргаар гистограммыг сунгах.

Судалгаанд ашигласан Ландсат дагуулын мэдээнүүд.

Дагуулын нэр\_Боловсруулалтын утга\_Нислэгийн мөр, багана\_он, сар, өдөр

- LC08\_L1TP\_129028\_20191014 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_129029\_20191014 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_130028\_20190530 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_130029\_20190530 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_130030\_20190530 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_131028\_20190521 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_131029\_20190521 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_131030\_20191012 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_132028\_20190613 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_132029\_20190613 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_132030\_20190917 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)
- LC08\_L1TP\_132031\_20190917 - Landsat 8 Operational Land Imager (OLI)



Зураг 1. Ландсат-8 дагуулын мэдээг боловсруулах дараалал

Ландсат хиймэл дагуулын мэдээг ашиглан шавар болон төмрийн ислийн найрлага хэрхэн өөрчлөгдсөнийг зураглах боломжтой боловч боловсруулалтын арга техникүүд нь хувирлыг цайвар гэрлийн ойлтоор ялган ангилдаг бөгөөд спектрийн ойлт нь ижил төстэй хувирал эрдсүүдийн спектрийн шингээлтгийг, сувгуудыг харьцуулан тодорхойлдог. Ингэхдээ ургамал, бэлчээр, нуур, усны ай сав болон цайвар/хар бараан өнгийн адил төстэй объектуудыг тооцоолон маск болгон бэлтгэн зургаас хасаж улмаар хэт өндөр нарийвчлалын оронзайн шийд (0.5м) бүхий QUICK BIRD дагуулын үзэгдэх гэрлийн мужийн хар цагаан сувгийг ашиглан У,Н,Х (Ландсат ТМ=5/7, 3/1, 5/4; Ландсат-8=6/7, 4/2, 6/5) сувгийн харьцаа бүхий зурганд орон зайн сайжруулалт хийн тооцов. Судалгааны талбайд сонгон авсан зургийн хувьд үүл болон цасны хэмжээ маш бага тул масклах шаардлагагүй байв.

Нэгдүгээр бүлэг буюу шавар-карбонат-сульфат-гялтгануур эрдсүүд нь Ландсат дагуулын 7-р сувагт 2.2-2.3 микрометр (мкм) орчим хүчтэй шингээлтээр тодорхойлогддог бөгөөд гидроксил агуулсан эрдэс бодис (жишээ нь: шавар, гялтгануур), усархаг сульфат (жишээ нь: гипс ба алуנית), карбонатлаг эрдэс бодис (кальцит ба доломит) агуулдаг. Энэхүү радиацийг шингээх чанарт нь тулгуурлан шавар, алуנית зэрэг усархаг минералуудын өөрчлөлтөд орсон газар нутгийг 5 ба 7- сувгийн (5/7) харьцаагаар тодорхойлов (Кнепер, 1989).

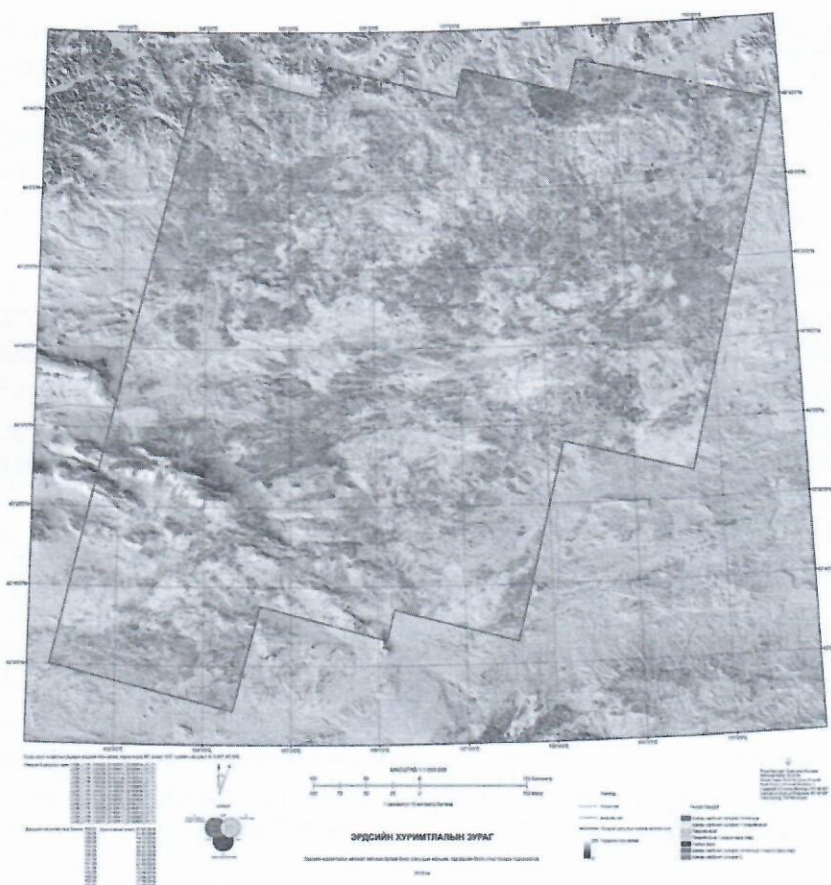
Шаварлаг эрдсүүд нь 7-р сувагт спектрийн өндөр шингээлттэй учир тоон утга нь бага байх бөгөөд сувгуудыг харьцуулсан (5/7) утга нь өндөр гардаг. Өнгө холих загвар дээр 5/7 харьцааны утгыг улаан өнгөнд өгсөн бөгөөд улаан нь цайвар болох тусам харьцааны утга өндөр буюу 7-р суваг дахь шингээлт нь их байна (Зураг 2).

Хоёр дахь бүлэгт төмрийн эрдсүүд нь (гематит, гётит, ярозит) цахилгаан соронзон долгионы үзэгдэх гэрлийн мужид улаан, шар, улбар шар өнгөөр харагдах ба спектрийн хэт ягаан туяаны орчим хүчтэй шингээлт өгдөг. Энэ нь үзэгдэх гэрлийн мужийн хөх болон ногоон сувгийн нөлөөнөөс болдог.

0,85 мкм - 0,93 мкм хооронд төмрийн шингээлтийн зурвас байдаг бөгөөд энэхүү зурвас хооронд 3 валенттай төмөр нарны энергийг хамгийн ихээр шингээдэг. Мөн 3-р суваг нь гематитийн өндөр өөрчлөлттэй бүсэд сайн ойлт өгдөг бөгөөд энэ чанарт нь тулгуурлан төмрийн эрдсүүд болон ислийг дараахь сувгийн харьцаа ашиглан тодорхойлох ба хуурмаг өнгөний хослол бүхий зураг гаргаж авав.

Улаан	3 валентын төмөр ( $Fe^{+3}$ )	Суваг3/Суваг1
Ногоон	2 валентын төмөр ( $Fe^{+2}$ )	Суваг7/Суваг4+Суваг2/Суваг3
Хөх	үндсэн гарш, хөрс, төмрийн эрдэсжилт	Суваг5/Суваг4

Төмрийн исэл нь улаавтар өнгөтэй гематит эрдэс хэлбэрээр илэрдэг бөгөөд 3/1 сувгийн харьцаагаар тодорхойлов. Хувирлын зураг дээр 3/1 харьцааны утгуудыг ногоон өнгийн сүүдэрт өнгөөр ялгасан бөгөөд тод ногоонууд нь харьцааны өндөр утгыг илэрхийлдэг (Зураг 2).



Зураг 2. Судалгааны нийт талбайг хамарсан эрдсийн хуримтлалын зураг. Ландсат дагуулын зургуудыг (12 сцен) зүйж эрдсийн хуримтлалыг автомат тайллын аргаар буюу сувгуудын харьцаа, тэдгээрийн босго утгыг тооцож тодорхойлов.

Гурав дахь сувгийн харьцаа (5/4) нь хуурмаг өнгөний хослол бүхий зурагт (УНХ=6/7, 4/2, 6/5) 5 болон 7-р сувгийг харьцуулахад (5/7) ургамлаас шалтгаалан үүсдэг өндөр утгыг шавар-карбонат-сульфатын эрдэс бодисуудаас ялгаж харахад голлон ашиглана.

Учир нь ногоон ургамал нь ойрын нэл улаан туяаны муж буюу 4-р сувагт их өндөр ойлт өгдөг бөгөөд ургамал ногоотой газар нь, ил гарштай, ургамлын бүрхэвч багатай газар нутгийг бодвол харьцангуй бага байгаа нь 5/4 сувгийн харьцаанаас харагдана. Хуурмаг дүрс бүхий өнгөний хослолд 5/4 сувгийн харьцааг хөх өнгөнд өгч улмаар өндөр тоон утгыг ялган авч үндсэн гарш болон хөрсийг тодорхойлсон. Ургамлын индекс тодорхойлж маск тавьсан тохиолдолд 5/4 сувгийн харьцаа нь зөвхөн бүх ургамлын бүрхэвч арилсан эсэхийг шалгах үүрэгтэй.

2-р зурагт ягаан өнгөөр шавар, карбонат, сульфат, гялтгануур эрдсүүдийг (5/7, 5/4 харьцааны өндөр утгыг сонгосон) харуулсан бөгөөд улаан өнгө нийт талбайн хувьд харьцангуй бага байгаа нь (5/7 харьцааны өндөр утга нь ургамалтай байж болохуйц хэсгийг төлөөлж болно) ургамлын бүрхэвчийг тооцож хассан нь үр дүнтэй болсныг илтгэж байна.

#### Дүн шинжилгээ

Сувгуудын харьцааг тодорхойлсны дараа тэдгээрийн босго утгыг тооцоолж, боломжит хамгийн өндөр утга бүхий харьцаануудыг үндсэн гурван өнгөнд (улаан, ногоон, хөх) өгч нэгтгэсэнээр хувирлын зураг гаргаж авна.

Өндөр утгатай хоёр харьцааг үндсэн хоёр өнгийг хослуулан гаргаж авна. Жишээ нь: 5/7 сувгийн харьцаа (шавар, карбонат, сульфат, гялтгануур) ба 3/1 сувгийн харьцааны (төмрийн исэл) пикселийн хамгийн өндөр утга нь ижил бол шар (улаан + ногоон) өнгөөр харуулна. Хэрэв сувгийн харьцааны утга 5/7 нь 3/1-ээс өндөр байвал пиксел улбар шар өнгөтэй харагдах ба 3/1 нь 5/7 харьцааны утгаас өндөр байвал пиксел нь шаргал ногоон өнгөтэй болно.

Ургамлын индексийг тодорхойлж, зургаас хассанаар 5/4 сувгийн харьцаа нь зөвхөн үндсэн гарш болон хөрс байгааг илтгэх бөгөөд улаан хөх өнгөний нийлбэр буюу ягаан өнгөөр (5/4+5/7 үндсэн гарш, хөрс болон шавар, карбонат, сульфат, гялтгануур) харуулна. Үүнтэй адил төмрийн исэл агуулсан пиксел (3/1 харьцаа) нь цэнхэр өнгөөр (хөх+ногоон) илэрхийлэгдэнэ. Өнгө холиход 5/4 сувгийн харьцааны (хөх өнгө) утга 5/7 (улаан өнгө) ба 3/1 (ногоон өнгө) харьцаанд илэрхий нөлөөлөхгүй хэдий ч суурин газар, ил уурхайтай газар тод шар болон сүүдэртсэн бүдэг шар өнгөөр харагдана (Зураг 2).

Ландсат дагуулын сувгийн харьцаагаар илрүүлсэн эрдсүүдийн ихэнх нь зөвхөн гидротермаль хувиралд орсон чулуулагт байдаггүй бөгөөд хувирлын зургаас эрдсийн бүлгүүдтэй холбоотой өнгийг таньж, тодорхойлохоос гадна өөр бусад хүчин зүйлс, хамаарлуудыг шалгах шаардлагатай болдог.

Шавар, карбонат, сульфат, гялтгануур ба төмрийн (3 валентын төмөр) эрдсүүд тунамал (седимент) чулуулагт элбэг байх ба гадаргатай ойрхон магмын болон хувирмал (метаморф) чулуулгийн өгөршлөөр үүсдэг. Иймээс гидротермаль хувирлын тархалттай газар нутгийг ялгаж тогтооход илрүүлсэн эрдсийн бүлгийг

загварчлах шаардлагатай болдог. Литологийн хувьд хянагдсан байх магадлалтай эрдсүүдийн бүлэг болон газрын тогтоц хоорондын хамаарал нь, ялангуяа зургийн нэгж дэхь (пикселээр илэрхийлэгдэнэ) литологитой холбоотой эрдсийн бүлгийг тогтооход маш чухал бөгөөд анхдагч минералоги эсвэл өгөршлөөс үүсэлтэй эрдсүүдийн бүлгийг тодорхойлоход онцгой ач холбогдолтой юм.

Хувирлын зургийг илүү хялбараар тайлбарвал:

*ягаан = шавар-карбонат-сульфат-гялтгануур*

*ногоон = төмрийн эрдэсжилт, голчлон төмрийн исэл ба гидроксид (усан исэл)*

*шар = шавар-карбонат-сульфат-гялтгануур ба төмрийн эрдэсжилт-ийг илэрхийлнэ (Зураг 2).*

Өнгөний өөрчлөлтүүд нь ямар нэгэн эрдсийг төлөөлөх тоон утга биш бөгөөд илүү тод цэвэр өнгө нь харьцааны өндөр утгыг илэрхийлэх ба тухайн өнгөнд хамаарах эрдсүүд байгааг илтгэнэ. Энэхүү өнгөний сүүдэр болон өөрчлөлтүүд нь тухайн эрдсийн төрөл, түүний шинж чанар, тархалт, мөн зураг дээрхи өөр биет, объектүүдийн пиксел (холимог пиксел)-ээс үүдэлтэй байж болно.

Хэдийгээр хоёр бүлгийн эрдсүүд нь гидротермаль хувиралд орсон чулуулагт түгээмэл тохиолддог боловч ихэнх нь зөвхөн гидротермаль хувиралд орсон чулуулагт байдаггүй. Жишээлбэл: тунамал хурдас, шавар агуулсан занар, шохойн чулуу, доломитын үе давхарга болон өгөршсөн магмын болон хувирмал чулуулаг нь ихэвчлэн шавар-карбонат-сульфат, төмрийн төрлийн эрдэс бодис агуулдаг бөгөөд зарим газар нутагт эдгээр төрлийн чулуулгууд элбэг байдаг.

Сувгуудын харьцааг тооцож, ангилсан эрдсүүдийн бүлгийн хэв шинж болон тэдгээрийн өөрчлөлт, ялангуяа өнгөний огцом өөрчлөлт, концентраци эсвэл өнгөний хослол зэргээс хамааран гидротермаль хувиралд орсон газруудыг тодорхойлно.

Тухайн газар нутгийн янз бүрийн чулуулгийн төрөл, тархалтын талаархи мэдээлэл нь литологоос хамааралтай гидротермаль хувирлаас үүдэлтэй аномалийг салгаж ангилахад нэн тустай болох нь ажиглагдлаа.

### **Үр дүн**

Ландсат дагуулын сувгийн харьцаагаар гэрэлтэлтийн хамгийн өндөр боломжит тоон утга буюу босго утгыг тооцоолж тухайн эрдсийн тархалтыг нарийвчилж болох ба зургийн гистограммыг сунгах замаар тодролыг ихэсгэж өнгөний ялгааг нэмэгдүүлснээр тайлалт хийхэд илүү хялбар зураг гаргаж авсан. Сувгуудийн харьцаа бүхий хувирлын зургийг үндэслэн гидротермаль хувирлын эрдсүүдийг гурван бүлэгт хуваан ангилав.

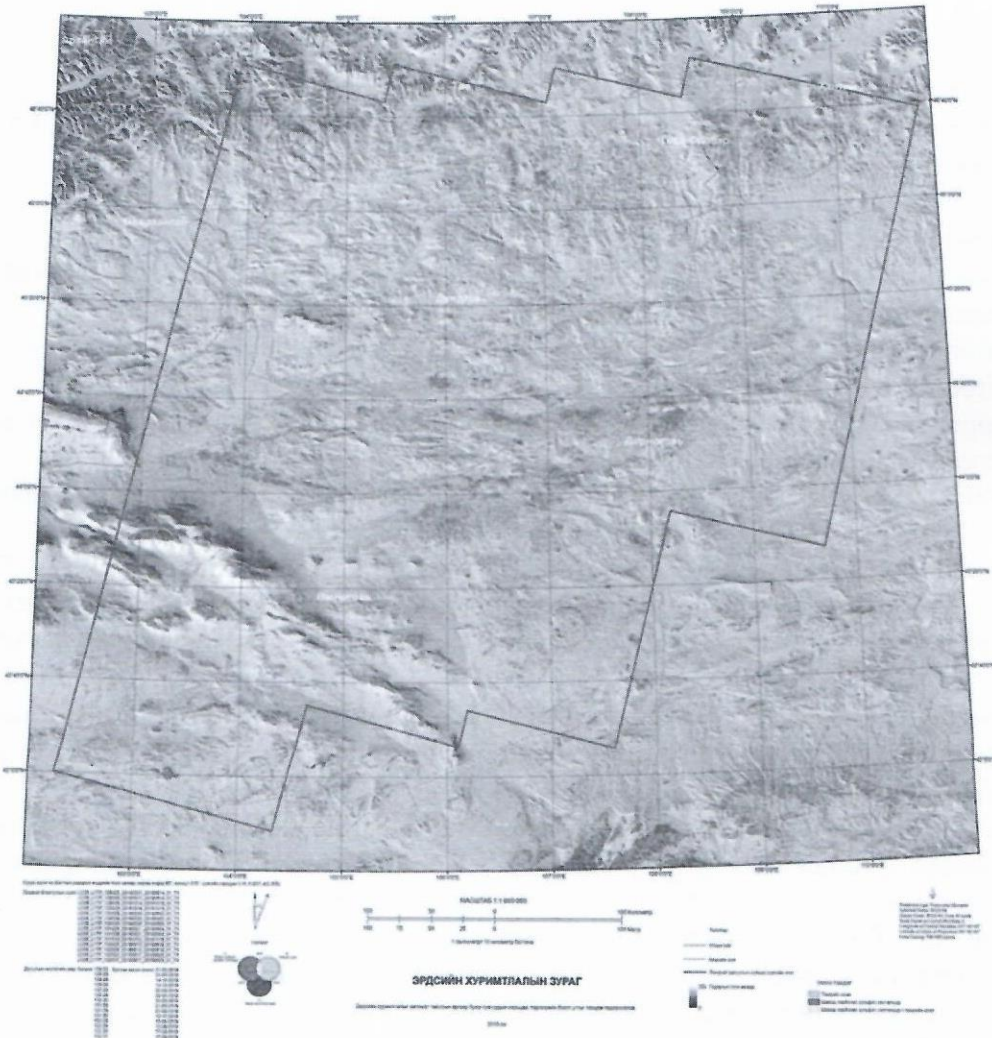
Ингэхдээ ногоон өнгөөр төмрийн исэл, улаан өнгөөр шавар-карбонат-сульфат-гялтгануур, шар өнгөөр шавар-карбонат-сульфат-гялтгануур + төмрийн ислийг тус тус илэрхийлэв (ногоон=91-180, улаан=270-330, шар=30-90). Эрдсүүдийн бүлгийн босго утгыг тооцож (стандарт хазайлтыг 2, 3-аар авсан) гаргахдаа зөвхөн 200-ээс дээш утгатай пикселүүдийг сонгон авсан.

Мөн түүнчлэн онцгой өвөрмөц тоон утгатай ангилагдсан пиксел бүрийг тухайн илэрхийлж буй эрдсүүдийн бүлэгт нэгтгэсэн болно (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Хувирлын зургийг вектор хэлбэрт хөрвүүлэх шалгуурууд

Сувгууд	Эрдсүүдийн төрөл	Эрдсүүдийн бүлгийн өнгө	Өнгөний утга	Босго утга
Улаан	Төмрийн исэл	ногоон	91-180	> 200
Ногоон	Шавар, карбонат, сульфат, гялтгануур	улаан	270 - 330	> 200
Хөх	Шавар, карбонат, сульфат, гялтгануур + Төмрийн исэл	шар	30-90	> 200

Ангиллын зургаас шуугиан ихтэй буюу сарнисан, аль нэгэн ангид хамаарахгүй пикселийг арилгах, концентрацийг нэмэгдүүлэх нарийвчлалыг сайжруулах зорилгоор орон зайн хоёр шүүлтүүрийг ашиглан ямар нэгэн анги төлөөлөхгүй, тодорхой ангид хамаарахгүй тусгаарлагдсан сондгой пикселүүдийг арилгаж, ижил төстэй утгатай ангилагдсан пикселүүдийг бүлэглэн ангилж тоон утгыг тэгшитгэх замаар нэгтгэлээ.



Зураг 3. Төслийн нийт талбайг хамарсан гидротермаль өөрчлөлтөнд орсон газар нутгийн зураг. Гадаргын тоон загвар (нарны өндөр 65°, азимут 315°) дээр гидротермаль хувирлыг вектор хэлбэрээр давхцуулан харуулав.

Ингэснээр гидротермаль хувиралд орсон чулуулгийг илэрхийлэх пикселийн концентрацыг сайжруулж, нарийвчлалыг тодорхой болгохын зэрэгцээ өгөгдлийг вектор хэлбэрт хөрвүүлэхэд үүсэх полигоны тоог багасгав.

Судалгааны нийт талбайг багтаасан Ландсат дагуулын зүйвэр зургаас гидротермаль өөрчлөлтөнд орсон газар нутгийг ялгаж тогтооход илрүүлсэн эрдсийн бүлгийг шүүж ангилсан дүнг (растер зураг) нийт 107184294 полигоноор дүрслэн вектор формат уруу хөрвүүлэв (Зураг 3).

Эдгээр полигонуудын 8.55 хувь (9159081) нь төмрийн эрдсийн бүлэг, шавар-карбонат-сульфат-гялтгануур эрдэсийн бүлгийг агуулсан полигонууд нь 30.99 хувь (33211795) ба 60.47 хувь (64813418) нь төмрийн эрдсүүд ба шавар-карбонат-сульфат-гялтгануурын эрдэс бүлэг байна.

### **Дүгнэлт**

Ландсат дагуул нь спектрийн өргөн зурвасыг хамарсан байдаг тул өөр өөр эрдсүүдийг зураглах боломж нь хязгаартай бөгөөд хамгийн сайн тооцоологдох боломжтой ижил спектрийн төлөвтэй бүлэг эрдсүүдийг тодорхойлдог болох нь харагдлаа.

Мөн талбайн хувирлын бүсийг нарийн (*эрдсийн түвшинд*) тодорхойлоход олон болон хэт олон сувгийн мөн өндөр нарийвчлалын ASTER, WORLDVIEW-4 зэрэг дагуулын болон онгоцны түвшинд авсан мэдээг хэрэглэвэл илүү үр дүнтэй.

### **Ашигласан ном, сэтгүүл**

1. Д. Амарсайхан, М. Ганзориг, Ц. Адъяасүрэн, М. Саандарь, Зайнаас тандах судлал, газарзүйн мэдээллийн системийн зарчмууд, Улаанбаатар 2002 он.
2. Environment for Visualizing Images, 1997, ENVI version 3.0 user's guide: The Environment for Visualizing Images, Lafayette, Colorado, 614 p.
3. Knepper, D.H., Jr., 1989, Mapping hydrothermal alteration with Landsat Thematic Mapper data, Lee, Keenan, ed., Remote sensing in exploration geology — A combined short course and field trip: 28th International Geological Congress Guidebook T182, p. 13–21. 14
4. National Aeronautics and Space Administration, 2009, Chapter 6 — Data properties: Landsat-7 science data users handbook, accessed December 28, 2009, at [http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook\\_htmls/chapter6/chapter6.html](http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/handbook/handbook_htmls/chapter6/chapter6.html).
5. Raines, G.L., and Knepper, D.H., Jr., 1983, A hue-saturation-intensity transformation to improve hydrothermal alteration mapping: Institute of Electrical and Electronics Engineers Digest, v. 2, p. 1.1–1.3.
6. Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A., and Deering, D.W., 1973, Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS: Third ERTS Symposium, National Aeronautics and Space Administration SP-351, v. 1, p. 309–317.
7. Kruse and Raines, A technique for enhancing digital color images by contrast stretching in Munsell color space, in *Proceedings of the ERIM Third Thematic Conference*, Environmental Research Institute of Michigan, Ann Arbor, MI, 1994: pp. 755-760.
8. Rowan, L. C., Goetz, A. F., and Ashley, R. P., 1979, Discrimination of hydrothermally altered and unaltered rocks in the visible and near infrared. *Geophysics*, v. 42, p. 533-535.

9. Sabins, F. F., 1997, Remote Sensing—Principles and Interpretation, Freeman & Company Publishing, New York, third edition.

**Интернет хайлт**

<https://www.harrisgeospatial.com/docs/>

<https://www.harrisgeospatial.com/docs/SievingClasses.html>

<https://www.harrisgeospatial.com/docs/ClumpingClasses.html>

# МАЙДАР ХОТЫН УСАН ХАНГАМЖИЙН ЭХ ҮҮСВЭРИЙН ЗОРИУЛАЛТТАЙ ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ ЭРЭЛ-ХАЙГУУЛЫН ГИДРОГЕОЛОГИЙН СУДАЛГААНЫ ДҮНГЭЭС

З.Адьяаням<sup>1</sup>, З.Цэрэндорж<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар. Гидрогеологийн IV курсийн оюутан

<sup>2</sup> “Дунар-Од” ХХК

И-мэйл: [adiyazumbee55@gmail.com](mailto:adiyazumbee55@gmail.com)

## Хураангуй

Улаанбаатар хотын дагуул хот болохоор төлөвлөгдөж буй ногоон хөгжлийн зарчимд тулгуурласан Майдар эко хотын ус хангамжийн эх үүсвэрийг илрүүлж, тогтоогдсон газрын доорх усны ордын ашиглалтын нөөцийг үйлдвэрлэлийн зэргээр тооцож, гидрогеологийн параметруудийг тодорхойлж, газар доорх усны чанарыг үнэлсэн судалгааны үр дүнг авч үзсэн.

**Түлхүүр үг:** *Усны төрөл, Усны нөөц, Усжилт*

## Оршил

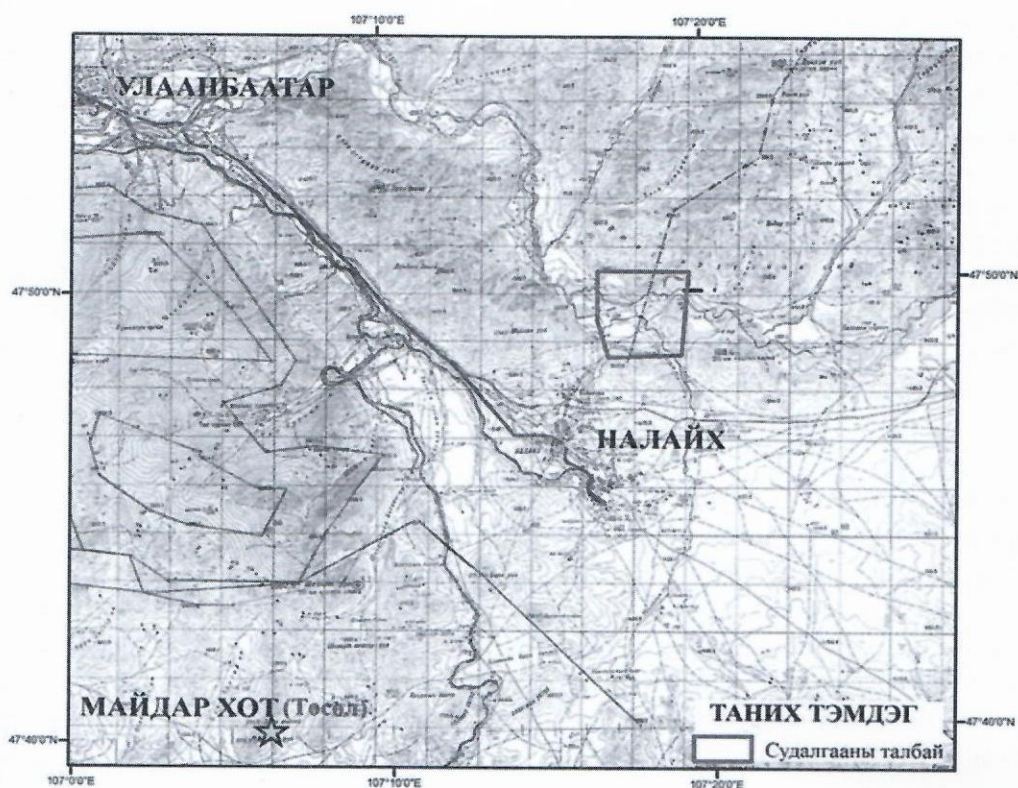
Манай орны хувьд хүн амын төвлөрөлт, хот суурин газрын өргөжилт, үйлдвэр, уул уурхай хөгжихийн хэрээр үйлдвэр болон унд ахуйн усны хэрэглээ ихсэж байгаа билээ. Сүүлийн жилүүдэд хотын усан хангамж, ашигт малтмалын ордын технологийн усан хангамжийн зориулалттай газрын доорх усны эрэл-хайгуулын гидрогеологийн судалгаа олон хийгдэж байгаа билээ.

2015 онд “Охь-Ус” ХХК ба “Грандэлектро техноком” ХХК-иуд нь Улаанбаатар хотын Хан-Уул дүүргийн 13-р хорооны нутаг дэвсгэрт баригдах Үйлдвэр технологийн паркийн цогцолборын ус хангамжийн эх үүсвэрт зориулсан газрын доорх усны эрэл-хайгуулын гидрогеологийн судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэсэн бөгөөд ашиглалтын нөөцийг балансын болон гидродинамик аргаар тооцож байжээ [1]. Мөн Монголын Мянганы Сорилтын Сангаас зохиосон Улаанбаатар хотын усан хангамжийн баруун шинэ эх үүсвэрийг тогтоох газар доорх усны судалгааны ажлын дүнд ашиглалтын нөөцийг балансын, гидродинамик болон газар доорх усны тоон загварчлалын аргуудыг ашиглан тооцож байжээ [2].

## Судалгааны талбай ба арга зүй

Газрын доорх усны эрэл-хайгуулын гидрогеологийн судалгааны ажлын талбай нь хуучин Налайх хотын цэвэр усны эх үүсвэрээр ашиглаж байсан Туул голын хөндийд байрлах 11.8 км<sup>2</sup> талбай юм (1-р зураг). Туул голын хөндийн аллювийн хурдас дахь газрын доорх ус нь Улаанбаатар хотын ус хангамжийн эх үүсвэрт ашиглагдаж эхэлсэн 1930-аад оноос эхлэн судлагдаж байна. Судалгааны түүхэн үеүдийг авч үзвэл судлагдах бүртээ тухайн үеийн техник, технологийн дэвшлийг ашиглаж байжээ. Өнөөгийн нөхцөлд ч усны хэрэглээ улам өсөн нэмэгдсээр байгаа тул техник, технологийн шинэ дэвшилтэд арга, аргачлалаар дахин дахин судлагдсаар байх болно. Бид ч энэ удаа өнөөгийн түвшинд Монгол оронд хэрэглэгдэж байгаа дэвшилтэд техник, технологийг ашиглаж тухайн судалгааны ажлыг явуулсан. Хээрийн судалгааны ажлыг БОНХАЖЯамнаас 2015 онд боловсруулан гаргасан “Гидрогеологийн судалгааны үндсэн үе шат, арга зүй,

газрын доорх усны нөөцийн үнэлгээний аргачилсан гарын авлага”-д тусгасан арга, аргачлалыг мөрдлөг болгон ажилласан [3].



1 дүгээр зураг. Судалгааны талбайн байршил (Ажлын даалгаварт зааснаар)

Урьд өмнөх судлаачдын хийж байсан гидрогеологийн нэгжүүдийг ялгасан байдал, геологийн үндсэн бүтэц, дэвсгэр талбайн хэмжээнд тархсан хурдас чулуулгийн литологийн найрлага, давхарга зүй, үүсэн бий болсон цаг үе, газрын доорх ус агуулж буй байдал, ус агуулагч коллекторийн төрөл, агуулагдаж буй усны тэжээгдэл, хуримтлал, илэрцийн байдлыг харгалзан доорх ус агуулагч давхарга болон газрын доорх усны хуримтлалын төрлүүдийг ялгасан [3]. Үүнд:

#### ***Голоцений настай аллювийн хурдас дахь нүх сүвийн ус***

Судалгааны талбайн хэмжээнд тархсан аллювийн гаралтай хурдас нь элс, хайрга, хайрганцар, дайрга, хэмхдэс чулуу зэрэг нүх сүвэрхэг, ус өгөмж өндөртэй хурдаснаас тогтоно. Судалгааны талбайн хэмжээнд татам дэнжийг бүрдүүлэн голын дагуу тархсан. Газар доорх ус агуулагч давхаргын зузаан 9.20-16.74 метрийн хооронд хэлбэлзэж байна. Нийт цооногийн хэмжээнд (2-р зураг) газар доорх усны түвшин 0.70-1.37 м гүнээс илэрч 0.71-6.14 м түвшин бууралтад 16.0-33.0 л/с ундарга өгч байна. Цооногуудын хувийн ундарга 2.60-43.6 л/с байна (1-р хүснэгт).

#### ***Плейстоцен болон голоцений настай делюви-пролювийн хурдас дахь нүх сүвийн ус***

Дээд плейстоцен болон голоцений хурдасны усажсан давхаргын зузаан Налайхын хөндийд 20.0 м хүрдэг билээ. Уулын хаяа хормой, бэл болон Налайхын хөндийн орчимд зонхилон тархсан тухайн насны сэвсгэр хурдасны усажсан үе давхаргын геологийн зүсэлтийн литологийн бүрэлдэхүүнд элс, элсэнцэр, шавар дүүргэгчтэй

дайрга, сайрга голлодог. Тухайн усажсан давхаргын ус нь ерөнхийдөө чөлөөт гадаргуутай байна. Газрын доорх усны тогтонги түвшин 2.0-11.5 м хооронд хэлбэлзэнэ. Усжилт нь ус агуулагч чулуулгийн тархалтын жигд биш байрлалтай холбоотойгоор ихээхэн алаг цоог бөгөөд усны түвшний бууралтын хэмжээ 0.35-7.1 м байхад ундарга 0.5-1.0 л/с-ын хооронд хэлбэлздэг. Ус нь гидрокарбонат ангийн кальци-натрийн, кальци-магнийн бүлгийн найрлагатай, 0.704 г/л хүртэл эрдэсжилттэй, 8.87 мг-экв/л хүртэл хатуулагтай.

### ***Девоны терриген чулуулаг дахь алаг цоог тархалттай газрын доорх ус***

Ус агуулагч нь девоны настай элсэн чулуу болон занарын голчлон өгөршил, ан цавын бүс байдаг. Ус агуулагч ан цавын бүсийн зузаан болон ан цавшилт жигд биш, газрын доорх ус хуримтлагдах нөхцөл нь гадаргын хэлбэр төрхөөс ихээхэн хамааралтай байдагтай холбоотойгоор жигд биш усжилттай. Усажсан ан цавын бүсэд өрөмдсөн гидрогеологийн цооногийн ундарга 0.1-2.8 л/с, усажсан ан цавын бүсийн зузаан 13.0-40.0 метрт байрлана.

Судалгааны хээрийн ажлын үед өрөмдсөн 8 гэсэн дугаартай цооногийг дөрөвөгчийн сэвсгэр хурдасны зузаалаг дуустал буюу 12.0 метрийн гүн хүртэл өрөмдөж, битүү ган янданг суулгаж дээд усажсан үеийг хаасан. Дараа нь үндсэн чулуунд буюу девоны терриген чулуулагт 30.0 м хүртэл өрөмдөхөд цооногийн ундарга маш бага буюу 0.1 л/с орчим байсан болохоор ул чулуулгийн ус өгөмжийг муу гэж үнэлээд цооногийг хаасан. Гэхдээ ганц энэ цооногийн ундарга хайгуулын нийт талбайд тархсан девоны терриген чулуулгийн усжилтын түвшинг тодорхойлох боломжгүй юм.



2 дугаар зураг. Цооногуудын байршил

1 дүгээр хүснэгт. Цооногуудын мэдээлэл

Д/д	Цооногийн дугаар	Цооногийн гүн, м	Статик түвшин, м	Түвшин бууралт, м	Ундарга, л/с	Хувийн ундарга, л/с	Эрдэсжилт, г/л	Уст давхаргын зузаан, м
1	Цооног-1	30	1.26	1.08	33.0	30.5	0.05	16.74
2	Цооног-2	30	1.30	0.76	33.0	43.42	0.04	16.2
3	Цооног-3	30	0.91	3.61	30.0	8.31	0.06	14.09
4	Цооног-4	30	1.03	1.04	32.0	30.76	0.06	13.47
5	Цооног-5	30	0.45	1.0	32.0	32.0	0.05	15.05
6	Цооног-6	30	0.82	0.71	31.0	43.6	0.06	10.32
7	Цооног-7	30	1.37	1.75	32.0	18.28	0.05	15.13
8	Цооног-8	30	0.80					9.2
9	Цооног-9	30	1.10	2.36	17.0	7.2	0.05	12.4
10	Цооног-10	30	0.81	0.86	17.0	19.76	0.06	11.69
11	Цооног-11	30	0.70	6.14	16.0	2.6	0.06	11.8
12	Цооног-12	30	1.18	4.08	16.0	3.92	0.06	11.32

### Судалгааны үр дүн

Туул голын хөндийн хэсэгт олж илрүүлсэн “Өтгөрүүгийн тохой”-н газрын доорх усны ордын ашиглалтын нөөцийг тооцоход тус талбайн гидрогеологийн зураг болон хээрийн шавхалт-туршилтын ажлын гидрогеологийн параметрууд, урьд өмнө хийгдсэн газрын доорх усны эрэл хайгуулын ажлын тайлангуудыг суурь мэдээлэл болгон ашигласан.

Гидрогеологийн эрэл, хайгуулын ажлын үр дүнд олж тогтоосон газрын доорх усны орд (Өтгөрүүгийн тохой) нь голын хөндийн дагуу хуримтлагдсан аллювийн хурдас дахь нүх сүвийн орчинд агуулагддаг, чөлөөт гадаргуутай бөгөөд ашиглалтын нөөц баялаг нь дулааны улиралд Туул голын урсацаар зонхилон тэжээгдэх ба ордын гадаад, дотоод мужийн дэвсгэр бүсийн дотор унаж буй агаарын хур тунадасны чөлөөт нэвчилтээр, мөн Туул голын хөндийн дагуух алсын урсацаар тэжээгдэнэ. Харин өвлийн улиралд буюу усны гачиг үед зөвхөн Туул гол болон Налайхын голын хөндийн дагуу газар доогуур урсан ирэх алсын урсацаас өөр тэжээл байхгүй болно. Гэхдээ тэрхүү газар доогуур урсан ирэх алсын урсац нь мөн тэр хэмжээгээрээ (байгалийн горимын нөхцөлд) тухайн талбайгаас газар доогуур урсан гарах тул түүнийг газрын доорх усны ордын ашиглалтын нөөц баялагийн тооцоонд оруулах шаардлагагүй гэж үзсэн.

Газар доорх усны ашиглалтын нөөцийг балансын болон гидродинамик аргаар тооцож үйлдвэрлэлийн А, В зэргээр үнэлсэн.

### Балансын арга

$$Q_{e.3} = \frac{V_e \cdot \alpha}{t};$$

Энд:

$Q_{e.3}$  – Тухайн ордын хэмжээнд балансын аргаар үнэлж тооцсон газрын доорх усны ашиглалтын нөөц, м<sup>3</sup>/хоног

$V_e$  – Ус агуулагч үе давхаргын байгалийн эзэлхүүн, м<sup>3</sup>

$t$  – Газрын доорх усны эзэлхүүний нөөцийг ашиглах хугацаа 150.0 хон

$\alpha$  - Аливаа бүс нутгийн тодорхой талбайд тархсан газрын доорх усны байгалийн эзэлхүүний нөөцөөс авч олборлож ашиглах боломжтой бөгөөд цаашид тухайн орчны байгаль экологийн тэнцвэрт байдлын нөхөн сэлбэгдэх хэвийн нөхцлийг хангаж чадахуйц хувь хэмжээ юм. Энэ итгэлцүүр  $\alpha = 0.3-0.5$  хооронд байдаг бөгөөд харьцангуй хур тунадас ихтэй Хангайн бүс учир 0.5 гэж сонгож авлаа.

$$V_e = V_0 * \mu$$

Энд:

$V_0$  – Ус агуулагч давхаргын эзэлхүүн,  $m^3$

$\mu$  – Уст үе давхаргын ус өгөмж

$$V_0 = F * H_{c,p}$$

Энд:

$H_{c,p}$  – уст үе давхаргын дундаж зузаан, 13.46 м

$F$  – Уст үе давхаргын ашигтай талбай,  $1504795.6 m^2$ ,  $F = B * L$ ;  $B$  – талбайн өргөн 977.14 м,  $L$  – талбайн урт 1540.0 м

$$V_0 = F * H_{c,p} = 1504795.6 * 13.46 = 20254548.8 m^3$$

Чөлөөт гадаргуутай газрын доорх усны байгалийн эзэлхүүний нөөц нь доорх томъёогоор тооцогдоно.

$$V_e = V_0 * \mu = 20254548.8 * 0.15 = 3038182.3 m^3$$

Эндээс газрын доорх усны тухайн ордын байгалийн эзэлхүүний нөөцөөс жил бүр олборлож болох нийт хэмжээ нь доорх томъёогоор тооцогдоно. Үүнд:

$$Q_{e,z} = \frac{V_e * \alpha}{t} = \frac{3038182.3 * 0.5}{150} = 10127.3 m^3 / \text{хоног буюу } 117.2 \text{ л/с}$$

Өтгөрүүгийн тохойн газрын доорх усны ордын ашиглалтын нөөц баялгийг балансын аргаар тооцоход:  $Q_{e,z} = 117.2 \text{ л/с}$  болж байна.

### Гидродинамик арга

Газрын доорх усны ашиглалтын нөөц баялгийг гидродинамикийн аргаар үнэлж тооцоходоо жил бүрийн тэжээлийн гачиг үе болох 11, 12, 1, 2, 3-р саруудад бий болдог байгалийн “зурвас-давхарга”-ын бүдүүвчийг сонгож, тооцоог хийх нь манай орны нөхцөлд илүү зохистой, найдвартай болно гэж үзсэн. Өөрөөр хэлбэл энэхүү орд дээр баригдах ус татах байгууламж нь тэжээгдлийн гачиг үеийн ачааллыг дааж, усны нөөцийн хомсдолд орохгүй байх юм бол зуны улиралд газрын доорх усны нөөц, Туул голын усны урсац болон хур борооны усаар тэжээгдэж, ордын ачаалал даах чадамж нэмэгдэж, ашиглалтын үйл ажиллагаанд хүндрэл үүсэхгүй гэсэн үг юм.

Иймд Туул голын гадаргын урсацын тэжээлгүй үеийн 2 талдаа тэжээгдэлгүй / $Q=0$ / “зурвас-давхарга” хэлбэршилтэй гадаад хил заагийн нөхцөлтэй байх загварыг сонгож, газрын доорх усны ашиглалтын нөөц баялагийг гидродинамикийн дараах тэгшитгэлээр үнэлж тооцсон.

$$S_{т.б} = H - \sqrt{H^2 - \frac{Q}{\pi K} \left( \ln \frac{R_k}{r_0} + \frac{2a_y t}{R_k^2} - \frac{3}{4} \right)}$$

Энд:

$H$  – цооногт илэрсэн уст үе давхаргын зузаан, м;

$Q$  – цооногийн тооцооны ундарга,  $m^3/хоног$ ;

$K$  – уст давхаргын шүүрэлтийн итгэлцүүр, м/хоног;

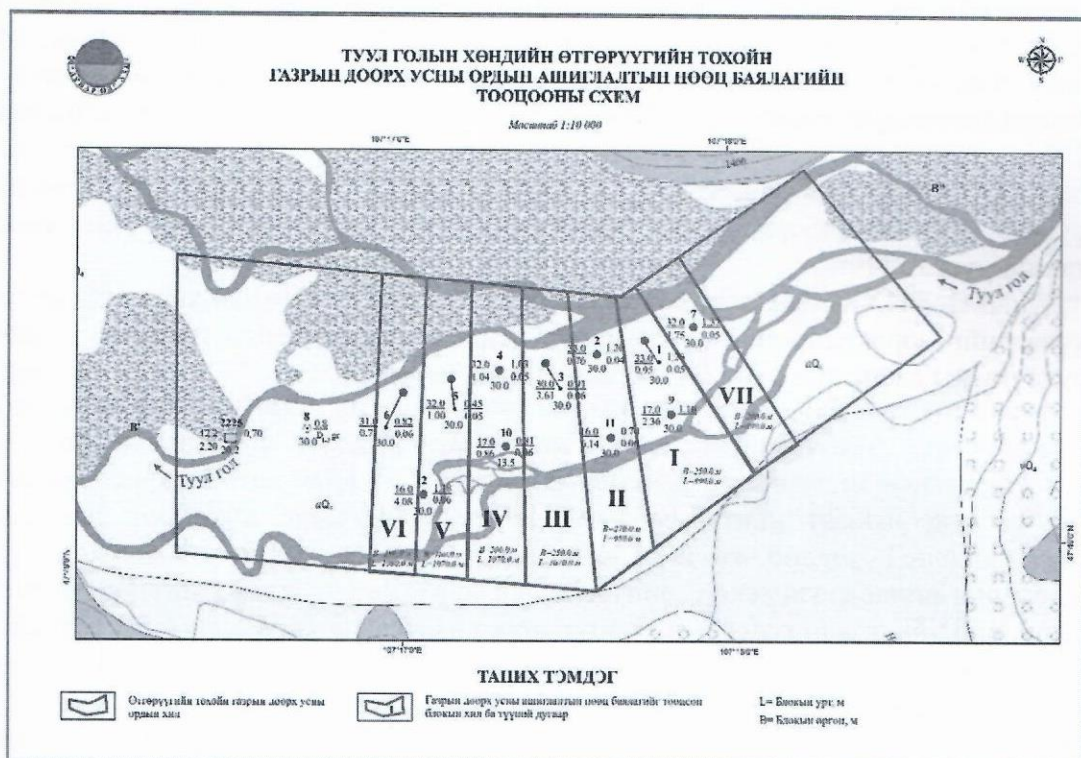
$t$  – гидродинамикийн тооцооны “зурвас-давхаргы”-н бүдүүвчид хамаарч буй уст үе давхаргын план дээрх гадаад хил заагийн нөхцөл нь хоёр талдаа  $Q = 0$  байх үеийн нийт хугацаа. Манай нөхцөлд 150 хоног.

$a_y$  – уст үе давхаргын усны түвшин дамжуулалтын итгэлцүүр,  $m^2/хоног$  ;

$r_0$  - цооногийн радиус, м;

$R_k$  – цуваа эгнээгээр байрласан цооногуудын хоорондох зайны голчийг эгц босоо байдлаар огтолсон хөндлөвч шугамаар тусгаарлагдсан “хаалттай” жижиг блокийн талбайг тойрогт шилжүүлсэн талбайн радиус, м.

Өтгөрүүгийн газрын доорх усны ордын ашиглалтын нөөц баялгийн тооцоог дээрх томъёог ашиглан хийхийн тулд эхлээд ордын хил, заагийг нарийн зурж, дотор нь “зурвас-давхарга”-ын суналын дагуу цуваа эгнээгээр байрлах “хаалттай” жижиг, жижиг 7 блокыг байрлуулан, тэдгээрт хамааралтай хайгуулын цооногуудын байршлыг харуулсан тооцооны бүдүүвч зургийг гаргасан (3-р зураг).



3 дугаар зураг. Газрын доорх усны ашиглалтын нөөц баялагийн тооцооны схем

Туул голын хөндийн хэсэгт олж илрүүлсэн “Өтгөрүүгийн тохой”-н газрын доорх усны ордын ашиглалтын нийт нөөц  $7344.0 m^3/хоног$  буюу  $85.0$  л/с байна. Үүнээс үйлдвэрлэлийн А зэрэгт  $2160.0 m^3/хоног$  буюу  $25.0$  л/с, В зэрэгт  $5184.0 m^3/хоног$  буюу  $60.0$  л/с -г нь оруулсан.

## Дүгнэлт

Өтгөрүүгийн тохойн газрын доорх усны ордын тэжээгдлийн үндсэн хэсгийг дулааны улиралд Туул голын усны урсацын нэвчилт болон Туул ба Налайх голуудын хөндийн газрын доорх усны алсын урсац бүрдүүлэх ба багахан хэсгийг ордын талбайн хэмжээнд унасан агаарын хур тунадасны нэвчилт эзлэнэ.

Газар доорх усны ашиглалтын нөөцийг балансын болон гидродинамик аргаар тооцож үйлдвэрлэлийн А, В зэргээр үнэлсэн.

Туул голын хөндий, Налайхын хөндийн уулзвар хэсэгт “Өтгөрүүгийн тохой”-н газрын доорх усны ордыг илрүүлэн, усны ашиглалтын нөөцийг гидродинамик аргаар тооцсон тооцоогоор үйлдвэрлэлийн А зэргээр 2160.0 м<sup>3</sup>/хоног буюу 25.0 л/с, В зэргээр 5184.0 м<sup>3</sup>/хоног буюу 60.0 л/с, нийт **7344.0 м<sup>3</sup>/хоног буюу 85.0 л/с** байна гэж үнэлсэн. Тус орд нь 1540.0 м урт үргэлжилсэн, 977.14 м дундаж өргөнтэй байна. Туул голын хөндийд дөрөвдөгчийн цаг үед үүссэн аллювийн гаралтай сэвсгэр хурдсанд агуулагдаж байгаа усажсан давхаргын зузаан нь 9.2-16.7 м байна.

## Ашигласан ном, сэтгүүл

1. “Охь-Ус” ХХК, “Гранд Электро Техноком” ХХК Улаанбаатар хотын Хан-Уул дүүргийн 13-р хорооны нутаг дэвсгэрт баригдах Үйлдвэр технологийн паркийн цогцолборын ус хангамжийн эх үүсвэрт зориулсан газрын доорх усны эрэл-хайгуулын гидрогеологийн судалгааны ажлын үр дүнгийн тайлан Улаанбаатар, 2015.
2. Монголын Мянганы Сорилтын Сан. Монгол улс II – Ус хангамжийн шинэ эх үүсвэр Газрын доорх усны эрэл хайгуулын судалгааны ажлын товч танилцуулга 2019.
3. “Дунар-Од” ХХК, “Майдар хот”-ын унд ахуйн төвлөрсөн усан хангамжийн эх үүсвэрийн зориулалттай газрын доорх усны эрэл-хайгуулын гидрогеологийн судалгааны ажлын үр дүнгийн тайлан Улаанбаатар, 2020.

# ERA-5 РЕАНАЛИЗЫН ХУР ТУНАДАСНЫ МЭДЭЭГ АЖИГЛАЛТЫН УТГАТАЙ ХАРЬЦУУЛСАН ҮР ДҮН

Г. Ариунсолонго, Л. Жамбажамц, З. Мөнхцэцэг

Монгол Улсын Их сургууль, Хэрэглээний Шинжлэх Ухаан,  
Инженерчлэлийн Сургууль  
И-мэйл: [ariunsolongo19@gmail.com](mailto:ariunsolongo19@gmail.com)

## Хураангуй

Гадаргын болон газрын доорх усны судалгаанд хур тунадасны мэдээ өгөгдөл чухал үүрэгтэй байдаг. Гэвч хур тунадасны мэдээ өгөгдлийн хэмжилт цөөн, нягтшил муутайгаас бид гол мөрөн болон газрын доорх усны түвшин, нөөцийн судалгаанд сав газрын дундаж эсвэл тухайн гол мөрөн нуур, худаг цооногийн ойролцоох станцын мэдээ өгөгдлийг ашигладаг билээ. Зарим тохиолдолд энэ нь ус зүйн судалгаа, загварчлалд оролтын мэдээ болж чаддаггүй. Тиймээс бид энэхүү судалгаанд дэлхийн реанализын мэдээ өгөгдөл болох ERA-5-ын үр дүнг Монгол орны Говийн бүс дэх 4 цаг уурын станцын 1981-2015 оны хур тунадасны мэдээ өгөгдөлтэй харьцуулж таарцыг шалган цаашид аливаа судалгаанд ашиглах боломжтой эсэхийг үнэлэхийг зорилоо. Ингэхдээ сарын болон жилийн нийлбэр хур тунадасны мэдээ өгөгдөлд харьцангуй дундаж квадрат алдааны язгуур (RMSE), Пеарсоны корреляцийн коэффициент ( $r$ ), Jarque-Bera-ийн шалгуураар тархалтыг үнэлсэн болно. Тархалтыг Jarque-Bera-ийн шалгахад хур тунадасны өгөгдөл нормаль биш тархалттай, цэгэн үнэлэлтэнд хийсэн дүгнэлтээр тухайн 4 станцын хувьд ажиглалтын утга, реанализын утгын хооронд Пеарсоны корреляци маш сул байна.

**Түлхүүр үг:** *Хур тунадас, Тархалт, Таарц, Шалгуур, Реанализын өгөгдөл*

## Оршил

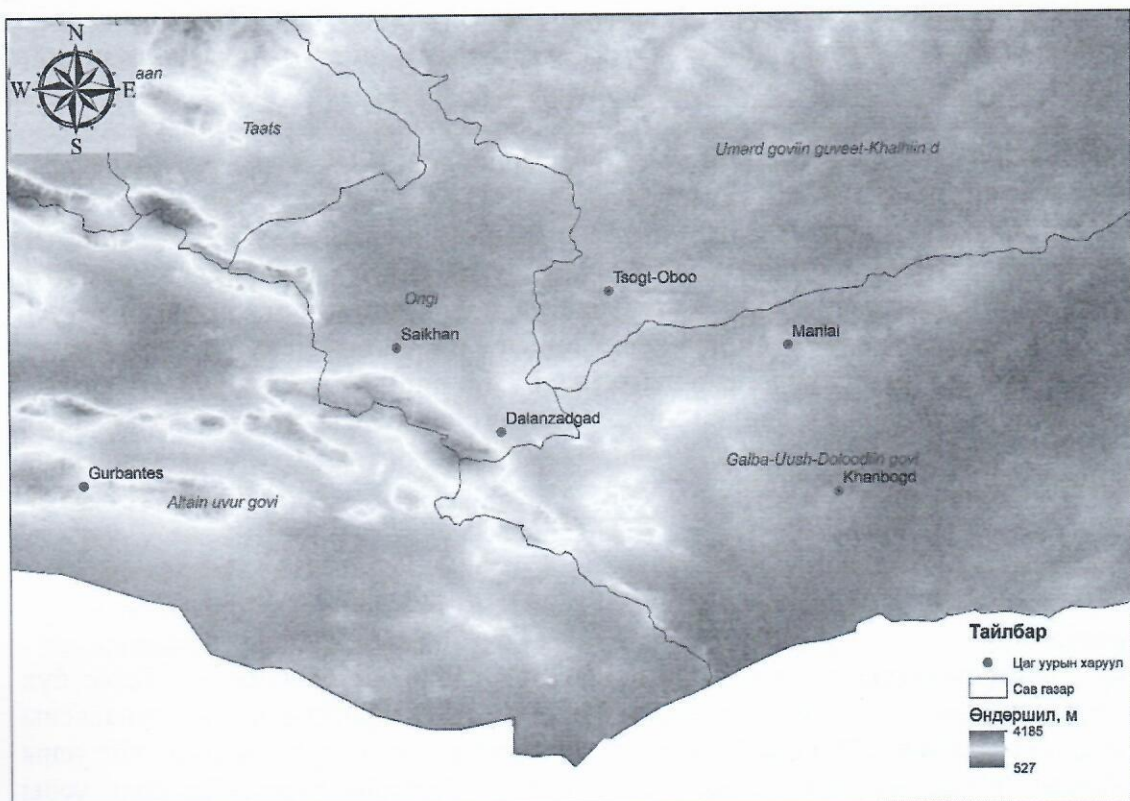
Хур тунадасны мэдээлэл нь ус зүйн судалгааны гол оролтын мэдээ юм. Бараг бүх ус зүйн загварт цаг уурын станцад хэмжигддэг гадаргуугийн хур тунадасны өгөгдөл шаардлагатай байдаг. Гадаргын түвшний хур тунадасны мэдээллийг усны балансыг тооцоход ашиглахаас гадна усны эргэлтийн газрын доорхи усны бүрэлдэхүүн хэсэгтэй холбоотой судлагаанд ашиглаж болдог. Гэвч цаг уурын станцын нягтшил бага, хэмжилтийн цуваа богино, мэдээ өгөгдөлийн цоорхойтой байдлаас хамааран усны судалгаанд хур тунадасны мэдээ өгөгдлийг нарийвчлан тооцох нь чухал байдаг. Тиймээс бид энэхүү судалгаанд ERA-5 реанализын хур тунадасны мэдээ өгөгдлийг Монгол орны говийн бүсийн зарим цаг уурын харуулуудын мэдээ өгөгдөлтэй харьцуулан хур тунадасын ерөнхий тренд ажиглалтын утгатай хир нийцэж байгааг судлахыг зорив.

ERA-5 загвар нь 4D-Var өгөгдлийн тооцооллоор 137 түвшинд 0.0.1 гПа хүртэл уур амьсгалын өгөгдлүүдийг гридээр тооцож гаргадаг. ERA-5 хур тунадасны өгөгдлийг ажиглалтын утгатай харьцуулж үнэлэх, ус зүйн судалгаанд ашиглах нилээдгүй судалгаа хийгдэж байжээ (Leeuw ба бусад 2014; Beck ба бусад 2017; Shanti ба Mishra 2019; Wang ба бусад 2019). Монгол орны хувьд ERA-Interim реанализын мэдээг мөндөрийн давтамж, түүний термодинамикийн үзүүлэлтүүдийн судалгааны ажилд ашиглаж байсан байна (Lkhamjav ба бусад 2017). Мөн ERA-5 загварын утгыг Хойд Америкийн нутаг дэвсгэрт тооцсон ус

судлалын загварын жишиг утга тооцоход Erainterim ажиглалтын утгуудтай харьцуулан үнэлсэн байдаг (Tarek ба бусад 2020). Мөн Fallah нар болон бусад 2019, Ираны зарим хэсэгт ажиглалтын болон загварын хур тунадасны хэд хэдэн утгыг харьцуулан үнэлж нам дор газар тооцооллын утга ажиглалтын утгыг зөрүү бага байгааг дүгнэсэн байна.

### Арга зүй

Энэхүү судалгаанд Монгол орны говийн бүс дэх 4 цаг уурын харуулын 1981-2015 оны сар бүрийн нийлбэр хур тунадасыг авч ашиглав (Зураг 1). Харин реанализын мэдээг билинеар аргаар (bilinear) тухайн цаг уурын харуулын цэг дээр буулгаж мэдээ өгөгдлийг бэлтгэсэн болно.



Зураг 1. Судалгааны талбай дахь цаг уурын станцууд

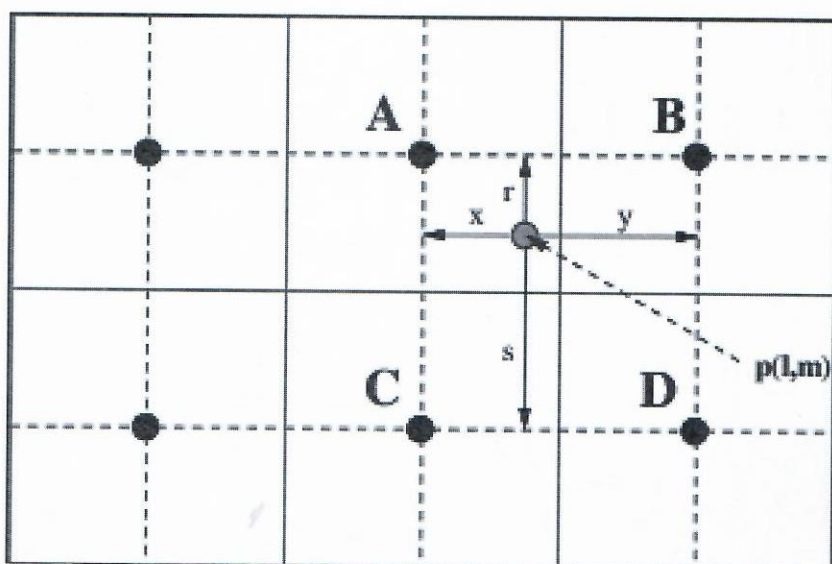
Судалгаанд Цогт-Овоо, Даланзадгад, Манлай, Ханбогд цаг уурын станцуудыг авсан бөгөөд эдгээр нь Онги, Умард Говийн Гүвээт Халхын Дундад сав газар, Галба-Өөш Долоодын говийн сав газарт хамрагддаг (Хүснэгт 1). Өндөршил нь 1115-1465 м-т байна.

Хүснэгт 1. Цаг уурын станцын байршил, өндөршил

No	Цаг уурын станц	Өргөрөг	Уртраг	Өндөршил, м
1	Цогт-Овоо	44.42	105.32	1299
2	Даланзадгад	43.58	104.42	1465
3	Манлай	44.08	106.8	1299
4	Ханбогд	43.2	101	1115

Судалгаанд ашиглаж буй цаг уурын станцын байршил дээр ERA-5 тооцооллын утгыг буулгахдаа билинеар интерполяцийн аргыг ашиглав. Энэ нь гридийн 4

цэгийн утгаас (Зураг 2) тухайн станцын байршил руу хур тунадасны мэдээг буулгаж буй хэрэг юм (Kim ба бусад 2019).



Зураг 2. Билинеар интерполяци

Үүний дараа ажиглалтын болон загварын хур тунадасны хэмжилтүүдийн утгуудад Пеарсоны корреляцийн коэффициент, дундаж квадрат алдааны язгуур, Jarque Bera-ийн тестээр тархалтыг шалгасан.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (P_E - P_O)^2}{n}}$$

Түүнчлэн ажиглалтын болон загварын хур тунадасны утгуудын хооронд төсөөтэй эсэхийг таамаглалаар шалгав. Таамаглалыг хүлээн авах эсвэл няцаах шийдвэрийг өгдөг дүрмийг таамаглал шалгах шинжүүр гэж нэрлэнэ (Бямбажав, 1999). Энд таамаглал шалгах шинжүүрт  $F$  шалгуурыг авч үзэв.

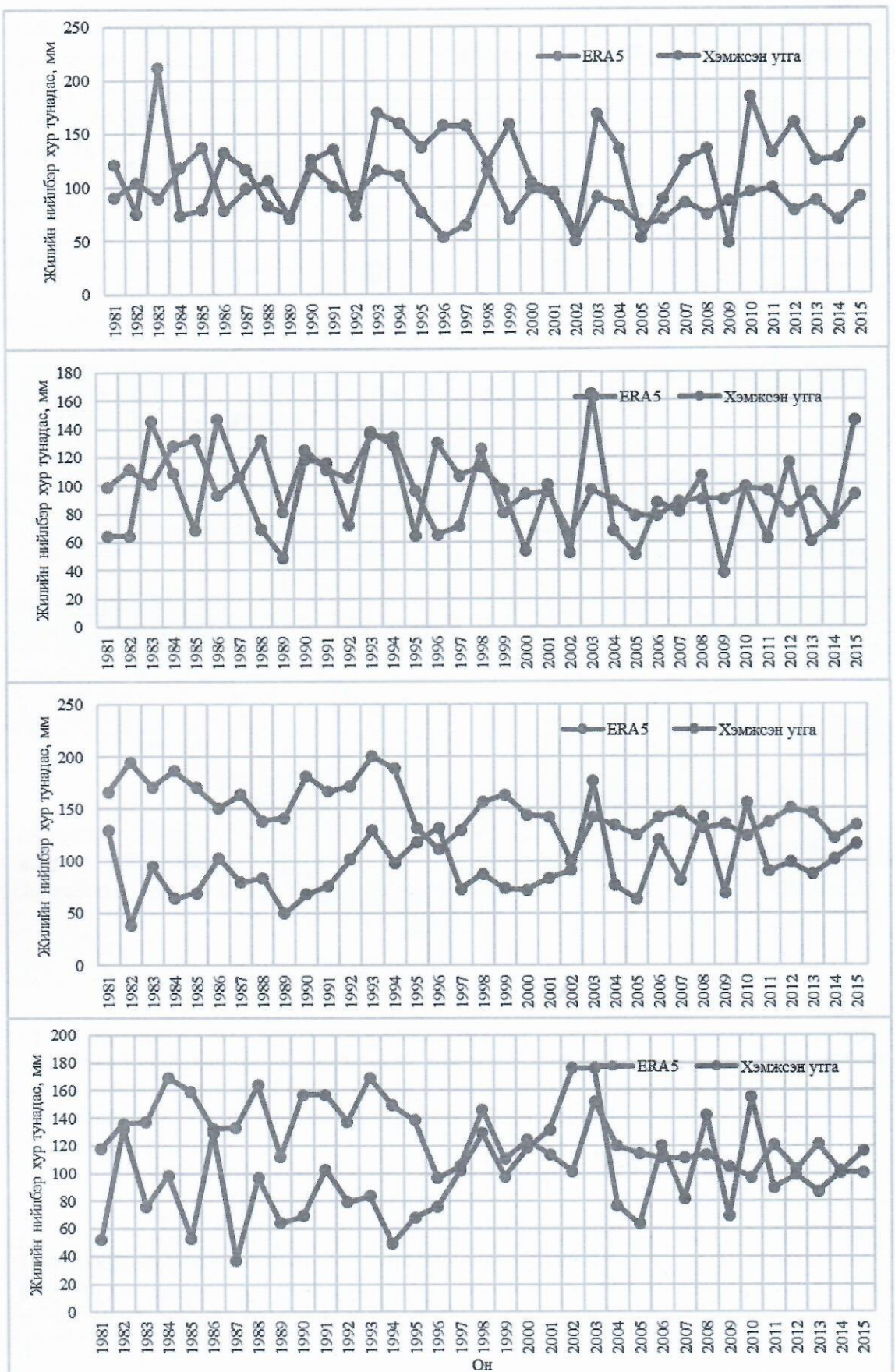
$$H_0: \sigma_1 = \sigma_2 \quad H_a: \sigma_1 \neq \sigma_2$$

Хоёр түүврийн аль их утгатай стандарт хазайлтыг багад нь харьцуулж босго утгатай харьцуулснаар таамаглалыг хүлээн авах эсвэл няцаана (Moore ба бусад 2019).

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

### Үр дүн

Судалгааны дүнгээс үзэхэд ERA-5 реанализын болон ажиглалтын хур тунадасны явцаас харахад хамгийн нам цэг дэх цаг уурын харуулын хур тунадасны өгөгдөл бусад станцын өгөгдөлтэй харьцуулахад хоорондын зөрүү бага байна (Зураг 3).



Зураг 3. Ажиглалтын болон ERA-5 тооцооллын 1981-2015 оны сарын нийлбэр хур тунадасны явц. Энд: 1. Даланзадагад 2. Цогт-Овоо 3. Ханбогд 4. Манлай

Харин Пеарсоны корреляцийн коэффициентийг жилийн нийлбэр болон улирлын хувьд ажиглалтын болон реанализын мэдээ хооронд тооцож үзэхэд маш муу хамааралтай байна (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Ажиглалт болон ERA-5 хур тунадасны өгөгдөл хооронд тооцсон RMSE болон Пеарсоны коэффициент

Харуулуудын нэр	Жилийн нийлбэр хур тунадас	Улирлаар (r)			
	RMSE (r)	Хавар	Зун	Намар	Өвөл
Ханбогд	68.4 (-0.25)	0.01	-0.09	0.12	0.07
Манлай	51.9 (-0.18)	-0.13	0.04	0.20	0.08
Цогт-Овоо	34.5 (0.21)	-0.20	0.01	0.02	-0.15
Даланзадгад	54.0 (-0.01)	-0.02	0.08	0.01	-0.04

Хур тунадасны тархалтыг Jarque-Bera тестээр шалгахад ажиглалтын болон реанализын мэдээ нормаль биш тархалттай байх ба тархалтын хувьд төсөөтэй гэсэн таамаглал батлагдаж байна (Хүснэгт 3). Ажиглалтын утгуудад хийсэн шинжилгээгээр хур тунадасны сарын нийлбэр утгуудын хамгийн их хэмжээ 75.4-86.5 мм байхад ERA-5-ын хувьд 42.1-64 мм байна. Тэгш хэмийн коэффициент 2.1-2.7 болон 1.3-1.8 гэж тодорхойлогдож байна.

Хүснэгт 3. Статистик үзүүлэлтүүд

Статистик үзүүлэлт	Ханбогд (ERA5)	Ханбогд (ажиглалт)	Манлай (ERA5)	Манлай (ажиглалт)
Max	64	75.8	56.7	75.9
Min	0.21	0	0.4	0
Стандарт хазайлт	13.1	12.6	10.6	13.1
Тэгш хэмийн коэффициент	1.3	2.4	1.4	2.3
Хэмжилтийн тоо	420	420	420	420
F	229	230	195	353
P(F<=f)	0.00	0.0000	0.000	0.000
Статистик үзүүлэлт	Цогт-Овоо (ERA5)	Цогт-Овоо (ажиглалт)	Даланзадгад (ERA5)	Даланзадгад (ажиглалт)
Max	43.8	86.5	42.1	75.4
Min	0.15	0	0.08	0
Стандарт хазайлт	8.6	12.6	8	14.1
Тэгш хэмийн коэффициент	1.5	2.7	1.8	2.1
Хэмжилтийн тоо	420	420	420	420
F	232	1859	395.9	552
P(F<=f)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

## Дүгнэлт

ERA-5 тооцооллын 1981-2015 оны сарын нийлбэр хур тунадасыг билинеар аргаар ажиглалтын цэг рүү буулгаж ажиглалтын мэдээтэй харьцуулахад жилийн нийлбэрээр тооцсон утгуудын хоорондох корреляцийн коэффициент  $-0.01-0.25$  байна. Харин улирлаар авч үзэхэд зун намрын мөн хоорондын хамаарал байхгүй боловч зун болон намрын улиралд уг коэффициент илүү байна. Харьцангуй дундаж алдааны язгуур жилийн дунджаар  $34.5-68.4$  байхад улирлаар  $2.1-56.8$  байна. Энэ нь ERA-5 загварын утгыг билинеар буулгасан утга ажиглалтын мэдээний ерөнхий трендийг гаргаж чадахгүй ч тархалтын хувьд төсөөтэй байна. Тиймээс ажиглалтын утгыг орон зайн өгөгдөлд болгож үнэлэлт хийх мөн уур амьсгалын хэд хэдэн бүс дэх цаг уурын станцуудын мэдээтэй харьцуулж үнэлгээг нарийвчлах нь зүйтэй.

## Ашигласан материал

1. Leeuw. DJ, Methven. J, Blackburn. M, Evaluation of ERA-Interim reanalysis precipitation products using England and Wales observations. Quaterly journal of the Royal meteorological society. <https://doi.org/10.1002/qj.2395>
2. Beck.HE, Vergopolan. N, Pan. M, Levizzani. V, van Dijk. AIJM, Weedon. GP, Brocca.L, Pappenberger. F, Huffman. G, Wood. EF, Global scale evaluation of 22 precipitation datasets using gauge observations and hydrological modeling. Hydrol.Earth.Syst. Sci.,21, 6201-6217. <https://doi.org/10.5194/hess-21-6201-2017>, 2017.
3. Shanti SM, Mishra. V, Does ERA-5 outperform other reanalysis products for hydrologic applications in India?. JGR Atmospheres. <https://doi.org/10.1029/2019JD031155>, 2019
4. Wang. C, Graham. RM, Wang. K, Gerland. S, Granskog. MA, Comparison of ERA5 and ERA-Interim near surface air temperature, snowfall and precipitation over Arctic seas ice: effects on sea ice thermodynamics and evolution. The cryosphere 13, 1661-1679. <https://doi.org/10.5194/tc-13-1661-2019>
5. Kim. KH, Shim. PS, Shin. S, An alternative bilinear interpolation method between spherical grids. Atmosphere 10(3), <https://doi.org/10.3390/atmos10030123>, 2019
- 6.
7. Lkhamjav. J, Jin. HG, Lee.H, Baik. JJ, A hail climatology in Mongolia. Asia-Pacific journal of Atmospheric sciences 53, 501-509, 2019
8. Бямбажав. Д, Магадлалын онол. Математик статистик. Улаанбаатар: Адмон. 1999
9. Moore, DS., McCabe, GP and Craig, BA. (2009). *Introduction to the practice of statistics*. New York: W.H. Freeman and Company.
10. Tarek. M, Brissette. FP, Arsenault.R, Evaluation of the ERA5 reanalysis as a potential reference dataset for hydrological modelling over North America, Hydrol. Earth Syst. Sci., 24, 2527–2544, <https://doi.org/10.5194/hess-24-2527-2020>, 2020.

# АШИГЛАЖ БУЙ БЭЛЧЭЭРИЙН ХӨРСНИЙ УС НЭВТРҮҮЛЭХ ЧАДВАРЫН СУДАЛГААНЫ ДҮНГЭЭС

Б.Сийлэгмаа

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар  
И-мэйл: [siileg\\_hydro@must.edu.mn](mailto:siileg_hydro@must.edu.mn)

## Хураангуй

Уулын элсэнцэр хүрэн элсэн хөрсний ус нэвтрүүлэх чадварыг илрүүлэх зорилтын хүрээнд элсэнцэр хүрэн хөрсний өнгөн давхарга, 15, 40 см-ийн давхаргын ус нэвтрүүлэх чадварыг нэвчилтийн эрчимшлийг тооцох аргаар (intake rate method) Мариот (Mariot) болон Гальф (Guelph permeameter) багажаар, хөрсний 0-5 см-ийн давхаргын ус нэвтрүүлэх чадварыг усны түвшин бууралтын аргаар (Falling head method) тодорхойлов.

Хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний өнгөн, 15, 40 см давхаргын ус нэвтрүүлэх чадварын үзүүлэлтэд хоёр хүчин зүйлт дисперсийн шинжилгээ хийхэд хөрсний өнгөн болон 15 см давхаргын ус нэвтрүүлэх чадвараараа ялгаатай ( $p=0.0015$ ), харин 40 см давхаргад төсөөтэй ( $p=0.38574$ ) байв.

**Түлхүүр үг:** *Хөрсний усаар ханасан үеийн шүүрэлтийн коэффициент, Хөрсний нягт, Элсэнцэр хүрэн хөрс*

## Оршил

Малын төвлөрөл болон тооны өсөлтөөс үүдэлтэй бэлчээрийн даац хэтрэх шалтгаанаар хөрсний физик шинж өөрчлөгдөж, улмаар бэлчээрийн хөрс ус, салхины элэгдэлд өртдөг талаар дотоод, гадаадын судлаачид (Haveren et al., 1983; Willatt et al., 1984; Kelly, 1985; Naeth et al., 1990; Mead and Chan., 1992; Proffitt et al., 1993; Greene et al., 1994; Greenwood et al., 2001; Martinez et al., 2004; Krummelbein et al., 2006, 2009; Аваадорж нар., 2006; Castellano et al., 2007; Zhao et al., 2007; Баттулга нар., 2010; Баасандорж нар., 2010; Gan et al., 2012; Мягмаржав, 2015) бүтээлдээ дурьдсан байдаг. Ийнхүү бэлчээрийн хөрсний физик шинж өөрчлөгдснөөр түүний ус шингээх буюу нэвтрүүлэх чадвар буурдаг (Willatt et al., 1984; Proffitt et al., 1993; Greenwood et al., 2001; Аваадорж нар., 2006; Castellano et al., 2007; Krummelbein et al., 2009; Kato et al., 2009; Баттулга нар., 2010; Баасандорж нар., 2010; Ginger et al., 2011; Мягмаржав, 2015) бөгөөд үүнээс үүдэн нэг талаас хөрсний гадаргын урсац нэмэгдэж, усны элэгдэлд өртдөг, нөгөө талаас энэ нь ургамлын өсөлт, хөгжилтөнд сөргөөр нөлөөлдөг (Аваадорж нар., 2006; Гончигсумлаа, 2008).

Монгол оронд өргөн уудам талбайг эзлэн тархсан хүрэн хөрс нь бүдүүн ширхэгтэй шороо, чулууны хэмхдэс ихтэй, ялзмагийн давхарга болон бүх үе давхарга нимгэн, ургамлын бүрхэц сийрэг (20-40%) байдаг өвөрмөц онцлогтой (Доржготов, 2003) учир элдэгдэлд өртөхдөө хялбар байдаг. Үүний дээр уулын хээрийн болон хээрийн хүрэн хөрс тархсан бүсэд манай орны нийт малчин өрхийн тэн хагас нь, малын 60% орчим хувь (<http://www.1212.mn/>) төвлөрдөг. Иймээс хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг нөхөн сэргээх, элэгдлээс сэргийлэх шинжлэх ухааны үндэслэл боловсруулахын тулд уг бэлчээрийг хамгаалснаар хүрэн хөрсний физик,

ус-физикийн шинж чанарт гарах өөрчлөлтийн зүй тогтлыг илрүүлэх шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна.

Манай оронд бэлчээрийн хөрсний физикийн шинж, ус нэвтрүүлэх чадварын өөрчлөлтийг бэлчээрийн төлөв байдалтай нь уялдуулан тодорхойлох зорилго бүхий цөөн судалгаа (Аваадорж, 2006; Kato, 2009; Баттулга, 2010; Баасандорж, 2010; Мягмаржав, 2015) хийсэн байдаг ба тариалангийн талбайн уриншийн янз бүрийн хувилбар дахь хөрсний физик шинж, ус нэвтрүүлэх чадвар (Билэгт, 1977; Батбаяр, 1994; Жанчивдорж, 1999; Чандмань, 2000; Баттулга, 2001; Дугармаа, 2006; Болормаа, 2010; Мөнхтуяа, 2010) зэрэг чиглэлээр олон судалгаа хийжээ.

Дээрхи судалгаанаас үзэхэд манай орны хөрсний ус нэвтрүүлэх чадварыг тодорхойлох судалгаа ихэвчлэн тариалангийн талбайд хийсэн байдаг ба бэлчээрийг хамгаалахад хөрсний ус нэвтрүүлэх чадварт гарах өөрчлөлт болон нөхөн сэргэлтийн судалгаа эхлэл төдий байна. Ийм учраас манай оронд түгээмэл тархсан уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний ус-физикийн шинж чанарт бэлчээр хамгааллын үзүүлэх нөлөөг илрүүлэхэд бидний судалгааны ажлын зорилго оршино.

### Судалгааны материал, аргазүй

Хөрсний чийгийн улирал, жилийн хөдлөлзүй, хөрсний ус нэвтрүүлэх чадварыг тодорхойлох судалгааг Төв аймгийн Аргалант, Баянхангай, Алтанбулаг зэрэг 3 сумын нутгийн хил дээр орших Хустайн байгалийн цогцолборт газрын орчны бүсэд 3 талбайг сонгож гүйцэтгэсэн. Үүнд 1-р талбай нь Молцог элсний зүүн хойд талд байрлах бэлчээрт ашиглаж байгаа уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрстэй (N47°45'06" E105°52'59.1") ба “ашиглаж буй бэлчээр”, 2-р талбай нь Молцог элсний зүүн хойд талд байрлах 2006 онд хашиж хамгаалсан (N47°45'04.5" E105°50'55") уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрстэй ба “хамгаалсан бэлчээр” хэмээн нэрлэсэн (1-р зураг).



1-р зураг. Судалгаа явуулсан газар

Хустайн байгалийн цогцолборт газрын орчны бүсэд хамаарах Төв аймгийн Аргалант сумын нутагт орших уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний физик, ус-

физик шинж болох ус нэвтрүүлэх чадварт бэлчээр хамгааллын нөлөөг илрүүлэх зорилгоор дараах аргазүйг боловсруулав.

### **Хөрсний ерөнхий физик шинж чанар**

Хээрийн нөхцөлд хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрснөөс үе давхарга (0-100 см) бүрээс 3-6 давталттайгаар металл цилиндрээр ( $h=5$  см,  $d=5$  см) дээж авч дунджаар нягтыг тооцоолсон.

$$d_v = \frac{P}{V} \quad (1)$$

Үүнд: P- үнэмлэхүй хуурай хөрсний жин, г, V- цилиндрийн эзэлхүүн, см<sup>3</sup>

Хөрсний хатуу хэсгийн нягтыг пикнометрийн аргаар тодорхойлсон.

$$d = \frac{A}{/B+A/-C} \quad (2)$$

Үүнд: d-хатуу хэсгийн нягт, г/см<sup>3</sup>, A- хөрсний жин, г, B- усаар дүүргэсэн пикнометрийн жин, г, C- усаар дүүргэсэн хөрстэй пикнометрийн жин, г.

Хөрсний хатуу хэсгийн нягт ба нягтыг тодорхойлсны үндсэн дээр сүвшилтийг дараах томъёогоор тооцоолсон.

$$P = /1 - \frac{d_v}{d} / \cdot 100 \quad (3)$$

Үүнд: P- нийт сүв, %,  $d_v$ -ерөнхий нягт (эзэлхүүн жин), d-хатуу хэсгийн нягт, г/см<sup>3</sup>

### **Хөрсний өнгөн давхаргын ус нэвтрүүлэх чадвар (Mariot tank)**

Green-Ampt арга нь хөрсний ус нэвчилтийн явцад норолтын фронтыг нарийн тодорхойлж, норолтын бүс доош чиглэлээр аажмаар шилжиж, байнга үргэлжилдэг бөгөөд энэ нь тогтмол сорох хүчний даралтаар тодорхойлогддог, харин хугацаа, байршлийг тооцдоггүй (Hillel, 1998).

Хөрсний усны урсацын хэмжээг (flux) Дарсын хуулийг ашиглан тооцвол:

$$q = -i = -K_s \left( \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f} \right) \quad (4)$$

Үүнд:  $K_s$ - усаар ханасан хөрсний шүүрэлтийн коэффициент, мм/цаг;  $\phi_o$ - усны түвшний даралт, см;  $\phi_p$ - хөрсний усны шилжилтийн зааг дээрх даралт, см;  $L_f$ - хөрсний гадаргаас усны шилжилтийн зааг хүртэлх зай. Хэрэв хөрсний ус нэвчилтийн хэмжээ нь хөрсний чийгийн өөрчлөлттэй тэнцүү бол

$$i = \frac{d}{dt} [(\theta_o - \theta_i)L_f] \quad (5)$$

Үүнд:  $\theta_i$  - хөрсний гадарга дахь эхний чийгийн хэмжээ,  $\theta_o$  -ус нэвчүүлэлтийн дараах үеийн чийгийн хэмжээ. Иймээс,

$$i = \frac{d}{dt} [(\theta_o - \theta_i)L_f] = K_s \left( \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f} \right) \quad (6)$$

$$\frac{dI}{dt} = K_s \left( \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f} \right) \quad (7)$$

Томъёо 7-ийг хамгийн бага квадратын аргыг ашиглавал:

$$E = \sum \left( \frac{dI}{dt_{obs}} - K_s \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f} \right)^2$$

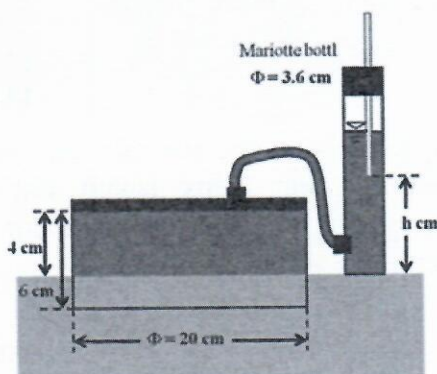
$$\frac{\partial E}{\partial K_s} = 2 \sum \left\{ \frac{dI}{\partial t} - K_s \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f} \right\} \left( - \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f} \right) = 0$$

$$\frac{\partial E}{\partial \phi_p} = 2 \sum \left\{ \frac{dI}{\partial t} - K_s \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f} \right\} \left( - \frac{K_s}{L_f} \right) = 0$$

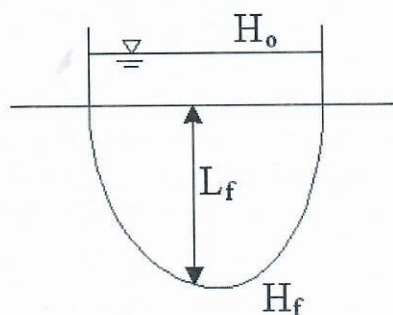
$$K_s = \frac{\sum \frac{dI}{\partial t} - \frac{1}{L_f}}{\sum \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f^2}}$$

$$\sum \frac{dI}{\partial t} \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f} - \frac{\sum \frac{dI}{\partial t} - \frac{1}{L_f}}{\sum \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f^2}} \sum \left( \frac{\phi_o - \phi_p + L_f}{L_f} \right)^2 = 0 \quad (8)$$

Уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний өнгөн давхаргын ус нэвтрүүлэх чадварыг 3 давталтайгаар хаалттай хэлбэрийн инфилтrometer (infiltrometer) багажаар хэмжсэн. Тус багаж нь зэвэрдэггүй ган цагираг ( $h=10\text{см}$ ,  $d=20\text{см}$ ), хуванцар цагираг ( $h=15\text{см}$ ,  $d=60\text{см}$ ) хуванцар таглаа ( $h=6\text{см}$ , өргөн  $90\text{см}$ ), ган цагираг доторх усны тогтмол түвшинтэйгээр ( $1-10\text{ см-ийн хооронд}$ ) усны хэмжээг хэмжих зориулалттай Мариот танк ( $d=5\text{см}$ ) зэргээс бүрдэнэ. Мариот танк ба ган цагирагт усыг дүүргээд, хуванцар тагаар таглана. Мариот танк ба хуванцар таг хооронд нарийн хоолойг холбож өгнө. Туршилтын явцад усны түвшинг  $30\text{ сек}$ ,  $1\text{ мин-аар } 25\text{ минутын турш}$  хэмжилтийг гүйцэтгэсэн.



2-р зураг. Хаалттай инфилтrometer



3-р зураг. Хөрсний ус нэвчилтийн схем

### Хөрсний 15, 40 см давхаргын ус нэвтрүүлэх чадвар

Talsma (Talsma et al., 1980) цооногийн радиус ба усны түвшингийн бууралтаар тухайн усны түвшингийн ( $20\text{ мин}$ ,  $3L$ -ээс бага) усны шүүрэлтийн коэффициентийг хэмжих хэмжилтийн хугацаа, усны хэмжээг багасгах аргыг боловсруулсан. Reynolds (Reynolds et al., 1983, 1984) нь Гальф багажаар хөрсний  $1\text{м-ээс}$  их гүний

босоо чиглэлийн профилийн усаар ханасан шүүрэлтийн коэффициентийг ( $K_{fs}$ ) хэмжих аргачлалыг боловсронгуй болгосон.

Цооногийн ханаар нэвчих усны урсгал 3 хэмжээсээр явагдах (Philip, 1968, 1969) бөгөөд хязгаарлагдмал чийгийн бүсэд богино хугацаанд (маш хурднаар) усны жигд урсгал бий болдог (Talsma, Hallam, 1980; Reynolds et al., 1983; Stephens et al., 1983; Lee et al., 1984) байна.

Хөрсний өрмөөр ухсан гүехэн цооног дахь цооногийн ханаар нэвчих усны урсгал дагуу хүндийн хүчний ба даралтын урсацаар тодорхойлогдоно. Энэхүү цооногийн усны урсгал нь ханаар усны урсгал цацраг хэлбэрийн урсацаар ( $\bar{v}_{rp}$ ), ёроол дахь босоо чиглэлээр даралтын урсац  $\bar{v}_{zp}$  ба ёроол дахь хүндийн хүчний урсац зэргээс тогтоно (5-р зураг).



5-р зураг. Цооног дахь усны урсгалын схем

Хөрсний усны урсацыг Дарс-Бинкингемийн хамаарлын хэлбэрээр тодорхойлбол:

$$\bar{v}_{rp} = -K(\psi) \frac{\partial \psi_p}{\partial r} \Big|_{r=a} \hat{r} \quad (9)$$

$$\bar{v}_{zp} = -K(\psi) \frac{\partial \psi_p}{\partial z} \Big|_{z=0} \hat{k} \quad (10)$$

$$\bar{v}_g = -K(\psi) \frac{\partial \psi_z}{\partial r} \Big|_{r=a} \hat{k} = -K_{fs} \hat{k} \quad (11)$$

Үүнд,  $\psi_z$ - цооногийн суурийн түвшний даралт,  $r$ ;  $z$ - цацраг ба босоо координатын чиглэл ( $z$  чиглэл нь нэмэх тэмдэгтэй дээш өгсөх),  $r$ ;  $k$ -  $r$ ,  $z$  чиглэл (нэмэх тэмдэгтэй) дэх вектор

9, 10, 11-р томъёо нь хөрсний доторх усаар ханасан бүс, хүрээлсэн гаднах ханаагүй бүс ба эхний даралтын түвшин зэргийг нэгтгэж харуулсан. Хэрэв 11-р томъёо дээр  $z=0$  үед хүндийн хүчний урсац нь  $z$  чиглэлд тэгтэй тэнцүү, өөрөөр хэлбэл усаар ханасан шүүрэлтийн коэффициент  $z$  чиглэлд тэгтэй тэнцүү учраас томъёо (11) дээр  $K(\psi)$ -ын оронд  $K_{fs}$  орлуулна. Хөрсөн дэх цооногоос усны нийт өнгөрөлтийг тооцохдоо:

$$Q_t = 2\pi H^2 \left[ \frac{1}{C^*} + \frac{K_{fs}}{2} \left( \frac{a}{H} \right)^2 \right] \quad (12)$$

Үүнд,  $Q_t$  - усны өнгөрөлт,  $\text{см}^3/\text{с}$  (steady intake rate of water);  $K_{fs}$ - усаар ханасан үеийн хөрсний шүүрэлтийн коэффициент,  $\text{см}/\text{с}$ ;  $a$ -цооногийн радиус,  $\text{м}$ ;  $C$ -  $H/a$  харьцаанаас хамаарсан параметр,  $H$ - цооног дахь тогтмол усны гүн,  $\text{см}$ .

Хөрсний урсацын сорох потенциалыг (matric flux potential) тооцохдоо:

$$\phi_m = \int_{\psi_i}^0 K(\psi) d\psi \quad (13)$$

Үүнд,  $\psi(L)$ -хөрсний усны даралт, см,  $K(\psi)$ - даралтаас хамаарсан хөрсний шүүрэлтийн коэффициент, мм/цаг.

Усаар ханасан хөрсний шүүрэлтийн коэффициентийг тооцохдоо:

$$K_{fs} = \frac{cQ_t - 2\pi H\phi_m}{2\pi H^2 \left[ 1 + \frac{c}{2} \left( \frac{a}{H} \right)^2 \right]} \quad (14)$$

Үүнд,  $Q_t$ - хөрсний усны өнгөрөлт, см<sup>3</sup>/с (steady intake rate of water);  $\phi_m$ - хөрсний усны урсацын сорох потенциал, м<sup>2</sup>/с;  $K_{fs}$ -усаар ханасан үеийн хөрсний шүүрэлтийн коэффициент, см/с; а-цооногийн радиус, м; С- Н/а харьцаанаас хамаарсан параметр, Н- цооног дахь тогтмол усны гүн ,см.

Цооног дахь тогтмол усны гүн, цооногийн радиусын харьцаанаас хамаарсан параметрийг олохдоо:

$$C = b_1 + b_2 \sqrt{\frac{H}{a}} + b_3 \left( \frac{H}{a} \right) \quad (15)$$

Гэвч дээрх С параметрийг олоход хүндрэлтэй учир  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ -ыг туршилтаар гаргасан өгөгдлийг ашиглан усаар ханасан хөрсний шүүрэлтийн коэффициентийг олно (Nakano *et al.*, 2006).

1-р хүснэгт. С параметрийн утгууд

№	Хөрсний төрөл	$b_1$	$b_2$	$b_3$
1	Элс	-0.193	0.772	0.0231
2	Шавранцар	-0.185	0.777	0.00845
3	Шавар	-0.225	0.853	0.0405

Гальф багаж (Guelph permeameter) нь Мариот танк (том, жижиг), усыг жигд шүүрүүлэгч зэргээс бүрдэнэ. Хөрсний өрмөөр 15, 40 см-ийн гүн нүх ухан бэлтгэж, Гальф багажны (Guelph permeameter) тусламжтайгаар хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсөнд 3 давталтайгаар усаар ханасан үеийн шүүрэлтийн коэффициентийг тодорхойлов. Туршилтын явцад усны түвшинг 30 сек, 1 мин, 30 минутын турш хэмжилтийг гүйцэтгэсэн.

#### **Анхдагч материал боловсруулсан арга**

Элсэнцэр хүрэн хөрсний ерөнхий физик болон ус-физикийн шинж чанарын зарим үзүүлэлтэд (нягт, хатуу хэсгийн нягт, сүвшилт, ус нэврүүлэх чадвар) нэг, хоёр хүчин зүйлт дисперсийн шинжилгээ (ANOVA) хийсэн.

#### **Судалгааны үр дүн**

##### **Хөрсний физик шинж чанар**

Судалгааны явцад уулын хээрийн хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хүрэн хөрсний 0-100 см гүний үе давхарга бүрээс 3-6 давталтайгаар металл

цилиндрээр ( $h=5\text{см}$ ,  $d=5\text{см}$ ) дээж авч нягтыг тодорхойлсон (2-р хүснэгт). Хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний нягт 0-10 см-ийн давхаргад  $1.30\text{ г/см}^3$ , 20-40 см-ийн давхаргад  $1.51\text{-}1.56\text{ г/см}^3$ , 50-100 см-ийн давхаргад  $1.45\text{-}1.53\text{ г/см}^3$  байсан бол ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний нягт нь 0-10 см-ийн давхаргад  $1.33\text{ г/см}^3$ , 20-40 см-ийн давхаргад  $1.48\text{-}1.58\text{ г/см}^3$ , 50-100 см-ийн давхаргад  $1.43\text{-}1.50\text{ г/см}^3$  байлаа. Хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний 0-40 см-ийн давхарга дахь нягтын үзүүлэлтэд нэг хүчин зүйлт дисперсийн шинжилгээ (ANOVA) хийхэд ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний 0-40 см-ийн давхарга дахь нягт хамгаалсан бэлчээрийн хөрснөөс их ( $p=0.000316$ ) байлаа.

Хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний 0-10 см-ийн давхаргад хатуу хэсгийн нягт нь  $2.69\text{ г/см}^3$ , 20-40 см-ийн давхаргад  $2.62\text{-}2.65\text{ г/см}^3$ , 50-100 см-ийн давхаргад  $2.53\text{-}2.60\text{ г/см}^3$  байв. Ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний хатуу хэсгийн нягт нь 0-10 см-ийн давхаргад  $2.58\text{ г/см}^3$ , 20-40 см-ийн давхаргад  $2.50\text{-}2.55\text{ г/см}^3$ , 50-100 см-ийн давхаргад  $2.39\text{-}2.72\text{ г/см}^3$  байлаа. Хамгаалсан болон ашиглаж буй уулын хээрийн бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсний хатуу хэсгийн нягтын үзүүлэлтэд хоёр хүчин зүйлт дисперсийн (ANOVA) шинжилгээ хийхэд хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний 0-40 см-ийн давхарга дахь хатуу хэсгийн нягт нь ашиглаж буй бэлчээрийнхээс их ( $p=3.11\text{e-}07$ ) байв.

Хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний сүвшилтийг аргагүйн дагуу тодорхойлоход хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний сүвшилт 0-10 см-ийн давхаргад 51.67%, 20-40 см-ийн давхаргад 40.5-43.02%, 50-100 см-ийн давхаргад 39.5-44.27% байв. Харин ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний сүвшилт 0-10 см-ийн давхаргад 48.45%, 20-40 см-ийн давхаргад 37.05-41.96%, 50-100 см-ийн давхаргад 39.5-44.4% байлаа (2-р хүснэгт). Сүвшилтийн судалгааны үр дүнгээс үзэхэд хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний сүвшилт нь ашиглаж буй бэлчээрийнхээс 0-10 см-ийн давхаргад 3.2%-иар, 20-40 см-ийн давхаргад 1.1-3.8%-иар тус тус их байсан. Бид ургамлын үндэс зонхилон тархсан хөрсний 0-40 см-ийн давхаргын сүвшилтийн үзүүлэлтэд хоёр хүчин зүйлт дисперсийн шинжилгээ (ANOVA) хийхэд хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний сүвшилт нь ашиглаж буй бэлчээрийн хөрснөөс их ( $p=0.000774$ ) байгаа нь тодорхойлогдлоо.

2-р хүснэгт. Хөрсний ерөнхий физик шинж чанарын үзүүлэлт

Хөрсний давхарга	Гүн, см	Чийг, %	Нягт, $\text{г/см}^3$	Хатуу хэсгийн нягт, $\text{г/см}^3$	Сүвшилт, %
<b>Ашиглаж буй бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс</b>					
$A_0$	0-10	6.9	1.33	2.58	48.45
A	10-20	3.0	1.58	2.51	37.05
	20-30	4.9	1.54	2.50	38.40
	30-40	9.1	1.48	2.55	41.96
AB	40-50	9.0	1.50	2.72	44.85
	50-60	8.8	1.43	2.52	43.25
	60-70	9.5	1.47	2.43	39.50
B	70-80	10.4	1.48	2.39	38.07
	80-90	12.2	1.47	2.47	40.48
	90-100	13.2	1.39	2.50	44.40

Хамгаалсан бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс					
A <sub>0</sub>	0-10	5.0	1.30	2.69	51.67
A	10-20	4.2	1.55	2.62	40.84
	20-30	5.3	1.56	2.62	40.46
	30-40	7.8	1.51	2.65	43.02
AB	40-50	7.2	1.51	2.53	40.32
	50-60	9.2	1.45	2.53	42.68
	60-70	9.9	1.52	2.60	41.54
B	70-80	12.0	1.48	2.56	42.19
	80-90	9.8	1.51	2.54	40.55
	90-100	2.1	1.53	2.53	39.52

Ийнхүү уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг хамгаалснаар хөрсний өнгөн давхаргын шаврын агууламж ихэсч механик бүрэлдэхүүнд өөрчлөлт орохын дээр хөрсний нягт, хатуу хэсгийн нягт ихэсч, харин сүвшилт нэмэгддэг болохыг тогтоолоо.

### **Хөрсний ус нэвтрүүлэх чадвар**

Элсэнцэр хүрэн хөрсний өнгөн давхаргын ус нэвтрүүлэх чадвар (Mariot tank) Хөрсний гадаргын нэгж талбайн профиль дундуур урсах усны урсацын эзлэхүүнийг хөрсөн дэх усны нэвчилтийн эрчимшил (infiltrate rate) гэх ба түүнийг хурдны нэгжээр илэрхийлдэг. Агаарын даралтын өөрчлөлтийн улмаас хөрсний гадаргаас хөрсний гүн рүү чиглэсэн усны чөлөөт урсацыг 1971 оноос эхлэн хөрсний ус нэвтрүүлэх чадвар (infiltrability) хэмээн нэрлэх болсон (Hillel, 2004). Хөрсөн дээр хангалттай зузаан бүхий усан давхарга үүсэхэд хөрсний гадаргын дээрхи даралт нь агаарын даралтаас ихэссэний улмаас хөрсөнд ус нэвчдэг. Гэхдээ дэлхийн хуурай бүсэд хүчтэй борооны үргэлжлэх хугацаа богино, борооны дараа гадаргын усны урсац үүсдэг онцлогтой учраас хөрсний ус нэвтрүүлэх чадвар нь голчлон усаар ханасан шүүрэлтийн коэффициенттой ( $K_s$ ) тэнцүү (Hillel, 1998) байдаг. Үүнтэй уялдуулан бид хөрсний ус нэвтрүүлэх чадварыг усаар ханасан шүүрэлтийн коэффициенттэй тэнцүү хэмээн судалгаандаа авч үзсэн. Ингээд аргазүйд заасны дагуу хөрсний усаар ханасан өнгөн давхаргын шүүрэлтийн коэффициентийг хөрсөн дээрхи усны түвшний даралтыг тогтмол, өөрчлөлттэй гэсэн 2 нөхцөлд тодорхойлсон. Хөрсөн дээрхи усны түвшний даралтыг өөрчлөхгүйгээр усаар ханасан өнгөн давхаргын шүүрэлтийн коэффициентийг ( $K_s$ ) тодорхойлоход (4-р томъёо) хамгаалсан бэлчээрийн элсэнцэр хүрэн хөрсөнд дунджаар 92.61 мм/цаг ( $n=3$ ), ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсөнд дунджаар 23.6 мм/цаг ( $n=7$ ) байлаа (3-р хүснэгт).

Хөрсөн дээрхи усны түвшинг өөрчлөхгүйгээр хөрсний усаар ханасан өнгөн давхаргын шүүрэлтийн коэффициентийг тодорхойлсон үр дүнгээс үзэхэд хамгаалсан бэлчээрийн усаар ханасан өнгөн давхаргын шүүрэлтийн коэффициент эхний хэдэн минутад огцом ихсээд тогтмолжиж байсан бол ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсөн дээр огцом өөрчлөлт төдийлөн ажиглагдахгүй байв .

Харин хөрсөн дээрхи усны түвшний даралтыг 6, 8, 11 см болгон өөрчилж, хөрсний усаар ханасан өнгөн давхаргын шүүрэлтийн коэффициентийг ( $K_s$ ) (6-р томъёо) тодорхойлоход хамгаалсан бэлчээрийн хөрсөнд 83.59 мм/цаг, усны

шилжилтийн зааг дээрх даралт нь 4.88 см, ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсөнд 28.57 мм/цаг, дээрхи даралт нь 5.71 см (4-р хүснэгт) байв.

3-р хүснэгт. Хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний ус нэвтрүүлэх чадвар

д/д	Үзүүлэлтүүд	Геометр дундаж
<b>Хамгаалсан бэлчээрийн хөрс</b>		
1	Хөрсний ус нэвчилтийн эрчимшил, мм/цаг	189.61±36.2
2	Усны түвшиний даралт, см	4.5
3	Хөрсний гадаргаас усны шилжилтийн зааг хүртэл зай, $L_f$ , см	4.3
4	Усаар ханасан өнгөн давхаргын шүүрэлтийн коэффициент $K_s$ , мм/цаг	92.61±21.1
<b>Ашиглаж буй бэлчээрийн хөрс</b>		
1	Хөрсний ус нэвчилтийн эрчимшил, мм/цаг	46.97±8.1
2	Усны түвшиний даралт, см	2.69
3	Хөрсний гадаргаас усны шилжилтийн зааг хүртэл зай $L_f$ , см	2.88
4	Усаар ханасан өнгөн давхаргын шүүрэлтийн коэффициент, $K_s$ мм/цаг	23.6±4.3

4-р хүснэгт. Хөрсний усаар ханасан өнгөн давхаргын шүүрэлтийн коэффициент, шилжилтийн зааг дээрх даралт

Талбай	Туршилт явуулсан өдөр	Усны түвшний даралт $\phi_o$ , см	$K_s$ (мм/ц)	Хөрсний усны шилжилтийн зааг дээрх даралт $\phi_p$ , см
Хамгаалсан бэлчээрийн хөрс	8/06/2014	6>8>11	83.59± 1.9	4.88
Ашиглаж буй бэлчээрийн хөрс	8/06/2014	6>8>11	28.57± 5.1	5.71

Ийнхүү хөрсөн дээрхи усны түвшний даралтыг тогтмол болон өөрчилсөн нөхцөлд хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний гадаргын ус нэвтрүүлэх чадвар нь ашиглаж буй бэлчээрийнхээс ойролцоогоор 3 дахин их байдаг болох нь тодорхойлогдлоо.

#### **Элсэнцэр хүрэн хөрсний 15, 40 см-ийн давхаргын ус нэвтрүүлэх чадвар**

Уулын элсэнцэр хүрэн хөрсний нягтшилийг пенетрометрээр 3 давталттай тодорхойлоход хөрсний нягтшил 7.5 см-ийн давхаргаас ( $19.75 \pm 2.8$  кг/см<sup>2</sup>) эхлэн 22.5 см-ийн давхарга ( $25.02 \pm 2.3$  кг/см<sup>2</sup>) хүртэл огцом ихэсч, 27.5 см-ээс ( $20.25 \pm 2.286$  кг/см<sup>2</sup>) эхлэн аажим буурсаар 37.5 см-ийн давхаргаас ( $15.13 \pm 2.239$  кг/см<sup>2</sup>) эхлэн тогтмолжиж байв. Иймд хөрсний хамгийн их нягтшилтай давхаргыг 15 см, хэвийн нягтшилтай 40 см-ийн давхарга хэмээн үзэж ус нэвтрүүлэх чадварыг хөрсний 15, 40 см-ийн давхаргад Гальф багажийн (Guelph permeameter) тусламжтайгаар 3 давталттайгаар тодорхойлсон.

Хөрсний усаар ханасан шүүрэлтийн коэффициентийг ( $K_{fs}$ ) тодорхойлоход хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний 15 см давхаргад 45.82 мм/цаг ( $n=3$ ), ашиглаж буй

бэлчээрийн хөрсөнд 21.52 мм/цаг (n=3) байв (6-р хүснэгт). Харин хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний усаар ханасан 40 см давхаргын шүүрэлтийн коэффициент 11.38 мм/цаг (n=3), ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсөнд 27.07 мм/цаг (n=3) болохыг тодорхойлсон (7-р хүснэгт). Үүнээс үзэхэд хөрсний нягтшил ихтэй 15 см давхаргад хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний ус нэвтрүүлэх чадвар ашиглаж буй бэлчээрийн хөрснөөс 2 дахин их байна.

6-р хүснэгт. Хөрсний усаар ханасан 15 см давхаргын шүүрэлтийн коэффициент

Хөрс	Үзүүлэлт	Геометр дундаж
Хамгаалсан бэлчээр	Ks[мм/цаг]	45.82±2.7
	Φm [см]	-0.22
Ашиглаж буй бэлчээр	Ks[мм/цаг]	21.52±3.6
	Φm [см]	0.00

7-р хүснэгт. Хөрсний усаар ханасан 40 см давхаргын шүүрэлтийн коэффициент

Хөрс	Үзүүлэлт	Геометр дундаж
Хамгаалсан бэлчээрийн хөрс	Ks[мм/цаг]	11.38±1.2
	Φm [см]	-0.06
Ашиглаж буй бэлчээрийн хөрс	Ks[мм/цаг]	27.07± 2.31
	Φm [см]	-0.14

Хамгаалсан болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрсний өнгөн, 15, 40 см давхаргын ус нэвтрүүлэх чадварын үзүүлэлтэд хоёр хүчин зүйлт дисперсийн шинжилгээ хийхэд хөрсний өнгөн болон 15 см давхаргын ус нэвтрүүлэх чадвараараа ялгаатай (p=0.0015), харин 40 см давхаргад төсөөтэй (p=0.38574) байв. Ийнхүү хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний өнгөн болон 15 см давхаргын ус нэвтрүүлэх чадвар нь ашиглаж буй бэлчээрийнхээс их байгаа нь ургамлын үндэс, түүний хөрсөн дэх тархалттай уялдаатайгаар сүвшилт ихэссэнтэй (1.1-3.8%-иар) холбоотой юм. Харин хамгаалсан хөрсний 40 см давхаргын ус нэвтрүүлэх чадвар нь ашиглаж буй бэлчээрийнхтэй ойролцоо байгаа нь ургамлын ихэнх үндэс 40 см хүртэл (93.7%) тархсантай холбоотой (7-р хүснэгт).

### Шүүн хэлэлцэхүй

Дотоод (Аваадорж нар., 2006; Баттулга нар., 2010; Баасандорж нар., 2010; Мягмаржав, 2015), гадаадын судлаачдын (Haveren et al., 1983; Willatt et al., 1984; Naeth et al., 1990; Proffitt et al., 1993; Greene et al., 1994; Greenwood et al., 2001; Martinez et al., 2004; Krummelbein et al., 2006; Castellano et al., 2007; Zhao et al., 2007; Gan et al., 2012) бүтээлээс үзэхэд малын төвлөрөл, тооны өсөлтөөс үүдэлтэй бэлчээрийн даац хэтрэх зэрэг шалтгаанаас хамааран хөрсний физик шинж өөрчлөгддөг талаар дурьдсан байдаг тул бэлчээрийг хамгааллын хөрсний физик, ус-физикийн шинж чанарт үзүүлэх нөлөөг илрүүлэх зорилгоор Хустайн байгалийн цогцолборт газрын орчны бүсэд орших уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг 7 жил малын хөлөөс чөлөөлөн, хашсан талбай болон ашиглаж буй бэлчээрийн хөрс, мөн элсэн хөрсний физик, ус-физикийн шинж чанарын судалгааг 2011-2014 онд гүйцэтгэсэн.

Бид хөрсний ус нэвтрүүлэх чадварыг богино хугацаанд нарийвчлал сайтай хэмждэг багаж (Мариот, Гальф) ашиглан судалсан бөгөөд энэхүү судалгааны үр дүнд хамгаалсан бэлчээрийн хөрсний гадаргын усаар ханасан шүүрэлтийн коэффициент ( $K_s$ ) нь бэлчээрт ашиглаж буй хөрснөөс ойролцоогоор 3.0 дахин их, харин хөрсний 15 см давхаргадаа 2 дахин их болохыг тодорхойллоо. Монгол, Австрали, Японы судлаачид (Willatt et al., 1984; Proffitt et al., 1993; Greenwood et al., 2001; Kato et al., 2009; Ginger et al., 2011, Gan et al., 2012; Баттулга нар., 2010; Батбаяр, 2010, Мягмаржав, 2015) хөрсний төрөл, бэлчээрлэлтийн хугацаанаас хамаарч мал оруулахгүй хашихад хөрсний гадаргын ус нэвтрүүлэх чадвар 1.5-4 дахин ихэсдэг хэмээсэн дүгнэлттэй бидний судалгааны үр дүн ойролцоо байна. Харин хамгаалсан болон ашиглаж буй хөрсний 15, 40 см давхаргын усаар ханасан шүүрэлтийн коэффициентийг тодорхойлсон судалгаа төдийлөн хийгдээгүй. Бэлчээрийг хашиж хамгаалахад бэлчээрийн ургамлын ерөнхий тусгаг бүрхэц 30%-иар, хөрсний сүвшилт (1.1-3.8%) нэмэгдсэнтэй холбоотойгоор ус нэвтрүүлэх чадвар 3.0 дахин ихэссэн хэмээн үзэж байна.

### Судалгааны дүгнэлт

Монгол орны уулын хээрийн бүсийн бэлчээрийн хөрсийг хамгаалахад элсэнцэр хүрэн хөрсний физик, ус-физикийн шинж чанарт гарах өөрчлөлтийг илрүүлэх зорилгоор судалгаа хийж, дараахь дүгнэлтэнд хүрлээ. Үүнд:

1. Уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрс бүхий бэлчээрийг 7 жил малын хөлөөс чөлөөлж, хашиж хамгаалахад 0-40 см-ийн давхарга дахь хөрсний сүвшилт ашиглаж буй бэлчээрийнхээс 1.1-3.8%-иар нэмэгддэг ( $p=0.000774$ ) болохыг тогтоов.

2. Уулын хээрийн элсэнцэр хүрэн хөрстэй бэлчээрийг хамгаалахад хөрсний гадаргын усаар ханасан шүүрэлтийн коэффициент ( $K_s$ ) нь ашиглаж буй бэлчээрийн хөрснөөс ойролцоогоор 3.0 дахин их, харин 15 см гүнд 2 дахин их байлаа.

### Ашигласан ном зохиол

1. van Haveren B.P. "Soil bulk density as influenced by grazing intensity and soil type on a shortgrass prairie site". *Journal of Range Management* 36(5):586-588. 2000. 1983.
2. Krummelbein, J., Peth, S., Zhao, Y., Horn, R. "Grazing-induced alterations of soil hydraulic properties and functions in Inner Mongolia, PR China". *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 172:769-776. 2009.
3. Castellano, M.J., Valone, T.J. "Livestock, soil compaction and water infiltration rate: Evaluating a potential desertification recovery mechanism". *Journal of Arid Environments* 71:97-108, 2001.
4. Баттулга О., Батбаяр Д., Мягмаржав И. "Бэлчээрийн талхлагдлын хөрсөнд үзүүлэх нөлөө", "Тахь" эрдэм шинжилгээний өгүүллүүд-9. УБ., 2010. тал 10-29.
5. Kato, H., Onda, K., Tanako, Y., Asano, M. "Field measurement of infiltration rate using an oscillating nozzle rainfall simulator in the cold, semiarid grassland of Mongolia". *Journal of Catena*. doi:10.1016/j.catena.2008.11.003. 2008.
6. Жанчивдорж Л. "Монгол орны газар тариалангийн төв бүсэд чихрийн манжинг тариалах хөрсний чийгшлийн зохистой горим". Газарзүйн ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл. УБ, 1999.

7. Болормаа Б. “Хүрэн хөрсний агрофизикийн зарим шинж чанарт уриншийн технологийн нөлөө”. ХАА-н ухааны докторын зэрэг горилсон бүтээл .УБ., 2010.
8. Hillel, D. Environmental Soil Physics, pp. 203-241, Academic, San Diego, Calif. 1998
9. Brijesh Kumar Mehta, Sho Shiozawa, Masashi Nakano. Hydraulic properties of a sandy soil at low water contents. Soil Science. Vol.157, No.4, p208-214, 1994.
10. Reynolds, W., Elrick, D., Topp, G. A. “Reexamination of the constant head well permeameter method for measuring saturated hydraulic conductivity above the water table”. Soil Science. Vol.136, No.4, p250-268. 1983.
11. Reynolds, W., Elrick, D., Topp, G. A. “Reexamination of the constant head well permeameter method for measuring saturated hydraulic conductivity above the water table”. Soil Science. Vol.136, No.6, p235-266. 1986.
12. Agnieszka Reszkowska, Julia Krummelbein, Stephan Peth, Rainer Horn, Ying Zhao, Lei Gan. “Influence of grazing on hydraulic and mechanical properties of semiarid steppe soils under different vegetation type in Inner Mongolia, China”. Plant Soil 340:59-72, 2011.
13. Reszkowska, A., Krummelbein, J., Peth, S., Horn, R., Zhao, Y., Gan, L. “Influence of grazing on hydraulic and mechanical properties of semiarid steppe soils under different vegetation type in Inner Mongolia”, China. Plant Soil 340: 59–72. 2011.

# ЭРДЭНЭТИЙН УУРХАЙН ГАЗАР ДООРХ УСНЫ ГОРИМЫН ОНЦЛОГ

Д. Эрдэнэбилэг<sup>1,2</sup>, Д. Энхбаяр<sup>1</sup>, М. Алей<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

<sup>2</sup> Эрдэнэт үйлдвэр ТӨҮГ

И-мэйл: bilgee@erdenetmc.mn

## Хураангуй

Эрдэнэтийн уурхайн газар доорх усны горимын хяналтыг 2013 оноос эхлэн уурхайн орчимд байрлах 7 цооногийн мэдээллийг ашиглан газар доорх усны түвшний өөрчлөлтийн зүй тогтолыг судалж зорилготой энэхүү ажлыг гүйцэтгэсэн. Энэхүү судалгаанд Эрдэнэт хотын цаг уурын станцаас авсан хур тунадасны сарын мэдээ, уурхайн баруун хойд талаар урсах Эрдэнэтийн голын өнгөрөлтийн болон уурхайгаас шахсан усны мэдээг ашиглан дүн шинжилгээ хийлээ. Гар түвшин хэмжигч багажаар сард 1 удаа хэмжилт хийдэг усны түвшинг хур тунадас, голын усны өнгөрөлттэй харьцуулахад тодорхой зүй тогтол ажиглагдахгүй байхад харин автомат түвшин хэмжигч багажаар хэмжилт хийдэг цооногийн усны түвшин хур тунадас, голын усны өнгөрөлттэй хамааралтай байна.

**Түлхүүр үг:** *Усжилтанд нөлөөлөх хүчин зүйлс, Газар доорх усны түвшин, Байгалийн горим, техноген горим*

## Оршил

Эрдэнэтийн уурхай нь Улаанбаатар хотоос зүүн хойд зүгт 370 км зайтай оршино. Судалгааны талбай нь геологийн тогтоцын хувьд хожуу палеозойн настай интрузив чулуулаг, дөрөвдөгчийн сэвсгэр хурдсаас тогтоно. Ордын магмын болон барьцалдсан тунамал-хувирмал чулуулгуудаас бүрдсэн Эрдэнэт овоогийн шток хэлбэрийн геологийн биет нь гидрогеологийн массив болох бөгөөд ан цав-грунтын төрлийн газар доорх ус тархана [1, 2].

Уурхайн хойд хэсгээр Эрдэнэт гол урсана (Зураг 1). Уурхайгаас зүүн хойд зүгт карьерын амнаас 3.1 км зайд усны харуулын цэг байрлах ба сар бүр усны өнгөрөлтийг хэмждэг. Эрдэнэт голын усны өнгөрөлт 0.11-0.24 м<sup>3</sup>/сек хооронд хэлбэлзэнэ.

Эрдэнэт уурхайн орчимд хур тунадасны хэмжээ 2019 онд 231.7 мм хэмжээтэй унасан байна. Үүнээс зуны улирал болох 6-9 саруудад нийт 177.5 мм буусан нь нийт хур тунадасны 47.7 хувийг эзэлж байна. Харин 2020 оны байдлаар зуны улиралд буюу 6-9 саруудад 170.4 мм хур тунадас орсон байна.

Зуны улиралд уурхайгаас зайлуулж буй усны хэмжээ ихсэх хандлагатай нь хур тунадасны ус шууд ил уурхайн карьерт унадагтай холбоотой. Уурхайгаас 2019 оны 6-9 саруудад нийт шавхан зайлуулсан усны хэмжээ 0.45 сая м<sup>3</sup>, 2020 оны 6-9 саруудад 0.38 сая м<sup>3</sup> хэмжээний усыг зайлуулсан байна.

Эрдэнэтийн уурхай анх нээгдэн ашиглалт эхэлснээс хойш 40 гаруй жилийн хугацаанд ашиглаж одоогийн байдлаар уурхайн гүн 1205 м хүрээд байна [3]. Эрдэнэтийн овоо зэс молибдений ордын баруун хойд болон төвийн хэсгийг ашиглах ТЭЗҮ-ийн ажлаар баталсан гүн 905 м [4] түвшинд ашиглахаар тусгажээ.

Эрдэнэтийн уурхайн гидрологи, гидрогеологийн судалгааг уурхайг орд байхаас эхлэн нилээд их хэмжээгээр хийсэн байдаг ба 1989 онд Эрдэнэтийн овоо ордын “Баруун хойд” хэсэгт 53 цооног, “Төв” хэсэгт 16 цооног, бүгд нийлээд 69 цооногт гидрогеологийн цооногт шавхалт, туршилтын ажил хийгдсэн, түүнчлэн 29-37 цооногт газар доорх усны түвшний хэмжилтийг явуулж байсан ч урт хугацааны хяналт шинжилгээний ажил хийгдээгүй орхисон байна [3, 4].

Хэрэв уурхайн гүн гүнзгийрэх тусам ирээдүйд газар доорх ус уурхайн үйл ажиллагаанд ямар байдлаар хүндрэл, эрсдэл учирч болох тал дээр гидрогеологийн судалгааг тогтмол хийх зайлшгүй шаардлагатай ба газар доорх усны горимын судалгааг нарийвчлан хийх нь чухал юм. Сүүлийн жилүүдэд Эрдэнэт уурхайд газар доорх усны түвшний хяналт шинжилгээний цооногуудын тоог нэмэгдүүлэх, горимын ажлыг идэвхжүүлэх эхний шатны ажлууд хийгдэж байна. Тухайлбал 2018-2019 онуудад гидрогеологийн нэгдсэн судалгааны ажлын хүрээнд [1] нийт 10 мониторингийн цооног шинээр нэмсэн. Тус судалгааны ажлын хүрээнд газар доорх усны урсацын чиглэлийг уурхай ашиглаж эхэлж байх үеийнх (1989) болон 2018 оныхтой харьцуулалт хийн түвшний зураг зохиосон байна [1, 6].

Газар доорх усны горимын судалгаа, түүний задлан шинжилгээ нь газар доорх усанд гарч байгаа өөрчлөлтүүдийг танин мэдэх, эдгээрийг өдөөгч хүчин зүйлсийн хоорондын гарвалзүйн холбогчийг тогтоох, цаг хугацаа, орон зайд өрнөж буй газар доорх усны өөрчлөлтийн зүй тогтолыг илрүүлэхэд чиглэгддэг [7]. Газар доорх усанд үйлчлэх үндсэн хүчин зүйлсийн нөлөөллөөр нь байгалийн ба эвдэрсэн (техноген) горим гэж ангилана. Ашигт малтмалын ордын олборлолтын явцад үүсэх газар доорх усны техноген горим бүрэлдэн тогтоход байгалийн (уур амьсгалын, геоморфологийн, гидрологийн, геологийн, гидрогеологийн хүчин) болон техноген хүчин зүйлүүд (уулын ажлын төрөл, уурхайн малталтын гүн, ашиглаж дууссан малталт, хайгуулын цооногийн нөлөөлөл, голын гольдрилын өөрчлөлт) нөлөөлдөг [1].

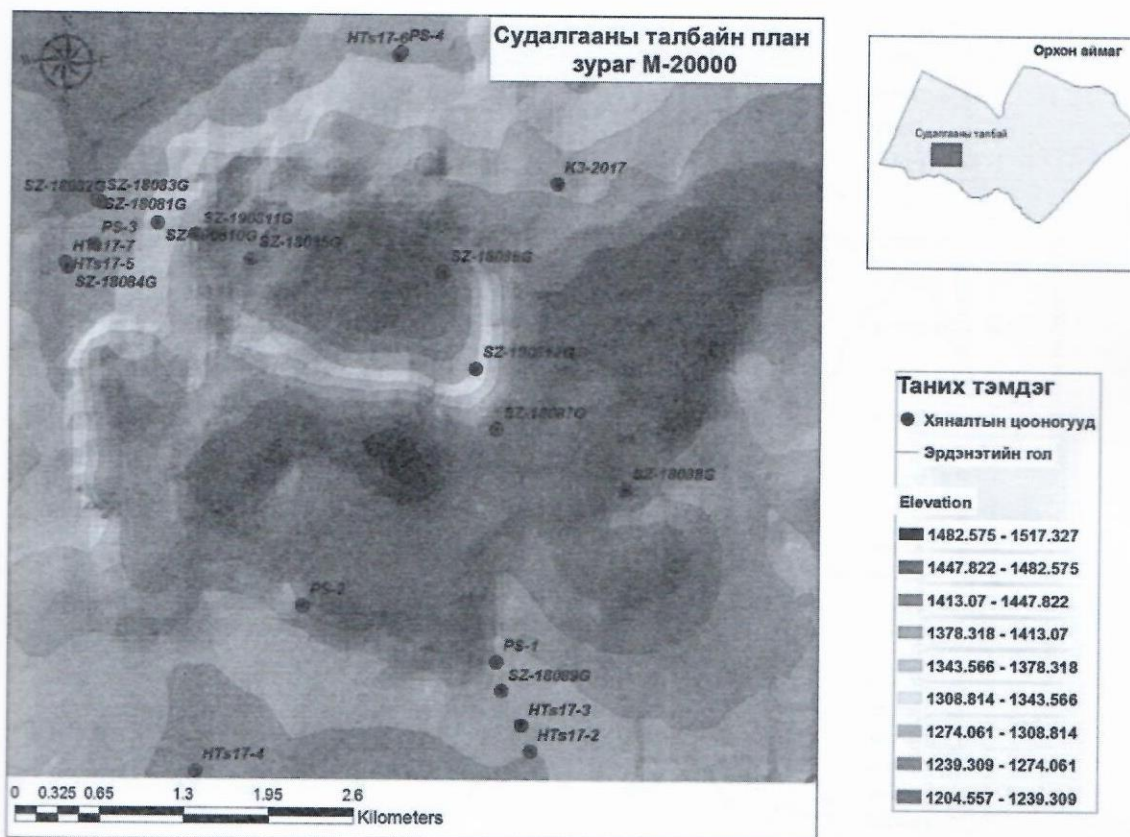
Иймд Эрдэнэтийн уурхайн газар доорх усны горимын онцлогийг тодорхойлох, Эрдэнэтийн гол ба уурхайн орчмын газар доорх устай гидравик холбоотой эсэхийг тогтоох, мөн уурхайн газар доорх усны техноген горимд нөлөөлөгч хүчин зүйлүүдэд үнэлгээг өгөх зорилгоор энэхүү судалгааг гүйцэтгэлээ.

## **Судалгааны арга, аргачлал**

### ***Горимын судалгаа***

Эрдэнэтийн уурхайн орчимд газар доорх усны түвшний хяналт шинжилгээний ажлыг 2013 оноос PS-1, PS-2, PS-3, PS-4 зэрэг 4 цооногоор эхлэн сар бүр усны түвшинг хэмжиж ирсэн. Одоогийн байдлаар уурхайн орчимд 17 мониторингийн цооногт газар доорх усны түвшний хэмжилтийг цахилгаан мэдрэгчтэй гар болон автомат түвшин хэмжигч багаж ашиглан хийж байна.

PS-4 цооног нь карьерын амнаас хойд зүгт 1.2 км, HTs17-1 цооног зүүн зүгт 3.4 км, урд талд PS-1 ба SZ-18089G цооногууд 1.9-2.1 км, баруун талд PS-3 ба SZ-18083G цооногууд 0.9 км, HTs17-7 цооног 1.2 км зайд тус тус байрлана (Зураг 1). Эрдэнэт голд ойр PS-3, SZ-18083G ба HTs17-7 цооногууд байрлана.



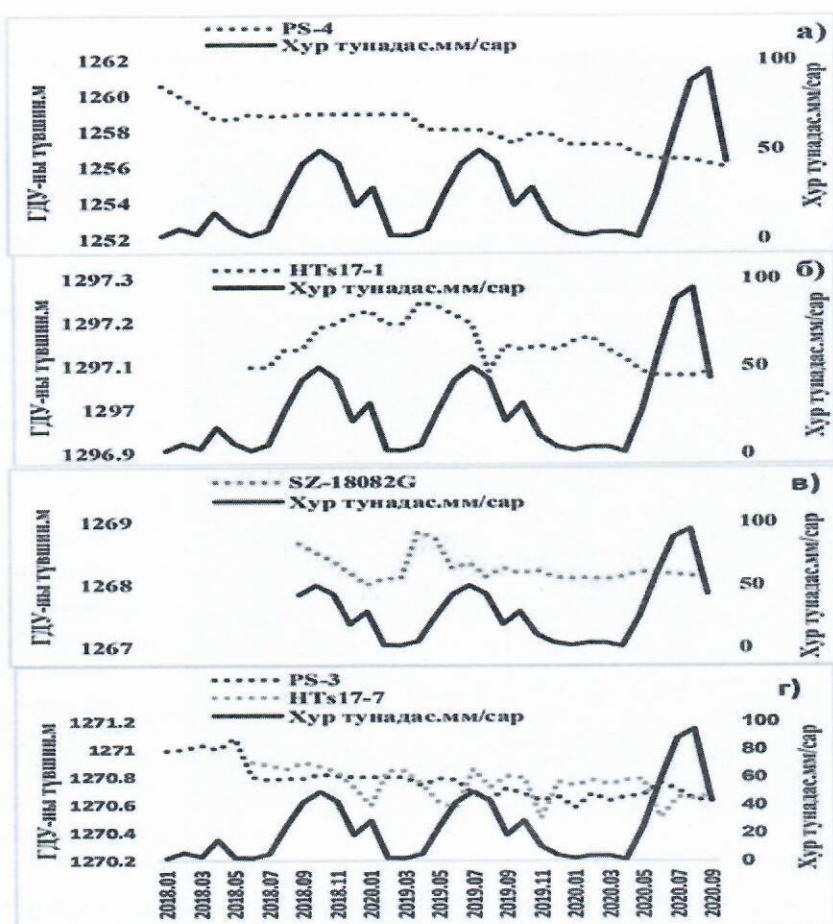
Зураг 1. Эрдэнэтийн уурхайн газар доорх усны мониторингийн цооногуудын байршил

Дээрх цооногуудаас SZ-18083G цооногт автомат түвшин хэмжигч (Diver Schlumberger) багажийг суулган газар доорх усны түвшинг 15 минутын интервалтайгаар 2018 оны 11 сараас хэмжилтийг явуулж байна.

Газар доорх усны мониторингийн цооногуудаас уурхайн орчмыг төлөөлж чадахуйц, сард гар түвшин хэмжигчээр 1 удаагийн давтамжтай усны түвшиний хэмжилт хийгдсэн дээрх 6 цооногуудаас гадна автомат түвшин хэмжигч багаж суурилагдсан SZ-18083G цооногийн 2018-2020 оны усны түвшний мэдээтэй Эрдэнэт голын усны өнгөрөлт, хур тунадас, уурхайгаас шахан зайлуулсан усны хэмжээтэй харьцуулалт хийх замаар уурхайн газар доорх усны горимд дүн шинжилгээ хийсэн болно.

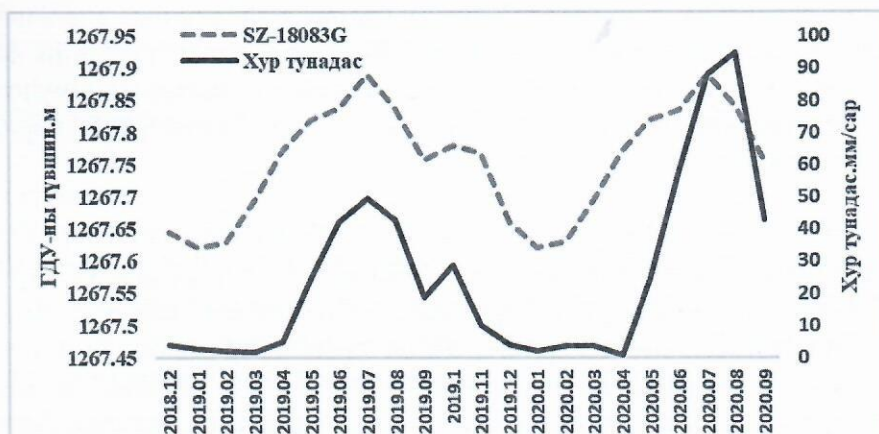
### Үр дүн

Газар доорх усны горимын судалгаанд хамгийн их нөлөө үзүүлдэг нь хур тунадас юм. Зураг 2-т газар доорх усны түвшний хэлбэлзэлийг сарын нийлбэр хур тунадастай харьцуулалт хийж үзүүлэв. Усны түвшний хэлбэлзэлийг ажиглахад буурах хандлагатай байна. 2018 оноос хойш HTs17-1, SZ-18089G, PS-3, HTs17-7 цооногуудын усны түвшний бууралт 0.12-0.6 м хооронд хэлбэлзэнэ. Харин PS-4 цооногийн усны түвшин сүүлийн 2 жилийн хугацаанд 4.2 м буурсан байна. Эдгээр цооногуудын усны түвшний хэлбэлзэл хур тунадасны устай хамааралтай тодорхой зүй тогтол ажиглагдахгүй байгааг нь хэмжилт хийж буй интервалтай холбоотой байж болох юм.



Зураг 2. Эрдэнэтийн уурхайн орчмын (байршил: а-хойд, б-зүүн, в-урд, г-баруун талд) мониторингийн цооногуудын газар доорх усны түвшний хэлбэлзэл ба сарын нийлбэр хур тунадас (2018-2020 оны өгөгдлөөр)

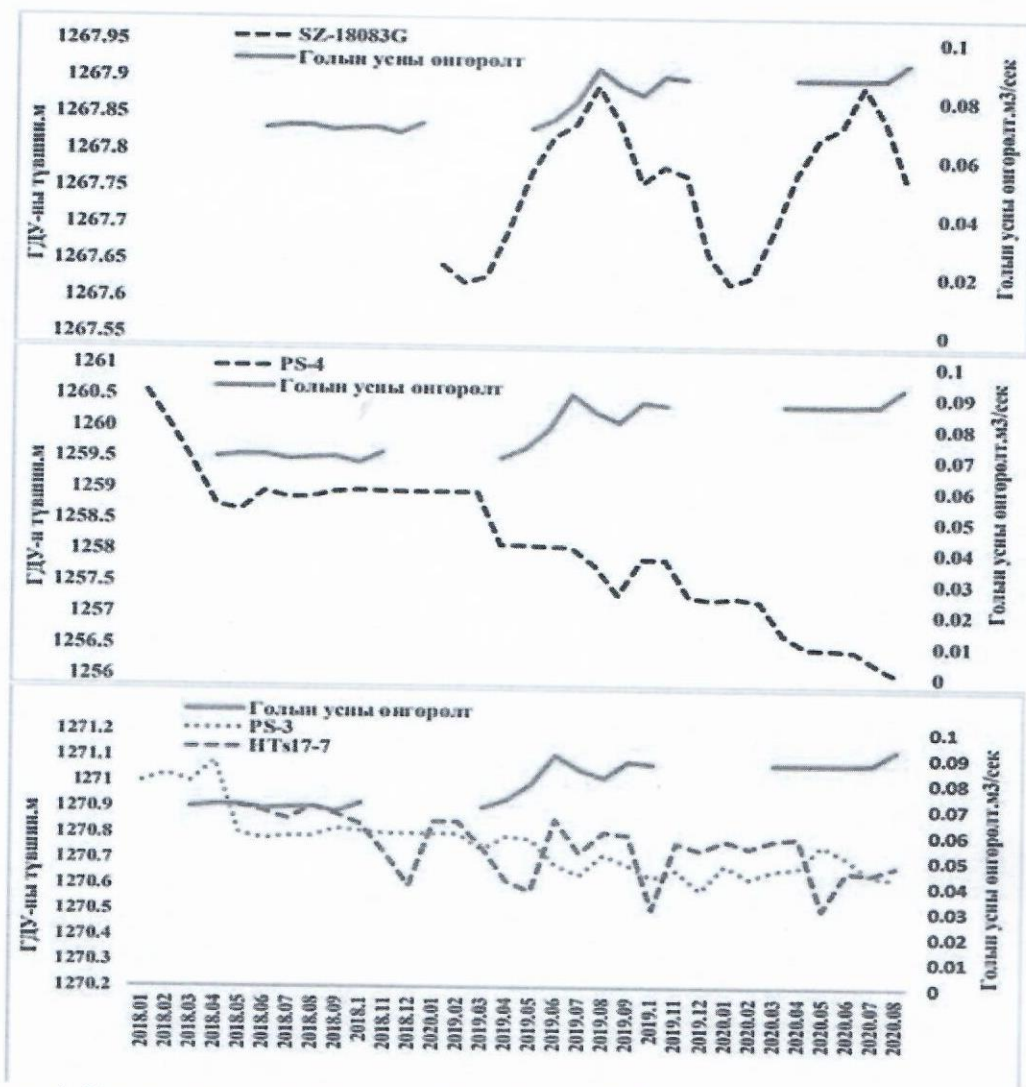
Зураг 3-г автомат түвшин хэмжигч суурилагдсан SZ-18083G цооногийн усны түвшнийг хур тунадастай харьцуулсныг үзүүллээ. Тус цооногийн ус хур тунадасны устай хамааралтай харагдаж байна.



Зураг 3. SZ-18083 мониторингийн цооногийн усны түвшний хэлбэлзэл ба сарын нийлбэр хур тунадас (2018-2020 оны өгөгдлөөр)

Эрдэнэт голын усны өнгөрөлтийг уурхайн карьераас баруун болон хойд талд байрлаж буй цооногуудын усны түвшний мэдээтэй харьцуулалт хийсэн (Зураг 4).

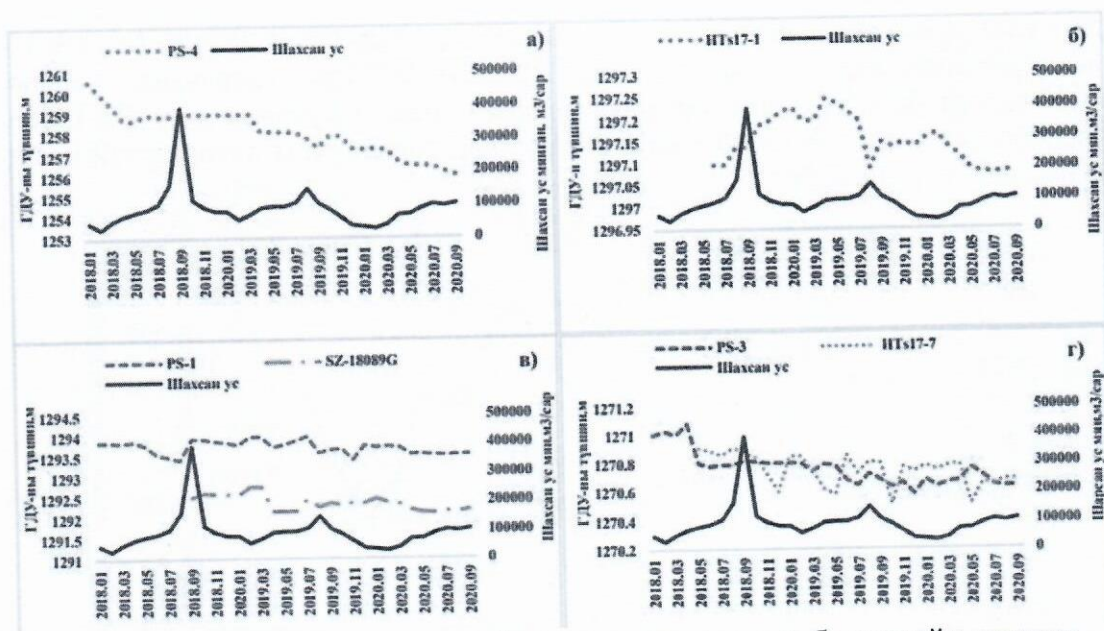
Сард 1 удаа усны түвшний хэмжилт хийдэг цооногуудын (PS-4, HTs17-7 ба PS-3) усны түвшний хэлбэлзлээс харахад Эрдэнэт голтой гидравлик холбоо ажиглагдахгүй байна. Харин автомат түвшин хэмжигч суурилагдсан SZ-18083 цооногийн усны түвшин (2019 оны 5-9 саруудад) голын усны өнгөрөлттэй ижил хэлбэлзэлийг үзүүлж байна.



Зураг 4. Газар доорх усны түвшний хэлбэлзэл ба Эрдэнэт голын усны өнгөрөлт

Газар доорх усны түвшнийг сар бүрийн уурхайгаас шавхан зайлуулж буй усны хэмжээтэй харьцуулалт хийсэн (Зураг 5). Цооногуудын усны түвшин болон уурхайгаас шавхан зайлуулж буй усны хооронд тодорхой хамаарлын зүй тогтол ажиглагдахгүй байна.

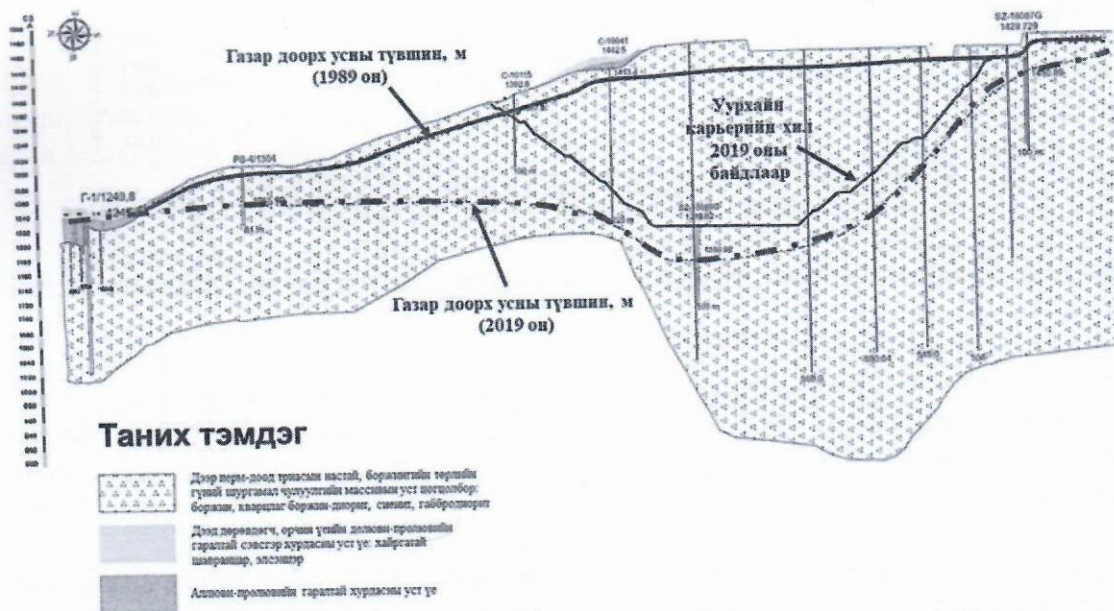
Эрдэнэтийн уурхайгаас шавхан зайлуулж буй усны хэмжээ хур тунадасны устай шууд хамааралтай болохыг статистик үнэлгээгээр зарим эрдэмтэд дүгнэсэн байдаг [2, 6].



Зураг 5. Уурхайгаас шавхан зайлуулсан усны хэмжээ ба уурхайн орчмын (байршил: а-хойд, б-зүүн, в-урд, г-баруун талд) мониторингийн цооногуудын газар доорх усны түвшний хэлбэлзэл (2018-2020 оны өгөгдлөөр)

### Хэлэлцүүлэг

Эрдэнэтийн уурхайн газар доорх усны техноген горим бүрэлдэхэд хур тунадасны ус гол нөлөөлөгч хүчин зүйл болж байна [6]. Эрдэнэт голыг дайрсан уурхайн карьерын тойм зүсэлтээс (Зураг 6) харахад уурхайн ашиглалтын эхэн үед Эрдэнэтийн орд нь усан хагалбарын үүрэг гүйцэтгэж ирсэн бол ашиглалттай холбоотой уурхайн карьер нь ус цуглуулагч болсон байна.



Зураг 6. Эрдэнэтийн уурхай болон Эрдэнэт голыг дайруулан татсан тойм зүсэлт

Эрдэнэтийн уурхайн усжилтанд нөлөөлөгч хүчин зүйлийн нэг уур амьсгалын хүчин зүйлээс гадна геологийн хүчин зүйл юм. Энэ нь газар доорх усыг агуулж буй чулуулгийн литологийн хувьд ан цавлаг гранитын массив бөгөөд усжилт

харьцангуй бага, газар доорх усны хөдөлгөөн чулуулгийн ан цаваар явагддана. Уурхайн талбайн хэмжээнд хагарал, дайкуудаар хэсэгчиглэгдсэн ба хагарлуудаар газар доорх ус өөр хоорондоо холбоотой байх боломжтой.

Иймд уурхайн газар доорх усны мониторингийн сүлжээг өрөгжүүлэх зайлшгүй шаардлагатай ба уурхайн усжилтанд нөлөөлөх гол хүчин зүйлсийг илүү нарийвчлалтай тодорхойлох боломжтой юм. Тухайлбал зураг 2 ба 3-т үзүүлсэн усны түвшинг хур тунадастай харьцуулж үзэхэд хэмжилтийн интервалаас хамаарч уурхай орчмын газар доорх усны техноген горимыг тодорхойлох боломж хязгаарлагдаж байна.

#### **Дүгнэлт**

Сард 1 удаа хэмжилт хийсэн цооногуудын усны түвшний хэлбэлзэл хур тунадас, голын усны өнгөрөлт, уурхайгаас шавхан зайлуулж буй усны хэмжээтэй хамаарлын тодорхой зүй тогтол ажиглагдахгүй байна.

Автомат түвшин хэмжигчээр хэмжилт хийж буй цооногийн усны түвшин хур тунадас, голын усны өнгөрөлттэй хамааралтайгаар хэлбэлзэлж байна.

Эрдэнэтийн уурхайн орчмын газар доорх усны хяналт шинжилгээний цэгүүдийг өргөжүүлэх, мөн усны түвшний хэмжилтийн интервалийг нарийвчилж авах нь газар доорх усны техноген горимд нөлөөлөгч хүчин зүйлсийг тодорхойлоход нилээд дөхөм болох юм.

#### **Ашигласан материал**

1. Буянхишиг Н., Алей М., Батсүх Н., Оюун Д., Болормаа Я., Наранчимэг Б., Энхбаяр Д., Сийлэгмаа Б. Нэгдсэн уурхайн гидрогеологи ба инженер геологийн нарийвчилсан судалгааны тайлан. Улаанбаатар. 2019.
2. Алей М., Буянхишиг Н., Оюун Д. “Исследование нарушенного техногенного режима подземных вод подтерритории предприятия Эрдэнэт, влияние и прогноз на окружающую среду” Эрдэнэт УБҮ. 2010. 90 хууд.
3. Потапов В.В. Отчёт о результатах детальной разведки Северо-Западного участка с подсчётом запасов по состоянию на 01.07.1988. Медно-Молибденовое месторождение Эрдэнэтийн-Овоо в МНР. г. Эрдэнэт, (в 36 книгах), 1989.
4. Түмэн-од Э., Ганхуяг Г., Энхболд Л., Эрдэнэбаяр Ч ба Хадаан Д. Орхон аймаг Баян-өндөр сумын нутагт орших Эрдэнэтийн овоо зэс молибдений ордын баруун хойд болон төвийн хэсгийг ашиглах техник-эдийн засгийн үндэслэлийн хэмэлт тодотгол. 2018. Улаанбаатар.
5. Роговиц И.И. Исследование гидрогеологическмх условий месторождения Эрдэнэтийн –Овоо в МНР на стадии детальной разведки глубоких горизонтов с целью оценки водопритоков в карьеры. г. Эрдэнэт. 1988 г
6. Оюун Д ба бусад. Эрдэнэтийн уурхайн газар доорх усны техноген горимын онцлог. “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, гозкологийн асуудлууд” сэтгүүл №27 . Улаанбаатар хот. 2019.
7. Батсүх Н. Онолын гидрогеологи. Улаанбаатар. 2005.

# БОР-ӨНДӨРИЙН ЖОНШНЫ ОРДЫН ГИДРОГЕОЛОГИЙН НӨХЦӨЛ, УСНЫ НӨӨЦ, УУРХАЙН УСЖИЛТ, УС ХАНГАМЖИЙН ЗАРИМ АСУУДАЛ

П.Хөхөө<sup>1</sup>, Д.Гэрэлт-Од<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн яам, Төслийн нэгж

<sup>2</sup> ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн. Усны нөөц, ус ашиглалтын салбар

## Хураангуй

Хэнтий аймгийн Дархан сумын нутагт оршдог Бор-Өндөрийн жоншны далд уурхайн гидрогеологийн нөхцөл, усажсан байдал, усны найрлага, түүний чанар, цэнгэг усны хүртээмжийн талаар зарим асуудлыг хөндөж бичлээ.

**Түлхүүр үг:** Далд уурхай, Хаягдлын аж ахуй, Гидравлик холбоо, Урсац, Булинга.

## Оршил

Бор-Өндөрийн жоншны орд нь Зүүн-Монголын галт уулын (вулкан) бүсэд, Бор-Өндөрийн өргөгдөл бүхий мезозойн Алаг цавын галт уул-тектоникийн эвдэрсэн хотгорт байрлана.

Хүдрийн биетүүд тектоникийн эвдэрсэн чулуулгийн бүсэд хуримтлагдсан бөгөөд 3-50 метрийн гүнд усажсан байна. Хар-Айраг орчимд нийт 16 жоншны орд нээгджээ. Хүдрийн биет №1, 1а, 13 нь зүүн урдаас баруун хойш чиглэсэн хагарал дээр оршино. Бор-Өндөрийн уурхай нь хүдрийн 1-р биет дээр нээгдсэн [1].

1979-1982 онд суурь судалгаа хийгдсэн. 2009 онд судлаач, профессор Н.Батсүх, доктор Н.Буянхишиг, магистр С.Сүхбат нар Бор-Өндөрийн районы гидрогеологийн нөхцөл, техноген өөрчлөлтийг загварчлалаар судалсан [2].

## Гидрогеологийн нөхцөлийг судалсан байдал

Бор-Өндөрийн жоншны ордын гидрогеологийн нөхцөлийг нарийвчлан судалж, дараах байдлаар тодорхойлсон байдаг. Үүнд:

1.  $K_1$  насны усажсан бүрдэл, цооногуудын ундарга 0.2-4.65 л/с, түвшин бууралт 47.0-19.32 м;
2.  $J_3-K_1$  насны усажсан бүрдэл, булгууд, ундарга нь 0.2-16.0 л/с;
3.  $\gamma T_1, P_1$  насны усажсан бүрдэл, цооногуудын ундарга 10.0-35.0 л/с, булгийнх 12.0-13.0 л/с хүртэл;
4.  $\gamma PZ_1, PR_3$  насны усажсан бүрдэл, илэрсэн ундарга 0.4-0.5 л/с [3].

Судалгааны талбайн булгуудын хамгийн бага урсцыг 30-35 л/с гэж үнэлсэн. Уурхайд орж ирэх усны нийлбэр хэмжээг ашиглалтын төгсгөлд 33400 м<sup>3</sup>/хон гэж төсөөлсөн байна. 1980 оны 1 дүгээр сард усны хэмжээ 1000 м<sup>3</sup>/хон байсан бол 9 дүгээр сард 12900 м<sup>3</sup>/хон болж ашиглалтаа дагаж өссөн аж.

3г дугаартай бүлэг цооног дээр шавхалт хийхэд: ус дамжуулалт 990 м<sup>2</sup>/хон, түвшин дамжуулалт  $2.4 \cdot 10^5$  м<sup>2</sup>/хон, ус өгөмж 0.4. 3015 м<sup>3</sup>/хон ундаргаар 20 хоног шавхахад усны түвшин 8.3-7.5 м буурч, нөлөөллийн радиус 4.8-4.5 км хүрч байжээ. Ус нь цэнгэг, зонхилж гидрокарбонат кальцын найрлагатай, эрдэсжилт 0.22-0.33-аас 0.87 г/л (уурхай дээр). Ерөнхий хатуулаг 1.7-3.4-өөс 8.3-10.0 мг-экв/л

хүртэлх хүрээнд хэлбэлзэнэ. Устөрөгчийн үзүүлэлт рН 7.25-8.64. Фтор 1.0-3.54 мг/л, түүний агууламж урсгалаар доош нь нэмэгдэж, ерөнхий эрдэсжилт доошоо мөн өсөж байжээ.

Ус хэрэглээний анхны захиалгат хэмжээ 5.4 мянган м<sup>3</sup>/хон юм. Үүнээс унд-ахуйн хэрэгцээ 1.7 мян м<sup>3</sup>/хон, ирээдүйн хамгийн их хэрэглээ 10 мян м<sup>3</sup>/хон хүрнэ гэж тооцоолжээ [1].

Хаягдал усны цөөрмийн суурьт базальтан порфирит, диабаз-андезитан бүрэлдэхүүнтэй дайк байхгүй бөгөөд зөвхөн доод цэрдийн Зүүнбаян формацын шавар, конгломерат, туф-алевролит, дээд неоген-доод дөрөвдөгчийн шавар, дээгүүрээ дөрөвдөгчийн хайрга, дайрга бүхий шавранцар, делюви-пролюви, пролювийн гаралтай хөрсөөр хучигдсан байна.

Хаягдлын цөөрмийн усны алдагдлыг төслийн шатанд тооцсон нь бий. Цөөрмийн ёроолын (өргөн 250 ба 500 м, гүн 5.5 м ба 10 м) шүүрлийн харьцал 425-1450 м хүртэл зайд 0.04 м/хон, баруун эрэг: 500-1450 м зайд 0.04 м/хон, зүүн эрэг 400-1450 м зайд 4.0 м/хон гэж тус тус тогтоосон. Ашиглалтын үеийн цөөрмийн усны нийт алдагдлыг (усан сангийн алдагдал+цөөрмийн ёроол дахь чулуулаг усаар ханах түр зуурын алдагдал): 1 жилийн дараа (1020+740)=1760 м<sup>3</sup>/хон, 2 жилийн дараа (1260+260)=1520 м<sup>3</sup>/хон, 5 жилийн дараа (1325+260)=1585 м<sup>3</sup>/хон, 10 жилийн дараа (1520+260)=1780 м<sup>3</sup>/хон, 31 жилийн дараа (1700+260)=1960 м<sup>3</sup>/хон болно гэж тус тус тооцоолжээ [4].

Дээрх тооцоонд үндэслэвэл, цөөрмийн усны алдагдал харьцангуй бага байх магадлалтай юм. Харин судлаач Н.Батсүх, Н.Буянхишиг, С.Сүхбат нар математик загварчлалын аргаар тооцоолол хийж далд уурхай, Хаягдлын аж ахуйн хооронд гидравлик холбоо үүссэн байж болзошгүй гэж үзсэн [2]. Судалгаанд математик загварчлал ашигласан нь шинэлэг аргазүй байсан.

### Үр дүн

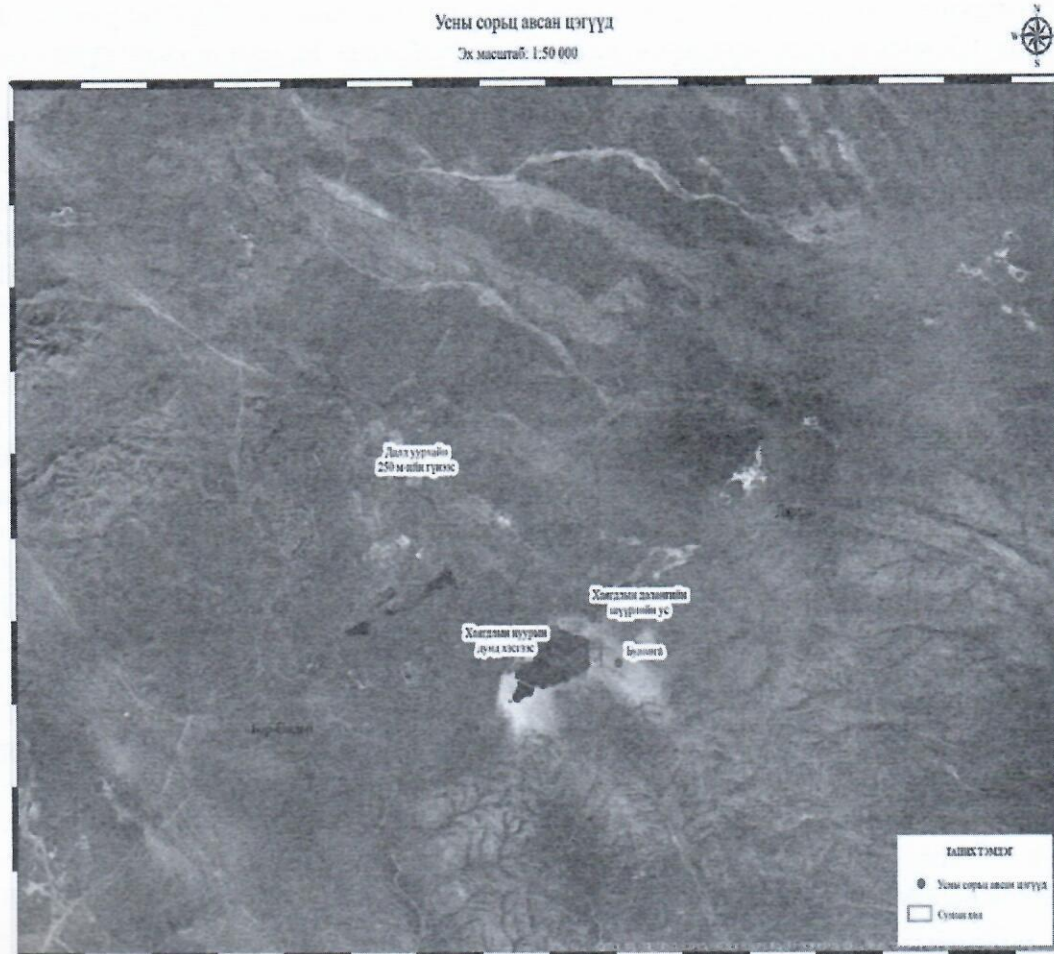
2018, 2020 онуудад хийсэн хээрийн богино хугацааны ажиглалт, хэмжилтээр онцлог цэгүүдийн байршлын координатыг GPS багажаар тодорхойлов (1 дүгээр хүснэгт).

1 дүгээр хүснэгт				
д/д	Усны сорьц авсан цэгийн нэр	Координат:		Үнэмлэхүй өндөр
1	Хаягдлын далангийн ёроолоос шүүрсэн ус	46-14-32.2	109-28-42.4	1246 м
2	Булинга хаяж буй цэг	46-14-08.5	109-28-59.1	1267 м
3	Хаялгын нуурын дунд хэсгээс	46-14-09.2	109-28-15.9	1264 м
4	Далд уурхайн 250 м-ийн гүнээс	46-15-59.8	109-26-17.3	1057 м

Далд уурхайгаас Хаялгын нуур хүртэл шулуунаар 4 км байна. Гидрогеологийн нөхцөлөөрөө гидравлик холбоо үүсэх магадлалтай ч лабораторийн шинжилгээний үр дүнгээр (усны найрлага, чанарын харьцуулалтаар) холбоо үүссэн нь одоогийн байдлаар батлагдахгүй байгаа юм.

Уурхайд ашиглаж, унд-ахуйд хэрэглэх цэнгэг усны эх үүсвэрийг Бор-Өндөрийн уурхайгаас хойш 40 км-т, Хэнтий аймгийн Дархан сумын нутаг дахь Цээлийн булаг, Буйлангийн рашаан хэмээх газруудад газар доорх усны орд нээжээ. Хэнтий

аймгийн Бор-Өндөр сумын далд уурхайгаас Цээлийн булаг хүртэл цэвэр усны шугам хоолойг дагаж яван онцлог цэгээс усны сорьц шинжилгээнд авав (1 дүгээр зураг).



1 дүгээр зураг. Усны сорьц авсан цэгүүдийн байрлал

Хар-Айрагийн районд барьж байгуулах Уулын баяжуулах үйлдвэрийн (УБҮ) үйлдвэрлэлийн болон унд-ахуйн ус хангамжийн эх үүсвэрийн инженерийн иж бүрэн хайгуул судалгааны ажлыг 1978 онд Монгол-Оросын Засгийн газар хоорондын XVI хуралдааны Протоколын дагуу ЗХУ-ын ПНИИИС (Производственный научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве) хүрээлэнгийн Монгол дахь экспедиц хийж гүйцэтгэжээ [5]. 1982-1983 оны энэхүү хайгуул, судалгааны үр дүнг П.Жасрай даргын хүсэлтээр 1984 оны 4 дүгээр сарын 13-ны өдөр ЗХУ-ын Сайд нарын Зөвлөлийн дэргэдэх Ашигт малтмалын нөөцийн Улсын комиссын хуралдаанаар хэлэлцэж Протокол хөтөлсөн. Протоколд (№9429) тусгаснаар газар доорх усны нөөцийг дараах байдлаар баталжээ. Үүнд:

Дарханы хөндий (Цээлийн булаг), нөөц нь “В” зэрэглэлээр 3.6 мян.м<sup>3</sup>/хон;  
Буйлангийн хөндий, нөөц нь “В” зэрэглэлээр 3.6 мян.м<sup>3</sup>/хон.

Ийнхүү газар доорх усны нийт нөөцийг 7.2 мян.м<sup>3</sup>/хон буюу 83.4 л/с ундаргаар хүлээж авсан байна. Протоколд тэмдэглэснээр Дарханы хөндийн газар доорх усны

фторын агууламж 0.9-2.19 мг/л, Буйлангийн хөндийн усны фторын агууламж 1.5-5.2 мг/л учир унд-ахуйд хэрэглэхдээ фторгүйжүүлэх төхөөрөмж тавихыг зөвлөсөн байдаг.

ПНИИИС хүрээлэн (хуучин нэрээр) 1982-1983 онд хийсэн хайгуул, судалгааны үр дүнд 1ц, 4р дугаартай цооногууд Дарханы хөндийд гарсан бөгөөд 1ц нь үндсэн (усажсан үеийн интервал 34.6-63.0 м), 4р нь нөөц (усажсан үе 46.0-58.0 м) гэж үзжээ. 8р цооногийг Буйлангийн хөндийд (Дарханы хөндий буюу Цээлийн булгаас зүүн урагш 5 км зайд) гаргасан бөгөөд усажсан үе нь 26.7-67.0 м-ийн интервалд оршино гэж тэмдэглэсэн. 1ц, 4р цооногийн ус +4.35-аас +8.0 м оргиж байжээ. Геологийн зүсэлтийг дөрөвдөгч, неоген, доод цэрдийн Шинэхудаг формац бүрдүүлэх аж. Геологийн тогтоц нийлмэл, гидрогеологийн нөхцөл хүнд болохыг онцолж тэмдэглэсэн нь бий.

“Хар-Айрагийн районд төсөллөж буй УБҮ-ийн унд-ахуй болон үйлдвэрлэлийн хэрэгцээнд Дархан сумын газар доорх усны ордыг ашиглахыг эсэргүүцэхгүй” гэж БНМАУ-ын Усны аж ахуйн яамнаас Тодорхойлолт гаргасан байдаг (Ус ашиглах, хамгаалах Улсын албаны дарга З.Жанжаадорж тухайн үедээ ийн өгч байжээ).

Бор-Өндөрийн Уулын баяжуулах үйлдвэрийн үйлдвэрлэл, унд-ахуйд зориулж Хэнтий аймгийн Дархан сумын нутагт 1987 онд унд-ахуйн зориулалтаар “Буроводстрой” байгууллага 4 гидрогеологийн цооног өрөмдөж гаргасан. Цооногуудын анхны параметруудыг [6] үзүүлэв (Хүснэгт 2).

2 дугаар хүснэгт

№	Гүн, м	Стат түв., м	Дин түв., м	Бууралт, м	Усажсан үеийн интервал, м	Ундарга, л/с	Хувийн ундарга, л/с*1м	Тайлбар
1Ц (1А)	65	+1	12	12	34.6-63.0	40	2.6	Ф426 мм +0.3-аас 34.6 м-т суултын яндан. Ф325 мм +0.5-аас 65 м-т шүүрийн яндан. Ф219 мм ус өргөх яндан. Ф60.3 мм агаар өгөх яндан. НСО <sub>3</sub> /Na-ын ус, рН 8.5, хуурай үлдэгдэл 370 мг/л, ерөнхий хатуулаг 4.2 мг/л, усажсан коллектор: галечник крупный с валунами, конгломерат крепкий (с 40 м), ниже 65 м аргиллит крепкий. Насос: ЭЦВ-12-160-65.
1Б	60	1.5	3.5	2	33-56	25	12.0	НСО <sub>3</sub> /Na, рН 7.9, хуурай үлдэгдэл 496 мг/л, ерөнхий хатуулаг 3.45 мг/л. Насос: ЭЦВ-12-160-65.
4Р (2А)	60	+1	12	12	46-58	45	2.6	НСО <sub>3</sub> /CaMgNa, рН 8.2, хуурай үлдэгдэл 316 мг/л, ерөнхий хатуулаг 5.7 мг/л. Насос: ЭЦВ-12-160-65.
3-6-88 (2Б)	60	1	15	14	35-58	50	3.6	НСО <sub>3</sub> /Na, рН 8.3, хуурай үлдэгдэл 485.12 мг/л, ерөнхий хатуулаг 5.0 мг/л. Насос: ЭЦВ-12-160-65.

Өрөмдсөн худгууд нь Бор-Өндөрөөс хойш 40 км-т байрлана. Эдгээр цооногууд 2018 оны албан бус мэдээгээр 3500-4000 м<sup>3</sup>/хон усыг ЭЦВ насосоор шахахад түвшин 1 м буурч, статик түвшин 7 м-т тогтдог байна.

Бор-Өндөрийн УБҮ-ийн ус хариуцсан мэргэжилтэн Зоригсайханы танилцуулснаар: Цээлийн булаг, Буйлангийн хөндийд нийт 4 цооног бий. Бор-Өндөрийн УБҮ одоо 2 гүний худгаас ээлжлэн ус олборлож, замдаа 2 өргөх станцаар (II ба III өргөх станц ч гэдэг), 325 мм голчтой нэг ган хоолойгоор ундахуйн усаа хангаж байна. Өргөх станцууд дээр ЦНС-180-140 (4 ширхэг), 24 цагаар 2 насос ажилладаг. Бор-Өндөрт 2000 м<sup>3</sup> багтаамжтай 4 сан байгаа. Ус орох хэсэгт тоолууртай. Бор-Өндөр сумын нэг оршин суугч хоногт 500 л ус зарцуулдаг. усны төлбөрт жилд 600-900 сая төгрөг төлдөг. Буйлангийн 3-р худгийн насос эвдэрсэн, өнөө маргаашгүй солино. Худгуудын усны түвшин 13 м орчим унасан. Худгуудаа лайдаж чадахгүй байгаа. Дараагийн шинэ худаг хэрэгтэй болоод байгаа гэсэн юм.

2018 оны 9 дүгээр сарын 19-ний байдлаар Цээлийн булаг дахь I өргөх станц дээр ажиллаж байгаа машинист М.Батжаргалын ярьснаар бол 75 кВт-ын хөдөлгүүр ажилладаг. 1-1 цооног зогссон, энэ цооногоос хойш 22 м-т байрлалтай 1-2 дугаар цооног хоногт 3600 т ус шахаж байна.

Дарханы хөндийгөөс (Цээлийн булгаас) татаж буй усны чанарт үнэлгээ өгөх зорилгоор трасс (шугам) дагуух 46-30-16.8, 109-26-34.4 координат дээрх трассаас гоожсон ус ба 46-37-01.3, 109-24-53.9 координаттай 1-2 цооногоос усны сорьц тус тус авч ШУА-ийн Газар зүй-Геоэкологийн хүрээлэнгийн Усны лабораторит шинжлүүлэв. Шинжилгээний дүнгээс харахад Цээлийн булаг дахь гүний цооногийн ус химийн бүрэлдэхүүнээрээ гидрокарбонатын ангийн, кальц, магнийн бүлгийн, 2-р төрлийн, чанарын хувьд цэнгэг, зөөлөвтөр ус байна. Шинжилсэн үзүүлэлтүүд нь “Ундны усны чанарын стандарт MNS 900:2018” -ын шаардлага хангаж байна. рН 7.28, эрдэсжилт нь 440 мг/дм<sup>3</sup>. Шугамаас гоожсон усны химийн бүрэлдэхүүн Цээлийн булгийн цооногийн устай адил байна.

Бор-Өндөрийн УБҮ-ийг ус хангамжийн 2 эх үүсвэртэй гэж ойлгож болно. Нэг дэх нь Дарханы хөндийн гүний цооногууд, 2 дахь эх үүсвэр нь далд уурхайн шүүрлийн ус юм. Ус шүүрүүлэх байгууламжаар хоногт 30000 м<sup>3</sup> орчим ус зайлуулж байна. Д-630-90 маркийн 3 насос байдаг, 2 нь байнга ажилтай. 200 м-ийн гүнд ЦНС-300-240 маркийн 5 насостай. 4 ээлжтэй, ээлж 7 цагаар ажилладаг, 3 насос ажиллаж байв, 2 нь нөөцөд байдаг. Газрын гадарга дээр ЦНС-180-170 маркийн 1 насос ажилладаг. Шүүрлийн усыг бараг 100 хувь үйлдвэрлэлд (хөргөлт, усалгаа, мод тарих, зүлэгжүүлэх гэх мэт) эргүүлэн ашиглаж, үлдсэн хэсгийг УБҮ-ээс зүүн урд байрлах Хаягдлын аж ахуйн цөөрөмд нийлүүлдэг.

Далд уурхайгаас гадуур диаметр нь 425 мм 3 хос хоолой (шүүрлийн цэвэршсэн ус буцаах, нөөцийн, булингын) зэрэгцэн гарч Хаягдлын аж ахуй руу тавигдсан байна.

Шүүрлийн ус Хаягдлын аж ахуйн нууртай гидравлик холбоотой эсэхийг тандах зорилгоор онцлог цэгүүдээс усны 5 сорьц авч гидрогеохимийн шинжилгээ хийлгүүлэв. Шинжилгээний дүнг хүснэгтээр үзүүлэв (3 дугаар хүснэгт).

Сорьц №	Нэр	Координат	Өндөр, м	Усны найрлагын Курловын томъёо	Тайлбар
1	Хаягдлын аж ахуйн далангийн ёроолоос шүүрч урссан ус	46-14-32.2 109-28-42.4	1246	$\text{HCO}_3$ 56C125 $\text{SO}_4$ 18/ (Na+K)57Mg23Ca20, pH 7.32, M=913 мг/дм <sup>3</sup>	
2	Буцаах усны насос станцын ус (шүүрлийн ус)	46-14-32 109-28-42	1248	$\text{HCO}_3$ 42C131 $\text{SO}_4$ 21/ (Na+K)53Mg34Ca13, pH 8.34, M=738 мг/дм <sup>3</sup>	
3	Үйлдвэрээс Хаягдлын аж ахуйн даланд хаяж буй булинга	46-14-08.5 109-28-59.1	1267	$\text{HCO}_3$ 39C135 $\text{SO}_4$ 14 $\text{CO}_3$ 11/ (Na+K)53Mg38, pH 8.56, M=717 мг/дм <sup>3</sup>	
4	Хаягдлын аж ахуйн нуурын ус	46-14-09.2 109-28-15.9	1264	$\text{HCO}_3$ 41C134 $\text{SO}_4$ 17/ (Na+K)50Mg37Ca12, pH 8.36, M=691 мг/дм <sup>3</sup>	Усны түвшин “Шандур”-аас дээш 40 см-т байв
5	Далд уурхайн 250 м-ийн гүнд шүүрэн урсаж байгаа цэвэр ус	46-15-16 109-26-17	1307	$\text{HCO}_3$ 63 $\text{SO}_4$ 20C117/ Ca50Mg27(Na+K)23, pH 7.3, M=425 мг/дм <sup>3</sup>	

### Дүгнэлт

- Газар доорх усны нөөц батлагдсан талбайд “Буроводстрой” 1987 онд 4 цооног гаргаж монтажилснаас хойш газар доорх усыг тасралтгүй 30 гаруй жил бүрэн хүчин чадлаар нь ашиглаж байна. “Ус-Ундрах” ХХК 2019.11.15-18-нд 62 м гүнтэй 02-а цооногийн 17.4 м-т тогтсон усны түвшинг 18.0-19.6 м-ээр бууруулан шавхахад 44.0 л/с ундарга өгсөн нь тухайн цооногийн ундарга буураагүй ч статик түвшин 18 м доошилжээ.
- Хаягдлын аж ахуйн ус гүний уурхайн шүүрлийн устай холбоотой байж болзошгүй гэсэн таамаглал байдаг. Гэвч энэ судалгаагаар (усны гидрогеохимийн шинжилгээгээр) хараахан нотлогдохгүй байна. Цаашид судалгааг системтэй, тогтмол мониторинг хэлбэрээр хийх нь зүйтэй юм.
- Одоо ашиглаж буй цэнгэг усны эх үүсвэр нь (Цээлийн булаг) Хэнтий аймгийн Бор-Өндөр сум, Дархан сум, “Бор-Өндөр” УБҮ-ийг усаар хангаж байна. Бор-Өндөрт уул уурхайн үйлдвэр шинээр нэмж аж үйлдвэрийн цогцолбор байгуулах тохиолдолд газар доорх усны нөөцийн нарийвчилсан хайгуул, судалгааг заавал хийлгүүлж баталгаажуулах шаардлагатай байна.

### Ашигласан ном, сэтгүүл

- Кошелев Ю.Я (гл.геолог), Веремьянин М.В., Камышев Б.С., Толмачев М.П., Варакин А.Г., Филаретова Т.Ф., Филаретов Г.И. Отчёт о предварительной разведке Бороундурского флюоритового месторождения в МНР с подсчётом запасов по состоянию на 1.04.1978г. Том 1-Текст отчёта. “Зарубежгеология”. М., 1978. 108с.
- Батсүх Н. Байгалийн ус, геологи орчны судалгаа. 10-III. Улаанбаатар. 2010. 160-168 тал.
- Ламухин Ф.М., Музюкин Л.В., Варакин А.Г., Тытянок Н.Н (гл.геолог), Казакова Н.М., Тен В.В., Шелехов А.Е., Мурахтанов Ю.Б. Бороундурское флюоритовое месторождение. Отчёт о результатах детальной разведки за 1979-

82гг с подсчётом запасов по состоянию на 1.07.82г. (в 10 томах). Том I-Текст, 299с. “Техноэкспорт”, “Зарубежгеология” объединения.

4. СССР. Всесоюзное объединение “Цветметпромэкспорт”. Хвостохранилище ГОК-а Хар-Айраг в МНР. Технический отчёт об инженерных изысканиях. Том IV. Инженерно-геологическое, гидрогеологическое и гидрологические изыскания в 3-х частях. Часть 2. Тескстовые приложения. Москва, 1984г.
5. Мохова В.В., Авчуринская И.М., Голубева Г.А., и др. Отчёт о результатах комплексных инженерных изысканий источника производственного и питьевого водоснабжения ГОКа в районе Хар-Айраг в МНР. 1983.
6. Хөхөө П., Ганхуяг М. Бор-Өндөрийн уурхайн ус хангамжийн байдалд хийсэн судалгааны ажлын үр дүн. Улаанбаатар. 2018.

# ХУЛЬЖИЙН ХАЛУУН РАШААНЫ НӨӨЦИЙГ ТОГТООХ АСУУДАЛД

Д.Сурмаажав, Ч.Ариунаа

Монголын гидрогеологичдын холбоо НҮТББ

И-мэйл: [ariunaa444.chinbat@gmail.com](mailto:ariunaa444.chinbat@gmail.com),

[surmaajavdamdin@gmail.com](mailto:surmaajavdamdin@gmail.com)

## Хураангуй

Хульжийн халуун рашаанд гидрогеологийн хээрийн үйлдвэрлэлийн судалгааны ажлыг хийж, рашааны орд, төрлийг ялгаж, урьдчилсан байдлаар ашиглалтын нөөцийн үнэлгээг үйлдвэрлэлийн зэрэглэлээр анх удаа тооцсон.

**Түлхүүр үг:** *Халуун рашаан, Халуун рашааны орд, Үндсэн усажсан хагарал, Туслах хагарал*

## Оршил

Хульжийн рашаан нь эрт дээр үеээс нутгийн иргэд, гадаадын аянчин, жуулчин, эрдэмтэн мэргэдийн сонирхлыг татсан, эмчилгээ сувилгаанд өргөн хэрэглэгдэж байсан манай орны алдартай рашаануудын нэг болно.

Дэлхийн улс, орнуудын чиг хандлага бол халуун, хүйтэн рашааны гидрогеологи, гидрогеохими, гидрогеотерм, бальнеологийн нөхцлийг судлаж, байгалийн халуун, хүйтэн рашааныг ард иргэдийнхээ эрүүл мэндийн тусад эмчилгээ сувилгаанд хэрэглэх, рашааны экосистемийн тэнцвэрт байдлыг хадгалах, нөөцийг нь тогтоох, газрын гүнийн дулааны нөхөн сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглах явдал юм.

Монгол орны рашааны судалгаа 1990 оноос өнөөг хүртэл бараг хийгдсэнгүй, харин рашаан сувилалд явж эмчлүүлэгчдийн тоо жилээс жилд өсөн нэмэгдэж байгаа нь манай орны өнөөгийн тулгамдсан асуудлуудын нэг болж байна. Иймд Хульжийн халуун рашааны нөөц, шаврын эмчилгээний чанар, нуурын усны балансыг тогтоосноор цашид рашаан сувиллын томоохон цогцолбор байгуулах суурь судалгаа болно гэж үзлээ.

Тус рашаан нь ардын хувьсгалаас хойш манай орон рашааныг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй судлаж эхэлсэнээр судлагдсаар ирсэн байна. 1927 онд В.А.Смирнов анх удаа Хульжийн халуун рашааны булагт хэмжилт хийж, рашааны химийн найрлагыг шинжлэн тогтоосон байдаг ба үүнээс хойш ордын хэмжээнд авч үзэнгидрогеологийн эрлийн судалгаа хийсэн нь 1974 он билээ.

Доктор З.Нарангэрэлийн удирдсан Төвийн геологийн экспедицийн рашааны ангийн судалгаагаар хоногт 328.32 шоо метр рашааныг ашиглах боломжтой гэж Р зэрэглэлээр нөөцийг нь тогтоосон байдаг..

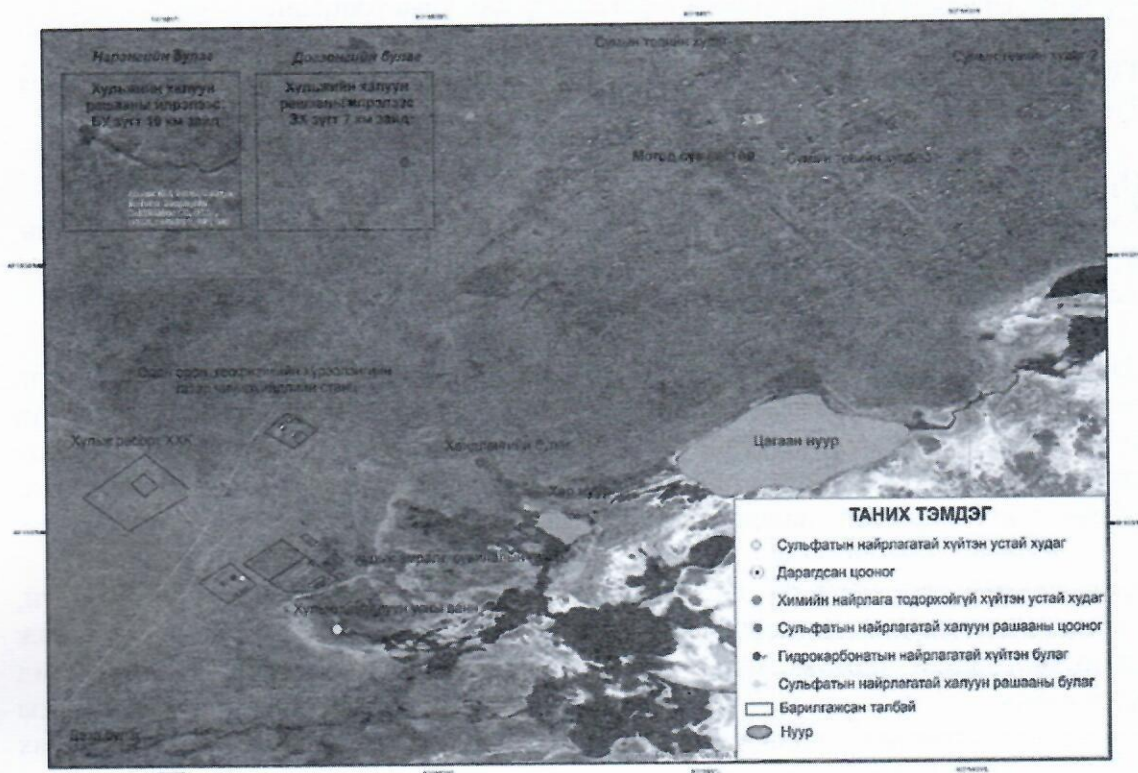
## Судалгааны арга, аргачлал

Хульжийн халуун рашааны нөөцийг өмнө хийгдсэн судалганы мэдээллүүдийг ашиглан нэгтгэн дүгнэж, тайлан, материалуудыг цуглуулан суурь мэдээлэл болгон ашигласан бөгөөд халуун рашааны цооногуудад гидрогеологийн сорил-туршилтын шавхалтыг хоёр түвшний бууралттай хийж нөөцийг гидравлик, балансын аргаар тооцов. Геологийн 1:50000 хураангуйлалтай зургийг судалгаанд

хэрэглэсэн ба судалгааны явцад халуун, хүйтэн булаг, халуун рашааны илрэл, цооногуудад температур болон ундрагын горимын ажиглалтуудыг хийж байсан.

### Судалгааны үр дүн

Энэхүү судалгаа нь зөвхөн халуун рашааны ордын нөөцийг тогтоохоос гадна шаврын нөөц тогтоох болон усзүйн судалгаа багтсан цогц судалгаа болсон юм. Халуун рашааны тархалтын талбайн хэмжээнд халуун рашаан илэрсэн 6 цооног байгаа ба үүнээс нэг цооногийг мониторингийн болгож тоноглоон усны температур болон түвшний өөрчлөлтийн мэдээллүүдийг авч байна. Судалгааны талбайд орж буй уст цэгүүдийн байрлалыг үзүүлэв (1-р зураг).



1 дүгээр зураг. Уст цэгүүдийн байрлалын зураг

### Халуун рашааны ордын гидрогеологийн нөхцөл

Хульжийн халуун рашааны орд нь уулс хоорондын тэгш ёроолтой Хульжийн хотгорын хойт мөргөцөг, дэнж дээр баруун урдаас зүүн хойш чиглэсэн хагарлыг дагаж байрлана. Халуун рашааны илрэл болох булаг нь уг дэнжээс 130 гаруй метрийн зайтай дов сондуул дотор байрлана. Булгийн эхэнд усны температур нь 8, 9 дүгээр сард  $16.4-26^0$  С-ийн температуртай, булгийн урсац нь байгалийн ваннанд ордог. Ваннаны гүн нь 2.90м, өргөн нь 2.50м, урт нь 2.60м худаг болгон ухаж банзаар доторлон хашлага хийсэн байна.

5 дугаар сард худгийг лайдаж цэвэрлэж бэлтгэдэг байна. Худагт халуун рашааны усны температурыг 8, 9 дүгээр сард хэмжиж үзэхэд 0.5 м-ийн гүнд  $31-34^0$  С, 1.0м-ийн гүнд  $32-34^0$  С, 1.5м-ийн гүнд  $35-36^0$  С, 2.0м-ийн гүнд  $36-39^0$  С, 2.9м-ийн гүнд  $36.8-37.5^0$  С байлаа. Худгаас гарах урсацын хэмжээ 0.7л/с болно (3-р хүснэгт).

1 дүгээр хүснэгт. Хульжийн халуун рашааны усанд ордог ванны доторх усны температурын горимыг үзүүлсэн хүснэгт

Д/д	Хэмжилт хийсэн сар, өдөр, цаг		Агаарын температур, °С	Усны температур, °С	Булгийн ундарга, л/с	Ваннаас гарч буй урсацын температур, °С
1	13/VIII	8:00	29	25.2	0.8	
		14:00	26	30	0.8	
		20:00	18.9	28	0.8	
2	14/VIII	8:00	15.4	28.5	0.7	
		14:00	28.9	31.3	0.7	
		20:00	25.8	29.6	0.7	
3	15/VIII	8:00	15.1	21.8	0.8	
		14:00	28	29.8	0.8	
		20:00	20.1	28.2	0.8	
4	16/VIII	8:00	14.5	18.8	0.9	
		14:00	18.2	25.2	0.9	
		20:00	12.2	21.6	0.85	
5	17/VIII	8:00	13.5	14.4	0.9	
		14:00	19.5	22.1	0.9	
		20:00	14.3	23.1	0.9	
6	18/VIII	8:00	11.5	23.3	0.8	
		14:00	18.5	28.8	0.8	33.5
		20:00	12.8	26.2	0.6	32.9
7	19/VIII	8:00	17.1	21.5	0.26	32.5
		14:00	28.6	30.6	0.57	36.1
		20:00	14.6	27.5	0.27	33.3
8	20/VIII	8:00	17.5	22.6	0.73	33.6
		14:00	33.6	30.2	0.57	37.6
		20:00	16.2	28.2	0.8	34.5
9	21/VIII	8:00	18	29.1	0.7	38
		14:00	28.8	30.9	0.75	35.3
		20:00	15.1	25.3	0.64	29.8
10	22/VIII	8:00	14.9	22.5	0.48	25.9

Халуун рашаан илэрч байгаа бүс нутгийн геоморфологийн онцлогийг авч үзэхэд 1967 оны 1 сард Түлээ уулын газар хөдлөлтөөр газрын гадаргууд хойноосоо урагшаа чиглэлтэй 45 км-ийн урт хагарал үүссэнийг Могодын хагарал гэж нэрлэдэг билээ. Могодын хагарал нь Могод сумын зүүн талаар өргөн хөндийг үүсгэсэн ба Хульжийн халуун рашаанаас эх авсан Хульжийн гол Орхон голд цутгадаг. Газар хөдлөлийн идэвхитэй бүс нутаг учраас Хульжийн рашааны үндсэн хагарлыг хөндлөн огтолсон туслах хагарлын огтлолцлолоор халуун ус зөөгдөн гарч ирэх боломжийг үүсгэдэг байна. Хульжийн халуун рашааны үндсэн хагарлыг хөндлөн гарсан хэд хэдэн хагарал байдгийг 2-р зурагт үзүүлэв. Мөн

геофизикийн судалгааны үр дүнгээр зарим хагарлууд тогтоогдсон бөгөөд хоорондоо холбоогүй тусдаа байх боломжтой гэж үзэж байгаа билээ.



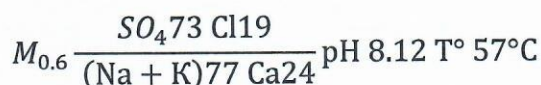
2 дугаар зураг. Хульжийн халуун рашааны хил зааг болон хагарлууд

Гадаргууд булаг байдлаар илрэн гарсан хэсэг нь тектоник хагарлын тасралт эвдрэлийн суларсан бүсээр дээш түрэгдэн гарч ирдэг байна.

Тектоник хагарлын дагуу халуун рашаан зөөгдөн гарч болох энэ талбайд халуун усны орд байж болох гидрогеологийн эрлийн шалгуур, шинж тэмдгүүдийг ашиглан эрэл-хайгуулын судалгааны ажлыг явуулж рашааны нөөцийг 4.6 л/с ундаргаар ашиглаж болно гэж Төвийн геологийн экспедицийн рашааны ангийн гидрогеологич мэргэжилтнүүд тогтоосон байна [2].

Халуун рашаан нь 6.0-30.0м-ийн гүнээс гарах бөгөөд температур нь гүн рүүгээ нэмэгдэж байна. Шинээр өрөмдөж гаргасан /2020 он/ мониторингийн цооногт 10.0м-ийн гүнд 43.2° C, 20.0м-ийн гүнд 55.6° C, 30м-ийн гүнд 55.9° C, 40м-ийн гүнд 55.9° C, 50м-ийн гүнд 55.8° C, 60м-ийн гүнд 55.8° C байна.

Халуун рашааны химийн найрлага нь 2020 оны бидний судалгааны үр дүнгээр курловын томъёогоор илэрхийлбэл:



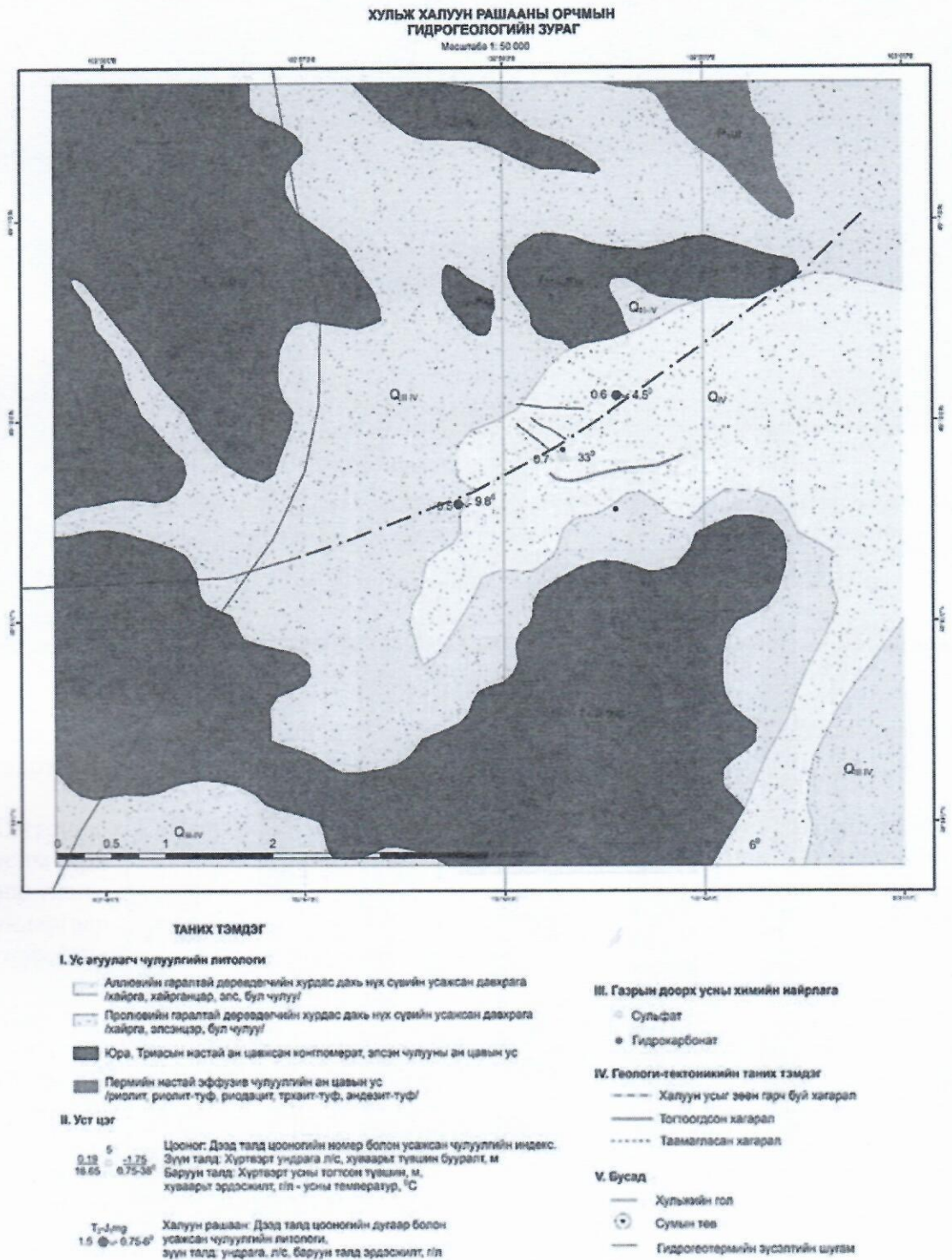
Халуун рашаанд агуулагдах хүнд металлуудын шинжилгээний үр дүнг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

2 дугаар хүснэгт. Халуун рашааны усан дахь хүнд металлын химийн шинжилгээний үр дүн

Хүнд металлууд	Al	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Sr	Ti	V	Zn
Стандарт	10	10	0.05	10	5	50	0.1	0.05	5	0.05	50	1	10	10	5
Нэгж	µG/L	µG/L	MG/L	µG/L	µG/L	µG/L	MG/L	MG/L	µG/L	MG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L
Хульжийн халуун рашаан	125	<10	42.7	<10	<5	<50	6.3	0.19	<5	194	51	2010	<10	<10	6
Хүнд металлууд	Be	Sc	Co	Ni	Ga	Mo	As	Se	Rb	Y	Zr	Nb	Ag	Cd	In
Стандарт	0.1	1	0.06	0.3	0.02	0.1	0.03	0.2	0.01	0.005	0.05	0.005	0.2	0.01	0.001
Нэгж	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L
Хульжийн халуун рашаан	<0.1	17	0.17	1.1	0.43	25.8	19.9	<0.2	15.7	0.047	0.33	0.384	<0.2	<0.01	<0.001
Хүнд металлууд	Sn	Sb	Te	Cs	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er
Стандарт	0.1	0.2	0.1	0.001	0.01	0.05	0.006	0.01	0.002	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001
Нэгж	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L
Хульжийн халуун рашаан	0.2	<0.2	<0.1	20.7	0.04	0.08	0.009	0.04	0.002	0.005	0.008	<0.002	0.002	0.002	0.002
Хүнд металлууд	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Hg	Tl	Pb	Bi	Th	U			
Стандарт	0.001	0.001	0.002	0.004	0.001	0.05	0.5	0.007	0.5	0.01	0.002	0.004			
Нэгж	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L	µG/L			
Хульжийн халуун рашаан	0.001	0.001	<0.002	0.143	0.234	11	<0.5	<0.007	<0.5	<0.01	0.076	0.011			

1-2 дахин их	2-3 дахин их	3-5 дахин их	5-10 дахин их
10-100 дахин их	100-1000 дахин их	>1000 дахин их	

Геологийн 1:50 000 суурь зургийг ашиглан гидрогеологийн зургийг зохиож дараах уст давхрагуудыг ялган үзүүлэв (3-р зураг). Тухайн талбайд тархсан чулуулгийг нүх сүвийн болон ан цавын уст давхрага тархсан.



3 дугаар зураг. Гидрогеологийн зураг

Халуун рашааны ордоос 1-9 км зайд хүйтэн устай булгууд илэрсэн байдаг бөгөөд эдгээр нь өгөршлийн бүс дэх хагарлуудтай холбоотой юм. Үүнээс хамгийн ойр Хөндлөнгийн булаг байрлах бөгөөд усны температур  $4.7^\circ\text{C}$ , ундарга нь 0.7 л/с

эрдэжилт багатай цэнгэг ус байдаг. Хөндлөнгийн хүйтэн булгийн температур, ундаргын горимын үзүүлэлтийг 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

3 дугаар хүснэгт. Хөндлөнгийн булагийн усны ундарга, температурын горимын  
ХЭМЖИЛТ

Д/д	Хэмжилт хийсэн он, сар, өдөр, цаг	Агаарын температур, °С	Усны температур, °С	Ундарга, л/с	Тайлбар	
1	13/VIII		+3.8	0.3	Тэнгэр цэлмэг байв.	
2	14/VIII	8:00		4.1	0.5	Тэнгэр цэлмэг байв.
		20:00		4.3	0.3	Тэнгэр цэлмэг байв.
3	15/VIII	8:00		4.5	0.3	
		14:00	26.8	4.1	0.3	
		20:00	16.2	4.3	0.3	
4	16/VIII	8:00	14.2	6.5	0.5	
		14:00	16.7	4.1	0.6	Бороотой байв.
		20:00	12.8	3.9	0.6	
5	17/VIII	8:00	12.9	4.8	0.8	Бороотой байв.
		14:00	17.0	7.0	0.8	
		20:00	12.3	3.9	0.8	
6	18/VIII	8:00	11.5	4.1	0.2	
		14:00	18.3	4.0	0.3	
		20:00	12.7	3.9	0.3	
7	19/VIII	8:00	13.6	4.9	0.29	
		14:00	25.5	5.4	0.31	
		20:00	14.8	4.2	0.39	
8	20/VIII	8:00	16.0	-	0.37	
		14:00	21.8	3.7	0.3	
		20:00	16.5	3.9	0.29	
9	21/VIII	8:00	13.7	4.2	0.3	
		14:00	27.0	4.1	0.31	
		20:00	17.0	5.0	0.3	
10	22/VIII	8:00	16.5	4.6	0.29	

#### Халуун рашааны нөөц тооцсон байдал

Хульжийн халуун рашааны ордын эзлэх талбай нь 400м х 150м хэмжээтэй.

Тус талбайн хэмжээнд 1974, 2016, 2019, 2020 онуудад 15-202.6м-ийн гүнтэй гидрогеологийн эрэл-хайгуулын 14 цооног, мониторингийн 2 цооног өрөмдөж тоногдсон байна. Ашиглалтын 4 цооногт 24-72-120 цагийн туршилтын шавхалт хийж ерөнхий хими, бактериологи, цацраг идэвхит бодис, хүнд металлын агуулгыг тодорхойлуулахаар усны дээж авч мэргэжлийн лабораториудад шинжилгээг хийлгэсэн.

Рашаан амралтанд сувилуулагчдын ордог эмчилгээний байгалийн халуун ванн, халуун рашааны эх булаг, рашаан төст Хөндлөн, Догзон, Нарангийн булгууд, мониторингийн цооногт горимын ажиглалтуудыг энэ хугацаанд хийгдэж байлаа. Халуун рашааны ашиглалтын нөөцийг тус ордын хэмжээнд урьдчилсан байдлаар тооцож үзэхэд хоногт 518.4 шоо метр халуун рашааныг авч ашиглах боломжтой юм.

### **Шүүн хэлэлцэхүй**

Хульжийн халуун рашаан нь газар хөдлөлийн идэвхитэй бүсэд байдаг азотат, сул эрдэсжсэн, цахиурлаг халуун рашаан бөгөөд химийн найрлагаараа сульфат-натрийн бүлэгт багтдаг учир түүнийг Хульжийн төрөл гэж онцгойлон ангилдаг мөн структур гидрогеологийн үүднээс авч үзвэл дээд хэсэгтээ сэвсгэр хурдсаар хучигдсан далд ан цав-судлын халуун рашааны орд болно.

1974-1975 онд төвийн геологийн экспедицийн Рашааны анги зохих гидрогеологийн судалгааны ажлыг хийж, тус халуун рашааны ордыг олж илрүүлсэн байдаг. Тухайн үед халуун рашааны нөөцийг 202.6м-ийн гүнээс оргилон гарах даралттай усны ундаргаар ашиглаж болох боломжит нөөцийг тогтоож хоногт 397.4 шоо метр гэж тооцсон байна.

2020 онд явуулсан бидний судалгаагаар халуун рашааны ашиглалтын нөөцийг хоногт 518.4 шоо метр гэж тооцоод байна.

### **Дүгнэлт**

Хульжийн халуун рашааны судалгааны хүрээнд рашааны нөөц тогтоогдсоноос гадна эмчилгээний шаврын физик, хими, бальнеологийн шинж чанарт анх удаа үнэлгээ өгч нөөцийг нь тогтоосон ба Хар ба Цагаан нуурын усны балансын судалгааг хийсэн.

Тус рашааны ордын геологи-гидрогеологийн нөхцөл, гарал үүслийг тогтоож уснаас дээж авч рашааны химийн найрлага, хүнд металлын агуулга, цацраг идэвхит бодис, бактериологийн шинжилгээнд хамруулан шинжлүүлсэн болно.

Хульжийн халуун рашааны нөөцийг цаашид хамгаалах нь нэн тэргүүний тулгамдсан асуудал болж байна. Учир нь халуун рашааны ордын тархалтын талбай дотор нь барилга байгууламж барих, бохирын шуудуу /жорлон/ болон бохир усны хаягдлын задгай сангууд байгаа нь ул хөрсний уст давхрагыг бохирдуулж байгаа нь ажиглагдсан. Иймээс бохир усыг цэвэрлэх, хаях нэгдсэн системтэй болгох шаардлагатай байгааг дурьдах нь зүйтэй болов уу.

Цаашид халуун рашааныг зохистой ашиглах, хамгаалах, дулааны эх үүсвэр болгон хэрэглэх, эмчилгээний чанарт үнэлэлт дүгнэлт өгөх шаардлагатай.

### **Ном зүй**

1. З. Нарангэрэл, Рашааны тухай миний ойлголт, Улаанбаатар, 2000.
2. З.Нарангэрэл, Н.Лхагва, Хульжийн халуун рашааны ордод 1974 онд хийгдсэн гидрогеологийн эрэл хайгуулын ажлын тайлан, Улаанбаатар, 1976
3. Н.А.Маринов, В.Н.Попов, Гидрогеология Монгольской народной республики, Москва, 1963
4. Гидрогеологийн хайгуул, судалгааны ажил, газрын доорх усны нөөцийн үнэлгээний гарын авлага, Улаанбаатар, 2015
5. О.Намнандорж, Ш.Цэрэн, Ө.Нямдорж, Бүгд Найрамдах Монгол ард улсын рашаан, Улаанбаатар, 1966
6. Н.И.Толстихин, Е.В.Посохов, Минеральные воды, Ленинград, 1975

# ШАРЫН ГОЛЫН САВ ГАЗРЫН БЭЛЧЭЭР УСЖУУЛАЛТ БА ЭРГИЙН УРГАМАЛЖИЛТ

Б.Мөнхтөр<sup>1</sup>, Э.Үүрийнцолмон<sup>2</sup>, Б.Төрбат<sup>1</sup>

Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн

<sup>1</sup> Усны нөөц, ус ашиглалтын салбар, <sup>2</sup> Газрын нөөц, газар ашиглалтын салбар

## Хураангуй

Усгүй бэлчээр бол бэлчээр биш бөгөөд зөвхөн өвстэй талбай. Иймээс бэлчээрийн нутаг хангалттай усны нөөцтэй байх ёстой. Монгол орны хувьд усны нөөц хомс бөгөөд харилцан адилгүй тархацтай байдаг. Нүүдлийн мал аж ахуйн усан хангамжийн хэрэгцээг гадаргын болон газар доорх ус, цасны усаар хангасаар ирсэн юм. Малчдын усан хангамжийг тусгайлан шийдэхгүйгээс зарим нь малын усан хангамжид тохиромжтой, харин хүнд тохиромжгүй эрдэжилттэй усыг хэрэглэсээр өдийг хүрчээ [1].

Нийт нутаг дэвсгэрийн 68 орчим хувийг эзэлдэг хуурай бүс нутагт гадаргын усны нөөц байхгүй, өвөл зуны аль ч үед зөвхөн газар доорх ус ашиглана. Гадаргын усны нөөцтэй хангайд гэхэд өвөл хаврын сэрүүн үед гадаргын ус хөлдөж бас л газар доорх ус, цас ашиглах болдог. Байгаль цаг уурын энэ онцлогоос хамаарч судлаачид бэлчээр усжуулалтын түвшинг жилийн 4 улиралд буюу өвөл-хаврын бэлчээрийг усжуулсан, зун-намрын бэлчээрийг усжуулсан хувь гэж тогтоон уст цэг, худгийн төрөл, хүчин чадал, бэлчээрийн өвсний ургацын хэмжээнээс хамааруулан нормативуудыг тогтоосон байдаг [2].

Сүүлийн жилүүдэд уур амьсгалын хуурайшил, бэлчээр ашиглалтын зохисгүй үйл ажиллагааны сөрөг нөлөөгөөр ургамлын төрөл зүйл багасах, бэлчээр тэжээлийн нөөц хомсдох шалтгаан болоод байна. Эрэг орчмын экосистем нь дунд зэргийн чийгшилтэй газар ургадаг чийгсэг(мезофит) ургамал зонхилсон бүлгэмдэл юм. Томоохон гол мөрөн, булаг шандын дагуух нуга, татмын хөрсөнд алаг өвс-үетэнт, алаг өвс, улалжит, улалж-үетэнт нугын бэлчээр өргөн тархалттай.

**Түлхүүр үг:** *Бэлчээр усжуулалт, Эргийн ургамалжилт*

## Оршил

Антропогенийн буюу экологийн хүчин зүйлс гэдэг нь хүний үйл ажиллагааны хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөлөл юм. Антропогенийн хүчин зүйлс нь шууд буюу анхдагч, шууд бус буюу хоёрдогч хэлбэрээр илэрдэг.

Сүүлийн жилүүдэд антропогенийн хүчин зүйлсийн нөлөөлөл огцом өсөж дэлхийн экологийн асуудлууд, хүлэмжийн хийн нөлөөлөл, хүчиллэг бороо, ой модыг ихээр устгах, цөлжих, хүрээлэн буй орчин хорт бодисоор бохирдох, биологийн төрөл зүйл цөөрөхөд хүрээд байна.

Сүүлийн үеийн судалгаагаар голын эргийн экосистем нь ургамлын ургах бусад газар нутагтай харьцуулахад ургамал ургах таатай нөхцөлтэй, ургац арвин мөн ургамлын зүйлийн баялаг ихтэй байдаг [3]. Голын эрэг нь эх газар ба усан орчинг холбож өгдөг бөгөөд хүн, амьтан болоод нийгэм эдийн засаг аж ахуйн чухал ач холбогдолтой. Голын эрэг хавийн газар ашиглалт жилээс жилд нэмэгдэж байгаа

нь усны горим өөрчлөгдөх, эргийн эвдрэл, ургамлын зүйлийн бүрдлийн өөрчлөлт, талхлагдал үүсэх гол хүчин зүйл болж байна [4].

ШУА-ын Газарзүй, Геоэкологийн хүрээлэнгийн Усны нөөц, ус ашиглалтын салбарт хэрэгжиж буй Хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөлд өндөр эрсдэлтэй голын экологийн мониторингийн судалгаа “Шарын голын жишээн дээр” суурь судалгааны ажлын хүрээнд хээрийн хайгуул судалгааны ажил, суурин боловсруулалтын үр дүнгээр боловсруулав.

#### **Судалгааны арга бэлтгэл шат, материал бүрдүүлэлт**

**Бэлчээрийн усжуулалт:** 1960 оноос бүх аймагт УААГазрыг байгуулан мэргэжлийн боловсон хүчнээр хангаж, техник тоног төхөөрөмж, үйлдвэрлэлийн бааз байгуулж төрөөс онцгой анхаарал тавьж ажилласны дүнд Монгол орны бэлчээрийн талбайн 64 орчим хувийг усжуулсан ба ардын хүчээр гаргасан 15 мянга орчим энгийн уурхайн худаг, улсын хүч хөрөнгөөр байгуулсан 30 мянга шахам инженерийн хийцтэй уст цэгүүд бий болсон байна. Гэвч 1990 оноос хойш эдгээр инженерийн болон, энгийн хийцтэй худгууд эвдэрч, тоногдон зарим нь усгүй болж ширгэсэн байна. Шарын голын сав газрын хувьд гадаргын усны нөөцтэй, тодорхой тооны худаг уст цэгтэй.

**Шарын голын эргийн ургамалжилт:** Браун-Бланкын (1964) ургамлын судалгааны аргазүйг ашиглан 2020 оны 7 сараас 8 сарын хооронд Шарын голын сав газарт голуудын эргийн дагуу 20 цэгт 1x1 м<sup>2</sup> талбайд ургамлын бичиглэл хийж, В.И. Грубовын (2008) боловсруулсан ургамлыг таньж тодорхойлох аргазүйг ашиглан ургамлын зүйлүүдийг тодорхойлсон.

#### **Судалгааны объект, одоогийн байдал**

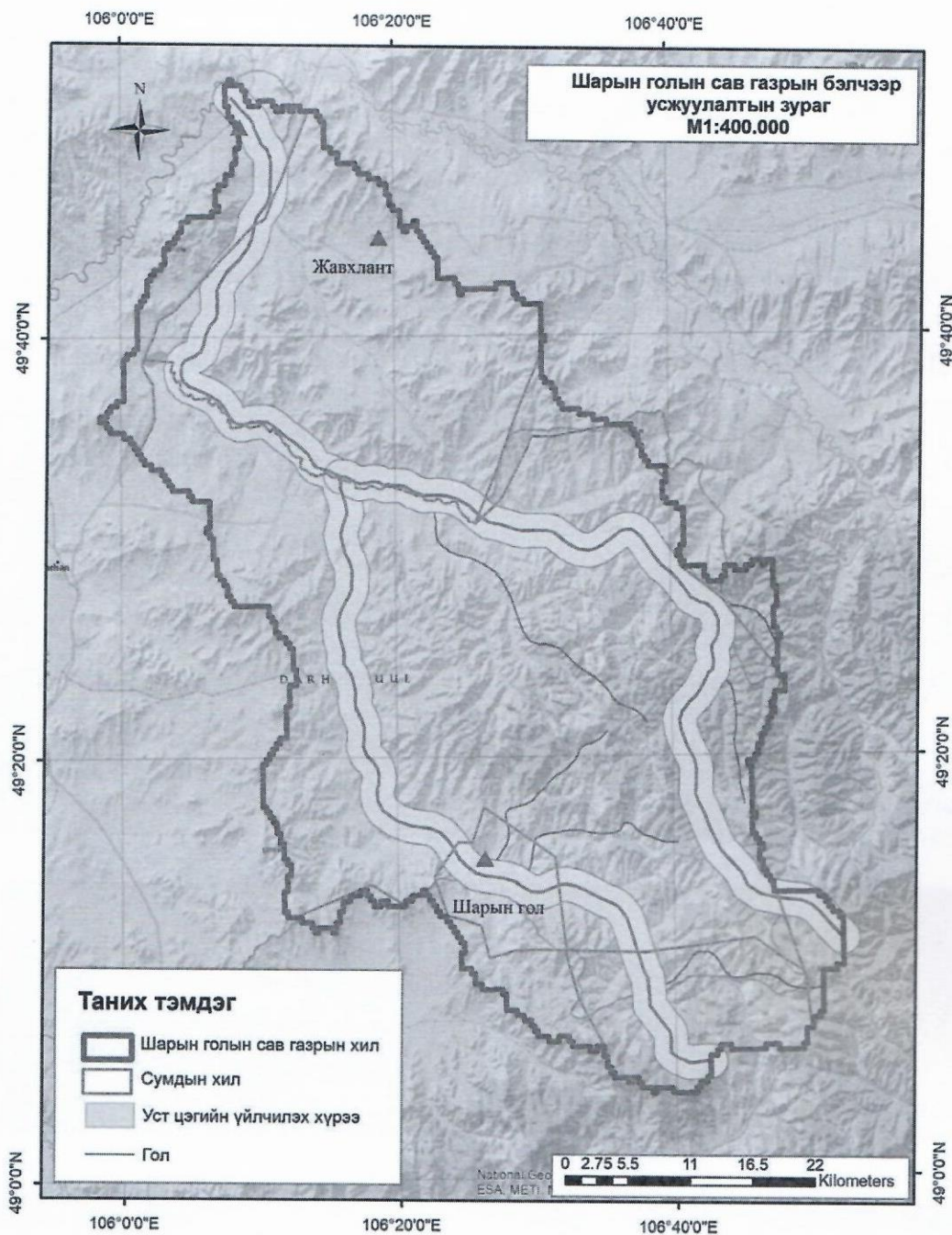
Судалгаанд хамрагдаж буй Шарын голын сав газар нь 2943 км<sup>2</sup> нутагтай, уулын бэлчээр, ой тайгын бэлчээр, нугын бэлчээр, голын татам орчмын бэлчээртэй нутаг юм. Шарын голын томоохон цутгал гол нь Хүйтний гол, мөн Хавчуу,, Шивэрт, Шаазгайт, Хуст зэрэг гол горхи нийлдэг. Шарын гол нь хүний үйл ажиллагааны нөлөөлөлд их өртсөн бөгөөд голын эхэн хэсэг болон дунд хэсэгтээ уул уурхайн үйл ажиллагаа явагддаг. Голын урсгалын чиглэлийг өөрчлөх малын бэлчээрийн газрыг талхлах зэрэг сөрөг нөлөөлөл ихтэй. Голын адаг хэсэгтээ газар тариалангийн талбай ихтэй.

#### **Үр дүн**

**Бэлчээр усжуулалт:** Сав газрын гадаргын усны сүлжээг ашиглан бэлчээр усжуулалтыг тооцож үзлээ. Услах цэгийн хүрээний радиусыг 1.5 км-ээр татаж, сав газрын бэлчээрийн усан хангамжийн зургийг 1:400,000-ын масштабтайгаар зохиосон болно [5].

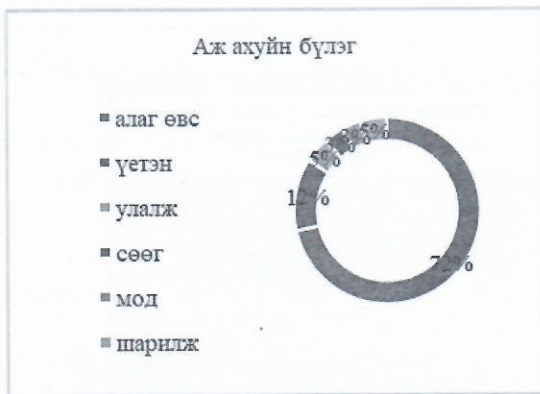
1-р хүснэгт. Шарын голын сав газрын бэлчээр усжуулагдсан талбайн хэмжээ, км<sup>2</sup>

№	Талбай	Сав газарт хамаарагдах сумын талбай, км <sup>2</sup>	Услах цэгийн радиус, км	Услагдсан талбай, км <sup>2</sup>	Эзлэх хувь, %
1	Шарын голын сав газар	2943.0	1.5	826.6	28.10
	<b>Дүн</b>	<b>2943.0</b>	<b>1.5</b>	<b>826.6</b>	<b>28.10</b>

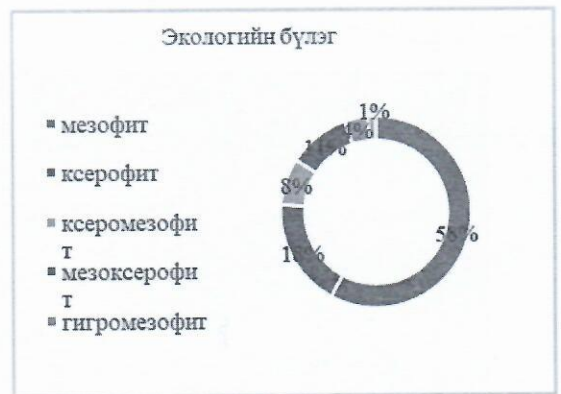


Зураг 1. Шарын голын сав газрын бэлчээр усжуулалтын зураг

**Шарын голын эргийн ургамалжилт:** Голын эргийн ургамалжилтын судалгаагаар 30 овог 67 төрөл 89 зүйл бүртгэгдлээ. Бүртгэдсэн зүйлүүдийг аж ахуйн бүлэгт ангилан үзэхэд 72% алаг өвс, 12% үетэн, 5% улалж, 5% шарилж, 3% сөөг, 3% модлог ургамал байна. Экологийн бүлгээр нь ангилан үзэхэд 58% мезофит (чийгсэг), 18% ксерофит (хуурайсаг), 11% мезоксерофит (чийгсүү-хуурайсаг), 8% ксеромезофит (хуурайсуу-чийгсэг), 4% гигромезофит (намагсуу-чийгсэг), 1% галофит(давсаг ) зүйлүүд тус тус тархсан байна.



Диаграмм 1. Аж ахуйн бүлэг



Диаграмм 2. Экологийн бүлэг

Голын эргийн дагуух ургамалжилт: Нуга бол дунд зэргийн чийгшилтэй газар ургадаг чийгсэг(мезофит) ургамал зонхилсон бүлгэмдэл юм. Томоохон гол мөрөн, булаг шандын дагуух нуга, татмын хөрсөнд алаг өвс-үетэнт, алаг өвс, улалжит, улалж-үетэнт нугын бэлчээр өргөн тархалттай. Ул хөрсний ус ойр байгаа газраар цахилдагт бэлчээрт богино сорт арвай, дэрэвгэр биелэг, галуун гичгэнэ зэрэг ургамлууд бүлгэмдэл үүсгэж ургана. Голын хөндийн бэлчээр бүх төрлийн малд тохиромжтой.

Цахилдаг-улалж-дэрст бүлгэмдэл: Энэ бүлгэмдэл 49°45'27.3", 106°10' 08.9" солбицолд 630м өндөр Жавхланта сум Шарын голын гүүр, энд зонхилогч зүйл нь цахилдаг(*Iris*), гялгар дэрс (*Achnatherum splendens*), ширэг улалж (*Carex duriuscula*), эмийн багваахай (*Taraxacum officinalis*), их таван салаа (*Plantago depressa*) байна.



Зураг 2. Цахилдаг- улалж-дэрст бүлгэмдэл



Зураг 3. Алаг өвс-үетэнт бүлгэмд

Алаг өвс-үетэнт бүлгэмдэл: Энэ бүлгэмдэл 49°30'47.02", 106°37' 12.8" солбицолд 834м өндөр, Хүйтний голын эхэнд зонхилогч зүйл нь бургас (*Salix*), нугын шимтэглэй (*Geranium pratense*) санжгар цооргоно (*Angelica decurrens*), эвэрт сэртэг (*Halenia corniculata*), шар хорс (*Aconitum barbatum*), энгийн буржгар (*Thalictrum simplex*), эмийн сөд (*Sanguisorba officinalis*), эгэл өрөмтүүл (*Galium verum*), азийн төлөгч өвс (*Achillea asiatica*) байна.

Гичгэнэ-улалжит бүлгэмдэл: Энэ бүлгэмдэл 49°31'08.05", 106°27' 26.1" солбицолд 777м өндөр Хүйтний гол энд зонхилогч зүйл нь галуун гичгэнэ (*Potentilla anserina*), эмийн багваахай (*Taraxacum officinalis*), эгэл гонид (*Carum carvi*), марзны цэгээлж (*Glaux maritima*) байна.



Зураг 4.Гичгэнэ-улалжит бүлгэмдэл

#### Дүгнэлт

**Бэлчээр усжуулалт:** Шарын голын сав газрын бэлчээр усжуулалт нь 28.10% байна. Сав газар гадаргын усны нөөцтэй боловч голын эхэн болон дунд хэсэгт уул уурхайн нөлөөлөлд нэлээд өртсөн байна. Мөн Шарын гол болон Хүйтний голын эх авч байгаа Хэнтийн нурууны салбар Хар модот гэх газар нь ой мод ихтэй мал төдийлөн бэлчдэггүй байна.

**Голын эргийн ургамалжилт:** Голын эргийн ургамалжилтын судалгаагаар 30 овог 67 төрөл 89 зүйл бүртгэгдлээ. Голын эргийн дагуу алаг өвс, үетэн, улалжит, мезофит (чийгсэг), ксерофит (хуурайсаг), мезоксерофит (чийгсүү-хуурайсаг) зүйлүүд тархсан байна. Голын эргийн дагуу бэлчээрлэлтийн нөлөө ихтэй газар бэлчээрийн талхлагдлыг илэрхийлэгч зүйл болох ширэг улалж (*Carex duriuscula*) зонхилсон байна. Ашиглалтын үйл ажиллагаанаас хамаарч голын эргийн бүсийн ургамлан нөмрөг харилцан адилгүй зүйлийн бүрдэлэй байна. Голын эргийн дагуу уул уурхай, бэлчээрлэлт зэрэг хүчин зүйлээс ургамлан нөмрөгийн зүйлийн тоо, бүрхэц багасаж байна.

#### Ашигласан ном, сэтгүүл

1. Удвалцэцэг.Г, Бэлчээрийн усан хангамжийн өнөөгийн төлөв байдал, УБ, 2017
2. Жанчивдорж.Л, Бороо, үерийн ус хураах, ашиглах практикийн зарим асуудал. Улаанбаатар хот, 2008 он

3. Zhao, H. L., Zhao, X. Y., Zhou, R. L., Zhan, T. H., and Drake, S. Desertification processes due to heavy grazing in sandy grassland, Inner Mongolia. *Journal of Arid Environments* 62, (2005). 309–319.
4. Chen, Z. Z., Wang, S. P., and Wang, Y. F. Update progress on grassland ecosystem research in Inner Mongolia steppe. *Chinese Bulletin of Botany* 20, (2003). 423–429. [In Chinese]
5. Дагвадорж.Б, Дашзэвэг.Л, Содном.С, “БНМАУ-ын бэлчээр усжуулалт”, Улаанбаатар, 1976 он
6. Чогдон.Ж, “БНМАУ-ын Бэлчээр усжуулалт”, Улаанбаатар, 1969
7. Буян-Орших Х., Геоботаник, геоботаникийн судалгааны аргазүй// УБ, Экимто ххк. 2005
8. Монгол орны бэлчээрийн зонхилох ургамлын зурагт лавлах// Admon, УБ, 2010.
9. Грубов В. И., Монгол орны гуурст ургамал // Ган принт, УБ, 2008.
10. Саулегүл А., Усан орчны экологийн урт хугацааны мониторинг судалгаа: Хараа, Ерөө голын жишээн дээр, Шинжлэх ухааны суурь судалгааны төсөл 2015-2017, УБ, 2018

# ГОВИЙН БҮСИЙН УС ХАНГАМЖИЙН АСУУДЛУУД

П.Хөхөө<sup>1</sup>, Н.Батсүх<sup>2</sup>

<sup>1</sup> УУХҮЯ, Төслийн нэгж

<sup>2</sup> ШУТИС, ГУУС, Геологи, Гидрогеологийн салбар  
И-мэйл: p\_khukhuu@yahoo.com, nbatskh@must.edu.mn

## Хураангуй

Говийн бүсийн ус хангамжийг Хангайн бүсэд хуримтлагдаж, сэлбэгдэж байдаг гадаргын болон газар доорх урсцыг шилжүүлэх замаар сайжруулах цоо шинэ санааг урьдчилсан судалгаа, тооцооны үндэслэлтэй дэвшүүлж байгаагаа толилууллаа.

**Түлхүүр үг:** *Усны хуримтлал, Ус шилжүүлэлт, Нөөц*

## Оршил

Ус бол нүүрс, зэс, жонш, газрын тос, алт, мөнгө, эрднийн чулуу зэрэг Монгол орны хөгжлийн тулгуур болсон эрдэс баялгуудтай зүйрлэшгүй чандмань эрдэнэ, бидний амьдралд өөр юутай ч орлуулж чадахгүй амин баялаг юм. Ийм ч учраас юуны өмнө усны нөөцөө тооцон төлөвлөж, хөгжил дэвшилтийнхээ стратегийн гол зорилгоо тодорхойлох хэрэгтэй. Аливаа улс орны хөгжил усны нөөцийн хэмжээ, түүний ашиглалтын оновчтой менежментээс шууд хамааралтай байдагтай хэн ч маргахгүй биз.

Монгол улсын эдийн засгийн үсрэнгүй хөгжлийн эх үүсвэр болсон уул уурхай, эрчим хүч, боловсруулах үйлдвэрийн том бүтээн байгуулалт гол төлөв говийн бүс нутагт төлөвлөгдөж, байгуулагдаж, бий болсоор байгаа билээ. Манай орны усны нөөцийн бүрэлдэх, тархах зүй тогтол маш төвөгтэй. Гадаргын болон газар доорх усны нөөцийн энэхүү төвөгтэй зүй тогтолыг манай эрдэмтэд, судлаачид тодорхой судалж, тооцоолж тогтоосон [1,2,3]. Говийн бүсэд өрнөж байгаа бүтээн байгуулалтыг зөвхөн газар доорх усны нөөцөөр хангах боломжгүй. Энд гадаргын усны нөөц байхгүй. Тэгээд яах вэ? Манай орны хойт болон зүүн хойт зүгийн гадагшаа урсан гарч байгаа голуудын шар усны болон хур борооны усны үерийн усыг хуримтлуулан усны томоохон нөөцийг нутагтаа буй болгож эдийн засгийн эргэлтэд түүнийг оруулах нь бидний хөгжлийн нэгэн гарц болоод байна. Энэ талаар манай эрдэмтэд, судлаачид олон төсөл, шийдэл дэвшүүлсэн [4].

## Судалгааны материал ба аргазүй

Сэлэнгэ мөрөн, түүний томоохон цутгал голуудын усзүйн судалгааны олон жилийн мэдээлэл, орос, монголын судлаачдын Эг голын УЦС, Бүрэнгийн хөндлүүр, Шүрэнгийн УЦС-ын хөндлүүр дээр хийсэн усзүйн судалгаа, түүний математик загварчлал, 2020 оны 9 дүгээр сард Сэлэнгэ мөрний сав газраар хийсэн хээрийн судалгааны үед цуглуулсан мэдээлэл, усны хуримтлал үүсгэж алсын зайд шилжүүлэн ашиглах талаарх эрхзүйн орчин, гадаад орны туршлага зэрэгт задлан шинжилгээ, нэгтгэн дүгнэх аргазүйгээр боловсруулалт хийсэн. Мөн харьцуулалтын аргазүйг ашигласан болно.

## Үр дүн

НҮБ-ын Дэлхийн Усны Үнэлгээний Хөтөлбөрт тэмдэглэснээр дэлхийн уур амьсгалын өөрчлөлтийн эсрэг тэмцэх арга хэмжээний хүрээнд усны асуудалд гол

анхаарлаа хандуулах ёстой бөгөөд улс үндэстний ба дэлхийн нийтийн хэмжээнд устай холбоотой техник-технологи, дэд бүтцийн хөрөнгө оруулалтаа нэмэгдүүлэхийг уриалсан. Түүнчлэн Европын Эдийн засгийн Комиссоос гаргасан зөвлөмжид гол, мөрнөөс авч ашиглах усны хэмжээ нь түүний жилийн дундаж урсцын 10 хувиас хэтрэхгүй байвал тохиромжтой, хэрэв 20 хүртэл хувь бол ус ашиглалтыг хязгаарлах, 20 хувиас их бол гол, мөрний урсац нь байгаль, нийгэм-эдийн засгийн хэрэгцээг хангах боломжгүй гэж үздэг.

Гадаргын ус хуримтлуулж болох боломжит талбайн сонголт хийхдээ дээрх шалгуурыг баримталсан болно. Сэлэнгэ мөрөн, Ерөө гол, Хараа голоос үерийн ус халиан нуур үүсгэж, хуримтлуулсан усан сангаасаа усыг алсын зайд дамжуулан ашиглах боломжит 5 хэсэг газар сонгосон (1-р зураг) бөгөөд эдгээрээс нэн тэргүүн зэргийн ач холбогдолтой нь Сэлэнгэ мөрний эрэг дагуу сонгосон талбай юм. Сүүлийн жилүүдэд Сэлэнгэ мөрнийг орос ба монголын судлаачид Эг голын УЦС, Бүрэнгийн хөндлүүр, Шүрэнгийн УЦС хөндлүүртэй холбогдуулан усзүйн судалгааг математик загварчлалаар хийсэн байна.



1 дүгээр зураг. Гадаргын ус хуримтлуулж усан сан байгуулах боломжит газруудын байршил (Байрзүйн зургийн эх масштаб 1:500000)

Тайлбар:

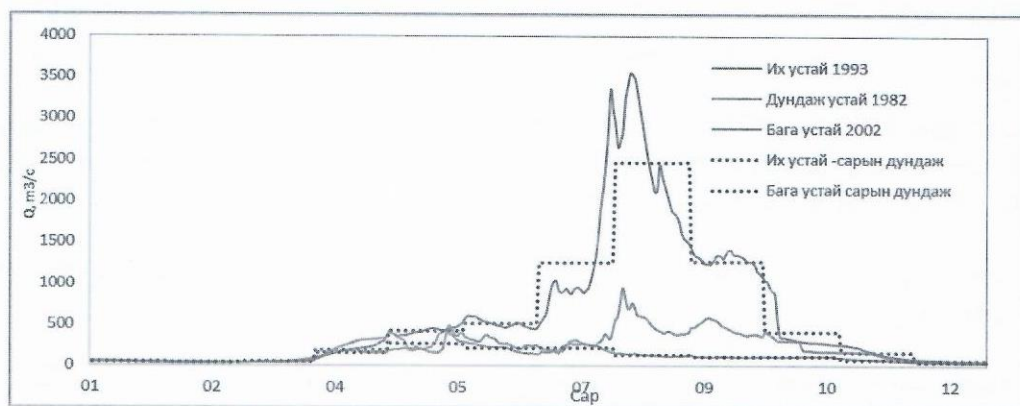
1. Сүүжийн булан
2. Охиндойн тал
3. Талын гозгор
4. Хөх хушуу
5. Төмөр замын 144-р зөрлөг

ОХУ-ын эрдэмтэн судлаачид 2016 онд хийсэн судалгаагаар Монголын хилээс 5 км зайд орших Наушки тосгонд Сэлэнгэ мөрний олон жилийн дундаж урсац (зардал)  $10.8 \text{ км}^3$ , жилийн урсцын хэмжээг 1 хувийн хангамшлаар тооцоход  $25.7 \text{ км}^3$ , 99 хувийн хангамшлаар бодоход  $4.8 \text{ км}^3$ . Сэлэнгэ мөрний улирлын урсцыг хангамшлаар тооцож үзвэл: 4-10 сард 1 хувийн хангамшлаар  $1297.8 \text{ м}^3/\text{с}$ , 11-3 сард  $222.7 \text{ м}^3/\text{с}$ , 99 хувийн хангамшлаар 4-10 сард  $194.2 \text{ м}^3/\text{с}$ , 11-3 сард  $66.6 \text{ м}^3/\text{с}$  гэсэн магадлах тооцооны үзүүлэлт гарчээ.

Сэлэнгэ мөрний усны горимын улирлын өөрчлөлтийн үндсэн фаз нь хаврын шар усны үер, зун-намрын хур борооны үер юм. Монголын судлаачдын 2017 оны судалгаагаар Сэлэнгэ мөрний “Зүүнбүрэн” харуул дахь жилийн дундаж урсцын ажиглалтын мэдээгээр статистик анализ хийхэд олон жилийн дундаж ( $Q_0$ )  $235 \text{ м}^3/\text{с}$ , урсцын хувьслын итгэлцүүр ( $Cv$ ) 0.36, хэмтэгшгүйн итгэлцүүр ( $Cs$ ) 1.88. “Зүүнбүрэн” харуул дээр урсцын олон жилийн хэлбэлзэл (2-р зураг), урсцын гидрографыг (3-р зураг) тус тус үзүүлэв.



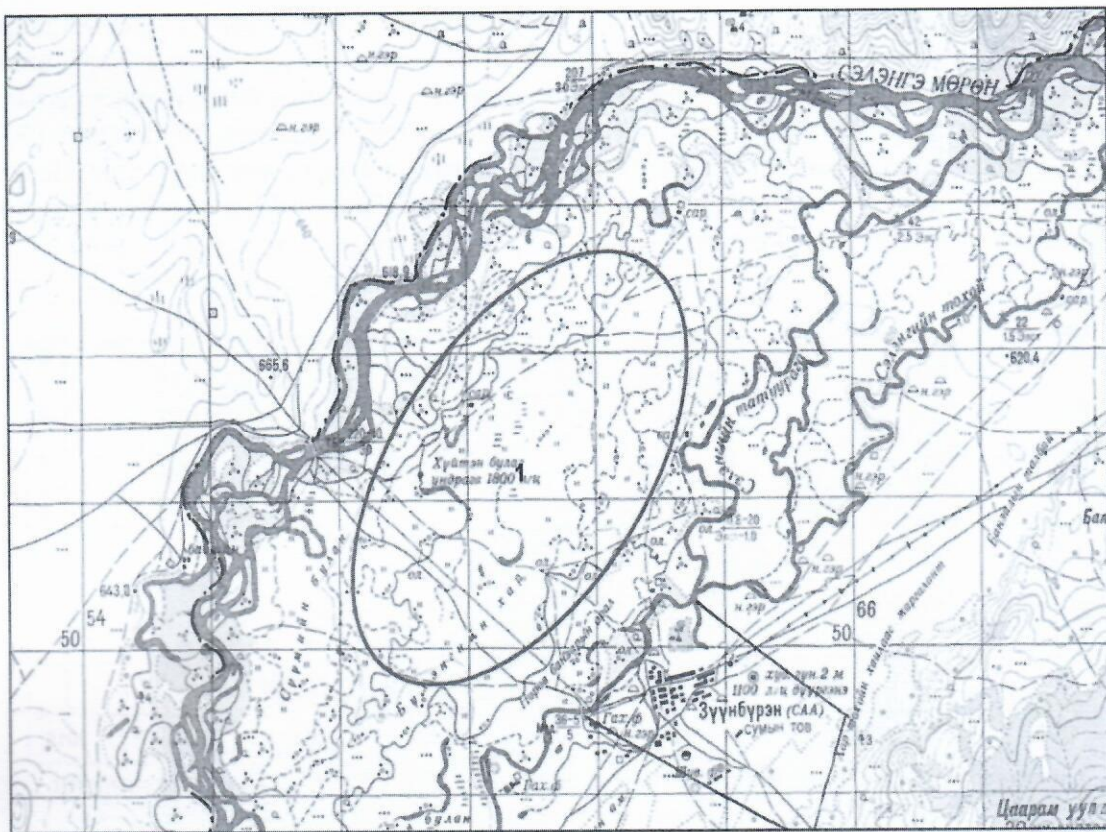
2 дугаар зураг. Сэлэнгэ мөрний (“Зүүнбүрэн” харуул) урсцын олон жилийн хэлбэлзэл



3 дугаар зураг. Сэлэнгэ мөрний урсцын гидрограф (“Зүүнбүрэн” харуул)

Сэлэнгэ мөрнөөс хаврын шар усны үер ба зун-намрын хур борооны үерийн усыг хуримтлуулж Говийн бүс рүү татаж дамжуулан ашиглах, хэрэглэх нь хамгийн боломжит, оновчтой хувилбар гэж үзэж байна. Манай орны судлаачид Сэлэнгэ мөрнөөс 10 хүртэлх хувийг нь хуримтлуулж авах боломжтой гэж үздэг бөгөөд энэ нь нэг талаас голын экосистемд сөрөг нөлөө үзүүлэхгүй, нөгөө талаас олон улсад мөрдөж буй зөвлөмж, норм зөрчихгүй байх үндэслэл болдог.

1) **Сүүжийн булан.** Энэ газар Сэлэнгэ аймгийн Сүхбаатар сумаас (хот) баруун урагш, Зүүнбүрэн сумын төвийн баруун талд, Сэлэнгэ мөрний баруун гар талд байрлана. Сонгосон байршлын талбай ойролцоогоор  $10000\text{м} \times 4000\text{м} = 40000000 \text{ м}^2$ . Энд  $1000 \text{ м} \times 1000 \text{ м} \times 5 \text{ м} = 5000000 \text{ м}^3$  буюу  $0,005 \text{ км}^3$  эзлэхүүнтэй нуур шинээр үүсгэх боломжтой. Боломжит газрыг М1:100000 зураг дээр тэмдэглэв (4-р зураг). Нуурын хэмжээг ихэсгэх тохиолдолд хязгаарлах далан хийж усны нөөцийг нэмэгдүүлэх боломжтой.



Тайлбар: ① - Гадаргын ус хуримтлуулах боломжит газар

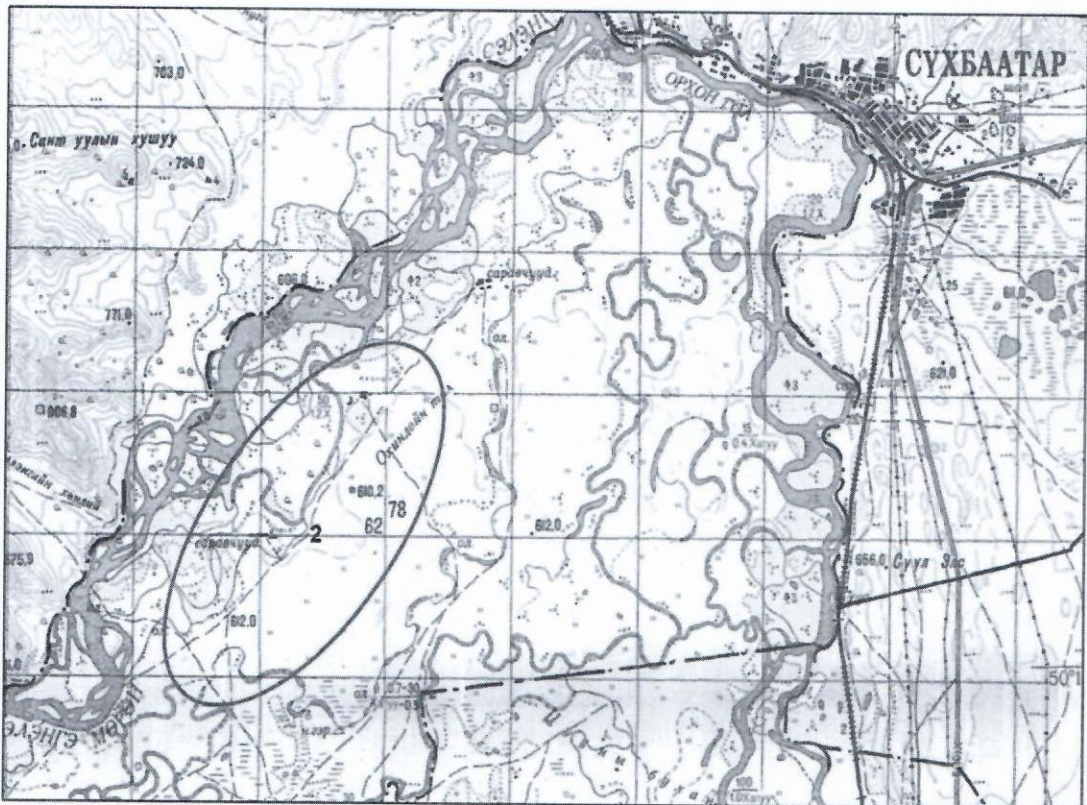
4 дүгээр зураг. Сүүжийн булан

2) **Охиндойн тал.** Энэ газар нь Сэлэнгэ аймгийн Сүхбаатар сумын (хот) баруун урд, Сэлэнгэ мөрний баруун гар талд байрлана (5-р зураг). Талбайн хэмжээ ойролцоогоор  $7000 \text{ м} \times 6000 \text{ м} = 42000000 \text{ м}^2$ .

Ерөө голын эрэг орчмын бүсэд хоорондоо ойрхон 2 газар сонгож болохоор байна (6-р зураг). Үүнд:

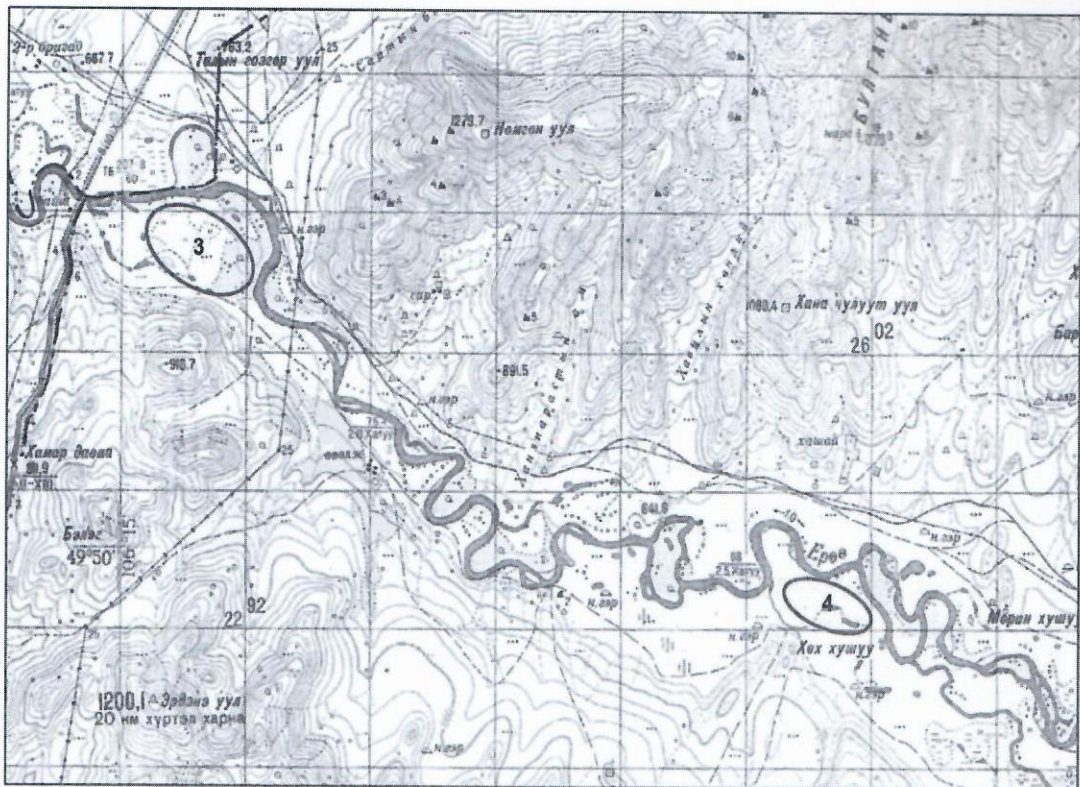
3) **Талын гозгор.** Дулаанхаанаас зүүн хойш, Ерөө гол дээрх гүүрийн дээд талд байна. Судалгаа хийх боломжит албайн хэмжээ  $1000 \times 2500 \text{ м} = 2500000 \text{ м}^2$ . Үерийн ус хуримтлуулахаар сонгосон газар голын зүүн гар талд оршино.

4) **Хөх хушуу.** Хөх хушууны дээд талд, Дулаанхаанаас зүүн хойш, Талын гозгороос дээш, Ерөө голыг өгсөөд, голын тохойролд байрлана. Талбайн хэмжээ  $4000 \times 1000 \text{ м} = 4000000 \text{ м}^2$ . Голын зүүн гар талд оршино.



Тайлбар: ② - Гадаргын ус хуримтлуулах боломжит газар

5 дугаар зураг. Охиндойн тал



Тайлбар: ③, ④ - Гадаргын ус хуримтлуулах боломжит газар

6 дугаар зураг. 3-Талын гозгор, 4-Хөх хушуу

**5) Төмөр замын 144 дүгээр зөрлөг.** Сонгосон газар нь “Замын-Үүд-Улаанбаатар-Сүхбаатар” гол төмөр замын 144 дүгээр зөрлөгийн баруун талд, Хараа голын зүүн гар талд байрших (7-р зураг) бөгөөд талбайн хэмжээ ойролцоогоор  $9000 \times 1000 = 9000000 \text{ м}^2$ .



Тайлбар: 5 - Гадаргын ус хуримтлуулах боломжит газар

7 дугаар зураг. Төмөр замын 144-р зөрлөг

### Шүүн хэлцэхүй

Дэлхийн чиг хандлагыг ажиглахад гадаргын усаа түлхүү ашиглаж байна. Тухайлбал, ОХУ нутаг дэвсгэр дээрээ  $800 \text{ км}^3$  усыг олон арван хиймэл нуур байгуулж нөөцлөөд алсын зайд дамжуулан ашиглаж байна. БНХАУ өмнөд бүсээсээ Бээжин, Тянжин хотуудын чиглэлд  $1156 \text{ км}$  урт сувгаар  $330 \text{ м}^3/\text{с}$  усыг дамжуулан ашиглаж байна.

Манай улсын хувьд гадаргын усны хуримтлал үүсгэж, алсын зайд шилжүүлэн ашиглах эрхзүйн орчин болон Засгийн газрын шийдвэрүүд хангалттай олон байгаа юм [5].

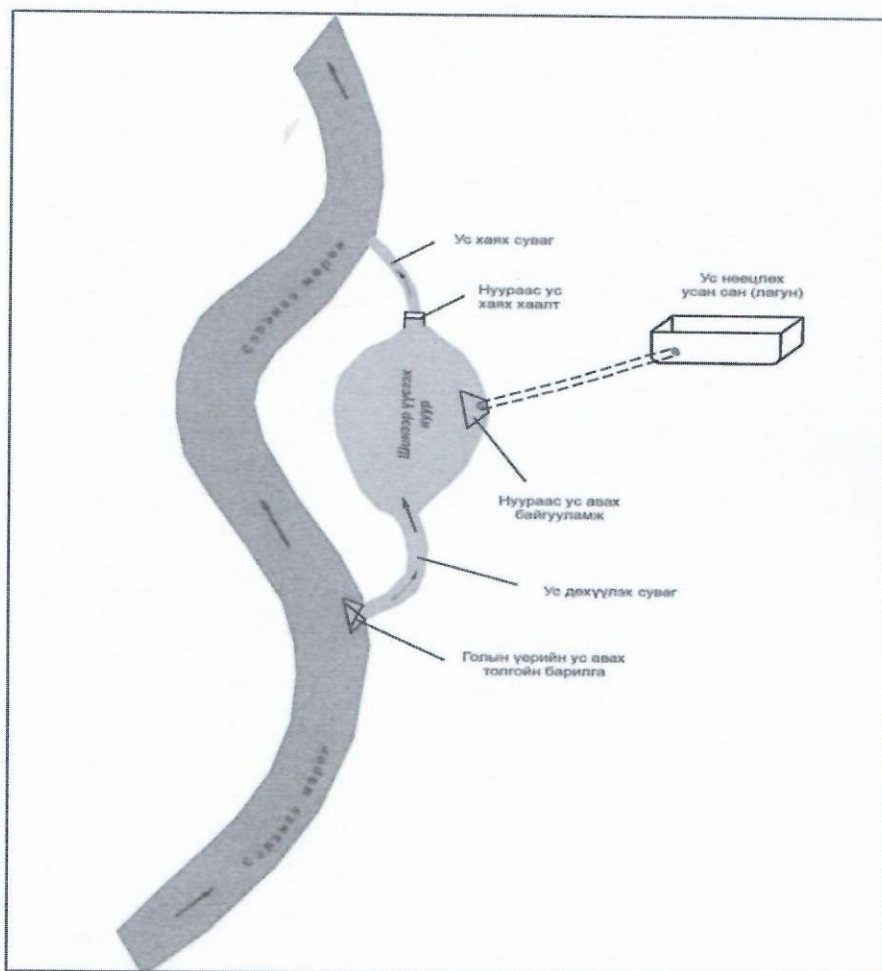
Сэлэнгэ мөрний сав газрын голуудын хаврын шар усны болон зун-намрын хур борооны үерийн усыг голын эрэг дагуу нуур үүсгэн халиан хуримтлуулах усны барилга байгууламжийн загварыг харуулав (8-р зураг).

Голоос үерийн усыг хуримтлуулж усан сан байгуулах замаар ус авах загвар нь дараах бүтэц, үүрэгтэй байх юм. Үүнд:

- Үерийн үед голын усны түвшин нэмэгдэхэд нээгдэх хаалт бүхий гидротехникийн толгойн барилга;
- Голоос ус хуримтлуулах нуур үүсгэх газар луу усыг урсган авчрах дөхүүлэх суваг;
- Шинээр үүсгэх нуур;
- Нуураас ус авах байгууламж;
- Ус нөөцлөх усан сан (лагун);

- Нуураас ус хаях хаалт;
- Гол руу ус хаях суваг;
- Ус өргөх станц;
- Ус дамжуулан шахах хоолой эдгээр болно.

Үерийн үед урсцын зарим хэсгийг гидротехникийн байгууламжаар авч усны хуримтлал үүсгэнэ. Нуураас илүүдэл усыг хаях сувгаар буцаан үндсэн голдоо нийлүүлнэ. Нуурын хэмжээг ихэсгэх, илүүдэл усыг голд буцааж өгөх нөхцөлийг хангахын тулд тодорхой хэмжээний шороон далан байгуулна. Шинээр байгуулсан нуураас усыг эргийн ус авах байгууламжаар авч ус нөөцлөх хиймэл усан санд (лагун) хуримтлуулна. Ус нөөцлөх усан сан нь ослын болон бусад үед ус хэрэглээг найдвартай хангах нөхцөлийг бүрдүүлэх үүрэгтэй.



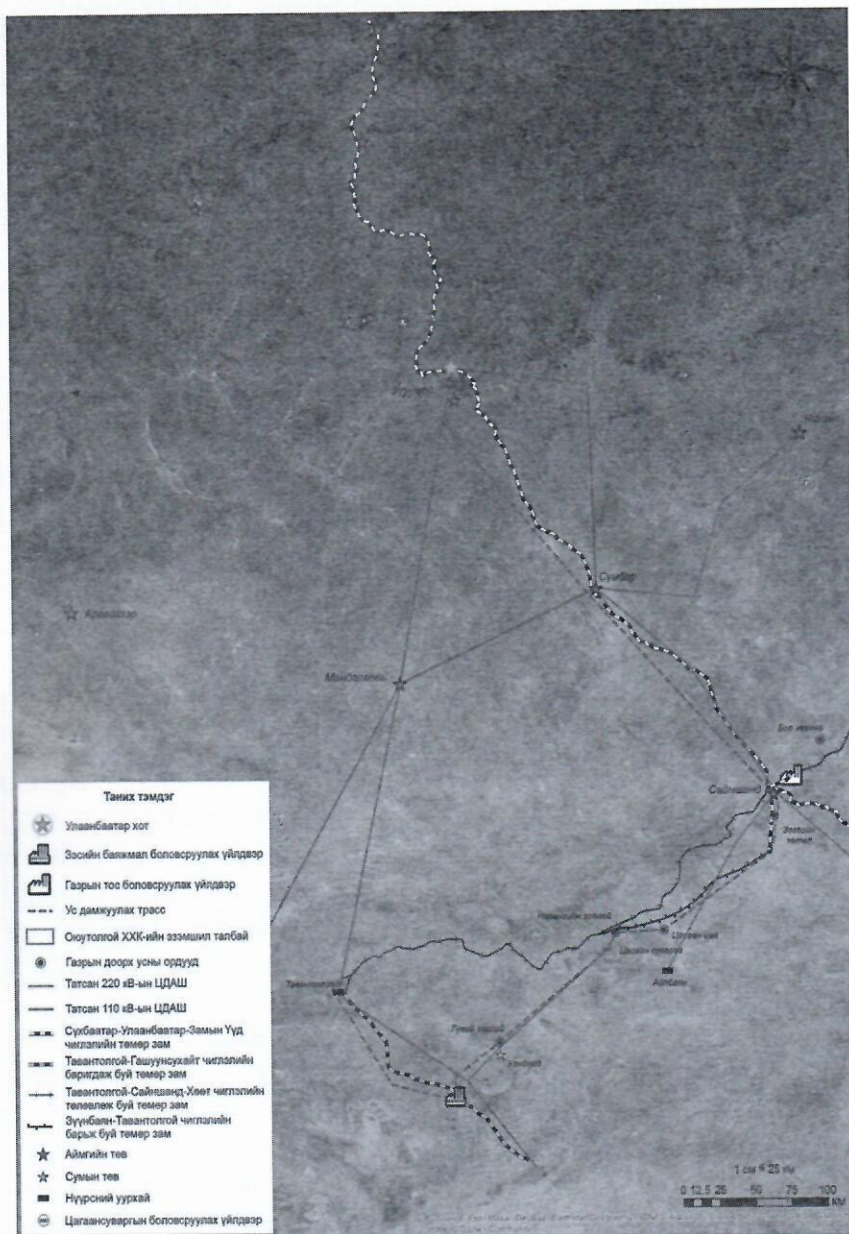
8 дугаар зураг. Голоос үерийн ус хуримтлуулах загвар

Шинээр үүсгэх нуур нь газрын доорх усаар дүүрэх магадлалтай. Нөгөө талаар, голын татамд эрэг орчмын газарт цацраг хэлбэртэй ус цуглуулах байгууламж барин цөөн тооны худгаар газрын доорх уснаас авч болно, эсрэгээр өгч болно. Шинээр үүсгэх нуур голын устайгаа гидравлик холбоотой байна.

Хуримтлагдсан усыг нуураас ус хүлээн авах, цэвэрлэх байгууламж болон ус өргөх, алсын зайд дамжуулах шахуургат станцын инженерийн шийдэл нэлээд олон хувилбартай байж болох юм.

Сэлэнгэ мөрөн (Сэлэнгэ мөрөн-Орхон голын уулзвар, Охиндойн тал)-Дархан-Улаанбаатар-Чойр-Даланжаргалан-Айраг-Газрын тос боловсруулах үйлдвэр

(Дорноговь аймгийн Алтанширээ сумын нутаг)-Сайншанд-Зүүнбаян-Цагаанцав-Цагаансуварга-Ханбогд-Оюутолгой-Зэсийн баяжмал боловсруулах үйлдвэр-Тавантолгой гэсэн маршрутаар гадаргын усыг татаж дамжуулна гэж тооцвол ус дамжуулах трассын урт 1222 км, Зэсийн баяжмал боловсруулах үйлдвэрийн талбайгаас Тавантолгойн уурхай хүртэл 134 км болж байна (9-р зураг).



9 дүгээр зураг. Сансрын (Google Earth) зураг дээр буулгасан гадаргын ус хуримтлуулж алс зайд дамжуулан татах трасс

Бидний дэвшүүлж буй Сэлэнгэ мөрний сав газрын шар усны ба борооны үерийн усыг хуримтлуулан говийн бүс рүү шилжүүлэх төслийн төсөөлөл нь цогц бөгөөд асар уудам нутгийн нийгэм-эдийн засгийн хөгжилд тогтвортой тулгуур болох юм.

## Дүгнэлт

1. Судалж буй Хангайн голуудын усны тэжээлийн байдлыг авч үзвэл Ерөө гол-Ерөө суманд жилийн урсцын 34 хувийг ул хөрсний ус, хайлсан цас 20 хувийг, хур бороо 46 хувийг бүрдүүлнэ. Харин Хараа гол-Баруун Хараад жилийн урсцын 43 хувийг ул хөрсний ус, хайлсан цас 15 хувийг, хур бороо 42 хувийг; Орхон гол-Сүхбаатар суманд жилийн урсцын 36 хувийг ул хөрсний ус, хайлсан цас 18 хувийг, хур бороо 46 хувийг тус тус бүрдүүлдэг байна. Энэ нь гадаргын усыг хуримтлуулж усан сан байгуулах нэг нөхцөлийг хангаж байгаа болно.
2. Манай орны дэд бүтцийн хөгжил, Сэлэнгэ мөрөн, Туул гол, Орхон гол, Хараа гол, Шарын гол, Ерөө голын усны найрлага, чанар, урсцын нөөц хэмжээ болон геоморфологийн таатай нөхцөл зэргийг харьцуулахад Сэлэнгэ мөрний эрэг дагуу буюу эрэг орчмын бүсэд сонгосон боломжит газарт голын усны үерийн усыг хуримтлуулан усан сан байгуулж Говийн бүс рүү дамжуулан ашиглаж, хэрэглэх нь хамгийн оновчтой хувилбар гэсэн дүгнэлт хийж байна.
3. Эрдэмтэн судлаачдын судалгаанд үндэслэн Зүүнбүрэн орчмоос Сэлэнгэ мөрний олон жилийн дундаж урцын 8 хувьтай тэнцэх хэмжээний гадаргын ус хуримтлуулбал 18.8 м<sup>3</sup>/с, жилд 592876800 м<sup>3</sup> ус болно. Энэ нь манай орны усны нэг жилийн хэрэглээтэй тэнцэнэ. Сүхбаатар хот орчимд тархсан газрын доорх уснаас 3-6 м түвшин бууралтад 100.0 л/с ус хуримтлуулсан усан санд сэлбэлт хийх бүрэн боломжтой. Мөн Хараа голын татамд 80 м гүнтэй цооног өрөмдөж, 2-4 метрийн түвшин бууралтад мөн ийм хэмжээний газрын доорх усыг авч ашиглах гидрогеологийн таатай нөхцөл байгаа юм.
4. Урьдчилсан таамаг тооцоогоор ус дамжуулан татах трассад 1000 мм голчтой ган яндан 2 хос хоолой сонгож далд, ил задгай хосолсон хэлбэрээр тавих боломжтой.
5. Монгол Улсын Усны тухай хуулийн 32 дугаар зүйлийн 32.1-д “Усны барилга байгууламжийн зураг, төсөл боловсруулах, барих ажлыг зөвхөн тусгай зөвшөөрөл бүхий мэргэжлийн байгууллага гүйцэтгэнэ” гэж заасан. Иймд энэ төслийг хэрэгжүүлэхийн тулд эхний ээлжинд усны барилга байгууламжийн зураг, төсөл боловсруулах судалгааны ажлыг яаралтай эхлүүлэх нь зүйтэй. Энэхүү төслийн төсөөллийн үзэл санааг хөгжүүлж эрдэм шинжилгээ, судалгааны ажил хийж гүйцэтгэхэд ойролцоогоор нэг жилийн хугацаа шаардагдах бөгөөд зах зээлийн жишиг үнээр 3 тэрбум орчим төгрөгийн санхүүжилт хэрэгтэй байгаа болно.

## Номзүй

1. Даваа Г., ред. Монгол орны гадаргын усны горим, нөөц. Улаанбаатар, 2015, 408 тал.
2. Жадамбаа Н. Гидрогеологи. Монголын геологи ба ашигт малтмал. Боть VIII, Улаанбаатар, 2009, 538 тал.
3. Батсүх Н. Байгалийн ус, геологи орчны судалгаа. ШУТИС. Манай эрдэмтэд цуврал. Боть X, дэвтэр III. Улаанбаатар. 2010, 255 тал.
4. Далай Ж. Ус ба Говь. Улаанбаатар 2011, 276 тал.
5. Хөхөө П, Гүнжидмаа Л, Ганхуяг М. Говийн бүсэд хэрэгжих уул уурхайн төслүүд болон төмөр замын трасс дагуух хот, суурин, мал аж ахуй, усалгаатай газар тариалан, ан амьтныг гадаргын усаар хангах төслийн төсөөлөл. УУХҮЯ. Төслийн нэгж. Улаанбаатар. 2020, 48 тал.

# УЛЗ ГОЛЫН САВ ГАЗРЫН ДУНД ХЭСГИЙН СУМДЫН ТӨВИЙН УС ХАНГАМЖИЙН ЭХ ҮҮСВЭР, ГАЗРЫН ДООРХ УСНЫ НӨӨЦИЙГ ЗОХИСТОЙ АШИГЛАХ

**З.Бямбасүрэн, М.Ринзаан, Л.Жанчивдорж, Б.Одсүрэн, Т.Энхжаргал**

Газарзүй Геоэкологийн хүрээлэн, Усны нөөц, ус ашиглалтын салбар

## **Хураангуй**

Уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохиох гэдэг цоо шинэ ойлголт нийгмийн амьдралын бүх хүрээнд өргөн хэрэглэгдэх боллоо. Байгаль орчинд ажиглагдаж байгаа таагүй үзэгдлүүд дэлхий дахиныг хамарсан уур амьсгалын өөрчлөлтөөс болж байна гэх хандлага давамгайлж байна. Нэгэнт уур амьсгалын өөрчлөлтийг бий болгож байгаа хүчин зүйл нь хүн төрөлхтний буруутай үйл ажиллагаа учир түүнийг саармагжуулах, багасгах, бүр арилгах зэрэг цогц арга хэмжээг уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохицох стратеги гэж ойлгоно.

Улз голын сав газрын дунд хэсгийн (**Баян-Уул, Баяндун, Дашбалбар**) сумдын ус хангамжийн эх үүсвэрүүдийн өнөөгийн байдалд үнэлэлт өгөх, сумдын хөгжлийн өнөөгийн болон хэтийн төлөвтэй уялдуулан усны хэрэглээг хангах, усны эх үүсвэрийн нөөцийн прогноз тооцоо хийх, сумдын унд ахуйн ус хангамжийн эх үүсвэрийн худгуудын усны чанар, эрүүл ахуйн болон хамгаалалтын бүсийг тогтоож зохистой ашиглах аргачлал, зөвлөмжийг боловсруулж орон нутгийн холбогдох байгууллагад танилцуулах улмаар иргэд олон нийтэд сурталчлан таниулахад судалгааны ажлын гол ач холбогдол оршино.

Газрын доорх усны нөхөн сэргээгдэх нөөцийн хэмжээг гадаргын болон газрын доорх усны олон жилийн дундаж урсцын М1:1000 000 масштабтай зураг, газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөцийг хангамшлийн нөхцөлийн М1:1000 000 масштабтай зургийг үндэслэн сум тус бүрээр тодорхойлов. Сумын төвүүдийн хүн амын унд ахуйн ус хангамжийн эх үүсвэрт зориулан одоо ажиглагдаж байгаа өрөмдмөл худгуудын өгөгдөл болон тухайн районы гидрогеологийн нөхцөлд тулгуурлан нэг худгаас авч ашиглаж болох усны хэмжээг тогтоож, ус хангамжийн худгуудаас усны дээж авч лабораторид шинжлэн ундны усны MNS900:2005 стандартад харьцуулан дүгнэлт өгөв. Ус хангамжийн худгуудын эрүүл ахуйн бүс тогтоосон байдалд үнэлэлт өгч холбогдох хууль, журмын дагуу зөвлөмж хүргүүлэв.

**Түлхүүр үг:** *Гидрогеологийн нөхцөл, Чанар, Хамгаалалтын бүс*

## **Оршил**

Усны нөөцөөр бага манай орны хувьд нийгмийн тогтвортой хөгжлийг хангах хүн амын эрүүл цэвэр орчинд амьдрах нөхцөлийг бүрдүүлэхийн тулд усны нөөцийг зүй зохистой ашиглах, нөхөн сэргээх, бохирдохоос хамгаалах нь тулгамдсан асуудлын нэг болж байна. Монгол улсын засгийн газар 2010 онд “Ус үндэсний хөтөлбөр” баталж, Дэлхийн хүнс, хөдөө аж ахуйн байгууллагаас 2003 оныг “Усны жил”, манай улс 2011 оныг усны жил болгон зарлаж усны нөөцийн цогцолборууд байгуулах замаар ус хуримтлуулан ашиглах асуудалд эргэлтийн чанартай анхаарал тавьж, усны тухай хуулийг шинэчлэн баталж хууль эрх зүйн шинэчлэлийн хүрээнд нэлээд ажил хийж байна. Бүсчилсэн хөгжлийн үзэл

баримтлалын хүрээнд хөдөө аж ахуйн салбарыг эрчимтэй хөгжүүлж, үйлдвэрлэлийн өсөлтийг хангаж, үр ашгийг нэмэгдүүлэх, хүнсний бүтээгдэхүүний чанар стандарт, аюулгүй байдлыг дээшлүүлэх, хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэлийг байгалийн аливаа эрсдэлээс хамгаалах, хөдөөд хүмүүс тухтай ажиллаж, амьдрах нөхцөлийг улам сайжруулах зорилгоор “Төрөөс хүнс, хөдөө аж ахуйн талаар баримтлах бодлого” /2003-2015 он/ чиглэлийг УИХ-аас 2 үе шаттайгаар хэрэгжүүлэхээр батлан гаргасан. Энэ бодлого чиглэлийн дагуу “Монгол улсын эдийн засаг, нийгмийг хөгжүүлэх үндсэн чиглэл” дэх хүнс хөдөө аж ахуйн салбарын зорилгод заагдсан орон нутгийн хүч, нөөцийг ашиглах бололцоотой сумдад бороо, цас, гол мөрөн, булаг шандны усыг тогтоон барих замаар хиймэл нуур цөөрөм, усан сан байгуулах туршилт явуулж, усалгаатай газар тариалан хөгжүүлэх хөтөлбөр боловсруулна...” гэсэн заалтыг хэрэгжүүлэх үүднээс зарим нэг судалгаа туршилт хийгдсэн хэдий ч энэ чиглэлийн ажил нь өнөөгийн бодит хэрэгцээ шаардлагаасаа хоцронгуй удаашралтай, түүнчлэн ажиглалт судалгаа, дадлага туршлага хомс, хайгуул судалгаа, зураг төсөл хийх нэгдсэн аргачлалгүй шахам байна.

“Экосистемд түшиглэсэн дасан зохицох арга хэмжээг уур амьсгалын өөрчлөлтөд өндөр эрсдэлтэй голуудын сав газарт хэрэгжүүлэх нь” төслийг Байгаль Орчин, Ногоон Хөгжлийн Яам (хуучин нэрээр) Дорнодын тал хээрийн бүс нутагт 2012 оноос эхлэн гурван бүрэлдэхүүн хэсэгтэйгээр хэрэгжүүлж байгаа бөгөөд экосистемийн тэнцвэрт байдлыг хадгалах, усан хангамжийг сайжруулахад чиглэгдсэн дасан зохицох арга хэмжээг орон нутгийн түвшинд хэрэгжүүлэх ажлын хүрээнд “Улз голын сав газрын дунд хэсэгт орших сумдын (Баян-Уул, Баяндун, Дашбалбар) сумдын нутаг дэвсгэрийг хамруулав.

Сумдын газрын доорх усны нөхөн сэргээгдэх нөөцийн хэмжээ 830.9 сая м<sup>3</sup>/жил болж байгаагаас сум нэг бүрээр авч үзвэл Дашбалбар сум нөхөн сэргээгдэх нөөц харьцангуй элбэгтэй буюу 381.2 сая м<sup>3</sup>/жил, Баян-Уул сум 232.1 сая м<sup>3</sup>/жил, Баяндун 217.7 сая м<sup>3</sup>/жил нөөц нөхөн сэргээгдэх бүрдэх боломжтой харина ашиглалтын баримжаат нөөц Баян-уул сум 79.8 сая м<sup>3</sup>/жил, Баяндун сум 40.1 сая м<sup>3</sup>/жил, Дашбалбар сум 155.4 сая м<sup>3</sup>/жил тус тус бүрдэх боломжтойг тооцоолов. Сумуудад одоо ашиглагдаж байгаа өрөмдмөл худгуудын материалд тулгуурлан гидрогеологийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлон нэг худгаас авч ашиглаж болох усны хэмжээг сум бүрээр тооцож үзвэл Баян-Уул сумын төвийн нэг өрөмдмөл худгаас хоногт 1130.4 м<sup>3</sup>/х буюу 13.1 л/с ус, Дашбалбар сумын төвийн өрөмдмөл худгаас 628.0 м<sup>3</sup>/х буюу 7.3 л/с ус, Баяндун сумын төвийн өрөмдмөл худгаас 439. м<sup>3</sup>/х буюу 5.1 л/с авч ашиглаж боломжтой гэсэн тооцоо гарч байна. Ус хангамжийн зориулалт бүхий өрөмдмөл худаг Баяндун сумын төвд 4, Дашбалбар сумын төвд 6, Баян-уул сумын төвд 7 ашиглагдаж байгаагаас усны чанарын дээж авч шинжилж үзвэл Баян-уул, Баяндун сумын төвийн худгуудын ус гидрокарбонатын ангийн кальци, натрийн бүлгийн 1-р төрлийн, цэнгэг, зөөлөн ус зонхилж тархсан ундны усны MNS900:2005 стандартад заасан шаардлагыг хангаж байна. Харина Дашбалбар сумын Цэцэрлэгт хүрээлэнгийн гүний худаг, Ерөнхий боловсролын сургуулийн худгийн усны хатуулгийн хэмжээ харьцангуй өндөр байгаа нь унданд хэрэглэхэд зөөлрүүлэн хэрэглэвэл зохимжтой байна.

## Судалгааны ажлын аргазүй

- Газрын доорх усны сэргээгдэх нөөцийн хэмжээг гадаргын болон газрын доорх усны олон жилийн дундаж урсцын M1:1000 000 масштабтай зургийг үндэслэн тодорхойлов.
- Газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөцийг хангамшлийн нөхцөлийн M1:1000 000 масштабтай зургийг үндэслэн тодорхойлов.
- Сумын төвүүдийн хүн амын унд ахуйн ус хангамжийн эх үүсвэрт зориулан одоо ашиглагдаж байгаа өрөмдмөл худгуудын өгөгдөл болон тухайн районы гидрогеологийн нөхцөлд тулгуурлан нэг худгаас авч ашиглаж болох усны хэмжээг тодорхойлов.
- Усны шинжилгээг хийхдээ усны шинж чанар, тэдгээрийн үзүүлэлтүүдийг усан дахь ууссан хий, ионуудын тэнцвэр алдагдах, органик бодисууд, бичил биетүүдийн задрал явагдахаас өмнө тодорхойлох нь шинжилгээний ажил үнэн зөв гарахад нөлөөлдөг учир температур, усны орчин (pH), цахилгаан дамжуулах чадвар, ууссан хий (хүчилтөрөгч, нүүрсхүчлийн хий, хүхэр, устөрөгч), булингаршил гэх мэт амархан хувирамтгай нэгдлүүдийг газар дээр нь дараах аргуудаар тодорхойлох, Үүнд: Усны орчин, температурыг – Thermo Orion 290 зееврийн pH метр, Thermo Orion 370 лабораторийн pH метрээр, Цахилгаан дамжуулах чанарыг – Symphony VWR SP40C conductivity, Hanna Multiparameter Булингар – турбидометрийн аргаар, Ууссан хүчилтөрөгч – DO-5509 хүчилтөрөгч метрээр тус тус тодорхойлно.
- Газрын доорх усны чанарт үнэлгээ өгөхдөө “Ундны ус – Эрүүл ахуйн шаардлага, түүнд тавих хяналт MNS 900:2005” стандарттай харьцуулан үзэх журмаар гүйцэтгэнэ.
- Судалгаанд хамрагдсан сумдын унд ахуйн усан хангамжийн худгуудын эрүүл ахуйн хориглолтын бүс, хязгаарлалтын бүсүүдийг холбогдох хууль журмын дагуу тогтоож албаны хүмүүст зөвлөмж өгнө.

## Судалгааны үр дүн

### Гидрогеологийн нөхцөл

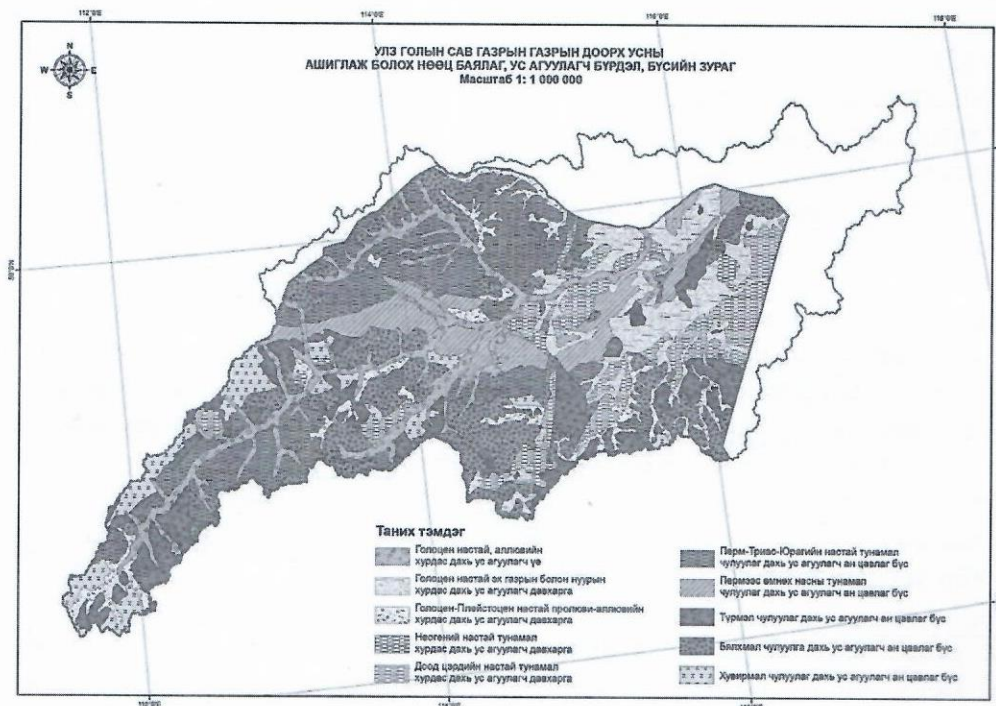
Улз голын сав газар нь Монгол орны гидрогеологийн дүүрэгчлэлээр Хойд гидрогеологийн мужид газрын доорх усны дунд зэргийн хангамшилтай бүсэд хамрагдана [1]. Судалгааны талбайн геологийн тогтоц, гидрогеологийн нөхцөлийг харгалзан дараах уст үе, давхарга, ан цавлаг бүсүүдийг ялгах боломжтой. Үүнд:

*Ус агуулагч нүх сүвэрхэг үе, давхарга:* Улз голын хөндийд тархсан нас, найрлага, гарал үүслээрээ өөр боловч газрын доорх усны бүрэлдэн тогтох ерөнхий нэг нөхцөлтэй, өөр хоорондоо гидравлик холбоотой, шүүрэлтийн орчин нь нэг төрлийн байдаг дөрөвдөгчийн тунамал хурдас багтана. Дөрөвдөгчийн настай хурдсыг гарал үүслээр нь аллювийн, аллюви-пролювийн, делови-пролювийн ба нуур-пролювийн хурдас гэж ангилан тодорхойлов.

*Ус агуулагч нүх сүвэрхэг бүрдэл:* Перм-триас-юра-доод цэрдийн настай газрын доорх усны бүрэлдэн тогтох болон шүүрэлтийн орчин нь ерөнхий нэг төлөвтэй, нэг буюу хэд хэдэн уст үе, давхарга бүхий тунамал чулуулгууд хамрагдаж байна. Перм-триас-юрийн настай хурдас Баян-Уул, Дашбалбар сумын нутагт нэлээд хэмжээгээр тархсан байх ба доод цэрдийн настай ус агуулагч нүх сүвэрхэг тунамал чулуулгаас тогтсон бүрдэл Дашбалбар сумын зүүн хэсгээр буюу Улз голын баруун татмаар тархсан байна [1]. Доод цэрдийн хурдас нь блоклог

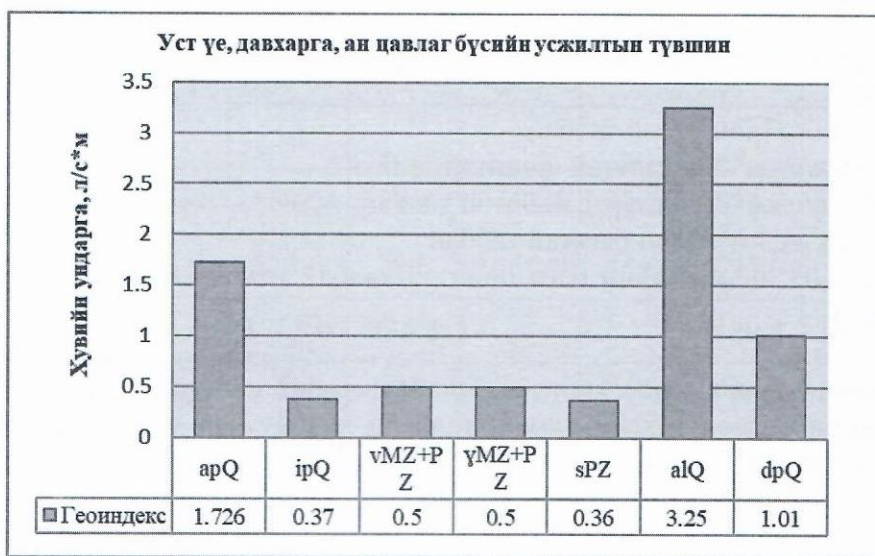
тогтоцтой, фацын өөрчлөлт ихтэй байдаг тул талбайн болон гүний орон зайд маш ихээр өөрчлөгддөг.

**Ус агуулагч ан цавлаг бүс зэрэг болно:** Тектоник хөдөлгөөн болон өгөршлийн нөлөөгөөр үүссэн ан цав бүхий нэгэн жигд ус шүүрүүлэх шинж чанартай янз бүрийн насны түрмэл, бялхмал, хувирмал, тунамал чулуулгууд байна (1-р зураг).



1 дүгээр зураг. Улз голын сав газрын гидрогеологийн зураг

Дээр дурдсан гидрогеологийн давхарга зүйн ангилалд хамрагдаж байгаа бүх төрлийн уст үе, давхарга, бүрдэл, ан цавлаг бүсийн усжилтын байдалд үнэлгээ өгөхдөө одоогоор ашиглагдаж байгаа болон урьд өмнө гаргасан уст цэгүүдийн хувийн ундаргын дундаж утгыг харгалзан дараах графикаар харуулав (2-р зураг).



2 дугаар зураг. Уст үе, давхарга, ан цавлаг бүсийн усжилтын түвшин

**Газрын доорх усны нөөц:** Сав газрын ууршилтын хэмжээ говийн районыг бодвол бага жилд орох хур тунадасны хэмжээ 270-350 мм/жил [2]. Газрын доорх усны үндсэн тэжээмж нь агаарын хур тунадас бөгөөд усны уурын өтгөрөлтөөр үүсэх конденсацын ус багахан хувь эзэлдэг.

Тус сав газрын геологийн тогтоц, гидрогеологийн нөхцөл маш нийлмэл, уст үеүд нь алаг цоог, янз бүрийн зузаантай, харилцан адилгүй талбайд тархсан учир газрын доорх усны орших гүн, ундарга, шүүрэлтийн коэффициент, ус дамжуулах чадвар зэрэг гидрогеологийн үндсэн үзүүлэлтүүд бага талбайд эрс өөрчлөгдөж байдаг онцлогтой. Ийм тохиолдолд газрын доорх усны нөөцөд үнэлгээ өгөхөд нэлээд хүндрэлтэй байдаг. Иймд тухайн бүс нутгийн хэмжээнд байгаа хайгуул-ашиглалтын цооногуудын үндсэн материалд тулгуурлан уст үеийн гидрогеологийн үзүүлэлтүүдэд статистик боловсруулалт хийснээр газрын доорх усны нөөцөд үнэлгээ өгөх боломжтой [3].

#### **Газрын доорх усны нөхөн сэргээгдэх нөөц:**

Гадаргын болон газрын доорх усны олон жилийн дундаж урсцын  $M1:1000000$  зурагт газрын доорх усны урсцыг ( $\text{мм/жил.км}^2$ ) нэгжээр илэрхийлснийг ( $\text{л/с.км}^2$ ) нэгжид шилжүүлэн тухайн урсцын тархсан талбай дахь газрын доорх усны нөхөн сэргээгдэх нөөцийг  $Q = h \cdot F$  томъёогоор тодорхойлов. Энд:

$Q$  – газрын доорх усны нөхөн сэргээгдэх нөөц,  $\text{м}^3/\text{х}$

$h$  – газрын доорх усны урсац,  $\text{мм/жил}$  (Тоон утгыг  $M1:1000000$  зургаас авна)

$F$  – тухайн урсцын талбай,  $\text{км}^2$

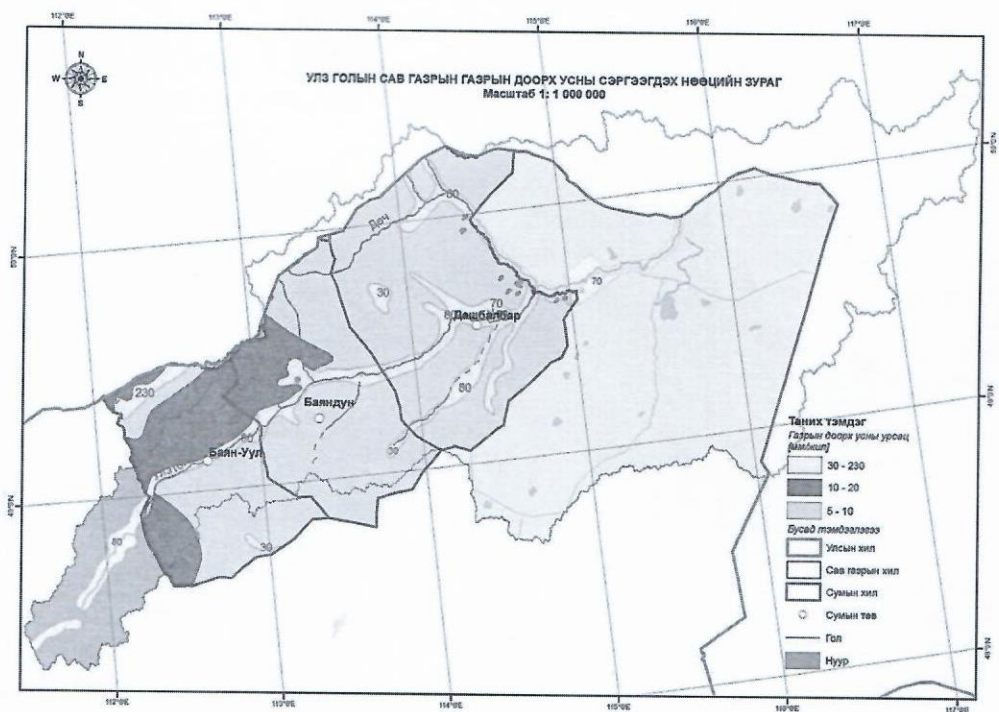
Газрын доорх усны нөөцийг гадаргын болон газрын доорх усны олон жилийн урсцын модулийн зургийг үндэслэн сум тус бүрээр нөхөн сэргээгдэх нөөцийн хэмжээг тодорхойлов (3-р зураг, 3-р хүснэгт), [3,4].

- 1) 5-10 мм/жил, дунджаар 7,5 мм/жил
- 2) 10-20 мм/жил, дунджаар 15 мм/жил
- 3) 30-80 мм/жил, дунджаар 50 мм/жил байхаар бодож нөхөн сэргээгдэх нөөцийн хэмжээнд үнэлгээ өгөв.

**Газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөцийг:** газрын доорх усны хангамшлийн нөхцөлийн 1: 1000 000 масштабтай зургийг үндэслэн Баян-Уул, Баяндун, Дашбалбар сумдын хэмжээнд зураглан тооцоолов (4-р зураг 4-р хүснэгт), [5].

- 1)  $>5 \text{ л/с.км}^2$  Нөөц ихтэй талбай
- 2)  $1.0-0.5 \text{ л/с.км}^2$  Хангалттай нөөцтэй талбай
- 3)  $0.5-0.1 \text{ л/с.км}^2$  Дунд зэрэг нөөцтэй талбай
- 4)  $0.1-0.03 \text{ л/с.км}^2$  Нөөц багатай талбай
- 5)  $0,003-0.03 \text{ л/с.км}^2$  Маш бага нөөцтэй талбай гэж ангилан сум тус бүрээр тооцов.

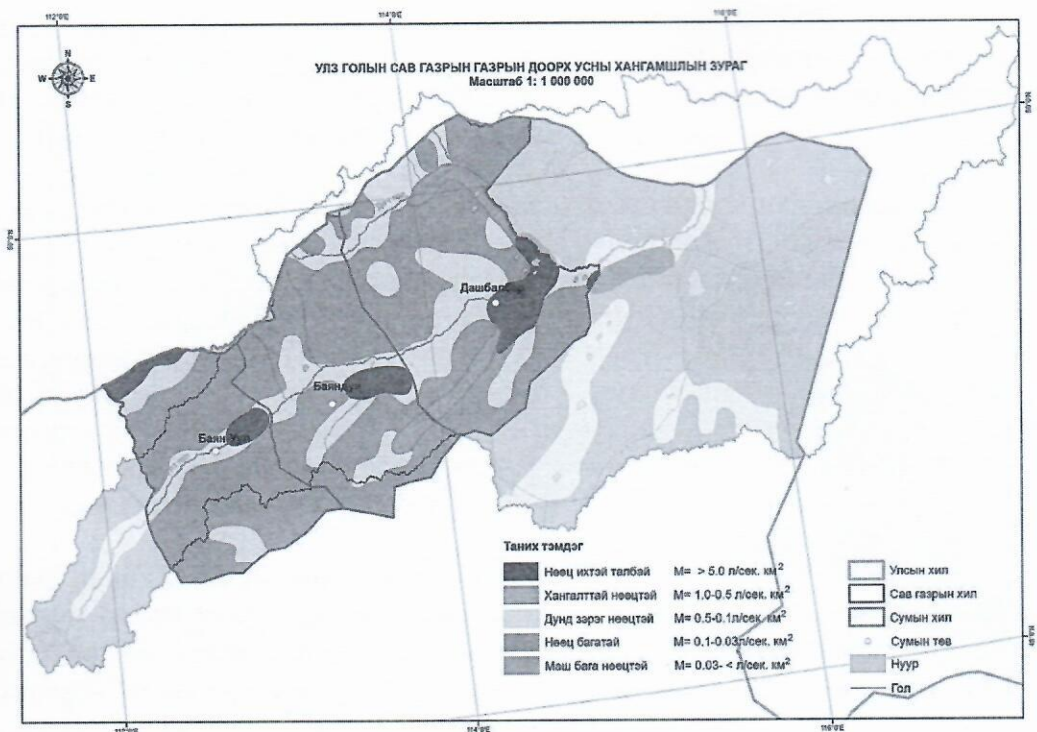
Сумдын газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөцийн хэмжээ харилцан адилгүй байгаа бөгөөд тухайн сумын талбайд харьцуулан үзэхэд газрын доорх усны урсцын модуль Баяндун суманд  $0.29 \text{ л/с.км}^2$ , Дашбалбар суманд  $0.48 \text{ л/с.км}^2$ , Баян-Уул суманд  $0.39 \text{ л/с.км}^2$  тус тус байна.



3 дугаар зураг. Сумдын газрын доорх усны сэргээгдэх нөөцийн зураг [4]

1 дүгээр хүснэгт. Газрын доорх усны нөхөн сэргээгдэх нөөц [4]

Сумын нэр	Талбай, [км <sup>2</sup> ]	Урсацын тооцонд авсан утга, [мм/жил]	Сэргээгдэх нөөцийн хэмжээ, [сая м <sup>3</sup> /жил]	Урсацын тооцонд авсан утга, [мм/жил]	Сэргээгдэх нөөцийн хэмжээ, [сая м <sup>3</sup> /жил]	Урсацын тооцонд авсан утга, [мм/жил]	Сэргээгдэх нөөцийн хэмжээ, [сая м <sup>3</sup> /жил]	Нийт сэргээгдэх нөөцийн хэмжээ, [сая м <sup>3</sup> /жил]
		50		15		7,5		
Баян-Уул	5655.6	569.5	78.1	2412.7	99.2	2673.3	54.8	232.1
Баяндун	6286.6	573.6	78.6	1067.1	43.8	4645.9	95.3	217.7
Дашбалбар	8844.4	1715.0	234.8			7129.4	146.3	381.1
<b>Нийт дүн</b>	<b>20786.6</b>							<b>830.9</b>



4 дүгээр зураг. Улз голын сав газрын газрын доорх усны баримжаат нөөцийн зураг [5]

**Усан хангамж:** Судалгаанд хамрагдаж байгаа сумдын хүн амын усан хангамжийн гол эх үүсвэр нь газрын доорх ус бөгөөд одоогийн байдлаар эх үүсвэрийн зориулалтаар газрын доорх усны ашиглалтын нөөцийг тогтоох нарийвчилсан хайгуул судалгааны ажил хийгдээгүй, усан хангамж, ариутгах татуургын төвлөрсөн системийн барилга байгууламж байхгүй байна. Дулааны улиралд Улз голд ойр байрладаг Баян-Уул, Дашбалбар сумдын айл өрхүүд голын ус болон хашаандаа гар худаг гаргаж түүнээсээ ахуйн хэрэглээндээ хэрэглэдэг нь эрүүл ахуйн шаардлага хангадаггүй бөгөөд усны нөөц, чанар, хүртээмж зэргээс хамааран ус ханамжийн үйлчилгээ харилцан адилгүй байна.

2 дугаар хүснэгт. Газрын доорх усны ашиглалтын баримжаат нөөц [5]

Сумын нэр	Талбай, [км <sup>2</sup> ]	>5		1.0-0.5		0.5-0.1		0.003-0.03		Нийт ашиглалтын баримжаат нөөц, [сая м <sup>3</sup> /жил]
		0.75		0.3		0.003				
		Талбай [км <sup>2</sup> ]	Нөөц [л/с]	Талбай [км <sup>2</sup> ]	Нөөц [л/с]	Талбай [км <sup>2</sup> ]	Нөөц [л/с]	Талбай [км <sup>2</sup> ]	Нөөц [л/с]	
Баян-Уул	5655.5	444.4	2223.5			987.1	296.1	4223.7	12.7	79.8
Баяндун	6286.7	151.7	758.5	167.0	125.3	1249.0	374.7	4719.0	14.2	40.1
Дашбалбар	8844.4	716.3	3581.5	701.7	526.3	2688.1	806.4	4738.3	14.2	155.4
<b>Нийт дүн</b>	<b>20797.6</b>									<b>275.3</b>

Хүн ам орон сууцны тооллогын 2016 оны дүн мэдээнд тулгуурлан дээрх сумдын усан хангамж болон ариун цэврийн байгууламжийн үйлчилгээ авч байгаа хүн амын хувь хэмжээг хүснэгтээр харуулав (3-р хүснэгт).

3 дугаар хүснэгт. Сумдын усан хангамж болон ариун цэврийн байгууламжийн үйлчилгээ авч байгаа хүн ам хувьаар [6]

Сумын нэр	Ус хангамжийн үйлчилгээ авдаг хүн амын эзлэх хувь		Ариун цэврийн байгууламжийн үйлчилгээтэй хүн амын эзлэх	
	Сайжруулсан эх үүсвэрээс	Сайжруулаагүй эх үүсвэрээс	Сайжруулсан эх үүсвэрээс	Сайжруулаагүй эх үүсвэрээс
Баяндун	41,44	58,56	16,02	83,98
Баян-Уул	15,26	84,74	19,36	80,63
Дашбалбар	76,97	23,03	17,74	82,26
Дундаж	44,5	55,4	17,7	82,3

**Баян-Уул сумын төв:** Улз голын баруун дэнж дээр оршино. Уст давхарга нь 30-40м гүнд орших хайрга, хайрганцар бүхий элс-элсэнцрээс тогтоно энд өрөмдсөн худгуудын ундарга 1,0 - 8.0 л/с бөгөөд гар худгуудын ундарга 0.5 л/с-ээс бага. Одоогийн байдлаар сумын төвийн эмнэлэг, сургууль, захиргаа, үйлчилгээний байгууллагуудын ус хангамжид 7ш, хувийн хэвшлийн эзэмшилд 17 ш өрөмдмөл худаг ашиглагдаж байна.

**Баяндун сумын төв:** Улз голоос урагш 15-20 орчим километрийн зайд бялхмал чулуулгаас тогтсон толгодын дунд, Наран булгийн дэргэд байрлана. Усан хангамжийн асуудлыг орон нутгийн төсвийн хөрөнгөөр гаргасан өрөмдмөл худгуудаар шийдвэрлэдэг. Сумын төвийн эмнэлэг, сургууль, захиргаа, үйлчилгээний байгууллагуудын ус хангамжид 4 ш, хувийн эзэмшилд 8 ш өрөмдмөл худаг ашиглагдаж байна. Уст давхарга нь муу мөлгөржсөн хайрга, дайрга бүхий нарийн ширхэгтэй элс, элсэнцрээс тогтоно энд өрөмдсөн худгуудын ундарга 1,5 -2.0 л/с байна.

**Дашбалбар сумын төв:** Улз голын баруун дэнж дээр байрлана. Сумын төвд 6 ш өрөмдмөл худаг эмнэлэг, сургууль, захиргаа, халуун усны үйлчилгээнд ашиглагдаж байна. Уст давхарга нь элсэн чигжээстэй хайрга, хайрганцраас тогтох бөгөөд ихэвчлэн чөлөөт гадаргатай оршино энд гаргасан өрөмдмөл худгуудын ундарга 0.75 – 1.5 л/с байна.

Тухайн сумын төвүүдэд одоо ашиглагдаж байгаа өрөмдмөл худгуудын материалд тулгуурлан, тухайн талбайд тархсан уст үе, давхаргын гидрогеологийн үзүүлэлтүүдийг дараах байдлаар илэрхийлж нэг цооногоос авч ашиглаж болох усны хэмжээг доорх томъёогоор тооцов (4-р хүснэгт), [5.6].

$$Q_{аш} = 2\pi r_0 K m S$$

Энд:

$Q_{аш}$  - Ашиглалтын нөөц

$H$  - Худгийн гүн

$m$  - Уст үеийн зузаан

$S$  - Түвшний боломжит бууралт

$K_f$  - Шүүрэлтийн коэффициент  
 $K_m$  - Ус дамжуулах чадвар  
 $r_0$  - Цооногийн радиус

Тооцоогоор сумын төвийн нэг өрөмдмөл худгаас Баян-Уул  $1130.4\text{м}^3/\text{х}$ , Баяндун  $439.6\text{м}^3/\text{х}$ , Дашбалбар  $628.0\text{м}^3/\text{х}$ , тус тус усыг авч ашиглах боломжтой байна.

4 дүгээр хүснэгт. Талбайн уст үе, давхаргын гидрогеологийн үзүүлэлтүүд

Сум	Худгийн гүн [м]	Уст үеийн зузаан [м]	Түвшний бууралт [м]	Шүүрэлтийн коэффициент [м/х]	Ус дамжуулах чадвар [ $\text{м}^2/\text{х}$ ]	Цооногийн радиус
Баян-Уул	40	15	6	10	150	0.2
Баяндун	50	15	7	10	70	0.2
Дашбалбар	50	10	5	10	100	0.2

### Газрын доорх усны чанар

#### Баян-уул сумын төв

**5-р баг “Цэцэрлэг” гүний худаг:** Гидрокарбонатын ангийн кальци, натрийн бүлгийн 1-р төрлийн, цэнгэг, зөөлөн ус. Шинжилсэн үзүүлэлтүүд нь "Ундны усны стандарт MNS900:2005" ын шаардлага хангаж байна. Эрдэсжилт- 285,1мг/л, хатуулаг-2,6 мг-экв/л (MNS900:2005 стандартад ерөнхий хатуулаг-7,0мг-экв/л) байна.

**5-р баг “Эмнэлэг” гүний худаг:** Энэхүү худгийн ус нь бусад худгийн уснаас чанарын хувьд ялгаатай буюу нэн цэнгэг, маш зөөлөн устай худаг байв. Ионы бүтцийн хувьд ижид буюу анионуудаас гидрокарбонат ганцаар зонхилж  $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ , катионуудын хувьд  $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$  гэсэн хэлбэртэй байна.

**5-р баг “ОБЕГ” хуучин гүний худаг:** Усны түвшин-5,15 метр, Химийн бүрэлдэхүүнээрээ гидрокарбонатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 1-р төрлийн, чанарын хувьд цэнгэг, зөөлөн ус байна. Шинжилсэн физик, химийн үзүүлэлтүүд нь "Ундны усны стандарт MNS900:2005"-ын шаардлагыг хангаж байна.

**Хилийн Цэргийн Ангийн худаг:** Анионуудаас гидрокарбонат, катионуудаас кальци зонхилсон ионы бүтэцтэй, чанарын хувьд цэнгэг, зөөлөн, 2- төрлийн устай худаг байна. Худгийн усанд бохирдлын үзүүлэлтүүдээс нитратын ион -2 мг/л (MNS900:2005 стандартад нитрат-50мг/л), нитрит, нийт төмөр, аммонийн ион – илрээгүй.

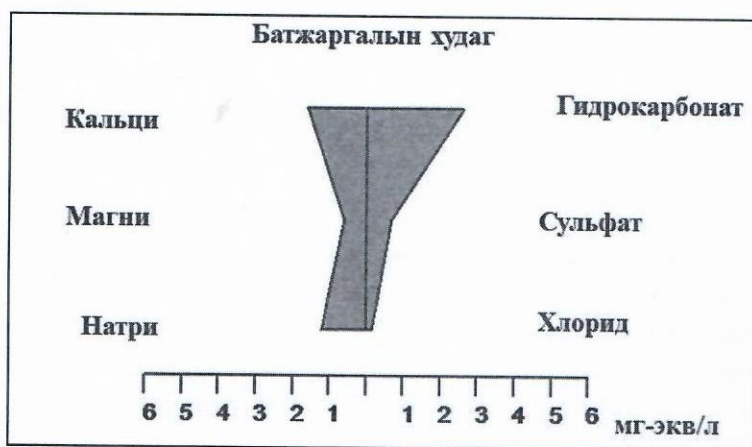
#### Баяндун сумын төв

**Наран баг, Б. Батбаярын худаг:** Химийн бүрэлдэхүүнээрээ гидрокарбонатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 1-р төрлийн, чанарын хувьд цэнгэг, зөөлөн устай худаг байна. Уг худгийн усны бохирдлын үзүүлэлтүүдээс нитратын ион - 4 мг/л (MNS900:2005 стандартад нитрат-50мг/л), нитрит, нийт төмөр болон аммонийн ион илрээгүй.

**Наран баг, Дэнж хороолол, Цэвээний худаг:** Усны түвшин-14.50метр. Анионуудаас гидрокарбонат зонхилж  $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ , катионуудаас хувьд  $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$  гэсэн ионы бүтэцтэй, цэнгэг (эрдэсжилт -251.7мг/л), зөөлөн

(хатуулаг- 2.25мг-экв/л (MNS900:2005 стандартад ерөнхий хатуулаг-7,0мг-экв/л)) өнгөгүй тунгалаг ус байв. Эдгээр үзүүлэлтүүд нь Ундны усны MNS900:2005 стандартад заасан шаардлагыг хангаж байна.

**Наран баг, Сансар хороолол, Батжаргалын худаг:** Химийн бүрэлдэхүүнээрээ гидрокарбонатын ангийн, кальцийн бүлгийн, 1-р төрлийн, чанарын хувьд цэнгэг, зөөлөн ус байна. Шинжилсэн физик, химийн үзүүлэлтүүд нь "Ундны усны стандарт MNS900:2005"-ын шаардлагыг хангасан ус байна. Худгийн усны катионоос гидрокарбонат, анионоос кальци давамгайлсан ионы бүтэцтэй байна. Катион анионы концентрацийн хэмжээ, усны найрлагын ижил ялгаатай үзүүлэлтийг Aquachem 2014.2 программ хангамжийг ашиглан Стифф (*Stiff diagram*) диаграммыг байгуулан дараах байдлаар тодорхойлсон (5-р зураг).



5 дугаар зураг. Наран баг, Сансар хороолол, Батжаргалын худгийн химийн бүрэлдэхүүн

**Эмнэлгийн гүний худаг:** Анионоос гидрокарбонат зонхилсон, катионуудаас кальци зонхилсон ионы бүтэцтэй, чанарын хувьд цэнгэг, зөөлөн, 1- төрлийн устай худаг байна. Наран баг, Б. Батбаярын худаг рН-7.64, Дэнж хороолол, Цэвээний худаг рН-7.17, Сансар хороолол, Батжаргалын худаг рН-7.48 байсан ба эдгээр худгуудтай харьцуулахад усны орчин харьцангуй өндөр буюу 8.17 сул шүлтлэг байна. Худгийн усанд бохирдлын үзүүлэлтүүдээс нитратын ион -4 мг/л, нийт төмөр 0,1мг/л, аммонийн ион- 0,01мг/л, тус тус илэрсэн ч "Ундны усны стандарт MNS900:2005"-д заасан хэмжээнээс хэтрээгүй байна.

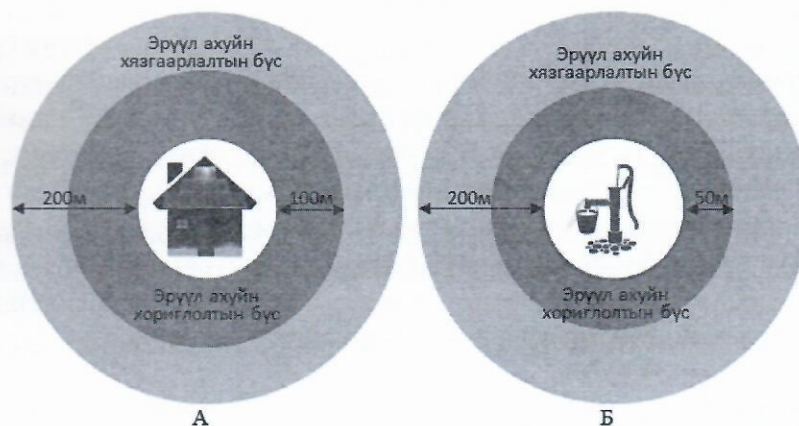
#### Дашбалбар сумын төв

**"Цэцэрлэгт хүрээлэн" гүний худаг:** Анионуудаас гидрокарбонат зонхилж  $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ , катионуудаас хувьд кальци-магни давамгайлж  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$  гэсэн ионы бүтэцтэй, чанарын хувьд цэнгэгдүү буюу харьцангуй өндөр эрдэсжилттэй (эрдэсжилт-697,1мг/л), хатуу (хатуулаг 7.7мг-экв/л) 2-р төрлийн устай худаг байв. Бохирдлын үзүүлэлтүүдээс нитрит-0,02 мг/л, нитрат -12 мг/л, аммонийн ион 0,2 мг/л тус тус илэрсэн байна. Шинжилсэн физик, химийн үзүүлэлтүүдээс ерөнхий хатуулаг (хатуулаг 7.7мг-экв/л) болон магнийн ионы (магни 42.56мг/л) агууламж нь "Ундны усны стандарт MNS900:2005"-д магни-30мг/л гэж заасан хэмжээнээс их байгаа учир хүний унданд зөөлрүүлж хэрэглэх хэрэгтэй.

**“Эмнэлэг” гүний худаг:** Химийн бүрэлдэхүүнээрээ гидрокарбонатын ангийн, холимог бүлгийн, 1-р төрлийн, чанарын хувьд цэнгэгдүү, зөөлөвтөр устай худаг байна. Анионуудын харьцаа  $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ , катионуудын харьцаа  $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$  гэсэн ионы бүтэцтэй, цэнгэгдүү (эрдэсжилт 547.8мг/л), зөөлөвтөр (хатуулаг нь 4.8мг-экв/л), бохирдлын үзүүлэлтээс нитрат -1 мг/л (MNS900:2005 стандартад нитрат-50мг/л), аммонийн ион-0,04 мг/л (MNS900:2005 стандартад аммони-1,5мг/л) тус тус илэрсэн ч эдгээр үзүүлэлтүүд нь "Ундны усны стандарт MNS900:2005"-д заасан шаардлага хангаж байна.

**“Ерөнхий боловсролын сургууль” гүний худаг:** Анионуудаас гидрокарбонат зонхилж  $\text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^-$ , катионуудаас хувьд кальци давамгайлж  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ + \text{K}^+$  гэсэн ионы бүтэцтэй, чанарын хувьд цэнгэгдүү (эрдэсжилт-526.4мг/л), хатуувар (хатуулаг 5.3мг-экв/л, (MNS900:2005 стандартад ерөнхий хатуулаг-7,0 мг-экв/л)), 1-р төрлийн устай худаг байна. Хатуулгийн хэмжээ "Ундны усны стандарт MNS900:2005"-д заасан хэмжээнээс хэтрээгүй боловч харьцангуй өндөр байгаа учир хүний унданд зөөлрүүлж хэрэглэвэл илүү зохимжтой.

**Хамгаалалтын бүс тогтоох:** Судалгаанд хамрагдсан сумдаас Баяндун харьцангуй сайн усан хангамжийн худгуудын эрүүл ахуйн хориглолтын бүсийг тогтоон хашаалж хамгаалсан харина Баян-Уул, Дашбалбар сумдад хангалтгүй байдалтай байна. Усны тухай хуулийн 22.1 дүгээр зүйлд усны нөөц хомстох, бохирдохоос хамгаалах, үер усны гамшгаас сэргийлэх зорилгоор усны сан бүхий газар, усны эх үүсвэрт онцгой болон энгийн хязгаарлалтын, эрүүл ахуйн бүсийг доорх зурагт үзүүлснээр тогтооно гэж заасан байна (6-р зураг), [8].



6 дугаар зураг. А-Төвлөрсөн ус хангамжийн эх үүсвэрийн эрүүл ахуйн бүс,  
Б- Төвлөрсөн бус ус хангамжийн эх үүсвэрийн эрүүл ахуйн бүс

### Дүгнэлт

1. Сумуудын усан хангамж ихэвчлэн газар доорх усны нөөцөөр хангагдаж байгаа оловч тухайн сумдын ус хангамжийн эх үүсвэрийг тогтоох гидрогеологийн нарийвчилсан хайгуул судалгааны ажил хийгдээгүй байна. Иймд сумуудад ашиглагдаж байгаа өрөмдмөл худгуудын материалд тулгуурлан гидрогеологийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлон нэг худгаас авч ашиглах

- болох усны хэмжээг сум бүрээр тооцож үзвэл усан хангамжийн боломж, усны нөөц хэрэглээтэй нь харьцуулахад харьцангуй хүрэлцээтэй буюу их байна.
2. Ирээдүйд сумдын өсөн нэмэгдэх ус хэрэглээг найдвартай хангахын тулд газрын доорх усны нөөцийн хайгуулыг хийх, өндөр ундаргатай өрөмдмөл худгуудыг түшиглэн, усан сан байгуулж ус дамжуулах шугам хоолойгоор хэрэглэгчдэд хүргэх нь оновчтой хувилбар юм.
  3. Газрын доорх усны чанарын хувьд судалгаанд хамрагдсан сумын төвийн худгуудын ус гидрокарбонатын ангийн кальци, натрийн бүлгийн 1-р төрлийн, цэнгэг, зөөлөн ус зонхилж тархсан ундны усны MNS900:2005 стандартад заасан шаардлагыг хангаж байна.
  4. Усны сан бүхий газар, усны эх үүсвэрт онцгой болон энгийн хязгаарлалтын, эрүүл ахуйн бүсийг Баяндун сум харьцангуй сайн усан хангамжийн худгуудын эрүүл ахуйн хориглолтын бүсийг тогтоон хашаалж хамгаалсан байдалтай байгаа бол Баян-Уул, Дашбалбар сумдад хангалтгүй байдалтай бөгөөд зарим худгийг бүс тогтоох боломжгүй газар барилга байгууламжтай хэт ойр байршуулсан байна.

#### **Ашигласан ном, сэтгүүл**

1. БОНХЯам, Улз голын сав газрын экологи, нийгэм эдийн засгийн суурь судалгааны тайлан, Улаанбаатар, 2013
2. Жадамбаа.Н, Бямба.Ж, Монголын ашигт малтмал, VIII.Боть, , Гидрогеологи, Улаанбаатар, 2009
3. Цэрэнжав.Г, Монгол орны газар доорх усны нөөцийн хангамшлын нөхцөлийн зураг зохиосон арга зүй, (Усны бодлогын хүрээлэн, эрдэм шинжилгээний бичиг. Тэргүүн дэвтэр) Улаанбаатар, 1996
4. Гадаргын болон газрын доорх усны олон жилийн дундаж урсацын зураг 1: 1000 000, М., 1981
5. Биндеман.Н.Н, Язвин.Л.С, Оценка эксплуатационных запасов подземных вод,. Недра. М., 1970
6. Монгол улсын Статистикийн эмхтгэл, 2016 -2019
7. Ундны ус. Эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ, MNS 0900:2005, Монгол Улсын стандарт, Улаанбаатар, 2005
8. Усны тухай хууль /шинэчилсэн найруулаг/, Улаанбаатар, 2012
9. [www.dornod.nso.mn](http://www.dornod.nso.mn) – веб сайт
10. [www.dornod.net/t/статистик](http://www.dornod.net/t/статистик)

# НЕОГЕНЫ ХУРДАСНЫ ГЕОТЕХНИКИЙН НӨХЦӨЛИЙН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Г.Тунгалаг, Т.Энхтөр

“Гурвантэс” ХХК

И-мэйл: [tonmin2002@yahoo.com](mailto:tonmin2002@yahoo.com)

## Хураангуй

Хөшигтийн хөндийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд тархсан шаварлаг чигжээстэй том хэмхдэст болон хөөлттэй ул хөрсний норматив үзүүлэлт боловсруулсан аргачлалыг Монгол орны нутаг дэвсгэрт тархсан бүх төрлийн ул хөрсний физик, механик болон бусад шинж чанарын үзүүлэлтүүдийн хоорондын харилцан холбоог тогтоон, норматив боловсруулж үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэн ашиглаж байна.

**Түлхүүр үг:** *Том хэмхдэст, шаварлаг ул хөрс, Норматив үзүүлэлт, Далбаат гидравлик прессиометр*

## Оршил

Судалгааны ажлын үр дүнд Улаанбаатар хотын инженер-геологийн нөхцлийн 1:10000-ны масштабтай зураг [4], Улаанбаатар хотын бүс нутаг түүний дагавар хот суурингууд болох Налайх, Багануур, Багахангай, Эмээлт, Өлзийт, Гавьжийн шанд, Биокомбинат, Гачуурт, Зуунмод, Хөшигтийн хөндий нутаг дэвсгэрт тархсан ул хөрсний үндэсний норматив боловсруулсан. Мөн Хөшигтийн хөндийн нутаг дэвсгэрт Олон улсын нисэх буудал, тээвэр ложистикийн төв, Шинэ Зуунмод, Майдар сити хот барихаар төлөвлөсөнтэй холбогдон орчин үеийн өндөр технологийн нарийн мэдрэмжтэй тоног төхөөрөмж бүхий барилга байгууламжийн зураг төсөл боловсруулахад шаардлагатай неогений шаварлаг чигжээстэй том хэмхдэст ул хөрсний физик-механик, хөөлтийн шинж чанарын харилцан холбоог тогтоосон. Судалгааны ажил нь Монгол орны барилгын үндэсний норм, дүрмийн үндэс болон ашиглагдаж байна [9].

## Геотехникийн нөхцөл

Судалгааны нийт талбайд тархсан неогены хурдасны геотехникийн нөхцлийг нарийвчлан тогтоох зорилгоор Хөшигтийн хөндийд тархсан гашууны формацын дээд неогены (N2gs) хурдасыг түлхүүр талбай болгон сонголоо. Хөшигтийн хөндийд Шинэ Зуунмод хот, Майдар сити, олон улсын нисэх буудал, тээвэр ложистикийн төв зэрэг олон бүтээн байгуулалт хийгдэхэд зориулан орчин үеийн өндөр технологийн нарийн мэдрэмжтэй тоног төхөөрөмж бүхий барилга, хот байгуулалтын зураг төсөл боловсруулахад шаардлагад нийцүүлэн инженер-геологи, геотехникийн төрөл бүрийн туршилт судалгаа хийгдсэн юм.

## *Дээд неоген. Гашууны формац (N2 gs)*

Уг хурдасны хамгийн их тархсан талбай бол Улаанбаатар орчимд Зүүн Наран, Гандан хийд, Тасганы овоо, Улаан Хуаран, Хужир булан, Налайхын хотгорын баруун тал, Хөлийн голын хөндий зэрэг болно. Үүнээс гадна Сонгины “хаалга” (Туулын хөндийн нарийссан хэсгийг нэрлэнэ) Яармаг, Бөхөгийн гол, Хөшигтийн болон Хүйн голын хөндий юм. Эдгээр газруудад плиоцены улаан, улаан хүрэн өнгийн хурдас тархахдаа нэлээд өвөрмөц бөгөөд газрын гадаргууд ихэвчлэн илрэхгүй боловч томоохон голын хөндий, хотгорын эрэг, ирмэг, мөргөцөгт

дөрөвдөгчийн хурдасны дороос цухуйх маягаар илрэх нь олонтой. Эдгээр хурдас нь сул авцалдсан хөрзөн, элсжин, ихэвчлэн улаан хүрэн заримдаа цоохор өнгийн шавар зэргээс тогтсон элсэрхэг болон шаварлаг хурдас бөгөөд хэмхдэс чулуулаг ямагт (50%-аас дээш) тохиолдоно. Эдгээр хурдсын гол шинж төрхийг илүү тод харуулах нь Тасганы овоо, Хөлийн голын орчим тархсан хурдсууд юм.

Тасганы овооны дэнжид илэрсэн хурдас 10-12м –ийн өндөртэй олон жижиг жалга судгаар хэрчигдсэн өндөр дэнж байдлаар баруун тийш Махкомбинат хүртэл бараг 10 км зурвас байдлаар үргэлжилнэ.

Шавранцар, элсэнцэрийн дүүргэгч бүхий том хэмхдэст хайрга хайрганцар болон дайрга дайрганцар хурдасны шаварлаг нарийн ширхэгт хэсэг нь ( $>0.01\text{мм}$ ) 2.7-6.4 % эзлэх бөгөөд барилга байгууламж барихад тохиромжтой юм. Улаан Хуаран, Хужир Булангийн орчмын хурдас нь өнгө, найрлагын хувьд Тасганы овооныхтой яг адил бөгөөд харин бул чулуу, хайрга, дайрганы хувьд 30%-иас хэтрэхгүй мөн Налайхын хөндийн баруун талд Хөлийн голын баруун эрэгт аж ахуйн зориулалтаар малтагдсан гүнзгий мөргөцөгт улаан, улаан хүрэн, хүрэн улаан өнгийн нэлээд нягт барьцалдсан муухан элэгдсэн юмуу бараг хурц өнцөг бүхий янз бүрийн хэмжээтэй хэмхдэсүүдтэй шаварлаг хурдас илэрсэн буй. Хэмхдэсүүд нь ихэвчлэн девон, карбоны настай метаалевролит, элсжингээс тогтоно. Ил малталтын аль ч хэсэгт хэсэг хэсэгхэн муухан ажиглагдах үелэл байх ба өнгөний солигдолтоор илэрнэ. Илэрсэн хурдасны зузаан 7-8м хүрнэ. Тасганы овооны 1,4-р үеүд болон Хөлийн голын дээрхи мөргөцөгөөс үр тоосонцорын шинжилгээнд сорьц авч өгсөн боловч тодорхой үр дүнг өгөөгүйг дурьдвал зохино. Бөхөгийн гол, Хөшигтийн болон Хүйн голын хөндийд уг хурдасны тогтоц, литолог, структурын байршлын зүй тогтол, зузааныг тогтоох зорилгоор хэд хэдэн шугамаар тулгуур цооног ерөмдсөн билээ. Эдгээр шугамын зүсэлтүүдээс үзэхэд улаан, улаан хүрэн, хүрвэтэр саарал, шаравтар саарал өнгөтэй, янз бүрийн хэмжээтэй хэмхдэс (20-60%) агуулсан сулхан барьцалдсан элсэнцэр, шавранцар, шавар зэрэг чулуулгаас тогтоно [8].

Энд бие даасан шаварлаг хурдас нэлээд хувийг эзлэх ба ихэвчлэн метаэлсжин, метаалевролит, кварц зэрэг чулуулгийн хэмхдэсийг (3-5%) агуулахаас гадна цэврээр байх нь олонтой. Ийм шаврууд ихэвчлэн хуурай, заримдаа чийглэг (5-10%) байх ба энэ үедээ ихээхэн наалдамхай чанартай. Гадаргууд илэрсэн хурдасны хувьд үзэгдэх зузаан нь 8-12м хүрэх ба харин ерөмдлөгийн үед хийгдсэн зүсэлтээр Туулын хөндийд 35м, Сэлбийн адагт 20-25м-ийн гүнд 10-15м (Гоменько 1942), Бөхөгийн хөндийд 30-50м, Гандан дэнжид 30м, Хөшигтийн болон Хүйн голын хөндийд 20-21м тус тус хүрч байна. Давхаргын хувьд бараг хэвтээ байрлалтай бөгөөд хааяа  $10^\circ$ -аас хэтрэхгүй өнцгөөр налуу байрлах нь бий. Улаан өнгийн хурдас нь янз бүрийн хэмжээ бүхий (5.0 см-ээс 1.2 м хүртэл) огт мөлгөржөөгүй томоохон хэмхдэс агуулдагараа онцлогтой. Энэ нь Налайх орчимд барилгын зориулалттай ухмалуудад тод ажиглагдана.

*Дээд неогений (плейстоцений) настай, тунамал-терриген гаралтай элсэнцэрээр чигжигдсэн хайрган ул хөрс*

Энэ ул хөрсөнд хатуу хам байдалтай, улаан хүрэн өнгөтэй элсэнцэрээр чигжигдсэн сайрган ул хөрс тохиолдох бөгөөд нь талбайн янз бүрийн хэсэгээр янз

бүрийн зузаантай тархах боловч ихэвчлэн 10.0м-ээс их зузаантай тохиолдоно. Ул хөрснөөс авсан 24 дээжний дундаж үзүүлэлтийг 1-4-р хүснэгтэнд нэгтгэн үзүүлэв.

Ул хөрсний найрлаганд

Хайр, хайрга	54,0%
Элс	29,8%
Тоос	10,6%
Шавар	5,6% тус тус агуулна.

Цайвар шаргалаас улаан хүрэн өнгөтэй, ихэвчлэн хатуу консистенцтэй шавранцараар чигжигдсэн хайрган ул хөрс. Судалгааны талбайд янз бүрийн гүнд илэрэх боловч ихэвчлэн 10м-ээс дээш зузаантай тохиолдоно. Хөрсний найрлага дахь хэмхдэс материал нь муу мөлгөржсөн байдалтай. Уг ул хөрснөөс авсан 70 дээжний физик шинж чанарын үзүүлэлтийг 12-р хүснэгтэнд нэгтгэн үзүүлэв [6].

Уг хөрсний найрлаганд:

Хайр, хайрга	59,3%
Элс	19,4%
Тоос	12,2%
Шавар	9,1% тус тус агуулна.

Ул хөрсний физик шинж чанар [9]

Хүснэгт 1

№	Ул хөрсний физик шинж чанар	Индекс	Хэмжих нэгж	Хайрга агуулсан шавранцар
1	Байгалийн чийг	$W$	нэгж	0,173
2	Урсалтын хязгаарын чийг	$W_L$	нэгж	0,344
3	Имрэгдэлийн хязгаарын чийг	$W_P$	нэгж	0,230
4	Уян налархайн тоо	$I_P$	нэгж	0,114
5	Эрдсийн нягт буюу хувийн жин	$\rho_\sigma$	г/см <sup>3</sup>	2,72
6	Хөрсний нягт буюу эзэлхүүн жин	$r$	г/см <sup>3</sup>	1,96
7	Хатуу хэсгийн нягт буюу цогцсын эзэлхүүн жин	$\rho_\delta$	г/см <sup>3</sup>	1,67
8	Нүх сүвэрхэг	$n$	%	38,50
9	Сүвэрхэгийн коэффициент	$e$	нэгж	0,631
10	Чийглэгийн зэрэг	$S_r$	нэгж	0,73
11	Консистенци	$I_L$	нэгж	0
12	Зууралдлын хүч	$C^H$	МПа	31
13	Дотоод үрэлтийн өнцөг	$\varphi^2$	град	23
14	Хэв модульгажилтын	$E$	МПа	21
15	Баргцаалсан тооцооны даралт	$R_0$		
16	Газар шорооны ажлын зэрэг			II

Хөөлтэй шавар ул хөрсний хувийн барилцалын хүч  $C_n$ , / кгх/см<sup>2</sup> /.  
Дотоод үрэлтийн өнцөг  $\varphi_n$  град, норматив утга [9]

Хүснэгт 2

Дөрөвдөгчийн насны хурдас	Ул хөрсний нэр төрөл түүний урсалтын үзүүлэлтийн норматив утгын хязгаар	Ул хөрсний үзүүлэлтүүд	Сүвэрхэгийн итгэлцүүр $e$ -ийн дараах утганд харгалзах ул хөрсний үзүүлэлтүүд					
			0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
						81 / 0,81 /	68 / 0,68 /	54 / 0,54 /
Шавар	$0 < J_L \leq 0,25$	$C_n$						
		$\varphi_n$	21	20	19	17	15	14
	$0,25 < J_L \leq 0,5$	$C_n$		57 / 0,57 /	50 / 0,50 /	43 / 0,43 /	37 / 0,37 /	32 / 0,32 /
		$\varphi_n$		18	17	15	13	11
	$0,5 < J_L \leq 0,75$	$C_n$		45 / 0,45 /	41 / 0,41 /	36 / 0,36 /	33 / 0,33 /	29 / 0,29 /
		$\varphi_n$		15	14	11	9	7

Тоосорхог шаварлаг ул хөрсний хэв гажилтын модулийн норматив утга [9]

Хүснэгт 3

Дөрөвдөгчийн насны хурдас	Ул хөрсний гарал, нас	Ул хөрсний нэр төрөл түүний урсалтын үзүүлэлтийн норматив утгын хязгаар	Сүвэрхэгийн итгэлцүүр $e$ -ийн дараах утганд харгалзах ул хөрсний хэв гажилтын модуль, $E$ . МПа/кгх/м <sup>2</sup> /					
			0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
						28 / 280 /	24 / 240 /	21 / 210 /
Делювийн Нуурын Нуур- эллювийн	Шавар	$0 < J_L \leq 0,25$						
		$0,25 < J_L \leq 0,5$		21 / 210 /	18 / 180 /	15 / 150 /	12 / 120 /	9 / 90 /
		$0,5 < J_L \leq 0,75$			15 / 150 /	12 / 120 /	9 / 90 /	7 / 70 /

Хөөлтэй шавар ул хөрсний хувийн барьцалдах хүч  $C_n$ , / кгх/см<sup>2</sup> /.  
Дотоод үрэлтийн өнцөг  $\varphi_n$  град, норматив утга [9]

Хүснэгт 4

Дээд неоген. Гашуун формацийн эх газрын хурдас $N_{2gs}$	Ул хөрсний урсамтгайн үзүүлэлтийн норматив утгын хязгаар	Ул хөрсний бат бэхийн үзүүлэлтүүд	Сүвшлийн итгэлцүүрийн утганд харгалзах ул хөрсний бат бэхшилийн үзүүлэлтүүд			
			0,45	0,55	0,65	0,75
	$0 < J_L \leq 0,25$	$C_n$	0,96	0,85	0,74	0,63
		$\varphi_n$	27	24	21	18
	$0,25 < J_L \leq 0,5$	$C_n$	0,76	0,69	0,62	0,55
		$\varphi_n$	23	21	19	17
	$0,5 < J_L \leq 0,75$	$C_n$	-	-	0,51	0,46
		$\varphi_n$	-	-	17	14

Хөөлтэй шавар ул хөрсний хэв гажилтын модулийн норматив утга [9]

Хүснэгт 5

Дээд неоген. Гашуун формацийн эх газрын хурдас $N_{2gs}$	Ул хөрсний урсамтгайн үзүүлэлтийн норматив утгын хязгаар	Сүвшлийн итгэлцүүрийн утганд харгалзах ул хөрсний бат бэхшилийн үзүүлэлтүүд				
		0,35	0,45	0,55	0,65	0,75
	$0 < J_L \leq 0,25$	40 (400)	36 (360)	32 (320)	28 (280)	24 (240)
	$0,25 < J_L \leq 0,5$	37 (370)	33 (330)	29 (290)	25 (250)	21 (210)
	$0,5 < J_L \leq 0,75$	34 (340)	30 (300)	26 (260)	22 (220)	18 (180)

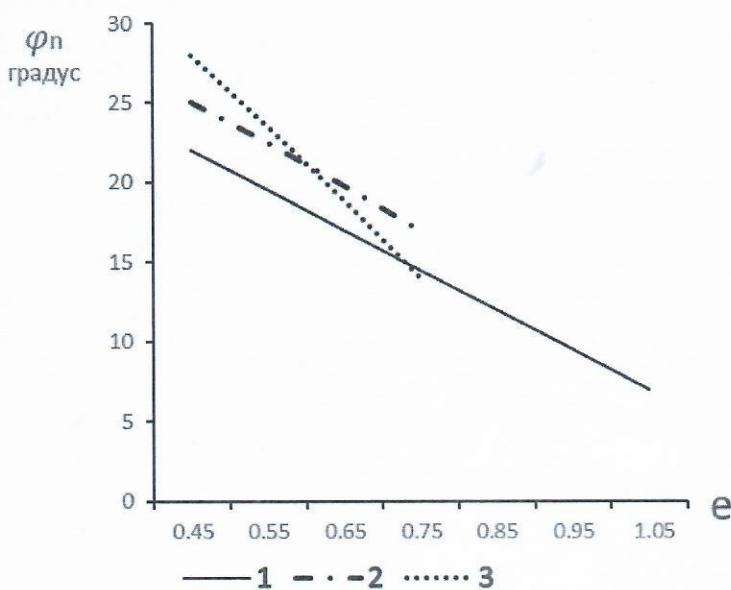


График 1. Шавар ул хөрсний дотоод үрэлтийн өнцөг ( $\varphi_n$  градус), сүвшлийн итгэлцүүр ( $e$ ) -н харилцан хамаарлын график  
(1 – Q: Дөрөвдөгчийн шавар, 2 – N2-Q: Неогений дөрөвдөгчийн ангилагдаагүй хурдас, 3 – N2gs: Дээд неогений гашууны формацийн эх газрын хурдас)

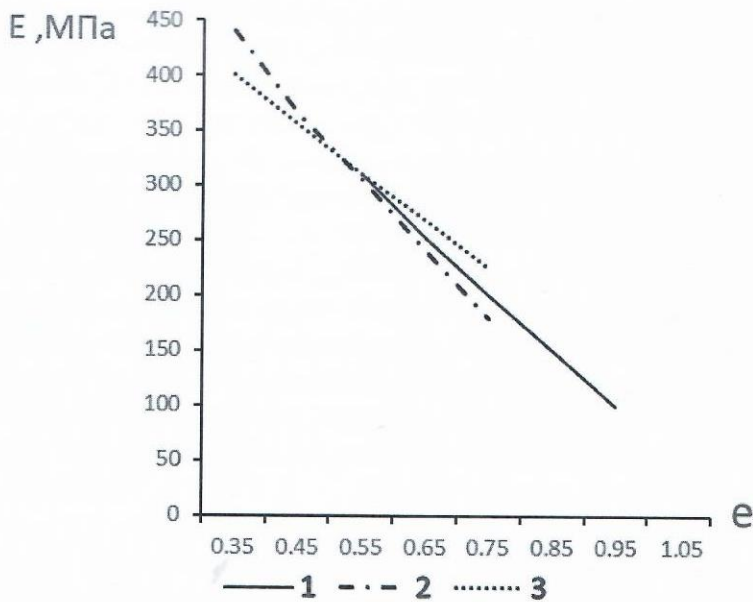


График 2. Шавар ул хөрсний хэв гажилтын модуль ( $E$ , МПа), сүвшлийн итгэлцүүр ( $e$ ) -н харилцан хамаарлын график

(1 – Q: Дөрөвдөгчийн шавар, 2 – N2-Q: Неогений дөрөвдөгчийн ангилагдаагүй хурдас, 3 – N2gs: Дээд неогений гашууны формацийн эх газрын хурдас)

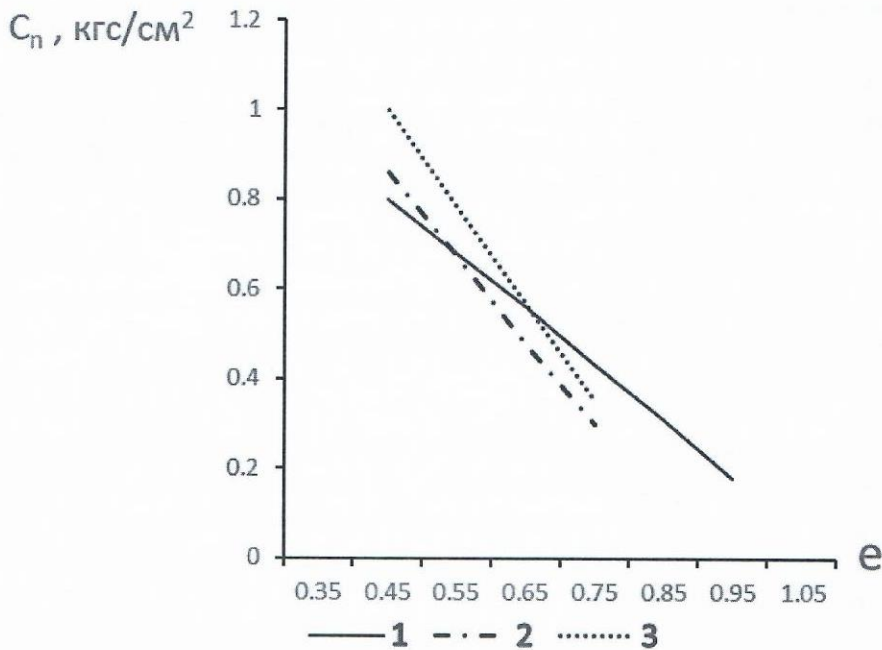


График 3. Шавар ул хөрсний хувийн барьцалдах хүч ( $C_n$  кгс/см<sup>2</sup>), сүвшлийн итгэлцүүр ( $e$ ) -н харилцан хамаарлын график

(1 – Q: Дөрөвдөгчийн шавар, 2 – N2-Q: Неогений дөрөвдөгчийн ангилагдаагүй хурдас, 3 – N2gs: Дээд неогений гашууны формацийн эх газрын хурдас)

## **Судалгааны арга, аргачлал**

Энэхүү судалгааны ажлыг гүйцэтгэхэд ашигласан үндсэн материалууд нь 1980-2015 онуудад сэдэвт болон геотехникийн ажлыг гүйцэтгэх явцдаа өөрийн гүйцэтгэж, шийдвэрлэсэн ажлуудын үр дүн, зохион бүтээсэн туршилтын багажийг ашиглан лабораторийн болон хээрийн туршилтын үр дүнг нэгтгэх арга, задлан шинжлэх арга, баримт материалуудын статистик ба график шинжилгээний арга, региональ судалгааны материалыг (геологи, геотехник, геоморфологи, инженер-геологийн) нэгтгэн. Том хэмхдэс ул хөрс нь бусад дисперслэг ул хөрстэй харьцуулахад бат бэх чанар нь өндөр байна. Монгол орны нийт хот, тосгодын 81.4% нь том хэмхдэст ул хөрс тархсан газарт байрладаг. Гэвч судалгааны өвөрмөц төвөгтэй нөхцөл шаарддаг учраас судалгааны аргачлал бүрэн цэгцтэй боловсрогдоогүй, маргаантай асуудал их байна. Иймд энэхүү зорилтыг шийдвэрлэхэд гол бэрхшээл учруулж байгаа хээрийн туршилтын арга, аргачлалыг боловсронгуй болгох үүднээс Далбаат гидравлик прессиометрийн багажийг зохион бүтээж үйлдвэрлэлд нэвтрүүлээ [5].

Далбаат гидравлик прессиометр нь 20м хүртэл гүнд ердийн болон устай том хэмхдэст ул хөрсний механик шинж чанарыг тодорхойлоход штамп дээрх нэгж даралтыг 3-4 МПа /30-40 кгх/см<sup>2</sup>/-д хүргэж, штамп, цооногийн хананы гадаргууд жигд үйлчлүүлэх зорилгоор нугасан холбоо, бөмбөгөр гадаргуутай болгож, туршилтыг дурын гүнд тавих нөхцөлийг хангах зорилгоор эргэн холбоост штанг дээр ажлын хэсгийг байрлуулж өглөө. Ингэснээр өндөр даацат чанар бүхий том хэмхдэс ул хөрсний механик шинж чанарыг бүрэн тодорхойлох боломжийг олгож байна.

Хөшигтийн хөндийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд тархсан шаварлаг чигжээстэй том хэмхдэст болон хөөлттэй ул хөрсний үндэсний нормативыг Монгол орны хэмжээнд анх удаа боловсруулахад хэрэглэсэн энэхүү аргачлал нь Монгол орны нутаг дэвсгэрт тархсан бүх төрлийн ул хөрсний физик, механик болон бусад шинж чанарын үзүүлэлтүүдийн хоорондын харилцан холбоог тогтооход, норматив боловсруулахад ашиглах боломжтой [5].

## **Дүгнэлт**

Хөшигтийн хөндийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд тархсан шаварлаг чигжээстэй том хэмхдэст болон хөөлттэй ул хөрсний физик-механик шинж чанарын тоон үнэлгээг нарийвчлан хийсэн.

Шаварлаг чигжээстэй том хэмхдэст болон хөөлттэй ул хөрсний физик-механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийн тархалтын зүй тогтлыг тогтоож, түүний механик шинж чанарын үзүүлэлтийн тоон үнэлгээнд голлон нөлөөлөгч үзүүлэлтүүд нь сүвшлийн коэффициент, чийглэгийн зэрэг, эзэлхүүний жин, ширхэгийн бүрэлдэхүүн байгааг тогтоосон.

Барилга байгууламжийн буурийн тооцоонд хэрэглэх неогений шавар ул хөрсний механик шинж чанарын норматив үзүүлэлтийн үр дүнг дөрөвдөгч болон дөрөвдөгч-неогений ангилагдаагүй хурдасны үзүүлэлттэй харьцуулахад зууралдлын хүч 0.11 – 0.15 кПа буюу 11.4 – 15.6%, дотоод үрэлтийн өнцөг 2 – 4° буюу 7.4 – 14.8%, хэв гажилтын модуль 30 – 120 кгх/см<sup>2</sup> буюу 7.5 – 30% өндөр байна.

Хөшигтийн хөндийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд тархсан шаварлаг чигжээстэй том хэмхдэст болон хөөлттэй ул хөрсний үндэсний нормативыг боловсруулан үйлдвэрлэлд нэвтрүүлж цаашид бусад төрлийн ул хөрсний үндэсний нормативыг боловсруулах арга зүйн үндэс боллоо.

#### **Ашигласан ном, сэтгүүл**

1. Батсүх Н, Бээжинхүү Т, Улаанбаатар хотын бүх нутаг дахь геологи орчны хөгжлийн асуудалд. Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд. 2017.
2. Батсүх Н, Бээжинхүү Т. Техногенные изменения геологической среды г. Улаанбаатар, их картирование. "Геологи орчин хот байгууламж" онол, практикийн бага хурлын материалууд. Улаанбаатар, 1997.
3. Батсүрэн. Ж Монгол орны хөөлттэй хөрсний инженер-геологийн зарим шинж чанар. Геологи, минералогийн ухааны дэд докторын зэрэг горилох бүтээл. УБ.2000.
4. Бээжинхүү Т, Намжилдорж Н, Дарь И.Е. "Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн 1:10 000-ын масштабтай инженер геологийн зураг, түүний тайлбар бичиг. Улаанбаатар, 1986.
5. Бээжинхүү Т, Тунгалаг Г, Отгонбаяр В "Хөшигтийн хөндийн инженер геологийн нөхцөл" ГЕОЛОГИ №29, 2014. /Геологийн Эрдэм Шинжилгээний, сургалт арга зүйн сэтгүүл/.
6. Дашжамц Д. "Хөрсний механик", ШУТИС-ийн хэвлэлийн үйлдвэр, Улаанбаатар. 2009 он
7. "Олон улсын онгоцны буудлын барилга байгууламжийн талбайн инженер-геологийн судалгаа "Экотех проект ХХК 2007 он
8. Тунгалаг Г, Бээжинхүү Т, Батсүх Н, Алтанчимэг Р "Цэрд, неогений настай шаварлаг ул хөрсний норматив үзүүлэлтүүдийг боловсруулах асуудал" Барилга, байгууламжийн геотехникийн асуудлууд эрдэм шинжилгээний IX бага хурал. 2018.
9. БНБД 50-01-16 Барилга байгууламжийн буурь, суурийн зураг төсөл зохиох норм ба дүрэм. 2019.
10. Васильев А.В, Г.Тунгалаг, Д.Мягмарсүрэн. Опыт применения лопастных гидравлических прессиометров и инженерно-геологических прогнозов. М. Недра. 1977
11. Tungalag G. Purevsuren Ts Mongolian geotechnical research, current situation and prospects. 2015

# БОГД ХААНЫ ОРДОН МУЗЕЙН ГЕОЛОГИ ОРЧНЫ СУДАЛГАА

**Я.Болормаа**

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар  
И-мэйл: *bolormaay@must.edu.mn*

## **Хураангуй**

Богд хааны ордон музейн барилгуудын талбай дахь ул хөрс, зарим гэмтэлтэй барилгын талбайн инженер-геологийн судалгааг явууллаа. Богд хааны ордон музейн түүх соёлын дурсгалт барилгад байгалийн болон техноген үйл ажиллагаатай холбоотой геологи орчинд үүсэх өөрчлөлтийг судлан түүх соёлын дурсгалт барилга, түүний хадгалалт хамгаалалт сэргээн засварлалтад шаардлагатай мэдээлэл, үзүүлэлтүүдийг гаргасан.

**Түлхүүр үг:** *Техноген ул хөрс, Геотехник, Инженер геологи, Ул хөрсний физик-механик шинж*

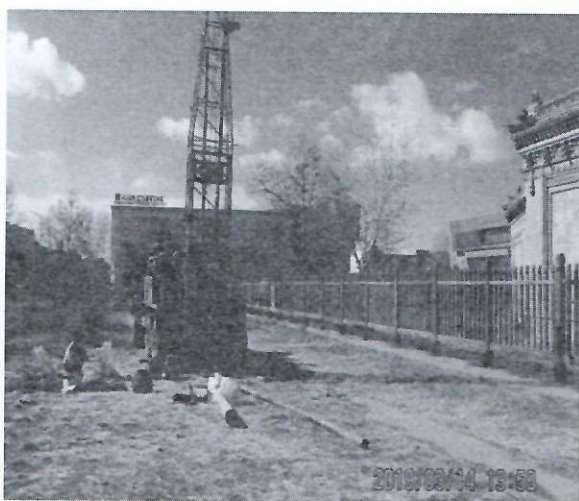
## **Оршил**

Монголын Урлагийн Зөвлөлийн захиалгаар Богд хааны ордон музейн түүх соёлын дурсгалт барилгад сөргөөр нөлөөлөх байгалийн болон хүний үйл ажиллагаатай холбоотой геологи орчинд үүсэх геомеханик, гидромеханик, биомеханик үйл явц, үзэгдэл, геологи орчны бүтэц бүрэлдэхүүн, түүний физик, механик шинж чанарыг тодорхойлон түүх соёлын дурсгалт барилга, түүний хадгалалт хамгаалалт сэргээн засварлалтад шаардлагатай зөвлөмж гаргах зорилгоор геологи орчны судалгаа явуулсан.

## **Судалгааны арга зүй**

Богд хааны ордон музейн нөлөөллийн судалгаа төслийн хүрээнд хийгдсэн геологи орчны судалгааны ажлыг бэлтгэл, хээрийн, суурин боловсруулалтын гэсэн 3 үе шаттайгаар явуулсан. Судалгааны бэлтгэл үе шатанд өмнөх инженер геологийн судалгааны материалуудыг цуглуулж одоогийн төлөв байдалтай харьцуулж үнэлгээ хийсэн. Хээрийн судалгааны ажлыг УГБ-50М-00 маркийн өөрөө явагч төхөөрөмжөөр, баганат өрөмдлөгөөр, хуурай аргаар гүйцэтгэсэн. БНБД 11-03-01 нормын дагуу уг ордон музейн эвдрэл гэмтэлд орсон гэж үзэж байгаа барилгуудын хүрээг хамруулсан талбайд, 6 м гүнтэй 4 цооног, нийт 24 т.м өрөмдлөгийн ажлыг 2019 оны 3-р сард явуулсан. /Зураг 1,2/ Өрөмдөх цэгүүдийн байршлыг Богд хааны ордон музейн захиргаа, геофизикийн хэмжилт тандалтаар тогтоолоо. Цооног хоорондын зай 80,0-120,0м.

Өрөмдлөгийн явцад ул хөрсний үе бүрээс эвдэрсэн ба эвдрээгүй бүтэцтэй дээжлэлт хийж ШУТИС-ийн Грунт судлалын лабораторид шинжилгээ хийлгэн, ул хөрсний ангиллыг ASTM D2487, MNS 3263:2014 стандартын дагуу хийсэн. Цооног тус бүрд илэрсэн уст үеэс усны сорьц авч “Эрдэм ирээдүй ТТБ”-ын химийн лабораторид шинжлүүлсэн. Богд хааны ордон музейн талбайн М1:1000 дэвсгэр зурагт өрөмдсөн цооногуудын амсрын өндөржилт ба байршлыг талбайн кадастрын байршлын зургаас авсан.



Зураг 1, 2. Цооног 3,2-ын өрөмдлөгийн ба дээжлэлтийн ажлын зураг

Судалгааны талбайн нь Улаанбаатар хотын урд Туул голын “Зайсангийн гүүр”-ний баруун хойд талд, засаг захиргааны хувьд ХУД-ын 15-р хорооны нутаг дэвсгэрт байрладаг. “Богд хааны ордон музей”-н барилгуудын талбайн байршлыг Google Earth -ын зургаар үзүүлсэн. /Фото зураг №3 үзнэ/

#### **Геологи орчны нөхцөл:**

##### **Геологи:**

Музейн барилгын талбайд явуулсан өрөмдлөгөөр, хар бараан өнгөтэй, хар шороон өнгөн хөрс, аллювийн гарал үүсэлтэй, дөрөвдөгчийн настай, тоосорхог элс, элсэрхэг жигд ширхэгтэй, сайр, сайрган ул хөрсний үеллүүд /ASTM/ зонхилон тархсан.

##### **Геоморфологи, физик-геологийн үзэгдэл, үйл явцын үнэлгээ, сан хөмрөг, фондын барилгын ашиглалтын явцад гарсан хүндрэлүүдийн тухай:**

Тус талбай нь ерөнхийдөө тэгшивтэр гадаргатай. Музейн нийт барилгууд насжилт өндөртэй, ямар нэг хэмжээгээр засварт орсон байдалтай байна. Судалгааны бэлтгэл үе шатанд өмнөх инженер геологийн судалгааны материалуудыг цуглуулж одоогийн төлөв байдалтай харьцуулж үнэлгээ хийсэн. Судалгааны материалуудад газар доорх усны түвшин өвөл, зуны улирлуудад хийгдэж байсан ба Богдын музейн хашаан доторх талбайд усны түвшин газрын гадаргуугаас доошоо Ц-1789/А/-д 2,60м гүнээс илэрч байсан, музейн ойролцоо байрлалтай 25ш цооногт 2,4-4,2м гүнээс газар доорх ус илэрдэг гэж тэмдэглэгдсэн байна.

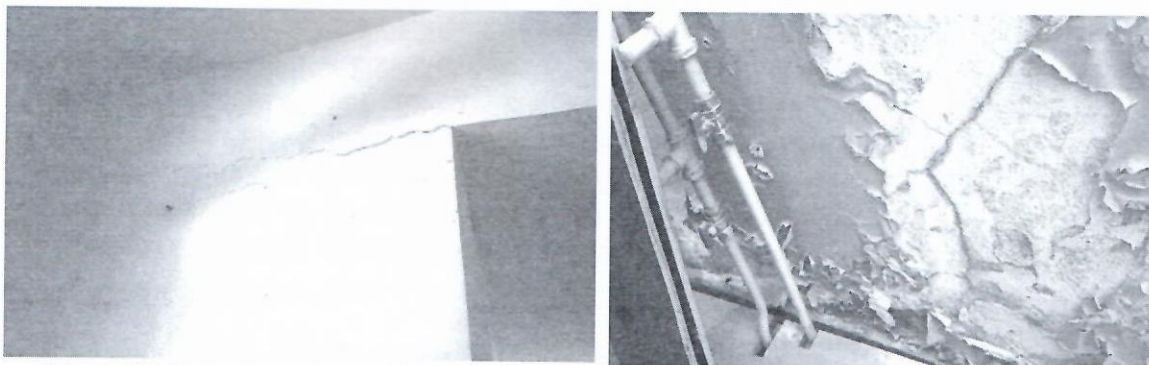
Харин музейн сан, хөмрөг, фондын барилга баригдах талбайд 2007 онд “Жоншт-Уул” ХХК-с ул хөрсний дүгнэлтийг нь гаргасан. Уг дүгнэлтээр 2007-9-22-ны өдрийн байдлаар хөрсний усны түвшин 3,70м гүнээс илэрсэн, тэжээмжээс хамаарч 1,0-2,0м-ээр “түр” дээшлэх нөхцөлтэй гэж бичигдсэн. [11]



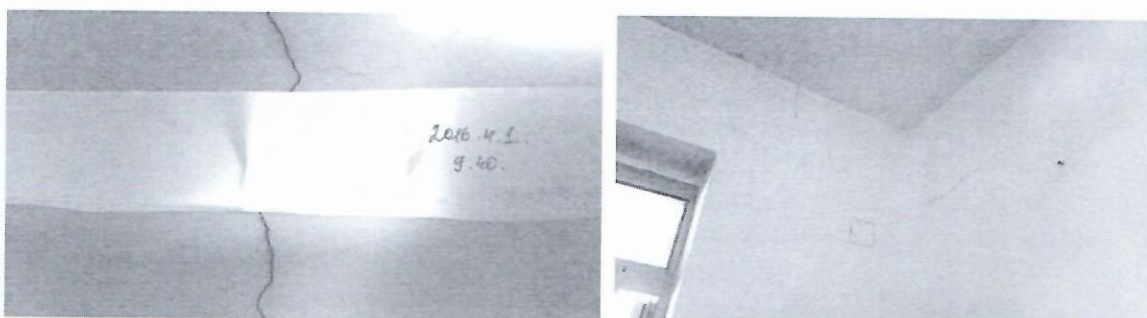
Зураг 3. “Google Earth”-н зурагт судалгааны талбайд өмнө нь хийгдсэн судалгааны цооногуудыг архивын дугаараар тэмдэглэн үзүүлэв.

Бидний судалгаагаар Богд хааны ордон музейн сан хөмрөгийн байшин нь зоорийн хэсгээрээ чийгтэж, зарим хануудын будаг ихээр хуурсан, барилгын дунд урд даацын хананд босоо, ташуу 0,1-0,1,2мм хэмжээтэй цууралт үүссэн. Нэгдүгээр давхартаа зарим баганууд нь таазнаасаа доошоо тасралттай болж сууж байна. Барилгын гадна бетон хаявч 5,2-17,4см-ээр хананаасаа тасарч доошоо суусан. Дээрээс борооны усны хоолойноос ус гоождог “тэр хэсэгтээ” хаявч бетонууд нь илүү ихээр суултанд орсон, ул хөрсний цөмрөлтүүд хонхорууд үүссэн, зоорийн хануудад нь “жигд бус” суултын бололтой ихэвчлэн босоо чиглэлтэйгээр /доороо 0,5мм орчим буюу их ангархай үүссэн, уг ан цав нь дээшээ болохоор 0,1мм буюу багассан ийм төрлийн онгорхой ан цавтай/ хагаралтууд үүссэн, ан цаваар нь ус нэвчдэг, барилгын зоорийн өрөөнүүдэд ус ордог ул мөр тодорхой байна. Энэ нь геомеханик, гидромеханик үйл явц, үзэгдэл явагдсаныг харуулна. /Фото зураг №4,5,6, үзнэ/

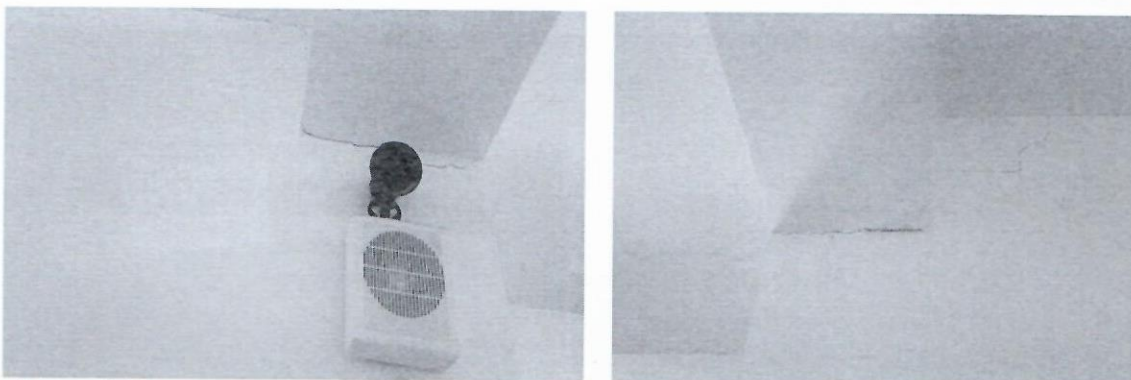
Зоорийн өрөөнүүд рүү ус орох үзэгдэл, жижиг хагарлууд нь ангайх, буцаж хумигдах гэх. мэт. чийгтэх үйл явц нь улирлаасаа хамаарч янз бүрийн эрчимтэйгээр явагддаг. Харин зоорийн өрөөнүүдийн ханануудын будаг нь ихээр хуурч унасан байгаа нь өрөөнүүд доторх хананы гадаргуу ноорох, агаарын чийгшилт нь хэвийн бус болж өөрчлөгддөг зэргээс болсон. Энэ нь аэродинамикийг нарийвчлан судлах шаардлагатайг харуулж байна. Зоорийн 2 хэсгийн урд талын ханануудын доод хэсэгт үүссэн байгаагаас /жигд бус суултын хагарлууд цаашидаа нэмэгдэх магадлал өндөртэй/ ан цаваар капилляр хөөрөлтийн ус, дулааны улиралд ул хөрсний болон борооны ус нэвчдэг.



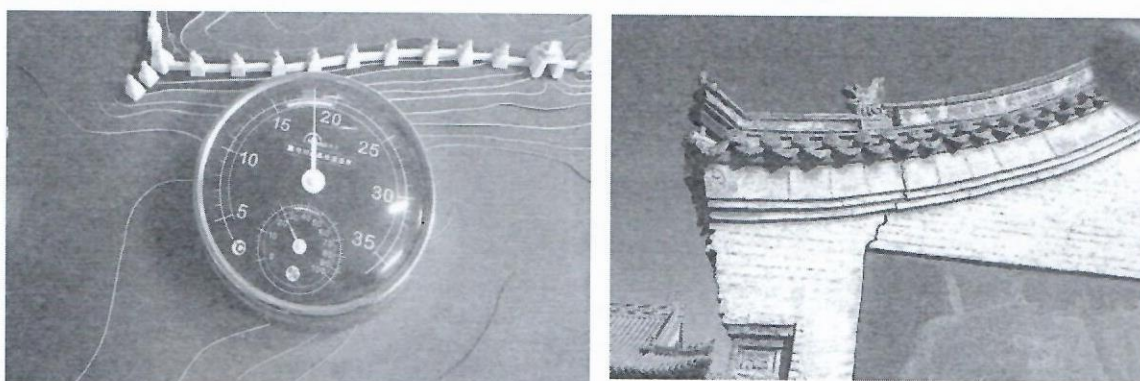
Зураг 4. Богд хааны музейн сан, хөмрөг, фондын барилгын зоорийн өрөөний байдал. 2019-03-16.



Зураг 5. Богд хааны музейн сан, хөмрөг, фондын барилгын зоорийн өрөөний хагарлыг маяж тавьж хянаж байгаа байдал. 2019-03-17.



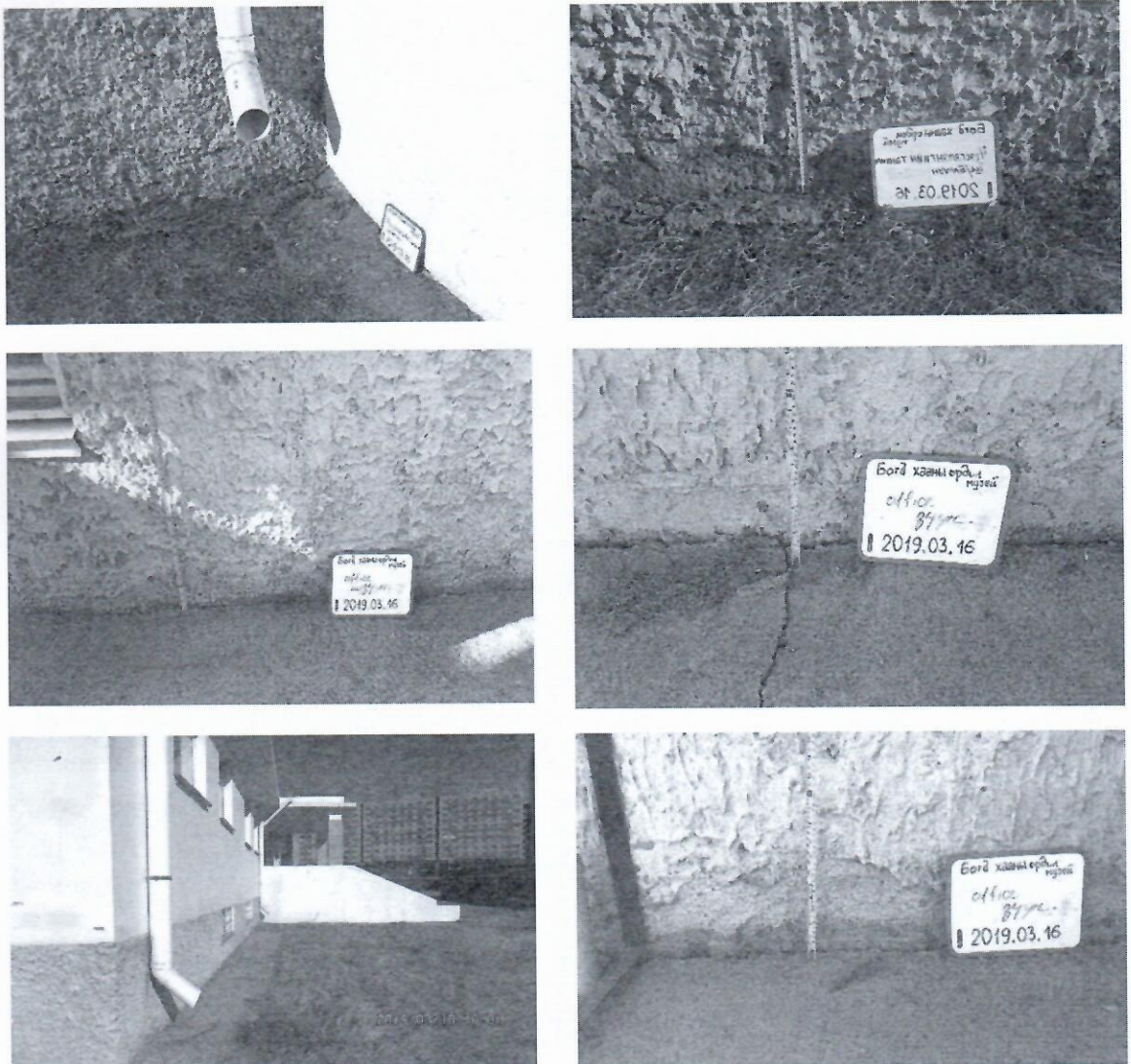
Зураг 6. Богд хааны музейн сан, хөмрөг, фондын барилгын зоорийн ба нэгдүгээр давхрын өрөөний хананд гарсан хагарлын зургууд. 2019-03-17



Зураг 7,8. Богд хааны музейн сан, хөмрөг, фондын барилгын зоорийн өрөөний агаарын чийгийг хэмжиж байгаа. 2019-03-18.

Музейн сан хөмрөгийн барилгын гаднах 4 хананы периметрийн ба суурийн нүхний хана хоорондын дагуу хийгдсэн буцаан булалтын шороо нь ширхгийн бүрэлдэхүүний хувьд тохиромжгүй болон стандарт нягтруулалт хийгдээгүй. Үүний баталгаа нь /отмостик/ хаявч бетонууд нь зарим газраараа 15-17см хэмжээтэйгээр /хамгийн их нь/ суултанд орсон байсан ба анхны уг “сийрэг хөрсөн”-д ус ихээр хуримтлагдсанаас удаан хугацаанд суурийн ул хөрсний даацад “жигд бус” норголтоор нөлөөлсөн байж болох нөхцөлтэй. /Фото зураг №9-14 үзнэ/

Музейн захиргаанаас сан хөмрөгийн хадгалалтын барилгын зоорийн өрөөнүүдэд чийгийн хэмжилт хийж байгаа, зоорийн болон багануудын хагарлын хэмжээний ихсэлт ба багасалтыг хянахаар “маяк” цааснуудыг наасан, зоорийн давхрын өрөөнүүдийн агаарын чийг хэмжих зэрэг ажлуудыг музейн захиргаанаас хийж байна. /Фото зураг №7/



Зураг 9-14. Богд хааны музейн сан, хөмрөг, фондын барилгын хаявч бетон. 2019-03-18.

Богд хааны ордон музейн сан хөмрөгийн барилга:

- Хэв гажилтад орж эхэлж байгаа байдал

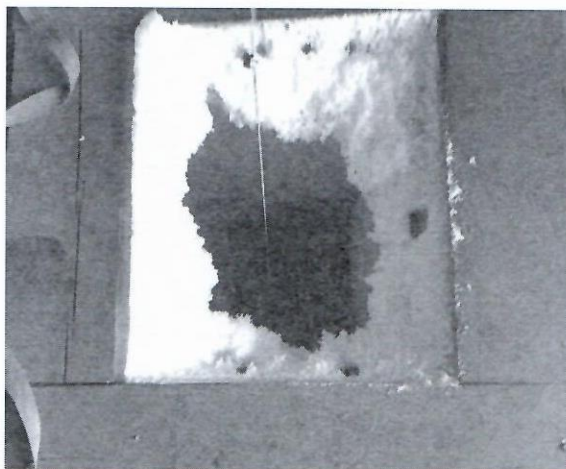
- Зоорийн хэсэгт ус нэвчих
- Зоорийн өрөөний агаарын чийгшилт ихсэх ба буурах нь музейн үзмэрүүдийн сан хөмрөгийг хадгалах өрөөнд тавигддаг стандартын шаардлагыг хангахгүй болсон байдалд, барилгын насжилт, цаашдын хэвийн, тогтвортой ашиглалтанд оруулах талаас нь нийслэлийн мэргэжлийн хяналтын газраас холбогдох дүгнэлтийг гаргуулах, газар доогуураа “усанд автагдах” нөхцөлийг бодолцсон инженерийн хийцтэй, хамгаалалтын арга хэмжээнүүдийн зураг, төсөл гаргуулах, барих арга хэмжээг авах шаардлагатай.

Музейн хашааны дотор зүүн хойд өнцөгт байгаа /ам дамжсан мэдээгээр бол тэнд булаг гардаг байсан гэдэг/ Богд хааны ундны усыг авдаг байсан булаг гардаг байсан гэгддэг худгийн уснаас шинжилгээний дээж авч химийн шинжилгээ хийлгэсэн. /Фото зураг №15-16 үзнэ/

Инженер геологийн хүндрэлтэй үзэгдэл, үйл явц, нөхцөл ажиглагдаагүй боловч эргэн тойронд нь барилга, байгууламжууд нягтралтай баригдсанаар гадаргуугийн усны байгалийн горим нь “бүрэн” алдагдсан, “урсацгүй” болсон, тогтоол ус үүсэх нөхцөлтэй, газар доорх усны түвшний хэлбэлзлийн горимд өөрчлөлтүүд орсон. Барилгын буурь ул хөрсний улирлын хөлдөлт ба гэсэлтийн үед явагддаг чийгийн шилжилт болон газар доорх усны түвшний толионоос дээшээ үүсдэг капилляр хөөрөлтийн /байгаль дээрээ 50см орчим байдаг/ хэмжээ ихэссэн байх магадлал өндөртэй “дунд” зэргийн хүндрэлтэй нөхцөлд хамаарагдсан.

#### **Гидрогеологийн нөхцөл:**

Газар доорх ус нь газрын гадаргуугаас доошоо 3,60-4,20м гүнээс илэрч, 3,0-3,74м гүнд түвшин нь тогтворжсон. (2018-04-18) Газар доорх усыг агуулагч /коллектор/ болох элсэн ба элсэнцэр чигжээстэй, сайр, сайргархаг ул хөрсөнд агуулагдсан чөлөөт гадаргуутай уст үе илэрсэн. Газар доорх ус нь Туул голын устай гидравлик холбоотой, тэжээгдэл нь хур тунадасны ус байна.



Зураг 15-16. Богд хааны музейн ордон музейн барилгын талбайд талбайд илэрсэн хөрсний усны судалгааны явц. 2019-03-18.

**Барилгын тооцоонд хэрэглэгдэх цаг уурын үзүүлэлтүүд**

Хүснэгт №1

Цаг уурын үзүүлэлтүүд	Тоон утга
<b>1. Агаарын жилийн дундаж температур:</b>	
Жилийн дундаж температур	-0.5°C
Агаарын үнэмлэхүй хамгийн их температур	+ 33.8°C
Агаарын 7 сарын үнэмлэхүй ихийн дундаж	+ 31.6°C
Агаарын үнэмлэхүй хамгийн бага температур	- 36.0°C
Хамгийн хүйтэн 1 сарын үнэмлэхүй бага дундаж	- 31.9°C
Гаднах агаарын температурын хоногийн дундаж агууриг	+ 10.4 °C
Үнэмлэхүй их агууриг	+ 29.7 °C
<b>2. Гаднах агаарын тойцооны температур:</b>	
Хамгийн хүйтэн үеийн 1 хоногийн	- 31.4°C
Хамгийн хүйтэн үеийн 3 хоногийн	- 30.3°C
Хамгийн хүйтэн үеийн 5 хоногийн	- 28.9°C
Агаар сэлгэлтийн	- 25.0°C
Хамгийн халуун үеийн 1 хоногийн	+ 26.4 °C
Хөрсний гадаргын жилийн дундаж температур	0.3 °C
Барилгын уур амьсгалын бүсийн дугаар	II
<b>3. Хоногийн хамгийн дулаан цагийн харьцангуй чийгшил</b>	
Хамгийн халуун сар	52 %
Хамгийн хүйтэн сар	72 %
<b>4. Хур тунадасны хэмжээ:</b>	
Жилд буух хур тунадас	271.2 мм
Дулаан улиралд буух хур тунадас	255.8 мм
Хоногийн хамгийн их буух хур тунадас	53.8 мм
<b>5. Галлагааны хугацааны тооцооны үзүүлэлт:</b>	
Эхлэх өдөр	17.IX
Дуусах өдөр	8.V
Үргэлжлэх хугацаа	233 хоног
Халаалтын улиралын тооцооны дундаж температур °C	-8.8
Халаалтын улиралын эрчим, градус (-t)	-2049.4
<b>6. Салхины үзүүлэлтүүд</b>	
Салхины жилийн дундаж хурд	3.0 м/с
Салхины өвлийн улирлын дундаж хурд	2.5 м/с
10 м өндөрт салхины дээд хурд	
1-н жилд 1 удаа тохиолдох	21-25(22) м/с
5-н жилд 1 удаа тохиолдох	21-25 (23) м/с
10-н жилд 1 удаа тохиолдох	21-25 (23) м/с
20-н жилд 1 удаа тохиолдох	26-30 (28) м/с
<b>7. Нэмэлт үзүүлэлтүүд</b>	
Хэвтээ гадарга дээр цасны ачааллын нормчилсон утга	(50 кг/м <sup>2</sup> ); (0.5 гПа)
Хоногийн дундаж температурын хазайлт, C <sup>0</sup>	11.2
Салхины даралтын нормчилсон утга	(35кг/м <sup>2</sup> );(0.35 гПа)
Хамгийн хүйтэн 3 сарын салхины дундаж хурд	0.9 м/с

Ус агуулагч дунд -дээд дөрөвдөгчийн настай делюви-пролювийн гаралтай хурдсанд орших грунтын ус юм. Газар доорх усны түвшний хэлбэлзэл нь бидний судалгааны үед хамгийн доор байх үе нь байсан бөгөөд тэжээгдлийн дээрхи хүчин зүйлүүдээс шалтгаалж хур элбэгтэй жилийн 7,8,9-р саруудад одоо хэмжигдсэн газар доорх усны түвшингээс дээшээгээ дундажаар 1,50м хүртэл хэмжээнд “түр” дээшилж өөрчлөгдөж болно.

Газрын доорх ус нь химийн бүрэлдэхүүнээрээ гидрокарбонат-сульфат ангийн, кальци-магнийн бүлгийн 2-р төрлийн найрлагатай, эрдэсжилттэй, хатуулаг ус болохын хамт бохирдолтын нэгдлүүд их илэрсэн байна. 2007 оны 9-р сарын 22-ны өдрийн хөрсний усны химийн шинжилгээнтэй үр дүнг 2019 оны 3-р сарын 18-ны өдрийн усны химийн шинжилгээтэй харьцуулалт хийхэд нилээд өөрчлөлт орсон нь ажиглагдсан.

#### ***Барилгын тооцоонд хэрэглэгдэх цаг уурын үзүүлэлтүүд:***

Монгол орны барилга ба байгууламжийн зураг төслийн төлөвлөлтөд хэрэглэх уур амьсгалын мужлалаар эх газарлаг мужийн, хүйтэн өвөлтэй, цасны ачаалал харьцангуй их, зун нь халуун хуурай уур амьсгалтай, II бүсчлэлд хамаардаг. [6] Барилгын цаг, уурын норматив ба тооцооны үзүүлэлтүүдийг уг талбайд хамгийн ойр орших Улаанбаатар хотын “МУИС” цаг, уурын станцын үзүүлэлтүүдээр БНБД23.01.09, БНБД2.01.01-93/2001-ийн нэмэлт дагуу өгөв. (Хүснэгт №1)

#### ***Ул хөрс чулуулгийн тогтоц, ангилал, физик механик шинж чанарын үзүүлэлтүүд:***

Талбайд тархсан буурь болох ул хөрсийг барилгын стандартын MNS 3263:2014 дагуу нэр төрлөөр нь ангилсан. /Зураг №17-20 үзнэ/



Зураг 17-20. Богд хааны музейн ордон музейн барилгын талбайд илэрсэн ул хөрсний судалгааны явц, дээжлэлт ба цооног буцаан булсан байдал. 2019-03-18.

Суурийн ачаалал авах ул хөрсний даацын “онцлох шинж” чанар, төлөв байдлыг тогтоож, ул хөрсний физик-механик шинж чанарын норматив болон зураг, төслийн тооцооны үзүүлэлтүүдийг одоо мөрдөж буй БНБД 50-01-16 Монгол улсын барилгын норм, дүрмийн дагуу тогтоосон.

**Инженер геологийн нөхцөлийн тодорхойлолт ба үнэлэлт**

Тус талбай нь газрын гадаргуугийн хэв шинжээрээ энгийн тэгш тохиромжтой нөхцөлтэй. Газар доорх ус газрын гадаргуугаас доошоо 3,6-4,2м гүнд илэрсэн, улирлаар хөлдөхдөө “овойлт” үүсгэх шинж чанартай ул хөрс тархсан, 3 төрлийн ул хөрсний үелэл илэрсэн зэргээс инженер геологийн нөхцөлийн зэрэглэлээр “Дунд” нөхцөлтөйд ангилагдсан.

**Буурь ул хөрсний физик механик шинж чанарын үзүүлэлтүүд**

Богд хааны ордон музейн барилгын талбайд тархсан ул хөрсний үеүдийг барилгын стандарт ангиллаар инженер геологийн үндсэн 3 элемент ангилсан.

1. **Хар шороон өнгөн ул хөрс.** Хар бараан өнгөтэй, хар шороон өнгөн хөрс. Ургамлын үндэс багатай ба ялзмаг агуулсан онцлогтой. Орчин үеийн Дөрөвдөгчийн геологийн настай. (*p-QIV*) Хар шороон өнгөн хөрс нь нийт ерөмдсөн цооногуудад 0,40-0,70м зузаантайгаар, талбайд өргөн жигд тархсан. Цаашдаа тус талбайд ямар нэгэн барилга, байгууламж барих үедээ барилгын сууриас бүрэн зайлуулах шаардлагатай. Газар шорооны ажлын зэрэг гэгсгэлэн нөхцөлд механизмаар малтахад I.
2. **Цайвар шаргал өнгөтэй, элсэн чигжээстэй сайр, сайрган ул хөрс** Бид цаашид энэ талбайд баригдах жижиг барилга, байгууламжинд ашиглаж болох талаас нь ул хөрсийг MNS 3263-2014 стандартын F.3-р хүснэгтийн дагуу ул хөрсний нэрийн нийцүүлэлт хийсэн ба ASTM D ангиллаар нэрлэгдсэн бүх ул хөрсний нэрүүд MNS 3263-2014-ээр зөвхөн элсэн чигжээстэй, сайр, сайрган ул хөрс гэсэн нэг нэртэй болсон.

Энэ судалгаанд MNS стандартаар үзүүлэлтүүдийг тусгасан. Уг ул хөрс нь чийг багатай. Бул чулуу ихтэй. Сайнаас дунд зэрэг мөлгөржсөн. Аллювийн пролювийн гаралтай. Дунд -дээд дөрөвдөгчийн настай. (*ap-QIII-IV*) Инженер геологийн элемент 2,3 нь барилгын суурь суух үндсэн буурь ул хөрс болно.

ИГЭ-2 ул хөрсний физик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг хүснэгт 2 үзүүлэв.

Хүснэгт 2

№	Ул хөрсний физик шинж чанарын үзүүлэлтүүд	Үсгэн тэмдэг	Хэмжих нэгж	Элсэн чигжээстэй, сайр, сайрган ул хөрс /ИГЭ-2/		
				Хамгийн их утга	Хамгийн бага утга	Дундаж утга
1	Байгалийн чийг	$W$	нэгж	0,986	0,020	0,531
2	Урсалтын хязгаар дээрх чийг	$W_L$	нэгж	-	-	-
3	Имрэгдлийн хязгаар дээрх чийг	$W_P$	нэгж	-	-	-
4	Уян налархайн тоо	$I_P$	нэгж	-	-	-
5	Эрдсийн нягт буюу хувийн жин	$\rho_s$	г/см <sup>3</sup>	2,67	2,66	2,67

6	Ул хөрсний нягт буюу эзлэхүүн жин	$\rho$	г/см <sup>3</sup>	2,23	2,09	2,17
7	Хуурай нягт буюу хэлхээсийн эзлэхүүн жин	$\rho_d$	г/см <sup>3</sup>	2,16	1,90	2,06
8	Сүвшил	$n$	%	28,62	18,96	22,50
9	Сүвшлийн коэффициент	$e$	нэгж	0,407	0,239	0,292
10	Чийглэгийн зэрэг	$S_r$	нэгж	0,74	0,23	0,46
11	консистенци	$I_L$	нэгж	-	-	-

ИГЭ-2 ул хөрсний механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг БНБД 50-01-16 стандартын дагуу хүснэгт-3 үзүүлэв.

№	Механик шинж чанарын үзүүлэлтүүд	Үсгэн нэгдлэг	Хэмжих нэгж	Стандарт нэр
				Элсэн чигжээстэй, сайр, сайрган ул хөрс /ИГЭ-2/
1	Барьцалдалтын хүч	Норматив утга	$C_n$	$\frac{КПа}{кгх/см^2}$ 2 0.02
		Тооцооны утга	$C^l$	$\frac{КПа}{кгх/см^2}$ 1.33 0.013
2	Дотоод үрэлтийн өнцөг	Норматив утга	$\varphi_n$	град 40
		Тооцооны утга	$\varphi^l$	град 36
3	Хэв гажилтын модуль /Байгалийн нөхцөлд/	$E^n$	$\frac{МПа}{кгх/см^2}$ 45 450	
4	Урьдчилсан тооцооны үзүүлэлт	$R_o$	$\frac{КПа}{кгх/см^2}$ 600 6.0	

Улирлын хөлдөлтийн бүсэд байгаа ИГЭ-2 нь овойлт үзүүлэхгүй шинж чанартайд нормчлогдож байна.

### Хэлэлцүүлэг:

Богд хааны ордон музейн барилгуудын хувьд насжилт өндөртэй байгаа, тэдгээрт жижиг урсгал засварууд хийгдсэн боловч газрын чийгийн асуудлууд хэвээр байсаар байгаа, зарим нэг барилга шинээр барьсан боловч хэв гажилтад орж эхэлсэн, зоорийн хэсэгт нь их чийгтсэн, фондын, сан хөмрөг, үзмэр хадгалах стандартын шаардлага хангахгүй болсон байдалд хүрсэн, мөн цаашид шинээр барилга нэмж барих төлөвлөгөөтэй байгаа зэргийг өргөн утгаар авч үзэж дараах зөвлөмжүүдийг өгч байна.

1. Насжилт өндөртэй барилгуудын суурийн хэсэгт газар доорх усны ба борооны усны нөлөөлөл “их өндөр”-тэйгээр, газар доогуураа “усанд автагдах” төвөгтэй нөхцөлтэй байдалтай зэргийг зураг, төсөлдөө заавал бодолцсон байх, газар доорх уснаас хамгаалах зориулалттай цементийн төрлийг сонгох, зоорийн хэсгийг нь уснаас бүрэн тусгаарлалттайгаар хийцийг тусгаж байх, суурийн нүхний хананууд ба барилгын гадна бетон хана хоорондын зайг буцаан булалт хийх шороон материалуудын бүтцийг стандарт баримталж сонгож авах, нягтруулалтыг норм ба дүрмийн дагуу, хяналт, баталгаажуулалттайгаар хийж байх хэрэгтэй.

2. Уг сан хөмрөгийн барилгын хэв гажилтад орж эхэлж байгаа байдалд дүгнэлт гаргуулах, зоорийн хэсэгт “ус нэвчиж” ордогт, өрөөнүүдийн агаарын чийгшилт ихэсдэг, багасдаг, ер нь музейн үзмэрүүдийг, сан хөмрөгийг, өв хөрөнгийг хадгалах өрөөнд тавигддаг стандартын шаардлагыг хангахгүй болсон байдалд, барилгын цаашдын хэвийн ашиглалтад оруулах, музейн стандартад бүрэн нийцүүлэх талаас нь нийслэлийн мэргэжлийн хяналтын газраас холбогдох дүгнэлтийг гаргуулах, газар доогуураа “усанд автагдах” нөхцөлийг бодолцсон инженерийн хийцтэй, хамгаалалтын нэмэлт арга хэмжээнүүдийн зураг, төсөл, төсвийг боловсруулж гаргуулах, бариулах, арга хэмжээг авах шаардлагатай.

### Дүгнэлт

1. УБ хотын Хан-Уул дүүргийн 15-р хорооны нутаг дэвсгэрт байгаа Богд хааны ордон музейн барилгуудын талбайн нь инженер геологи, гидрогеологи, геологи орчны үнэлгээний ангиллаар “Дунд” зэргийн нөхцөлтөйд нормчлогдсон.
2. Богд хааны ордон музейд өрөмдсөн 6.0м гүнтэй 4 цооногт газар доорх ус 3,60-4,20м гүнээс илэрч, 3,0-3,74м гүнд түвшин нь тогтворжсон. (2018.04.18-өдрийн байдлаар). Тэжээмжээс хамаарч хур тунадас элбэг жилийн 7,8,9,10-р саруудад одоо байгаа тогтсон түвшинээс 1,5м-ээр “түр” дээшлэх нөхцөлтэй.
3. Газар доорх ус нь гидрокарбонат-сульфат ангийн, кальци-магнийн бүлгийн, 1-2-р төрлийн найрлагатай, эрдэсжилттэй, цэнгэг, зөөлөн ус болохын хамт бохирдолтын нэгдлүүд их, бага, янз бүр илэрсэн байна. Тухайн уст цэгийн ус “Бетон болон барилгын зуурмагт хэрэглэх ус техникийн нөхцөл УСТ 3821-85 стандартын заалтыг хангаж байгаа боловч төмөр, азотын агууламж өндөр байгаа нь Портлант цементэн бетон эдлэлд “бага зэрэг” идэмхий шинж чанар үзүүлнэ. Төмөр, хар тугалган, хөнгөн цагаан бүрхэвчтэй кабель утсанд нөлөөлөх боломжтой. Үүнийг зураг, төсөлдөө бодолцох нь зүйтэй.
4. Музейн барилгуудын талбайн хүрээн дотор барилгын суурь суух гүнд нэг төрлийн ул хөрс тархсан. ASTM D стандартаар инженер геологийн 3 элемент ялгасан. MNS 3263 2014 стандартаар нэг төрлийн ул хөрс ялгагдсан.
5. Богд хааны ордон музейн барилгажсан талбайд илэрсэн ИГЭ-2 ул хөрс нь “овойлтгүй” шинж чанартай. Зөвхөн усаар “жигд бус ханасан” тохиолдолд мөсний тэлэлт, гэсэлтийн “жигд бус суулт” сул зэрэг үүсэх нөхцөлтэй. Үүнийг зураг төсөлдөө бодолцох нь зүйтэй.
6. Музейн өв сан, фондын барилгын зоорийн хэсэг хэв гажилтанд орсон, өрөөнүүдийн агаарын чийгшилт хэвийн хэмжээнээс ихсэж, багасдаг, музейн үзмэрүүдийн сан хөмрөгийг хадгалах өрөөнд тавигддаг стандартын шаардлагыг хангахгүй болсон байдалд, барилгын насжилт, цаашдын хэвийн, тогтвортой ашиглалтанд оруулах талаас нь нийслэлийн мэргэжлийн хяналтын газраас холбогдох дүгнэлтийг гаргуулах, газар доогуураа “усанд автагдах” нөхцөлийг бодолцсон инженерийн хийцтэй, хамгаалалтын арга хэмжээнүүдийн зураг, төсөл гаргуулах, барих арга хэмжээг авах шаардлагатай.
7. Барилгын талбайн MSK-64 шаталбараар газар хөдлөлийн 8-баллын бүсэд байрлана. Газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураг/. Ул хөрсний оргил хурдатгал  $191-205\text{см}/\text{с}^2$  M1:10000, Одон орон геофизикийн хүрээлэн. 2017 он.

## **Талархал**

Судалгааг хийхэд гүн туслалцаа үзүүлсэн Монголын Урлагийн Зөвлөл, Богд хааны ордон музей, Комплекс Инженеринг Сервис ХХК, ШУТИС-ийн Грунтын механикийн лабораторийн хамт олонд баярлаж талархсанаа илэрхийлье.

## **Ашигласан материал**

1. БНБД 11-07-04. Барилга байгууламжийн инженерийн судалгааны нийтлэг үндэслэл УБ. 2004.
2. БНБД 11-03-01. Барилгын инженер геологийн ажил УБ. 2002.
3. БНБД 50-01-16. Барилга байгууламжийн буурь суурийн зураг төсөл зохиох норм ба дүрэм УБ хот. 2016.
4. К СНИП 2.0.2.01-83. Пособие по проектированию основания зданий и сооружений
5. СНиП- IV-5-82. Сборник-1. Земляные работы
6. БНБД 23.01.09. Барилгад хэрэглэх уур амьсгал ба геофизикийн үзүүлэлтүүд
7. БНБД 2.01.01-93/2001 Барилгад хэрэглэх уур амьсгал ба геофизикийн үзүүлэлтүүд нэмэлт, өөрчлөлт
8. БД-11-107-11. Инженер геологийн судалгааны ажлын тайлан, дүгнэлт бичих дүрэм. 2011.
9. Справочник инженерного строительства. Строй. Издат. М. 1975.
10. УБ хотын 1:10000 масштабтай инженер геологийн зураглалын тайлан. 1986.
11. УБ хотын 1-р хорооны нутаг дэвсгэрт баригдах Богд хааны музейн сан хөмрөг, фондын барилгын талбайн инженер геологийн судалгааны дүгнэлт. 2007.

# “ДАРХАН”-НЫ БҮС НУТГИЙН СУУЛТТАЙ УЛ ХӨРСНИЙ ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОТЕХНИКИЙН НӨХЦӨЛИЙН ТАЛААРХ СУДЛААЧДЫН МАТЕРИАЛААС

О.Балдорж, Я.Элбэгзаяа, Э.Удвал

“Таван үндэс” ХХК

## Өмнөтгөл

Монгол улсын “Ул хөрсний ангилал” MNS 3263:2014 стандарт-д [1] “байгаль дахь өөрийн жингээс үүсэх жинтэй тэнцэх ачааллын дор усаар норгоход 0.01-тэй тэнцүү ба түүнээс их ( $\epsilon_{si} \geq 0.01$ ) хэв гажилтын харьцангуй суулт үүсгэдэг шаварлаг ба тоосорхог ул хөрс”-ийг “суулттай ул хөрс” гэж тодорхойлсон байна.

Монгол орны нутаг дэвсгэрт тархах суулттай ул хөрсний нас, гарал үүсэл, нэр төрөл, зузаалаг ба тархалтын талаар 1970-1980-аад онд тухайн үеийн Зөвлөлт холбоот улсын ПНИИИС (Барилгын инженер-хайгуулын үйлдвэрлэл шинжилгээний институт)-ийн инженер-геологич мэргэжилтэн Ю.В. Сырокомский Сэлэнгийн бүс нутагт явуулсан инженер-геологийн судалгаа шинжилгээний ажлын үр дүнгээр 1973 онд Улаанбаатар хотод зохиогдсон “БНМАУ-ын Барилга байгууламжийн инженер-геологийн судалгаа” сэдэвт олон улсын бага хуралд “Просадочные грунты МНР” сэдэвт илтгэл тавьсан. Тус илтгэлд Монгол орны хувьд “алтан химэрлэг” ул хөрсний төрлийн “алтан химэрлэгдүү” буюу суулт үүсгэх шинж чанартай ул хөрс тархсан гэж үзсэн байна [2]. Энэ төрлийн ул хөрс нь Геологийн гарал үүсэл ба тогтоцын ерөнхий шинж чанараараа “алтан химэрлэг” /оросоор-лесвиднија грунт, ангилаар-losvidniya soil/) ул хөрсний төрөлд хамрагдаг гэж дүгнэсэн байна.

Профессор, МУЗИ, (Sc.D) Д.Дашжамц, МУЗИ Ж.Зулзагабаатар, доктор (Ph.D), Г.Намхайжанцан, доктор (Ph.D), профессор З.Биндерьяа нарын “Монгол орны геотехникийн нөхцөл” (Инженерийн лавлах) бүтээлд [3] “Дархан хотын нутаг дэвсгэрт орчин үеийн дөрөвдөгчийн настай суулт үүсгэх шинж чанартай салхины гаралтай тоосорхог элс, элсэнцэр ул хөрс 1246 га буюу нийт нутаг дэвсгэрийн 50.8%-ийг эзлэх бөгөөд энэ талбайн 99.1%-д нь 1-р төрлийн суулттай ул хөрс, 0.9%-д нь 2-р төрлийн суулттай ул хөрс тархдаг” гэж тодорхойлсон байна.

## 1. Суулттай ул хөрсний инженер-геологийн нөхцөлийн талаарх судлаачдын материалаас:

### 1.1. Дарханы бүс нутгийн суулттай ул хөрсний нас, гарал үүсэл, нэр төрөл, зузаан:

Дээр дурьдсан “Просадочные грунты МНР” [2] сэдэвт илтгэлд суулттай ул хөрсний нас, гарал үүсэл, нэр төрөл, зузаалгийн талаарх анхны нэгдсэн үнэлэлт дүгнэлт гаргаж хүснэгтээр нэгтгэн үзүүлсэн байна.

### 1.2. Ширхэглэгийн бүтэц:

Доктор (Sc.D). профессор, МУЗИ Д.Дашжамц. “Монгол орны тогтворгүй бүтэцтэй ул хөрсөнд барилга барих ухаан” “Монгол орны тогтворгүй бүтэцтэй ул хөрсөнд барилга барих ухаан” номонд [4] “Алтан химэрлэг” төрлийн ул хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнд 0.05-0.005мм-ийн хэмжээтэй тоосорхог хэсэг

50%-иас их байх бөгөөд 70%-иас их байвал маш их тоосорхог, 50-70% байвал дунд зэрэг, 50%-иас бага байвал тоос багатай гэж дүгнэсэн байна. Энэ бол жинхэнэ “алтан химэрлэг” ул хөрсний шинж чанар юм.

Хүснэгт №1

Систем	Ул хөрсний анги	Гарал үүсэл	Индекс	Ул хөрсний нэр	Ул хөрсний зузаан. м
Дөрөвдөгч. Q3-4	Дисперсний (Ширхэглэг)	Делюви (бэлийн)	d	Шавранцар	>10
				Элсэнцэр	
		Пролюви (хормойн)	p	Шавранцар	
				Элсэнцэр	
				Тоосорхог элс	
		Эолови-пролюви (салхи ба хормойн)	ep	Тоосорхог элс	10м хүртэл
Эолови (салхины)	e	Тоосорхог элс	>10		
Аллюви-пролюви (Голын ба хормойн)	ap	Тоосорхог элс	0.5-3.0		

Манай орны нутаг дэвсгэрт тархсан суулттай ул хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнийг судалгааны материалуудаас авч үзвэл “Просадочные грунты МНР” [2] сэдэвт илтгэл-д элсэнцэр болон тоосорхог элсэн ул хөрсөнд 0.05-0.005мм-ийн ширхэгтэй хэсэг 22.5-45.0%-ийг эзлэж байна гэж тогтоосон байна.

Мөн Улаанбаатар хотод 2015 онд зохион байгуулагдсан “Геотехникийн тулгамдаж буй асуудлууд ба хэтийн төлөв” сэдэвт олон улсын форумд илтгэсэн доктор (Sc.D). профессор, МУЗИ Д.Дашжамц. нарын “Орхон-сэлэнгийн районы суумтгай ул хөрсөнд барилга байгууламжийн буурь суурь төсөллөх судалгаа” [5] илтгэлд суулттай шавранцар ба элсэнцэр ул хөрсний ширхэгийн бүрэлдэхүүнд “том хэмхдэс 6-13%, элс 52-62%, тоосорхог ул хөрсний орц 22.5-45%, шавранцар хэсгийн орц 8.5-11% байна” гэж тэмдэглэсэн байна.

“Таван үндэс” компаниас сүүлийн жилүүдэд Дархан хотын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд явуулсан судалгааны үр дүнгээс суулт үүсгэх нөхцөлтэй чийглэгийн зэрэг ( $S_r < 0.7$ ), сүвшлийн илтгэлцүүр ( $e_r > 0.6$ ), хуурай хэсгийн нягт ( $\rho_d < 1.60 \text{ г/см}^3$ ), шавранцар, элсэнцэр болон тоосорхог элсэн ул хөрсний ширхэгийн бүрдэлэхүүнийг нэгтэн хүснэгтээр үзүүлэв.

Хүснэгт №2

Ул хөрсний нэр төрөл	Ширхэглэгийн бүрэлдэхүүн, %			
	Хайрга	Элс	Тоос	Шавар
Шавранцар	0	30.3-50.6	32.7-45.4	7.2-24.4
Элсэнцэр	0	23.5-44.8	42.4-60.4	7.2-16.1
Тоосорхог элс	0	30-33.3	55.4-65.0	6.4-7.0

Хүснэгтээс үзэхэд суулт үүсгэх нөхцөлтэй шаварлаг болон тоосорхог ул хөрсөнд янз бүрийн ширхэгтэй хайрга бараг агуулагддаггүй байна. Шавранцар ул

хөрсний ширхэглэгийн бүрэлдэхүүнд элс дундажаар 40.5%, тоос 39.0 %, шавар 16.0%, элсэнцэр ул хөрсөнд элс дундажаар 34.2%, тоос 51.4%, шавар 11.6%, тоосорхог элсэнд элс дундажаар 31.6%, тоос 60.2%, шавар 6.7% тус тус агуулагдаж байна.

### 1.3. Ул хөрсний чийг:

Суулттай ул хөрсийг таньж мэдэх физик шинж чанарын үндсэн үзүүлэлтийн нэг нь байгалийн чийг буюу түүний хэр зэрэг их багыг илтгэх үзүүлэлт нь чийглэгийн зэрэг ( $S_r$ ) байдаг. “Монгол орны геотехникийн нөхцөл” (Инженерийн лавлах)-д [3] Дархан хотын нутаг дэвсгэрт тархах суулттай тоосорхог элсэн ул хөрсний чийглэгийн зэрэг дундажаар 0.13-0.24, элсэнцэр ул хөрснийх 0.24-0.41, шавранцарынх 0.60-0.78 байна гэж тодорхойлсон байна.

“Просадочные грунты МНР” [2] сэдэвт илтгэл-д Орхон-Сэлэнгийн бүс нутгийн суулттай ул хөрсний чийглэгийн зэргийн үзүүлэлтийн ул хөрсний нас, гарал үүсэл, нэр төрлөөр нь тогтоосон нэгдсэн хүснэгт хийсэн байна.

Хүснэгт №3

Үзүүлэлт	Делювийн (бэлийн)		Пролювийн (хормойн)		
	Шавранцар	Элсэнцэр	Шавранцар	Элсэнцэр	Тоосоорхог элс
Чийглэгийн зэрэг, $S_r$	0.67	0.47	0.65	0.36	0.44

Хүснэгт №4

Үзүүлэлт	Эолови-пролювийн (Салхины ба хормойн)	Эолови (Салхины)	Аллюви-пролюви (голын ба хормойн)
	Тоосорхог элс	Тоосорхог элс	Тоосорхог элс
Чийглэгийн зэрэг, $S_r$	0.23	0.57	0.30

“Таван үндэс” компаниас сүүлийн жилүүдэд Дархан хотын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд явуулсан судалгааны үр дүнгээс суулт үүсгэх нөхцөлтэй шавранцар, элсэнцэр, тоосорхог элсний чийглэгийн зэргийг хүснэгтээр нэгтгэн үзүүлэв.

Хүснэгт №5

Үзүүлэлт	Шавранцар	Элсэнцэр	Тоосоорхог элс
Чийглэгийн зэрэг, $S_r$	0.68-0.84	0.29-0.76	0.12-0.33

Эндээс үзэхэд Дарханы бүс нутгийн хэмжээнд тоосорхог элс ба элсэнцэр ул хөрс чийглэгийн байдлаараа суулт үүсгэх нөхцөлтэй, шавранцар ул хөрс суулт үүсгэх нөхцөл харьцангуй бага болох нь харагдаж байна.

### 1.4. Суулттай ул хөрсний хуурай хэсгийн нягт ( $\rho_a, \text{г/см}^3$ ):

Судлаачид суулт үүсгэх нөхцөлтэй ул хөрсний нэг үндсэн шинж төлөв байдал нь хуурай хэсгийн нягт гэж дүгнэдэг байна.

“Монгол орны геотехникийн нөхцөл” [3] (Инженерийн лавлах)-д Дархан хотын нутаг эвсгэрт тархах суулттай тоосорхог элсэн ул хөрсний хуурай хэсгийн нягт

1.63г/см<sup>3</sup>, элсэнцэр ул хөрсний хуурай хэсгийн нягт 1.61г/см<sup>3</sup>, шавранцар ул хөрсний хуурай хэсгийн нягт 1.73г/см<sup>3</sup> байна гэж тодорхойлсон байна. “Просадочные грунты МНР” [2] сэдэвт илтгэл-д Орхон-Сэлэнгийн бүс нутгийн суулттай ул хөрсний хуурай хэсгийн нягтыг ул хөрсний нас, гарал үүсэл, нэр төрлөөр нь тогтоосон нэгдсэн хүснэгт хийсэн байна.

Хүснэгт №6

Үзүүлэлт	Делювийн (бэлийн)		Пролювийн (хормойн)		
	Шавранцар	Элсэнцэр	Шавранцар	Элсэнцэр	Тоосоорхог элс
Хуурай хэсгийн нягт, $\rho_d, \text{г/см}^3$	1.75	1.66	1.50	1.62	1.60

Хүснэгт №7

Үзүүлэлт	Эолови-пролювийн (Салхины ба хормойн)	Эолови (Салхины)	Аллюви-пролюви (голын ба хормойн)
	Тоосоорхог элс	Тоосоорхог элс	Тоосоорхог элс
Хуурай хэсгийн нягт, $\rho_d, \text{г/см}^3$	1.60	1.62	1.37

Дээрх судалгааны үр дүнгээс үзэхэд делювийн шавранцар ул хөрс суулт үүсгэх нөхцөл харьцангуй багатай, бүх төрлийн гарал үүслийн тоосорхог элс, элэнцэр ул ул хөрс суулт үүсгэх нөхцөлтэй байна. Манай судлаачид болон туршлагаас хуурай хэсгийн нягт нь  $\rho_d < 1.60 \text{г/см}^3$  -аас бага тоосорхог элс болон элсэнцэр ул хөрс суулт үүсгэх магадлалтай тул энэ төрлийн ул хөрсөнд суултын үзүүлэлтийг нарийвчлан тодорхойлох нь зүйтэй гэж үздэг. Гэвч ул хөрсний хуурай хэсгийн нягтыг ямар арга, аргачлалаар хэмжиж, туршиж тогтоосноос жинхэнэ бодит үр дүн гарна гэдгийг тэмдэглэх нь зүйтэй юм.

### 1.5. Суулттай ул хөрсний нүх сүвшилт буюу сүвшлийн илтгэлцүүр (e):

Суулттай ул хөрсний нэг гол шинж тэмдэг нь сүх сүвшилт юм. Түүний тоон үзүүлэлт, илэрхийлэх үнэлгээг нь сүвшлийн илтгэлцүүр гэдгийг дээр тэмдэглэсэн билээ.

“Монгол орны тогтворгүй бүтэцтэй ул хөрсний барилга барих ухаан” [4] бүтээлд алтан химэрлэг ул хөрсний “сийрэгжилт” буюу сүвшил 40-60% байдаг бөгөөд хуурай уур амьсгалтай манай орны хувьд суулт өндөр байх нөхцөлтэй гэж тэмдэглэсэн байна. Ийм ул хөрсний сүвшлийн илтгэлцүүр 0.66-1.50 хүрнэ гэсэн үг. Энэ бол жинхэнэ “алтан хямрал” ул хөрсний үзүүлэлт.

Манай орны “алтан химэрлэгдүү” буюу “суулттай” ул хөрсний сүвшлийн илтгэлцүүрийн талаар манай судлаачдын бүтээлд тусгагдсан үр дүнгээс тодруулан үзвэл “Монгол орны геотехникийн нөхцөл” (Инженерийн лавлах) бүтээлд [3] Дарханы орчны бүсийн хүрээнд элсэнцэр ул хөрсний сүвшлийн илтгэлцүүр 0.382-0.647, тоосорхог элсэн ул хөрсний сүвшлийн илтгэлцүүр 0.494-0.781 байна гэж тодорхойлсон байна.

Мөн “Просадочные грунты МНР” [2] сэдэвт илтгэл-д Орхон-Сэлэнгийн бүс нутгийн суулттай ул хөрсний сүвшлийн илтгэлцүүрийг ул хөрсний нас, гарал үүсэл, нэр төрлөөр нь тогтоосон нэгдсэн хүснэгт хийсэн байна.

Хүснэгт №8

Үзүүлэлт	Делювийн (бэлийн)		Пролювийн (хормойн)		
	Шавранцар	Элсэнцэр	Шавранцар	Элсэнцэр	Тоосоорхог элс
Сүвшлийн илтгэлцүүр, е	0.629	0.615	0.697	0.673	0.606

Хүснэгт №9

Үзүүлэлт	Эолови-пролювийн (Салхины ба хормойн)	Эолови (Салхины)	Аллюви-пролюви (голын ба хормойн)
	Тоосоорхог элс	Тоосоорхог элс	Тоосоорхог элс
Сүвшлийн илтгэлцүүр, е	0.560	0.602	0.780

“Ул хөрсний ангилал” MNS 3263:2014 стандарт [1]-д тоосорхог элсэн ул хөрсний сүвшлийн илтгэлцүүр 0.60-аас бага бол “нягт” гэсэн ангилалд орж байна. Нөгөө талаар манай судлаачид Дарханы орчны элсэнцэр болон тоосорхог элсэн ул хөрсний сүвшлийн илтгэлцүүр 0.60-аас их байх нөхцөлд суулт үүсгэх шинж чанартай байна гэж тэмдэглэсэн байдаг.

1982 онд Улаанбаатар хотод Монгол улсын Барилга, Архитекурын техник хяналтын улсын хороо, Зөвлөлт холбоот улсын Барилгын яамны Улсын барилгын зөвлөлийн хороо, Монгол улсын Барилгын зургийн төв институт, Барилгын инженер-хайгуулын үйлдвэрэл шинжилгээний институтын хамтран зохион байгуулсан “Монгол орны байгаль цаг уурын хүндрэлтэй нөхцөлд зураг төсөл ба инженер-хайгуулын судалгаа хийх нь” сэдэвт олон улсын ҮШ хуралд Зөвлөлт холбоот улсын Барилгын хорооны “ПНИИИС” институтын мэргэжилтэн О.Г.Гунешян, О.С.Кнюк нарын тавьж хэлэлцүүлсэн “Методика изучения водонасыщенных лессовых пород” [6] илтгэлд суулттай шавранцар ул хөрсний байгалийн нягт ( $\rho$ ), хуурай хэсгийн нягт ( $\rho_d$ ), сүвшлийн илтгэлцүүр(е)-ийг усны түвшнөөс дээш ба доош буюу усаар ханасан ба байгалийн чийгтэй гэсэн хоёр төлөв байдлаар нь тодорхойлж тусгасан байна.

Хүснэгт №10

Үзүүлэлт	Байгалийн нягт, $\rho$ , г/см <sup>2</sup>	Хуурай хэсгийн нягт, $\rho_d$ , г/см <sup>2</sup>	Сүвшлийн илтгэлцүүр, (е), н.х
Ул хөрсний усны түвшнээс дээш	1.80	1.43	0.89
Ул хөрсний усны түвшнээс доош буюу усаар ханасан	1.96	1.57	0.73

Хүснэгтээс үзэхэд өнгөн ул хөрсний дороос илэрч харьцангуй бага гүнд тархаж байгаа аллюви-пролювийн шавранцар ул хөрс нягтаршил багатай, нүх сүв ихтэй буюу сийрэг тогтоцтой суулт үүсгэх нөхцөлтэй нь харагдаж байна.

### 1.6. Суулттай ул хөрсний байгалийн нягт ( $\rho$ ):

Суулт үүсгэж болох нөхцөлтэй ул хөрсний шалгуур үзүүлэлт болох хуурай хэсгийн нягт ( $\rho_d$ ), сүвшлийн илтгэлцүүр( $e$ ), чийглэгийн зэрэг ( $S_r$ )-ийг үнэн зөв тодорхойлоход ул хөрсний хатуу хэсгийн ( $\rho_s$ ) нягт, ул хөрсний байгалийн нягт ( $\rho$ ), байгалийн чийг ( $W$ )-ийг хэр зэрэг үнэн зөв тодорхойлоноос хамаарна. Ул хөрсний хатуу хэсгийн нягт, байгалийн чийгийн үзүүлэлтийг стандартын дагуу лабораторид алдаа мадаггүй тодорхойлох бүрэн боломжтой. Харин байгалийн нягт ( $\rho$ )-ийг үнэн зөв, бодитой тодорхойлох нь хамгийн гол асуудал байдаг. Энэ нь тухайн ул хөрсний байгалийн нягт ( $\rho$ )-ийг ямар арга, аргачлалаар, ямар стандарт, багаж төхөөрмжөөр тодорхойлохоос хамаарна.

Үүнээс ул хөрсний “хуурай хэсгийн нягт”, “сүвшлийн илтгэлцүүр” үнэн зөв гарч тухайн ул хөрсний суулт үүсгэх нөхцөлтэй эсэхийг үнэн зөв тодорхойлох үндэслэл бүрдэнэ.

Бидэнд ул хөрсний байгалийн нягтыг тодорхойлох арга, аргачлал хангалттай байна. Гагцхүү манай инженерүүд ул хөрсний байгалийн нягтыг үнэн зөв, бодтой тодорхойлох судалгааны ажилдаа хэр зэрэг санаачлага, сэтгэл зүтгэл, мэргэжлийн ур чадвар гаргаж хариуцлагатай ажиллахаас энэ асуудал хамаарна гэдгийг энд тэмдэглэх нь зүйтэй гэж үзлээ.

1990 онд Барилгын инженер-хайгуул үйлдвэрлэл шинижлгээний институтийн Барилгын инженер-хайгуулын 2-р бригадын техник-геологич Болдбаатар, А.Хүрэлшагай нарын хариуцан гүйцэтгэсэн. Дархан хотод баригдах хар төмөрлөгийн үйлдвэрийн талбайд явуулсан инженер-геологийн судалгаагаар [7] Дархан хотын үйлдвэрийн дүүргийн нутаг дэвсгэрт тарахсан суулттай элсэнцэр ул хөрсний /тоосорхог элсний үелэлүүдтэй/ физик болон механик /геотехникийн/ шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг лабораторид болон барилгын талбайд байгалийн чийгтэй ба норголттой нөхцөлд тус тус тодорхойлсон байна. Энэхүү судалгаагаар тогтоосон суулттай элсэнцэр ул хөрсний физик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг хүснэгтээр үзүүлэв.

Хүснэгт №11

Ширхэгийн бүрэлдэхүүн, %				Физик үзүүлэлтүүд				
Хайрга	Элс	Тоос	Шавар	Байгалийн чийг, W	Байгалийн нягт, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Хуурай хэсгийн нягт, $\rho_d$ , г/см <sup>3</sup>	Сүвшлийн илтгэлцүүр, (e), н.х	Чийг-лэгийн зэрэг,
0.1	74.1	17.7	8.1	0.023	1.55	1.51	0.799	0.08

### 2. Суулттай ул хөрсний геотехникийн нөхцөл буюу туршилт шинжилгээний үр дүнгийн талаарх судлаачдын материалаас

Ул хөрсний суулт үүсгэж болох нөхцөлийг урьчдилсан байдлаар тодорхойлох зарим хялбар томъёололоос залуу инженерүүдэд танин мэдэхэд нь зориулж товч дурьдав. Е.Г Чаповсий. “Инженерная геология” бүтээлд [8] ОХУ-ын судлаач Н.Я. Денисов ул хөрсний сүвшлийн илтгэлцүүрийн ( $e_f/e_0$ ) гэсэн харьцайгаар суулт үүсгэх нөхцөлийг тодорхойлсон байна. Үүнд:  $e_f$ -хамгийн өндөр уян налархайн

үзүүлэлттэй ул хөрсний сүвшлийн илтгэлцүүр,  $e_0$  – байгалийн чигтэй үеийн сүвшлийн илтгэлцүүр.

**Хэрэв:  $e_f / e_0 < 1$  бол суулт үүсгэх нөхцөлтэй,  $e_f / e_0 > 1$  бол суулт үүсгэхгүй гэж тодорхойлсон байна.**

Мөн үүний өмнө мөрдөж байсан СНиП II-Б.1-62 барилгын дүрэмд [9] шаварлаг ул хөрсний чийглэгийн зэрэг  $S_r \leq 0.6$  байх нөхцөлд шаварлаг ул хөрсний суулт үүсгэх нөхцлийг дараах харьцайгаар тодорхойлсон байна.  $e_0 - e_f / 1 + e_0 \geq (-0.1)$  байх нөхцөлд суулт үүсгэх нөхцөлтэй гэж тодорхойлсон байна.

Эдгээр нь одоо албан ёсоор мөрдөж байгаа норматив үзүүлэлт биш боловч геологичдод ялан гуяа залуу инженерүүдэд анхан шатны мэдээлэл өгөх боломжтой гэж үзсэний үндсэн дээр энд тэмдэглэв.

**2.1. Суултыг тодорхойлох үндсэн үзүүлэлт буюу суултын харьцангуй хэв гажилт ( $\epsilon_{sl}$ ):**

ПНИИИС-ийн инженер-геологич мэргэжилтэн Ю.В. Сырокомский “Просадочные грунты МНР” сэдэвт илтгэлд [2] Орхон-Сэлэнгийн бүс нутагт тархсан суулттай ул хөрсний механик шинж чанрын үзүүлэлтүүдэд суулттай ул хөрсний харьцангуй суултын талаар анхна нэгдсэн үзүүлэлт боловсруулж хүснэгтээр үзүүлсэн байна.

Хүснэгт №12

Ул хөрсний		Даралтын ( $P, \text{кг/см}^2$ ) доорх хэв гажилтын харьцангуй суулт, $\epsilon_{sh}$			
Гарал үүсэл	Нэр төрөл	0.5	1.0	2.0	3.0
Делюви (бэлийн)	Шавранцар	0.002	0.024	0.043	0.022
	Элсэнцэр	0.008	0.009	0.018	0.040
Пролюви (хормойн)	Шавранцар	0.010	0.010	0.023	0.025
	Элсэнцэр	0.019	0.025	0.032	0.036
	Тоосорхог элс	0.016	0.019	0.017	0.016
Эолови-пролюви (Салхины ба хормойн)	Тоосорхог элс	0.002	0.005	0.006	0.008
Эолови (Салхины)	Тоосорхог элс	0.001	0.004	0.008	0.012
Аллюви-пролюви (голын ба хормойн)	Тоосорхог элс	-	0.032	0.035	0.040

“Монгол орны геотехникийн нөхцөл” (Инженерийн лавлах) бүтээлд [3] Дархан хотын нутаг дэвсгэрт тарахсан дөрөвдөгчийн настай, салхины гаралтай шавранцар, элсэнцэр, тоосорхог элсэн ул хөрсний харьцангуй суултын үзүүлэлтийг нэгтгэн даралт тус бүрээр нь тогтоосон байна.

Хүснэгт №13

Ул хөрсний нэр төрөл	Даралтын ( $P, \text{кг/см}^2$ ) хэв гажилтын харьцангуй суулт, $\epsilon_{sh}$			
	0.5	1.0	2.0	3.0
Шавранцар	0.010	0.018	0.036	0.043
Элсэнцэр	0.012	0.021	0.028	0.030
Тоосорхог элс	0.028	0.028	0.031	0.039

**2.2. Суулттай ул хөрсний шахагдах шинж чанар буюу хэв гажилтын модуль (E, МПа):**

Орхон-Сэлэнгийн бүс нутаг болон Дарханы орчны нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд тархсан суулттай ул хөрсний геотехникийн үзүүлэлтийн талаар дээрх судлаачдын ном, бүтүүлүүдэд олонтой тусгагдсан байна.

“Монгол орны тогтворгүй бүтэцтэй ул хөрсөнд барилга барих ухаан” бүтээлд [4] “Лёсс маягийн шавранцар ул хөрс”-ний хэв гажилтын модулийн чийг ба нягтаас хамаарсан үзүүлэлтийг хүснэгтээр үзүүлсэн байна.

Хүснэгт №14

Чийг, %	Сийрэгжилт, %	Хэв гажилтын модуль, E, МПа
6-8	46-48	22.0-26.0
8-14	47-49	19.0-22.0
12-18	43-45	10.0-4.0
22-25	45-48	8.0-1.5
25-30	40-45	7.0-1.3

ПНИИС-ийн инженер-геологич мэргэжилтэн Ю.В. Сырокомский “Просадочные грунты МНР” [2] сэдэвт илтгэлд Орхон-Сэлэнгийн бүс нутагт тархсан суулттай ул хөрсний хэв гажилтын модулийг (E, МПа) тодорхойлсон туршилтуудын үр дүнгүүдийг нэгтэн боловсруулж дундаж үзүүлэлтийг даралт тус бүрээр нь хүснэгтээр үзүүлсэн байна.

Хүснэгт №15

Ул хөрсний		Даралтын (P, кг/см <sup>2</sup> ) доорх хэв гажилтын модуль. E, МПа		
Гарал үүсэл	Нэр төрөл	0.5-1.0	1.0-2.0	2.0-3.0
Делюви (бэлийн)	Шавранацр	1.3	1.9	1.8
	Элсэнцэр	3.7	4.4	3.1
Пролюви (хормойн)	Шавранацр	11.4	8.7	4.7
	Элсэнцэр	5.5	4.1	2.9
	Тоосорхог элс	19.5	13.1	11.5
Эолови-пролюви (Салхи-хормойн)	Тоосорхог элс	12.1	17.2	30.2
Эолови (Салхины)	Тоосорхог элс	2.3	2.5	8.5
Аллюви-пролюви (голын ба хормойн)	Тоосорхог элс	2.9	2.5	8.5

Энэ хүснэгтэд тусгагдсан үзүүлэлт нь ул хөрсийг лабораторид компрессын норголттой туршилтаар тогтоосон үзүүлэлт байх нөхцөлтэй байна. Мөн дээрх илтгэлд элсэнцэр болон тоосорхог элсэн ул хөрсний шахагдалтын илтгэлцүүр (a, см<sup>2</sup>/кг) ба хэв гажилтын модуль (E, кг/см<sup>2</sup>)-ийг байгалийн чийгтэй ба норголттой туршилтын үр дүнгээр үзүүлсэн байна.

Ул хөрсний нэр	Шахагдалтын илтгэлцүүр (а, см <sup>2</sup> /кг)				Хэв гажилтын модуль (Е, кг/см <sup>2</sup> )			
	Байгалийн чийгтэй		Норголттой		Байгалийн чийгтэй		Норголттой	
	Хамгийн бага-их	Дундаж	Хамгийн бага-их	Дундаж	Хамгийн бага-их	Дундаж	Хамгийн бага-их	Дундаж
Элсэнцэр	0.011-0.020	0.016	0.016-0.026	0.023	200-420	260	150-230	180
Тоосорхог элс	0.004-0.027	0.013	0.004-0.031	0.013	150-400	240	130-250	160

Судлаач энэхүү илтгэлд элсэнцэр ул хөрсний барьцалдлын хүч (С, кг/см<sup>2</sup>) дундаж 0.20-0.31 кг/см<sup>2</sup>, тоосорхог элсэн ул хөрсний барьцалдлын хүч 0.10-0.30 кг/см<sup>2</sup> буюу дундаж нь 0.14 кг/см<sup>2</sup> гэж тогтоосон байна. Дотоод үрэлтийн өнцөг (φ, град) элсэнцэр ул хөрсөнд 20-35<sup>0</sup>, тоосорхог элсэн ул хөрсөнд 30-40<sup>0</sup> байна гэж тогтоосон байна.

Дээрх илтгэлд Монгол орны нутаг дэвсгэрт тархах суулттай ул хөрсний үндсэн шинж нь чийглэгийн зэрэг ( $S_r < 0.7$ ), сүвшлийн илтгэлцүүр ( $e > 0.55$ ) байхад суулт үүсгэх нөхцөлтэй гэж дүгнэсэн байна. “Монгол орны геотехникийн нөхцөл” (Инженерийн лавлах) бүтээлд [3] Дархан хотын нутаг дэвсгэрт тарахсан дөрөвдөгчийн настай, салхины гаралтай шавранцар, элсэнцэр, тоосорхог элсэн ул хөрсний хэв гажилтын модулийг нэгтгэн даралт тус бүрээр нь тогтоосон байна.

Ул хөрсний нэр	Туршилтын нөхцөл	Даралтын (Р, кг/см <sup>2</sup> ) доорх хэв гажилтын модуль, Е, МПа			
		0.5	1.0	2.0	3.0
Шавранцар	Байгалийн чийгтэй	-	28.0	24.0	20.0
	Норголттой	-	12.0	10.0	8.0
Тоосорхог элс	Байгалийн чийгтэй	-	10.9	10.1	9.6
	Норголттой	-	4.9	6.2	5.9

“Методика изучения водонасыщенных лессовых пород” [9] илтгэлд суулттай шавранцар ул хөрсний барьцалдлын хүч, дотоод үрэлтийн өнцөг, хэв гажилтын модулийг байгалийн чийгтэй ба усаар ханасан нөхцөлд төрөл бүрийн туршилтаар тогтоосон үр дүнг хүснэгтээр нэгтгэн үзүүлсэн байна.

Ул хөрсний чийглэгийн төлөв байдал	С, МПа	(φ, град)	Хэв гажилтын модуль, Е, кг/см <sup>2</sup>			
	Тодорхойлсон аргууд		Тодорхойлсон аргууд			
	Далбайт прессиометр	Штамп	Компресси	Прессиметр	Статик зонд	
Байгалийн чийгтэй	0.048-0.062	22-23	85-135	180-90	170-100	210-90
Усаар ханасан	0.051	25	100	150	105	80

Дээр тэмдэглэсэн 1990 онд Дархан хотод баригдах хар төмөрлөгийн үйлдвэрийн талбайд явуулсан инженер-геологийн судалгаагаар [7] Дархан хотын үйлдвэрийн

дүүргийн нутаг дэвсгэрт тарахсан суулттай элсэнцэр ул хөрсний /тоосорхог элсний үелэлүүдтэй/ харьцангуй суулт ба хэв гажилтын үзүүлэлтийг лабораторид компрессион туршилтаар, барилгын талбайд штампийн туршилтаар байгалийн чийгтэй ба норголттой нөхцөлд тус тус тодорхойлсон байна. Энэхүү судалгаагаар тогтоосон суулттай элсэнцэр ул хөрсний геотехникийн техникийн үзүүлэлтүүдийг хүснэгтээр үзүүлэв.

Хүснэгт №19

Суултын анхны даралт, $P_{пр}$ , кг/см <sup>2</sup>	Даралтын утгууд /P, кг/см <sup>2</sup> / дахь харьцангуй суулт. $\delta_{пр}$				Хэв гажилтын модуль, E, МПа		Барьцал-далтын хүч. C, МПа	Дотоод үрэлтийн өнцөг, $\varphi^0$
	0.5	1.0	2.0	3.0	Байгалийн чийгтэй	Норголттой		
0.4	0.012	0.021	0.028	0.030	21.0	9.0	0.009	30 <sup>0</sup>

Дархан хотод баригдах хар төмөрлөгийн үйлдвэрийн талбайд явуулсан инженер-геологийн судалгааны эдгээр үзүүлэлтүүдийг “Орхон-сэлэнгийн районы суумтгай ул хөрсөнд барилга байгууламжийн буурь суурь төсөллөх судалгаа” [10] илтгэлд мөн бусад туршилт шинжилгээний үр дүнгүүдтэй нэгтгэн жишээ болгон хүснэгтүүдээр нэгтгэн үзүүлсэн байна. Эдгээр туршилт шинжилгээний үр дүн болон судлаачдын ном, бүтээлд тусгагдсан үзүүлэлтүүдийг нэгтгэн Дархан хотын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хамгийн өргөн тархалттай суулт үүсгэх өндөр магадлалтай буюу суулттай шинж чанартай шавранцар, элсэнцэр болон тоосорхог элсэн ул хөрсний физик-механик буюу геотехникийн шинж чанарын үзүүлэлтийг харьцуулан нэгтгэн хүснэгтээр үзүүлэв.

## 1. Физик шинж чанарын үзүүлэлтүүд:

Хүснэгт №20

Ул хөрсний нэр төрөл	Физик үзүүлэлтүүд					
	Сүвшлийн илтгэлцүүр, (e)		Хуурай хэсгийн нягт. ( $\rho_d$ )		Чийглэгийн зэрэг, ( $S_r$ )	
	Дээд-доод	Дундаж	Дээд-доод	Дундаж	Дээд-доод	Дундаж
Шавранцар	0.629-0.890	0.700	1.75-1.43	1.56	0.65-0.67	0.66
Элсэнцэр	0.400-0.799	0.600	1.60-1.62	1.60	0.36-0.47	0.41
Тоосорхог элс	0.494-0.781	0.637	1.37-1.62	1.53	0.30-0.57	0.38

## 2. Механик шинж чанар буюу геотехникийн үзүүлэлтүүд:

### 2.1. Хэв гажилтын харьцангуй суулт / $\epsilon_{sh}$ /

Хүснэгт №21

Ул хөрсний нэр төрөл	Даралтын (P, кг/см <sup>2</sup> ) доорх хэв гажилтын харьцангуй суулт, $\epsilon_{sh}$ дээд-доод/дундаж			
	0.5	1.0	2.0	3.0
Шавранцар	<u>0.002-0.01</u> 0.015	<u>0.02-0.01</u> 0.015	<u>0.043-0.023</u> 0.030	<u>0.045-0.020</u> 0.030
Элсэнцэр	<u>0.019-0.008</u> 0.01	<u>0.025-0.009</u> 0.015	<u>0.032-0.018</u> 0.02	<u>0.040-0.036</u> 0.035
Тоосорхог элс	<u>0.028-0.001</u> 0.01	<u>0.032-0.004</u> 0.02	<u>0.035-0.006</u> 0.02	<u>0.040-0.008</u> 0.025

## 2.2. Хэв гажилтын модуль, /E/

Хүснэгт №22

Ул хөрсний нэр төрөл	Чийгийн нөхцөл	Даралтын ( $P, \text{кг/см}^2$ ) доорх хэв гажилтын модуль, ( $E, \text{МПа}$ ), хамгийн бага-их/дундаж			
		0.5	1.0	2.0	3.0
Шавранцар	Байгалийн чийгтэй	30	28	24	20
	Норголттой	11	$\frac{1.3-12.0}{8.0}$	$\frac{1.9-10.0}{7.0}$	$\frac{1.8-15.0}{7.0}$
Элсэнцэр	Байгалийн чийгтэй	20	$\frac{20-32}{25}$	$\frac{18-21}{20}$	$\frac{15-23}{18}$
	Норголттой	8	$\frac{3.7-23}{8}$	$\frac{4.1-4.4}{4.0}$	$\frac{2.9-3.1}{3}$
Тоосорхог элс	Байгалийн чийгтэй	10	11	10	$\frac{9.6-15}{12}$
	Норголттой	3	$\frac{2.3-19.5}{5}$	$\frac{2.5-17.2}{8}$	$\frac{5-30}{9}$

### Хэлэлцүүлэг

1. Орхон-Сэлэнгийн сав газрын цаашилбал Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд тархах “алтан химэрлэгдүү” буюу суулт үүсгэх нөхцөлтэй, шинж чанартай ул хөрсний геологийн тогтоц, гарал үүсэл, эрдэсзүй ба геохимийн шинж чанарыг геологи, инженер-геологийн суурь судалгааны түвшинд судлаж шинжлэх асуудлыг төрлийн бодлого болгон хэрэгжүүлэх арга хэмжээ авах.
2. Инженер-геологич, геотехникчид бид эхний ээлжинд суулттай ул хөрсний анхдагч үзүүлэлт болох “хуурай хэсгийн нягт”, “сүвшлийн илтгэлцүүр”, “байгалийн чийг”-ийг үнэн зөв тодорхойлохын тулд суулттай ул хөрсний байгалийн нягт, чийгийг талбайд төрөл бүрийн туршилт, хэмжилтээр тодорхойлох, лабораторид стандартын шаардлага хангасан дээж авч тодорхойлох асуудлыг инженер-геологи, геотехникийн судалгаанд мөрдлөг болгох.
3. Суулттай ул хөрсний тархалт, зузаан, нягт сийрэг төлөв байдал, суултын механик буюу геотехникийн шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг барилгын талбайд болон лабораторид төрөл бүрийн туршилт, хэмжилтээр тогтоох асуудлыг хойшлуулашгүй зорилт болгон тавих.
4. Инженер-геологи, геотехникийн мэргэжлийг сургалтын түвшинд бодлогоор уялдуулах зэрэг асуудлууд нь суулттай ул хөрсний шинж чанарыг бүрэн судлаж барилгын суурь, буурийн төлөвлөлтийг зөв тооцоо судалгааны үндэслэлтэй хийх, барилга байгууламжийн буурь суурийг бат найдвартай барьж байгуулах нөхцөл, үндэслэл бүрдэнэ гэж үзэж байна.
5. Энэ материалд тусгагдсан суулттай ул хөрсний физик-механик шинж чанарын үзүүлэлтүүд нь инженер-геологийн болон геотехникийн тайлан дүгнэлтэнд буурь суурь төлөвлөлтийн норматив болон тооцооны үзүүлэлт

болгон шууд ашиглах тоо баримт биш бөгөөд зөвхөн туршилт судалгааны ажлын үр дүнг боловсруулахад харьцуулах мэдээлэл, Дарханы бүс нутгийн хэмжээнд тархах суулттай ул хөрсийг танин мэдэхэд үндэслэл, нэн ялангуяа залуу инженерүүдэд лавлах материал болох зорилготой болно.

#### **Ашигласан материал**

1. Ул хөрсний ангилал. MNS 3263:2014 стандарт-д
2. Ю.В. Сырокомский. “Просадочные грунты МНР” сэдэвт илтгэл.
3. Д.Дашжамц (Sc.D), профессор, МУЗИ, Ж.Зулзагабаатар МУЗИ, Г.Намхайжанцан доктор (Ph.D), З.Биндерьяа доктор (Ph.D), профессор. “Монгол орны геотехникийн нөхцөл” бүтээл.
4. Д.Дашжамц. доктор (Sc.D). профессор. “Монгол орны тогтворгүй бүтэцтэй ул хөрсөнд барилга барих ухаан” (Инженерийн лавлах)
5. Д.Дашжамц. доктор (Sc.D). профессор нарын “Орхон-сэлэнгийн районы суумтгай ул хөрсөнд барилга байгууламжийн буурь суурь төсөллөх судалгаа” илтгэл.
6. О.Г.Гунешян, О.С.Кнюк нарын тавьж хэлэлцүүлсэн “Методика изучения водонасыщенных лессовых пород”
7. Болдбаатар, А.Хүрэлшагай. Дархан хотод баригдах хар төмөрлөгийн үйлдвэрийн талбайд явуулсан инженер-геологийн судалгааны тайлан.
8. Е.Г Чаповсий. “Инженерная геология”
9. СНиП II-Б.1-62 “Основания зданий и сооружений”

# ӨГИЙ НУУРЫН САВ ГАЗРЫН ГЕОЛОГИ ОРЧНЫ ГАДААД ХИЛ ДЭЭРХ ӨӨРЧЛӨЛТ

Д.Номиндарь<sup>1</sup>, Н.Батсүх<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ШУТИС, Хэрэглээний Шинжлэх Ухааны сургууль

<sup>2</sup> ШУТИС, Геологи уул уурхайн сургууль

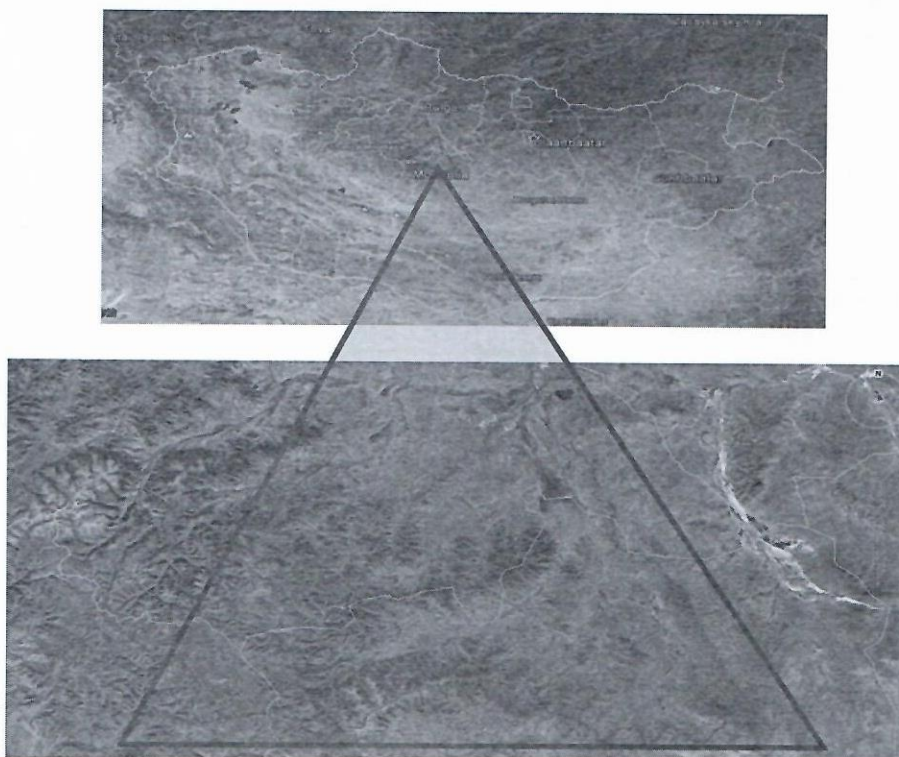
## Хураангуй

Байгалийн болон техноген хүчин зүйлийн нөлөөгөөр Өгий нуурын сав газрын геологи орчинд гарч байгаа өөрчлөлтийг нэгтгэн тоймлов. Байгалийн хөрс, ургамлыг хамгаалах, талхагдуулахгүйн тулд хөрсөн дээрх ургамлыг ашиглах зохистой харьцааг баримталж, малын тооны ачааллыг зохицуулах, бэлчээрийн даацыг хэтрүүлэн ашиглахгүй байх нь их чухал. Иймээс Өгий нуурын сав газрын хувьд өнгөн хөрсний төлөв байдлыг гаргахын тулд ургамалгүй нүцгэн газар ба хөрсний өнөөгийн байдлыг тодорхойлж онцлогыг нь ялган харууллаа.

## Оршил

Геологи орчин бол нээлттэй тогтолцоо юм. Геологи орчинд явагдаж байгаа эерэг ба сөрөг өөрчлөлтүүд нь гадаргын усан мандал, агаар мандал, амьд ертөнцөд шууд нөлөөлж үр дагавар нь илэрч байна. Нөгөө талаар газрын гадаргын өнгөн хэсгийн эвдрэл нь салхины элэгдэл, урсгал усны идэгдлийг эрчимжүүлж, агаарыг тоосжуулж, урсгал усны булингарыг нэмэгдүүлэх байдлаар геологи орчны хил хязгаар дээрх өөрчлөлтүүд харилцан үйлчилдэг [1]. Газар тариалан эрхлэх, хот суурин байгуулах, бүх төрлийн эрдэслэг баялгийг олборлох, баяжуулах, зам засах, гүүр, цахилгаан станц барих, геологи хайгуул, усны эрэл хайгуул хийх гээд хүний үйл ажиллагаа аж ахуйн эрхлэлт нь геологи орчны өнгөн хэсэгт эсвэл дотор нь явагддаг. Хүний үйл ажиллагаанд юуны түрүүнд хөрс чулуулаг өртөгдөж байдаг. Хөрсний гол шинж нь түүний үржил шим бөгөөд хөрс нь хүний хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэл явуулах гол хэрэгсэл мөн боловч шим мандлын чухал хэсэг юм [2]. Хөдөө аж ахуйн техноген ачаалал ихссэн үед тухайн газар нутгийн ургамал бүрхэвч болон хөрс хэрхэн доройтож улмаар устаж үгүй болдог зүй тогтлыг судлаач Ч.Жонсон 1961 онд тогтоосон байдаг. Бэлчээрийн ургамлын навчны ашиглалт 50% хүртэл байхад үндэс нь бараг гэмтэхгүй хамгийн ихдээ 2-4% гэмтэх магадлалтай бол ашиглалт 60% болоход үндэсний гэмтэл 50%, ашиглалт 70% болоход үндэсний гэмтэл 78%, ашиглалт 80% болоход үндэс 100% гэмтэж устдаг байна. [3] Хөрсний дээрх ургамал ногоо нь хөрсөн дэх ус чийгийн тусламжтайгаар нарны илч гэрэл, агаар дахь нүүрс хүчлийн хийг өөртөө шингээн нөхөн үржих шим тэжээлээ авдаг. Хэрвээ ургамлын навч найлзуурыг тасдаж гэмтээх явдал дээрх 50/50 харьцаанаас хэтэрвэл фотосинтез явагдахаа больж, ургамал нь шим тэжээлээр дутагдан, хэсэгхэн хугацаанд үндэснийхээ суурь шимээр тэжээгдэх боловч, улмаар үндэс нь мөн сульдаж, үхжиж эхэлдэг байна. Эсрэгээрээ, хөрснөөс цухуйж гарсан ургамлын 50%-иас дээшгүйг малд идүүлж, үлдсэн 50%-ийг хөндөхгүй үлдээж чадвал ургамал нөхөн төлжих чадвараа хадгалсаар байдаг. [4] Хөрс нь бүрхүүл ургамлын навч найлзуураар дамжуулан үржил шимээ авч нөхөн төлждөг тул ашиглалтын тодорхой харьцааг баримтлах буюу бэлчээрийн ургацыг шавхан ашиглахгүй байх нь хөрсийг өөрийг нь хамгаална гэсэн үг юм. Ургамлан нөмрөггүй болсон хөрс салхи шуурга, үер усны нөлөөгөөр эвдрэлд орон эмзэг болж, хөрсний үржил шимт өнгөн хэсэг нь угаагдан хийсч, сарниж алга болно. Хөрсний дээд хэсгийн ургамал хамгаалалт болдог.

Ургамлан нөмрөг байхгүй бол хөрсний гадарга дээр буусан нарны гэрэл хөрсний хур чийгийг хатааж, ямар ч хамгаалалтгүй болсон хөрс салхи усны нөлөөнд хялбархан гэмтэж, эвдрэлд орно. Салхи, усанд элэгдсээр газрын хэвлийд гүнзгий гуу жалга, эрэг шуудуу үүснэ [5]. Хөрс, ургамал эх байгалиас заяасан нөхөн төлжих чадвараа нэгэнт алдах тэр үе шатыг “босго давах” гэж шинжлэх ухаанд нэрлэдэг [6]. Энэхүү судалгаанд Өгий нуурын сав газрын геологи орчны гадаад хил хязгаар болох ургамлын нөмрөг ба техноген ачааллын төрөл болох малын тоо толгой болон байгалийн хүчин зүйл болох температур, хур тунадасны хамаарлыг түлхүү үзүүлэхийг зорьлоо.



1-р зураг. Өгий нуурын сав газар

### Арга аргачлал

Судалгааны объект болох Өгий нуурын сав газар нь Архангай аймгийн 5 сум, Өвөрхангай аймгийн 8 сум, Баянхонгор аймгийн 1 сумын нийт 3 аймгийн 14 сумын нутаг дэвсгэрийг хамарсан нийт 71961 орчим оршин суугчтай. [7] Өгий нуурын сав газрын хилийн уртыг газарзүйн мэдээллийн системийн аргаар 1:100000-ын байр зүйн зураг дээр тооцоход 1017 км, харин талбай нь 14300 км<sup>2</sup> байна. Өгий нуурын сав газрын өндөршилт 3424-1326м хооронд байна. Сав газрын хамгийн өндөр цэг нь Хангайн нурууны зүүн хажуугийн салбар уулс 3424м, хамгийн нам цэг нь Өгий нуурын орчим 1326м байна. Өгий нуурын сав газрын хөрс 2016 оны байдлаар уулын хөрс, нам уул ухаа толгодын хөрс, тал газар хөндий хотгорын хөрс, чийгт гаралын хөрс, голын татмын хөрс, давсархаг хөрс, бусад хөрс болон хөрсгүй газар гэсэн 7 төрөлд ангилав. Өгий нуурын сав газрын ургамалжилтын хувьд 2016 оны байдлаар 9 төрлийн бүслүүрийг үүсгэж байна.

Газарзүй мэдээллийн системийн технологийг ашиглан Landsat хиймэл дагуулын 1991, 2000, 2010, 2016 оны мэдээг боловсруулж Өгий нуурын ай савын геологи орчинд үйлчлэх ерөнхий техноген ачааллыг тодорхойлов. Мөн 250м ялгаж чадвартай MODIS хиймэл дагуулын 2000-2019 оны мэдээгээр /NDVI/ ургамал

бүрхэвчийн тархалтыг тодорхойлов. Тоон регрессыг тооцов.[8] Техноген ачааллыг тодорхойлохдоо доктор Н.Батсүхийн техноген тогтолцоог төрөлжүүлэх системчилсэн ангилалын дагуу ялган үзлээ. Өгий нуурын сав газрын геологи орчинд гарч байгаа өөрчлөлтийг томоохон газар нутгийг хамруулан, харьцангуй урт хугацаанд өндөр нарийвчлалтай тогтоохын тулд зайнаас тандан судлалын болон статистик аргыг бүс нутгийн задлан шинжилгээний арга зүйтэй хослуулан хэрэглэв. Судалгаанд газарзүйн мэдээ /Байр зүйн зураг 1:100000, Засаг захиргааны хил, хуваарь / болон статистик мэдээ /Хүн амын статистик мэдээ 1982-2019 он, Аймгуудын статистик мэдээ 1982-2019 он, ЦУОШГ-ийн цаг уурын мэдээ 1976-2019 он /-г тус тус ашиглан боловсруулалт хийж үр дүнт гаргалаа.

Хүснэгт 1.Сав газрын байгалийн болон техноген хүчин зүйлийн өөрчлөлт

	Үзүүлэлт	Хугацааны интервал	Өөрчлөлт
Техноген хүчин зүйл	Хагалсан газар /км <sup>2</sup> /	2014-2019	2.65 дахин өссөн
	Усалгаатай газар тариалан / км <sup>2</sup> /	1969-2019	1.98 дахин өссөн
	Худаг цооног /тоо ширхэг/	1969-2019	10.1 дахин өссөн
	Хот суурин газар /км <sup>2</sup> /	1982-2019	16.8 дахин өссөн
	Тусгай хамгаалалттай газар /км <sup>2</sup> /	1992-2020	5.5 дахин өссөн
	Малын тоо толгой /х.т/	1970-2019	Адуу 1.9 дахин өссөн Үхэр 2.3 дахин өссөн Тэмээ 2.7 дахин буурсан Хонь 3 дахин өссөн Ямаа 11.3 дахин өссөн
	Хүн амын тоо	1990-2019	1.04 дахин өссөн
	Автомашинны тоо	2013-2019	2.3 дахин өссөн
	Ахуйн хог хаягдал	1990-2019	1.044 дахин өссөн
	Уурхай	1998-2020	13.5 дахин өссөн
Байгалийн хүчин зүйл	Цэвдэгийн бүс, бүслүүр	1971-2015	Олон жилийн цэвдэг чулуулаг үргэжилсэн тархалтай бүслүүр 2.9 дахин өссөн Олон жилийн цэвдэг чулуулаг тасалданги тархалттай бүслүүр шинээр бий болсон. Олон жилийн цэвдэг чулуулаг алаг цоог тархалттай бүслүүр 1.59 дахин буурсан Олон жилийн цэвдэг чулуулаг ховор алаг цоог тархалттай бүслүүр 2.2 дахин буурсан Олон жилийн цэвдэг чулуулаг тохиолдлын тархалттай бүслүүр 3 дахин өссөн
	Температур	1982-2016	Өвлийн улирлын температурын явц

			буурах хандлагатай Зуны улирлын температурын явц өсөх хандлагатай
Хур тунадас	1982-2016		Жилийн дундаж хур тунадасны хэмжээ 248-157мм, зуны улиралд 149-81мм болж тус тус буурах хандлагатай байна.
Нарны цацраг	1982-2016	шулуун	Өвлийн улирлын нарны шулуун цацрагийн хэмжээ 6кВт/м <sup>2</sup> - 4.1кВт/м <sup>2</sup> буурах хандлагатай. Зуны улирлын нарны шулуун цацрагийн хэмжээ 7.2кВт/м <sup>2</sup> - 10кВт/м <sup>2</sup> болж тус тус өссөн.
Салхины хурд	1982-2016		Жилийн дундаж салхины хурд буурах хандлагатай.

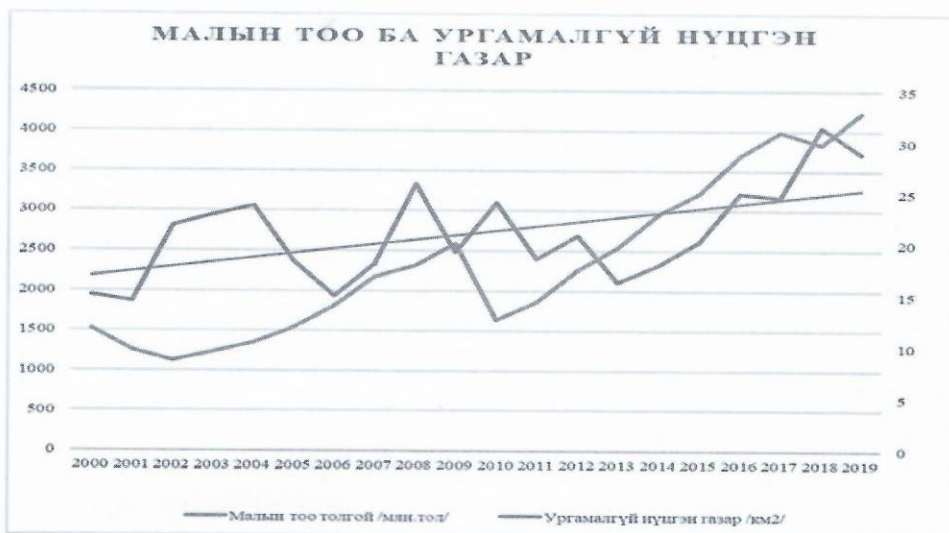


График 1 Сав газрын малын тоо толгой ба ургамалгүй нүцгэн газрын хамаарал



График 2. Сав газрын жилийн нийлбэр хур тунадас ба ургамалгүй нүцгэн газрын хамаарал



График 2. Сав газрын жилийн нийлбэр хур тунадас ба ургамалгүй нүцгэн газрын хамаарал

### Дүгнэлт

- 2019 оны байдлаар сав газрын Цэнхэр, Өлзийт, Есөнзүйл, Хужирт сумдын нутагт бэлчээрийн даац 3-5 дахин хэтэрч, Өгий нуур, Бүрд сумын нутагт даац олон дахин хэтэрч гарав. Өгий нуурын сав газрын малын тоо толгойн өсөлтөөс хамаарч бэлчээрийн ачаалал 2010 онтой харьцуулахад 2.46 дахин өсжээ. Судалгааны хугацааны интервалд малын тоо толгой ба ургамалгүй нүцгэн газрын хэмжээ хоёул цаашид өсөх хандлагатай. Детерминацын коэффициент  $R^2=0.31$
- Өгий нуурын сав газрын хувьд хур тунадас 3 бүслүүрийг үүсгэж байна. Судалгааны хугацаанд жилийн дундаж хур тунадасны хэмжээ 248-157мм, зуны улиралд 149-81мм болж буурах хандлагатай байна. Хур тунадасны хэмжээ буурахад ургамалгүй нүцгэн газрын хэмжээ өсөх хандлагатай байна. Энд Детерминацын коэффициент  $R^2=0.018$
- Зуны улирлын температурын явц  $3.4^{\circ}\text{C}$  хэмээр, нарны шулуун цацрагийн хэмжээ  $7.2\text{кВт}/\text{м}^2$ -  $10\text{кВт}/\text{м}^2$  болж тус тус өссөн, зуны улирлын хур тунадасны хэмжээ буурсан зэрэг нь хэтдээ зундаа хуурай халуун байх нөхцлийг бүрдүүлж байна. 8-р сарын хөрсний дундаж температур ба ургамалгүй нүцгэн газрын хэмжээний хоорондын хамаарлын Детерминацын коэффициент  $R^2=0.15$
- Дээрх тохиолдлуудад Детерминацын коэффициент сул хамааралтай гарч байгаа нь олон хүчин зүйлийн регрессийн загварын хамаарлын хүчийг олон тооны үл хамаарах хувьсагчийн функц болох засварласан детерминацын коэффициентээр тодорхойлох шаардлагатайг харуулж байна.

### Ном зүй

1. Н.Батсүх “Геоэкологи” Улаанбаатар 2002, хуу 25
2. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера М.,Наука, 1989, 261с
3. River Basin Management Model Project for the Conservation of Wetland Ecosystem and Its Sustainable Use in Mongolia. Ulaanbaatar 2005. pg 197

4. Брандон Бестелмейер, Жастин Ван Зий, Д.Булгамаа “Монгол орны бэлчээрийн экологийн чадавхийн судалгааны тайлан” Улаанбаатар 2011
5. Batima.P and Davgadorj “Climate change and its impacts in Mongolia” JEMR Publishing. Ulaanbaatar. 2000
6. Байгаль орчны төлөв байдлын 2006-2007 оны тайлан
7. Хүн амын статистик мэдээ 1982-2019
8. Р.Энхбат “Регрессийн шинжилгээ ”Улаанбаатар 2016, хуу 49

# ХҮСЭЭГҮЙ ДУУ ЧИМЭЭ, ТҮҮНИЙ ТАРХАЛТ

Г. Сарантуяа

ШУТИС, ГУУС, Геологи гидрогеологийн салбар

## Хураангуй

Хотын хөгжил нэг талаасаа соёл иргэншилтэй хөл нийлүүлэн алхах нь хөгжиж буй орнуудын томоохон зорилтуудын нэг байдаг боловч хөгжлөө дагаад сөрөг нөлөөлөл зайлшгүй гардагийн нэг жишээ нь орчин цагийн тахал гэгддэг дуу шуугианы бохирдол, түүний ямар эх үүсвэр шалтгаантай байдаг, холбогдох судалгаа болон хүний эрүүл мэнд, хүрээлэн буй орчин, нийгэм эдийн засагт хэрхэн нөлөөлдөг, үүсэн гарах эрсдэлээс яаж хамгаалж болох талаархи мэдээллийг хүргэх зорилгоор Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн суурьшлын орчны дуу шуугианы түвшинг гар утасны “Apple Store” болон “Play Store” дозаметр аппликешн ашиглан дуу чимээний тархалт хэмжээг 1 сарын хугацаатай автобус, орон сууц, сургууль хоолны газар, кино театр зэрэг дотоод орчин дахь хэмжилтийг ажил, амралтын цагуудад өдөр, орой, өглөө гэсэн давтамжтай өөр өөр эх үүсвэрүүдэд тухайн цагт ижил хэмжээтэй хийж гүйцэтгэсэн үр дүнг тусгаж байна.

**Түлхүүр үг:** *Шуугиан, Дозаметр*

## Оршил

Өнөө цагт дуу чимээ нь хүрээлэн буй орчинд хор хөнөөл учруулж буй хамгийн аюултай хүчин зүйлүүдийн нэг болжээ. Томоохон хотод оршин суугчдын 60 гаруй хувь нь хэт их чимээ шуугиантай байдаг гэж гомдоллодог. Дуу чимээ, чичиргээ нь төв мэдрэлийн систем, ходоод гэдэсний зам, цусны даралт зэрэгт ихээхэн нөлөөлдөг төдийгүй толгой эргэх, үе мөчний өвчин, судасны өвчин бас үүсгэдэг. Мөн дуу шуугианы бохирдол нь хотын шувуудын хоол хүнсээ олох болон үржилд ороход нь саад болдог. Энэ нь даамжирсаар биологийн олон талт байдал, төрөл зүйлүүдийн тоо толгойд ч нөлөөлж эхлэдэг. Шувуу нь өөрсдийн сонсголоороо дамжуулж аливаа аюулаас өөрийгөө хамгаалдаг. Хотын дуу чимээний бохирдол нь шувууны сонсголын чадварыг саатуулахаас гадна дуу чимээтэй ойр амьдардаг шувуудын өндөглөх тоо багасч биеийн жин, өднийх нь өсөлт нь бага хувьд жижиг биетэй байдаг. Хэт өндөр дуу шуугианы бохирдолд өртсөн шувууд кортикостерон хэмээх хүчтэй дааврыг ялгаруулж стрессын түвшинг бууруулдаг. Богино дуу чимээнээс өөрийгөө хамгаалахад бие махбодын хувьд хүчтэй дарамтанд ордог. Энэ нөхцөл байдал нь гэмтлийн дараах стрессийн эмгэгээс үүдэлтэй хүнд өвчтөнтэй адил төстэй дарамтыг өгдөг Байгалийн цогцолбор газар болон дархан цаазат бүсэд нутагладаг амьтад хүртэл дуу чимээний бохирдлын нөлөөнд автах болжээ. Канадын хот суурин газрын дуу чимээнээс болж нутгийн нэгэн зүйлийн мэлхийн тоо толгой буурсан бол Африкт авто замаас 30 метр ба түүнээс бага зайд нутагладаг бич, сармагчны тоо толгой сүүлийн 15 жилд 45 хүртэлх хувиар буурсан байна. Нидерландын ойн шувууны 60 орчим хувь дуу чимээнээс дайждаг нь тогтоогджээ. Зарим шувуу л орчиндоо тохируулан чанга дуугарах юм уу өөрөөр харилцах чадвартай байдаг. Ихэнх нь ийм чадваргүй тул чичиргээн төдий авиагаар хоорондоо харилцдаг сарьсан багваахай, шар шувуу зэрэг амьтан дуу чимээний бохирдол ихэссэнээс болж идэш тэжээлээ ч олж чадахаа больжээ. Хамагч багваахайн нэг төрөл Бехш Бехштейний сарьсан багваахай (Myotis

bechsteinii) зөвхөн энэ шалтгаанаар мөхөх аюулд хүрсэн. Далай тэнгисийн амьтад дуу чимээний бохирдлын нөлөөг хамгийн ихээр мэдэрдэг. Арилжааны завь, хөлөг онгоц болон цэргийн зориулалтын шумбагч, тээвэрлэгч хөлгүүд усны амьтдын харилцааны багагүй хэсгийг, далайн зарим хэсэгт бүр бүхлээр нь үгүй хийж байна. Далай судлаачдын анхааруулдгаар дуу чимээний бохирдлоос болж далайн амьтад ижлээсээ төөрөх, хоолгүйдэх явдал ихэсчээ. Мөн ааль зан нь тогтворгүйжиж, илүү балмад, дээрэнгүй болдог нь ч дуу чимээнээс үүдсэн тавгүйтэлтэй холбоотой.

Далайн амьтдаас хясаа нь дуу шуугианы бохирдлоос үүдэж бүрхүүлээ хааж хариу үйлдэл үзүүлдэг. Дуу чимээний бохирдолд хүртэл стрессддэг. Судлаачид дуу чимээний бохирдолд өртсөн 32 далайн хясааг судлажээ. 10–200 герц дуу чимээнд эмзэг өртөж байж.

МЭӨ 50 онд эртний Ромын оршин суугчид гудамжны чимээ шөнийн цагаар унтах боломжгүй болтол нэмэгдэж байсан тухай албан ёсны сануулга гаргаж түүнээс улбаалан Юлий Цезарь хотын эргэн тойронд аливаа тэрэгний шөнийн хөдөлгөөнийг хориглохыг шаардаж чулуун зам дээр морин тэрэг явахад унтаж байгаа иргэдийг сэрээгээд чимээ ихтэй байна гэж үзэж хотын захиргаанд иргэд гомдол гаргаад тэрэгний дугуйг зөөлөвчөөр бүрэх арга хүртэл авч байсан.

XVI зуунд захирч байсан Английн хатан хаан Елизавета I оройн 10 цагаас хойш шөнийн зодоон, гэр бүлийн өндөр дуу гарган хэрүүл хийхийг хориглож байжээ. Парист шуугиантай тэмцэх ажил 1954 оноос эхэлсэн бөгөөд дараа нь машины тээврийг хориглож, ачааны машины жолооч нар эвдэрч сүйрэхгүйн тулд ачааг нь баглаж, метроны машины дугуйнд резин дугуйг байрлуулсан байв. Гэсэн хэдий ч чимээ шуугианы ачаалал хэдэн арван жилийн дараа нэмэгддэг. Дэлхий дээр нийт 466 сая хүн сонсголын бэрхшээлтэй хүмүүс байдгаас эдгээрийн 34 сая нь хүүхэд байна. Энэ тоо нь 2050 онд 900 сая орчим болж нэмэгдэх хандлагатай байна. Харин Улаанбаатарт 8554 хүн сонсголын бэрхшээлтэй байгаа бөгөөд энэ нь нийт хөгжлийн бэрхшээлтэй иргэдийн 8.2%-ийг эзэлж байна. Тухайн хүнийг төрөлхийн болон олдмол гэж ангилах бөгөөд үүнд ажиллах орчин, амьдралын хэв маяг зэрэг олон эх үүсвэрүүдээс үүдэж сонсголын бэрхшээл бий болдог байна.

Хот суурин газар амьдарч байгаа иргэд хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй дуу шуугианы бохирдолд шууд өртөгч бөгөөд жил бүр 750 тэрбум ам.долларын хохирол учирдаг. Дуу шуугианы бохирдлыг орчин цагийн чимээгүй алуурчин ч гэж үздэг бөгөөд бид өөрсдийн хянах боломжгүй, хүсээгүй дуу чимээнд байнгын өртсөөр байдаг. 2018 оны 10 сарын 10-нд Европын холбооны гишүүн орнууд ДЭМБ-н баталсан шинэ дуу шуугианы дүрмийг мөрдөхөөр болж байна. Анх 1971 онд ДЭМБ дуу шуугиан бол хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөгч мөн учир үүнийг анхаарч зохицуулах ёстой гэж үзжээ.

### **Онолын хэсэг**

Дуу чимээний бохирол гэдэг нь орос хэлнээ “Шумовое загрязнение”, англи хэлнээ “Noise pollution” хэмээн нэрлэгдэх бөгөөд эртнээс энэ төрлийн судалгаа хийгдсээр иржээ.

*Дуу чимээ* гэдэг нь өдөр тутмын үйл ажиллагаанд сонсогдож байдаг сонсголын эрхтэнд ямар нэгэн таагүй нөлөөлөл үзүүлэхээргүй түвшинд байгаа чимээг хэлнэ.

*Дуу шуугиан* гэдэг нь аливаа хүсээгүй дуу чимээ бөгөөд агаарын орчныг бохирдуулагч физикийн бохирдуулагчдын нэг гэж үздэг. Дуу шуугианы бохирдлын өртөлтийг дам тамхидалттай холбож ойлгож болно.

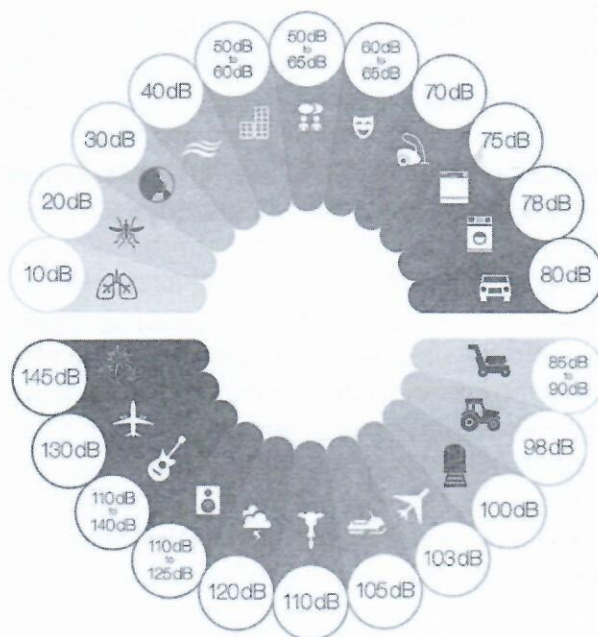
*Дуу чимээ гэдэг голдуу үл хүссэн авиа байдаг. Харин тэр хүсээгүй дуу авиа хэрээс хэтэрч яришиг төвөгтэй болбол түүнийг дуу чимээний бохирдол гэнэ [1].*



Зураг 1. Стандартын бус нислэг  
Эх үүсвэр: <https://www.trends.mn/n/8208>

**Байгалийн эх үүсвэрүүд:** аянга цахилгаан, салхи шуурга, галт уулын дэлбэрэлт, далайн давалгаа гэх мэт байдаг ч эдгээр дуу шуугианаас илүүтэй хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй дуу шуугиан илүү сөрөг нөлөө учруулдаг

**Дуу шуугианы эх үүсвэр:** хотжилт, хөдөлгүүрт онгоц, галт тэрэг, үйлдвэржилтийн эрин үе, цахилгаан хэрэгслүүд төдийгүй ханын цагийн секундын давтамж хүртэл дуу чимээний дарамтыг бий болгодог байна (зураг 2).



Зураг 2. Дуу шуугиан үүсгэгч эх үүсвэрүүд болон дууны түвшний хэмжээ.  
Эх үүсвэр: <https://medium.com/sustainable-mongolia/дуу-шуугианы-бохирдол>

Хотын чимээ шуугиантай "симфони" нь олон хүчин зүйлээс бүрддэг: төмөр зам, нисэх онгоцны чимээ, барилгын тоног төхөөрөмжийн нүргээн, үйлдвэрийн шуугиан, тэр байтугай гэр ахуйн цахилгаан хэрэгсэл гэх мэт чимээ шуугиан - нэг үгээр хэлбэл хүнийг хүрээлдэг бүх зүйл багтдаг. Томоохон хотуудын дүүргийн хурдны замууд оргил ачааллын үед цагт 2000 машин, хотын хурдны зам дээр цагт 6000 машин хүрдэг. Хамгийн хүчирхэг нь тээврийн хэрэгслийн хөдөлгөөн бөгөөд ерөнхий дэвсгэр нутаг дээр 80% дуу чимээ өгдөг.

#### **Хамгийн их орчныг бохирдуулж болох дуу чимээ:**

1. Холигч тоос соруулагч, угаалгын машин, зэрэг гэр ахуйн цахилгаан хэрэгслүүд дунджаар 87 децибел чимээ гаргадаг. Энэ нь зарим оронд зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс ч хэтэрсэн үзүүлэлт юм [2].
2. Сэтгэцэд хамгийн их нөлөөлж, хүнийг уцаарлуулдаг гэх ахуйн гол цахилгаан хэрэгсэл бол зурагт юм. Зурагт хөгжим зэргийг эцэст нь хүртэл чангалдаг хүмүүс орчны тав тухайг хамгийн их алдагдуулагчид. Тэд бусдын төдийгүй өөрсдийн эрүүл мэндийг ч хордуулдгаа мэддэггүй.
3. Үйлдвэрийн ердийн суурь машины дундаж чимээ 98 децибел. Харин том үйлдвэрүүд хэдэн арван машин төхөөрөмжтэй гэхээр үйлдвэр станцууд хотжилтын дуу чимээг үүсгэгч гол бохирдуулагчийн нэг юм.
4. Онгоц дуу чимээний бохирдолд хамгийн их хувь нэмэр оруулагч. Хот суурин газрын бүх л дуу чимээнээс хамгийн чанга буюу 150 децибел дуутай нь онгоц юм. Гэхдээ давхар зам олонтой, зам нь байнга шахуу түгжирдэг их хотуудын хувьд автомашин онгоцноос дутахааргүй дуу чимээний бохирдуулагч болдог. Түгжрэлтэй авто замын дуу чимээ дунджаар 90 децибел байдаг.
5. Хот суурин газрын орчин тойронд анзаарахгүй байхын аргагүй олон дуу чимээ бий. Ялангуяа үргэлжийн юм уу тодорхой давтамжтай дуу авиа хамгийн тээртэй. Гоожуурын ус дуслах, цагийн зүү цохилох зэрэг нь нам гүмийг хамгийн ихээр эвддэг, тархинд хамгийн яршигтайгаар нөлөөлдөг "хортнууд" юм.

**Хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл:** Дуу чимээ нь шууд болон шууд бус дан болон хавсарсан нөлөөлөл үзүүлдэг. Анагаах ухааны доктор, академич Ж.Сайжаа (Өнгөрсөн 9 сарын 24-нд шууд дамжуулсан Ийгл телевизийн Иргэний мэдээ хөтөлбөрийн Дуу чимээний бохирдол Улаанбаатарт нэвтрүүлэгт өгсөн ярилцлага дээр дурдахдаа:

Зүрх судас, мэдрэл, сонсголын системд хортойгоор нөлөөлдөг. Цусны даралт ихэсгэхэд хүргэдэг. Мэдрэлийн системд нөлөөлж нойргүйдэх, нойр хулжих шалтгаан болдог. Чихний сонсох чадамжийг бууруулж ядаргаанд ороход хүргэдэг.

Дуу шуугианд дасан зохицож сураагүй, дуу шуугианыг тэсвэрлэх чадвар багатай хүмүүс илүү хүчтэй өртдөг. Жишээ нь хөдөөнөөс шилжиж ирсэн хүмүүс хотын дуу шуугианд өртсөнөөр эрүүл мэндээрээ илүү хохирдог. Олон сар, жилээр таагүй дуу чимээтэй газар ажиллаж, амьдарсан хүнд дараах шинжүүд илэрнэ.

Нисэх онгоцны буудалд ойр амьдардаг хүмүүс цочимхой, нойр муутай болдог. Байнгын дуу чимээтэй орчинд ажиллаж, хотын төвд амьдардаг хүмүүс нам гүм орчинд байдаг хүмүүстэй харьцуулахад илүү уур уцаартай, аймхай, өөртөө итгэлгүй, гутранги байдаг нь хэд хэдэн судалгаагаар тогтоогдсон байна. Дуу чимээ ихтэй орчинд *анхаарал төвлөрүүлэх амаргүй тул ажлын бүтээмж ч багасна.*

Машины хөдөлгүүрийн хүнгэнээн, дуут дохиолол дунд удаан байвал зүрхний хэмнэл алдагддагийг судлаачид тогтоожээ. Энэ нь дархлаа муу хүмүүст амьсгал давчдах, багтрах зэрэг шинжээр илрэх бол зүрх муутай хүнийг зүрхний шигдээст ч хүргэх аюултай.

Дуу чимээний бохирдол хүүхэн харааг мөн тогтворгүйжүүлдэг. Энэ нь нас тогтох үед хараа хурдан муудахад нөлөөлдөг байна.

Хоол боловсруулах эрхтэн- Чанга дуу чимээтэй орчинд дотор тавгуйтэх нь их тул ходоод гэдэсний үйл ажиллагаа саарч, энэ нь олонтаа давтагдвал хоолны шингэц мууддаг. Америк эрдэмтдийн 2009 онд хийсэн судалгаагаар үйлдвэрийн ажилчид ердийн орчинд ажилладаг албан хаагчидтай харьцуулахад илүүдэл жинтэй болох магадлал нь 34 хувиар илүү байдаг нь тогтоогджээ.

*Зөвхөн 1851 онд анатомийн эмч Альфонсо Корти сонсголын анализаторыг олж нээсэн бөгөөд үүгээр бидний дууг Корти хэмээх эрхтэн гэж нэрлэдэг бөгөөд энэ нь дотоод чихний дунгийн хэсэгт байрладаг сонсголын мэдрэлийн аппарат юм. Дуу чимээ сонсвол бид түүний хоёр шинж чанарыг олж авдаг: давирхай (давтамж) ба хэмжээ (эрч хүч). Доод талын мэдрэх давтамж нь 16 Гц, дээд нь наснаас хамаарна: залуу насандаа энэ нь 20 кГц давтамжтай, хөгширөхөд 6 кГц хүртэл буурдаг.*

Дуу чимээний хариу үйлдэл нь тухайн хүний онцлог шинж чанар, нас, хүйс, эрүүл мэндийн байдал, мэргэжлээс ихээхэн хамаардаг. Өндөр эрчимтэй дуу чимээний биед үзүүлэх нөлөөг аль хэдийн хангалттай сайн судалжээ. Гэхдээ дунд зэргийн эрч хүчтэй дуу чимээ нь хүний биед хэрхэн нөлөөлдөг талаар бараг мэдэгддэггүй - тухайлбал, хүн амын дийлэнх нь үүнд өртдөг.

### **Судалгааны зорилго, зорилт**

Хүсээгүй дуу чимээний хэд хэдэн эх үүсвэр дээр түвшний хэмжилт хийж харьцуулан дүгнэх, зураглах зорилготой. **Зорилтууд:**

- Тухайн сэдвийн хүрээнд судалгааны талаарх мэдээлэл, дүрэм журам, стандарт, норм дүрэм зэрэгтэй танилцах, харьцуулан дүгнэх.
- Тодорхой цагуудад өөр өөр эх үүсвэрүүдийн дуу чимээг хэмжиж үзэх
- Нэгтгэн дүгнэх, зураглах

### **Судалгааны материал, арга, аргазүй, үр дүн**

Судалгаанд холбогдолтой эх материал, стандарт норм дүрмийг интернет хайлт болон гадаад, дотоодын эрдэмтэн судлаачдын бүтээл, судалгааны материалууд зэргээс олж илрүүлэн олон улсын стандарт норм дүрэмтэй харьцуулах уламжлалт аргыг ашиглан тогтоосон болно. Олон улсын стандарт, Монгол улсын стандартаар MNS 5002 2000 стандарт хэмжилзүйн үндэсний төвийн 2000 оны 12 р сарын 31 ний 146 р тоот тогтоолоор батлагдсан хөдөлмөр аюулгүй ажиллагаа, эрүүл ахуй, шуугианы норм, аюугүй ажиллагааны ерөнхий шаарлага, Зам, тээвэр, барилга, хот байгуулалтын сайдын 2010 оны 163 дугаар тушаалын 02 дугаар хавсралт, дуу чимээ тусгаарлалт БНБД 23-05-10 зэрэг стандарт, норм дүрмүүдийг харьцуулан дүгнэсэн.

Дуу чимээний давтамжийг Гц-ээр хэмжээд үзүүлэх хүчний төвшинг Дб-ээр хэмжинэ. Энэ нь дуу чимээний чанга сулыг илэрхийлэх хэмжих нэгж юм. ДЭМБ-ын 1999 онд гаргасан удирдамж ёсоор хүрээлэн буй орчны дуу чимээ нь унтлагын

өрөөнд 40 дБ (А)-ээс бага байхыг зөвлөдөг бөгөөд энэ орчинд унтаж амархад гүн нойрсолт явагдаж сайн унтаж амардаг байна. Харин ажиллах, амрах орчин, хотын дуу шуугианы стандарт хэмжээ өдрийн 07:00–23:00 цаг буюу 16:00 цагийн дундажаар 60 дБ, шөнийн 23:00–07:00 цаг буюу найман цагийн дундажаар 40 децибеллээс хэтрэхгүй байх ёстой гэж тус тус үздэг. Европын олон оронд болон АНУ-ын зарим мужид өдрийн цагт 65, шөнийн цагт 55 децибел хүртэлх дуу авиа гаргаж болохыг зөвшөөрсөн байдаг [2].

Судалгааны үндсэн хэрэг болох дуу, чимээний түвшинг хэмжих ажлыг Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн суурьшлын тодорхой орчны дуу шуугианы түвшинг гар утасны “Apple Store” болон “Play Store” дозаметр “application” ашиглан түүний тархалт хэмжээг 1 сарын хугацаатай автобус, орон сууц, сургууль хоолны газар, кино театр зэрэг дотоод орчин дахь хэмжилтийг ажил, амралтын цагуудад өдөр, орой, өглөө гэсэн давтамжтай өөр өөр эх үүсвэрүүдэд тухайн цагт ижил хэмжээтэй хийж гүйцэтгэв. Тэрхүү хэмжилтийн ажлыг дээрх ялгаатай эх үүсвэрүүд болон өөр өөр цаг хугацаанд нийт 125 удаагийн шууд хэмжилтээр сонгосон өглөө, өдөр, оройн тодорхой цагуудад дахин давтах давтамжтайгаар сарын хугацаанд шуугианы түвшинг тооцоолон гаргасан.

Тухайн хэмжилтийн цэг бүрийг дээрх стандарт норм дүрэмтэй харьцуулан үзэхэд нэг чиглэлд явж буй төрөл бүрийн тээврийн хэрэгсэлийн дотор орчин дахь шуугианы түвшин нь гадаад орчинтой ижилхэн байгаа нь ажиглагдана (Зураг 3).



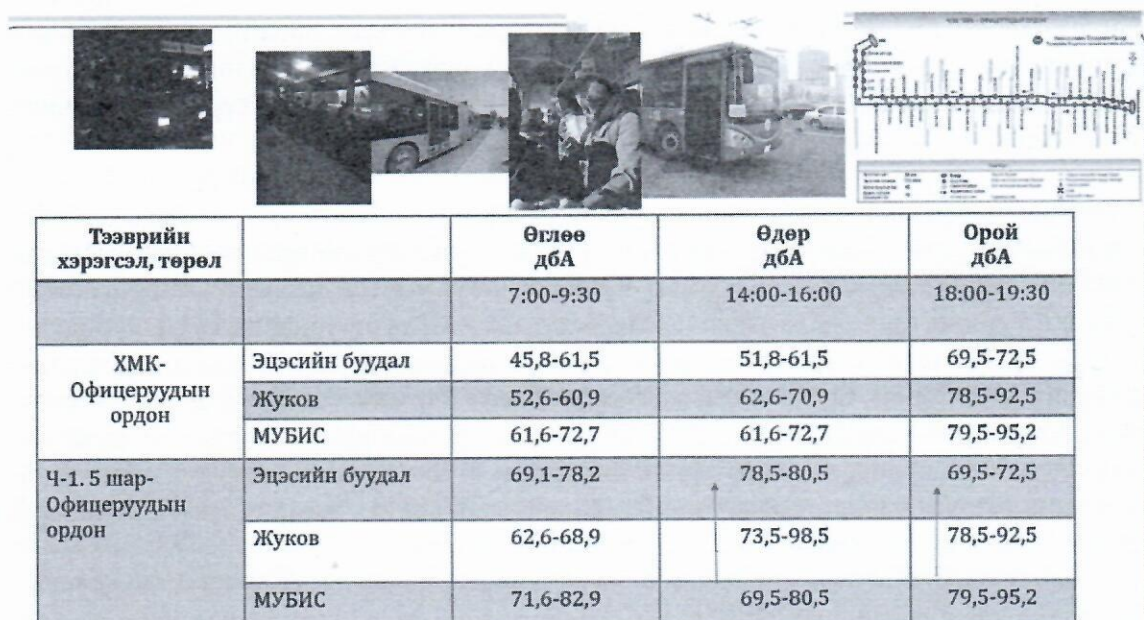
Тээврийн хэрэгсэл, төрөл	Буудлын нэр	Өглөө (дБА)	Өдөр (дБА)	Орой (дБА)
		7:00-9:30	14:00-16:00	18:00-19:30
Т:4 Ботаник-Вокзал	Эцэсийн буудал	59,8-61,5	51,8-61,5	69,5-72,5
	Жуков	62,6-68,9	62,6-70,9	79,5-92,5
	МУБИС	71,6-72,8	61,6-72,7	79,5-95,2
Ч:1 5 шар офицеруудын ордон	Эцэсийн буудал	69,1-78,2	78,5-80,5	69,5-72,5
	Жуков	62,6-68,9	73,5-98,5	78,5-92,5
	МУБИС	71,6-82,9	69,5-80,5	79,5-95,2
Ч:2 "Шар хад" МУБИС 3, 4-р хороолол	Эцэсийн буудал	52,8-61,5	51,8-61,5	
	Жуков	62,6-68,9	62,6-70,9	
	МУБИС	72,6-74,9	61,6-72,7	

Зураг 3. Тээврийн хэрэгслийн гадна талд хэмжсэн хэмжилтийн үр дүн

Дээрх хэмжилтийн үр дүнгүүдээс үзвэл манай хотод ашиглагдаж байгаа тээврийн хэрэгсэлүүд нь хөтөлгүүрийн чимээ ихтэй байгаа бөгөөд MNS17-5-1-21 автотээврийн хэрэгслийн дуу чимээний хүлцэх түвшин шинээр батлагдсан стандартын зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс дунджаар 7.3%-иар их байгаа нь ажиглагдаж байна.

Тээврийн хэрэгсэлийн дотор талын шуугианы түвшинг троллейбус (Т:4 “Вокзал-Ботаник”), Нийтийн тээврийн хөгжүүлэх сангийн хөрөнгө оруулалтаар авсан эко автобус (Ч:59 “ХМК-Офицеруудын ордон”), 18.7 метр урттай угсраа автобус (Ч:1

“5 шар- Офицеруудын ордон”) зэрэгт хийсэн хэмжилтийн үр дүнг зураг 4 т тусгав.



Зураг 4.Тээврийн хэрэгслийн дотор талд хэмжсэн хэмжилтийн үр дүн

Тээврийн хэрэгслийн дотор талд хэмжсэн хэмжилтийн үр дүнгээс харахад өглөө эрт эцсийн буудлаас хөдлөх үед бага, буудлаас зорчигч нэмэгдэх тутамд шуугианы түвшний хэмжээ ихсэж байгаа нь ажиглагдаж байгаа ба зорчигчид өглөө нойрмог дуу багатай зорчдог, өдөр, орой өндөр байгаа нь тэдний шуугиан хөдөлгүүрийн дуутай нийлэн их болдог нь ажиглагдсан. Мөн буудал зарлах хүчтэй хөгжим дуугарах бүрд хэмжилтийн утга огцом өсч байсан болно (график 1).

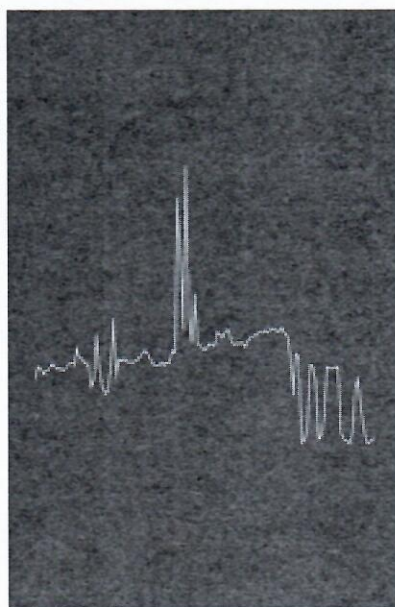



График 1. Хэмжилтэнд гарсэн өөрчлөлт

Үйлчилгээний газрын шуугианы хэмжилтийг сургууль, кино театр, хоолны газруудад өглөө, өдөр, орой хийсэн бөгөөд хамгийн өндөр үзүүлэлт өгч байгаа нь оройн цагаар ажиглагдаж байхад сургуулийн орчинд өдрийн цагаар хамгийн их хэмжээтэй буюу зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс 3.1 % иар их байгаа нь тус тус ажиглагдаж байна (зураг 5, зураг 6).






Үйлчилгээний газрууд	Хэмжилт хийсэн өдөр	Өглөө дБА	Өдөр дБА	Орой дБА
		10:00-11:30	12:30-13:00	18:00-19:30
 Өргөө кино театр	1 дэхь өдөр	41,8 Max-61.2 Avg-50.0	67,8 Max-94.2 Avg-69.3	72,0 Max-96.2 Avg-68.3
	3 дахь өдөр	49,8 Max-60.2 Avg-51.3	68,6 Max-73.6 Avg-54.5	77,1 Max-83.2 Avg-59.3
	5 дахь өдөр	50,8 Max-64.2 Avg-52.3	68,6 Max-73.6 Avg-54.5	75,0 Max-96.2 Avg-68.3
Blue Mall	1 дэхь өдөр	11:00-12:00 40,8 Max-59.2 Avg-50.0	12:30-13:00 61,6 Max-71.6 Avg-52.5	16:30 58,6 Max-63.6 Avg-51.5
	3 дэхь өдөр			
	5 дахь өдөр	49,8 Max-65.2 Avg-52.0	68,6 Max-73.6 Avg-59.5	78,6 Max-83.6 Avg-59.5

Зураг 5. Үйлчилгээний газруудад хийсэн хэмжилтийн үр дүн

Хэмжилт хийсэн байрлал	Хэмжилт хийсэн газар	Өглөө дБА	Өдөр дБА	Орой дБА
		7:00-9:30	12:30-13:00	18:00-19:30
Төв байрны 3-р давхар	Коридор	50,8 Max-64.2 Avg-52.3	62,8 Max-84.2 Avg-59.3	45,8 Max-67.2 Avg-52.3
1-309	2 хүн өөрийнхөө ажил хийх үед	33,1 Max-63.2 Avg-49.3	68,6 Max-73.6 Avg-54.5	37,1 Max-83.2 Avg-59.3
	4-5 хүнтэй үед		68,6 Max-73.6 Avg-64.5	
Хоолны газар Meал +	Үйлч. Төв хэсэгт	11:00-12:00	12:30-13:00 54,1 Max-73.6 Avg-54.5	16:30
	Угаах хэсэгт		72,8 Max-94.2 Avg-69.3	

Зураг 6. ШУТИС-ийн орчинд

Дээрх хэмжилтийн үр дүнг ажиглавал хамгийн их утга нь бүгд зөвшөөрөгдөх дээд агууламжаас давсан байгаа нь ажиглагдах ба ихэнх үйлчилгээний газрууд дахь дуу чимээний түвшин MNS 4585:2001 стандартын шаардлагад нийцэхгүй байна. Шуугианы эх үүсвэрүүдийн нэг болох гэр ахуйн цахилгаан хэрэгслийн ашиглах үед гарах дуу чимээний хэмжилтийн үр дүнг доор тусгав (зураг 7).

Төрөл	Хэмжилтийн мэдээ		
		1 83,3 Max-83,9 Avg-65.9	2 86,1 Max-86,1 Avg-74.7
Тоос сорогч 	96,5 Max-102,9 Avg-65.9		81,5 Max-98,9 Avg-61.9
Гэр доторх чимээ	7:02 33 Max-63.6 Avg-49.1	Энгийн яриа 47,2 Max-62,93 Avg-47.7	 Реклам 64,2 Max-69,2 Avg-52.5
Угаалгын Машин 	yTӨ yД yMx yMД 47.9 65.5 50.7 67.1 Max-50.1 66.8 65.7 68.0 Avg-49.0 65.7 53.7 64.	Угаах явцад XO XX yД 47,9 43,5 61,5 Max-61,5 63,8 67,3 Avg- 49,9 49,2 63,8	Мушгигчийн хамт 54,1 68,9 Max-66,4 78,93 Avg-58,4 67.2 <small>Activate Windows</small>

Зураг 7. Гэр ахуйн цахилгаан хэрэгслийн ашиглалтын үеийн хэмжилтийн үр дүн

Гэр ахуйн цахилгаан хэрэгслүүдийн дуу чимээ ерөнхийдээ өндөр буюу зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс 7.2 % иар их байгаа нь ажиглагдсан.

### Дүгнэлт

Судалгааны үр дүнд дуу чимээний дундаж түвшин тээврийн хэрэгслийн дотор /70.6 дБА/-т хамгийн өндөр, харин гэр ахуйн цахилгаан хэрэгслийнх /62.2 дБА/-т дундаж, үйлчилгээний газрынх /60 дБА/ хамгийн бага. Мөн ажлын болон амралтын өдрөөс үл хамааран шуугианы түвшин өндөр байна.

Улаанбаатар хотын суурьшлын орчны дуу шуугианы дундаж түвшин 67.3 дБА /ЗДХ 60 дБА-ээс 7.3 дБА-ээр их/ байгаа нь ДЭМБ-ын зөвлөмж болон Агаарын чанар. Техникийн ерөнхий шаардлага MNS 4585:2001 стандартын шаардлагад нийцэхгүй байна гэсэн өмнөх судлаачдын үр дүнтэй ойролцоо гарч байгаа нь ажиглагдсан болно.

Тухайн судалгааны эцсийн үр дүнг зураглахад дуу чимээний бохирдлын хэмжээг тодорхой газарт, нэгэн зэрэг хэмжих нь зүйтэй байдаг болох нь судалгааны явцад ажиглагдсан.

### Ашигласан материал

1. 2012 онд Хөдөлмөрийн Нөхцөл, Мэргэжлийн Өвчин Судлалын Үндэсний Төв. АҮШУИС, ЭМЯ А.Цэнгэлмаа1, Ч.Өнөрцэцэг2, Б.Цэцэгсайхан нарын судалгааны үр дүнгээс үзэхэд:
2. Лхагвадулмын орчуулсан “Үл үзэгдэх тахал буюу дуу чимээний бохирдол <https://www.trends.mn/n/8208>

### Интернет мэдээлэл.

1. <https://www.facebook.com/MongolTVNews/videos/641204862716779/>
2. Дуу шуугианы бохирдол <https://www.facebook.com/eaglenewssocial/videos/2250137405217353/> -

3. Road and Aviation Noise in the United States  
<https://maps.bts.dot.gov/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=a303ff5924c9474790464cc0e9d5c9fb>
4. <https://headphonesaddict.com/safe-headphone-use>
5. Deafness and hearing loss ` <http://www.who.int/en/news-room/factsheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
6. Will we ever have car-free cities? <https://www.weforum.org/agenda/2015/12/will-we-ever-have-car-free-cities>
7. These are the cities with the worst noise pollution —  
<https://www.weforum.org/agenda/2017/03/these-are-the-cities-with-the-worst-noise-pollution/>
8. Шуугианы стандартууд  
[http://www.estandard.gov.mn/index.php?module=standart&cmd=standart\\_desc&catid=352&id=218](http://www.estandard.gov.mn/index.php?module=standart&cmd=standart_desc&catid=352&id=218)
9. [https://estandard.gov.mn/index.php?module=standart&cmd=standart\\_desc&catid=352&id=218](https://estandard.gov.mn/index.php?module=standart&cmd=standart_desc&catid=352&id=218)

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НЕФТЕБАЗЫ Г. УЛААНБААТАР

С.Гантөмөр

Монгольский государственный университет науки и технологии, Улаанбаатар, Монголия  
E-mail: gntmr2000@yahoo.com

## Аннотация

В работе приводятся результаты исследования загрязнения почвенного покрова окрестностей нефтебазы, находящейся в г.Улаанбаатар (Монголия), тяжелыми металлами и нефтепродуктами. Выявлено, в зоне влияния нефтебазы содержание в почвах нефтепродуктов находится в допустимых пределах. В то же время они в значительной степени загрязнены тяжелыми металлами I и II классов опасности. Это приводит к формированию локального техногенного участка с поликомпонентным загрязнением почвы. Результаты данного исследования могут служить основой для создания базы данных с целью комплексной оценки экологического состояния и мониторинга почвенного покрова территорий города Улаанбаатар.

**Ключевые слова:** *нефтепродукт, тяжелый металл, деградация*

## Введение

На современном этапе развития человечества в формировании почвенного покрова велика роль деятельности человека [5]. В особенности это касается урбанизированных территорий, где происходят широкомасштабные отрицательные изменения, которые, как правило, способствуют деградации компонентов естественных экосистем, прежде всего почв. При этом влияние антропогенного фактора выходит далеко за рамки территории самого города, охватывая большие пространства пригородных зон. В целом, процесс урбанизации сопровождается ростом уровня экологических рисков для всех объектов окружающей среды, в особенности для биологических систем, приводя к снижению устойчивости территорий, которые становятся неспособными противостоять негативным экологическим факторам среды, включая антропогенные воздействия [6,11].

Одной из главных особенностей урболандшафтов является химическое загрязнение объектов окружающей среды различными отходами, изменения состава и свойств почв и почвообразующих пород [9,10]. Количественное и качественное ухудшение свойств почвы, изменение основных функций, включая плодородие, приводит к ее деградации [8]. Наиболее деградированными являются почвы промышленных зон городов, для которых характерным является очень сильная степень подавленности экологических функций, в первую очередь протекторной [1].

Проблема загрязнения и химической деградации не является исключением и для почв г.Улан-Батор, столицы Монголии, где проживает более 46% населения страны. В настоящее время остается недостаточно изученными особенности почвенного покрова города, в том числе и вопросы их поликомпонентного загрязнения. Одними из приоритетных загрязнителей городских почв являются

тяжелые металлы (ТМ) и нефтепродукты (НП). По данным ряда авторов [12-15], почвы города характеризуются слабой степенью загрязнения ТМ. Некоторое превышение регионального геохимического фона наблюдалось по металлам 2 класса опасности - меди, хрому и молибдену. По содержанию элементов 1 класса опасности - свинцу, цинку, мышьяку, местами наблюдается превышение не только регионального фона, но и уровня ПДК. Авторами отмечается наличие территорий со средней и сильной уровнями загрязнения, которые относятся к промышленной зоне, к районам крупных магистралей и многоэтажных застроек.

К числу опасных загрязнителей почвы относятся нефть и нефтепродукты, содержащих в своем составе множество разнообразных токсических веществ, которые отличаются по растворимости, а также по степени стойкости к биологическому разложению. Если опасность водорастворимой части нефтепродуктов заключается в возможности ее попадания в состав подземных вод, то гидрофобной составляющей – в ее относительно прочном закреплении и длительном присутствии в почвах ввиду медленной микробиологической трансформации, все это вызывает вторичное загрязнение компонентов экосистем.

### Методики и материалы

Целью данной работы явилась оценка уровня загрязнения почв города Улан-Батор тяжелыми металлами и нефтепродуктами в зоне влияния нефтебазы «Толгойт». Для выявления характера загрязнения в разных точках в сентябре 2019 года были отобраны пробы почвы в слоях 0-5 и 5-20 см согласно ГОСТ 17.4.3.01-83 [3] (табл. 1). Оценка степени загрязнения почв ТМ (меди, цинка, свинца, никеля, кобальта, кадмия и хрома) проводилась с использованием общепринятых в экологии значения ПДК [4], а также их величин, принятых в Монголии. Анализ проб почвы проводился в лаборатории института физики и технологии Академии наук Монголии согласно международным стандартам по методике ISO/TC190/SC3/WG1 с использованием атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «SHIMADZU-6300C». Определение содержания нефтепродуктов проводили в центральной химической лаборатории обогатительной фабрики Сибайского филиала Учалинского горно-обогатительного комбината на анализаторе нефтепродуктов «Невод».

Таблица 1. Координаты отбора почвенных проб

№	Номер пробы	Слой почвы, см	Объект	Координаты
1	1А	0-5см	Эстакада для вагона - 1	47°54'49.80175//
2	1Б	5-20см		106°47'33.70135//
3	2А	0-5см	Эстакада для вагона - 2	47°54'51.72574//
4	2Б	5-20см		106°47'16.75554//
5	3А	0-5см	Резервуарный парк	47°54'51.39439//
6	3Б	5-20см		106°47'35.81416//

В настоящее время нет единого норматива содержания нефти и нефтепродуктов в почве, данные о гигиенически безопасных уровнях их количества самые различные. Имеется ряд региональных нормативов, согласно которым значения ПДК нефти и нефтепродуктов таковы: для почв г.Москвы – 300, Татарстана –

1500, Санкт-Петербурга – от 180 в селитебной зоне до 2000 мг/кг на площадках разгрузки нефтепродуктов [7]. В связи с этим для интерпретации полученных результатов нами были использованы 2 значения ПДК – 1000 (принято на территории РФ в соответствии с Порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами, утвержденным Роскомземом (10.11.93) и Минприроды РФ (18.11.93)), и 275 мг/кг (принято для почв территорий автозаправочных станций в соответствии с Временным региональным нормативом содержания нефтепродуктов в почвах Санкт-Петербурга [2]).

### Результаты и их обсуждение

В результате анализов были получены следующие данные (рис. 1).

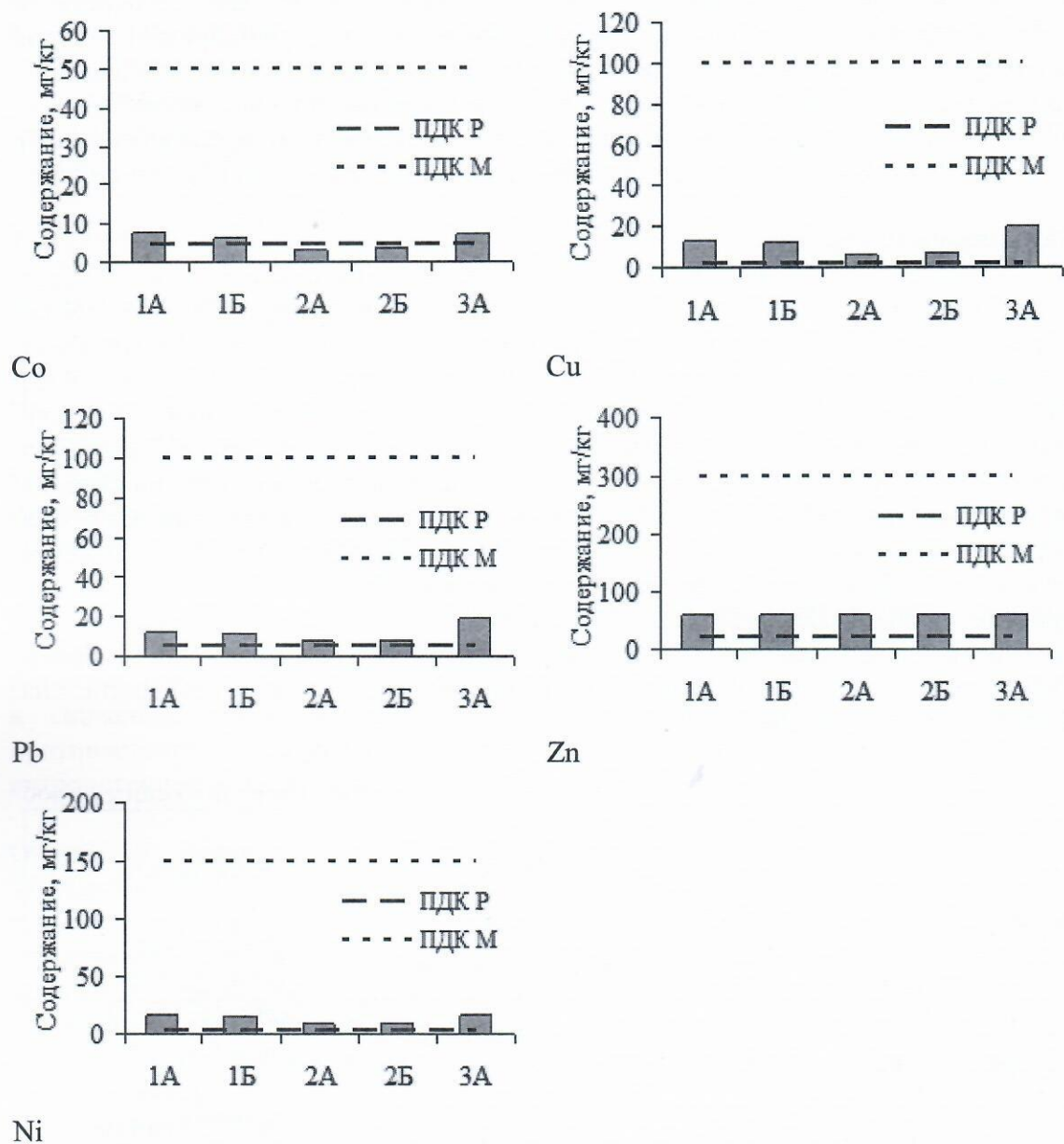


Рисунок 1. Содержание ТМ в почвах окрестностей нефтебазы г.Улаанбаттар (Монголия). Усл. обозн.: ПДК Р и ПДК М – соответствующие величины ПДК, принятые в России и Монголии

Из рисунка очевидно, что содержание подвижных форм металлов во всех почвенных пробах значительно ниже уровней ПДК, принятых в Монголии. В то

же время по всем металлам отмечено превышение уровней ПДК, принятых в России. Исключение составляют пробы почвы в точке 2 по кобальту. Следует отметить, что содержание цинка в пробах почти одинаковое, не отличается по точкам определения, превышая ПДК в среднем в 2,63 раза. Концентрация хрома имеет повышенные значения в точке 2 (4,7-5,2 ПДК), меди и свинца – в точке 3 (6,5 и 3,2 ПДК соответственно). В точках 1 и 3 по кобальту, никелю и кадмию отмечается относительно выровненные и более высокие по сравнению с точкой 2 значения, которые выше ПДК соответственно в 2,1-2,5, 3,7-4,2 и 3,2-3,8 раза.

В проведенных ранее исследованиях в почвенном покрове территорий автозаправочных станций города было зафиксировано формирование техногенных зон поликомпонентного загрязнения повышенной экологической опасности [16]. Наши исследования по определению содержания нефтепродуктов в тех же почвенных образцах показали, что в отмеченных точках почвы имеют достаточно низкий уровень загрязнения, не превышающий значения ПДК (рис. 2).

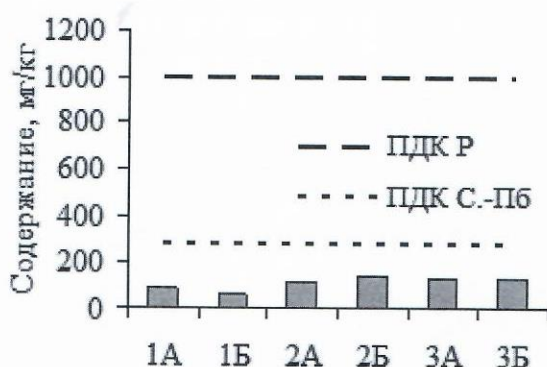


Рисунок 2. Содержание нефтепродуктов в почвах окрестностей нефтебазы г. Улаанбаатар (Монголия). Усл. обозн.: ПДК Р и ПДК С.-Пб – соответствующие величины ПДК, принятые в России и в Санкт-Петербурге [2]

Наименее загрязненной является точка 1 с содержанием нефтепродуктов в слоях почвы 0-5 и 5-20 см 84 и 56 мг/кг соответственно. В точке 2 почва в слое 5-20 см несколько более загрязнена (147) по сравнению с поверхностным слоем (120 мг/кг). В точке 3 нет различий по данному показателю по слоям почвы (132 мг/кг).

### Заключение

Таким образом, в почвах окрестностей нефтебазы «Толгойт» содержание нефтепродуктов находится в допустимых пределах. В то же время они в значительной степени загрязнены тяжелыми металлами I и II классов опасности, подвижные формы которых превышают уровень ПДК. С учетом того, что источник загрязнения в настоящее время является действующим и процесс загрязнения нефтепродуктами будет продолжаться, следует констатировать факт формирования локального техногенного участка с поликомпонентным загрязнением высокой экологической опасности. В этой связи результаты данного исследования могут служить основой для создания базы данных с целью комплексной оценки экологического состояния и мониторинга почвенного покрова территорий города.

#### Список использованных источников

1. Безуглова О.С. Урбопочвоведение / О.С.Безуглова, С.Н.Горбов, И.В.Морозов, Д.Г.Невидомская; Южный федеральный университет. – Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2012. – 264 с.
2. Временный региональный норматив содержания нефтепродуктов в почвах Санкт-Петербурга. – СПб, 1993. – С. 50.
3. ГОСТ 17.4.3.01-83 Общие требования к отбору проб. (СГ СЭВ 3347-82). - М.,1983.- 44 с.
4. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. - 3с.
5. Добровольский Г.В., Бабьева И.П., Богатырев Л.Г. и др. Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере / Г.В. Добровольский (ред.). М.: Наука, 2003. 364 с.
6. Добровольский Г.В., Строганова М.Н., Прокофьева Т.В., Стриганова Б.Р., Яковлев А.С. Почва, город, экология. М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. 320 с.
7. Крятов И.А., Тонкопий Н.И., Ушакова О.В., Водянова М.А. Современные проблемы разработки гигиенических нормативов в почве // Гигиена и санитария. 2012. №5. С. 69-72.
8. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель: Приложение к письму Комитета РФ по земельным ресурсам и землеустройству от 27.03.1995 г. № 3-15/583.
9. Прокофьева Т.В., Мартыпенко И.А., Попутников В.О. Трансформация почв рекреационных территорий г. Москвы (на примере природно-исторических парков «Тушинский», «Покровское-Стрешнево» и старых рекреационных садов) // Лесные экосистемы и урбанизация. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. С. 125-151.
10. Рысин Л.П. Лесные экосистемы на урбанизированных территориях // Лесные экосистемы и урбанизация. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. С. 6-23.
11. Рысин С.Л. Методология и методика изучения рекреационного потенциала лесопарковых ландшафтов // Мониторинг рекреационных лесов. М.: ОНТИ ПНЦ РАН, 2003. С. 115-135.
12. Batjargal T., Otgonjargal E., Baek K., Yang J-S. (2010). Assessment of metals contamination of soils in Ulaanbaatar, Mongolia // Journal of Hazardous Materials. 2010. – 184(1–3). – P. 872-876.
13. Dorzhgotov D., Bathishig A. Hөrsnij chanar. Hөrs bohirdyylagch, zөvshөөrgdөh jelementuudijn bodis high amount. Mongol ulsyn standard-standard-chilal, hjemzhilzyjn yndjesnij төv. – Ulaanbaatar, 2008. – 8 p.
14. Kasimov N.S., Kosheleva N.E., Sorokina O.I., Bazha S.N., Gunin P.D., Enkh-Amgalan S. Ecological-geochemical state of soils in Ulaanbaatar (Mongolia) // Eurasian Soil Science. 2011. – 44(7). – P. 709-721.
15. Kosheleva et al., 2010 – Kosheleva N.E., Kasimov N.S., Baja S.N., Gunin P.D., Golo-vanov D.L., Jamnova I.A., Enkh-Amgalan S.(2010). Soil contamination by heavy metals in industrial cities of Mongolia//Vestnik of Moscow University. Series Geography. 2010. – № 3. – P. 20-27.
16. Sambuu G., Gantumur H., Kharitonova G. V. Soils pollution with oil products (Ulaanbaatar, Mongolia) // Biogeosystems Technique. – 2018. – 5(1). – P. 129-140.

# ЖАРАН, ЖАРНЫ ТҮҮХИЙГ БҮТЭЭЛЦЭЖ ЯВАА ИНЖЕНЕРҮҮД

Р.Алтанчимэг

“Орхон-Гидрогео” ХХК  
И-мэйл: aradnaa58@gmail.com

Монгол Улсад Инженер геологийн алба үүсч хөгжсөний 60 жил, Геологи уул уурхайн сургуулийн 60 жилүүдийн түүхийн бүтээн байгуулалтанд сургалт судалгаа, мэдлэг мэргэжлээрээ Инженер хайгуулын Үндэсний мэргэжлийн боловсон хүчний цөмийн эд эс болон суралцаж, ажиллаж яваа шавь-инженерүүдээ магтан дуулья.

2006 оны намар ШУТИС-ийн Геологи, газрын тосны сургуульд “Геоэкологи” гэсэн мэргэжлээр ангиар нь элсэлт авч нэгэн анги хамт олон бүрэлдэж 26 оюутнуудын ангийн ЗӨВЛӨХ БАГШ-аар ажиллан 15 инженер төрүүлснээс хойш 10 жил болжээ.

**ШИНЖЛЭХ УХААН ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ**  
**ГЕОЛОГИ, ГАЗРЫН ТОСНЫ СУРГУУЛЬ**  
**2006 ГЕОЭКОЛОГИ 2010**

Танин мэдэхүйн  
хүслээр ангиж  
Талын бүргэд инг  
эрэмгий явцаг  
Оюутан андууд  
жавхаатай  
Оюутан нас  
минь жаргалтай

**УРИЛГА**  
Манай ангийнхаан бүтдээрээ  
2014 оны 6 сарын 13-нд 12 нагт  
сурч байсан сургууль дээрээ уулзацгаан

Ангиас маань зарим хүүхдүүд нь хүсэл сонирхол, ар гэр, ахуй амьдралын шаардлагаар анги шилжих, чөлөө авах, гадаадад суралцах зэрэг өөр өөр замаар явцгаасан боловч одоо хирнээ ангийнхантайгаа байнгын холбоотой. Өөр чиглэлээр суралцаж ажил хөдөлмөр эрхэлж яваа Б.Мөнхтайван, Б.Батдорж, Б.Оргилболд, Д.Буян-Өлзий нар сайн сайхан яваад нь бид бүгд баярлаж байдаг. Ийнхүү залуу-оюутан цагийн анд нар насан туршийн найз байдаг юм байна.

Манай ангийхан Ерөнхий геологи, Геоэкологи, Геологийн зураглал гэсэн 3 төрлийн хичээлүүдийн Сургалтын хээрийн дадлагат явснаар мэргэжилдээ улам дур сонирхолтой болсон төдийгүй анги хамт олон батжих таатай сайхан боломж бий болсон. Тэдний дадлагын “Сүлд дуу” нь: Тэмээн сүргийн говьдоо ... гээд л Д.Буян-Өлзий гэдэг Өмнөговийн хүү маань их л сайхан дуулдагсан.

Миний шавь нар салбарын болон сургуулийнхаа оюутны эрдэм шинжилгээний хуралд тогтмол сайн оролцдог. Оюутан Э.Удвал, Н.Ганзориг нар УБ хотын Чингэлтэй дүүргийн дугаар хорооны нутаг дэвсгэр – Дэнжийн мянгын 57-р сургуулийн зүүн талаас 32-ын тойрог хүртлэх даланг бохираар дүүргэсэн мөн далан дагасан хог бохирыг судалж тооцоолж “Хөрсний бохирдол”-ын талаар өөрсдөө бие даан судалгаа хийж, илтгэл бичиж хэлэлцүүлж Шилдэг илтгэлээр шалгарч Байгаль орчны яамнаас Засгийн газрын ордонд болсон хэлэлцүүлэгт урилгаар оролцож 2-р байранд шалгарч байлаа. Оюутан Э.Удвал Эссэ бичлэгийн мастер. Манай ангийхан Мод тарьж ШУТИС-ийн төгөл бий болгоход маш сайн оролцсон, даанч тэр төгөлийг устгаж жилийн дараа газрыг нь өөр хүмүүс авсан байсан...



Сургалтын хээрийн дадлагын үеэр



Салхины чиг, хурд хэмжиж байгаа нь

## СУРГАЛТЫН ХЭЭРИЙН ДАДЛАГУУД



Монгол оронд Геологи, уул уурхайн үйлдвэрлэл эрчимтэй хөгжиж байсан ч Геоэкологийн инженерийн орон тоог бий болгож уг мэргэжлийн үнэ цэнийг мэдрүүлэхгүй, төрийн бодлого алдагдсантай холбоотой бидний бэлтгэсэн үнэ цэнэтэй мэргэжил, нарийн мэргэжлийн инженерүүд ажлын байргүй өөр мэргэжилрүү хөлбөрөн суралцаж, ажиллах болсон юм.

Геоэкологи мэргэжлийн инженерүүд Инженер геологийн салбарт ажиллангаа сургуульдаа ахисан түвшний сургалтанд үргэлжлүүлэн суралцаж Инженер геологийн магистр (Я.Элбэгзаяа, Г.Чинзориг, Б.Мөнхчулуун, Н.Ганзориг), Геологийн магистр (Т.Ариунаа), Барилга Архитектурын сургуульд Барилгын бүтээц эдлэлийн технологич, мөн Чанарын Удирдлагын тогтолцоонд дотоод аудит хийх Олон Улсын эрхтэй (Б.Эрдэнэсүвд), Герман Монголын хамтарсан Ашигт малтмалын сургуульд Байгаль орчны удирдлага мэргэжил (Л.Шинэцэцэг) -үүдээр магистрантурт суралцсан төдийгүй Инженер геологийн Мэргэшсэн инженерүүдийн тоог 10-аар нэмсэн нь бахархмаар амжилт.

Инженер Г.Чинзориг ахмад туршлагатай инженерүүдтэй хамт ажиллаж туршлага хуримтлуулан улмаар төрийн алба Барилгын Хөгжлийн Төв ТӨААТҮГ-ын ББЗТМХ-ийн Инженер геологийн судалгааны магадлал хариуцсан мэргэжилтнээр сүүлийн 7 жил амжилттай сайн ажиллаж, мэргэжлийн холбоо, байгууллагын “Хүндэт жуух бичиг”, Монголын Залуучуудын Холбооны “Хөдөлмөрийн Алдар” (2016 он), “Тэргүүний залуу” (2019 он) цол тэмдгүүдийн эзэн болсон нь бас нэгэн бахархал. Бусад инженерүүд ч гэсэн байгууллага хамт олноо хошуучлан сайн ажиллаж “Байгууллагын Аварга”, “Шилдэг ажилтан” цол хэмгэмээр шагнагдсан байна.

2010 онд Геоэкологийн анги төгссөн инженерүүд Үндэсний Инженер геологийн мэргэжлийн Компаниудад ахмад инженерүүдийг дагалдан ажиллаж сайн мэргэшсэн мэргэжлийн инженерүүд болсон нь дараах томоохон төсөл, ажлуудын жагсаалтыг уншихад мэдрэгдэнэ.

#### ТОМООХОН АЖЛУУДААС ДУРЬДВАЛ:

- Говь-Алтай, Тайшир-Алтай төсөл.54.2 км ЦУДШугамын трасс. (Н.Ганзориг, Б.Мөнхчулуун, Я.Элбэгзаяа, Э.Нарангэрэл),
- Алтанбулагаас Хүй долоон худаг хүртлэх 180 км –ийн Хурдны зам (Н.Ганзориг, Б.Мөнхчулуун, Я.Элбэгзаяа, Э.Нарангэрэл),
- УБ хот Хан-Уул дүүрэг. ТОСК-ийн Буянт-Ухаа II ОСХороолол (Н.Ганзориг, Б.Мөнхчулуун, Я.Элбэгзаяа, Э.Нарангэрэл),
- Улаанбаатараас Дундговь аймаг хүртлэх ЦДАШ-ын ажил (Я.Элбэгзаяа, Н.Ганзориг, Э.Нарангэрэл, Б.Мөнхчулуун),
- Мандалговь Таван толгой чиглэлийн ЦДАШ-ын ажил ... (Б.Эрдэнэсүвд),
- Төрийн банк, орон нутгууд дахь салбар банкнуудын барилгын талбайн ИГ-ийн судалгааны ажлууд... (А.Ариунзаяа),
- УБ хотын шинэ Нисэх онгоцны буудлын төсөлд Чанарын хяналтын багт инженерээр ажилласан (Л.Шинэцэцэг, Б.Баярмаа, Б.Мөнх-Эрдэнэ, Б.Эрдэнэсүвд),
- Нийслэлийн Байгаль орчны газрын ногоон бүсийн усны чанарт хяналт шинжилгээ судалгааны ажил (Л.Шинэцэцэг),
- УБ хотын 1:25000 масштабтай Геоэкологи, Гидрогеологийн зураглалын ажил (Л.Шинэцэцэг),
- Зүүнбаян Гашуун сухайт чиглэлийн Төмөр замын далангийн хяналтын ажил (Л.Шинэцэцэг),
- Баруун Хараагаас Хүй долоон худаг хүртлэх Хурдны зам (Б.Мөнхчулуун, Н.Ганзориг, Я.Элбэгзаяа, Э.Нарангэрэл, Э.Удвал),

- Сайншанд Замын Үүд чиглэлийн 280 км Хурдны замын трасс (Я.Элбэгзаяа, Э.Нарангэрэл),
- Зүүнбаянгаас Тавантолгой хүртлэх 294 км Төмөр замын трассийн ИГ судалгаа (Я.Элбэгзаяа, Э.Удвал),
- Оюу толгойн Ил уурхайн Хүдрийн хаягдал хадгалах байгууламжийн Геотехникийн хяналтын судалгаа (Э.Нарангэрэл),
- Баруун 6 аймгийн Нисэх буудлын талбайн өргөтгөл, шинэчлэлийн ИГ судалгаа (Я.Элбэгзаяа, Э.Удвал) гэх мэт.

Инженер Б.Мөнхчулуун, Н.Ганзориг нар Инженер геологийн чиглэлийн “Топ геотехник” ХХК компаниа үүсгэн байгуулж биеэ даан амжилттай ажиллаж байгаагаас харахад 2010 онд “Геоэкологи” мэргэжлээр төгссөн төгсөгчид Инженер геологи мэргэжлээр нилээд сайн мэргэшсэнийг илэрхийлж байна.

Нарийн мэргэжлийн инженерийн сургалтыг сайн боловсруулж, зааж сургасан эрдэмтэн багш нартаа шавь нарынхаа өмнөөс баярласан талархсанаа илэрхийлж, та бүгдийн шавь нарын богинохон хугацааны багахан амжилтуудаас толилуулж байгаадаа Би ч гэсэн баяртай байна.

## МАНАЙ АНГИАС ТӨРСӨН АНХНЫ МЭРГЭЖЛИЙН КОМПАНИ “ТОП ГЕОТЕХНИК” ХХК

**ТОП ГЕОТЕХНИК ХХК**  
ВАРИЛГЫН ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОТЕХНИК

**Инженер техникийн ажилчид**  
Монгол Улсын Зөвлөл инженер /Инженер-геологич - 2/  
Монгол Улсын Мэргэсэн инженер /Инженер-геологич - 2/  
Гидрогеологич - 2  
Геологич - 2  
Өрмийн мастер - 3

**Инженер геологи, геотехникийн судалгаа**

- Бүх нутаг хэл сууригчид хөгжлийн төсөл, өрөнхий төлөвлөгөөнд зориулсан инженер-геологийн төлөв дүнд масштабын зурилга судалгааны ажил.
- Бүх төрлийн барилга байгууламжийн техникийн болон ажлын зургийн үе шатны инженер-геологи, геотехникийн судалгаа.
  - Бүх төрлийн орон сууц.
  - Иргэний барилга байгууламж.
  - Бүх төрлийн үйлдвэрийн барилга байгууламж.
  - Эрчим хүчний барилга байгууламжууд.
  - Нойргойн барилга байгууламж.
  - Шугамын барилга байгууламжууд.
  - Авто болон тэмцэр зам, гуур хяроой, газрын дарх болон доорх ус, дий шилжмэл дамжуулах жолоод, хөнгөлүүд, эрчим хүчний цэвэрлэлийн зүтгэл сулж, нислэгийн зураас.
- Гидрогеологийн барилга байгууламжууд.
  - Усан цэвэрлэлийн станц, усан сан, ява цөөрөг, усны дам, сүвэг агууруу, ус цуглуулах болон цэвэрлэх барилга байгууламжууд.

**Өрөмдөл техникийн хүчин чадал:**  
Ул төрсний байгалийн төлөв байдлыг алдагдуулахгүйгээр дээж авах зориулалттай хуурай, баганат, зүргэлтээр 50тн өрөмдөл хүчин чадалтай: УГБ-90н Өрөмийн машин- 2 ш  
УГБ-100-Өрөмийн машин- 1 ш

**Инженер геологийн судалгааны талбайн туршилтууд**

- Цэндэг үл төрсний судалгаа температурын хэмжээг, нийлбэр чийг тодорхойлох
- Үл төрсний нягтыг тодорхойлох туршилтууд /SPT, DPE, CPT/
- Үл төрсний хэл гажилтыг барилгын талбайр шатмал туршилтаар тодорхойлох /Plate Load test /
- Үл төрсний нягтыг алсан конусын аргаар тодорхойлох /Sand cone test /
- Үл төрсний хувийн цвирлээн эсэргүүцэл талбайр болон лабораторид тодорхойлох

99043168, 99939579  
Top Geotechnical ХХК  
topgeotechnical@gmail.com

Миний хэдэн шавь нарыг үйлдвэрлэлд дагалдуулан сайн сургаж, залгамж хойч үеэ бэлтгэж байгаа Монгол улсын Зөвлөх инженерүүд О.Балдорж, Ц.Оюун Л.Бадамцэцэг, Д.Оюунцэцэг болон бусад олон инженер геологичдад гүнээ талархаж явдаг.

2010 оны “Геоэкологи” мэргэжлийн ангийн төгсөгчид Сургуулиа төгссөн 10-н жилийн ойгоороо мэргэжлийн тэнхимийн доктор (PhD), дэд профессор Г.Сарантуяа багшийн бичсэн “Мэдээллийн системийн технологи 1” сурах бичгийг ивээн тэтгэн хэвлүүлэх ажилд туслалцаа үзүүлэв.

САЙН ҮЙЛС БҮХЭН ДЭЛГЭРЭХ БОЛТУГАЙ

## ОЛОН УЛСЫН ЗОЧНЫ МАНЛАЙЛАЛЫН ХӨТӨЛБӨРТ ОРОЛЦЛОО

Н.Буянхишиг

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

1940 онд тэрбумтан Жон Рокфеллерийн ач хүү, Нелсон Рокфеллер Америкийн Бүгд Найрамдах Улсуудын Арилжааны болон соёлын асуудал эрхэлсэн зохицуулагч байхдаа солилцооны хөтөлбөрийг санаачилжээ. Олон улсын зочны манлайлалын хөтөлбөр нь удирдагчдыг богино хугацааны хөтөлбөрүүдээр дамжуулан Америкийн түншүүдтэй холбож өгөх замаар АНУ-ыг дэлхийн улс орнуудтай харилцах харилцаа холбоог бэхжүүлэхэд тусалдаг. Жил бүр 5000 орчим солилцооны оролцогчид олон улсын зочны манлайллын хөтөлбөрөөр АНУ-д ирдэг байна.

Олон улсын зочны манлайллын хөтөлбөрийн нэг болох Hidden No More солилцооны хөтөлбөрийг шинжлэх ухаан, технологи, инженерчлэл, математикийн салбарт эмэгтэйчүүд, охидын оруулах хувь нэмрийг хөгжүүлэх, онцлох зорилгоор хүмүүст урам зориг өгдөг, кино дэлгэцийн шагнал хүртсэн “Hidden figure” киноноос сэдэвлэн 2017 оноос эхлүүлсэн. 2019 онд шинжлэх ухаан, технологийн чиглэлээр ажилладаг 50 эмэгтэй АНУ-д гурав дахь жилдээ зохион байгуулагдсан Hidden No More олон улсын зочны манлайллын хөтөлбөрт оролцлоо.



50 орны эмэгтэйчүүд Жон Хоппингсын их сургуулийн хэрэглээний физикийн лабораторийн этэгтэйчүүдийн хамт

2019 оны оролцогсод Вашингтон ДС, Алабама, Флорида, Иллинойс, Массачусетс, хойд Каролина, өмнөд Каролинад очин мэргэжлийн хүмүүстэй уулзан, Үндэсний Газарзүйн Хүрээлэн, НАСА, Смифсон ба Жэна Дэвисын хүрээлэн гэх мэт хувийн болон улсын 77 байгууллагад зочлон, 85 уулзалт, 75 хэлэлцүүлэг хийн соёлын болон нийгмийн үйл ажиллагаанд оролцсон билээ. Массачусетсийн Технологийн

их сургууль, Кембрижийн Инновацийн төв, IBM Ватсон эрүүл мэнд, Майкрософт, Пенсакола хотын Хүн ба машин танин мэдэхүйн хүрээлэн, Калтех их сургууль болон Волт Дисней студи зэрэг технологи эрчимтэй хөгжиж буй сургууль хүрээлэн, компанитай танилцсан нь их сонирхолтой байлаа.



Флорида мужийн, Пенсакола хотын зөвлөлийн гишүүн Шерри Мэйрсийн хамт

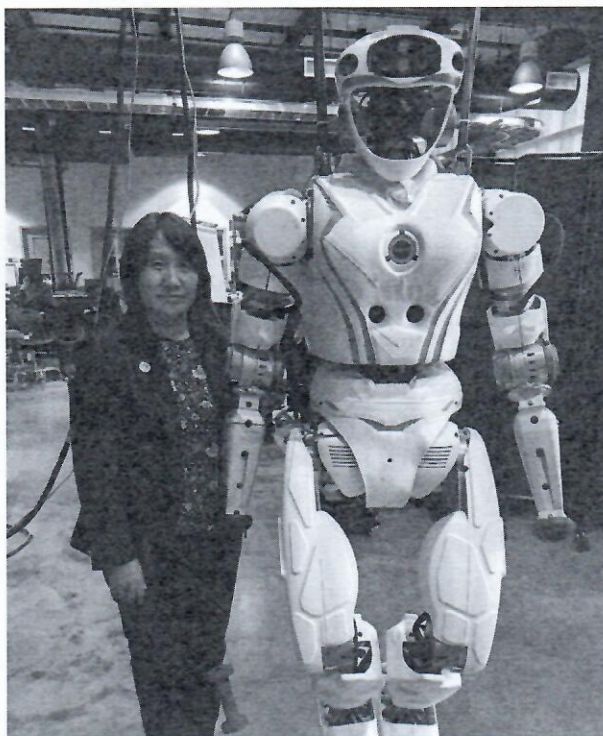
IBM Ватсон эрүүл мэнд компани хэрхэн судлаач, эмч болон эмийн үйлдвэрийг холбож сүүлийн үеийн хиймэл оюун ухаан, машин сургалтаар их мэдээлэл (big data) боловсруулах технологи ашиглан эмчийг зөв онош тогтооход нөлөөлж буйг хараад үнэхээр эрүүл мэндийн салбарт технологи ямар их цаг хугацаа, хөдөлмөр хөнгөвчилдөгийг харлаа. Энэхүү хөтөлбөрт хамрагдсанаар бидний амьдарч байгаа ертөнц хэрхэн дижитал ертөнц болон хувирч байгааг ойлгосон.



Пенсакола баг Дисней студид

Авьяастнуудын эрэл болж байдаг оронд хувийн болон улсын их сургууль, хүрээлэн, компаниуд хэрхэн ажилладагийг харж, бодол санаагаа хуваалцах харилцааны үнэ цэнийг ойлгож их юм сурлаа. Бид өөрсдийн амьдрал, амжилтын

түүхээ сонирхолтой ярьж, ажлын байр бүрд зөвлөгч хийж туршлагаа хуваалцах тал дээр сурч, боловсрол, технологийг хөгжүүлж амьдралаа сайжруулах шаардлагатайг мэдэрлээ.



Флорида мужийн Пенсакола хотын Хүн ба машин танин мэдэхүйн хүрээлэнд

Олон улсын зочны манлайллын хөтөлбөрт оролцох боломж олгосон Монголд Фулбрайтын зочин профессороор ажилласан профессор Марк Гольц, Улаанбаатар хот дахь АНУ-ын элчин сайдын яамныханд талархсанаа илэрхийлье. Hidden No More хөтөлбөрийг санаачлан зохион байгуулсан АНУ-ын төрийн департаментэд баярлалаа. Олон олон нуугдмал авьяастнуудыг илрүүлэхэд энэхүү хөтөлбөр тус болно гэж итгэж байна.

# МОНА ЛИЗАД “БАРААЛХАЖ”, МОНБЛАНД МӨРГӨСӨН ТУХАЙ АЯН ЗАМЫН ТЭМДЭГЛЭЛ

П.Хөхөө

Монголын Усны ассоциац

## *Мона Лизагийн тухай*

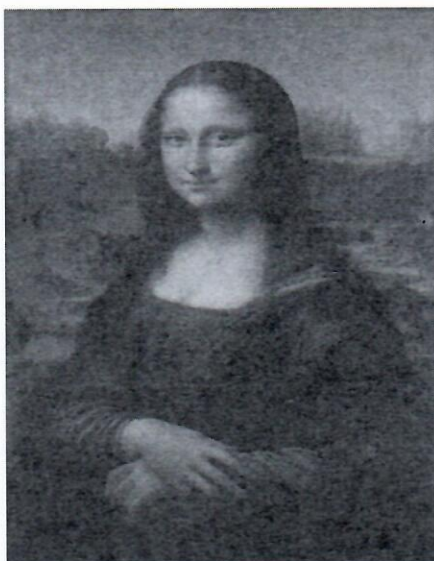
Мона Лиза гэхлээр бараг хүн бүхэнд танил санагдана биз ээ. Гэхдээ түмэн нууц нь бүрэн тайлагдаагүй, “гунигтайхан харж, учиртайхан инээмсэглэх” энэ бүсгүй Франц улсын Парис хот дахь Луврт заларч байна.

Миний хувьд, 2 дахь удаагийн явалтаараа гайхамшигт Мона Лизагийн хөргийг нүдээрээ үзэж, түүнд “бараалхлаа”. Зургийг Луврын музейн 2 дугаар давхарт томоохон заалны хойморт, хананд байрлуулжээ. Том танхимд хөл тавих зайгүй байх юм. Хүмүүс хэсэг хэсгээрээ дөхөж очих бөгөөд хөрөг зургийг гар утсаараа зөвхөн нэг л удаа дарах төдий боломж гарч байлаа.

Хүн төрөлхтний уран зургийн түүхэнд хүндтэй байр суурь эзлэх уг уран бүтээлийг хүмүүс өөрийн нүдээр харж урлаг, уран сайхны мэдрэмж, таашаал авахыг эрмэлздэг нь бас л оньсого мэт. Дундад зууны Сэргэн мандалтын үед бүтээгдсэн хөрөг зурагт үзэсгэлэнт сайхан байгаль, хоёр талаар нь фон болон харагдах салаа зам, жишүү харж суусан гоо бүсгүйн нүүр царай, хүзүү, цээжин хэсэг, гараа зөрүүлж тавьсан байрлал, түүний нүдний харц, пирамид загварын зохиомж энэ бүгд гойд зохицолджээ (1 дүгээр фотозураг). Харах тутам элемент бүр нь ямар нэгэн нарийн далд утга санаа агуулж, нууцаасаа бага багаар өгүүлэх мэт санагдах болой.

40 эргэм насны гэмээр бүсгүй хүний зураг энгийн мэт байснаа аажмаар өөдөөс хараад хөнгөн гунигтай ч юм шиг нүдээрээ нэгийг өгүүлж, үл мэдэг инээмсэглэх уруулаараа өөр нэгийг сануулах шиг болно. Удаан харвал амьд мэт мэдрэмж төрүүлдэг алдарт Мона Лизад бараалхаж, гунигтайхан харц, инээмсэглэсэн уруулыг нь олж харах, сонирхох гэж дэлхийн хүмүүс энд бөөн бөөнөөрөө ирдэг ажээ. Леонардо да Винчи “Мона Лиза” бүтээлээ давхарлан нэмж зурах, гэрэлсүүдрээр амилуулан эд зүйлсийн сарниж уусах дүрслэлийн аргыг хэрэглэсэн аж. Эрдэмтэн, судлаачид олон жил хийсэн судалгаагаараа 2008 онд Мона Лиза нь торгоны худалдаачин, флоренцын түшмэл Франческо дель Жокондагийн эхнэр Лиза Герардинигийн бодит дүр гэж нийтэд зарлажээ. Жоконда эхнэрээ захиалгаар зуруулсан, зураач өөрөө бүсгүйд хайртай байсан ч гэх хувилбар бий аж.

Лиза дель Жоконда 1479 онд Флоренц хотод Антонмария ди Нольдо Жерардинигийн гэр бүлд мэндэлсэн байна. Лиза Жерардини 2 дүүтэй, айлын ууган охин байжээ. Түүний эцэг язгууртан угсаатай байсан ч яваандаа нэр нөлөөгөө алдсан. Энэ гэр бүлийнхэн хэд хэдэн хотод нүүдэллэн амьдарч байсан бөгөөд нэг хэсэг Леонардогийн эцэг Пьеро да Винчитэй айл хөрш байжээ. Лиза 15 насандаа худалдаачин Франческогийн гурав дахь эхнэр нь болж, таван хүүхэд төрүүлжээ. 1503 онд Франческо эхнэр, хүүхэддээ тусад нь байр авч өгчээ. Яг энэ үеэр да Винчид Лизагийн хөргийг зурах захиалга өгсөн гэнэ. 1538 онд Франческо тахлын улмаас нас барсан бол Лиза түүнээс 4 жилийн дараа нас баржээ.



1-р фотозураг. Мона Лизагийн хөрөг

Мона Лизагийн хөргийг Флоренц хотын ойролцоо Винчи гэдэг газар 1452 онд нотариатч Пьеро да Винчийн гэр бүлд мэндэлсэн Леонардо ди сэр Пиэро да Винчи бүтээжээ. Леонардо да Винчи Италийн эрдэмтэн, математикч, инженер, зохион бүтээгч, анатомич, зураач, сийлбэрч, уран барималч, архитекторч, хөгжимчин, зохиолч зэрэг олон талын авъяастай нэгэн байж. Тэрээр аялах их дуртай, аливаа юмыг ажиглаж, тэр бүхнийг зурж, тэмдэглэдэг, уншсан ном бүрийнхээ төгсгөлд санал бодлоо заавал бичдэг онцлогтой хүн байжээ. Зураач будгаа найруулж, найз нөхөд, гэр бүлийнхээ хэнд ч харуулалгүйгээр бүтээлээ дуусгасан түүхтэй гэнэ. Хамгийн их итгэж, юугаа ч үл нуудаг байсан туслахуудаа хүртэл ойртуулалгүйгээр зурсан учир өнөөг хүртэл хэн ч Мона Лизаг дахин амилуулж чаддаггүй юм байна.

Мона Лизаг амилуулсан алдарт Леонардо да Винчигийн хөшөөг, түүний 4 шавийн хамт Италийн Милан(о) хотын Ла Скала талбайн төвд 1872 онд уран барилгачин Пьетро Маньи босгон сүндэрлүүлжээ. Хөшөөг цагаан гантигаар, суурийг нь боржингоор бүтээсэн байна (2 дугаар фотозураг).



2-р фотозураг. Леонардо да Винчийн хөшөө

## Монбланы тухай

Монблан нь францаар Mont Blanc, италиар Monte Bianco, монголчилбол “Цагаан уул” гэдэг шовх орой бүхий цаст хайрхан юм (3 дугаар фото зураг). Монблан Европын хамгийн өндөр цэг бөгөөд далайн түвшингээс дээш 4810 метрт оршино.



3-р фото зураг. Монблан хайрхны сүрлэг уул, усанд зохиогч дэргэдээс нь залбирлаа

Францын зүүн өмнө орших Цагаан уулын хөндийд Рона-Альп мужийн эртний дээд Савойя дүүргийн Шамони (Chamonix) хэмээх жижигхэн хот оршино. Шамони хот Италийг Швейцарьтай холбож Монбланы доогуур тавьсан 11.6 км урт уулын туннелийн огтолцол дээр байрлах аж. Туннелиэр төлбөртэй зорчино. Шамони хот уулын цанын амралтаараа дэлхийд томоохонд тооцогддог байна.

Орас Бенедикт де Соссюр гэж Швейцарийн физикч, геологич, ургамал судлаач, уулчин хүн байжээ. Тэрбээр “геологи” хэмээх нэр томъёог орчин үеийн утгаар нь 1779 онд санал болгогч, Монблан ууланд авирагсдыг урамшуулах шагналыг санаачлагч юм байна. Альпын нурууг анхны судлагч де Соссюр нь Жак Бальмагаар газарчлуулж 1787 онд Монбланд авирч, шинжлэх ухааны олон хэмжилт хийжээ. Бенедикт де Соссюр нь Женевт байгалийн гүн ухааны профессор байжээ.

Жак Бальма нь уулчин, уулын хөтөч, эрдэс цуглуулагч, аялагч-судлаач байж. Шамоний оршин суугч эмч Мишель Паккар, газарчин Жак Бальма нар анх 1786 онд Монблан ууланд авиралт хийжээ. Буухдаа мөсөн уул-Боссоныг дагаж буусан байна. Эдний авиралтыг Шамониос телескопын тусламжтайгаар ажиглаж байсан гэнэ. Энэ хоёр судлаачид зориулсан сэтгэл хөдөлгөм сайхан хөшөөг Шамони хотын төвд босгожээ (4 дүгээр фото зураг).



4-р фотозураг. Шамони хотын төв дэх де Соссюр, Жак Бальма нарын хөшөө

Францын Альпыг шохойн чулуу голлон бүрдүүлдэг байна. Альпын нумарсан нурууны гаднах нийт урт 1200 км, доторх урт 70 км. 4000 м-ээс өндөр өргөгдсөн оргил 100 орчим байдаг. Мөстлөгийн талбай 200 км<sup>2</sup> гаруй, хамгийн том мөсөн гол нь Мер-де-Глас.

Шамонид 1924 онд анхны Өвлийн олимпиад болж байжээ. Энд цанын спортыг 1893 оноос эхлэн хөгжүүлсэн түүхтэй аж. Цагаан хөндийн 2 талд, ууланд янз бүрийн урттай, ногоон, цэнхэр, улаан, хар өнгийн 66 трасс зам байдаг, нийт урт нь 600 км.

Дээд Савойяд сонирхолтой зүйлс олон. Жишээ нь: дэлхийд 8 төрлийн тарвага байдгаас Альпын ууланд мөстлөгийн үеийн амьтдын төлөөлөгч болж үлдсэн Альп тарвага нэлээд олон тоо толгойтой байдаг, хээрийн цэцэгс үнэртсэн цагаан дарс, өндөр уулсаас урсаж буудаг тунгалаг горхи, бодисын солилцоог сайжруулж нервийн системийг бэхжүүлэгч ядаргаа тайлдаг “Эвиан” рашаан зэргийг нэр нэрлэж болох юм. Энд крантын усыг шууд ууж хэрэглэнэ. Францын “Danone” компаний үйлдвэрлэдэг “Евиан” ус нь дэлхийн алдартай бренд билээ. Энэ савласан усны химийн найрлагыг сонирхуулбал: кальци 80 мг/л, магни 26, натри 6.5, кали 1, устөрөгчийн карбонат 360, сульфат 14, хлорид 10, нитрат 3.8, рН 7.2 байна.

Төв Европод байгалийн сонин содон тогтоц хийгээд хүний бүтээсэн хосгүй бүтээл олон ч онцолж Мона Лизад “бараалхаж”, Монблан хайрханд мөргөсөн тухай аян замынхаа тэмдэглэлийг үүгээр өндөрлөө.

## ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ЭЭЛЖИТ ХУРЛЫН ТУХАЙ

“МОНГОЛ ОРНЫ ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН АСУУДЛУУД” ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ХХИХ ХУРЛЫГ 2021 ОНЫ 11-Р САРД ЗОХИОН БАЙГУУЛАХ ГЭЖ БАЙНА.

ШУТИС, ГУУС, ГЕОЛОГИ, ГИДРОГЕОЛОГИЙН САЛБАР

Хурлаар дараах чиглэлүүдээр асуудлыг хэлэлцэнэ. Үүнд:

- РЕГИОНАЛЬ СУДАЛГАА
- УСНЫ НӨӨЦИЙН МЕНЕЖМЕНТ
- СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ, ОНОВЧЛОЛ
- АМО-ЫН ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИ
- ГИДРОГЕОЛОГИ, ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ, ГЕОЭКОЛОГИЙН ЗАГВАРЧЛАЛ
- САЛБАРЫН УДИРДЛАГА, ЗОХИОН БАЙГУУЛАЛТ, ЭРХ ЗҮЙ
- РАШААН, ТЕРМАЛЬ УСНЫ СУДАЛГАА
- ГАЗАР ДООРХ УСНЫ НАЙРЛАГА, ЧАНАР
- ТУХАЙЛСАН ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ
- ГРУНТ СУДЛАЛ БА ИНЖЕНЕР ГЕОЛОГИ
- ГЕОЭКОЛОГИ

## ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ӨГҮҮЛЭЛ ИРҮҮЛЭХ ТУХАЙ

Эрдэм шинжилгээний хуралд ирүүлэх өгүүллийг *хэвлэлд тавигдах шаардлагын* дагуу бичиж ирүүлэхийг хүсье. Эрдэм шинжилгээний өгүүлэл “Монгол орны гидрогеологи, инженер геологи, геоэкологийн асуудлууд” бүтээлийн **Дугаар 29**-д хэвлэгдэнэ.

Илтгэл тавих тухай хүсэлтийг дараах хугацаанд хүлээн авч байна. Илтгэлийг 2021 оны 10-р сарын 15-ны дотор хэвлэлд бэлтгэсэн байдлаар авна.

Хурлын албан ёсны хэл монгол боловч орос, англи хэл дээр илтгэж болно. Илтгэлийг хэлэлцүүлэхдээ “PowerPoint” програмд зориулсан компьютерийн файл бэлтгэн ирнэ. Илтгэх хугацаа 8 минут, товч мэдээлэл 5 минутын хугацаатай байна

Ханан илтгэлийг А1 эсвэл А0 хэмжээгээр бэлтгэн үзүүлнэ.

### Зохион байгуулах зөвлөл

**Дарга:** Доктор (Ph.D), дэд профессор Н.Буянхишиг  
**Гишүүд:** Доктор (Ph.D) Г.Сарантуяа  
Доктор (Ph.D) Б.Наранчимэг

## ХЭВЛЭЛД ТАВИГДАХ ШААРДЛАГА

Өгүүллийн бичих хэл: Монгол, Орос, Англи

Өгүүллийн хэлбэр, хэмжээ: Times New Roman фондоор бичнэ. А4 буюу 210 x 297 мм хэмжээтэй цаасан дээр хуудасны урд ба ард талаас 3 см, дээд, доод талаас 2.5 см зайг үлдээж бичнэ. Хуудсыг дугаарлахгүй, “Header and Footer” командыг ашиглахгүй байхыг хүсье.

Өгүүллийг дараахь загвараар бичнэ.

**ИЛТГЭЛИЙН НЭР** (12 pt, **Bold**, ТОМ ҮСГЭЭР, мөр голлон)

(12 pt өндөртэй хоосон мөр)

**Зохиогчдын нэрс** (12 pt, **Bold**, мөр голлон)

(12 pt өндөртэй хоосон мөр)

Байгууллагын хаяг (12 pt, мөр голлон)

(12 pt өндөртэй хоосон мөр)

Өгүүллийг бичихдээ **IMRAD** зарчмыг баримтлана.

**I-Introduction** – Оршил, **M-Method** – Арга, аргачлал, **R- Result** – Үр дүн, **A-And** – ба **D-Discussion** - Хэлэлцүүлэг. Өгүүллийн эхэнд хураангуйг бичих ба төгсгөлд нь талархал бичиж болно.

Өгүүллийг 12 pt үсгийн өндөртэйгээр бичнэ. Зүйл нь нэг мөр алгасч, догол мөр авалгүй эхлэх мөрүүд хоорондоо 1.0 sp зайтай байна. Мөрүүд нь баруун, зүүн талдаа зэрэгцэн бичигдэнэ.

Ашигласан ном, сэтгүүл (12 pt, **Bold**, зүүн талдаа зэрэгцэн)

Өгүүллийн төгсгөлд ишлэл татсан ном, зохиолын нэрсийг тавих ба илтгэлд иш татсан дарааллаар нь дугаарлана. Нэрсийг 12pt үсгийн өндөртэйгээр дараах хэлбэрээр бичнэ.

Алей.М., Лхамсүрэн.Д, Дорноговь аймгийн Хөвсгөл сумын төвийн орчмын гидрогеологийн нөхцөл. “Геологи” сэтгүүл. №31, 2015, хууд.89-96

### Хаяг:

ШУТИС, ГУУС, Геологи, гидрогеологийн салбар

Улаанбаатар 210646, ш/х-338

Харилцах утас: 315650

И-мэйл: [bbn@must.edu.mn](mailto:bbn@must.edu.mn)

[saraag@must.edu.mn](mailto:saraag@must.edu.mn)

[bnaraa@must.edu.mn](mailto:bnaraa@must.edu.mn)