



**ХӨДӨЛМӨРИЙН ГАВЬЯАНЫ УЛААН ТУГИЙН ОДОНТ
ШИНЖЛЭХ УХААН, ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ**

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН ЭМХЭТГЭЛ

№ 25(15)362

**УЛААНБААТАР ХОТ
2025 ОН**

ISSN 1560-8794

Бүтээлийн эмхэтгэл хянан магадалсан:

ШУТИС-ийн ерөнхий редакцын зөвлөлийн дарга:

ШУТИС-ийн Ректор, доктор /Ph.D/, профессор Т.Намнан

ШУТИС-ийн ерөнхий редакцын зөвлөлийн гишүүд:

ШУТИС-ийн ЭШТХ-ийн албаны дарга, доктор /Ph.D/ Ц.Цоггэрэл

ГУУС-ийн Ахмадын салбар зөвлөлийн гишүүн, академич Ц.Нанзад

ЭХИС-ийн Цахилгаан техникийн тэнхимийн профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Ж.Арслан

АТС-ийн Профессор, доктор /Ph.D/, профессор Я.Наранцэцэг

БАС-ийн Эрдэмтэн нарийн бичгийн дарга, доктор /Ph.D/ Г.Адъяажав

МС-ийн Чанарын менежер, доктор /Ph.D/, дэд профессор Х.Ариунаа

НХС-ийн Түүх, соёл, аялал жуулчлалын тэнхимийн ахлах багш, доктор /Ph.D/, дэд профессор Ц.Батцэрэн

ГХС-ийн Ази судлалын тэнхимийн дэд профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Л.Чойжилмаа

ДаТС-ийн Эрдэмтэн нарийн бичгийн дарга, доктор /Ph.D/, дэд профессор Д.Баясгалан

ЭЦДС-ийн Механикийн тэнхимийн эрхлэгч, доктор /Ph.D/, дэд профессор Б.Пүрэвдорж

МХТС-ийн Мэдээллийн технологийн тэнхимийн профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Ч.Мөнхнасан

ХШУС-ийн Математикийн тэнхимийн эрхлэгч, доктор /Ph.D/, дэд профессор Б.Сэр-Од

ЭХИС-ийн Цахилгаан техникийн тэнхимийн дэд профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Т.Батгэрэл

ХХҮДС-ийн Хүнсний инженерчлэлийн тэнхимийн эрхлэгч, доктор /Ph.D/, дэд профессор Э.Энхцэцэг

ГХС-ийн Ази судлалын тэнхимийн ахлах багш, магистр Б.Сонинцэцэг

Нэмэлтээр:

ОМССХ-ийн Захирал, доктор /Ph.D/ С.Мурзабек

Эмхэтгэсэн: Ж.Батбаяр

Хуудасны хэмжээ: А4

Бодит хэвлэлийн хуудас:

Үсгийн гарнитур: Times New Roman

Тоо хэмжээ:

ШУТИС-ийн Хэвлэлийн газар

ГАРЧИГ**ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ**

1. Геометр ба инженер, дизайны шийдэл доктор (Ph.D), дэд профессор Ч.Оюунжаргал	6
2. Хөдөлгүүрийн голын гэмтэл, эвдрэлийн судалгаа докторант С.Эрдэнэцэцэг, доктор (Ph.D), дэд профессор П.Ариунболор	10
3. Нарны эрчим хүчний үүсгүүрийг ашигласан зарим үр дүн доктор (Ph.D) Ч.Сугаррагчаа	16
4. Орон сууцны барилгын дулаан хуваарилах төвийн дуу чимээний бохирдлын судалгаа магистрант Б.Дуламсүрэн, доктор (Ph.D) Ц.Уранцэцэг	21
5. Хөвсгөл аймгийн Жаргалант, Чандмань-Өндөр сумын шинэс модны (L.SIBIRICA) шинж чанарын үзүүлэлтүүд магистр Ц.Ундармаа, доктор (Ph.D) С.Мурзабек, магистр С.Дэлгэрзаяа, магистр А.Сэндэр	28
6. Гео-орон зайн мэдээллийг боловсруулах техник, технологийг ашиглан дунд масштабын байр зүйн зургийн хаялбарыг зохиох, шинэчлэх нь докторант С.Болороо, доктор (Ph.D), профессор Д.Оюунцэцэг	33
7. Дэд станцын торон газардуулгын эсэргүүцлийг хялбаршуулсан модельчлолын аргаар тодорхойлох магистрант Л.Мөнхцоож, доктор (Ph.D), дэд профессор Ц.Чингэс	39
8. Өвөр-байгалийн ой ургамалжилтын мужийн зүүн хэнтэйн нурууны хошууны босоо хатсан болон унанги модны чанарын судалгаа доктор (Ph.D) С.Мурзабек, магистр А.Сэндэр, магистр Ц.Ундармаа, магистр С.Дэлгэрзаяа	43
9. Доройтсон ойн сибирь шинэсний модлогийн шинж чанарын суурь судалгааны зарим үр дүн /Булган аймаг/ магистр А.Сэндэр, доктор (Ph.D) С.Мурзабек, магистр Ц.Ундармаа, магистр С.Дэлгэрзаяа	48
10. Монгол орны интерактив газрын зургийн тусгалын параметрын хөрвүүлэлт доктор (Ph.D), профессор Д.Оюунцэцэг, доктор (Ph.D) Г.Өлзийсайхан	53
11. Сибирь шинэс (LARIX SIBIRICA) болон сибирь хуш (PINUS SIBIRICA) модны тарьцын өсөлтөд бордооны нөлөө докторант М.Пагма, магистрант Н.Дэнсмаа, доктор (Ph.D) Ц.Банзрагч, Ч.Ганбаатар, доктор (Ph.D) С.Мурзабек	57

НИЙГЭМ, ХҮМҮҮНЛЭГИЙН УХААН

12. Мэдээллийн технологийн гүнзгийрүүлсэн сургалттай ахлах ангийн сурагчдын эерэг хандлага, харилцааны чадваруудыг илрүүлэх судалгаа доктор (Ph.D) А.Түвшинбаяр	64
13. Монгол сурагчдын байгалийн ухаан болон математикийн хичээлийн амжилтад нөлөөлөх хүчин зүйлсийн судалгаа магистр Э.Батцэцэг, докторант Ц.Солонгоо, докторант Ө.Баярбат	70
14. Архитектур дахь атмосфер бүхий орон зайн илэрхийлэл магистр С.Алтангэрэл, магистр М.Ариунтуяа	76
15. Жижиг дунд үйлдвэрлэл эрхлэгчдийн борлуулалтын орлогын өсөлтөд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн шинжилгээ доктор (Ph.D) Н.Мягмарзул	81
16. Нийтийн хэрэгцээний задгай орон зайн үзэл баримтлал ба төлөвлөлтийн зарчмын судалгаа магистр С.Алтангэрэл	86

БАЙГАЛИЙН УХААН, ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ШИНЖЛЭХ УХААН

17. “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөний үр дүнгийн тогтвортой байдлыг хангах зарим санал доктор (Ph.D) Ц.Банзрагч.....	92
18. Төмрийн хүдрийн соронзон баяжуулалтын судалгаа докторант Д.Мөнхбаяр, Магистрант З.Ариунтунгалаг, доктор (Ph.D) Б.Өлзийдэлгэр, доктор (Ph.D) М.Цэцэгжаргал, доктор (Ph.D, дэд профессор А.Доржготов.....	97
19. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн “Үйлдвэрлэл технологийн парк” ба газрын үнэлгээ доктор (Ph.D) С.Жаргалмаа, доктор (Ph.D), дэд профессор Б.Чинзориг	101
20. Суралцахуйн үр дүнд суурилсан математик 2С хичээлийн хөтөлбөрийн хэрэгжилтийн судалгаа (ШУТИС-ийн жишээн дээр) доктор (Ph.D), дэд профессор Ц.Цэцэгсүрэн	107



ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ



ГЕОМЕТР БА ИНЖЕНЕР, ДИЗАЙНЫ ШИЙДЭЛ

Чойжамцын ОЮУНЖАРГАЛ¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн, Барилга архитектурын сургууль, Инженерийн зурагзүйн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: Oyunaaj2013@must.edu.mn¹

Хураангуй: Хүний хөгжлийн явцад оюун ухааны төсөөлөл буюу хиймэл оюун ухаан, дижитал орон зай дээд цэгтээ хүрч инновацийн шийдэл нь нано түвшинд хөгжиж ирсэн. Үүнд дүрслэх геометрийн сэтгэлгээний чадвар гол нөлөө үзүүлж байна. Тиймээс инженерийн бодит бүтээн байгуулалтын дизайны шийдэл гаргахад дүрслэх геометрийн сэтгэлгээний чадварыг хөгжүүлэх нь чухал бөгөөд үүнийг инженерийн боловсролд олгохдоо уламжлалт аргыг автоматжуулсан аргачлалтай хослуулан хэрэглэх явдал чухал юм.

Түлхүүр үг: хиймэл оюун ухаан, хүний бодол санаа, орон зай, дизайн, инженерийн байгууламж, геометр байгуулалт,

I. УДИРТГАЛ

Геометрийн шинжлэх ухаан нь аливаа шинжлэх ухааны анхдагч гэж үздэг. Дүрслэлийн геометр нь хүний бодол санааны төсөөллийг дүрслэн тодорхойлдог онцлогтой юм [1]. Энэ нь түүхэн хөгжлийн явцад дижитал орон зайн төсөөлөл, орон зайн өгөгдөл боловсруулах, техник, технологийн инженерийн байгуулалтын шийдэлд голлох зохион бүтээлт, тооцооллын үндэс болон анхдагч төсөөллийг бий болгон, проекцлон дүрсэлж, хавтгайд буулган, төвөгтэй байгуулалтуудыг шийдвэрлэж байдгаар нотлогдож байна.

Инженерийн байгууламжийн зохион бүтээлтийн шийдэл ба инженерчлэл сайтай улс орны хөгжил дээд түвшинд хүрч чаддаг гэдгийг нотлох зүйлийг цаг хугацааны явцад дэлхий нийтийн бүтээн байгуулалтаас харж болно. Үүний жишээ нь, шинжлэх ухааны судлагдахууны гурван төлөв байдал буюу хий, шингэн, хатуу төлөвт, хэв гажилт, хөдөлгөөний шинжилгээг өндөр түвшинд хийж бүтээн байгуулалтыг бий болгож байна.

Дэлхийн байгалийн болзошгүй үзэгдлүүдийг даван туулах, төсөөлөгдөөгүй орон зайг бий болгох гэсэн хүсэл тэмүүллийн бүтээн байгуулалт, барьж байгуулах арга аргачлалд хүн төрөлхтний тэр дундаа инженер сэтгэлгээний хурдацтай үсрэнгүй хөгжилд энэхүү хэв гажилт болон хөдөлгөөний шинжилгээг дүрслэх геометртэй холбон тайлбарладаг байна.

Дээрх гурван төлөв байдлыг бүтээн байгуулалтад дан, дангаар нь хөдөлгөөний шинжилгээ хийхээс гадна. Хатуу ба шингэн, хатуу ба хийн хувьд харьцуулсан шинжилгээг ихээхэн хөгжүүлж ирсэн бол сүүлийн 20-р зууны инженерийн байгууламжийн шийдэлд хий ба шингэний харьцуулсан туршилт судалгааг өндөр түвшинд хийж байна. Энэ нь агаараас цэвэр ус гаргаж авч байгаа дэлхийн сүүлийн үеийн шилдэг технологи бий болсон явдал юм. Дэлхийн хамгийн сүүлийн үеийн зохион бүтээгч, инженерүүдийг авч үзвэл 20-р зууны шилдэг зохион бүтээгч инженерүүдийн насжилт залуужиж ойролцоогоор 17-35 насны хооронд байна. Тиймээс хүний сэтгэлгээний хөгжил дээд түвшин хүрч, хүний бий болгосон бүтээн байгуулалт нь агаараас цэвэр ус гаргаж авсан, түүнчлэн тэнхлэгээрээ эргэдэг мөн

амортизатортой, тэнцүүлэгч тэргэнцэртэй гэх мэт динамик барилга бий болж, хурдны галт тэргийг сувган гадаргуу дотуур явуулах судалгааны ажил эрчимжиж дээд хурдыг 800км/ цагт хүргэх гэсэн оролдлого хийгдэж байгаа нь инженерийн шийдлийн гайхамшигт бүтээл юм. Эдгээр гайхамшигт бүтээлийг төсөөлөхөд геометрийн муруй шугаман байгуулагчтай гадаргуу болон 2-р эрэмбийн гадаргуунуудыг ашиглан загвар дизайны өвөрмөц шийдлийг бий болгож байна.

Жишээ нь: Шурган гадаргуу хэлбэртэй барилга, сувган гадаргууг ашигласан бүтээн байгуулалт, муруй шугаман хийцтэй тэнгэрийн зам гэх мэт байна.

II. СУДАЛГААНЫ ТОЙМ

Хүн төрөлхтний түүхэн хөгжлийн явцад бүтээн байгуулсан аливаа инженерийн дизайн шийдэлд гарч буй хувьсал нь Дүрслэх геометртэй салшгүй холбоотой юм. Дүрслэх геометрийн сэтгэлгээний чадвар нь инженерийн бүтээн байгуулалтын дизайны шийдлээр илэрхийлэгдэнэ. Тиймээс инженер, техникийн мэргэжилтний боловсролд дүрслэх геометрийг уламжлалт арга ба автоматжуулсан график аргыг хэрэглэх нь өнөө үед чухал болохыг судлах явдал юм.

A. Дүрслэх геометр

Дүрслэх геометр нь хүний сэтгэхүй, ухамсрын хөгжилд, мөн хиймэл оюун ухаан, дижитал буюу кибер орон зайн төсөөллийг хөгжүүлэхэд голлох үүрэг гүйцэтгэдэг байна. Хүн төрөлхтөн бага наснаасаа эхлэн геометр сэтгэлгээ нь хөгжиж орон зай, хэлбэр дүрсийг мэдэрч өсөж өөрийн гэсэн бодол санаа, төсөөллөө илэрхийлж ирсэн байдаг. Үүнийг инженерчлэлд бүтээл болгон төгөлдөршүүлж байгаа нь гайхамшигтай зүйл юм. Техник, технологи, барилга, байгууламж, архитектурын инженерийн зохион бүтээлтэнд аливаа эд зүйлийн харагдах өнцөг, харагдах байдал, хэлбэр хэмжээг дүрслэхэд дүрслэх геометрийн оролцоо их байдаг байна.

Дүрслэх геометрийн үндэс болох:

- Цэг, шулуун, хавтгай
- Олон өнцөгт ба платоник
- Гадаргуугийн загварчлал

- Гадаргуу ба тэдгээрийн огтлолцоол
- Муруй ба гадаргуу
- Дөлгөөн холболт
- Механик дахь геометр

Эдгээр нь хүний “геометрийн сэтгэлгээ” –г өдөөж өгдөг инженерийн зохион бүтээлт, загварчлалд онцлог ач холбогдолтой юм [2]. Үүнийг инженерийн салбарын аль ч бүтээлээс харж болно.

В. Инженерийн байгууламжийн дизайн шийдэл

Инженерийн зохион бүтээлт, бүтээн байгуулалтад сонгодог геометрийн (DIG) процедурыг ихээхэн ашиглах болсон учир нь олон талт, параллель проекц нь олон хэмжигдэхүүн ба тэгш хэмтэй шинж чанартай, олон хатуу элементийн хослолыг дүрслэн харуулах, тайлбарлахад чухал ач холбогдолтой хэрэгсэл юм.

АвтоCAD орчинд зарим DIG (Design- Information-Graphic буюу Загвар- Мэдээлэл- График) дасгалуудыг хийж болно, учир нь АвтоCAD-ийн бүтээн байгуулалт нь гараар зурахаас ялгаатай нь нарийн үр дүнг өгч гар зургийн дутагдалтай талыг нөхөж өгдөг. DIG нь физик объектын геометрийн загвараар дүрслэгдсэн инженерийн зураг төсөл (барилга, байгууламж, газар шорооны ажил, машин)-өөс тоон (зай ба өнцөг, талбай ба эзлэхүүн гэх мэт) мэдээлэл (хариулт) гаргаж авах конструктив (зураг зурах замаар) хэрэгсэл юм. Иймд Евклидийн орон зай дахь (*шугаман*) загварчлалын 3D элементүүд нь дүрслэх геометрийн :

- Цэг
- Шугам
- Хавтгай
- Гадаргуу байна.

Улмаар хоёрдугаар эрэмбийн гадаргуу эсвэл квадратуудыг цаашид нарийвчлан судалж болно. Үүнд:

- Эргэлтийн цилиндр
- Эргэлтийн конус
- Бөмбөрцөг

Тиймээс зарим квадрикуудыг судлаас гадна

- Ерөнхий цилиндр ба конус
- Эллипсоид
- Параболоид
- Гипербол параболоид
- Нэг ба хоёр хөндийт гипербол эдгээрийг

нарийн төвөгтэй дизайн хийцлэлд ашиглах аргыг судалж болох юм.

Орчин цагийн инженерийн зохион бүтээлтэд цаг хугацаа дагаад дөрөв дэх эрэмбийн сонирхолтой гадаргууг зонхилон ашиглаж байна. Үүнд:

- Торс
- Циклоид
- Коноид

Эдгээр нь үе үе эсвэл тасралтгүй хөдөлгөөнтэй байж болох бүтцийн элементүүдийг багтаасан дэвшилтэт үзэл баримтлалд суурилсан архитектурын гоёмсог дизайн бүхий орчин үеийн барилгуудыг, мөн авто зам, метро, кибер тоног

төхөөрөмжүүдийг зохион бүтээх, төлөвлөхөд чухал ач холбогдолтой юм. Жишээлбэл, нэрт инженер-архитектор Сантьяго Калатрава шувууны араг ясны анатоми дээр тулгуурлан хавирганы системийг зохион бүтээсэн байна. Түүний сүүлийн үеийн төслүүдийн нэг нь Торонто дахь Райерсоны техникийн их сургуулийн шинэ барилга юм. Энэ нь бүхэлдээ уртаашаа тэнхлэгээр эргэлддэг хавирганы системтэй ханатай зохион бүтээгдсэн байна. Гурван хэмжээст орон зай дахь цэг, шулуун ба хавтгайд тулгуурласан "Геометрийн сэтгэлгээний" чадварыг эзэмшихийн тулд тухайн зүйлийн зорилго, хэрэглээг ойлгох ёстой. Физик объектуудыг төсөөлөхөд инженерүүдэд ихэвчлэн объектыг дүрс хэлбэрээр дамжуулах, нарийвчилсан тооцоог удирдах асуудал зохион бүтээх явцад тулгардаг байна.

Инженерүүдийн судалж, мэдсэн алгебр болон дифференциал тэгшитгэлээр дамжуулан ердийн математик загварчлалыг хийхийн тулд зохих арга хэрэгсэлтэй байх ёстой. Дүрслэлийн геометрийн муруй ба гадаргуу нь олон зууны турш дизайнер болон инженерийн уран бүтээлийн нэг хэсэг байсаар ирсэн. Эдгээр хэлбэрийн гоо зүйн, хөдөлгөөний чөлөөт байдал болон оновчтой чанарыг нь инженер, зохион бүтээгчид өөр өөрсдийн хүссэн дизайнд хэрэглэдэг байна. Жишээ нь: эртний барилгын архитектур, хувцас, гутал, тавилга, багаж хэрэгсэл, зэвсэг зэргээс эдгээр нь харагддаг байна. Тиймээс инженерийн зохион бүтээлтэд дүрслэх геометрийн оролцоо нь улам бүр төгөлдөршиж, нарийвчлал муруй ба гадаргуугийн эрэмбийн тоог ахиулан судлах шаардлага гарч байгааг судалгаанаас харж болно.

III. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН АРГАЗҮЙ

Инженерийн бүтээн байгуулалтын дизайны шийдэлд дүрслэх геометрийн өнөөгийн чиг хандлагыг тодорхойлоход харьцуулалт хийх, мэдээлэл цуглуулах, тандалт хийх, “дизайн-тоон мэдээлэл-график” гэх мэт аргачлалыг ашиглах нь зүйтэй юм. Дүрслэлийн геометрийн үндсэн ухагдахуунуудын зөв ойлголт нь геометр сэтгэлгээний төсөөлөх чадвар юм. Энэ чадварыг ашигласан инженерийн зохион бүтээлт, төслүүдийн судалгаанаас харахад төсөөллийг бодит болгож чадсан бүтээлүүд, барилга, байгууламж, зам гүүрний дизайн ба инженерчлэл чиглэлд голлох хүчин зүйлийн нэг болж байна. /1-р зурагт үзүүлэв./

Жишээ нь:

а) архитектурын өвөрмөц шийдэл :

1. Данийн архитекторууд орчин үеийн барилгыг хуучны барилгатай хослуулж үнэхээр чаддаг. Үүнийг батлах жишээ – Копенхаген дахь Axel Towers цогцолбор

2. Сан-Францискод 1974 онд ийм нэгэн барилга барьжээ – Hyatt зочид буудал

3. Сингапур дахь сонирхолтой гоё “ногоон” өндөр байшин. Хоёр ногоон гол байшингийн дээврээс урсаж байгаа мэт. [3]. гэх мэт

б) Барилгын шилдэг дизайн:

1. Рейкьявик, Исланд, Henning Larsen Architects and Battering Architects 2011

2. Сингапур, Wilkinson Eyre Architects, Grant Associates 2012

3. Бээжин, Steven Holl Architects 2009. [4] г. м
с) Авто зам, гүүр, үер усны хамгаалах байгууламж, цэнгэлдэх хүрээлэнгийн шилдэг дизайн:

1. "Millau Viaduct" автозамын дүүжин гүүр. Үерээс хамгаалах төсөл (Венец, Итали)

2. "Шувууны үүр" цэнгэлдэх хүрээлэн, Хятад

3. Байлонг цахилгаан шат (Жанжяжис, Хятад)

4. Палма арал (Дубай) - Дэлхийн хамгийн том хиймэл арал

5. Их адроны хурдасгуур /Франц-Швейцарын хилийн дагуу газар доор 175 метрийн гүнд орших 27 км тойрог бүхий хонгилд байрлах дэлхийн хамгийн их бөөм цуглуулагч, хамгийн том техник юм./

6. "Гурван хавцлын далан" - Дэлхийн хамгийн том усан цахилгаан станц

7. Английн сувгийн туннел /усан дор 76 метрийн гүнд оршдог/

8. Телескопын толь /Гэрэл ойлгогч 4600 хавтангаас бүрэлдсэн бөгөөд рефлекторын голч нь 500 метр, телескопын тусламжтайгаар дэлхийгээс 11 тэрбум гэрлийн жилийн зайд байгаа сансрын биетүүдийг ажиглах зориулалттай/.

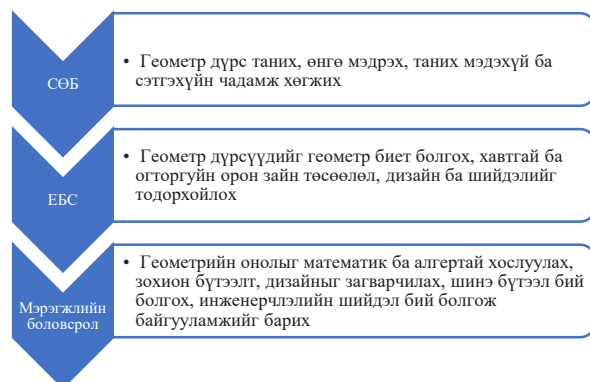


1-р зураг. Инженерийн байгууламж дахь зарим геометр байгуулалт

Инженерийн дизайны шийдлийг зөв оновчтой тодорхойлж боломжийг бүрдүүлж байдаг дүрслэлийн геометр нь зайлшгүй инженерийн мэргэжлийн боловсролын суурь болж өгч инженерийн зохион бүтээлд гол үүрэг гүйцэтгэдэг байна. Энэ нь хүний хөгжлийн явцад танин мэдэхүй, сэтгэлгээний оюун ухааны хөгжлийн гол тулгуур болж байна. Тиймээс судалгааны явцаас харахад

/2-р зурагт үзүүлэв./ хүний хөгжлийн бага наснаас эхлэн геометр сэтгэлгээ хөгжиж, хүн өсөж том болох хэрээр орчин нөхцөл, мэргэжил

боловсролтой холбоотойгоор улам бүр төгөлдөржин инженерийн бүтээн байгуулалт, зохион бүтээлтэд оролцдог болохыг нотолсон олон арван жишээ баримтаас ажиглаж болох юм. Тиймээс геометр сэтгэлгээний чадвар нь хүний хөгжлийн орон зайтай салшгүй холбоотой бөгөөд орчин үеийн кибер орон зайд дээд цэгтээ хөгжиж байна.



2-р зураг. Геометрийн танин мэдэхүй

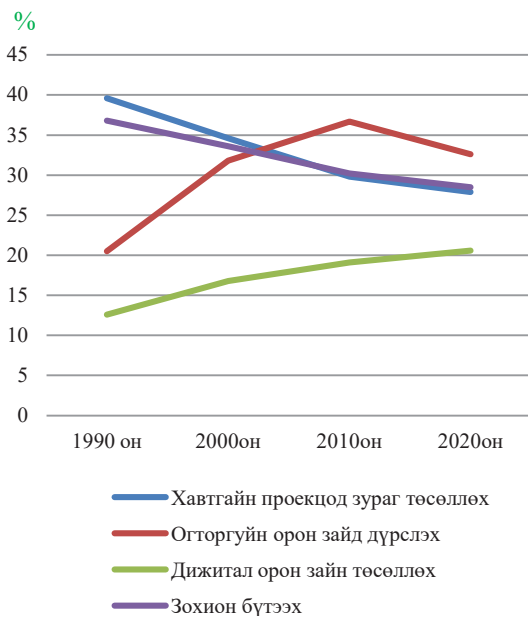
Манай орны хувьд дэлхийн жишигт хүртэл орон зайн "Геометр сэтгэлгээний" чадварыг хөгжүүлэхэд анхаар шаардлагатай байна. Инженер, техникийн мэргэжилтнүүдийн дунд явуулсан геометр сэтгэлгээний чадварт хийсэн судалгааны үр дүнг дараах графикт харуулав. Геометрийн сэтгэлгээний чадварыг 15-45% эзэмшсэн нь бага тоо юм. Энэ нь мэдээллийн технологийн үсрэнгүй хөгжилтэй шууд хамааралтай байна.

1990 оноос өмнө манай орны хувьд геометр сэтгэлгээний чадвар илүү байсан бөгөөд ямар ч зүйлийг гараар барьж, тооцоолж хийж байсан нь хүний оюуны сэтгэхүйн хөгжилтэй шууд хамааралтайг илтгэж байна. Тиймээс хүн өөрийн гараар зурж, тооцоолох нь :

- нарийн нягт тооцоолоход сууж сурах,
- тогтвортой байрлалд удаан хугацаагаар ажиллаж сурах,
- хамтаар хэлэлцэн шийдвэрлэж сурах гэх мэт хүний хөгжил, сэтгэн бодох чадвартай шууд нөлөөтэй байдаг тул геометрийн хичээлийг бүхий л боловсролын түвшинд заавал уламжлалт аргаар зааж сургах нь давуу талтай байна.

2010 оноос кибер орон зай давамгайлах болсон энэ цаг үед хүний геометрийн сэтгэлгээний чадвар сайтар хөгжих ч хийсвэр ойлголтууд давамгайлж геометрийн хавтайн проектод зургийг төсөллөх, огторгуйн орон зайд дүрслэх, зохин бүтээлтийн сэтгэлгээ муу байгааг 2-р зургаас харж болно.

Тиймээс инженер, техникийн их, дээд сургуулийн боловсролын салбарт мэргэжлийн суурь болгон судалж үздэг "Дүрслэх геометр" хичээлийг уламжлалт арга ба кибер орон зайн төсөөллийг хамтад нь сургах явдал чухал байна. Үүнийг уламжлалт арга ба зураг төслийн автоматжуулсан аргатай хослуулан, цахим болон танхимын сургалтыг аль алиныг нээлтэй сонгон сургах нь геометрийн сэтгэлгээний чадварыг сайтар хөгжүүлэхэд чухал нөлөө үзүүлэх болно. Хүний



3-р зураг. Геометр сэтгэлгээний чадвар

сэтгэлгээ бодох чадвар нь аливаа зүйлийг бодит мэт төсөөлөн бодож уламжлалт аргаар гараар ватум дээр зурж төсөллөх нь илүү олон чадварыг хувь хүнд олгодог давуу талтай. Жишээ нь:

- удаан тогтвортой сэтгэх
- олон талаас нь ургуулан бодох
- олон арга аргачлалыг харьцуулах
- хамтаар сайтар хэлэлцэх
- шийдлийг оновчтой тодорхойлох
- зөв тооцоолох
- зөв зурж төсөллөх зэрэг олон мэдлэг чадваруудыг цогцлоож байдаг байна. Тиймээс ч инженер мэргэжил бол шалгарсан мэргэжил, үүнийг сайтар хөгжүүлсэн улс орон хөгжлийн оргилд хүрч чаддаг байна.

IV. ҮР ДҮН, ЦААШИД СУДЛАХ АСУУДЛУУД

Дээрх судалгааны үр дүнг боловсруулах явцад геометр сэтгэлгээний чадварыг хөгжүүлж улс орны бүтээн байгуулалтын инженерийн байгууламжийн дизайны шийдлийг орон зайн өвөрмөц хэлбэр дүрсийг агуулсан бүтээлүүдийг бий болгоход бүх нийтийн инженерийн боловсролын байгууллага судалгааг хамтран хийж тодорхой үр дүнд хүрэх явдал чухал байна.

Аливаа инженерийн бүтээн байгуулалт гэдэг нь хамтын бүтээл учир инженерүүдийн судалсан сэтгэлгээний геометрийн муруй, гадаргуугийн эрэмбийг нэмэгдүүлэн, алгебр болон дифференциал тэгшитгэлээр дамжуулан тооцоолж, цаг уур, байгалийн аливаа үзэгдлийн онцлогт тохирох техник, технологийн өвөрмөц дизайн, загварчлалыг хийх шаардлага зүй ёсоор гарч байгаа юм.

Тэгэхлээр цаашид муруй ба гадаргуугийн эрэмбийг, алгебрын тэгшитгэлийн эрэмбийн тоотой

харьцуулан нарийвчилсан судалгааг тасралтгүй хийх эрдэмтдийн баг бүрдүүлэх явдал юм.

Дүрслэх геометр ба инженер дизайны шийдлийг оновчтой төслөхөд зайлшгүй геометрийн шугам, хавтгай, гадаргуугийн оролцоо их байх ба хэлбэр дүрсийн хувьд гадаргуугийн эрэмбэтийн тоо өсөж байгааг өнөөгийн дэлхий нийтийн шилдэг инженерийн байгууламж, зохион бүтээлт, хийц зэргээс харж болно. Бид ч гэсэн энэ талаар түлхүү судалгаа шинжилгээ хийж геометрийн бодлого, тооцоо, дүрслэл байгуулах арга аргачлалдаа анхаарч гараар зурах уламжлалт аргыг орхигдуулахгүйгээр автоматжуулсан (AbtoCAD) аргатай хослуулан сайжруулах явдал чухал болох нь харагдаж байна.

Аливаа техник, технологийн шийдэл, загварчлал нь дизайнаасаа хамааралтай аль болох сонирхолтой, амар хялбар шийдлийг цогцолсон уран загвар, бат бөх шийдэл гаргах нь инженер технологи, техникчид, зохион бүтээгчдийн гол асуудал болж байдаг юм. Тиймээс ч аливаа шилдэг зохион бүтээл нь өөрөө хамтын бүтээл байдагт оршино.

ДҮГНЭЛТ

Дүрслэх геометр ба инженерийн, дизайны шийдлийн харьцуулсан судалгааг хийж дараах дүгнэлтэд хүрлээ. Үүнд:

1. Инженерийн ба дизайны шийдлийг кибер орон зайд төсөөлөх геометр сэтгэлгээний чадварыг хөгжүүлэхэд уламжлалт аргыг зураг төслийн автоматжуулсан аргатай хослуулан хэрэглэх;
2. Зураг төслөөс тоон мэдээлэл гаргаж авахад геометрийн муруй ба гадаргуугийн эрэмбийг алгебрын тэгшитгэлийн эрэмбийн тоотой харьцуулсан судалгааг тасралтгүй нарийвчлан хийх;
3. Дэлхийд гайхагдах инженерийн ба дизайны шийдлийг судалж харьцуулах, ашиглах, ололтуудын зарчмыг хэлэлцэх явдал чухал байгааг дэвшүүлж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Atakhanova Svetlana Ombaevna Teacher, "Descriptive geometry and modern possibilities in the process of studying it" Chirchik state pedagogical institute, Tashkent, UZBEKISTAN, European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences Vol. 8 No. 11, 2020 ISSN 2056-5852, Progressive Academic Publishing, UK, www.idpublications.org
- [2] Olga Melnikova1,*, and Svetlana Shuvalova2 1Department of Descriptive Geometry and Engineering Graphics, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 4 Vtoraya Krasnoarmeiskaya str., Saint Petersburg, Russia 2Department of Descriptive Geometry and Engineering Graphics, Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, 4 Vtoraya Krasnoarmeiskaya str., Saint Petersburg, Russia "Descriptive geometry as a tool for the development of future architects' imaginative abilities", E 3S Web of Conferences <https://doi.org/10.1051/e3sconf/2019/1101100-2018SPbWOSCE>.
- [3] news.xopom.com/413010/. ©XopoM news
- [4] <http://www.udcgroup.mn/post/48830>
- [5] <https://www.caak.mn/post/view/233103>
- [6] Д. Баттогтох, Х.Дамчаасүрэн. "Геометр байгуулалт" 2020 он
- [7] Д.Баттогтох, Б.Жигжид, Х.Дамчаасүрэн "Дүрслэх геометр" 2021 он

ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ГОЛЫН ГЭМТЭЛ, ЭВДРЭЛИЙН СУДАЛГАА

Сайжаагийн ЭРДЭНЭЦЭЦЭГ¹, Пүрвээгийн АРИУНБОЛОР²

^{1,2}Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Эрдэс боловсруулалт, инженерчлэлийн салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: ariunbolorp@must.edu.mn¹

Хураангуй: Энэхүү өгүүлэлд хөдөлгүүрийн голын эвдрэл, гэмтлийн шалтгааныг судлан тодорхойлсон бөгөөд судалгааны үр дүнд голын гэмтэл нь давтагдсан ачааллаас үүдэлтэй механик цуцалт, эвэрлэлт, дулааны болон устөрөгчийн хэврэгшил, үлдэгдэл дотоод шахалт, дулааны буруу боловсруулалттай шууд холбоотой болох нь тогтоогдов. Судалгааны явцад гагнуурын технологийн алдаа, тосолгооны дутмаг байдал, холхивчны гэмтэл, микро үрэлт, кавитаци зэрэг хүчин зүйлс нь хөдөлгүүрийн голын ашиглалтын хугацааг мэдэгдэхүйц бууруулж, хугацаанаасаа өмнө хугарах гол шалтгаан болж байгааг илрүүлсэн. Судалгаанд үйлдвэрлэл, угсралт болон ашиглалтын үе шатанд үүсэх механик цуцалт, үлдэгдэл дотоод шахалт, эвэрлэлт, холхивчны гэмтэл, дулааны болон устөрөгчийн хэврэгшил, гагнуурын технологийн доголдол зэрэг хүчин зүйлсийг хамруулан, туршилт ба ажиглалтын үр дүнд тулгуурлан дүн шинжилгээ хийсэн. Үр дүнгээс харахад хөдөлгүүрийн голын эвдрэлийн 80–90 хувь нь давтагдсан ачааллаас үүдэлтэй механик цуцалттай холбоотой бөгөөд гагнуур болон дулааны боловсруулалтын явцад үүссэн үлдэгдэл дотоод шахалт, материалын бүтцийн өөрчлөлт нь ан цав үүсэх үндсэн шалтгаан болж, голын ашиглалтын хугацааг эрс богиносгож байгааг тогтоов. Иймд хөдөлгүүрийн голын эвдрэл, гэмтлээс урьдчилан сэргийлэхийн тулд засварын материалын сонголтыг зөв хийх, дулааны боловсруулалтын горимыг нарийн хянах, гагнуурын технологийн стандартыг мөрдөх, тосолгоо ба засвар үйлчилгээний төлөвлөгөөг тогтмол хэрэгжүүлэх шаардлагатай гэж дүгнэв. Судалгааны үр дүн нь хөдөлгүүрийн голын найдварт ажиллагааг дээшлүүлэх, эвдрэл үүсэх эрсдэлийг бууруулах, мөн үйлдвэрлэлд ашиглагдах оношилгоо ба урьдчилан сэргийлэх арга зүйг сайжруулах онол, практикийн ач холбогдолтой болохыг харуулж байна.

Түлхүүр үг: механик цуцалт, хэврэгшил, эвэрлэлт, үлдэгдэл дотоод шахалт, оношилгоо.

I. УДИРТГАЛ

Хөдөлгүүрийн гол нь эргэлдэх тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагааг хангах үндсэн эд анги бөгөөд бүтцийн гол бүрэлдэхүүн хэсэг юм. Энэ нь эргэлдэх тоног төхөөрөмжийн бүтцийн үндсэн бүрэлдэхүүн хэсэг бөгөөд эргэлтийн хөдөлгөөнийг бул, араа, дамар зэрэг эд ангиудад дамжуулах үүрэгтэй. Голын хэвийн ажиллагаа нь бүхэл бүтэн тоног төхөөрөмжийн найдвартай ажиллагаа, ашиглалтын хугацаа, аюулгүй байдлыг тодорхойлох чухал хүчин зүйл болдог. Үйлдвэрлэл, угсралт болон ашиглалтын үеийн буруу нөхцөл, гаднын нөлөөллөөс шалтгаалан хөдөлгүүрийн голд эвдрэл, гэмтэл үүсдэг. Үүний улмаас үйлдвэрлэлийн явцад олон хүчин зүйлээр дамжуулан гол элэгдэж, эцэстээ хугардаг.

Өмнөх судалгаануудад голын эвдрэл нь механик цуцалт, эвэрлэлт, хэврэгшил, хэт ачаалал, өндөр температурын нөлөөлөл зэрэг олон хүчин зүйлтэй холбоотой болохыг тогтоосон. Жишээлбэл гагнуурын үед бүтэц өөрчлөгдөх, дотоод шахалтын төвлөрөл бий болох, түгжээний ховил зэрэг хийцийн онцлогуудаас үүдэн ан цав үүсэх нь түгээмэл. Цаашлаад устөрөгчийн болон дулааны хэврэгшил, эвэрлэлтээс үүдэлтэй гэмтэл зэрэг нь голын ашиглалтын хугацааг богиносгож, хугацаанаасаа өмнө эвдрэх нөхцөлийг бүрдүүлдэг. Судалгааны дүнгээс үзвэл хөдөлгүүрийн голын гэмтлийн ихэнх нь буюу 80–90% нь давтагдсан ачааллын нөлөөгөөр бий болох механик цуцалттай холбоотой байдаг.

Хөдөлгүүрийн голын гэмтэл нь зөвхөн механик бүтцийн доголдол төдийгүй эрчим хүчний системийн найдвартай ажиллагаа болон үйлдвэрлэлийн

тасралтгүй үйл ажиллагаанд ноцтой эрсдэл учруулдаг. Иймд эвдрэл, гэмтлийн шалтгаан, ангилал болон нөхцөл явцыг нарийвчлан судалж, оношлох арга зүйг боловсронгуй болгох шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна.

Энэхүү судалгааны зорилго нь хөдөлгүүрийн голын эвдрэл, гэмтлийн шалтгаан ба онцлогийг шинжлэх, үүсэх механизмыг тайлбарлах, мөн урьдчилан оношлох, сэргийлэх боломжийг тодорхойлох явдал юм. Судалгааны үр дүн нь хөдөлгүүрийн голын гэмтэл, эвдрэлийн шалтгаан, хөгжлийн механизмыг тодорхойлон, урьдчилан оношлох болон сэргийлэх арга зүйг боловсруулахад чиглэгдэнэ.

II. ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ГОЛЫН СУДАЛГААНЫ ТОЙМ

Хөдөлгүүрийн гол нь эргэлдэх тоног төхөөрөмжийн бүтцэд багтах үндсэн эд анги тул бул, араа, дамар зэрэг зангилаа хэсгүүдэд эргэлтийн хүч дамжуулах ба дунд хэсэгтээ хамгийн их, харин төгсгөл хэсгүүдэд харьцангуй бага диаметртэйгээр хийгддэг шаталсан хэлбэрийн хийцтэй. Төгсгөл хэсэгт холхивч суурилуулах зориулалттай хэсгүүд, шаталсан бүсэд араа, дамар, холхивч зэрэг холбогдох эд ангиудыг угсрах, тулгуурлах хэсгүүд байрладаг [1].

Төгсгөлөг элементийн шинжилгээний үр дүнгээс харахад дамарт туузан дамжуулагчийн хөтлүүрийн голд хийсэн засварын гагнуур нь голын дотоод бүтцийг өөрчилж, хатуулагт нөлөөлсөн тул механик цуцалт бий болсноос гол хугарсан байна [2].

Хөдөлгүүрийн голын анхны 5 мм байх ёстой хэсэгт 2 мм-ийн зузаантай шаваас тавьснаар голын жигд тэнцвэрийг бүрэн хангаж чадаагүйгээс дотоод

шахалт үүсгэн доргио чичиргээ, улмаар ан цав бий болгосноор төгсгөлдөө голын эвдрэлд хүргэдэг. [3].

Зүтгүүрийн хоолой цэнэглэгчийн голын хугарал нь голын холхивчны ханцуй болон голын хооронд үүссэн үрэлтээс шалтгаалсан өндөр температур, мөн өөр диаметртэй хэсгүүдийн заагт байрлах ховилын хэсэгт төвлөрсөн мушгирсан цуцалтаас үүдэлтэй болох нь тогтоогджээ [4].

Механик цуцалтын онцлог шинжүүдийг нарийвчлан тодорхойлж, хугарлуудын гадаргууг сканнер электрон микроскоп (SEM)-оор шинжилсэн судалгааны үр дүнгээс харахад хөдөлгүүрийн гол нь мартенситийн бүтэцтэй гангаар хийгдсэн болох нь тогтоогдсон. Хугарлын ан цавууд нь мөхлөг хоорондын хэлбэртэй байсан бөгөөд ан цав нь голын дотоод хэсгээс эхэлж, улмаар гадаргууд ил гарсан байв. Мартенситийн бүтэцтэй ган нь дулааны нөлөө болон устөрөгчийн хэврэгшилд өндөр мэдрэмтгий тул голын эвдрэл нь буруу дулааны боловсруулалттай шууд холбоотой байсан бөгөөд энэ нь халалтын хэврэгшил үүсэх нөхцөлийг бүрдүүлсэн болохыг тогтоов. [5].

Хөдөлгүүрийн голын бүтцийн бүрэлдэхүүн хэсгийн эвдрэл, гэмтлийг шинжилсэн судалгааны үр дүнгээс үзэхэд эвдрэл үүсэх гол шалтгаан нь гагнууртай холбоотой байсан нь тогтоогдсон. Сул угсралтаас үүдэлтэй доргио чичиргээг засахаар ашигласан гагнуур нь хэв гажилтын төвлөрөл үүсгэж, улмаар голын эвдрэлд хүргэсэн. [6].

Хөдөлгүүрийн голын эвдрэл нь зөвхөн механик бүтцийн доголдол төдийгүй үйлдвэрлэлийн тасралтгүй ажиллагаанд ноцтой эрсдэл учруулдаг. Тиймээс голын элэгдэл, гэмтэл, эвдрэлийн шинж тэмдэг, явцыг тодорхойлох оношилгооны арга зүйг судлах, мөн хөдөлгүүрийн голд учирч буй гэмтлийн шалтгааныг нарийн тогтоохын тулд уг голд үйлчилж буй ачаалал болон дотоод шахалтын шинж чанарыг бүрэн ойлгох шаардлагатайг эдгээр судалгаануудын үр дүн харуулж байна.

III. ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ГОЛЫН МЕХАНИК ШИНЖ ЧАНАРУУД

Хэв гажилт (deformation) нь хатуу биеийн хэлбэр, хэмжээг өөрчлөх үзэгдэл юм.

Дотоод шахалт (stress) нь материалын нэгж талбайд ногдох дотоод хүч ба (1) -ээр тодорхойлогдоно.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Энд σ — дотоод шахалт (Па, Н/м²), F — хөндлөн чиглэлд үйлчлэх хүч (Ньютон), A — үйлчилж буй талбай (м²).

Хажуугийн дотоод шахалт (shear stress) нь нэгж талбайд ногдох хөндлөн чиглэлийн (хажуугийн) хүч юм. Нэгэн жигд биетийн дээд гадаргууг нэг чиглэлд, доод хэсгийг эсрэг чиглэлд гулсуулбал биетийн дотор хажуугийн дотоод шахалт үүсэж, энэ нь материалыг урагш-хойш түлхэх хүчнүүдийн тэнцвэрийг илэрхийлдэг.

Харьцангуй гажилт (strain) гэдэг нь анхны хэмжээтэй харьцуулсан материалын суналт, шахалт, гулзайлтын харьцаа юм.

Хэврэгшилт (embrittlement) гэдэг нь материалын уян харимхай шинж чанар (суналт, гулзайлалт тэсвэрлэх чадвар) алдагдаж, бага деформацийн дараа ан цав үүсэж, хугарах хандлага нэмэгдэхийг хэлдэг. Өөрөөр хэлбэл температур, химийн урвал, туяаны нөлөө, устөрөгч зэрэг ямар нэгэн шалтгааны улмаас материал илүү хэврэгшдэг. Хэврэгшилтийн үр нөлөөгөөр энгийн үед тэсвэртэй байсан материал маш амархан хугарах, ан цав үүсгэх эрсдэлтэй болдог ба машин, барилга, өндөр даралттай шугам хоолойн аюулгүй байдалд ноцтой аюул учруулдаг.

Хэврэгшилтийн дараах төрлийг дурдвал:

- Устөрөгчийн: Металлд устөрөгч шингэснээс үүдэлтэй,
- Дулааны: Дулааны нөлөөгөөр бүтэц нь өөрчлөгдөж хэврэг болох,
- Цацрагийн: Цөмийн реакторт ашиглагддаг металл материалууд нейтроны туяанд өртсөнөөс болох,
- Шингэн металлын: Зарим металл шингэн металлтай харьцах үед хугарамтгай болдог (жишээ: цай, кадми)

Удаан гажилт (creep) нь материал удаан хугацаанд тогтмол ачаалал эсвэл дотоод шахалтын нөлөөнд тасралтгүй хэлбэрээ өөрчлөх (сунах)-ийг хэлнэ. Өөрөөр хэлбэл материал аажим үл эргэх гажилтад ордог. Удаан гажилт нь дараах гурван үе байдаг. Үүнд:

- 1-р үе шат: Анхны гажилт (Primary creep): Гажилт хурдан эхэлж, дараа нь аажим багасдаг.
- 2-р үе шат: Тогтвортой гажилт (Secondary creep): Гажилтын хурд тогтвортой, хамгийн урт үргэлжилдэг.
- 3-р үе шат: Түргэссэн гажилт (Tertiary creep): Гажилтын хурд нэмэгдэж, ан цав үүсэж эвдрэлд хүрдэг.

Цуцалт (fatigue) гэдэг нь механик инженерчлэлд материал эсвэл эд анги давтамжтай ачаалал (цохилт, чичиргээ, хэлбэлзэл, цикл) авах үеийн гэмтлүүдээс болж бага багаар ан цав үүсэж эцэстээ хугарахыг хэлнэ. Өөрөөр хэлбэл хөдөлгүүрийн голд олон дахин ачаалал өгөгдөх үед аажмаар явагддаг ан цав юм. Энэ нь нэг удаагийн хүчнээс бус, давтагдсан тодорхой хэмжээний дотоод шахалтаас болж материал аажимдаа цуцаж, ан цавтай болж, эцэстээ хугарч эвдрэх явц байдаг. Хэрэв голыг зохион бүтээх (design), үйлдвэрлэх (manufacture), суурилуулах (apply), ашиглах (operate) үе шатуудад аль нэг нь зохих стандартын дагуу хийгдээгүй тохиолдолд, эдгээр гэмтлийн аль ч хэлбэрээр ашиглалтын хугацаанаасаа өмнө эвдрэх (premature failure) эрсдэлтэй байдаг.

Таталт, суналтын хүч (tension) нь ямар нэгэн эд ангийг хоёр тал руу тэлж, сунгаж байгаа үед үүсдэг хүч юм.

Зэврэлт: Орчны нөхцөл ба материал дахь цахилгаан-химийн урвалын нөлөөгөөр хөдөлгүүрийн голд дотоод шахалт үүсэж, материалын бат бөх чанарыг бууруулж, гадаргуу дээр жижиг хонхорхой хэлбэрийн сүвэрхэг элэгдэл (pitting) үүсдэг. Зарим тохиолдолд материалын маш бага хэмжээний элэгдэл нь урьдчилсан ямар ч шинж тэмдэг илрээгүйгээр хурдан хугацаанд цөмөрч нэвт гарах (perforation) нөхцөл үүсгэж, гэмтэл эвдрэлд хүргэж болдог. Мөн нүх сүвэрхэг элэгдэл (pitting) нь дотоод шахалтын төвлөрөл (stress raisers)-ийг бий болгож, цуцалтаас үүдэлтэй ан цав (fatigue cracks) үүсэх нөхцөлийг бүрдүүлдэг.

Үлдэгдэл дотоод шахалт: Үлдэгдэл дотоод шахалт (Residual stress) гэдэг нь хөдөлгүүрийн голд гадаад ачааллаас үл хамааран хөдөлгүүрийн голд үүсэх дотоод хүчний төлөвийг илэрхийлдэг бөгөөд үйлдвэрлэлийн болон засварын олон төрлийн процессын үр дүнд бий болдог. Үүнд дараах механик боловсруулалтын үе шат багтана.

- Гулдмайлах, цувих (Drawing)
- Гулзайлгах (Bending)
- Шулуун болгох (Straightening)
- Машин боловсруулах (Machining)
- Зүлгүүрдэх (Grinding)
- Гадаргууг булан шахах буюу цувих (Surface Rolling)
- Цохиж гадаргууг цэвэрлэх/түлхэх боловсруулалт (Shot Blasting / Peening)
- Өнгөлгөө хийх (Polishing)

Эдгээр нь пластик хэв гажилт үүсгэн, улмаар үлдэгдэл дотоод шахалт (Residual stress) бий болгодог. Мөн дулааны боловсруулалтын процессууд ч үлдэгдэл дотоод шахалт үүсгэх боломжтой. Үүнд:

- Халуун цувих (Hot Rolling)
- Гагнах (Welding)
- Хийн дөлөөр зүсэх (Torch Cutting)
- Дулааны боловсруулалт (Heat Treating)

Үлдэгдэл дотоод шахалт нь заавал сөрөг нөлөөтэй байдаггүй. Хэрэв тухайн гажилт нь ачааллын дотоод шахалттай (load stress) зэрэгцээ боловч эсрэг чиглэлтэй байвал энэ нь материалыг бэхжүүлэх, бат бөх чанарыг сайжруулах эерэг үр нөлөө үзүүлдэг. Харин үлдэгдэл дотоод шахалтын хэмжээ хэт өндөр тохиолдолд, түүнийг зөв зохистой дулааны боловсруулалтаар (heat treatment) бууруулдаг.

Хөдөлгүүрийн роторын угсралтаас үүдсэн олон төрлийн дотоод шахалтын нөлөөллөөс болж хөдөлгүүрийн гол гэмтэх эрсдэлтэй. Хэрэв эдгээр дотоод шахалт нь төлөвлөгдсөн хийцийн болон ашиглалтын зохих хязгааруудад байвал хөдөлгүүрийн ашиглалтын хугацааны туршид голын гэмтэл үүсэхгүй.

Дотоод шахалтын ангиллыг 1-р хүснэгтэд авч үзв.

Дотоод шахалтын ангилал

1-р хүснэгт.

№	Ангилал	Нөлөөлөл
1	Механикийн	Хэт ачаалагдах, гулзайх
		Мушгих
		Тэнхлэгийн дагуу үйлчлэх
2	Динамик	Мөчлөгт
		Огцом цохилт
3	Үлдэгдэл	Үйлдвэрлэлийн процесст
		Засвар явцад
4	Халалт	Температурын градиент
		Роторын нумралт
5	Орчны нөлөөлөл	Зэврэлт
		Чийг
		Элэгдэл
		Кавитаци
6	Цахилгаан соронзон	Хажуугийн ачаалал
		Фаз нь тохиргүй байснаас автомат дахин залгалт

Хөдөлгүүрийн голд үүсэх ан цав, пластик хэв гажилт, цуцалтаас шалтгаалсан байрлалын гажуудал болон соронзон орны хазайлт нь соронзон урсгалын нягт ба тэгш хэмд шууд нөлөөлдөг. Үүний зэрэгцээ үүссэн микро болон макро ан цав нь босоо ачаалал, мушгих момент, давтамжит хүчний нөлөөгөөр хөдөлгүүрийн ажиллах явцад аажим тэлж, улмаар голын хугарал ба бүтцийн эвдрэлд хүргэдэг. Үүний үндсэн шалтгаан нь цуцалт, мушгих доргио чичиргээ, халаалт-хөрөлт зэргээс болдог.

Голын ан цав болон роторын савхны гэмтэл нь хөдөлгүүрийн агаарын завсрын хэмжээг өөрчилснөөр завсар тэгш бус болж, үүний улмаас соронзон урсгалын нягтын орон зайн тархалт жигд бус болно. Ингэснээр соронзон урсгал нэг тал руу төвлөрч, урсгалтын тэгш хэм алдагдан (flux asymmetry), соронзон урсгал хөдөлгүүрийн гаднах орон зайд тархдаг.

Статорын зүрхэвчний гаднах орон зайд тархсан соронзон урсгал нь асинхрон хөдөлгүүрийн эхний шатны гэмтлийг (роторын гэмтэл, агаарын завсрын тэгш бус байдал, ороомгийн богино холболт) илрүүлэхэд ашиглагддаг.

Тэгш хэм бус соронзон орон нь эргэлдүүлэх цахилгаан соронзон моментын лугшилт үүсгэж хөдөлгүүрийн доргио, чичиргээг нэмэгдүүлдэг. Мөн соронзон урсгалын нягт нь агаарын завсарт хэсэгтээ төвлөрөхөөр халалтын “hot spot” үүсгэдэг. Тархсан соронзон урсгалын мэдрэгчээр гаднаас соронзон урсгалыг хэмжин, хазайлт илрүүлэх ба дагуу соронзон урсгалын мэдрэгчээр (Bz component) тэнхлэг дагуух соронзон урсгалын тэгш бус байдлыг тодорхойлдог.

IV. АЧААЛЛААС ҮҮСЭХ ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ГОЛЫН ГЭМТЭЛ, ЭВДРЭЛҮҮД

Ачааллаас үүсэх хөдөлгүүрийн голын гэмтлүүдийн төрлийг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Гэмтлийн төрөл

2-р ХҮСНЭГТ.

Төрөл	Шалтгаан
Хэт ачаалал	Хөдөлгүүр гэнэт зогсох, эсвэл гацах үед огцом ачаалал (high impact load) үүсэж, энэ нь голд цуцалтын ан цав үүсгэх нөхцөл бүрдүүлдэг.
Цуцалт	Хажуугийн ачаалал (overhung load), их мушгих ачаалал (high torsional load) болон механик гэмтлээс үүсэх стресс үүсгэгчид (stress raisers) нь голд хэт гулзайлт (rotary bending) үүсгэж, цуцалт ба хугарлын гол шалтгаан болдог.
Зэврэлт	Элэгдэл (wear), нүх сүвэрхэг элэгдэл (pitting), микро үрэлтээс үүсэх элэгдэл (fretting) болон кавитаци (cavitation) зэрэг үзэгдлүүд нь хүнд хэлбэртэй тохиолдолд цуцалтаас үүссэн гэмтэл (fatigue failure)-д хүргэж болдог.

2-р хүснэгтэд үзүүлснээс гадна дараах гэмтэл, эвдрэл, элэгдлүүд байна. Үүнд:

Голын микро үрэлтээс үүдсэн элэгдэл: Голын микро үрэлт (shaft fretting) нь хөдөлгүүрийн гол болон түүний холбогч эд ангиудад ноцтой гэмтэл учруулах эрсдэлтэй. Энэ төрлийн гэмтэл нь ихэвчлэн чангалах угсралт (press fit) эсвэл чөлөөтэй угсрах холбоос (slip fit) бүхий хэсгүүдэд үүсдэг. Үүнд дараах зангилаанууд багтана:

- Түгжээтэй зангилаа (keyed hubs)
- Холхивч (bearings)
- Муфт (couplings)
- Голын ханцуйвч (shaft sleeves)
- Араат хөтлүүртэй угсралт (splines)

Конус хэлбэр (taper fit) холбооснууд нь маш бага хэмжээний харилцан хөдөлгөөнтэй тул энэ төрлийн элэгдэлд бага өртдөг. Холбогч гадаргуугийн завсар илрэх улаан хүрэн өнгийн ул мөр нь ферритийн исэл (ferric oxide) буюу зэв үүссэнийг харуулдаг бөгөөд микро үрэлтийн (fretting) шинж тэмдэг юм. Ийм төрлийн гэмтэл нь хоёр холбогдох эд ангийн хооронд харилцан давтагдах үрэлт үүсэх үед гарч, үр дүнд нь материалын гадаргуугийн бүтцийг эвдэж, механик гэмтэл үүсгэдэг.

Микро үрэлт үүссэний дараа голын материал механик үйлчлэлд илүү өртөмтгий болж, цуцалтын ан цав (fatigue cracks) үүсэхэд өндөр эрсдэлтэй болдог тул мөчлөгт ачааллын (cyclic load) нөлөөгөөр цуцалтын эвдрэл (fatigue failure) үүсэх нөхцөл бүрддэг.

Хөдөлгүүрийн гол дээр доргио, чичиргээ (shaft vibration) илэрсэн үйд зохих арга хэмжээ авахгүй бол системийн динамик тэнцвэр алдагдаж, доргио чичиргээний түвшин ихсэн механик гэмтлийн үүсэн эвдрэл болох нь хурдасдаг.

Кавитациас үүссэн гэмтэл: Шингэн дамжуулах төхөөрөмж, ялангуяа шахуургын системд шингэн нь

хөдөлгүүрийн гол (motor shaft)-ын гадаргуугаар хурдтай урсах үед кавитацийн үзэгдэл (cavitation) үүсэх магадлалтай. Кавитацийн үед шингэний дотор түр зуурын хөндий, хийтэй бөмбөлөг, вакуум орон зай (voids) үүсэж эдгээр нь маш богино хугацаанд тэсрэн задарснаар (collapse) гэнэтийн долгион (shock wave) үүсгэдэг. Үүний үр дүнд голын гадаргуун дээр ховил, хонхорхой (craters) бий болно. Ийм гэнэтийн ачаалал (shock) давтагдах тохиолдолд голын гадаргуу нь гэмтэж, материалын бат бөх чанар (yield strength) буурч, харьцангуй богино хугацаанд гэмтэл эвдрэл үүсдэг. Кавитацийн сөрөг нөлөөг бууруулах хамгийн түгээмэл арга нь элэгдэлд болон зэврэлтэд өндөр тэсвэртэй зэвэрдэггүй гангаар (stainless steel shaft) голыг боловсруулах явдал юм. Энэ төрлийн материал нь элэгдэл (wear) болон идэгдэл (erosion)-д маш сайн тэсвэртэй. Мөн зарим тохиолдолд эластомер бүрхүүл (elastomeric coatings) ашигласнаар идэгдэл (erosion)-д тэсвэртэй байдлыг сайжруулах боломжтой.

Гадаргуугийн шаваас (surface coating): Хөдөлгүүрийн голыг сэргээх болон хамгаалах зориулалттай металл бүрхүүл (metallic coating) нь материалын дотоодод үлдэгдэл шахалт (residual stress) үүсгэх эрсдэлтэй бөгөөд энэ нь улмаар үндсэн материалын цуцалтын бат бэхийг (fatigue strength) бууруулах хүчин зүйл болдог.

Ихэнх тохиолдолд аюулгүй байдлын коэффициент (safety factor) нь хангалттай хэмжээнд байдаг тул ийм төрлийн цуцалтыг материал тэсвэрлэж чаддаг. Голын ажиллах нөхцөл нь хийцийн дээд хязгаар (design limits)-т хүрвэл дараах ажиллагаанууд нь цуцалтын шинжтэй гэмтэл (fatigue-related failure) үүсгэх өндөр эрсдэлтэй. Үүнд:

- Цахилгаан бүрэх (electroplating)
- Металл шүршигч бүрхүүл (metal spray)
- Каталит бүрхүүл (catalytic deposition)

Зарим бүрэх ажиллагааны үед устөрөгч (hydrogen) нь үндсэн металлын бүтцэд нэвчих ба хэрэв зохих дулааны боловсруулалт (heat treatment) хийгдэж, устөрөгч саармагжуулагдахгүй бол устөрөгчийн хэврэгшил (hydrogen embrittlement) үүсэж, улмаар голын таталтын бат бэхийг (tensile strength) огцом бууруулдаг. Харин гагнаж сэргээх (welding repair) дараах хүчин зүйлүүд нь засварын амжилттай гүйцэтгэх үндсэн нөхцөл болдог.

- Зөв гагнуурын материалын сонголт
- Программчлалын арга техник (method of application)
- Дотоод шахалт саармагжуулалт (stress relief)
- Гадаргуугийн боловсруулалт (surface finish)
- Диаметр шилжилтийн хэлбэржилт (diameter transition)

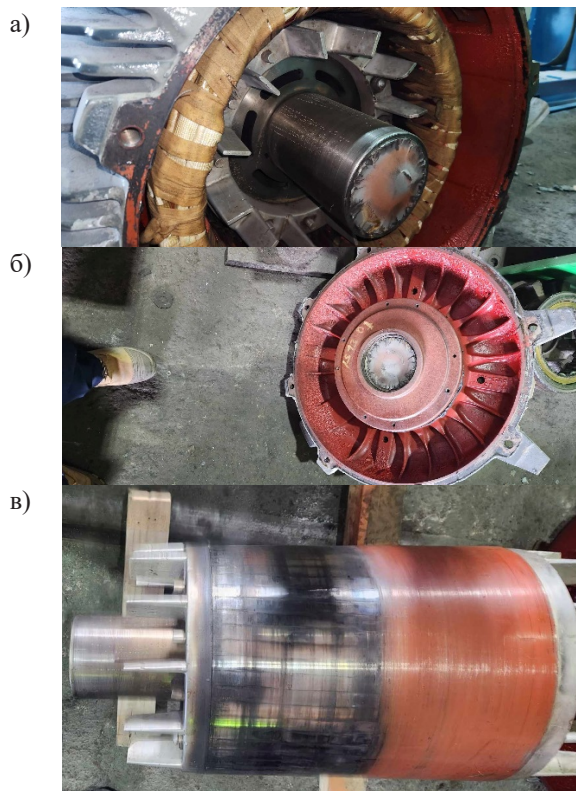
Голын хугарал үүсгэдэггүй төрлийн гэмтэл: Хөдөлгүүрийн шууд хугарал үүсгэдэггүй гэмтлүүдийн нийтлэг шалтгааныг дараах байдлаар авч үзэв. Үүнд:

- Гулзайлт болон хазайлтаас (bending or deflection) үүдэн хөдөлгөөнгүй эд ангиудтай (stationary parts) хавирах,
- Голын хэмжилтийн алдаа (incorrect shaft size) нь дараах асуудлыг үүсгэх:
 - Эргэлтийн төвөөс зөрөх (run-out)
 - Буруу угсралттай холбоос (incorrect fits)
- Үлдэгдэл дотоод шахалт (residual stress)-аас болж голын геометрийн хэлбэр өөрчлөгдөх
- Материалын шинж чанарын доголдол (material defects)
- Хэт их зэврэлт (corrosion) болон элэгдэл (wear)

Мөн олон тохиолдолд холхивчны ноцтой гэмтэл (catastrophic bearing failure) нь хөдөлгүүрийн голд хүнд гэмтэл учруулдаг хэдий ч голын хугаралд хүргэдэггүй.

V. ХҮЛЭЭН АВСАН ХӨДӨЛГҮҮРИЙН ГОЛЫН ГЭМТЭЛ, ЭВДРЭЛҮҮД

Хөдөлгүүр засварын газарт хүлээн авсан хөдөлгүүрийн голын хугарсан байдлыг 1-р зурагт үзүүлэв.



1-р зураг. Хөдөлгүүрийн голын хугарал 1

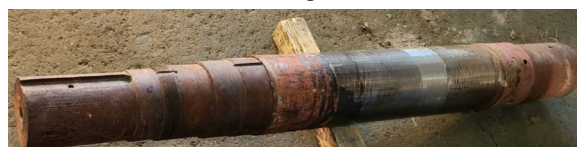
Тус засвар нь энэ хөдөлгүүрийг нь анх гурван сарын өмнө хүлээн авч голд гүн цууралт, элэгдэл үүссэн байсныг шаваасаар нөхөн засварласан ба засварын дараах хэмжилтийг гүйцэтгэн үйлдвэр рүү илгээсэн. Үйлдвэрт ажиллаж байгаад, 6 сарын дараа хөдөлгүүрийн гол хугарсан.

1(а-б)-р зургаас харахад хөдөлгүүрийн голын төгсгөл хэсгийн холхивч болон сэнсний ойр орчимд гол хугарсан. Хугарлын төгсгөл хэсэгт дугуй

хэлбэртэй, зэврэлт болон халалтын ул мөр үүссэн байгаагаас харахад олон жилийн турш эргэх моментын ачаалал, хэв гажилтын давтамжтай хүчний үйлчлэлд орсноор бага багаар ан цав үүсэж, улмаар хугарсан. Мөн хугарлын гадаргуу дээр радиаль чиглэлтэй, төвөөс цацарсан хагарал илэрч байгаа нь цуцалтаас болж ан цав ихсэж ирснийг илтгэж байна. Төгсгөл хэсэгт гөлгөр, толигор гадаргуу нь удаан хугацааны ачааллын дор аажим хугарсан шинжтэй, зарим хэсэгт огцом тасарсан мөртэй байгаа нь сүүлчийн хэт ачаалал ирэх үед хугарсан байх магадлалтай.

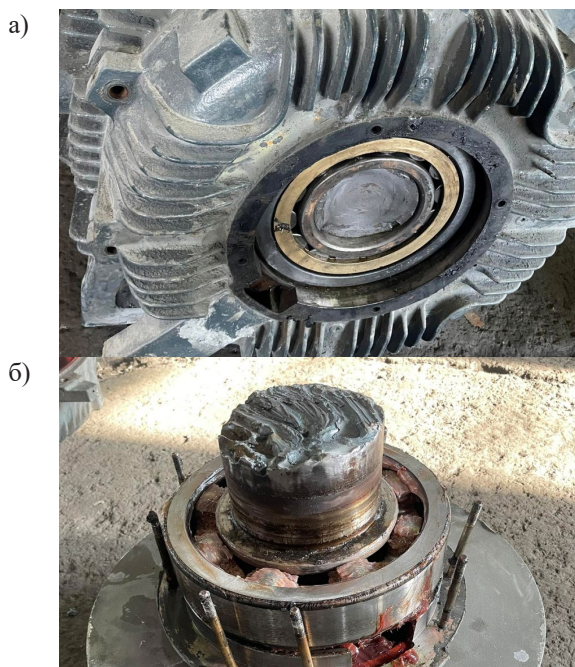
1(в)-р зургаас харахад хөдөлгүүр өгөгдсөн хурдаар эргэн ажиллаж байх үед хугарсан тул роторыг хавирсан байна.

Хөдөлгүүр засварын газарт хүлээн авсан 2-р зурагт үзүүлсэн өөр хөдөлгүүрийн голын элэгдлийг шаваас тавин өнгөлөн засварласан.



2-р зураг. Хөдөлгүүрийн голын элэгдэл, гэмтэл

Энэ засварласан хөдөлгүүр нь үйлдвэрт гурван сар ажиллаад гол нь хугарсан. Хөдөлгүүрийн голын хугарлыг 3-р зурагт харуулав.



в)



3-р зураг. Хөдөлгүүрийн голын хугарал 2

3(а–б)-р зургаас харахад хөдөлгүүрийн хөтлүүр талын холхивч сууж байгаа гол нь гүн зураастай, гулзайсан, хэт халсан байна. Холхивч хэсгээр хэт халалтад орж үзүүр хэсэг нь хугарсан.

ДҮГНЭЛТ

Хөдөлгүүрийн голын эвдрэл, хугарал нь олон хүчин зүйлийн нийлбэр нөлөөгөөр бий болдог бөгөөд хамгийн түгээмэл нь механик цуцалт, гагнуурын буруу технологи, зэврэлт, холхивчны гэмтэл байна. Эдгээрээс сэргийлэхийн тулд үйлдвэрлэл, угсралт, ашиглалтын бүхий л үе шатанд стандарт шаардлагыг чанд мөрдөх, материалын зохистой сонголт хийх, дулааны болон механик боловсруулалтыг зөв хийх, тосолгоо–засварын хуваарийг чанд мөрдөх шаардлагатай. Мөн соронзон урсгалын оношилгоо зэрэг орчин үеийн оношилгооны аргуудыг ашиглан, голын ан цав, цуцалтыг эрт илрүүлснээр хугацаанаасаа өмнө хугарах эрсдэлийг бууруулах боломжтой.

Хөдөлгүүрийн голын гэмтэл, эвдрэлд нөлөөлдөг хүчин зүйлсийг ангилбал механик, динамик, дулааны, орчны болон үйлдвэрлэлийн процессоос шалтгаалах төрөлтэй байна. Судалгааны дүнгээс харахад:

- Давтагдсан ачааллаас үүдэлтэй цуцалт нь нийт эвдрэлийн 80–90%-ийг эзэлж, хугарлын үндсэн шалтгаан болж байна.

- Гагнуурын процессоос үүссэн дотоод шахалт болон бүтэц өөрчлөгдөх нь голын ашиглалтын хугацааг эрс бууруулж, ан цавын гол эх үүсвэр болдог.
- Зэврэлт, микро үрэлт, кавитаци зэрэг орчны хүчин зүйлс нь материалын бат бөхийг сулруулж, цуцалтын ан цавыг түргэсгэнэ.
- Хэт халалт болон устөрөгчийн хэврэгшил нь гангийн бүтцэд өөрчлөлт оруулж, бага ачаалалд ч амархан хугарах нөхцөлийг бүрдүүлдэг.
- Оношилгооны хувьд соронзон урсгалын тэгш бус байдлыг хэмжих замаар голын ан цавыг эрт илрүүлэх боломжтой.

Эдгээр үр дүн нь голын эвдрэлд хүргэдэг шалтгаануудыг нарийвчлан ойлгож, урьдчилан оношлох, засвар үйлчилгээний төлөвлөгөөг сайжруулахад чухал ач холбогдолтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] V. Kumar, “A Review of Fundamental Shaft Failure Analysis,” *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 03, no. 10, pp. 389–395, Oct. 2016, [Online]. Available: www.irjet.net
- [2] G. Van Zyl and A. Al-Sahli, “Failure analysis of conveyor pulley shaft,” *Case Stud Eng Fail Anal*, vol. 1, no. 2, pp. 144–155, Apr. 2013, doi: 10.1016/j.csefa.2013.04.011.
- [3] J. Du, J. Liang, and L. Zhang, “Research on the failure of the induced draft fan’s shaft in a power boiler,” *Case Stud Eng Fail Anal*, vol. 5–6, pp. 51–58, Apr. 2016, doi: 10.1016/j.csefa.2016.02.002.
- [4] X. Xiaolei and Y. Zhiwei, “Failure analysis of a locomotive turbocharger main-shaft,” *Eng Fail Anal*, vol. 16, no. 1, pp. 495–502, Jan. 2009, doi: 10.1016/j.engfailanal.2008.06.007.
- [5] C. Jiang, K. Tao, J. Wang, and W. Wang, “Fracture failure analysis of the pump shaft,” in *E3S Web of Automation, Control and Intelligent Systems Conference*, Kraków, Poland: EDP Sciences, Dec. 2020, pp. 1–6. doi: 10.1051/e3sconf/202021303010.
- [6] R. W. Fuller *et al.*, “Failure analysis of AISI 304 stainless steel shaft,” *Eng Fail Anal*, vol. 15, no. 7, pp. 835–846, Oct. 2008, doi: 10.1016/j.engfailanal.2007.11.001.

НАРНЫ ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ҮҮСГҮҮРИЙГ АШИГЛАСАН ЗАРИМ ҮР ДҮН

Чадраабалын СУГАРАГЧАА¹

¹Монгол Улс, ШУТИС-ийн Дархан-Уул аймаг дахь технологийн сургууль, Эрчим хүч, мэдээллийн технологийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: sugaraa@stda.edu.mn¹

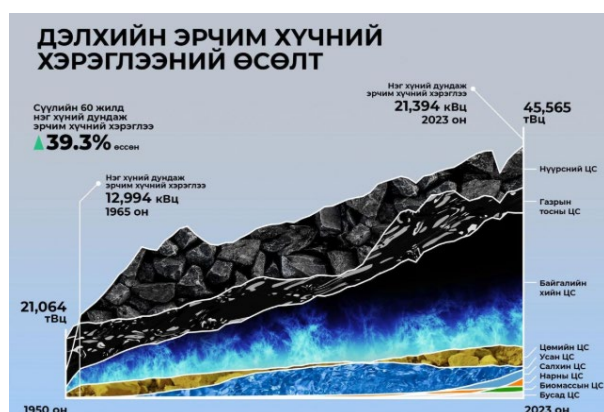
Хураангуй: Монгол Улсын эрчим хүчний хэрэглээ өдөр ирэх тусам нэмэгдэж байгаа бөгөөд үүнтэй холбоотойгоор эрчим хүчний хомсдолд тодорхой хэмжээнд орж байна. Иймд хувь хүн болон албан байгууллага цахилгаан эрчим хүчээ хэмнэх, сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглах боломж бололцоог судлах шаардлагатай. Иймээс Дархан-Уул аймаг дахь Технологийн сургуулийн 2-р байрны 3 давхрыг нарны эрчим хүчний үүсгүүрээр хангах боломжийг судалж, цаашид сургалт судалгааны ажил ашиглах. 2-р байрны 3 давхарт 10 анги танхимтай, гэрэлтүүлэг 60 ш, 16 ш суурин компьютертэй бөгөөд эрчим хэрэглээний судалгааг үзэхэд 6.5 кВт.цаг эрчим хүч зарцуулж байна. Үүнээс үндэслэн 2.7 кВт-ын нарны үүсгүүртэй, 6.5 кВт-ын хосолмол хувиргууртай, 5.4 кВт.ц лити-ион төрлийн цэнэг хуримтлуур бүхий иж бүрэн нарны хураагуурыг суурилуулсан. Нарны эрчим хүчний үүсгүүрийг хэрэглээнд оруулснаар өдөрт дунджаар 16,2 кВт/цаг эрчим хүч үйлдвэрлэх ба сард 486 кВт/цаг эрчим хүч, жилд 5,8 мВт/цаг эрчим хүч үйлдвэрлэх боломж бүрдсэн. Тооцоогоор гарсан эрчим хүчээр 304 тоот ангийг эрчим хүчээр хангахаас гадна 3 давхрын нийт гэрэлтүүлгийг ханган илүүдэл эрчим хүчийг хэрэглээнд шилжүүлэхээр техникийн шийдэл гаргасан ба оюутанд судалгааны ажил хийх боломжийг олгосон.

Түлхүүр үг: сэргээгдэх, нар, үүсгүүр, ашиглалт

I. УДИРТГАЛ

Цахилгаан эрчим хүч нь улс орны эдийн засгийн тодорхойлогч гол хүчин зүйл юм. 21-р зууны гол тулгамдсан асуудлуудын нэг нь эрчим хүчний хүрэлцээ хэрэгцээ бөгөөд энэ нь хүн амын өсөлт, ядуурал болон хүнсний аюулгүй байдалд хамгийн ихээр нөлөөлдөг.

Өнөөгийн байдлаар дэлхийн эрчим хүчний үүсгүүрийн 82% нь (1-р зураг) дулаан цахилгаан станцаар хангагдаж байгаа бөгөөд энэ нь сүүлийн 25 жилийн хугацаанд өөрчлөгдсөнгүй [2]. Гэхдээ дэлхий нийтээр сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэрүүдийг ашиглах талаар хүмүүсийн ойлголт эрс сайжирч байгаа тул 2035 он гэхэд уламжлалт түлшний хэрэглээ 75% хүртэл буурах төлөвтэй байна. [15].



1-р зураг. Дэлхийн эрчим хүчний хэрэглээний өсөлт

Харин манай улсын хувьд нийт эрчим хүчний үүсгүүрийн 90.9% нь дулааны цахилгаан станц бөгөөд үлдсэн 9.1%-ийг сэргээгдэх эрчим хүчээр

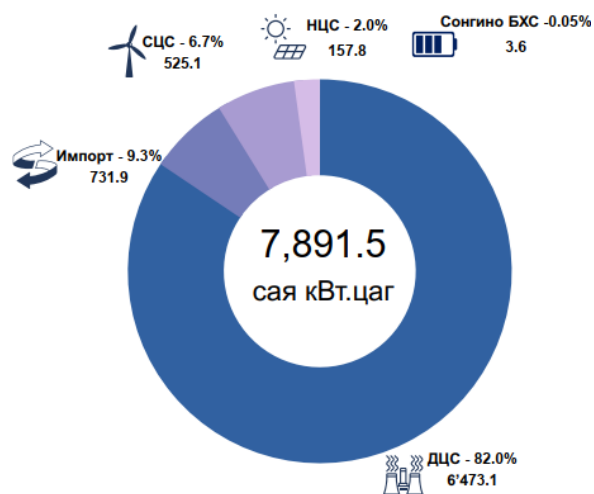
хангаж байна. Үүнээс нарны цахилгаан станц 2.3% байгаа нь манай орон шиг нарны тусгал сайтай нутагт 43°-ийн налуутай байрлуулсан нарны төхөөрөмжийн гадаргууд тусах цацрагийн хамгийн их утга нь 8-р сард 5243.6Вт/м² ба хамгийн бага нь 6 сард 2862.5Вт/м² [4] ашиглах боломжтой. Нарны эрчим хүчний үүсгүүрийг Сиднейн Шинжлэх ухаан, технологийн их сургуулийн профессор Мартин Грин маш олон арван судалгааны ажил нийтэлсэн. [2] Манай улсын эрдэмтийн судалгаанаас үзэхэд нарны тусгалын коэффициентийг тооцсон, жижиг дунд нарны цахилгаан үүсгүүрүүдийг ашигласан олон арван үр дүнг байдаг[10,11]. Эдгээрээс үндэслэн нарны эрчим хүчийг өрхийн хэрэглээнд болон харьцангуй бага чадлын хэрэглэгчтэй сургууль албан газрын оффист ашиглах тохиромжтой болохыг тодорхойлсон. Үүнээс үндэслэн Дархан-Уул аймаг дахь Технологийн сургуулийн 2-р байрны 3 давхрыг нарны цахилгаан үүсгүүр ашиглан эрчим хүчээр тэжээх зорилготой. Энэхүү зорилгын хүрээнд тус объектын цахилгаан хэрэглэгчдийн судалгааг гаргах, нарны хавтан байрлуулах хэсгийг судлах, нарны үүсгүүр болон хуримтлуурыг судална.

Үүний үр дүнд төвийн эрчим хүчний хэрэглээг багасгах буюу 2-р байрны 3 давхрыг нарны эрчим хүчээр бүрэн хангахаас гадна бусад хэрэглэгчдийг хангах боломжийг судлах, сургалт судалгааны ажилд ашиглах боломжтой.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА АРГАЧЛАЛ

Сэргээгдэх эрчим хүчний бага чадлын станцыг байгууллага /хэрэглэгч/ өөрийн эрчим хүчний хязгаарт багтааж суурилуулж болохыг Сэргээгдэх эрчим хүчний хуулийн 5 дугаар зүйлийн 5.3.5 дахь заалтыг үндэслэн Эрчим хүчний сайдын 2020 оны 08 дугаар сарын 14-ний өдрийн тушаалаар

“Хэрэглэгчийн сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрээс үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг түгээх сүлжээнд нийлүүлэх”-ийг журмаар зохицуулсан. Энэ хугацаанд сэргээгдэх эрчим хүчний ашиг тус олон нийтийн сонирхлыг татаагүй. Харин Европын орнуудад 2022 онд гарсан эрчим хүчний хямрал нь сэргээгдэх эрчим хүчний эх үүсвэр лүү шилжих шаардлагыг илүү хурдасгаж эхэлсэн [2,4]. Учир нь COVID-19 халдварт өвчин гарсантай холбогдуулж дэлхий нийтээр хөл хорио тогтоосонтой холбоотойгоор үйлдвэрлэлүүд бараг ажиллаагүй. Үүнээс үүссэн дэлхийн эдийн засгийн сэргэлтийн үр дүнд эрчим хүчний хэрэглээ нэмэгдсэнтэй холбоотойгоор улс орнуудын эрчим хүч доголдсон [5]. Манай улсын хувьд ч үйлдвэрлэл хурдацтай хөгжиж байгаа учраас эрчим хүчний хомсдол буюу эрчим хүчний хязгаарлалтад байнга шахуу орж байна. Энэ нь үйлдвэрлэл болон судалгаа шинжилгээний ажил хийх явцад доголдол гаргаж байна. Монгол Улс 2024 оны байдлаар 7891,5 сая кВт.цаг эрчим (2-р зурагт үзүүлсэн) хэрэглэсэн ба үүсгэвэр тус бүрээр авч үзвэл дулааны цахилгаан станц 82.0%, нарны цахилгаан станц 2.0%-ийг үйлдвэрлэсэн байна (2-р зураг). Иймд аж ахуй нэгж, албан газар, айл өрх бүр сэргээгдэх эрчим хүчийг ашиглах нь нэн чухал асуудал юм.



Эх сурвалж: Диспетчерийн үндэсний төв ТӨХХК (2024)

2-р зураг. МУ-ын эрчим хүчний хэрэглээ

III. СУДАЛГААНЫ АЖИЛ

A. Нарны эх үүсгүүр ашиглах боломж

Монгол орны болон тэр тусмаа Дархан-Уул аймгийн байгаль цаг уурын нөхцөл, нартай өдрийн тоо, нарны тусгалын өнцөг зэргийг судлах шаардлагатай.

Манай орон цэлмэг өдрийн нарны гэрлийн үргэлжлэх хугацаа 2600-3300 цаг байна. Нарны тусгал нь нарны өндрөөс шалтгаалах ба төвийг дайрах 48 градусын өргөрөгт 6-7-р сард 60-66 градус, 12-1-р сард 20 орчим градус байна. Хойшлох тутам нарны тусгалын өнцөг багасаж урагшлах тутам ихэснэ. Олон жилийн дунджаар манай оронд жилийн

230-260 хоногт цэлмэг, 50-70 хоногт бүрхэг, нарны нийлмэл цацраг 4000-4800 Вт/м². Хойд хэсгийн уулархаг нутагт 4000-4500 Вт/м², говьд 4500-4800 Вт/м² байдаг.

Сэргээгдэх эрчим хүчний нарны фото үүсгүүр бүхий системээр хангах төсөл хэрэгжүүлэх Дархан-Уул аймгийн нутаг дэвсгэрийн байршил нь Монгол орны хойд хэсэгт Хэнтийн нурууны салбар уулсын дунд Орхон, Сэлэнгийн сав газарт Хараа голын эрэг Бурхантын хөндийд далайн төвшнөөс дээш 700м-ийн өндөрт уртрагийн 106° 23', 245//, өргөргийн 49° 44' 89° оршиж байна. Үүнээс үндэслэн Дархан-Уул аймаг дахь Технологийн сургуулийн хичээлийн 2-р байрны дээвэр дээр нарны хавтанг сонгох, байрлуулах өнцөг тодорхойлох, салхины хурдыг тооцох, ачааллыг тооцох боломжтой юм.

Дархан-Уул аймгийн нутаг дэвсгэрт нарны нийлмэл цацраг 4000-4500 Вт/м² байгаа учраас нарны фото үүсгүүрээр шийдвэрлэх нь цэвэр ЭКО шийдэлтэй бөгөөд манай нөхцөлд хэрэгжүүлэх 100%-ийн үндэслэлтэй байна. Иймд цахилгаан хэрэглэгчийн судалгааг 2-р байрны 304 тоот ангид хийж үзвэл (1-р хүснэгт).

2 байрны 3 давхрын 304 тоот ангийн цахилгаан хэрэглээ

1-Р ХҮСНЭГТ

№	Цахилгаан хэрэгслийн нэр	Тоо, ширхэг	Суурилагдсан хүчин чадал, кВт	Хоногт ажиллах цаг	Сард ажиллах хоног	Хэрэглэх цахилгаан эрчим хүч, кВт/цаг
1	Гэрэлтүүлэг	4	0.2	8	30	48
2	Принтер	1	0.1	0,1	10	1
3	Телевизор	1	0.3	5	20	30
4	Разетка	2	1	4	20	80
5	Бусад	1	0.2	2	20	8
	Нийт		1.8			167

304 тоот ангийн цахилгаан хангамжийг БНХАУ-ын BLUESUN SOLAR CO., LTD компанийн тус бүр нь 450 ваттын нийт 6 ширхэг нарны хавтанг нийлбэр чадал нь 2.7кВт-ын нарны үүсгүүрийг 40 градусын наалттай 180 градус буюу зүүн урагшаа харуулан дан үеэр угсарч суурилуулав.

Хувиргуурын хувьд 6.5кВт-ын хосолмол ажиллагаатай төвийн эрчим хүчний системтэй зэрэгцээ ажиллах, эрчим хүч тасарсан үед бие даан ажиллах боломжтой ба өөрөөсөө 220В ын хүчдэлийн гаралттай Баск-Ир гаралтаар батарейгаа цэнэглэх үүрэгтэй юм.

Цэнэг хуримтлуур нь 51.2В 106А/цаг нийлбэр 5.427 кВт.ц лити-ион төрлийн цэнэг хуримтлуур юм. Тус цэнэг хуримтлуур нь батарейны технологиудаас хамгийн сүүлийн үеийн дэвшилтэт ухаалаг юм. Өөрийнхөө мэдээллүүдийг хувиргуурт K8485

протоколоор дамжуулах бөгөөд 6000 болон түүнээс дээш цикл хийх, гүн цэнэг алдалт хийх, ажлын орчны температур -10 градусад ажиллах чадамжтай гээд олон давуу талтай.

Эрчим хүчний сайдын баталсан хэрэглэгчийн сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрээс үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг түгээх сүлжээнд нийлүүлэх журамд дараах нөхцөл шаардлага хангасан нарны хавтан болон хувиргуур, батерейны стандарт шаарддаг. Үүнд:

- олон улсын IEC61730-1, IEC61730-2 стандартын шаардлага хангасан нарны цахилгаан эрчим
- хүчний үүсгүүр, IEEE1547/IEC61000-3-15/IEC62116 стандартын шаардлага хангасан инвертерийг тус тус суурилуулах
- олон улсын IEC 61727:2024, IEC 62116:2024 стандарт шаардлагыг тус тус хангасан.

А. Нарны эх үүсгүүрийн суурилуулт, зүгшүүлэлт

Нарны үүсгүүрт дэлгэц нь нарны гэрлийг шингээн авч эрчим хүчний эх үүсвэрийг бий болгодог. Нарны үүсгүүр нь 6х18 харьцаатай 108ш CELL DIODE холбосон багц үүсгүүр юм. Нарны зайн гол хүчин зүйлс:

1. Нарны гэрэл: Энэ нь зайн системийн гол түлш юм.

Дархан уул аймгийн нутаг дэвсгэрт цэлмэг өдрийн нарны гэрлийн үргэлжлэх хугацаа 2900- 3300 цаг, нарны дундаж эрчимжилт 5,5-6,0 кВт цаг/(м.кв хоног) байна. Нарны тусгал нь нарны байрлалаас шалтгаална.

2. Нарны модуль: Цахилгааны хэрэглээг нарны гэрлээр шууд хангадаг. Н-Түрө төрлийн буюу зөвхөн сүүдэрлэсэн хэсгээрээ эрчим хүч үйлдвэрлэхгүй.

Нарны хавтангийн техникийн үзүүлэлт

2-р хүснэгт

Д/д	Үзүүлэлт	Хэмжээ
1	Тип марк	B8M450M-10
2	Чадал	450Вт
3	Ажлын хүчдэл	32,63В
4	Ажлын гүйдэл	13.83А
5	Хувиргах чадамж	23.05%
6	Хэлхээнд холбоогүй байх үеийн хүчдэл	39.24В
7	Богино залгааны гүйдэл	14.56А
8	Хэвийн ажиллах температур	-40 +85С
9	Системийн хамгийн их хүчдэл	1500В (тогтмол гүйдлийн хэлхээ)
10	ОУ-ын стандарт	IEC 61727:2024
11	Ангилал	T1EK I
12	Жин	24.0кг

13	Хэмжээ	1722х1134х30мм
----	--------	----------------



2-р зураг. 2-р байрны дээр Full Black хавтан байрлуулах явц

3. Full Black хавтан: Гадаа бүрхэг шуургатай үед ч эрчим хүчээ үйлдвэрлэх хүчин чадалтай юм. Цэнэг хураагуурыг хэт цэнэглэгдэхээс хамгаална.

4. Инвертер: Тогтмол гүйдлийг хувьсах гүйдэлд хувиргадаг электрон төхөөрөмж юм. Нарны дэлгэцээс ирэх эрчим хүчийг тогтворжуулах үүрэгтэй. Аккумуляторыг ашигтайгаар цэнэглэх, хэт цэнэглэлт, цэнэг алдалтын үед хамгаалах үүрэгтэй. Хяналтын хайрцаг дотор байрлана.



3-р зураг. 304 тоот ангид байрлуулсан хувиргуур болон батерей

Б. Угсралт, тохируулгын ажлын гүйцэтгэл

Нарны станц байршуулах рам, суурийн бэхэлгээ, инвертор батерей байршуулах ажлыг гүйцэтгэв.

1. Нарны дэлгэцээс инверторт, инвертороос хэрэглэгчид холбох кабель холболтыг хийв.

2. UNO-DM-1.2/2.0 инверторын ашиглалтын зааврын 73Х “Тэжээлийн кабель дээр автомат тавих” гэсэн нөхцөлийн дагуу цахилгааны шитэнд автомат салгуур суурилуулав.

3. Газардуулгыг М*10 боолтоор боож бэхлэв.

4. UNO-DM-1.2/2.0 инверторын ашиглалтын

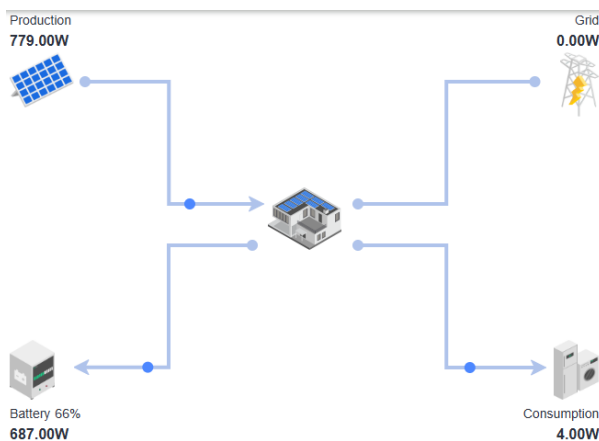
зааварын 38X “Эрсдэлийн хүснэгт” нөхцөлийг үндэслэн “Хавтан хөргөлтийн завсрыг хаахаас болгоомжлох, 43X “агаарын урсгал чөлөөтэй байх” гэсэн нөхцлийг үндэслэн хавтангийн ар талын холболтын утсыг эмх цэгцтэй боож бэхлэв. (Ажлын температур -25 +45°C). Халуун хэсгүүдэд өндөр температурт түлэгдэх эрсдэлтэй материалын эрсдэлийг тооцоолов.

5. Тэжээлийн кабелийг тросс бэхлэгчээр агаараар цахилгаан шитэнд байршуулав. Цахилгаан машин цэнэглэх станцын тэжээлийн кабелийг зориулалтын тусгаарлагч (пластик уян хар хоолой) ашиглан газар дор байршуулав.

6. Нарны станцыг сүлжээний хүчдэлтэй холбож инверторийн тохиргоо хийв. Асаалтын үеийн тест хийж ачаалалтай 72 цаг ажиллуулав.

В. Судалгааны ажлын үр дүн

Төлөвлөгөөний дагуу нарны станцын тоног төхөөрөмжүүдийн сонголтыг хийж, нарны дэлгэц байршуулах, нарны тусгалын тохируулгатай рамыг суурилуулсан. Хэрэглэгчийн сэргээгдэх эрчим хүчний үүсгүүрээс үйлдвэрлэсэн эрчим хүчийг түгээх сүлжээнд нийлүүлэх” тухай сэргээгдэх эрчим хүчний журмын 1.2.7-д заасныг үндэслэн техник ашиглалтын шаардлага хангасан газардуулгын байгууламж хийсэн [14]. Нарны цахилгаан үүсгүүрийн угсралт, суурилуулалтын ажлын дараа тохиргоог хийж, хяналтын системийг суулгасан. BLUE SUN үйлдвэрлэсэн батерей нь (solarman smart) хэрэглээний программыг ашиглан хянах боломжтой. 2025-04-14-ний мэдээллийг 4-р зурагт үзүүлэв.



Нарны станцын үндсэн өгөгдөл:

- Нарны станцын чадал (PV-moduli) 2,7 кВт
- Хэрэглэгчийн эрчим хүчний хэрэглээ өдөрт 1,0-1,2 кВт/цаг
- Цахилгаан эрчим хүчний үнэ, тариф 285,59 төг/кВт.цаг
- Сэргээгдэх эрчим хүчний “Ногоон тариф” - 285-330 төг/кВт.цаг

Нарны станцын үр ашгийн тооцоо (урьдчилсан байдлаар)

3-р ХҮСНЭГТ

Сарууд	Үйлдвэрлэсэн эрчим хүч (кВт.цаг)	Хэрэглэгчийн эрчим хүчний хэрэглээ (кВт.цаг)	Сүлжээнд зарах эрчим хүчний хэмжээ (кВт.цаг)	Ашиг /Төг/	Хэрэглэгчийн хэмнэлт кВт/төг	Нийт ашиг /төг/
1-р сар	364,5	167,6	196,9	56116	167,6	103882
2-р сар	405	158	247	70395	158	115425
3-р сар	445,5	170	275,5	78517	170	126,967
4-р сар	451	185	266	75810	185	128535
5-р сар	485	169	316	90060	169	138225
6-р сар	471	0	471	134235	0	134235
7-р сар	462	0	462	131670	0	131670
8-р сар	474	0	474	135090	0	135090
9-р сар	430	180	250	71250	180	122550
10-р сар	389	177	212	60420	177	110865
11-р сар	324	153	171	48735	153	92340
12-р сар	345	173	172	49020	173	98325
Жилд	5046	1532,6	3513,4	1001318	1532,6	14381107

ДҮГНЭЛТ

1. 2-р байрны 3 давхрын цахилгаан эрчим хүчний хэрэглээг 100% сэргээгдэх эрчим хангах боломжтой. Үүний үр дүнд өдөрт дунджаар 16,2 кВт/цаг эрчим хүч үйлдвэрлэх ба сард 480кВт/цаг эрчим хүч, жилд 5,8 мВт/цаг эрчим хүч үйлдвэрлэнэ.

2. Хэрэгжүүлсэн төслийн тоног төхөөрөмжүүдийн сонголт, угсралт, холболтын байдал нь IEC61730-1, IEC61730-2 стандартын шаардлага хангасан нарны цахилгаан эрчим хүчний үүсгүүр, IEEE1547/IEC61000-3-15/IEC62116 стандартын шаардлага хангасан инвертер батерейг тус тус суурилуулсан ба энэ нь сэргээгдэх эрчим хүчний хууль, холбогдох дүрэм журамд нийцүүлсэн болно.

3. 2,7 кВт-ын чадалтай нарны станцаас 1-1,2 кВт/цаг эрчим хүчний хэрэглэгчийг тасралтгүй тэжээх ба илүүдэл эрчим хүчээ сүлжээнд нийлүүлэх үеийн жилийн үр ашиг 1001318 төг орчим байхаар тооцсон.

4. Нарны цахилгаан цахилгаан үүсгүүрийг ашиглалт, хэрэглээний талаар туршилт судалгааны ажил хийх боломжийг бүрдүүлж өгсөн.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Zinecker, M.; Doubravský, K.; Balcerzak, A.P.; Pietrzak, M.B.; Dohnal, M. The COVID-19 disease and policy response to mitigate the economic impact in the EU: An exploratory study based on qualitative trend analysis. Technol. Econ. Dev. Econ. 2021, 27, 742–762. [CrossRef]
- [2] M.A. Green, Z. Zhou. Improved silicon solar cells by tuning angular response to solar trajectory. Energies 2025, 14, 2046. [CrossRef]

- [3] Bluszczyk, A. The emissivity and energy intensity in EU countries—Consequences for the Polish economy. In *Proceedings of the Energy and Clean Technologies, Recycling, Air Pollution and Climate Change*, Sofia, Bulgaria, 1–7 July 2018; Volume 18, pp. 631–638.
- [4] Bluszczyk, A. European Economies in terms of energy dependence. *Qual. Quan.* 2017, 51, 1531–1548. [CrossRef] [PubMed]
- [5] Strunz, S. The German energy transition as a regime shift. *Ecol. Econ.* 2014, 100, 150–158. [CrossRef]
- [6] Markandya, A.; Arto, I.; González-Eguino, M.; Román, M.V. Towards a green energy economy? Tracking the employment effects of low-carbon technologies in the European Union. *Appl. Energy* 2016, 179, 1342–1350. [CrossRef]
- [7] Gajdos, A.; Arendt, L.; Balcerzak, A.P.; Pietrzak, M.B. Future trends of labour market polarisation in Poland. *Perspect. Trans. Bus. Econ.* 2020, 19, 114–135.
- [8] Available online: <https://pgeeo.pl/en/Nasze-obiekty/Elektrownie-wodne/Zar> (accessed on 1 June 2022).
- [9] Zhao, J.; Sinha, A.; Inuwa, N.; Wang, Y.; Murshed, M.; Abbasi, K.R. Does structural transformation in economy impact inequality in renewable energy productivity? Implications for sustainable development. *Renew. Energy* 2022, 189, 853–864. [CrossRef]
- [10] Эрдэнэ А. “Нарны цахилгаан станцын параметрийн судалгаа ба температурын коэффициентийг тодорхойлох аргачлал боловсруулах” докторын ажил УБ.: 2024
- [11] Ариунболд Б. “Айл өрхүүдийн нарны цахилгаан үүсгүүрхийн нэгдсэн системийн судалгаа” магистрын ажил УБ.: 2025
- [12] Energy Institute-Statistical Review of World Energy (2024)
- [13] Диспетчерийн үндэсний төв ТӨХХК-ны мэдээ (2024)
- [14] <https://legalinfo.mn/mn>
- [15] Energy Institute-Statistical Review of World Energy (2024)

ОРОН СУУЦНЫ БАРИЛГЫН ДУЛААН ХУВААРИЛАХ ТӨВИЙН ДУУ ЧИМЭЭНИЙ БОХИРДЛЫН СУДАЛГАА

Батнасангийн ДУЛАМСҮРЭН¹, Цогтбаярын УРАНЦЭЦЭГ²

^{1,2} Монгол Улс, ШУТИС-ийн, Барилга архитектурын Сургууль, Хүрээлэн буй Орчны Инженерийн Салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: B.duuva08@gmail.com¹

Хураангуй: Барилгын дулаан хуваарилах төвийн дуу чимээний бохирдол нь тус төвд ажиллаж буй насос, компрессор, вентилятор зэрэг механик төхөөрөмжөөс үүсдэг дуу чимээний хэмжээ өндөр байх үед оршин суугчдын амьдрах орчинд сөрөг нөлөө үзүүлдэг. [1] Эдгээр төхөөрөмжийн хөдөлгөөн, эргэлтээс үүсэх механик дуу чимээ болон агаарын урсгалын чимээ нь барилгын бүтцээр дамжин тархаж, ойр орчмын орон сууц, сургууль, эмнэлэг зэрэг байгууллагуудын орчны дууны түвшнийг нэмэгдүүлдэг. [2] Дуу чимээний түвшнийг бууруулахын тулд дуу тусгаарлагч, вибраци намсгагч зэрэг инженерийн шийдлүүдийг ашиглах шаардлагатай. [3] Мөн тоног төхөөрөмжүүдийн засвар үйлчилгээг тогтмол хийж, тоног төхөөрөмжийн байрлалыг зохих зайд байрлуулах, шөнийн цагаар дуу чимээ ихтэй ажиллагааг хязгаарлах зэрэг удирдлагын арга хэмжээг хэрэгжүүлэх нь чухал юм. [4] Ийм байдлаар дуу чимээний бохирдлыг бууруулснаар орчны тав тух сайжирч, иргэдийн эрүүл мэндийг хамгаалах боломж бүрддэг. [5] Тиймээс барилгын дулаан хуваарилах төвийн дуу чимээний бохирдлыг тогтмол хянаж, стандартад нийцүүлэн зохицуулах нь эрүүл орчин бүрдүүлэхэд зайлшгүй шаардлагатай юм. [6] Судалгааг Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүргийн 6-р хороонд байрлах 58, 59, 60 байрны дулаан хуваарилах төв (ДХТөв)-өөс үүсэх дуу чимээний бохирдлыг хэмжих, дүгнэх, бууруулах арга замыг тодорхойлоход чиглэсэн туршилт-шинжилгээний болон инженерийн тооцоолол хосолсон холимог аргыг ашиглан тогтмол ажиллагааны үед хэмжилт хийж гүйцэтгэсэн. Дулаан хуваарилах төвийн халаалтын насос тээвэр холбоо чичиргээ намдаах резинэн жийрэг зэрэг сайжруулалт нь дуу чимээний бохирдлыг мэдэгдэхүйц хэмжээнд бууруулах боломжтойг туршилтаар нотлов. [7] Судалгааны дүнгээс үзэхэд тоног төхөөрөмжийг үйлдвэрлэгчийн заавар болон стандартын дагуу угсрахаас гадна төлөвлөлтийн шатанд хүчин чадлыг оновчтой сонгох, барилгын зураг төсөлд эзлэхүүн төлөвлөлт дуу тусгаарлалтын арга хэмжээг зайлшгүй тусгах шаардлагатай. [8]

Түлхүүр үг: Дуу чимээ, дулаан хуваарилах төв, насос, хэмжилт, инженерийн шийдэл

I. УДИРТГАЛ

Орчин үеийн хотжилтын хурдтай хөгжил, хот суурин газрын хүн амын төвлөрөл нэмэгдэхийн хирээр амьдрах орчны чанар, ялангуяа дуу чимээний бохирдлын асуудал нийгэм, эрүүл мэндийн тулгамдсан асуудлын нэг болж байна. Дуу чимээний бохирдол нь хүний амьдралын чанарт шууд нөлөөлдөг бөгөөд стресс, сэтгэл гутрал, нойргүйдэл, төвлөрөл алдах зэрэг сөрөг үр дагаврыг бий болгодог. Тус бохирдлын эх үүсвэрүүд нь тээврийн хэрэгсэл, үйлдвэрлэлийн байгууламж, хотын инженерийн дэд бүтэц зэрэг олон талын хүчин зүйлээс үүсдэг бөгөөд үүний дотроос төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийн барилгуудын дуу чимээний бохирдол нь онцгой анхаарал татаж байна.

Монгол Улсад төвлөрсөн дулаан хангамжийн системийг ашиглах орон сууцны барилгууд олноор баригдаж, эдгээрийн дулаан хуваарилах төвүүд нь насос, компрессор, вентилятор зэрэг механик төхөөрөмжүүдээр тоноглогдсон байдаг. Эдгээр тоног төхөөрөмжийн ажиллагаанаас үүсэх дуу чимээ нь ойр орчмын оршин суугчдын амьдралын тав тух, эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөхөөс гадна орчны дуу чимээний түвшнийг нэмэгдүүлж байгаагаас судалгаа хийх шаардлага үүсжээ.

Дуу чимээний түвшнийг зөв хэмжиж, түүний эх үүсвэрийг тодорхойлж, бууруулах боломжит инженерийн болон зохион байгуулалтын шийдлийг эрэлхийлэх нь орчны чанарыг сайжруулах, иргэдийн

эрүүл мэндийг хамгаалахад чухал ач холбогдолтой юм.

Энэхүү судалгаа нь орон сууцны барилгын дулаан хуваарилах төвийн дуу чимээний бохирдлын шинжлэх ухааны үндэслэлтэй үнэлгээ, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн тодорхойлолт, мөн түүнийг бууруулах арга замуудыг тодорхойлоход чиглэж байна. Ингэснээр хотын орчны дуу чимээний бохирдлын менежментэд хувь нэмэр оруулах, дулаан хангамжийн системийн инженерчлэл, төлөвлөлтөд илүү үр дүнтэй, эрүүл мэндэд ээлтэй шийдлүүдийг нэвтрүүлэх үндэс болно.

II. ОРОН СУУЦНЫ БАРИЛГЫН ДУЛААН ХУВААРИЛАХ ТӨВИЙН ДУУ ЧИМЭЭНИЙ БОХИРДОЛ

Дуу чимээний физик шинж чанарыг тодорхойлох үндсэн параметрууд нь давтамж ба дууны түвшин юм. Дууны долгион гэдэг нь агаарыг чичирхийлүүлэн тархах механик долгион бөгөөд хүний чихний мэдрэмжээр дамжин авиа болон сонсогдоно. Хүний сонсох чадварын хүрээ ойролцоогоор 16 герцээс 20,000 герц (Hz) хүртэл байдаг бөгөөд энэ хугацаанаас доогуур давтамжийн долгионыг инфра авиа, харин дээш давтамжийн долгионыг ультра авиа гэж ангилдаг. Инфра ба ультра авиа нь хүний чихэнд сонсогдохгүй ч зарим тохиолдолд биологийн нөлөөллийг үүсгэх чадвартай байдаг тул экологи болон эрүүл мэндийн хувьд чухал судалгааны объект болж байна.

Дууны түвшин буюу авианы хүч нь децибел (dB) гэсэн хэмжигдэхүүнээр илэрхийлэгддэг. Децибел нь логарифмын харьцааны нэгж бөгөөд хүний чихний хамгийн бага мэдрэх чадвартай авиа (0 dB) болон амьдрах орчинд үүсэх өндөр түвшний дууны хүчийг харьцуулан хэмждэг. Жишээ нь: ердийн ярианы дууны түвшин ойролцоогоор 60 dB байдаг бол хэт чанга, тасралтгүй дуу нь 85 dB-с дээш байх үед хүний сонсголд сөргөөр нөлөөлж эхэлдэг гэж шинжлэх ухааны судалгаа харуулж байна.

Хот суурин газарт үүсдэг дуу чимээний бохирдлын эх үүсвэрүүд олон төрөл бөгөөд тэдгээрийн нэг нь орон сууцны барилгын дулаан хуваарилах төвүүдийн тоног төхөөрөмжөөс гарах дуу чимээ юм. Дулаан хуваарилах төвүүдэд насос, вентилятор, компрессор зэрэг механик төхөөрөмж ажиллах бөгөөд эдгээрээс үүсэх тасралтгүй, олон төрлийн давтамж бүхий дуу нь оршин суугчдын эрүүл мэнд, амьдрах орчны тав тухад шууд сөргөөр нөлөөлдөг. Хүн амын стресст орох, нойргүйдэх, төвлөрөх чадвар буурах зэрэг сөрөг үр дагаврыг дуу чимээний бохирдол үүсгэдэг болохыг олон улсын болон дотоодын судалгаагаар тогтоожээ.

Дэлхий дахинд дуу чимээний зөвшөөрөгдөх түвшнийг бүс, цаг хугацаанаас хамааран тогтоосон бөгөөд үүнд ихэвчлэн аж үйлдвэрийн бүс, худалдааны бүс, орон сууцны бүс багтдаг. Тухайлбал: аж үйлдвэрийн бүсэд өдрийн цагаар дууны зөвшөөрөгдөх дээд хязгаар нь ойролцоогоор 75 dB, шөнийн цагаар 70 dB байхад худалдааны бүсэд 65 dB ба 55 dB, харин орон сууцны бүсэд өдөр 55 dB, шөнийн цагаар 45 dB байхаар стандартчилсан байдаг. [9] Энэхүү стандартыг хэтрүүлсэн дуу чимээг дуу чимээний бохирдол гэж үздэг бөгөөд энэ нь хүний эрүүл мэнд болон амьдрах орчинд сөргөөр нөлөөлөх шалтгаан болдог.

(БАЙГАЛЬ ДАХЬ ДУУ ЧИМЭЭ)

1-Р ХҮСНЭГТ

Байгаль дахь дуу чимээ		
Дуу чимээ	Хэмжих нэгж	Тоо хэмжээ
Ойн чимээ	дБ	10
Салхи гарч навчис сэрчигнэхэд	дБ	20-30
Шивнээ яриа	дБ	30-40
Энгийн яриа	дБ	50

Монгол Улсын хувьд орон сууц, иргэний барилгын дуу чимээний зөвшөөрөгдөх түвшнийг Монгол Улсын стандарт MNS 0012-1-009:1985-д нарийвчлан заасан бөгөөд энэ стандартыг мөрдөж ажилласнаар дуу чимээний бохирдлыг багасгах, хотын орчны чанарыг сайжруулах, оршин суугчдын эрүүл мэндийг хамгаалахад чухал үүрэг гүйцэтгэдэг.

Ийнхүү дуу чимээний давтамж, түвшнийг зөв тодорхойлох, хянах нь бохирдлын үнэлгээ, түүнтэй тэмцэх инженерийн шийдлийг боловсруулахад суурь болдог бөгөөд хотын орчинд дуу чимээний бохирдлыг бууруулахад шинжлэх ухааны үндэслэлтэй хандах шаардлага чухал юм.

СУДЛАГДСАН БАЙДЛЫН СУДАЛГАА

Орон сууцны барилгын дулаан хуваарилах төвөөс гарах дуу чимээний бохирдол нь хот суурин газрын орчны дууны түвшнийг нэмэгдүүлж, оршин суугчдын эрүүл мэнд, амьдрах таатай байдлыг алдагдуулж байгааг олон улсын болон дотоодын судалгаанууд баталжээ.

Жишээ нь: олон улсын судалгаагаар (World Health Organization, 2018) дуу чимээний бохирдол нь зүрх судасны өвчин, нойргүйдэл, сэтгэл санааны эмгэг үүсгэх эрсдэлтэй болохыг тогтоосон байна. Европын зарим хотод орон сууцны дуу чимээний түвшнийг хянах туршилт явуулахад дулаан хангамжийн төвөөс гарах тасралтгүй дуу чимээний дундаж түвшин шөнийн цагаар 50-60 dB-д хүрдэг нь тухайн орон сууцны бүсийн стандартаас өндөр байгааг илрүүлсэн.

Мөн манай улсын нөхцөлд хийсэн судалгаагаар Улаанбаатар хотын орон сууцны дулаан хуваарилах төвийн тоног төхөөрөмжөөс гарах дуу чимээний дундаж түвшин 55-65 dB-ийн хооронд хэлбэлздэг бөгөөд энэ нь орон сууцны бүсэд зөвшөөрөгдөх түвшнээс давсан байна. [9] Судалгааны үр дүнгээр оршин суугчдын 30 гаруй хувь нь дуу чимээний улмаас нойргүйдэл, сэтгэл зүйн стресст өртөж байгааг тэмдэглэсэн.

Тус асуудлыг шийдвэрлэх зорилгоор дуу чимээ намсгагч төхөөрөмж суурилуулах, инженерийн шийдлийг сайжруулах, дуу ялгаруулах түвшнийг багасгах зэрэг арга хэмжээг олон улсын туршлагаас судалж Монголын нөхцөлд тохируулан хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна.

Дуу чимээний бохирдлын хүний биед үзүүлэх сөрөг нөлөөг судалсан олон улсын судалгаанууд бий.

Жишээлбэл: Европын Холбооны орнуудад хийсэн судалгаагаар дуу чимээний бохирдлын улмаас зүрх судасны өвчний эрсдэл 10-20%-ар нэмэгддэг болохыг тогтоосон байна (European Environment Agency, 2019). Тус судалгаанд хотын төвийн орон сууцны дулаан хангамжийн төвүүдээс гарах тасралтгүй дуу чимээний түвшин өдөр 50-60 dB, шөнийн 40-50 dB орчим байжээ.

Германы Мюнхен хотод 2017 онд хийсэн нэгэн судалгаагаар орон сууцны барилгуудын дулаан хуваарилах төвийн насос болон вентилятороос үүсэх дуу чимээний түвшин шөнийн цагаар 55-65 dB хүрч, оршин суугчдын 25%-д нойргүйдэл, стрессийн шинж тэмдэг илэрсэн байна (Schmidt et al., 2018).

Америкийн Нэгдсэн Улсад Нью-Йорк хотын орон сууцны дулаан хангамжийн төвүүдийн дуу чимээний түвшнийг хэмжих судалгаанд, дундаж түвшин 60 dB орчим байсан ба энэ нь хотын оршин суугчдын амьдралын чанарт сөргөөр нөлөөлж байгааг онцолсон (EPA, 2020).

Мөн Японы Токио хотод 2019 онд явуулсан судалгаагаар орон сууцны дулаан хангамжийн төвөөс үүсэх механик дуу чимээ нь орон сууцны дуу чимээний нийт бохирдлын 35%-ийг эзэлдэг болохыг тогтоожээ (Tanaka et al., 2020). Энэхүү судалгаанд тус дуу чимээ нь хүний стрессийн түвшнийг нэмэгдүүлж, эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөтэй байсныг онцолжээ.

Энэ нь олон улсын жишигтэй нийцэж байгаа бөгөөд дуу чимээний бохирдлыг бууруулах инженерийн шийдэл, хууль эрх зүйн зохицуулалтыг эрчимжүүлэх шаардлагыг тодорхой харуулж байна.

Эдгээр судалгаа нь орон сууцны дулаан хуваарилах төвийн дуу чимээний бохирдлыг бууруулахад инженерийн арга хэмжээ, тоног төхөөрөмжийн сайжруулалт, хот төлөвлөлтийн зохицуулалт зэрэг олон талт арга хэрэгслийг хамтад нь хэрэгжүүлэх шаардлагатайг нотолдог.

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Насосын дуу чимээний хэмжилтийн арга зүй нь насосын ажиллагааны үед үүсэх акустик дуу, механик чичиргээ зэргийг тодорхойлж, тоног төхөөрөмжийн чанар, аюулгүй байдал, орчны стандартын шаардлагад нийцэж байгаа эсэхийг үнэлэхэд ашиглагддаг.

1. Хэмжилтийн зорилго

- Насосын дуу чимээний түвшнийг тодорхойлох
- Акустик болон механик дуу чимээг ялгаж шинжлэх
- Хөдөлгүүр, суурилуулалтын чанар, суурийн чичиргээний нөлөөг үнэлэх
- Стандартын дагуу насосын дуу чимээний ангиллыг тогтоох

2. Хэмжилтийн үндсэн стандартууд

Дараах олон улсын болон үндэсний стандартуудыг баримтална.

- ISO 3744- Машин, тоног төхөөрөмжийн дууны хүчний түвшнийг тодорхойлох (free-field method)
- ISO 9614-1/2- Дууны эрчим дээр тулгуурласан хэмжилт
- ISO 1680 / ISO 10816- Насосын чичиргээ ба дуу чимээний хэмжилтийн заавар
- MNS6628:2016-Орчны дуу чимээний хэмжилтийн арга зүй (Монгол Улс)
- Хэмжилтийн тоног төхөөрөмж
- Дуу хэмжигч (sound Level Meter)
- IEC 61672 стандартын Class 1 нарийвчлалтай байх.
- Микрофон- ½ inch condenser type
- Анализатор Data logger- 1/3 октавын зурваст дүн шинжилгээ хийх чадвартай
- Калибратор- Хэмжилтийн өмнө ба дараа төхөөрөмжийг шалгана (94 dB @ 1kHz)
- Хэмжилтийн хөл, трипод-1,2-1,5м өндөрт байрлуулна.

3. Хэмжилтийн орчны нөхцөл

- Хаалттай лабораторид эсвэл насос байрласан өрөөнд
- Орчны дуу чимээ насосын дуунаас 10dB- ээр бага байх. Температур: 10-30°C Чийгшил ≤75%

Насосын хэвийн ажлын даралт, урсгал, эргэлтийн хурдтай үед

4. Хэмжилтийн байрлал

Насосын гадаргуугийн төвөөс 1м зайд, шалнаас 1,2м өндөрт 4-6 чиглэлд (урд, хойд, баруун, зүүн, дээд, доод) хэмжилт хийнэ. Хэмжсэн утгуудыг дундажлан дууны даралтын түвшин (L_p) тодорхойлно.

5. Хэмжилтийн аргачлал

Насосыг хэвийн горимд ажиллуулна. Орчны суурь дуу чимээг (Background noise) хэмжинэ. Насос ажиллаж байх үеийн дуу чимээний түвшнийг хэмжинэ, орчны дууг хасаж насосын бодит дуу чимээг тооцно.

$$L_{p,corrected} = 10 \log_{10} (10^{(L_{p,total}/10)} - 10^{(L_{p,background}/10)})$$

1/3 октавын зурвасын дүн шинжилгээ хийж, дуу чимээний давтамжийн бүтэц гаргана. Хэрэв шаардлагатай бол дууны хүч (L_w) тооцно.

$$L_w = L_p + 10 \log_{10} (S/S_0)$$

(S-хэмжилтийн гадаргуугийн талбай, $S_0 = 1\text{м}^2$)

IV. СОНГОН АВСАН БАРИЛГЫН МЭДЭЭЛЭЛ

Энэхүү судалгаа нь Улаанбаатар хотын Баянгол дүүргийн 6-р хороонд байрлах орон сууцны дулаан хуваарилах төвийн дуу чимээний бохирдлын түвшнийг судлахад чиглэгдсэн болно. Судалгааны объектод 58, 59, 60 дугаар байр багтаж, эдгээр нь төвлөрсөн дулаан хангамжийн системд холбогдсон орон сууцны барилгууд юм.

Дулаан хуваарилах төв нь 2014 онд ашиглалтад орсон, II хэлбэрийн 12 давхар гурван орон сууцны цогцолборын 59-р байрны B1 давхарт байрлаж байна. 60-р байр нь 2016 онд уг системд холбогдсон бол 58-р байр 2021 онд холболт хийгдсэн бөгөөд эдгээр барилгын дулаан хангамжийг нэг төвөөс дамжуулан хангадаг онцлогтой.

Улсын комиссын хяналт, баталгаажуулалт хийгдээгүй учир судалгааны хүрээнд энэ дулаан хуваарилах төвийн тоног төхөөрөмжийн ажиллагаа, түүнээс үүсэх дуу чимээний түвшнийг шинжилж үнэлэх шаардлага үүссэн юм.

Судалгааны хэмжилтийг 59-р байрны 2-р давхарт байрлах нэг орон сууцанд хийсэн бөгөөд тухайн айлын талбай нь 101.51 м² бөгөөд дөрвөн өрөө, хоёр ариун цэврийн өрөөтэй байна. Судалгааны гол зорилго нь дулаан хуваарилах төвийн халаалтын насос болон шугам хоолойноос гарах дуу чимээний түвшнийг тогтоож, түүний амьдрах орчинд үзүүлэх нөлөөг тодорхойлох явдал байлаа.

Тасралтгүй ажиллаж байгаа насос, насосын вибраци болон шугам хоолойн даралт, урсгалын улмаас үүсэх механик дуу чимээ нь оршин суугчдын амьдралын чанарт сөргөөр нөлөөлөх эрсдэлтэй

бөгөөд энэ нь олон улсын болон дотоодын судалгаагаар батлагдсан байна.

Иймд энэхүү судалгаа нь орон сууцны дуу чимээний эх үүсвэр болох дулаан хуваарилах төвийн дуу чимээний онцлог, түвшнийг тодорхойлж, хүний эрүүл мэнд, амьдрах орчинд үзүүлэх нөлөөг судлахад чиглэсэн шинжлэх ухааны үндэслэлтэй бүтээл болж байна.



(1-р Зураг 59-р байр)

V. СУДАЛГААНЫ ТООЦООНЫ ҮР ДҮН

Улаанбаатар хотын БЗД-ийн 6-р хороо, 58, 59, 60 дугаар байрны дулаан хуваарилах төвийн насос тоног төхөөрөмжийн ажиллагааг судалж, дуу чимээний эх үүсвэрийг тодорхойлох зорилгоор уг тоног төхөөрөмжийн хүчин чадал, үйл ажиллагааг тооцоолсон. Судалгааны үндсэн дээр насосын хүчин чадал барилгын дулааны эрчим хүчний хэрэгцээнд хэр нийцэж буйг шинжлэн дүгнэлт гаргасан болно.

Тоног төхөөрөмжийн үзүүлэлт

Дулаан хуваарилах төвд суурилсан халаалтын насос нь дараах техникийн үзүүлэлтүүдтэй байна:

- Урсгалын эзлэхүүн: $Q=50$ м³/цаг
- Насосын толгой: $H=34$ м
- Эрчим хүчний чадал: $P=7.5$ кВт
- Эргэлтийн хурд: $n=2900$ эргэлт/минут

Барилгын дулааны эрчим хүчний хэрэгцээний тооцоо

Барилгын нийт эзлэхүүн $V=54,054$ м³, дулаан алдагдлын коэффициент $q=0.24$ Вт/(м³·°C) дотор болон гаднах температур нь тус тус 20°C ба -37°C гэж үзсэн. Дулааны хэрэглээг дараах томъёогоор тооцсон.

$$Q = V \times q \times (t_g - t_r)$$

$$Q = 54,054 \times 0.24 \times (20 + 30) = 739,459 \text{ Вт} = 739.46 \text{ кВт} \quad (2)$$

Нэмэлт алдагдлыг тооцож 10%-ийн өсөлт оруулахад:

$$Q = 739.46 \times 1.1 = 813.405 \text{ кВт} \quad (3)$$

Дулаан хангамжийн шингэний урсгалын тооцоо

$$G = \frac{Q \times 3.6}{c \times (t_1 - t_2)}$$

$$G = \frac{813.405 \times 1000 \times 3.6}{4.187 \times (95 - 70)} = \frac{2,928.258}{104.67} = 27976 \text{ кг/цаг}$$

$$L = G / \text{нягт} = \frac{27976}{1000} = 27.976 \text{ м}^3/\text{цаг} \quad (4)$$

Барилгын дулаан алдагдлын үзүүлэлтийн тооцоо

Барилгын гадна ханын дулаан алдагдлын үзүүлэлтийг дараах томъёогоор тооцсон:

$$N = \frac{R \times h \times K}{100} \quad (5)$$

Энд:

- $R=15$ — гадна ханын талбай (м²),
- $h=2 \times (26+14+35.4)h = 2 \times (26 + 14 + 35.4)h = 2 \times (26+14+35.4)$ — гадна хана, цонх, дээврийн нийт талбай, м²
- $K=2.2$ — дулаан дамжуулах коэффициент.

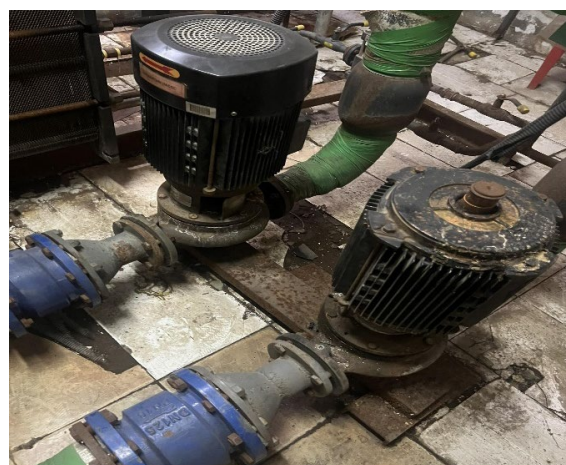
Тооцооллын үр дүн:

$$N = \frac{15 \times (2 \times (26+14+35.4)) \times 2.2}{100} = 49.764 \quad (6)$$

Тооцооллын үр дүнгээр суурилуулсан халаалтын насосын хүчин чадал нь барилгын дулааны хэрэгцээнээс хэтэрсэн буюу насосын хүчин чадал нь

$Q=50$ м³, $H=34$ м, $P=7.5$ кВт тооцоогоор гарсан бодит хэрэгцээ $Q=27.976$ м³, $H=32$ м-ээс 1,8 дахин илүү хүчин чадалтай байна. Мөн тоног төхөөрөмжийг үйлдвэрлэгчийн зааврын дагуу угсраагүй, дуу, дулаан тусгаарлах арга хэмжээ хангалтгүй, инженерийн төлөвлөлт буруу хийгдсэн байна.

Иймээс насос болон холбогдох тоног төхөөрөмжүүд илүү ачаалалтай ажиллаж, үр дүнгээрээ дуу чимээний бохирдол үүсгэх магадлал өндөр байгаа юм. Энэхүү судалгаа нь дуу чимээний түвшнийг бууруулах инженерийн арга хэмжээ авах шаардлагатайг харуулж байна.



(2-р Зураг халаалтын насос)

Энэ зурагт орон сууцны дулаан хуваарилах төвийн насосын тоног төхөөрөмжийг харуулж байна. Зурагт хоёр ширхэг насос байрлаж, хоорондоо холбогдсон шугам хоолойнуудыг харж болно. Насос бүр нь цахилгаан хөдөлгүүртэй бөгөөд дулааныг дамжуулах зориулалттай усыг эргэлдүүлж, дулаан дамжуулах системийг хангадаг.

Шугам хоолой болон насосын холбооснууд нь дуу чимээ үүсэх гол эх үүсвэр болж байж болзошгүй бөгөөд тоног төхөөрөмжийг үйлдвэрлэгчийн стандарт нормын дагуу угсраагүй, дулаан тусгаарлалт хангалтгүй байгаа нь дуу чимээний бохирдлын гол шалтгаан болдог байна.

Энэхүү зураг нь дулаан хуваарилах төвийн насосын тоног төхөөрөмжийн нөхцөл байдлыг харуулж, засвар, шинэчлэл болон дуу намсгах инженерийн шийдлийг хэрэгжүүлэх шаардлагатайг нотолж байгаа судалгааны нэгэн хэсэг юм.

VI. ДУЛААН ХУВААРИЛАХ ТӨВИЙН НАСОС СОЛИХ, ДУУ ЧИМЭЭНИЙ БОХИРДОЛД ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨНИЙ СУДАЛГАА

Дулаан хуваарилах төвийн насосыг гурван орон сууцны барилгын тооцоололд нийцүүлэн сонгох боломжгүй байсан тул барилгын компанийн санал болгосноос 2.5 дахин өндөр хүчин чадалтай буюу $Q=70\text{ м}^3/\text{цаг}$, $H=32\text{ м}$, $P=11\text{ кВт}$ насосыг суурилуулсан. Энэхүү насосыг угсрахдаа сорох болон шахах талд тайвшруулагч зөөлөн холбоо, мөн насосын сууринд жийрэг суурилуулж, дуу чимээний бохирдлыг багасгахад анхаарсан ч давтамж хувиргагчийг ашиглаагүй.



(3-р Зураг дулаан хуваарилах төвд ажиллаж байсан насосын дуу чимээний үзүүлэлт)

Судалгааны үр дүнгээр насос солигдсоноор дуу чимээний бохирдол сонгогдсон айлын орчинд 14.5 хувиар, дулаан хуваарилах төвд 7.7 хувиар тус тус буурсан нь тогтоогдсон. Энэ нь тоног төхөөрөмжийн хүчин чадал нэмэгдсэн хэдий ч инженерийн зохистой

арга хэмжээ авснаар дуу чимээний түвшнийг бууруулах боломжтойг харуулж байна.

Гэсэн хэдий ч давтамж хувиргагч ашиглаагүйгээс дуу чимээний түвшин бүрэн багасах боломжгүй байсан тул цаашид илүү дэвшилтэт дуу намсгах технологи болон давтамж хувиргагчийг нэвтрүүлэх шаардлагатай гэж дүгнэж болно.



(3-р Зураг насосын сорох болон шахах талд суурилуулсан зөөлөн холбоо)

Зураг дээрх зөөлөн холбоо нь насос болон хоолойн системийн холболтод ашиглагддаг бөгөөд дуу чимээ ба чичиргээний бохирдлыг багасгах инженерийн чухал шийдэл болохыг харуулж байна. Энэ нь дулаан хуваарилах төвийн дуу чимээний асуудлыг шийдвэрлэхэд гол хүчин зүйл болж өгдөг.

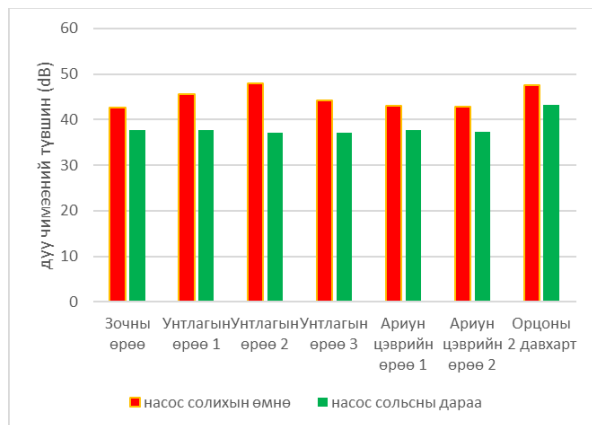
Энэхүү арга хэмжээний үр дүнд айлын орчин дахь дуу чимээний түвшин дунджаар 7.8 децибелээр буурсан нь тогтоогдсон.



(4-р Зураг насосын сорох болон шахах талд зөөлөн холбоо суурилуулсан байдал)

Энэ нь Монгол Улсад мөрдөгддөг дуу чимээний норм стандартаас (MNS 0012-1-009) Unit-T UT353BT загварын sound metr дууны түвшин хэмжих багажаар

хэмжилт хийхэд насос солихоос өмнө 2.1 дахин илүү байсан түвшнээс буурч, насос сольсны дараа зөвшөөрөгдөх хязгаараас 0.6 дахин илүү байгаа юм. Иймд дуу чимээний бохирдол тодорхой хэмжээгээр буурч, орчны тав тух сайжирсан гэж дүгнэж болохоор байна.



(5-р Зураг насос солихоос өмнөх ба дараах дуу чимээний харьцуулалт)

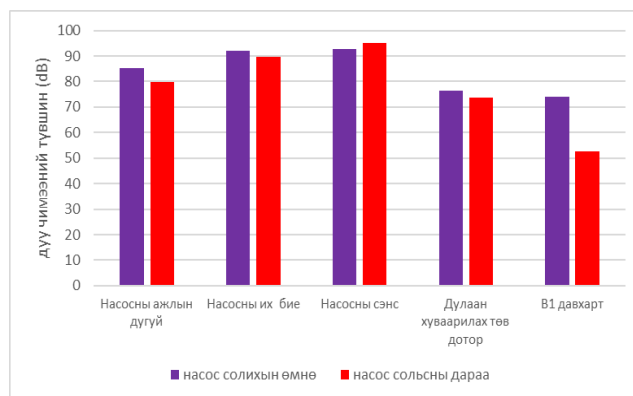
Энэхүү графикт 5 тоот айлын төрөл бүрийн өрөөнүүдэд насос солихоос өмнөх болон дараах дуу чимээний түвшнийг харьцуулсан байна.

Жишээ нь: зочны өрөө, унтлагын болон ариун цэврийн өрөөнүүдийн дуу чимээний түвшин насос сольсны дараа мэдэгдэхүйц буурсан бөгөөд энэ нь насосын солилт нь дуу чимээний бохирдлыг бууруулахад үр дүнтэй арга болохыг илэрхийлж байна. Түүнчлэн орцны 2 давхарт ч дуу чимээний түвшин багассан нь орчны дуу чимээний бохирдлыг бууруулахад эерэг нөлөө үзүүлсэн гэж дүгнэхэд хүргэж байна.



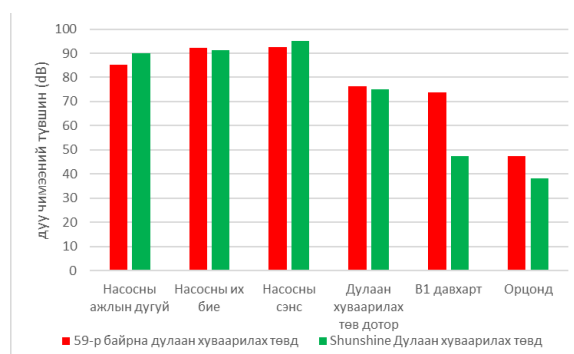
(5-р Зураг насос солихоос өмнөх дуу чимээний хэмжилт)

Товчхондоо, уг инженерийн шийдэл нь дулаан хуваарилах төвийн тоног төхөөрөмжөөс үүдэлтэй дуу чимээний түвшнийг бууруулахад чухал үүрэгтэй болохыг энэхүү судалгааны график харуулж байна.



(6-р Зураг насос солихоос өмнөх ба дараах дулаан хуваарилах төвийн дуу чимээний харьцуулалт)

Энэ графикт дулаан хуваарилах төвд насос сольсноор гарсан үр дүнг харьцуулсан байна. Нэгтгэж үзвэл, насос сольсноор бүх өрөөнд дуу чимээний түвшин буурсан нь тодорхой харагдаж байна.



(7-р Зураг дулаан хуваарилах төвүүдийн дуу чимээний харьцуулалт)

Мөн энэхүү графикт дулаан хуваарилах төвүүдийн дуу чимээг харьцуулсан бөгөөд эзлэхүүн төлөвлөлт нь дуу чимээний тархалтад хэрхэн нөлөөлж байгааг харуулж байна.

ДҮГНЭЛТ

Судалгааны объектод дуу чимээний асуудал үүсэхэд голлох шалтгаан нь дулааны узелийн насосын хүчин чадлыг буруу сонгосон, тоноглолыг дутуу, буруу угсарсантай холбоотой байв. Үүний улмаас насос хэвийн бус ажиллаж, дуу чимээний түвшин нэмэгдсэн нь судалгаагаар нотлогдлоо.

Мөн дулаан хуваарилах төв болон барилгын шугам сүлжээг төлөвлөх явцад холбогдох барилгын норм, дүрэм болон олон улсын стандартыг мөрдөөгүй нь дуу чимээний бохирдлыг нэмэгдүүлэхэд нөлөөлсөн байна. Стандартыг зөрчсөн төлөвлөлт нь тоног төхөөрөмжийн буруу суурилуулалт, шугам хоолойн хэмжээ буруу сонголт зэрэг асуудлыг дагуулжээ.

Дуу чимээг хэвийн хэмжээнд хүргэхийн тулд дараах арга хэмжээг санал болгож байна:

- Мэргэжлийн байгууллагатай хамтран дулаан хуваарилах төв болон барилгын

түгээх шугам, тоноглолыг нарийвчлан тооцоолон зураг төсөл боловсруулах;

- Гурван байрны доор тус бүрд холигч насосын узелийг шинээр төлөвлөж, дулаан хуваарилах төвийн тоног төхөөрөмжийг норм, дүрэм, үйлдвэрлэгчийн зааврын дагуу суурилуулах;
- Узелийн өрөөнд дуу тусгаарлалтыг сайжруулж, агаар сэлгэлтийн системийг барилгын норм, дүрмийн дагуу оновчтой тооцох;
- Энгийн инженерийн шийдлүүдийг ашиглан дуу чимээний түвшнийг тодорхой хэмжээгээр бууруулах боломжтой.

Эдгээр арга хэмжээг хэрэгжүүлснээр дулаан хуваарилах төвийн дуу чимээний бохирдлыг бууруулж, орон сууцны амьдрах орчны тав тухыг сайжруулах боломжтой юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] • **БНБД 23-05-10.** Дуу чимээ тусгаарлалт. Барилга, хот байгуулалтын яам, Монгол Улс, 2010 он.
- [2] • **БНБД 41-02-13.** Дулааны сүлжээ. Барилга, хот байгуулалтын яам, Монгол Улс, 2013 он.
- [3] • **БНБД 41-103-11.** Дулаан хувиарлах төв. Барилга, хот байгуулалтын яам, Монгол Улс, 2011 он.

- [4] • **БНБД 31-01-10.** Орон сууцны барилгын зураг төсөл, төлөвлөлт. Барилга, хот байгуулалтын яам, Монгол Улс, 2010 он.
- [5] Монгол Улсын Стандарт MNS 0012-1-009:1985. Орон сууц, иргэний барилгын дуу чимээний норм, дүрэм. Улаанбаатар, Монгол Улс.
- [6] Хөгжлийн Яамны барилгын норм, дүрмийн цогц: Барилгын дуу чимээний норм, дүрэм (БНБД).
- [7] International Organization for Standardization (ISO). ISO 1996-1: Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1: Basic quantities and assessment procedures.
- [8] World Health Organization (WHO). Guidelines for Community Noise, 1999.
- [9] Бернардо, М., “Noise Pollution in Urban Environments,” Journal of Environmental Science, 2020.
- [10] Монголын дулаан хангамжийн инженерүүдийн холбооны техникийн заавар, 2018.
- [11] Олон улсын дуу чимээний бохирдлын судалгаанууд: Халаалтын насос болон төвийн тоног төхөөрөмжийн дуу чимээний нөлөө, 2015-2023 он.
- [12] Wing P.Ko (2005) Pump Noise Complaint in Hong Kong. Astrophysics Data System.
- [13] Qazvin, Iran- Acoustic Curtains Case Study. Directory of open access journals.
- [14] WHO Guidelines for Community Noise 2019

ХӨВСГӨЛ АЙМГИЙН ЖАРГАЛАНТ, ЧАНДМАНЬ-ӨНДӨР СУМЫН ШИНЭС МОДНЫ (*L.SIBIRICA*) ШИНЖ ЧАНАРЫН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

Цэрэнбалжин УНДАРМАА¹, Сархадын МУРЗАБЕК², Сосорбарамын ДЭЛГЭРЗАЯА³, Алтангэрэл СЭНДЭР⁴

^{1, 2, 3, 4}Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэн

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: s.murzabek@must.edu.mn²

Хураангуй: Энэхүү судалгаагаар Монгол орны Хөвсгөл аймгийн Жаргалант, Чандмань-Өндөр сумдын үхмэл шинэс модны (босоо хатсан ба унанги) өсөлт, суурь нягт болон жилийн цагаргийн шинж чанарыг харьцуулан тодорхойлов. Үр дүнгээс харахад босоо хатсан мод нь унанги модтой харьцуулахад суурь нягт ($0.51\text{--}0.62\text{ г/см}^3$), долгион тархалтын хурд ($3.31\text{--}4.68\text{ км/с}$) болон бүтцийн тогтвортой байдлаараа илүү өндөр үзүүлэлттэй байсан нь үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашиглах боломжтойг харууллаа. Харин унанги модны хувьд өндөр, голч буурч, суурь нягт болон жилийн цагариг, оройн модлогийн хувь тогтворгүй болж чанарын доройтол илүүтэй ажиглагдаж ашиглалтын боломж бага болох нь харагдсан. Судалгааны үр дүн нь ойн нөөцийг үр ашигтай ашиглах, үхмэл модыг зөв зохистойгоор үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэхэд чухал ач холбогдолтой юм.

Түлхүүр үг: босоо хатсан мод, унанги, модлогийн суурь нягт, долгион тархалтын хурд, оройн модлогийн эзлэх хувь, жилийн цагариг

I. УДИРТГАЛ

Монгол Улсын ойн нийт нөөц $1,246.5$ сая/м³ буюу 79.3% -ийг шинэс, 8.9% хуш, 6% хус, 5% нарс, 0.2% гацуур, 0.01% жодоо, 0.3% бургас, 0.17% улиас, 0.14% заг, тоорой, 0.05% улиангар, 0.01% -ийг хайлаас тус тус эзэлж байна. Манай орны ой сан бүхий нийт $19,073.7$ мян.га талбай газраас ойгоор бүрхэгдсэн талбай нь $12,949.8$ мян.га буюу 67.9% -ийг эзэлж байна. Үүнээс 72.8% шилмүүст, навчит ой, 27.2% нь заган ой байна [1].

Олон зорилтот ойн тооллого (2014-2016)-д сэрүүн бүсийн ойн 1 га талбайн үхмэл модны нөөц дунджаар 46.5 м³/га талбайг эзэлдэг бөгөөд үүнээс 15.4 м³/га-г сибирь шинэс (*Larix sibirica* ledeb) эзэлж байна [2]. Эдгээр ойн нөөц баялгаа үйлдвэрлэлийн аргаар бүрэн ашиглах боломж бүрдүүлэх эх суурь нь модлог материалын технологийн физик, механик шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг шинжлэх ухааны бодит суурь судалгаанд тулгуурлан тогтоох явдал юм.

Монгол орны байгалийн нөхцөл, уур амьсгалын онцлогоос шалтгаалан модлог ургамлын төрөл зүйл, чанар нь бүс нутгийн онцлогийг тодорхойлох гол хүчин зүйлсийн нэг болдог. Монгол орны модлог ургамлын дотор шинэс мод нь онцгой байр эзлэхээс гадна барилгын материал, тавилгын үйлдвэрлэл зэрэг олон салбарт өргөн хэрэглэгддэг бөгөөд түүний бат бөх байдал, үрэлт тэсвэрлэх чадвар зэрэг физик-механик шинж чанарууд нь модны чанар, хэрэглээний үр ашгийг шууд тодорхойлдог.

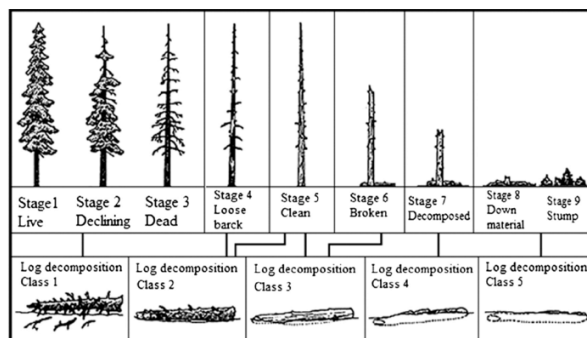
Энэхүү өгүүлэлд Хөвсгөл аймгийн шинэс модны физик үзүүлэлтүүдийн талаарх судалгааны үр дүнг танилцуулж, ач холбогдлыг тодруулах болно.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ, МАТЕРИАЛ

“Үхмэл мод” гэж амьд бус модлог биомасс буюу 5 см болон түүнээс дээш голчтой босоо хатсан болон унанги мод гэж олон зорилтот үндэсний ойн тооллогод тодорхойлсон байдаг [2]. Олон улсад үхмэл модыг ангилсан байдлыг 1-р зурагт [4]

харуулсны дагуу босоо хатсан модны дээж бэлтгэхдээ модны харагдах байдлаар нь ангилсан биомассын алдагдлын 1-р ангиллаас 5 мод, 2-6-р ангилал тус бүрээс 3 мод сонгосон. Унанги модноос дээж бэлтгэхдээ харагдах байдлаар нь 1 болон 2-р ангилал тус бүрээс 3 мод сонгосон.

Босоо хатсан модны биомассын алдагдлыг 10% алхмаар тодорхойлно. 1-р зургийн дагуу 1-р ангилалд биомассын алдагдал байхгүй буюу 100% биомасстай, 2-р ангилалд биомасс бага зэрэг (10%) алдагдсан буюу 90% биомасс үлдсэн гэх мэтээр цааш 9-р ангилалд биомассын 90% алдагдсан буюу 10% биомасс үлдсэн хэмээн нүдэн баримжаагаар тооцно [3].

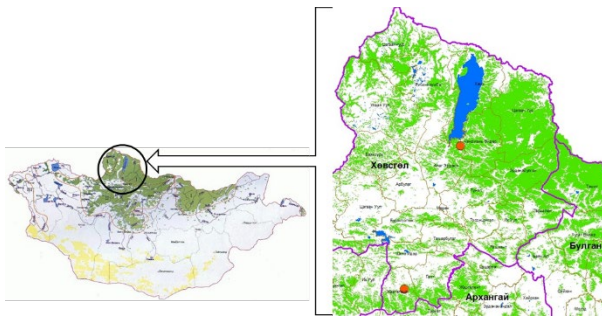


1-р зураг. Үхмэл модны олон улсын ангилал [4]

1. Судалгаа явуулах газар нутаг

Ой-ургамалжлын мужлал гэдэг нь нутаг дэвсгэрийг ургах орчинтойгоо нэгэн төрлийн холбоотой ургамлын аймаг, экологи, морфологи, биологийн хувьд тодорхой нэгдэл бүхий хэсэгт хувааж үзэх ойлголт юм. Академич Ч.Дугаржав, Ч.Доржсүрэн нар Монгол орны ой-ургамалжлын мужлалыг шинэчлэн 4 муж, 15 хошуу болгон боловсруулсан [5]. Шилмүүст модны шинж чанарыг тодорхойлох энэхүү судалгааны ажлын дээж талбайг сонгохдоо Монгол орны Өвөр-Байгалийн болон Хангайн ой-ургамалжлын мужийг сонгож Хөвсгөл

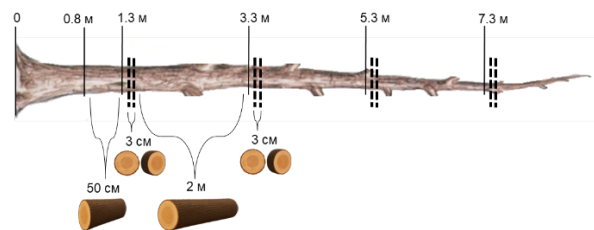
аймгийн Жаргалант, Чандмань-Өндөр сумдаас дээж бэлтгэсэн (2-р зураг).



2-р зураг. Дээж бэлтгэсэн талбайн байршлын зураг

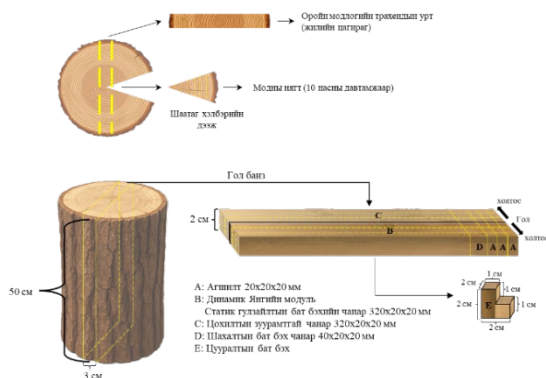
2. Судалгааны арга зүй

Сонгосон үхмэл модноос гуалин болон ээвэн дээж авахдаа үндэсний үзүүрээс модны үзүүрийн нарийн голч нь 14 см хүртэл голчтой болгоно. Нэг дэх дээж нь модны үндэсний хүзүүнээс 0.8-1.3 м хүртэл (50 см) гуалин, хоёр дахь дээж нь 1.3 м-ээс модны үзүүр хүртэл 2 м интервалтай тус бүр 3 см зузаантай 2 ширхэг ээвэн, гурав дахь дээж нь 1.3 м-ээс модны нарийн үзүүрийн голч нь 14 см хүртэл 2 м урттай гуалин [6] бөгөөд эсгэх аргыг 3-р зурагт үзүүлэв.



3-р зураг. Гуалин болон ээвэн дээж бэлтгэлийн схем зураг

Бэлтгэсэн гуалин болон ээвэн дээж тус бүрээс дүнзэнцэр болон жижиг дээжүүдийг модны модлогийн физик-механик шинж чанарыг тодорхойлохын тулд 4-р зурагт харуулсны дагуу дээжийг бэлтгэнэ [6]. Модны чийгийн агууламж, нягтыг Монгол Улсын стандартын дагуу тодорхойлно [7].



4-р зураг. Туршилтын сорьц бэлтгэл

III. ЭЭВЭН ДЭЭЖНИЙ ФИЗИК ҮЗҮҮЛЭЛТИЙН ҮР ДҮН

Хөвсгөл аймгийн Жаргалант, Чандмань-Өндөр сумдаас үхмэл мод (босоо хатсан, унанги)-ны ангилал тус бүрээс газрын гадаргаас 1.3 м өндөрт 18-

25 см голчтой нийт 46 шинэс модыг сонгож модны өсөлт, суурь нягт, жилийн цагаргийг харьцуулан үнэллээ. Хүснэгт 1-д босоо хатсан модны А1-ээс А6-р ангиллын модны өсөлтийн хэмжилт болон долгион тархалтын хурдыг харуулав. Босоо хатсан модны дундаж нас 70–152 жил, цээжний өндрийн голч 19–26 см, модны дундаж өндөр 8.3–17 м, долгион тархалтын дундаж хурд 3.31–4.68 км/с хооронд хэлбэлзэж байгаа нь модны нас, биомассын алдагдал, бүтцийн өөрчлөлттэй шууд хамааралтайг харуулж байна. Өндөр настай, биомассын алдагдал ихтэй (А4, А6 ангилал) моддын илүү өндөр утга нь модны нягт, бүтэцтэй холбоотойг харуулж байна.

Хүснэгт 2-т үзүүлснээр унанги модны нас 49–154 жил, цээжний өндрийн голч 15.8–19.1 см, дундаж өндөр 10.2–12.8 м байсан нь босоо хатсан модтой харьцуулахад намхан, нарийн байна. Энэ нь гаднын нөлөө их орсноос (түймэр, хортонд идэгдэж) биомассын хэмжээ бараг байхгүй болж орчны чийг, хөрсний задралын үйл явцад өртөж, модлог эдийн бүтцийн өөрчлөлт түргэн явагдсантай холбоотой.

БОСОО ХАТСАН МОДНЫ ӨСӨЛТ

1-р ХҮСНЭГТ

Модны ангилал	Модны тоо	Дундаж нас	Дундаж голч (см)	Дундаж өндөр (м)	ДТХ дундаж (км/с)
Хөвсгөл аймаг Жаргалант сум					
A1	5	70	25.6	17	3.55
A3	3	84	22.3	12.2	3.69
A4	3	138	20.7	16.5	4.68
A5	3	152	22.3	16	4.07
A6	3	128	19	8.3	4.39
Хөвсгөл аймаг Чандмань-Өндөр сум					
A1	5	98	25.5	16.1	3.31
A3	3	88	22.4	12.4	3.52
A4	3	104	18.7	11.8	4.01
A5	3	59	20.7	13.6	3.79
A6	3	72	20.5	10.1	3.77

Тайлбар: ДТХ – долгион тархалтын хурд

УНАНГИ МОДНЫ ӨСӨЛТ

2-р ХҮСНЭГТ

Модны ангилал	Модны тоо	Дундаж нас	Дундаж голч (см)	Дундаж өндөр (м)
Хөвсгөл аймаг Жаргалант сум				
У1	3	152	18.7	11.2
У2	3	154	15.8	12.8
Хөвсгөл аймаг Чандмань-Өндөр сум				
У1	3	127	19.1	12.5
У2	3	49	18.7	10.2

Хүснэгт 3, 4-д суурь нягтын өндрийн дагуух хамаарлын дундаж утга, стандарт хазайлтыг харуулав. Суурь нягтын радиаль чиглэлийн дагуух өөрчлөлтийн графикийг зураг 5-д харуулсан. Жаргалант сумын босоо хатсан модны суурь нягтын дундаж 0.51–0.60 г/см³, Чандмань-Өндөр суманд 0.52–0.62 г/см³ байв. Харин унанги модны суурь нягтын дундаж 0.51–0.57 г/см³ хооронд хэлбэлзэж байна.

БОСОО ХАТСАН МОДНЫ ӨНДРИЙН ДАГУУХ СУУРЬ НЯГТЫН УТГА

3-р ХҮСНЭГТ

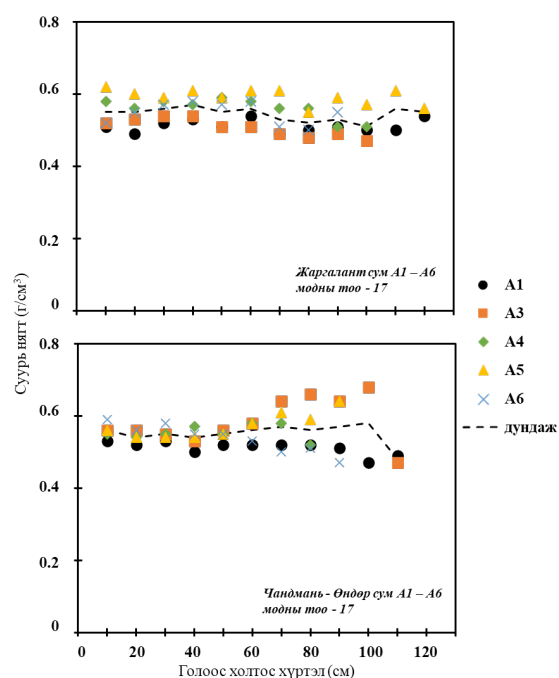
Хөвсгөл аймаг Жаргалант сум															
Дээж авах өндөр (м)	A1			A3			A4			A5			A6		
	n	ДУ	CX	n	ДУ	CX	n	ДУ	CX	n	ДУ	CX	n	ДУ	CX
1.3	5	0.54	0.04	3	0.56	0.03	3	0.6	0.05	3	0.62	0.01	2	0.6	0.04
3.3	5	0.5	0.04	3	0.49	0.04	3	0.57	0.006	3	0.58	0.03	3	0.55	0.04
5.3	5	0.49	0.03	3	0.51	0.02	3	0.56	0.004	3	0.59	0.03	2	0.53	0.01
7.3	5	0.49	0.02	3	0.5	0.03	3	0.55	0.02	3	0.58	0.03	2	0.51	0.02
9.3	5	0.51	0.04	3	0.51	0.01	3	0.58	0.02	3	0.59	0.02	-	-	-
11.3	5	0.52	0.04	3	0.5	0.02	3	0.59	0.03	3	0.6	0.02	-	-	-
13.3	5	0.51	0.04	-	-	-	3	0.6	0.06	2	0.63	0.02	-	-	-
15.3	3	0.5	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нийт дундаж		0.51	0.02		0.51	0.02		0.58	0.02		0.6	0.02		0.55	0.04
Хөвсгөл аймаг Чандмань-Өндөр сум															
1.3	5	0.57	0.02	3	0.62	0.04	3	0.59	0.01	3	0.61	0.02	3	0.59	0.04
3.3	5	0.53	0.02	3	0.6	0.05	3	0.57	0.04	3	0.57	0.03	3	0.57	0.03
5.3	5	0.51	0.02	3	0.56	0.07	3	0.57	0.04	3	0.54	0.06	3	0.49	0.04
7.3	5	0.5	0.03	3	0.55	0.04	3	0.54	0.02	3	0.55	0.04	3	0.54	0.02
9.3	5	0.5	0.03	3	0.51	0.06	2	0.54	0.02	3	0.49	0.02	-	-	-
11.3	5	0.51	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.3	4	0.51	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15.3	2	0.49	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Нийт дундаж		0.52	0.03		0.57	0.04		0.56	0.02		0.55	0.04		0.55	0.04

Тайлбар: ДУ – дундаж утга, CX – стандарт хазайлт, n – модны тоо

УНАНГИ МОДНЫ ӨНДРИЙН ДАГУУХ СУУРЬ НЯГТЫН УТГА

4-р ХҮСНЭГТ

Хөвсгөл аймаг Жаргалант сум						
Дээж авах өндөр (м)	У1			У2		
	n	Дундаж утга	Хазайлт	n	Дундаж утга	Хазайлт
1.3	1	0.55	0	2	0.59	0.08
3.3	3	0.47	0.05	3	0.54	0.04
5.3	2	0.53	0.01	3	0.55	0.04
7.3	3	0.51	0.05	3	0.54	0.04
9.3	2	0.58	0.01	3	0.59	0.03
11.3	2	0.52	0.04	2	0.59	0.01
Нийт дундаж		0.53	0.04		0.57	0.03
Хөвсгөл аймаг Чандмань-Өндөр сум						
1.3	3	0.54	0.04	-	-	-
3.3	3	0.52	0.02	3	0.56	0.02
5.3	3	0.51	0.02	2	0.46	0.04
7.3	3	0.51	0.05	-	-	-
9.3	2	0.55	0.01	-	-	-
Нийт дундаж		0.53	0.02		0.51	0.07



5-р зураг. Босоо хатсан модны суурь нягтын голоос холтос хүртэл чиглэлийн өөрчлөлт

Үхмэл модны жилийн цагаргийн өргөн, оройн модлогийн өргөн, эзлэх хувийг ImageJ. программ ашиглан хэмжиж хүснэгт 5, 6-д харуулав. Босоо хатсан моддын жилийн цагаргийн өргөн 0.57–1.66 мм, оройн модлогийн өргөн 0.13–0.44 мм байсан бөгөөд оройн модлогийн эзлэх хувь дунджаар 19–28% гарсан. Унанги моддын жилийн цагаргийн өргөн 0.47–1.43 мм, оройн модлогийн эзлэх хувь 17–26% байсан бөгөөд Чандмань-Өндөрийн У2 ангилал харьцангуй өндөр үзүүлэлтийг (1.43 мм) харуулсан

нь өсөлтийн орчны нөхцөлтэй холбоотой гэж үзэж байна. Үхмэл модны жилийн цагариг, оройн модлогийн эзлэх хувийн шилжилтийн хамаарлын графикийг зураг 6, 7-д харуулав.

БОСОО ХАТСАН МОДНЫ ЖИЛИЙН ЦАГАРИГ

5-Р ХҮСНЭГТ

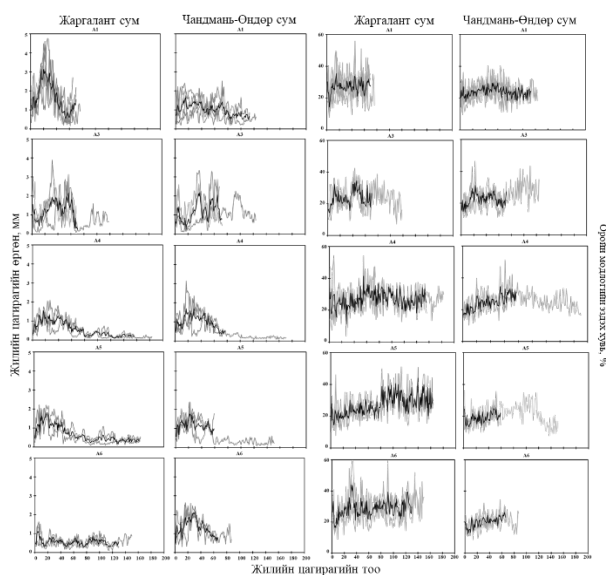
Модны ангилал	Модны тоо	ЖЦӨ (мм)		ОМ-ийн өргөн (мм)		ОМ-ийн эзлэх хувь (%)	
		ДУ	СХ	ДУ	СХ	ДУ	СХ
Хөвсгөл аймаг Жаргалант сум							
A1	5	1.66	0.09	0.44	0.05	27.08	2.67
A3	3	1.2	0.26	0.3	0.1	23.6	2
A4	3	0.7	0.36	0.17	0.12	26.7	1.13
A5	3	0.87	0.47	0.2	0.1	25.17	3.52
A6	3	0.57	0.06	0.13	0.06	28.17	3.9
Хөвсгөл аймаг Чандмань-Өндөр сум							
A1	5	1.1	0.24	0.26	0.05	23.94	1.2
A3	3	1.2	0.26	0.27	0.06	23.07	3.35
A4	3	0.93	0.5	0.2	0.1	24.23	1.01
A5	3	1.03	0.46	0.17	0.06	19.33	1.5
A6	3	1.3	0.17	0.23	0.06	20.03	1.63

Тайлбар: ЖЦӨ – жилийн цагаригийн өргөн, ОМ – оройн модлог, ДУ – дундаж утга, СХ – стандарт хазайлт

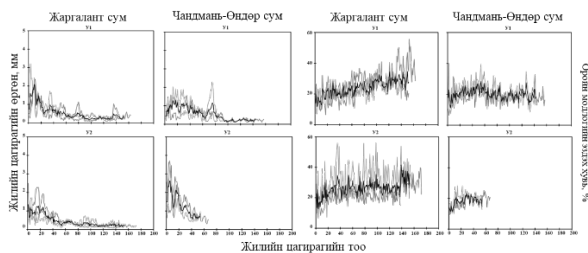
УНАНГИ МОДНЫ ЖИЛИЙН ЦАГАРИГ

6-Р ХҮСНЭГТ

Модны ангилал	Дээж модны тоо	ЖЦӨ (мм)		ОМ-ийн өргөн (мм)		ОМ-ийн эзлэх хувь (%)	
		ДУ	СХ	ДУ	СХ	ДУ	СХ
Хөвсгөл аймаг Жаргалант сум							
У1	3	0.53	0.12	0.13	0.06	24.07	3.72
У2	3	0.47	0.06	0.1	0	26.17	5.61
Хөвсгөл аймаг Чандмань-Өндөр сум							
У1	3	0.67	0.38	0.13	0.06	20.33	1.19
У2	3	1.43	0.58	0.23	0.06	17.6	2.03



6-р зураг. Босоо хатсан модны жилийн цагариг болон оройн модлогийн эзлэх хувийн шилжилтийн график



7-р зураг. Унанги модны жилийн цагариг болон оройн модлогийн эзлэх хувийн шилжилтийн график

IV. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Энэ судалгаагаар Хөвсгөл аймгийн босоо хатсан шинэс модны суурь нягт $0.51\text{--}0.63\text{ г/см}^3$ хооронд хэлбэлзсэн нь Murzabyek Sarkhad нарын судалгаанд шинэс модны суурь нягт $0.46\text{--}0.61\text{ г/см}^3$ [7], Bayasaa Tumenjargal нарын судалгаанд 0.52 байсан үр дүнтэй нийцэж байна [8]. Мөн босоо хатсан модны жилийн цагаригийн өргөн $0.57\text{--}1.66$ мм, оройн модлогийн эзлэх хувь $19\text{--}27\%$ байсан. Энэ үр дүн нь Bayasaa Tumenjargal [8] нарын тодорхойлсон жилийн өсөлттэй харьцуулахад төстэй хэв маягийг харуулж байна.

Дээрх судалгаануудтай харьцуулахад бидний судалгааны гол давуу тал нь зөвхөн эрүүл модны физик шинж төдийгүй байгалийн хүчин зүйлээр үхсэн, ялзран унасан мод (босоо хатсан ба унанги)-ыг тус тусад нь ангилж, тэдгээрийн чанарын ялгааг системтэйгээр харьцуулсан явдал юм. Манай судалгааны үр дүн нь Монгол орны шинэс модны физик шинж чанарын талаарх өмнөх судалгаануудын үр дүнг ерөнхийд нь баталсан. Цаашид механик шинж чанаруудыг судалснаар энэхүү харьцуулалт улам бүр гүнзгийрэх болно.

ДҮГНЭЛТ

Судалгааны үр дүнгээр босоо хатсан шинэс мод нь унанги модтой харьцуулахад суурь нягт, долгион тархалтын хурд болон бүтцийн тогтвортой байдлаараа давуу байж, үйлдвэрлэлийн түүхий эдээр ашиглах боломжтойг харуулж байна. Харин унанги мод нь бүтцийн хувьд намхан, нарийссан бөгөөд суурь нягт, жилийн цагариг, оройн модлогийн хувь буурсан нь чанарын доройтлыг илэрхийлж, ашиглалтын боломжийг хязгаарлаж байна. Иймд босоо хатсан модыг үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашиглах нь ойн нөөцийг үр ашигтай зарцуулах, байгалийн тэнцвэрийг хадгалах ач холбогдолтой.

Үхмэл шинэс модны судалгаа нь үргэлжлүүлэн модны механик шинжийн зарим үзүүлэлтийн тодорхойлох үе шатанд хийгдэж байгаа бөгөөд дээрх үр дүн нь эцсийн үр дүн болж чадахгүй юм.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны хээрийн хэмжилт, дээж материал цуглуулахад тусалсан Хөвсгөл аймгийн Эрчим идэр сум дундын ойн анги, Дэлгэрмөрөн сум дундын ойн ангийн хамт олонд, Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний ажилтан Г.Батбилэгт, лабораторийн туршилтын

ажилд оролцсон ШУА-ийн Газарзүй геоэкологийн хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний ажилтан Ш.Хүслэн нарт талархал илэрхийлье.

Боловсрол, Шинжлэх Ухааны Яамны захиалгаар Шинжлэх ухаан, технологийн сангийн санхүүжүүлэлтэй “Монгол орны Өвөр-Байгалийн болон Хангайн ой-ургамалжилтын мужийн үхмэл шилмүүст модны шинж чанарыг тодорхойлох” суурь судалгааны төслийн хэрэгжилтийн хүрээнд гүйцэтгэв.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Байгаль орчин, уур амьсгалын өөрчлөлтийн яам. Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын тайлан 2021-2023, 2023.
- [2] Байгаль орчин аялал жуулчлалын яам. Монгол улсын олон зорилтот үндэсний ой ойн тооллого 2014-2016, 2016.
- [3] ШУТИС-ийн Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэн. “Монгол орны Өвөр – Байгалийн болон Хангайн ой-ургамалжлын мужийн модон түүхий эдийн технологийн үндсэн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох” хээрийн болон суурин судалгааны ажлын ерөнхий арга зүй, хэвлэгдээгүй, 2022.
- [4] When they fall, trees and snags immediately enter one of the first four decay classes (modified from Maser et al. 1979 or Thomas et al. 1979).
- [5] Ч.Доржсүрэн, Ч.Дугаржав, Г.Цэдэндаш, Ж.Түшигмаа, М.Тунгалаг, “Монгол орны ойн мужлал, хэвшинж”, 2020.
- [6] Murzabyek Sarkhad, Futoshi Ishiguri, Ikumi Nezu, Bayasaa Tumenjargal, Yusuke Takahashi, Bayartsetseg Baasan, Ganbaatar Chultem, Jyunichi Ohshima and Shinso Yokota “Modeling of radial variations in wood properties and comparison of juvenile and mature wood of four common conifers in Mongolia”, 2021.
- [7] Murzabyek Sarkhad, Futoshi Ishiguri, Ikumi Nezu, Haruna Aiso, Agus Ngadianto, Bayasaa Tumenjargal, Bayartsetseg Baasan, Ganbaatar Chultem, Jyunichi Ohshima & Shinso Yokota, " Preliminary valuation of anatomical characteristics of four common Mongolian softwoods ", 2021.
- [8] Bayasaa Tumenjargal, Futoshi Ishiguri, Haruna Aiso-Sanada, Yusuke Takahashi, Bayartsetseg Baasan, Ganbaatar Chultem, Jyunichi Ohshima and Shinso Yokota, “Geographic variations of wood properties of Larix sibirica naturally grown in Mongolia”, 2018.

ГЕО-ОРОН ЗАЙН МЭДЭЭЛЛИЙГ БОЛОВСРУУЛАХ ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИЙГ АШИГЛАН ДУНД МАСШТАБЫН БАЙР ЗҮЙН ЗУРГИЙН ХАЯЛБАРЫГ ЗОХИОХ, ШИНЭЧЛЭХ НЬ

Сүрэнжавын БОЛООО¹, Дашийн ОЮУНЦЭЦЭГ²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн, Геологи, уул уурхайн сургууль, Геодезийн салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: daoyunaa@must.edu.mn¹

Хураангуй: Энэхүү эрдэм шинжилгээний өгүүлэл нь дунд масштабтай байр зүйн зураг дахь хаялбарын шугамын дүрслэлийг сайжруулах, шинээр зохиох аргачлал, арга зүй, технологийн шинэлэг хандлагыг танилцуулж байна. Судалгаанд орчин үеийн дижитал хэрэгсэл болон орон зайн дүн шинжилгээний аргуудыг ашигласнаар зургийн нарийвчлал, үнэн зөв байдал, хэрэглээний үр өгөөжийг нэмэгдүүлэх зорилготой. Аргачлал нь газар зүйн мэдээллийн шинжлэх ухаан, технологид суурилсан өгөгдлийн боловсруулалт, хаялбарыг автоматаар үүсгэхийг уламжлалт зураглалын аргатай харьцуулахад чиглэсэн. Судалгааны үр дүн нь дунд масштабын байр зүйн зургийн газрын гадаргын тоон үзүүлэлтийн нарийвчилсан мэдээлэлд мэдэгдэхүйц сайжруулалт гарсныг харуулж байгаа бөгөөд зураг зүйчид, хот төлөвлөгчид, газар зүй буюу орон зайн мэдээлэл боловсруулдаг мэргэжилтнүүдэд үнэтэй ойлголт, арга замыг санал болгож байгаа нь ач холбогдолтой байна.

Түлхүүр үг: хаялбар, 3 хэмжээст загвар, өндрийн загвар, лидар

I. УДИРТГАЛ

Хаялбар нь газрын гадаргын гурван хэмжээст шинж чанарыг хоёр хэмжээст зураг дээр дүрслэх үндсэн хэрэгсэл бөгөөд байр зүйн зураглалын салшгүй үндсэн хэсэг юм. Тухайн шугамууд нь ижил өндөртэй цэгүүдийг холбосноор уул, хөндий, нуруу, хонхор зэрэг газрын хэлбэрийг харагдахуйц болгож, газрын гадаргын бүтэц, хэлбэрийг ойлгоход чухал орон зайн мэдээлэл өгдөг [1].

Дунд масштабын байр зүйн зураг нь, ихэвчлэн 1:25 000–1:100 000-ны масштабтай байдаг, бүс нутгийн төлөвлөлт, байгаль орчны үнэлгээ, ерөнхий чиг баримжаа авах зэрэгт өндөр ач холбогдолтой байдаг. Газрын гадаргын хэлбэр, байршил дахь өндрийн тоон утга нь иргэний инженерчлэл, усны нөөцийн менежмент, геологи, хөдөө аж ахуй, үерийн аюулын зураглал, гамшгийн эрсдэлийн үнэлгээ зэрэг олон салбарын үйл ажиллагаанд ашиглагдаж, хэрэглэгддэг. Нарийвчлалтай хаялбарын дүрслэл нь өндөржилт төлөвлөлт, налууугийн шинжилгээ, ус хураах сав газрын хил заагийг тогтоох, дэд бүтцийн төлөвлөлт, чиг шугмыг тогтоох, газрын гадаргын загварчлалд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг [7].

Гэсэн хэдий ч өнөөдрийн бидний хэрэглэж байгаа байр зүйн зургууд уламжлалт арга зүй, технологиор зураглагдаж, хэмжигдсээр байна. Газрын гадарга нь байгалийн үйл явц болон хүний үйл ажиллагааны нөлөөгөөр (элэгдэл, хотжилт, уур амьсгалын өөрчлөлт гэх мэт) байнга өөрчлөгдөж байдаг тул хаялбарыг шинэчлэх болон шинээр зохиох шаардлага улам бүр нэмэгдэж байна. LiDAR (Light Detection and Ranging), нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж, өндөр дүрслэх чадвартай хиймэл дагуулын зураглал зэрэг орчин үеийн гео орон зайн технологи нь газрын гадаргын үзүүлэлтийн нарийвчлал, үнэн зөв байдлыг сайжруулах, урьд өмнө байгаагүй боломжийг олгож байна [8].

Энэхүү судалгааны ажил нь орчин үеийн гео орон зайн дэвшилттэй технологи ашиглан дунд

масштабын байр зүйн зургийн хаялбарыг шинэчлэх зорилготой бөгөөд уламжлалт аргатай нэгтгэн ашиглах боломж, үр нөлөөг судлахад чиглэсэн.

Дунд масштабын байр зүйн зураг нь ихэвчлэн уламжлалт хэмжилт, боловсруулалтын аргаар олон жилийн өмнө боловсруулагдсан байдаг. Ийм хуучирсан мэдээлэл нь орчин үеийн хэрэглээний шийдлүүдийн шаардлагыг хангахгүй, тохирох нарийвчлал, өгөгдөл дутагдалтай байх нь элбэг. Газрын гадаргын өөрчлөлт, хотжилт, уур амьсгалын өөрчлөлтөөс үүссэн зэрэг хүчин зүйлсийг тухай бүр тусгаагүй байдал нь байр зүйн зургийн бодит, үнэн зөв, нарийвчлалтай гэдэг шаардлага алдагдахад хүрдэг [1].

Мөн өгөгдлийн формат, байрлал, өндрийн системийн ялгаатай, мета мэдээллийн дутагдалтай нөхцөл нь гео орон зайн нэгдсэн платформыг үүсгэх, бусад системтэй нэгтгэхэд хүндрэл үүсгэдэг. Зарим тохиолдолд алдааны зэрэг нь тодорхойгүй, бүртгэгдээгүй байдаг нь өгөгдлийн найдвартай байдлыг үнэлэхэд хүндрэл учруулдаг. Эдгээр асуудал нь зургийн чанарыг бууруулж, төлөвлөлт, эрсдэлийн үнэлгээ, дэд бүтцийн шийдвэр гаргалтад сөргөөр нөлөөлдөг байна [9].

Иймд сүүлийн үеийн дэвшилтэд технологи болох хиймэл дагуулын мэдээ, өндөр нарийвчлалтай DEM, LiDAR, UAV -ийн технологийг ашиглан хуучирсан мэдээллийг шинэчлэх нь зайлшгүй шаардлагатай болж байна.

Байр зүйн зураг нь газрын гадаргын хэлбэр, өндөр намын ялгааг дүрслэх замаар орон зайн төлөвлөлт, байгаль орчны үнэлгээ, дэд бүтцийн хөгжүүлэлт зэрэг олон салбарт шийдвэр гаргалтыг дэмжих чухал хэрэгсэл болдог. Гэвч уламжлалт зураглалын аргачлал нь орон зайн нягтрал багатай, өндрийн мэдээлэл хуучирсан, газрын гадаргын тайлал хязгаарлагдмал зэрэг сул талтай бөгөөд энэ нь зургийн хэрэглээний үр өгөөжийг бууруулдаг [10].

Энэхүү судалгаагаар өндөр нарийвчлалтай тоон өндрийн загвар (DEM), LiDAR мэдээлэл болон нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмжийн технологийг хослуулан ашигласнаар газрын гадаргын өндрийн дүрслэлийг илүү нарийвчлалтай болгох, гадаргын хэлбэрүүдийн дүрслэлийн нятралыг нэмэгдүүлэх, байр зүйн зургийн хэрэглээний үр өгөөжийг сайжруулах боломжтойг харуулах юм. Ийм сайжруулалт нь дэд бүтцийн төлөвлөлт, гамшгийн эрсдэлийн үнэлгээ, байгалийн нөөцийн менежмент зэрэг салбарт оновчтой шийдвэр гаргахад чухал хувь нэмэр оруулах юм.

II. ЗОРИЛГО БОЛОН ЗОРИЛТУУД

Монгол орны байр зүйн зураглалын нарийвчлалыг сайжруулах зорилгоор ALOS PALSAR RTC DEM өгөгдлийг ашиглан дунд масштабын байр зүйн зургийн хаялбарыг шинэчлэх, шинэчлэн үүсгэж, түүний нарийвчлалын үнэлгээ, геометрийн нийцтэй байдлыг тоон болон визуал аргаар баталгаажуулах.

Зорилтууд:

1. Өгөгдөл мэдээллийг бүрдүүлэх, урьдчилсан боловсруулалт хийх;
2. Хаялбар шугам үүсгэх алгоритм боловсруулах;
3. GPS хяналтын цэгээр нарийвчлалын тоон үнэлгээ хийх;
4. Hillshade болон elevation profile ашиглан визуал үнэлгээ хийх;
5. Хуучин контур шугамтай харьцуулалт хийх;
6. Байр зүйн зурагт тавихдаг шаардлага, хэрэглээний боломжийг хэлэлцэх;
7. Хүндрэл, тулгамдах асуудлууд болон цаашдын судалгааны чиглэлийг тодорхойлох.

III. СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Сүүлийн жилүүдэд радарт суурилсан өндрийн загварууд (DEM) нь байр зүйн зураглал, морфометрийн шинжилгээ, дэд бүтцийн төлөвлөлт зэрэгт өргөн хэрэглэгдэх болсон. Ялангуяа ALOS PALSAR RTC DEM нь 12.5 метрийн нарийвчлалтай, үүлний нөлөөнд автдаггүй, дэлхийн ихэнх газар нутгийг хамарсан өгөгдөл бөгөөд NASA ASF DAAC-аас нээлттэй байдлаар олгогддог.

ALOS (Advanced Land Observing Satellite) нь Японы JAXA агентлагийн хиймэл дагуул бөгөөд PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) нь газрын гадаргын хэлбэрийг үүл, харанхуй, цаг агаарын нөлөөгүйгээр дүрслэх чадвартай L-band SAR мэдрэгч юм.

RTC DEM (Radiometrically Terrain-Corrected Digital Elevation Model) нь ASF DAAC (NASA Earthdata)-ийн боловсруулсан бүтээгдэхүүн бөгөөд дараах засваруудыг агуулдаг:

- Terrain correction – газрын гадаргын хэлбэрийг тооцож геометрийн гажуудлыг засдаг
- Radiometric correction – радарын тусгалын эрчим, налууг засварлаж, жигд дүрслэл үүсгэдэг [4]

- Geoid correction – өндрийн утгыг геоид дээр суурилуулдаг

Xu & Liu [5] нь ICESat-2 ATL08 өгөгдлөөр ALOS PALSAR RTC DEM-ийн өндрийн нарийвчлалыг үнэлж, уулын бүсэд RMSE = 9.15 м гарсан бөгөөд геометрийн тогтвортой байдал сайтайг онцолсон. Ihsan & Sahid (2021) нь Индонезийн Ciater сав газарт Sentinel-1, ALOS PALSAR, DEMNAS өгөгдлүүдийг харьцуулж, ALOS DEM нь RMSE = 6.2 м нарийвчлалтай, дунд налуутай бүсэд хамгийн тогтвортой үр дүнтэй гарсан гэж дүгнэсэн.

Karabörk & Yalçın [6] нь InSAR аргыг ашиглан олон төрлийн SAR DEM-үүдийг GNSS хэмжилттэй харьцуулж, ALOS PALSAR DEM нь хөдөө аж ахуйн болон уулын бүсэд хамгийн бага хазайлтаар, геометрийн хувьд тогтвортой гарсан гэж тэмдэглэсэн.

Монгол Улсад ALOS PALSAR RTC DEM-ийн нарийвчлал, геометрийн үнэн зөв байдлыг судалсан ажил ховор боловч ASF-ийн RTC төслийн хүрээнд хийгдсэн боловсруулалт нь Монголын ихэнх бүсийг хамарсан бөгөөд 2006–2011 оны хооронд авсан Fine Beam өгөгдлүүд дээр суурилсан байдаг. Энэхүү DEM нь UTM проекцтэй, GeoTIFF форматтай, GIS-д шууд ашиглах боломжтой бүтэцтэйгээр түгээгддэг [11].

Эдгээр судалгаа нь ALOS PALSAR RTC DEM-ийг дунд масштабтай байр зүйн зураглал, контур шугамын нарийвчлалын үнэлгээ, газрын хэлбэржилтийн шинжилгээ зэрэгт ашиглах боломжтойг нотолж байна. Монголын нөхцөлд, ялангуяа үүлэрхэг, алслагдсан бүс нутагт оптик өгөгдлийн хязгаарлалттай үед радарын үндэстэй DEM-үүд нь үр дүнтэй хувилбар болж чадах юм.

IV. ОРОН ЗАЙН ХАМРАХ ХҮРЭЭ, ӨГӨГДӨЛ МЭДЭЭЛЭЛ

Энэхүү судалгаа нь Монгол Улсын хойд бүс нутагт орших Булган аймгийн Тэшиг сумын нутаг дахь Харгал нуур орчимд хийгдсэн болно. Нуур нь далайн түвшнээс дээш ойролцоогоор 1,059 метрийн өндөрт оршдог бөгөөд судалгааны талбайг ойролцоогоор 25 км²-ээр сонгосон. Газар зүйн хувьд уг бүс нь тайгын бүсэд хамаарах ба намсгар, долгионтой гадаргатай, шилмүүст ой мод зонхилсон, улирлын чанартай усны горимын хэлбэлзэлтэй.

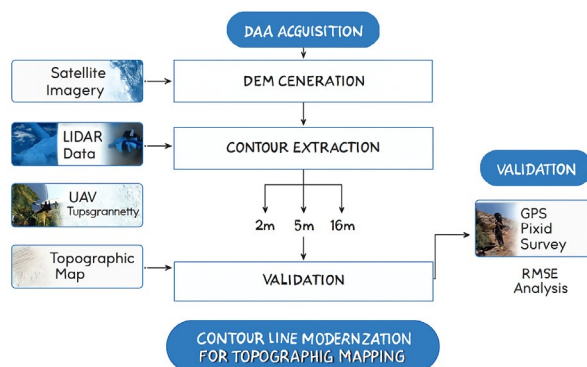
Харгал нуур нь Эг голын хуучин голдирлоос үүссэн палео-нуур бөгөөд Эг гол нь Сэлэнгэ мөрний цутгал гол бөгөөд эцэстээ Байгал нуурт цутгадаг. Уг бүс нь геотектоникийн болон газар зүйн хувьд идэвхтэй бүсэд тооцогддог тул гадаргын өндөршил, контур шугамын динамикийг судлахад тохиромжтой талбар юм. Нуурын сав газрын уур амьсгал нь хагас хуурай болон хуурай бүсэд хамаарах ба сүүлийн хэдэн арван жилд хур тунадас, температурын хэлбэлзэл мэдэгдэхүйц нэмэгдсэн байна.

Харгал нуурыг судалгааны талбараар сонгосон нь түүний экологийн эмзэг байдал, нуурын хэлбэржилтийн түүхэн өөрчлөлт, өндөр нарийвчлалтай алсын зайн мэдээний хүртээмж зэрэг хүчин зүйлсэд үндэслэсэн. Эдгээр нөхцөл нь дунд масштабтай байр зүйн зургийн хаялбарын

дүрслэлийг шинэчлэхэд чиглэсэн интеграцчилсан гео орон зайн аргачлалуудын үр нөлөөг үнэлэхэд баталгаатай суурь болж өгсөн.

V. АРГА ЗҮЙ, АРГАЧЛАЛ

Судалгааны ажлын арга зүйн схемчилсэн бүтцийг 1-р зургаас харж болно.



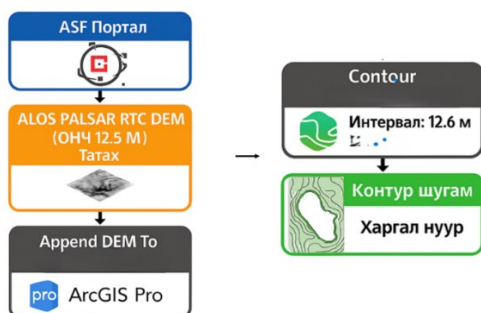
1-р зураг. Судалгааны ажлын арга зүйн схем

Байр зүйн зургийн болон газрын зургийн хаялбарыг шинэчлэх арга зүйг Зураг 1-т үзүүлж буй дараах үе шаттай ерөнхий алхмуудаар хийгдэх бөгөөд эдгээр нь LiDAR, RADAR болон нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж зэрэг техникийн хувьд бүрэн нийцнэ. Үүнд:

- Өгөгдөл цуглуулах (хиймэл дагуул, LiDAR, UAV, уламжлалт зураг);
- DEM (Digital Elevation Model/ Өндрийн тоон загвар) үүсгэх;
- Контур шугам гаргах (2м, 5м, 10м интервал);
- Баталгаажуулалт (GPS хэмжилт, RMSE шинжилгээ);
- Үр дүн (шинэчлэгдсэн хаялбар).

Аргачлал

Судалгааны арга зүйг ашиглан тодорхой техник хангамж, өгөгдөл, программ хангамж болон түүний боловсруулалтын хэрэгслийг ашиглан холбогдох мэдээллийг боловсруулахыг аргачлал гэдэг. Тэгвэл судалгааны ажлын хувьд ямар гаргачлалыг сонгосныг 2-р зурагт үзүүлэв.



2-р зураг. Судалгааны ажлын аргачлалын схем.

Дээрх судалгааны ажлын аргачлалын схем нь Булган аймгийн Тэшиг сумын Харгал нуур орчимд ALOS PALSAR RTC DEM ашиглан ArcGIS Pro дээр 12.6 метрийн интервалтай хаялбар шугам татах бүрэн workflow/ажлын тодорхой дараалал юм. Энэ нь дараах үндсэн алхмуудыг багтаасан. Үүнд:

- ASF портал → DEM татах / ASF DAAC нь NASA-ийн Earth Science Data Systems (ESDS) хөтөлбөрийн нэг хэсэг бөгөөд SAR өгөгдлийг хадгалах, түгээх, RTC DEM зэрэг боловсруулсан бүтээгдэхүүнээр үйлчилдэг үйлчилгээ/;
- ALOS PALSAR RTC DEM (12.5 м нарийвчлал) → судалгааны талбарт тохируулан татаж авах [4];
- Газар зүйн мэдээллийг боловсруулдаг ESRI компанийн ArcGIS Pro-программ хангамжийг ашиглан DEM-ийг оруулах;
- Contour функц ашиглан 12.6 м интервалтай шугам татах;
- Судлахаар сонгосон талбайн хаялбарын зураг боловсруулах.

VI. ҮР ДҮН

Монгол Улсын Булган аймгийн Тэшиг сумын Харгал нуур орчмын 25 км² талбайг судалгааны бүс болгон сонгож, ALOS PALSAR RTC DEM [4] өгөгдлийг ашиглан 12.6 метрийн интервалтай хаялбарын шугамын өгөгдлийг бэлтгэв. DEM өгөгдлийг ASF DAAC портал дээрээс татан авч, ArcGIS Pro программ хангамж ашиглан боловсруулсан. Бэлэн болсон хаялбарын нарийвчлал болон геометрийн нийцтэй байдлыг тоон аргаар үнэлсэн.

1. Өндрийн нарийвчлалын RMSE /Дундаж квадрат алдаа/-ны үнэлгээ

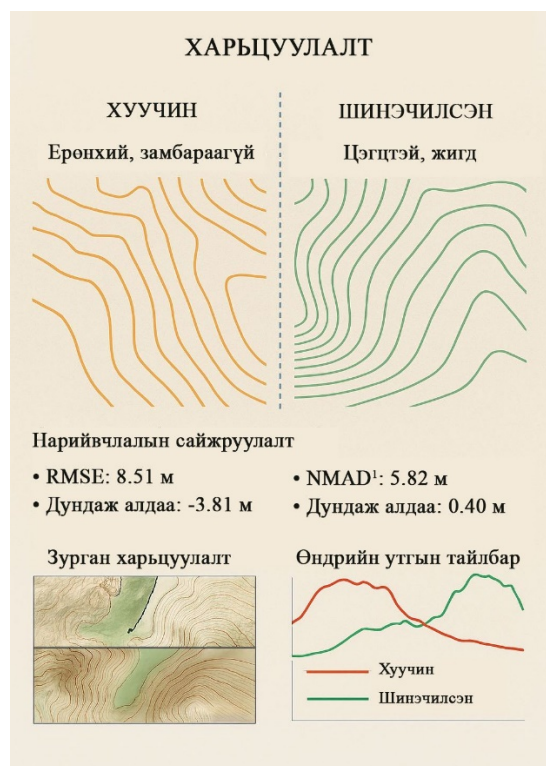
Судалгааны талбайд нийт 18 GPS хяналтын цэгийн өндрийн утгыг хэмжиж, DEM-ээс гарсан өндөртэй харьцуулан RMSE (Root Mean Square Error)-ийг дараах томъёогоор тооцоолсон:

$$[RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_{DEM_i} - Z_{GPS_i})^2}]$$

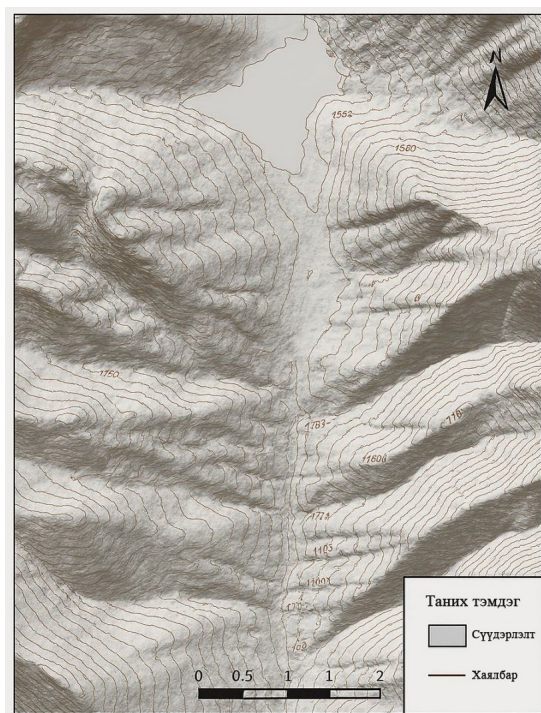
Үүний үр дүнд RMSE = 4.7 метр гарсан нь ALOS PALSAR RTC DEM нь дунд масштабтай байр зүйн зураглалд хангалттай нарийвчлалтай болохыг харуулж байна /3-р зураг/.

2. Контур шугамын геометрийн нийцтэй байдлын үнэлгээ

Судалгааны ажлаар 12.6 метрийн интервалтай контур шугамуудыг өндрийн дараалал, тасралтгүй байдал, газрын хэлбэржилттэй нийцэх байдлаар үнэлэв. Налуу ихтэй бүсэд шугамын нягтрал нэмэгдэж, тэгш гадаргуутай хэсэгт сийрэг гарсан нь логик нийцтэй байдалтай байв. Өндрийн дараалал алдагдсан, шугам тасарсан зэрэг топологийн алдаа илрээгүй [11] /4-р зураг/.



3-р зураг. Харгал нуур орчимд GPS баталгаажуулалтын цэгүүд болон боловсруулалтын ажлаар гаргаж авсан хаялбарын шугамын давхцал



4-р зураг. Харгал нуурын өмнөд сав газрын хэлбэржилттэй нийцсэн контур шугам бүхий hillshade /сүүдэрлэлтийн/ дүрслэл

“Hillshade” гэдэг нь газрын гадаргын рельефийг харааны хувьд илүү ойлгомжтой болгох зорилготой сүүдэрлэсэн дүрслэл юм. Энэ нь нарны гэрэл тодорхой өнцгөөс тусаж буй мэтээр тооцоолж, өндөр нам, налуугийн ялгааг илүү тод харуулдаг.

3. DEM өгөгдлийн харьцуулсан үнэлгээ

ALOS PALSAR RTC DEM-ээс гаргасан контур шугамыг SRTM (30 м) болон ASTER GDEM (30 м) өгөгдлөөс гаргасан шугамуудтай харьцуулсан. ALOS DEM нь газрын хэлбэртэй илүү сайн нийцэж, RMSE утга бага гарсан /1-р хүснэгт/.

ГУРВАН ТӨРЛИЙН DEM-ЭЭС ГАРГАСАН КОНТУР ШУГАМЫН ДАВХЦАЛ БҮХИЙ ХӨНДИЙН ЖИШЭЭ ХЭСГИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ

1-Р ХҮСНЭГТ.

	Нарийвчлал	RMSE (м)	Газрын хэлбэртэй нийцтэй байдал
ALOS PALSAR RTC	12.5 м	4.7	Маш сайн
SRTM	30 м	7.9	Дунд зэрэг
ASTER GDEM	30 м	9.2	Сул

4. Ашиглах боломж

Судалгааны хүрээнд бүрдүүлэх боломжтой 12.6 метрийн интервалтай контур шугамууд нь Харгал нуур болон түүний орчмын газрын морфологийн онцлогийг нарийвчлалтай илэрхийлсэн. Энэхүү үр дүн нь ALOS PALSAR RTC DEM өгөгдөл нь дунд масштабтай байр зүйн зураглал, гидрологийн загварчлал, дэд бүтцийн төлөвлөлтөд тохиромжтой болохыг нотолж байна.

VI. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

1. Байр зүйн стандарт

ALOS PALSAR RTC DEM [4] өгөгдлийг ашиглан 12.6 метрийн интервалтай контур шугам гаргах нь дунд масштабтай байр зүйн зургийн боловсруулалтад радарын техник, технологийг ашиглан өндрийн тоон загвар /DEM/-ийг үр дүнтэй ашиглаж болохыг харуулж байна. Байр зүйн зураг зохиох уламжлалт аналог, фотограмметр болон 30 метрийн үерийн өндөртэй тоон загварын өгөгдөл, мэдээлэлд тулгуурладаг байсан нь геометрийн алдаа, өндрийн хазайлт, газрын хэлбэртэй нийцэхгүй байдал үүсгэдэг байв.

Шинэчилсэн болон шинээр үүсгэсэн гадаргын тоон мэдээлэл, загвар, хаялбар нь геометрийн нарийвчлал, өндрийн үнэн зөв байдал, газрын хэлбэртэй нийцэх чадвараараа илт давуу байгааг харуулж байна. Ялангуяа хаялбарын үеийн өндрийн сонголт, өндрийн тоон загвар /DEM/-ын эх сурвалжийн баталгаатай байдал, нарийвчлалын шаардлага зэрэгт шинэчлэл хийх боломжтой. Стандарт бус үеийн өндөр (жишээ нь: 12.6 м) нь усны түвшний бүсчлэл, инженерийн дэд бүтцийн төлөвлөлтийн зураглал зэрэг тусгай хэрэглээнд илүү уян хатан байх магадлалтай байна.

2. Үйл ажиллагаанд ашиглах боломж

Энэхүү судалгаанд ашигласан аргачлал нээлттэй эх сурвалжаас газрын тоон загварыг /DEM/ татах, газар зүйн мэдээлэл боловсруулдаг ArcGIS Pro программ хангамж дээр боловсруулалт хийх,

байршил тогтоох навигацийн хиймэл дагуулын системийн буюу GPS/Global Positioning System/-ийн хэмжилтээр баталгаажуулдаг нь төрийн болон мэргэжлийн байгууллагуудын хувьд хэрэгжүүлэх боломжтой, зардал хэмнэх боломжийг бүрдүүлэх юм. ALOS PALSAR RTC DEM-ийг ашигласнаар оптик өгөгдөлд тулгуурласан, үүлгүй нөхцөл шаарддаг уламжлалт аргын хамаарал багасаж, хээрийн хэмжилтийн зардал буурна.

Мөн энэхүү арга зүй, аргачлалаар усны нөөцийн загварчлал, дэд бүтцийн төлөвлөлт, байгаль орчны мониторинг зэрэгт үйл ажиллагааны нэг хэсэг болгох боломжтой. Стандартад нийцсэн газар зүйн системийн платформ, дахин ашиглах боломжтой боловсруулалтын алхмууд нь үндэсний гео орон зайн өгөгдөл, мэдээллийн сангуудтай нийцэж, мэргэжилтнүүдийн чадавхыг нэмэгдүүлэхэд дэмжлэг болно.

3. Хязгаарлалт ба хүндрэл

Давуу талуудын хажуугаар дараах хязгаарлалт, саад бэрхшээлүүдийг анхаарах шаардлагатай. Нэгдүгээрт, ALOS PALSAR RTC DEM нь **огцом налуутай эсвэл ой модтой бүсэд** layover болон shadow нөлөөгөөр өндрийн алдаа үүсгэж болзошгүй. RTC (Radiometrically Terrain-Corrected) боловсруулалт нь зарим алдааг засдаг ч үлдэгдэл хазайлтууд байсаар байдаг.

Хоёрдугаарт, ALOS PALSAR RTC өгөгдөл нь 2006–2011 оны хооронд хийгдсэн зураглал тул **сүүлийн үеийн газрын өөрчлөлт** (элэгдэл, барилга, газар хөдлөлт гэх мэт)-ийг тусгахгүй байж болно.

Гуравдугаарт, нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж ашиглан гадаргын тоон загвар /DSM- Digital Surface Model/ үүсгэх, баталгаажуулах нь **цаг уурын нөхцөл, нислэгийн зөвшөөрөл, алслагдсан байршил** зэрэг хүчин зүйлсээр хязгаарлагддаг. Монгол Улсад нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмжийг ашиглах нь эрх бүхий байгууллагаас зөвшөөрөл авах, салхи, өндрийн хязгаарлалт, зай хураагуурын хүчин чадал зэргээс шалтгаалдаг.

Дөрөвдүгээрт, **үүлэрхэг байдал** нь оптик DEM эх сурвалжуудын хэрэглээг хязгаарладаг. Энэ нь радарын үндэстэй DEM-үүдийн ач холбогдлыг улам нэмэгдүүлж байгаа ч олон эх сурвалжийг нэгтгэн боловсруулахад хүндрэлтэй байдаг болно.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаагаар ALOS PALSAR RTC DEM өгөгдлийг ашиглан Булган аймгийн Тэшиг сумын Харгал нуур орчимд 12.6 метрийн үеийн өндөртэй хаялбрыг боловсруулах, нарийвчлалын үнэлгээг хийв. Өндрийн тоон загвар /DEM/-ын өгөгдлийг ASF DAAC портал дээрээс татан авч, ArcGIS Pro программ хангамж ашиглан боловсруулсан бөгөөд GPS хэмжилтээр баталгаажуулсан үр дүн нь RMSE = 4.7 м гарсан нь дунд масштабтай байр зүйн зураглалд хангалттай нарийвчлалтай болохыг нотоллоо.

Хаялбарын шугамын геометрийн бүтэц нь газрын хэлбэржилттэй логик нийцтэй гарсан бөгөөд налуу ихтэй бүсэд шугамын нягтрал нэмэгдэж, тэгш

гадаргуутай хэсэгт сийрэг гарсан нь морфологийн онцлогийг зөв тусгасан байна гэж үзсэн. Хуучин өмнө боловсруулагдсан хаялбарын шугамтай харьцуулахад шинэчилсэн шугамууд нь илүү нарийн, тасралтгүй, өндрийн дараалал алдагдаагүй, газрын хэлбэртэй илүү сайн нийцсэн, жигд хэлбэртэй байв.

Судалгааны үр дүн нь ALOS PALSAR RTC DEM өгөгдлийг Монгол орны хувьд дунд масштабтай байр зүйн зураглал, усны түвшний, нөөцийн судалгаа, сав газрын хил заагийг тогтоох, дэд бүтцийн төлөвлөлт, байгаль орчны мониторинг зэрэгт ашиглах боломжтойг харуулж байна. Мөн энэхүү ажил нь нээлттэй эх сурвалж, стандарт GIS платформ, хээрийн хэмжилттэй хослуулсан, төрийн байгууллагуудын хэмжээнд нэвтрүүлэх боломжтой, зардал багатай шийдэл болохыг баталж баталлаа.

Цаашид ALOS PALSAR RTC DEM-ийг ICESat-2, UAV DSM /нисгэгчгүй нисэх төхөөрөмж/, Sentinel-1/2 зэрэг олон эх сурвалжтай хослуулан, цаг хугацааны хувьд шинэчилсэн, өндөр нарийвчлалтай байр зүйн бүтээгдэхүүнийг боловсруулах боломжтой юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Барилга, хот байгуулалтын яам. (2008). 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000-ны масштабтай байр зүйн зураглалын ажил гүйцэтгэх заавар (БНБД 11-106-08). Улаанбаатар: БХБЯ;
- [2] Jebur, A. K. (2024). Контур шугамын зураглалд фотограммтрийн аргыг ашиглах судалгаа. AIP Conference Proceedings, 3105(1), 050004. <https://doi.org/10.1063/5.0212214>
- UAV ашиглан контур шугам үүсгэх аргачлал, нарийвчлалын үнэлгээ, газар дээрх хэмжилттэй харьцуулсан үр дүнг танилцуулсан.
- [3] Kovanič, L., Topitzer, B., Peťovský, P., Blišťan, P., Bindzárová Gergel'ová, M., & Blišťanová, M. (2023). UAV-ийн фотограмметр болон LiDAR технологийн хэрэглээний тойм. Applied Sciences, 13(11), 6732. <https://doi.org/10.3390/app13116732>
- UAV болон LiDAR мэдээллийг ашиглан өндөр нарийвчлалтай орон зайн загвар үүсгэх боломж, техник хангамж, хэрэглээний талаар өргөн хүрээтэй дүн шинжилгээ хийсэн.
- [4] Ihsan, H. M., & Nugroho, D. (2021). Sentinel-1, ALOS PALSAR болон DEMNAS өгөгдлүүдийн өндрийн нарийвчлалын үнэлгээ: Чиатерийн сав газрын жишээн дээр. Geopanning: Journal of Geomatics and Planning, 8(1), 1–14.
- Эшлэлд ашиглах: ALOS PALSAR RTC DEM нь хавтгай болон дунд налуутай бүсэд RMSE = 6.2 м нарийвчлалтай гарсан (Ihsan & Nugroho, 2021).
- [5] Xu, W., & Liu, Y. (2024). ICESat-2 өгөгдлийг ашиглан өндөр нарийвчлалтай таван төрлийн DEM-ийн нарийвчлалын үнэлгээ ба сайжруулалт. Remote Sensing, 16(3), 512.
- Эшлэлд ашиглах: ALOS PALSAR DEM нь уулын бүсэд тогтвортой нарийвчлалтай бөгөөд ICESat-2 ATL08 өгөгдлөөр баталгаажсан (Xu & Liu, 2024).
- [6] Karabörk, H., & Yalçın, A. (2021). InSAR аргыг ашиглан олон төрлийн SAR DEM-ийн нарийвчлалын үнэлгээ. Geocarto International, 36(2), 215–230.

- Эшлэлд ашиглах: ALOS PALSAR DEM нь GNSS хэмжилттэй харьцуулахад хамгийн бага хазайлтаар, хөдөө аж ахуйн болон уулын бүсэд өндөр нарийвчлалтай гарсан (Karabörk & Yalçın, 2021).
- [7] Hatzopoulos, J. N., & Hatzopoulos, D. J. (2024). Topographic mapping: Covering the wider field of geospatial information science & technology (2nd ed.). Universal-Publishers;
- [8] Tamimi, R., & Toth, C. (2024). Accuracy assessment of UAV LiDAR compared to traditional total station for geospatial data collection in land surveying contexts. ISPRS Archives, XLVIII-2-2024, 421–428;
- [9] Wechsler, S. P., Ban, H., & Li, L. (2019). The pervasive challenge of error and uncertainty in geospatial data. In K. Koutsopoulos (Ed.), Geospatial Challenges in the 21st Century (pp. 315–332). Springer Nature Switzerland AG;
- [10] Khalil, M., & Abdelgawad, M. (2023). Topographic mapping using satellite imagery and UAV photogrammetry: A comparative study. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 31, 100998;
- [11] ASF DAAC. (2015). ALOS PALSAR Radiometrically Terrain-Corrected (RTC) Product Guide. NASA Earthdata. <https://www.earthdata.nasa.gov/data/projects/alos-palsar-rtc-project>
- [12] Ihsan, H. M., & Sahid, M. (2021). Vertical accuracy assessment on Sentinel-1, ALOS PALSAR, and DEMNAS in the Ciater Basin. Geopanning: Journal of Geomatics and Planning, 8(1), 1–14. Retrieved from ResearchGate PDF
- [13] Xu, W., Li, J., Peng, D., Yin, H., Jiang, J., Xia, H., & Wen, D. (2024). Vertical accuracy assessment and improvement of five high-resolution open-source digital elevation models using ICESat-2 data and random forest: Case study on Chongqing, China. Remote Sensing, 16(11), 1903. <https://doi.org/10.3390/rs16111903>
- [14] Tadono, T., Ishida, H., Oda, F., Naito, S., Minakawa, K., & Iwamoto, H. (2014). Precise global DEM generation by ALOS PRISM. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, II-4, 71–76. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-II-4-71-2014>
- [15] Shimada, M., & Ohtaki, T. (2010). Generating high-resolution DEM from ALOS/PALSAR data using stereo radargrammetry. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 48(12), 3480–3491

ДЭД СТАНЦЫН ТОРОН ГАЗАРДУУЛГЫН ЭСЭРГҮҮЦЛИЙГ ХЯЛБАРШУУЛСАН МОДЕЛЬЧЛОЛЫН АРГААР ТОДОРХОЙЛОХ

Лхагвасүрэнгийн МӨНХЦООЖ¹, Цэрэнсамбуугын ЧИНГЭС²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, Цахилгаан дамжуулах үндэсний сүлжээ ТӨХК

²Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн, Эрчим хүчний инженерчлэлийн сургууль, Цахилгаан хангамжийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: chingee@must.edu.mn²

Хураангуй: Энэхүү өгүүлэлд хөрсний хувийн эсэргүүцэл өндөртэй газарт баригдсан 110 кВ-ын дэд станцын газардуулгын эсэргүүцлийн утга, алхамын хүчдэлийг хялбаршуулан аналитик илэрхийллээр тооцож, торон хэлбэрийн газардуулах байгууламжийн загварыг байгуулж, хэмжилтийн үр дүнтэй харьцуулсан судалгааг хийж гүйцэтгэсэн болно. Өндөр Ом-ын цахилгаан эсэргүүцэлтэй уулархаг газарт баригдах дэд станцын торон газардуулах байгууламжийн загварыг оновчтойгоор боловсруулах судалгаа, тооцоог хийж гүйцэтгэсэн болно. Судалгааны үр дүнгээс харахад симуляци болон хэмжилтийн үеийн газардуулгын эсэргүүцэлүүд нь 2.24 Ω болон 0.57 Ω гарсан нь физик модельчлолыг илүү боловсронгуй болгох, мөн хэвтээ урт газардуулгыг оруулж тооцоогүйтэй холбож тайлбарлагдаж байна.

Түлхүүр үг: ЦДҮС -ын 110/10 кВ дэд станц, газардуулгын эсэргүүцэлийн норм хэмжээ, торон хэлбэрийн газардуулга, физик модель-загварчлал

I. УДИРТГАЛ

Манай орны 110 кВ-ын өндөр хүчдэлийн дэд станцууд нь заримдаа уулын хадархаг хөрстэй эсэргүүцэл өндөр газарт баригддаг онцлогтой. Дэд станцын газардуулгын зургыг боловсруулж ашигтай хувилбарыг гаргахдаа ихэвчлэн нэгэн хэвийн байж болохуйц зурган дээр үндэслэн барьж байгуулдаг. 110 кВ, 220 кВ-ын дэд станциудын хувьд зураг-1 үзүүлсэн энгийн ба нийлмэл торон газардуулгыг босоо электродуудын хамт суурилуулж хийдэг. (1-р зураг [1,2]).

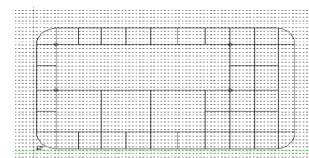
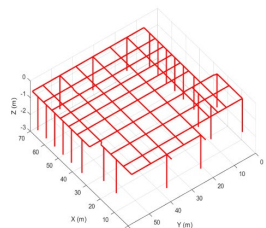
Энэ үед газардуулах байгууламж (ГБ)-ын алхамын болон хүрэх хүчдэл, $R_{ГБ}$ эсэргүүцэл, хөрсөн дээрх потенциалын утгууд нь норм хэмжээнээсээ ихэсдэг аюултай талтай. Цахилгаан тоноглолын хэвийн найдвартай ажиллагаа болон хүний алхамын хүчдэлийн хэмжээ нь газардуулах байгууламжийн хийц, хөрсний хувийн цахилгаан эсэргүүцэл зэргээс хамаардаг онцлогтой.

Хувийн эсэргүүцэл өндөртэй, асга, хадан хөрстэй нутгууд, мөн мөнхийн цэвдэгтэй газруудад шаардлага хангасан бага эсэргүүцэлтэй газардуулах байгууламжийг хийхэд хүндрэл гарч, их хэмжээний металл зарцуулах хэрэгтэй болдог. Иймээс нэмэлтээр байж болохуйц урттай хэвтээ электродуудыг сонгон авч дэд станцын гадуур нэмж холбон металл зарцуулалт, үнэ өртөг ихэсдэг.

Шаардагдах ерөнхий газардуулгын эсэргүүцлийн хэмжээг цахилгаан байгууламжийн дүрэм (ЦБД) –д заасан шаардагдах газардуулгын эсэргүүцлийн утга, хүрэх хүчдлийн хэмжээг зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байлгахад шаардагдах тооцооны утгуудын аль багаар ($R_{ГБ} < 4$ Ом) нь сонгож авна. Инженерийн практикт Газардуулах системийн байвал зохих ерөнхий эсэргүүцэл нь 110 кВ-ийн шугам сүлжээнд $R_{ГБ}$ нь 0.5 Ом байна.



а) 110 кВ-ын дэд станцын гадас торон хийцийн газардуулах байгууламж [1]



б) 5000 Ω м хөрстэй дэд станцын торон хэлбэр [2]

Зураг 1. Босоо электродуудыг жигдэвтэр зайд байрлуулсан, төрөл бүрийн хэмжээст нүдтэй нийлмэл торон газардуулгын тооцооны зураглал

Газардуулах электродуудын урьдчилсан байршуулалт. 1 илэрхийллээс харахад хөрсний эсэргүүцэл ихтэй газар хүрэх хүчдэлийн хэмжээ ихсэнэ. Мөн Хүрэх хүчдлийн хамгийн их утга нь электродуудын байрлал, тор хоорондын зайнаас ихээхэн хамаарах тул электродуудыг зөв сонгож байрлуулах нь чухал ач холбогдолтой.

$$U_{хүр} = I_h \cdot R_h \quad (1)$$

Энд: $U_{хүр}$ - хүрэх хүчдлийн хэмжээ (В)

I_h - хүний биеэр гүйх гүйдэл (А)

R_h - хүний биеийн эсэргүүцэл (Ом)

Тоон анализын ойролцоо тооцох зарчим дээр суурилсан физик загварчлалын (модель)

программуудыг хэрэглэснээр торон хэлбэрийн потенциалын хэмжээ, эсэргүүцлийг урьдчилан тооцон авах боломжтой болдог. Эдгээр программууд нь цахилгаан хэлхээний зангилааны потенциалын арга дээр үндэслэгдсэн байдаг [3,4].

Энэхүү өгүүлэлд бодит 110 кВ-ын дэд станцын газардуулах хийцийн загварыг байгуулахыг зорьсон бөгөөд, өргөн хэрэглэгддэг хялбаршуулсан стандартын илэрхийллээр $R_{ГБ}$ -ыг тооцож, хэмжилтийн утгуудтай нь харьцуулан, дүн шинжилгээ хийж үзэв.

II. ӨНДӨР ХҮЧДЭЛИЙН ДЭД СТАНЦ

Улаанбаатар хотын цахилгаан дамжуулах сүлжээний инженерүүд Улаанхуаран 110/10 кВ-ын дэд станцын газардуулгын эсэргүүцлийн багасгах үүднээс нэмэлт хэвтээ электродуудыг холбосон.

Дэд станцийн эзлэх талбай нь Зураг 3-д дүрсэлснээр 55мх60м-аас бүрдэж байна. Ажиглалтын туршлагаас харахад 3 жилийн хугацаанд зуны саруудад хэмжигдсэн газардуулгын эсэргүүцэл нь 0.57 Ом- хүрнэ. Хөрсний бүтэц, найрлага нь харилцан адилгүй байх тул түүний цахилгаан эсэргүүцэл нь өргөн хязгаарт хэлбэлзэж өөрчлөгдөнө. Иймд чулуутай ба хадтай төрөлд байх үеийн эквивалент хувийн эсэргүүцлийн утгыг 750 Ом –аар авав.



Зураг 2. ЦДҮС ТӨХК-ын Улаанхуаран дэд станцын зохион байгуулалт

III. ТООЦООНЫ АРГАЧЛАЛ

1. Газардуулгын эсэргүүцлийг аналитик илэрхийллээр ойролцоо тодорхойлох

Торон Газардуулах байгууламжийн электродууд дээрх потенциал $u(t)$ -г, түүний гүйдэл $i(t)$ -д харьцуулсан харьцаагаар

газардуулгын эсэргүүцэл $R_{ГБ}$ -ыг Ом-оор бодож гаргаж болно.

Энэ аргын үед газардуулах төхөөрөмж байрласан талбайн квадрат язгуурын утга $\sqrt{A}$ -ийг гол үзүүлэлт болгон тооцоонд авна, Зураг 3. Энэ үед газардуулгын ерөнхий эсэргүүцлийг дараах илэрхийлэлээр тооцоолно.

Газардуулах байгууламжийг илүү нарийн тооцоох бол хэвтээ электродуудын харилцан нөлөөллийг тооцсон хэвтээ электродуудын ашиглалтын коэффициент β_1, β_2 -г тооцоонд нэмж оруулах шаардлагатай.

$$R_{гор} = \frac{\rho}{\pi \cdot L_{хэв}} \left[\ln \frac{2L_{хэв}}{r} + \beta_1 \frac{L}{\sqrt{A}} - \beta_2 \right] \quad (2)$$

Үүнд:

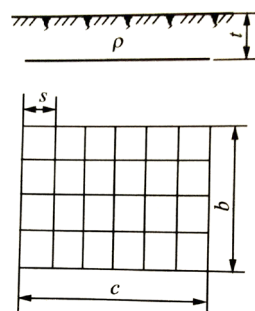
$L_{хэв}$ - хэвтээ электродуудын нийлбэр урт, м

ρ -Хөрсний хувийн эсэргүүцэл, Ом·м

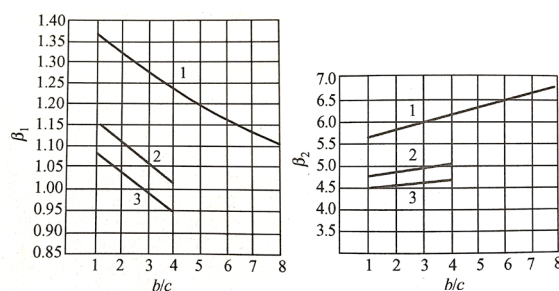
r - радиус, м

A - Торон газардуулгын тайлбай, м²

β - Тогтмол тоо, Зураг 3.



а) Газардуулагчуудын хэмжээсүүдийн тодорхойломж



б) Тогтмол тоо

Зураг 3. Дан хэвтээ электродуудаас бүрдсэн торон газардуулах хийцийн β тогтмол тоог тодорхойлох муруйнууд (Үүнд: муруй 1- $t \approx 0$, 2- $t \leq \frac{\sqrt{S}}{10}$ үед, 3- $t \geq \frac{\sqrt{S}}{6}$ байх үед) [5,6]

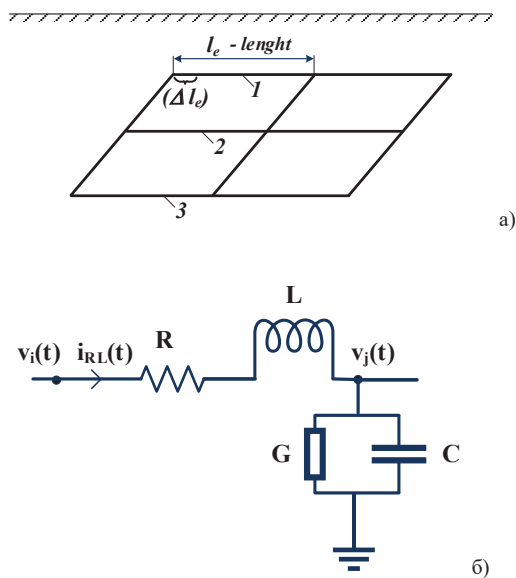
Хамгийн аюултай нөхцөл болох 110 кВ –ийн шугаманд 1 фазын газардлага гарсан үед газардуулах байгууламж дээр байх потенциалыг олбол:

$$U_{ГБ} = I_{ГЗ} \cdot R_{ГБ} = 1000 \text{ А} \cdot 5.3 \text{ Ом} = 5300 \text{ В}$$

2. Газардуулгын цахилгаан хэлхээний загварчлал

Энэхүү өгүүлэлд 6м х 6м харьцаатай дэд станцын торон газардуулах байгууламжын

загварыг 3-р зурагт үзүүлснээр эхний шатанд загварчилсан болно. Симуляцийг гүйцэтгэхдээ 60 м урттай, 60 м өргөнтэй газардуулах байгууламжийн хялбаршуулсан, жигд байрлалтай моделийг зохион байгуулав. Нэгж хуваагдсан хэсэг бүрийг G хөрсөөр гүйх нэвчих гүйдэлээс үүсэх дамжууламж, L индукцлэл болон C багтаамжтай элементүүдээр орлуулна [7].



Зураг 4. Дэд станцийн торны (а) нэг дөрвөлжин хэсэг ба тэдгээрийн (б) орлуулгын цахилгаан хэлхээ

Жишээ болгон нэгж хуваагдсан бм хэсэгийн торны G дамжууламжийг тодорхойлох илэрхийллүүдийг доор үзүүлэв [8].

$$G(\Delta l_e) = \frac{4\pi \cdot (l_e)}{\rho(I_{\text{ууд}} - I_{\text{толин}})} \quad (3)$$

$$I_{\text{ууд}} = \int_{l_e} \frac{dy_0}{\sqrt{r^2 + (y_s - y_0)^2}} \int_{l_e} dy_s \quad (4)$$

$$I_{\text{толин}} = \int_{-l_e} \frac{dy_0}{\sqrt{4t^2 + (y_s + y_0)^2}} \int_{l_e} dy_s \quad (5)$$

Үүнд:

l_e - хэвтээ электродуудын нэг хэсгийн урт, м

t - Хэвтээ электродын суулгасан гүн, м

$I_{\text{ууд}}$, $I_{\text{толин}}$ - толин дүрсийн аргачлалын интегралын шийдүүд

Үүний дараачаар программын автомат тооцооллын зангилааны потенциалын матрицын [8] аргачлалаар хүчдлийг тодорхойлно.

Газардуулгын төв цэгт тогтмол 1000 А гүйдлийг ГБ-д өгч үүсэх потенциалын хэмжээг хугацаанаас хамаарсан графикуудаас гаргаж авна.

Торон газардуулах байгууламж дээрх потенциал $u(t)$ -г, түүний гүйдэл $i(t)$ -д харьцуулсан харьцаагаар газардуулгын эсэргүүцэл R_{GB} -г Ом-оор бодож гаргана.

$$R_{GB} = \frac{u(t)}{i(t)} \quad (6)$$

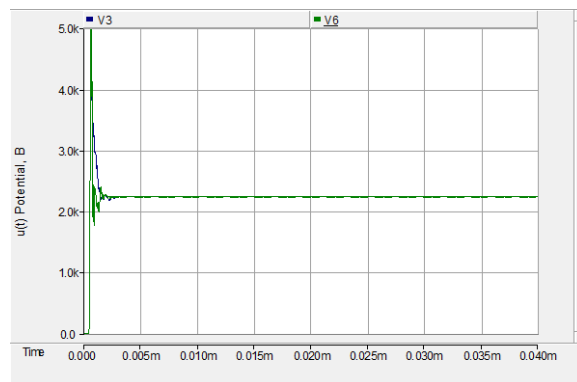
IV. ТООЦООНЫ ҮР ДҮН

Дэд станцийн торон газардуулгуудыг илэрхийлэл (2)-р тооцсон газардуулгын ерөнхий эсэргүүцэлийг олбол 5.3 Ом гарна. Энэ утга нь шаардагдах эсэргүүцэл (0.5 Ом)-ээс их байгаа тул энэ 400м урттай хэвтээ газардуулгыг нэмж суулгасан. Нэмэлт электродууд суулгасны дараах хэмжилтээр газардуулгын системийн ерөнхий эсэргүүцэл нь 0.57 Ом гарсан болно. Эсэргүүцэл (0.5 Ом)-оос бага зэрэг их гарсан авч хэрэгжүүлэх бололцоотой юм.

Цахилгаан хэлхээний модельчлолын үр дүнд үүсэх потенциалын зураглалыг Зураг 5-д үзүүлэв. Хөрсний дээд гадаргуу дээр байх хамгийн их потенциал нь 2240 В-ын утганд харгалзаж байна. Торноос холдох тутам хөрсөн дахь потенциал нь буурна. Энэ үед алхамын хүчдэлийн хамгийн их утга зөвшөөрөгдөх хэмжээнээсээ хэтрэх аюул үүснэ. Мөн нам хүчдэлийн тоног төхөөрөмжийн хоёрдогч хэлхээнд саатал учруулах хэмжээний үйлчлэл үзүүлэх өндөр утганд хүрч байна.

Илэрхийлэл 6-н дагуу R_{GB} -ыг тодорхойлбол 2.24 Ом гарч байна.

$$R_{GB} = \frac{u(t)}{i(t)} = \frac{2240B}{1000A} = 2.24\Omega \quad (7)$$



Зураг 5. Газардуулгын потенциалын график ба тооцооллын үр дүн

Тооцооны үр дүнгүүд (эсэргүүцэл ба хөрсний дээд үеийн потенциалууд)

I-Р ХҮСНЭГТ.

	R_{GB}	U_{GB}
Аналитик тэгшитгэл (2)	5.3 Ом	5300 В

	$R_{ГБ}$	$U_{ГБ}$
Модельчлолын үр дүн Тэгшитгэл (6)	2.24 Ом	2240 В
Хэмжилт	0.57 Ом	Тооцоолоогүй

1-р хүснэгтээс харахад аналитик хялбаршуулсан тэгшитгэл болон физик загвараас тодорхойлсон эсэргүүцлийн зөрүү нь ойролцоогоор 2 дахин их байгаа нь сонирхолтой үр дүн гарсан. Ихэнх ном сурах бичгүүдэд заагдсан аналитик илэрхийллүүд нь тооцооны эсэргүүцлийн утгыг ихэсгэдэг сул талтай байх боломжтой нь үр дүнгээс харагдлаа.

Физик модельчлолоос тооцоолсон эсэргүүцэл 2.24 Ом гарсан ба хэмжилтийн үр дүн 0.57 Ом-аас их байгаа шалтгаан нь 400м урт хэвтээ газардуулгыг тооцоогүйгээр тайлбарлагдаж байна. Мөн газардуулгын загварын харилцан үйлчлэлийн эсэргүүцлүүдийг тооцоогүй орхисонтой холбон үзэж болно.

IV. ДҮГНЭЛТ

Энэ өгүүлэлд өндөр хүчдэлийн бодит дэд станцын газардуулгын эсэргүүцлийг хялбаршуулсан модельчлолын аргаар тодорхойлох зорилгоор торон газардуулгын хялбарчилсан загварыг байгуулан үр дүнг нь аналитик илэрхийлэл болон хэмжилтийн үр дүнтэй нь харьцуулж дүн шинжилгээ хийж гүйцэтгэв.

Томоохон хэмжээний торон газардуулгын эсэргүүцэл болоод хөрсний дээд үеийн гадаргуу дээрх потенциалын утгуудыг нарийвчлан тогтоох боломж байгаа нь үр дүнгээс харагдлаа. Энэхүү симульцийн загварыг ирээдүйд сайжруулснаар 10,15,35 кВ болон 110, 220 кВ-ын дэд станцын эсэргүүцлийг тодорхойлох, хялбаршуулсан илэрхийллийг олон төрлийн загварын үр дүнгээс тодорхойлох боломжтой. Ингэснээр шинээр төлөвлөлт хийн баригдах дэд станциудын газардуулгын хийцийг урьдчилан тодорхойлох, инженер техникийн ажилтнуудын ажлыг хөнгөвчлөх боломжтой болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] M. Abdalaim, P. Wang and L. Li, "The design of 110kV substation grounding grid with high resistivity soil," *2017 Sixth Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation (APCAP)*, Xi'an, China, 2017, pp. 1-3
- [2] Moreno, J., Simón, P., Faleiro, E., García, D., Denche, G., & Asensio, G. (2024). A Simple Procedure to Obtain the Grounding Resistance Measurement of Very Large and Urban Electrodes by a Modified Fall-of-Potential Method. *Applied Sciences*, 14(17), 8040
- [3] H. W. Dommel, "Digital Computer Solution of Electromagnetic Transients in Single-and Multiphase Networks," in *IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems*, vol. PAS-88, no. 4, pp. 388-399, April 1969
- [4] Ts. Chinges, Q. Li and J. Zhao, "Lightning transient analysis comparison and wind turbine models using PSCAD/EMTDC circuit simulator" *2022 15th International Conference on Computer and Electrical Engineering (ICCEE)*, 2022

- [5] ZhangXiaoQing, "Wind turbine generator lightning protection and grounding" Chinese Electric Power Press. 2009
- [6] Карякин Р. Н. Заземляющие устройства электроустановок. Справочник. 2 е издание. М.:Энергосервис, 2006
- [7] Yaqing Liu, M. Zitnik and R. Thottappillil, "An improved transmission-line model of grounding system," in *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, vol. 43, no. 3, pp. 348-355, Aug. 2001
- [8] Ц.Чингэс. "Салхин цахилгаан станцын 35 кВ-ын тусгаарлагад явагдах аянгын хэт хүчдэлийн симуляцийн харьцуулсан дүн шинжилгээ" Эрчим хүч & Engineering сэтгүүл. Хуудас 48-51. Дугаар 7 сар 2024.

ӨВӨР-БАЙГАЛИЙН ОЙ УРГАМАЛЖИЛТЫН МУЖИЙН ЗҮҮН ХЭНТЭЙН НУРУУНЫ ХОШУУНЫ БОСОО ХАТСАН БОЛОН УНАНГИ МОДНЫ ЧАНАРЫН СУДАЛГАА

Сархадын МУРЗАБЕК¹, Алтангэрэл СЭНДЭР², Цэрэнбалжин УНДАРМАА³, Сосорбарамын ДЭЛГЭРЗАЯА⁴

^{1, 2, 3, 4}Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэн

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: s.murzabek@must.edu.mn¹

Хураангуй: Доройтсон ойн сангийн модны шинж чанарыг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй судалж, иж бүрэн ашиглаж эдийн засгийн эргэлтэд оруулах нь ой, модны аж үйлдвэрлэлийн салбар, эрдэм шинжилгээний байгууллагын тулгамдсан асуудлын нэг болоод байна. Өвөр-байгалийн ой ургамалжилтын мужийн Зүүн Хэнтэйн нурууны хошууны сибирь шинэс, хуш модыг босоо хатсан мод (1-7 ангилалд), унанги мод тус бүрд ангилж (У1, У2 ангилалд) физик шинжийн үзүүлэлтүүд болох модлогийн суурь нягт, жилийн цагаргийн өргөн, оройн модлогийн эзлэх хувь болон ургалтын зарим үзүүлэлтийг тодорхойлов. Ойн түймэрт өртсөн талбайгаас нийт босоо хатсан 36 модыг (шинэс 23, хуш 13) сонгосон. Шинэсний суурь нягтын дундаж утга нь А1 0.54±0.03, А2 0.55±0.05, А3 0.52±0.03, А4 0.52±0.03, А5 0.54±0.07, А6 0.52±0.03, А7 0.46±0.06 см/м³ байв. Хамгийн их суурь нягтын утга нь А2, хамгийн бага утга А7 ангилалд байна. Хуш модны суурь нягтын дундаж утга нь А1 0.40±0.05, А3 0.40±0.02, А4 0.41±0.04, А6 0.41±0.01 см/м³ бөгөөд мод ёзоороос үзүүр хүртэлх өндрийн хувьд 1.3-11.3 м-т суурь нягт ижил байсан.

Түлхүүр үг: модны нягт, жилийн цагаргийн өргөн, оройн модлогийн эзлэх хувь, модны чанар, ойн түймэр

I. УДИРТГАЛ

Монгол Улсад сүүлийн жилүүдэд ойн түймэр, ойн хөнөөлт шавжийн олшролт, хууль бус мод бэлтгэл, малын бэлчээрлэлт зэргээс үүдэн ойн сангийн 13 хувь буюу 1.8 сая га талбай доройтолд орсон[1].

Монгол орны ойг цэвэрлэх, төлөв байдлыг сайжруулах, түймэр, хөнөөлт шавжийн хөнөөлөөс урьдчилан сэргийлэх, ойг нөхөн сэргээх, ойн цэвэрлэгээний ажлаас гарсан модон түүхий эдээр ахуйн хэрэгцээний тодорхой хэсгийг хангах, шахмал хавтан, шахмал модон түлш, барилгын модон материал, бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх, модны ашиглалтын түвшин дээшлүүлэх зорилгоор ойн цэвэрлэгээ хөтөлбөр хэрэгжсэн [1].

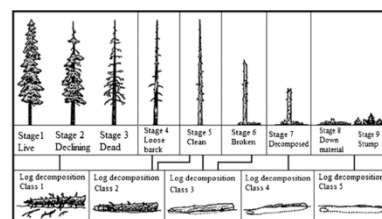
Монгол орны ойн сангийн ойролцоогоор 73 хувийг шилмүүст мод эзэлж байгаа бөгөөд үүнээс сибирь шинэс 63.0 хувь, сибирь хуш 4.3 хувийг эзлэн ургаж байна [2]. Манай оронд ахуйн болон үйлдвэрлэлийн зориулалтаар шинэс, хуш модыг ашиглаж байна.

Ойн тогтвортой менежментийг хэрэгжүүлэх, ойн үйлдвэрлэлийг шинэ түвшинд гаргах, ойн салбарын үндэсний бодлогыг хэрэгжүүлэхийн тулд Монгол улсын ойн санд байгаа амьд, босоо хатсан, ашиглагдахгүй байгаа модон түүхий эдийн нөөцийн модлогийн технологийн зарим үзүүлэлтийг тодорхойлох зайлшгүй шаардлагатай.

Бид энэхүү судалгаагаар ойн түймэрт өртсөн талбайн амьд мод, босоо хатсан болон унанги модны физикийн зарим үзүүлэлтийг тодорхойлохыг зорьсон.

II. СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Энэхүү судалгааны ажлыг Өвөр-байгалийн ой ургамалжилтын мужийн Зүүн Хэнтэйн нурууны хошуу болох Улаанбаатар хотын Баянзүрх дүүрэг, 32-р дугаар хороо, Улиастайн амны ойн түймэрт өртсөн шинэсэн болон хушин холимог бүрэлдэхүүнтэй ойд 2022 онд хээрийн хэмжилт, дээж цуглуулах ажлыг зохион байгуулав. Хээрийн хэмжилт, дээж цуглуулах ажилд модны биомассын алдагдлын ангиллын дагуу модыг сонгосон (1-р зураг). Судалгааны ажилд сибирь шинэс (*L.sibirica*), сибирь хуш (*P.sibirica*) модыг ашигласан. Хээрийн хэмжилт, дээж цуглуулах хүрээнд нийт 23 ширхэг босоо хатсан шинэсний модыг А1-А7 хүртэл, 13 ширхэг хуш модыг А1, А3, А4, А6 ангиллаас, мөн шинэсэн унанги модны У1, У2 ангиллаас 5 ширхэг, хушин унанги модны У1, У2 ангилал тус бүрээс 3 ширхэг модыг сонгон дээж цуглуулсан.



1-р зураг. Босоо хатсан болон унанги модны ангилал зүй

Суурь нягтыг тодорхойлох:

Суурь нягтыг тодорхойлохын тулд модны үндэсний хүзүүнээс 1.3 м өдрөөс 2 м интервалаар модны үзүүр хүртэл 3 см зузаантай ээвэн цуглуулсан. Цуглуулсан ээвэнгээс 30 градусын өнцөгтэй шаантаг хэлбэрийн дээжийг зүсэж бэлтгэсэн. Бэлтгэсэн ээвэн хэлбэрийн дээжүүдийн голчоос 10 мм өргөнтэй сорьц болгон хуваасан. Сорьцын эзлэхүүнийг усанд

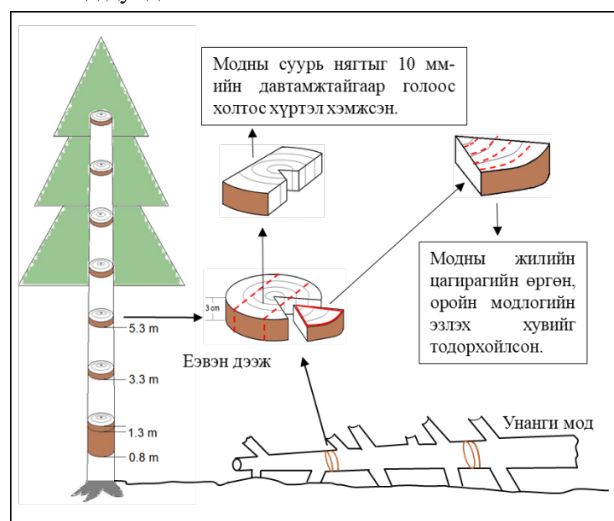
живүүлэн усны жингийн шилжилтээр тодорхойлсон. Аналитик жин ашиглан сорьцын жин хэмжсэн. Үүний дараа сорьцуудыг хатаах шүүгээнд 105°C-т тогтмол жинтэй болтол хатаасан. Ингээд модлогийн суурь нягтыг тооцоолсон.

$$\rho_c = \frac{m_0}{V_n} \quad (1)$$

Үүнд: ρ_c - үнэмлэхүй хуурай модлогийн нягт, г/см³
 m_0 - W=0 үеийн сорьц модлогийн масс, г
 V_n - нойтон үеийн сорьц модлогийн эзлэхүүн, см³

Жилийн цагаргийн өргөн болон оройн модлогийн эзлэх хувийг тодорхойлох:

Цуглуулсан еэвэн дээжээс модны голыг багтаасан 35 мм өргөнтэй дээж авч голоос хоёр чиглэлд жилийн цагаргийн өргөнийг холтос хүртэл хэмжсэн. Еэвэн дээжээс модны голыг багтаасан 35 мм өргөнтэй дээжийн хөндлөн огтлолын гадаргууг туузан зүлгүүрийн машинаар зүлгүүрдэж, усаар норгож хөндлөн огтлолын гадаргууг сканердсан. Сканердсан зургуудыг ашиглан ImageJ программаар жилийн цагаргийн өргөнийг модны холтос хүртэл хэмжсэн. Дээж тус бүрийн цагаргийн өргөнийг хоёр чиглэлд дундажлав.



2-р зураг. Босоо болон унанги модны туршилтын дээж бэлтгэх аргачлал

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Шинэсний A1-A7 хүртэлх модны нас 61-79, цээжний өдрийн голч 18.3-25.3 см, модны өндөр 4.0-20.5 м, хушны A1-A6 хүртэлх модны нас 63-78, цээжний өдрийн голч 18.7-28.3 см, модны өндөр 6.0-17.1 мбайна. Эдгээр хэмжилтийн дундаж утгуудаас

харахад туршилтад сонгон авсан модны ургалтын үзүүлэлтүүд ойролцоо байна (1-Р ХҮСНЭГТ).

МОДНЫ УРГАЛТЫН ХЭМЖИЛТ

1-Р ХҮСНЭГТ

Модны төрөл	Ангилал	Модны тоо	Модны нас	ЦӨД /см/	Модны өндөр /м/
Босоо хатсан					
Сибирь шинэс /L.sibirica/	A1	5	72	25.3	17.7
	A2	3	73	24.5	20.5
	A3	3	79	22.2	20.4
	A4	3	66	21.7	17.9
	A5	3	72	21.1	17.8
	A6	3	61	18.3	9.9
	A7	3	66	19.3	4.0
	Унанги				
	У1	3	41	13.7	8.8
	У2	2	47	15.4	6.5
Босоо хатсан					
Сибирь хуш /P.sibirica/	A1	4	85	28.3	17.1
	A3	3	78	21.8	14.1
	A4	3	63	19	13.1
	A6	3	74	18.7	6.0
	Унанги				
	У1	3	71	13.2	10.6
	У2	3	61	13.5	8.9

Тайлбар: ЦӨД, цээжний өдрийн голч, A1-A7; модны ангилал; У1-У2, унанги ангилал

Шинэс, хуш модны унанги дээж нь 41-71 нас, 13.2-15.4 см голч, 6-10.6 м урттай байсан.

Хүснэгт 2-д шинэс модны модлогийн суурь нягтыг ангилал тус бүрээр модны өндрийн дагуу харууллаа. Шинэсний суурь нягтын дундаж утга нь A1 0.54±0.03, A2 0.55±0.05, A3 0.52±0.03, A4 0.52±0.03, A5 0.54±0.07, A6 0.52±0.03, A7 0.46±0.06 см/м³ байсан. Хамгийн их суурь нягтын утга A2, хамгийн бага утга A7 ангилалд хамаарч байна.

Хуш модны суурь нягтын дундаж утга нь A1 0.40±0.05, A3 0.40±0.02, A4 0.41±0.04, A6 0.41±0.01 см/м³ байв. Харин модны ёзоороос үзүүр хүртэлх өндрийн хувьд 1.3-11.3 м-т суурь нягт ижил байсан.

ШИНЭС МОДНЫ МОДЛОГИЙН СУУРЬ НЯГТ

2-Р ХҮСНЭГТ

Суурь нягт (см/м3)																								
М Ө /м/	А1			А2			А3			А4			А5			А6			А7			НД		
	n	Д У	С Х	n	Д У	С Х	n	Д У	С Х	n	Д У	С Х	n	Д У	С Х	n	Д У	С Х	n	Д У	С Х	n	Д У	С Х
1.3	4	0.5 8	0.0 4	3	0.5 8	0.0 3	3	0.5 5	0.0 3	3	0.5 6	0.0 5	3	0.5 4	0.0 4	3	0.5 4	0.0 2	3	0.4 8	0.0 9	22	0.5 5	0.0 4
3.3	4	0.5 4	0.0 2	3	0.5 6	0.0 3	3	0.5 1	0.0 1	3	0.5 3	0.0 5	3	0.5 1	0.0 4	3	0.5 4	0.0 1	3	0.4 4	0.0 3	22	0.5 2	0.0 3
5.3	4	0.5 5	0.0 3	3	0.5 6	0.0 4	3	0.5 5	0.0 8	3	0.5 0	0.0 1	3	0.4 9	0.1 0	3	0.5 4	0.0 1				19	0.5 3	0.0 4
7.3	4	0.5 3	0.0 2	3	0.5 5	0.0 5	3	0.5 1	0.0 3	3	0.5 3	0.0 4	3	0.6 7	0.3 0	3	0.5 1	0.0 4				19	0.5 5	0.0 8
9.3	4	0.5 3	0.0 4	3	0.5 2	0.0 4	3	0.5 1	0.0 2	3	0.5 2	0.0 1	3	0.5 4	0.0 6	2	0.4 7	0.0 8				18	0.5 1	0.0 4
11. 3	4	0.5 2	0.0 1	3	0.5 3	0.0 7	3	0.4 8	0.0 3	3	0.5 0	0.0 2	3	0.5 0	0.0 3							16	0.5 1	0.0 3
13. 3	4	0.5 3	0.0 3	3	0.5 4	0.0 6	2	0.5 1	0.0 1	3	0.5 2	0.0 3	3	0.5 3	0.0 3							15	0.5 3	0.0 3
15. 3	4	0.5 8	0.0 8	3	0.5 6	0.0 5				3	0.5 0	0.0 4	2	0.5 2	0.0 5							12	0.5 4	0.0 6
17. 3	2	0.5 3	0.0 1										2	0.5 6	0.0 1							4	0.5 4	0.0 1
Н Д	3 4	0.5 4	0.0 3	2 4	0.5 5	0.0 5	2 0	0.5 2	0.0 3	2 4	0.5 2	0.0 3	2 5	0.5 4	0.0 7	1 4	0.5 2	0.0 3	6	0.4 6	0.0 6	147	0.5 3	0.0 4

Тайлбар: МӨ, модны өндөр; А1-А6, модны ангилал; n, модны тоо; ДУ, дундаж утга; СХ, стандарт хазайлт; НД, нийт дундаж.

ХУШ МОДНЫ МОДЛОГИЙН СУУРЬ НЯГТ

3-Р ХҮСНЭГТ

МӨ /м/	А1			А3			А4			А6			НД		
	n	ДУ	СХ	n	ДУ	СХ	n	ДУ	СХ	n	ДУ	СХ	n	ДУ	СХ
1.3	4	0.38	0.06	3	0.40	0.02	3	0.41	0.04	3	0.41	0.01	13	0.40	0.03
3.3	4	0.39	0.02	3	0.41	0.03	3	0.40	0.04	3	0.42	0.02	13	0.41	0.03
5.3	4	0.37	0.04	3	0.40	0.01	3	0.40	0.04	3	0.41	0.02	13	0.40	0.03
7.3	4	0.39	0.05	3	0.40	0.02	3	0.41	0.03				10	0.40	0.03
9.3	4	0.40	0.04	3	0.40	0.02	3	0.42	0.04				10	0.41	0.03
11.3	4	0.40	0.06	3	0.42	0.03	2	0.42	0.03				9	0.41	0.04
13.3	4	0.43	0.05										4	0.43	0.05
15.3	3	0.41	0.08										3	0.41	0.08
НД	31	0.40	0.05	18	0.40	0.02	17	0.41	0.04	9	0.41	0.01	75	0.41	0.04

Тайлбар: МӨ, модны өндөр; А1-А6, модны ангилал; n, модны тоо; ДУ, дундаж утга; СХ, стандарт хазайлт; НД, нийт дундаж.

ШИНЭСЭН УНАНГИНЫ МОДЛОГИЙН СУУРЬ НЯГТ

4-Р ХҮСНЭГТ

МӨ /м/	У1			У2			НД		
	n	ДУ	СХ	n	ДУ	СХ	n	ДУ	СХ
1.3	3	0.39	0.11	2	0.50	0.01	5	0.44	0.06
3.3	3	0.41	0.01	2	0.43	0.09	5	0.42	0.05
5.3	3	0.52	0.06	2	0.50	0.01	5	0.51	0.04
7.3				2	0.51	0.00			
НД	9	0.44	0.06	8	0.48	0.03	15	0.46	0.05

Тайлбар: МӨ, модны өндөр; У1, У2 унангины ангилал; n, модны тоо; ДУ, дундаж утга; СХ, стандарт хазайлт; НД, нийт дундаж.

Энэхүү судалгааны ажил унанги модны суурь нягтыг шинэс болон хуш модонд тодорхойлсон бөгөөд унанги модыг 2 ангилалд (У1, У2) хуваасан. Хүснэгт 4-өөс харахад унанги модны суурь нягтын

дундаж утга У1 0.44±0.06, У2 0.48±0.03, хүснэгт 5-аас харахад хуш модны унанги модны суурь нягтын дундаж утга У1 0.44±0.04, У2 0.40±0.04 байсан. Бидний сонгон судалж байгаа модны төрөл зүйлтэй ижил болон ойролцоо моднуудын нягтын утгуудыг 5-р хүснэгтэд харуулсан. Энэхүү судалгаанд ашиглагдсан шинэсний хувьд ижил төрөл зүйлийн нягтыг тодорхойлсон Орос улсад ургадаг шинэс модны нягтаас бага [3], Финлянд, Монгол Улсад хийгдсэн судалгааны нягтын утгаас өндөр байсан [4, 5]. Япон, Хятад улсад ургадаг ойролцоо төрөл зүйл болох 46-85 настай *Larix kaempferi*-ийн нягтаас [6, 7, 8], мөн 57 настай *Larix gmelinii*-ийн нягтын утгатай харьцуулахад туршилтын шинэс модны суурь нягт их байсан [9]. Сэлэнгэ аймгийн Мандал суманд байгалийн аясаар ургадаг хуш модонд хийгдсэн 57-67 настай хушны нягтын үр дүнгээс харьцангуй өндөр утга ажиглагдсан [10]. Солонгос улсад ургадаг 50 настай *Pinus koraiensis*-ийн нягтын утгатай

ойролцоо [11], 40-48 настай солонгос хушны нягтаас өндөр утга тогтоогдсон [12].

ХУШИН УНАНГИ МОДНЫ СУУРЬ НЯГТ

5-Р ХҮСНЭГТ

МӨ /м/	У1			У2			НД		
	n	ДУ	СХ	n	ДУ	СХ	n	ДУ	СХ
1.3	3	0.44	0.04	3	0.41	0.02	6	0.42	0.03
3.3	3	0.45	0.01	3	0.38	0.08	6	0.41	0.04
5.3	3	0.45	0.07	3	0.41	0.03	6	0.43	0.05
7.3	3	0.39	0.06						
9.3	2	0.48	0.00						
НД	14	0.44	0.04	9	0.40	0.04	18	0.42	0.04

Тайлбар: МӨ, модны өндөр; У1, У2 унанги модны ангилал; n, модны тоо; ДУ, дундаж утга; СХ, стандарт хазайлт; НД, нийт дундаж.

Зураг 3-т шинэс болон хуш модны жилийн цагаргийн өргөнийг харуулсан. Зурагт тасархай хар өнгийн зураасаар жилийн цагаргийн дундаж утгыг харуулсан. Шинэс модны А1-А7 жилийн цагаргийн нь өргөн 15 нас хүртэл огцом өсөж түүний дараагаар аажмаар буурсан. Харин хуш модны хувьд жилийн цагаргийн өргөн шинэс модтой харьцуулахад голоос холтос хүртэл жигд тархалттай байсан.

Зураг 4-өөс харахад хуш модны оройн модлогийн өргөн болон тархалт жигд болох нь харагдаж байна. Шинэсний модны оройн модлогийн тархалт голоос 10 нас хүртэл огцом өсөх бөгөөд холтос хүртэл буурсан. Модны жилийн цагаргийн өргөн, оройн модлогийн өргөн шинэс модонд ижил байсан. Харин хуш модны жилийн цагаргийн өргөн болон оройн модлогийн өргөн бага зэрэг ялгаатай тархалт харагдсан.

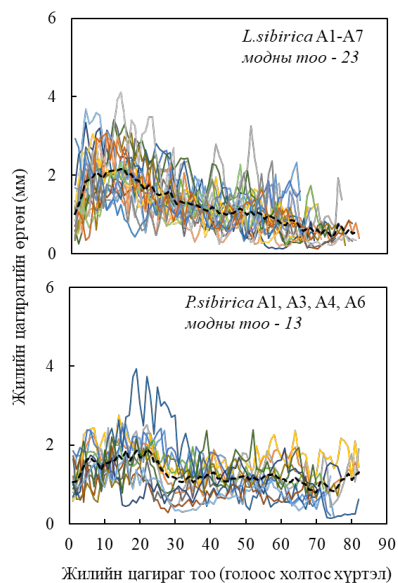
МОДНЫ НЯГТЫН ХАРЬЦУУЛАЛТ

6-Р ХҮСНЭГТ

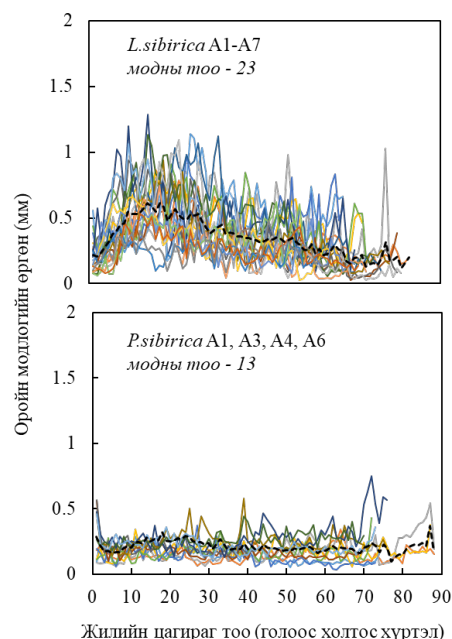
Модны төрөл зүйл	Улс	Модны нас	Нягт (м/см ³)
<i>Larix sibirica</i>	Орос	40-80	0.65-0.76
	Финланд	85	0.37-0.46
	Монгол	200-240	0.44
<i>Larix kaempferi</i>	Япон	85	0.41-0.43
	Хятад	46	0.51-0.52
	Япон	67	0.48-0.49
<i>Larix gmelinii</i>	Япон	57	0.47
<i>Pinus sibirica</i>	Монгол	57-67	0.37
<i>Pinus koraiensis</i>	Солонгос	50	0.43-0.45
	Солонгос	40-48	0.35

Оройн модлогийн эзлэх хувийг 5-р зурагт харуулсан. Шинэс модны оройн модлогийн эзлэх хувь нь голоос 25 нас хүртэл аажмаар өссөн бөгөөд

түүний дараагаар тогтмол тархалтыг харуулж байна. Хуш модны хувьд оройн модлогийн эзлэх хувь огцом буурсан, өссөн, зарим тохиолдолд жигд тархалт харуулж байна.



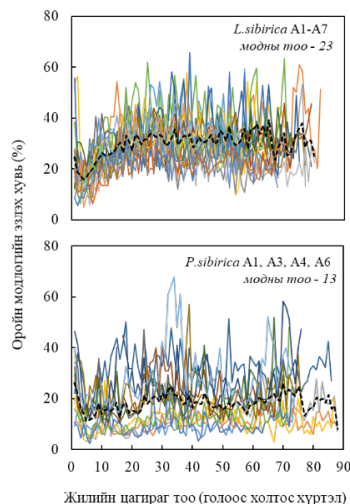
3-р зураг. Шинэс, хуш модны жилийн цагаргийн өргөний тархалт



4-р зураг. Шинэс, хуш модны оройн модлогийн өргөний тархалт

L. sibirica модны жилийн цагаргийн өргөн 1.08 мм, оройн модлогийн эзлэх хувь нь 39% гэж тодорхойлсон [13]. Тэгвэл жилийн цагаргийн өргөн болон модны нягтын хооронд сөрөг хүчтэй хамаарал байгааг тогтоосон ба Финляндад тарьсан шинэс

модны жилийн цагаргийн өргөн, оройн модлогийн эзлэх хувийн хооронд хамаарал байгааг судлан тогтоосон [4].



5-р зураг. Шинэс, хуш модны оройн модлогийн эзлэх хувийн тархалт

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаанд Монгол орны Хангайн ой-ургамалжилтын мужийн Зүүн Хэнтэйн нурууны хошуу болох Улаанбаатар орчимд байгалийн аясаар ургасан сибирь хуш, сибирь шинэс модны босоо хатсан мод болон унанги модны суурь нягт, жилийн цагаргийн өргөн, оройн модлогийн эзлэх хувийг судлан тогтоов.

- Шинэс модны A1-A7 хүртэлх суурь нягтын утга $0.46 - 0.55 \text{ г/см}^3$, унанги модны нягтын утга $0.44 - 0.48 \text{ г/см}^3$, хуш модны A1-A6 хүртэлх суурь нягтын утга утга $0.40 - 0.41 \text{ г/см}^3$, унанги модны нягтын утга $0.40 - 0.44 \text{ г/см}^3$ байсан.
- Шинэс модны ургалт 15 нас хүртэл огцом нэмэгдсэн ч 20 наснаас жилийн цагаргийн өргөн багасгаж ургалт буурсан. Харин хуш модны жилийн цагаргийн өргөн, оройн модлогийн эзлэх хувь жигд байсан.

Монгол орны доройтсон ойн санд байх босоо хатсан шинэс, хушны мод нь амьд модны зарим үзүүлэлт ижил байгаа нь модон бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэлд ашиглах боломжтойг илтгэж байна.

ТАЛАРХАЛ

Хээрийн хэмжилт, дээж цуглуулахад Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэнгийн салбарын эрхлэгч Э.Тогтохбаяр, эрдэм шинжилгээний ажилтан Б.Баярсайхан, Б.Бат-Учрал, Хөдөө аж ахуйн менежмент, экосистемийн тогтвортой байдлыг хангах (STREAM) төслийн орон нутгийн зохицуулагч Н.Банзрагч, лабораторийн туршилтын

сорьц бэлтгэхэд ШУА-ийн Газарзүй геоэкологийн хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний ажилтан Ш.Хүслэн нарт талархал илэрхийлье.

Боловсрол, Шинжлэх Ухааны Яамны захиалгаар Шинжлэх ухаан технологийн сангийн санхүүжүүлэлтээр Шинжлэх ухаан, технологийн их сургуулийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэнгийн хэрэгжүүлж байгаа “Монгол орны Өвөр-Байгалийн болон Хангайн ой-ургамалжилтын мужийн үхмэл шилмүүст модны шинж чанарыг тодорхойлох” суурь судалгааны төслийн хэрэгжилтийн хүрээнд гүйцэтгэв.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Монгол улсын засгийн газрын 2014 оны 30 дугаар тогтоол, “Ойн цэвэрлэгээ” хөтөлбөр
- [2] Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яам, “Монгол орны байгаль орчны төлөв байдлын тайлан” 2020
- [3] A. Koizumi, K. Takata, K. Yamashita, R. Nakada (2003) Anatomical characteristics and mechanical properties of *Larix sibirica* grown in South-Central Siberia. IAWA Journal 24: 355–370
- [4] K. Luostarinen (2011) Density, annual growth and proportions of types of wood of planted fast grown Siberian larch (*Larix sibirica*) trees. Baltic Forestry 17: 58–67
- [5] F. Ishiguri, B. Tumenjargal, Baasan B, A. Jigjav, Pertiwi YAB, H. Aiso-Sanada, Y. Takashima, T. Iki, J. Ohshima, K. Iizuka, S. Yokota (2018) Wood properties of *Larix sibirica* naturally grown in Tosontsengel, Mongolia. International Wood Products Journal 9: 127–133
- [6] Wood Technology and Wood Utilization Division (1982) Properties of the important Japanese woods, table of the properties of woods. Bulletin of the Forestry and Forest Products Research Institute 319: 85–126 (In Japanese with English summary)
- [7] Bao FC, Jiang ZH, Jiang XM, Lu XX, Luo XQ, Zhang SY (2001) Differences in wood properties between juvenile wood and mature wood in 10 species grown in China. Wood Science and Technology 35: 363–375
- [8] B. Tumenjargal, F. Ishiguri, J. Ohshima, K. Iizuka, K. Otsuka, M. Kinomoto, S. Yokota (2019) Effects of radial growth rate on wood and lumber properties of 67-year-old Japanese larch (*Larix kaempferi*) trees planted in Tochigi, Japan. Wood and Fiber Science 51: 264–275
- [9] F. Ishiguri, T. Iki, K. Otsuka, Y. Takahashi, Nezu I, B. Tumenjargal, Ohshima J, Yokota S (2019) Wood and lumber properties of *Larix gmelinii* var. *olgensis* planted in Japan. BioResources 14: 8072–8081
- [10] S. Murzabyek, F. Ishiguri, I. Nezu, B. Tumenjargal, Y. Takahashi, B. Baasan, G. Chultem, J. Ohshima & S. Yokota (2022) Log characteristics and basic density of four common Mongolian softwoods, International Wood Products Journal, 13:2, 99–106
- [11] Jo JM, Kaung SG, Ahn JM, Lee CH, Jo NS, Shim CS, Jung HS (1975) On the wood properties of Genus *Pinus* grown in Korea. Journal of the Korean Wood Science and Technology 22: 71–84 (In Korea with English summary)
- [12] Kang SK (1993) Wood properties of Korean pine grown in plantation: fundamental studies on the characteristics and applications. Memoirs of the Faculty of Agriculture, Hokkaido University 18: 331–377 (In Japanese with English summary)
- [13] L. Karlman, T. Mörling, O. Martinsson (2005) Wood density, annual ring width and latewood content in Larch and Scots pine. Eurasian Journal of Forest Research 8: 91–96

ДОРОЙТСОН ОЙН СИБИРЬ ШИНЭСНИЙ МОДЛОГИЙН ШИНЖ ЧАНАРЫН СУУРЬ СУДАЛГААНЫ ЗАРИМ ҮР ДҮН /БУЛГАН АЙМАГ/

Алтангэрэлийн СЭНДЭР¹, Сархадын МУРЗАБЕК², Цэрэнбалжин УНДАРМАА³, Сосорбарамын ДЭЛГЭРЗАЯА⁴

^{1, 2, 3, 4}Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэн

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: s.murzabek@must.edu.mn²

Хураангуй: Монгол орны доройтсон ойн байгалийн аясаар унасан, ойн түймэр болон хортон шавжийн нөлөөгөөр ургалт нь зогссон, хөгширч, хатсан шинэс модыг ашиглах боломжийг урьдчилан үнэлэх зорилгоор модны ургалтын шинж чанар (модны өндөр, цээжний өндрийн диаметр), модлогийн шинж чанар (жилийн цагаргийн өргөн, суурь нягт), мөн ургаа модны ишэн дэх долгион тархалтын хурдыг тодорхойлов. Судалгаанд ойн түймэрт өртсөн талбайгаас сонгосон сибирь шинэс модыг үхмэл модны ангиллын дагуу авч шинжилсэн. Судалгааны үр дүнгээс харахад доройтсон ойн сибирь шинэс модны цээжний өндрийн дундаж диаметр 17.3 см, өндөр 16 м, ургаа модны ишэн дэх долгион тархалтын хурд 4.40 км/с байв. Амьд моддын суурь нягт 0.51–0.58 г/см³ хооронд хэлбэлзсэн бол босоо хатсан моддын суурь нягт 0.54–0.66 г/см³ хооронд байсан бөгөөд модлогийн нягт модны өндрийн чиглэлд аажмаар буурах хэв шинжтэй байлаа. Ишэн дэх долгион тархалтын хурд үхмэл модны ангилал хооронд статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаатай ($p < 0.05$) бөгөөд босоо хатсан модны утга амьд модныхоос өндөр байна. Жилийн цагаргийн өргөн, орой модлогийн эзлэх хувь нь амьд болон босоо хатсан моддын хооронд статистикийн хувьд мэдэгдэхүйц ялгаагүй байна. Эдгээр үр дүн нь доройтсон ойн үхмэл модны модлогийн зарим физик шинж чанар хадгалагдаж, үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашиглах боломжтойг илтгэнэ. Гэсэн хэдий ч модлогийн механик шинж чанар, химийн найрлага, задралын түвшинг цаашид нарийвчлан судалж, эдийн засгийн эргэлтэд оруулах боломжийг тодорхойлох шаардлагатай байна.

Түлхүүр үг: Ойн түймэр, босоо хатсан мод, суурь нягт, үл эвдэх туршилт, долгион тархалтын хурд

I. УДИРТГАЛ

Манай орны нийт газар нутгийн 7.9 хувийг эзэлдэг ой нь байгалийн жамаар нөхөн сэргэх чадвар сул бөгөөд ойн түймэр, хөнөөлт шавж, өвчин, хүний үйл ажиллагааны сөрөг нөлөөнд хялбар өртдөг эмзэг экосистем юм [1]. Ойн нөөцийн ихэнх буюу 79.3 хувийг шилмүүст ой эзэлнэ [2].

Монгол Улсын хэмжээнд 2014-2016 онд гүйцэтгэсэн олон зорилтот ойн тооллогын [2] үр дүнгээс үзэхэд Монголын сэрүүн бүсийн ойн 1 га талбайн үхмэл модны нөөц дунджаар 46.5 м³ бөгөөд түүний 18.7 м³/га (40%)-г ургалт нь зогссон буюу босоо хатсан мод, 25.8 м³/га (56%)-г унанги, 2.0 м³/га-д хожуулын нөөц тус тус эзэлж байна. Эдгээр үхсэн хатсан модны нөөцийн дийлэнх хувийг буюу 15.4 м³/га-г сибирь шинэс (*Larix sibirica* Ledeb), 0.5 м³/га-г эгэл нарс (*Pinus sylvestris* L.) эзэлж байгаа бөгөөд нийт 1 га талбай дах нөөцийн 18.7 м³-ийг дунджаар бүрдүүлж байна.

“Үхмэл мод” гэж түймэр, хортонд идэгдэж ургалт нь зогссон босоо хатсан, байгалийн аясаар унасан унанги модыг хэлнэ [1]. Эдгээр үхмэл мод нь ойн төлөв байдал доройтох, ойн түймэр болон хөнөөлт шавжийн хөнөөлийг улам бүр ихсэх нөхцөлийг бүрдүүлж байна. Иймд эдгээр ойн нөөц баялгаа үйлдвэрлэлийн аргаар иж бүрэн ашиглах боломж бүрдүүлэх эх суурь нь эдгээр модлог материалын технологийн физик, механик, химийн шинж чанарын үзүүлэлтүүд болон химийн элементийн агууламжийг шинжлэх ухааны бодит суурь судалгаанд тулгуурлан тогтоох явдал юм. Иймээс үхмэл модны шинж чанарыг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй судалж, иж бүрэн ашиглаж эдийн засгийн эргэлтэд оруулах нь ой, модны аж үйлдвэрлэлийн салбар, эрдэм шинжилгээний байгууллагын тулгамдсан асуудлын нэг болоод байна. Байгалийн аясаар унасан, ойн

түймэрт болон хортон шавжид идэгдэж ургалт нь зогссон, хөгширч, хатаж хуурайшсан үхмэл шилмүүст модны модлогийн үндсэн шинжийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход энэхүү судалгааны ажлын зорилго оршино.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ, МАТЕРИАЛ

1. Туршилтын дээж талбай сонгох

Монгол орны ой мод дэлхийн бөмбөрцгийн зүүн уртрагийн 88-120°, хойд өргөргийн 46-52° хоорондох өргөн уудам нутагт тархдаг учир Хэнтий, Хангай, Хөвсгөл, Алтай зэрэг Монгол орны ой модтой томоохон уулсын систем бүр модны төрөл, тархалтын хэмжээ, бүтээмж, ургамалжлын бүтэц, бүрэлдэхүүний хувьд өөр өөрийн гэсэн онцлог ялгаатай байдаг.

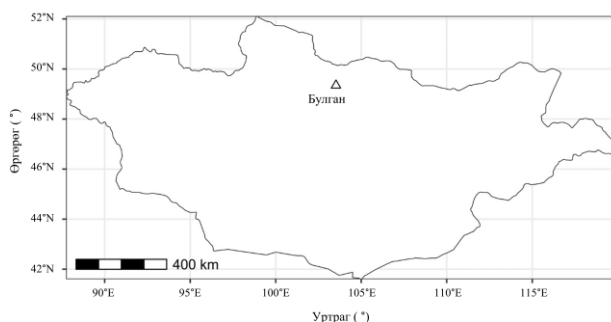
Монгол орны Өвөр-Байгалийн болон Хангайн ой-ургамалжлын мужийн модны шинж чанарыг тодорхойлох энэхүү суурь судалгааны ажлын дээж талбайг сонгоход дараах шалгуур үзүүлэлтийг авч үзнэ. Үүнд: амьд модны шинж чанар тодорхойлох судалгааны ажлын дээж талбай сонгох шалгуур үзүүлэлт

- Ой-ургамалжлын шинэчлэгдсэн мужлалын Өвөр-Байгалийн болон Хангайн ой-ургамалжлын мужлалд байх
- Ойн өндрийн бүслүүрийн анги тус бүр (Уулын цармын тармаг ой, Уулын тайгын, Уулын тайгархаг, Уулын тайгажуу, Хээржүү ой)

Үхмэл модны шинж чанар тодорхойлох судалгааны ажлын дээж талбай байгуулах шалгуур үзүүлэлт

- Ой-ургамалжлын шинэчлэгдсэн мужлалын Өвөр-Байгалийн болон Хангайн ой-ургамалжлын мужлалд байх доройтсон ой
- Ойн түймэрт өртсөн талбай
- Ойн хортонд нэрвэгдсэн талбайгаас дээж мод авах.

Энэхүү судалгаанд Булган аймгийн Хялганат сумын нутагт орших ойн түймэрт өртсөн талбайгаас (49°20'38.6"N; 103°31'29.9"E) сибирь шинэсний модлогийн үндсэн чанарыг тодорхойлох зорилгоор дээж мод сонгон авсан (1-р зураг). Үхмэл модны буюу босоо хатсан модны хувьд дээжийг харагдах байдлаар нь ангилан бэлтгэж, биомассын алдагдлын 1-р ангиллаас 5 мод, 3-5-р ангилал тус бүрээс 3 мод сонгон авна [6].

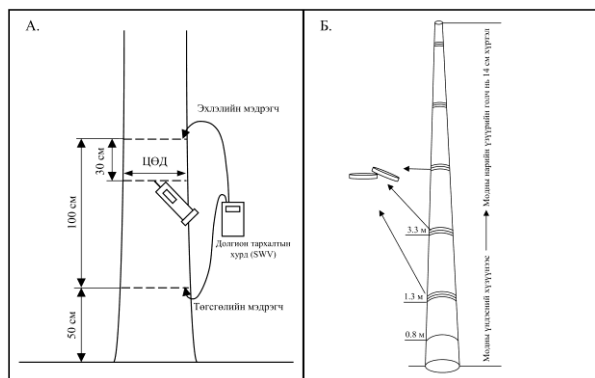


1-р зураг. Дээж авах цэг

2. Модны физик, механик шинж чанарын үзүүлэлт тодорхойлох

А. Ургаа модны ишэн дэх долгион тархалтын хурдыг үл эвдэх сорилын аргаар тодорхойлох

Ургаа модны ишэн дэх долгион тархалтын хурдыг (ДТХ) тодорхойлохдоо Stress-wave timer (долгион давтамж хэмжигч) багаж ашиглав. Үүний тулд газрын гадаргаас дээш 50 см өндөрт Sensor-1 (мэдрэгч-1)-ийг тогтоов. Дараа нь Sensor-2 (Мэдрэгч-2) дээр алхаар хөнгөн цохиж, ишээр дамжин тархах долгионы давтамжийн утгыг хэмжин авч, нийт 6 удаагийн давтамжтай хэмжсэн бөгөөд дундаж утгаар ишэн дэх долгион тархалтын хурдыг тодорхойлов (2А-р зураг) [4].



2-р зураг. Туршилтын үйл явцын зураглал

Б. Туршилтын дээж талбайд үлгэр (загвар) мод сонгох

Загвар мод нь тухайн төрлийн моддыг төлөөлж чадахуйц нийтлэг элементүүдтэй модыг хэлнэ. Модны физик, механик шинжийг тодорхойлох судалгаанд түүний үндсэн үзүүлэлтүүдийг 5 хүртэл хувийн нарийвчлалтайгаар тодорхойлох шаардлагатай.

Энэхүү судалгаанд дээж талбай бүрээс амьд модноос (1-р ангилал) 5 ширхэг, босоо хатсан буюу ургалт зогссон модноос (3-5-р ангилал) 3 ширхэг загвар модыг сонгон авсан. Загвар модны шаардлагатай тоог илүү нарийвчлалтайгаар дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$N = \left(\frac{5}{P}\right)^2 \times \text{дээж модны тоо} \quad (1)$$

Үүнд: N - загвар модны тоо

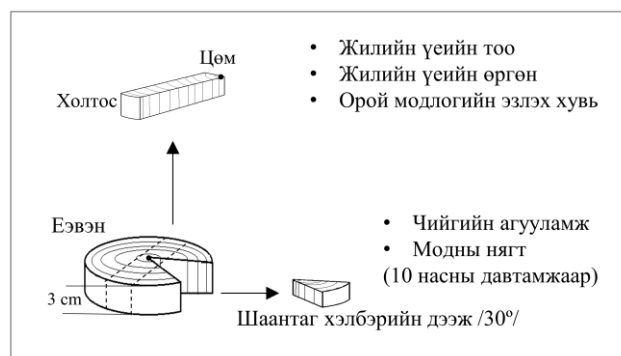
P - шаардлагатай нарийвчлал (5%-иас багагүй).

Загвар модыг унагаахаас өмнө, ёзоороос дээш 1.3 м өндөрт цээжний өндрийн диаметрийг холтостой нь 0.1 см нарийвчлалтайгаар хэмжив.

В. Загвар модноос еэвэн болон жижиг дээж эсгэж авах

Загвар модноос еэвэн дээжийг хэрхэн эсгэж авах аргыг 2Б-р зурагт үзүүлэв. Туршилтад шаардлагатай еэвэнг модны ёзоороос эхлэн оройн нарийн голч нь 14 см хүртэл диаметртэй болох хүртэл таслан авна. Эхний еэвэнг ёзоороос дээш 1.3 м өндөрт авч, цаашид орой хүртэл 2 м зайтайгаар тус бүр 3 см зузаантай хоёр ширхэг еэвэн эсгэж авна (2Б-р зураг). Хээрийн хэмжилт судалгаагаар цуглуулсан 3 см зузаантай еэвэн дээжийг модны суурь нягтыг тодорхойлоход ашиглана.

Мөн 2Б-р зурагт үзүүлсэн бүдүүвчийн дагуу бэлтгэсэн еэвэн тус бүрээс жижиг дээжийг бэлтгэн авч, модлогийн физик шинж чанарыг тодорхойлох зорилгоор 3-р зурагт харуулсны дагуу дээжийг бэлтгэв.



3-р зураг. Туршилтын сорьц бэлтгэл

Г. Жилийн цагаргийн өргөн болон орой модлогийн эзлэх хувь тодорхойлох

Бэлтгэсэн еэвэн тус бүрээс радиал хэрчмийн дээж бэлтгэн авч, хөндлөн огтлолын зургийг сканнер (EPSON, L3156) ашиглан 1200 dpi

нарийвчлалтайгаар авна. Жилийн цагариг болон орой модны өргөнийг ImageJ программ (National Institute of Health, USA) ашиглан хэмжинэ.

Д. Модны нягт тодорхойлох

Үнэмлэхүй хуурай үеийн нягт нь онол практикийн тооцооны суурь үзүүлэлт болох ба модны төрөл, зүйл, нас, газар зүйн байршил, ургах орчны нөхцөл зэргээс хамаараад модны ишний урт ба голчийн дагуу харилцан адилгүй тархсан байдаг. Энэхүү үнэмлэхүй хуурай модлогийн нягт нь ямар ч усгүй модлогийн нэгж эзлэхүүн дэх массаар илэрхийлэгддэг.

$$\rho_c = \frac{m_0}{V_n} \quad (2)$$

Үүнд: ρ_c - үнэмлэхүй хуурай модлогийн нягт, г/см³
 m_0 - W=0 үеийн сорьц модлогийн масс, г
 V_n - нойтон үеийн сорьц модлогийн эзлэхүүн, см³

3. Дүн шинжилгээ

Хэмжилтийн үр дүнг нэгтгэх, статистик боловсруулалт хийхдээ Excel программ (Excel 2023, Microsoft) ашиглав. Лабораторийн хэмжилт хийх явцад гарсан механик алдааг залруулж дахин хэмжилт хийсэн. Езвэн дээжээс нягтын туршилтад зориулж шаантаг хэлбэрийн сорьц бэлтгэсэн. Энэ үед сорьцыг 1 см давтамжтайгаар цуулах явцад яр болон хортонд идэгдсэн шинж байсан. Нягтын хэмжилт хийх сорьц нь гэмтэлгүй байх шаардлагатай тул илэрсэн гэмтэл бүхий хэсгийг хөндлөн зүсэлт хийж тайрч авсан.

Амьд мод болон босоо хатсан моддын голч, өндөр, ишэн дэх долгион тархалтын хурдын тоон үзүүлэлтүүдийг R программ (R Core Team, 2025) ашиглан Tukey HSD (ялгааны түвшин 5%) тестээр анализ хийв.

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Судалгааны үр дүнгээс харахад доройтсон ойн сибирь шинэсний модлогийн шинж чанар нь амьд модныхоос ялгаатай байна. Дундаж диаметр, өндөр, ишэн дэх долгион тархалтын хурдыг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв. Хүснэгтээс харахад 1-р ангиллын (амьд) моддын дундаж диаметр 25.4 см, өндөр 20.0 м, ишэн дэх долгион тархалтын хурд (ДТХ) 3.23 км/с байв. Харин босоо хатсан мод (3-5-р ангиллын дээж мод)-ны дундаж диаметр 20.4 см, өндөр 15.1 м, ишэн дэх долгион тархалтын хурд 4.95 км/с байлаа. Ишэн дэх ДТХ үхмэл модны ангилал хооронд статистикийн ач холбогдолтой ялгаа илэрсэн ($p < 0.05$) нь 5-р ангиллын мод амьд мод (1)-ноос өндөр байна (1-р хүснэгт). Монгол оронд байгалийн аясаар ургаж буй 49–193 настай сибирь шинэс моддын ишэн дэх ДТХ 2.87–3.55 км/с гэж [3] тогтоосон бөгөөд манай судалгааны амьд модны дундаж үзүүлэлттэй ойролцоо байна. Японы нөхцөлд ургаж буй *Larix kaempferi* модны ишэн дэх ДТХ 3.18–3.66 км/с гэж [5] тогтоосон нь мөн манай үр дүнтэй ижил байна. Харин үхмэл модны 3-5-р ангиллын модны утга нь өмнөх судалгааны үр дүнгээс илүү өндөр байна. Энэ нь

орчны ялгаа болон чийгийн агууламж багассантай холбоотой байж болох юм. Мөн өмнөх судалгаануудад цээжний өндрийн диаметр ба долгион тархалтын хурдны хооронд сул хамааралтайг тогтоосон [3, 4] бөгөөд манай судалгаанд ч ижил үр дүн ажиглагдлаа (6-р зураг).

Жилийн цагаргийн тоо, өргөн болон орой модлогийн эзлэх хувийг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв. Нийт модны дундаж нас 65–91 жил, жилийн цагаргийн өргөн 1.07–1.12 мм, орой модлогийн эзлэх хувь 28.8–33.8% хооронд хэлбэлзэж байгаа нь [3] нарын судалгааны үр дүнтэй ойролцоо байна.

ЦЭЭЖНИЙ ӨНДРИЙН ДИАМЕТР, МОДНЫ ӨНДӨР БОЛОН ДОЛГИОН ТАРХАЛТЫН ХУРД

1-Р ХҮСНЭГТ

Ангилал	n	D (cm)	TH (m)	SWV (km/s)
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
1-Амьд	5	25.4 ± 1.1 ^a	20.0 ± 1.1 ^a	3.23 ± 0.16 ^b
3-Босоо хатсан	2	22.5 ± 3.7 ^{ab}	14.6 ± 4.8 ^{ab}	4.65 ± 1.59 ^{ab}
4-Холтос салсан	3	19.3 ± 2.7 ^b	16.3 ± 1.1 ^{ab}	4.85 ± 1.00 ^{ab}
5-Нүцгэрсэн	3	19.4 ± 2.5 ^b	14.4 ± 1.9 ^b	5.35 ± 0.91 ^a
Mean/total		21.7 ± 1.1	16.1 ± 1.5	4.45 ± 0.54

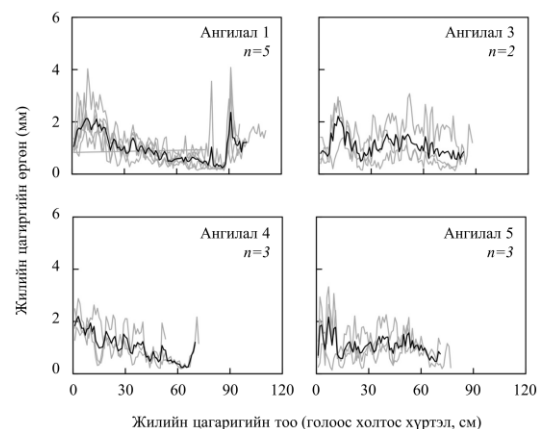
n, дээж модны тоо; D, цээжний өндрийн диаметр; TH, модны өндөр; SWV, долгион тархалтын хурд; SD, стандарт хазайлт.

ЖИЛИЙН ЦАГАРГИЙН ТОО, ӨРГӨН БОЛОН ОРОЙ МОДНЫ ЭЗЛЭХ ХУВЬ

2-Р ХҮСНЭГТ

Ангилал	n	ARN	ARW (mm)	LWP (%)
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
1-Амьд	5	91 ± 24	1.07 ± 0.11	33.7 ± 1.6
3-Босоо хатсан	2	86 ± 3	1.08 ± 0.35	28.8 ± 3.1
4-Холтос салсан	3	65 ± 10	1.12 ± 0.36	33.0 ± 3.6
5-Нүцгэрсэн	3	69 ± 9	1.07 ± 0.25	33.8 ± 3.9
Mean/total		78 ± 12	1.08 ± 0.27	32.3 ± 3.1

n, дээж модны тоо; ARN, жилийн ЦАГАРГИЙН тоо; ARW, жилийн ЦАГАРГИЙН өргөн; LWP, орой модлогийн эзлэх хувь; SD, стандарт хазайлт.

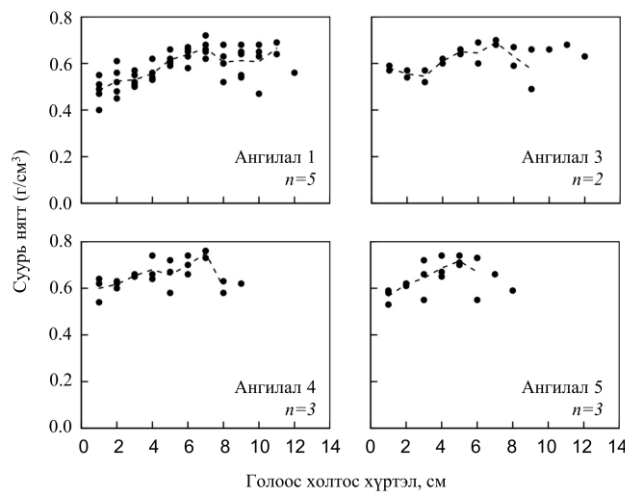


4-р зураг. Жилийн цагаргийн өргөний радиал чиглэлийн өөрчлөлт

Үхмэл модны 1 ба 3-р ангилалд жилийн цагаргийн өргөн эхний 10–20 жилд нэмэгдэж, дараа

нь 80 нас хүртэл аажмаар буурсан бөгөөд 80–120 насны хооронд дахин өсөх хандлага ажиглагдав (4-р зураг). Харин 4 болон 5-р ангиллын моддын хувьд ургалтын эхний жилүүдэд цагаргийн өргөн нэмэгдэж, ургалтын сүүлийн жилүүдэд буурсан нь ургалтын зогсолт болон гадны хүчин зүйлс (ойн түймэр, хортон шавж) хүчтэй нөлөөлсөнтэй холбоотой гэж үзэж болох юм.

Амьд модны (1-р ангилал) суурь нягт голоос холтос хүртэл ургалтын эхний жилүүдэд нэмэгдэж, дараа нь тогтворжиж байна. Харин 3-5-р ангиллын дээж моддын суурь нягт эхний жилүүдэд өсөж, ургалтын сүүлийн 2-3 жилд буурах хандлага ажиглагдав (5-р зураг).



5-р зураг. Модны үндэсний хүзүүнээс 1.3м өндөрт хэмжсэн суурь нягтын радиал чиглэлийн өөрчлөлт

Мөн ангилал бүрд модлогийн суурь нягт үндэсний хүзүүнээс дээш чиглэлд 1.3 м-ээс 15.3 м хүртэл аажмаар буурах хэв шинж илэрсэн нь өмнөх судалгааны [4] дүгнэлттэй адил байна (3-р хүснэгт).

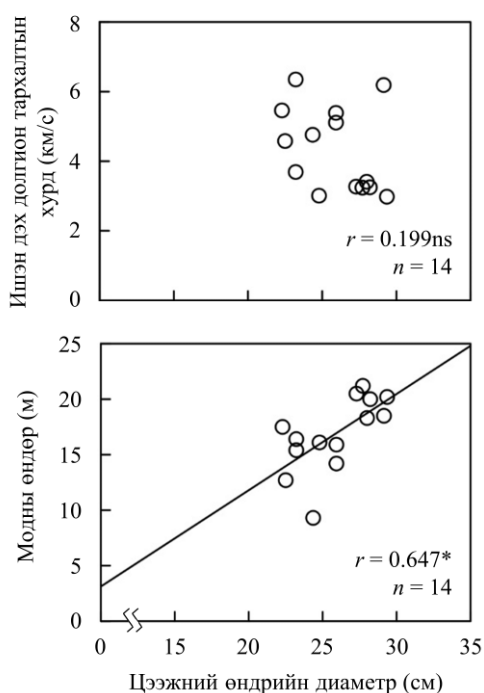
Иймээс доройтсон ойн үхмэл модны ургалтын шинж чанар (модны өндөр, цээжний өндрийн диаметр), модлогийн шинж чанар (жилийн ЦАГАРГИЙН өргөн, суурь нягт), мөн ургаа модны ишэн дэх долгион тархалтын хурд нь амьд модны шинж чанартай адил түвшинд байгаа нь эдгээр модыг үйлдвэрлэлийн аргаар ашиглах боломжтойг илтгэж байна. Гэвч модлогийн механик болон химийн бүрэлдэхүүн, задралын түвшинг нарийвчлан судлах шаардлагатай юм.

МОДНЫ ҮНДСЭЭС ОРОЙ ХҮРТЭЛХ СУУРЬ НЯГТ

3-Р ХҮСНЭГТ

Дээж авсан өндөр (м)	Суурь нягт(г/см³)							
	1-Амьд		3-Босоо хатсан		4-Холтос салсан		5-Нүцгэрсэн	
	n	Mean (SD)	n	Mean (SD)	n	Mean (SD)	n	Mean (SD)
1.3	5	0.58 (0.02)	2	0.61 (0.01)	3	0.65 (0.04)	3	0.66 (0.02)
3.3	5	0.54 (0.04)	2	0.57 (0.03)	3	0.60 (0.03)	3	0.59 (0.04)
5.3	5	0.57 (0.05)	2	0.55 (0.03)	3	0.58 (0.03)	3	0.59 (0.03)
7.3	5	0.53 (0.03)	2	0.56 (0.00)	3	0.62 (0.06)	3	0.60 (0.01)
9.3	5	0.53 (0.02)	2	0.54 (0.04)	3	0.61 (0.07)	3	0.59 (0.04)
11.3	5	0.53 (0.02)	2	0.56 (0.04)	3	0.61 (0.01)	3	0.59 (0.02)
13.3	5	0.53 (0.02)	2	0.56 (0.03)	3	0.60 (0.01)	3	0.60 (0.06)
15.3	5	0.51 (0.02)	—	—	—	—	—	—
Mean/total		0.54 (0.02)		0.56 (0.02)		0.61 (0.02)		0.60 (0.03)

n, дээж модны тоо; SD, стандарт хазайлт. (—) дээж материал байхгүй.



6-р зураг. Диаметр болон ишэн дэх долгион тархалтын хурд ба модны өндрийн хоорондын хамаарал. n , дээж модны тоо; r , корреляцийн коэффициент; ns, ач холбогдолгүй. (*), статистик ач холбогдлын түвшин 0.05.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаанд Булган аймгийн Хялганат суманд байгалийн аясаар унасан, ойн гүймэрт өртөж ургалт нь зогссон, хөгширч, хатаж хуурайшсан босоо хатсан шилмүүст модны модлогийн үндсэн шинж чанарын үзүүлэлтүүдийг тодорхойлов.

Нийт 14 модноос авсан амьд болон босоо хатсан моддын дээжийг хэмжиж дараах дүгнэлтийг гаргасан болно.

1. Амьд моддын суурь нягт 0.51–0.58 г/см³ хооронд хэлбэлзэж байсан бол босоо хатсан (3-5-р ангиллын) моддын суурь нягт 0.54–0.66 г/см³ хооронд байв. Үүний зэрэгцээ модлогийн нягт радиал болон босоо чиглэлд буурах хэв шинж ажиглагдаж байна.
2. Ишэн дэх долгион тархалтын хурд үхмэл модны ангилал хооронд статистикийн ач холбогдолтой ялгаа илэрсэн ($p < 0.05$) тул 5-р ангиллын мод амьд мод (1)-ноос өндөр байна.

3. Жилийн цагаргийн өргөн болон орой модлогийн эзлэх хувь нь амьд ба босоо хатсан моддын хооронд статистикийн хувьд мэдэгдэхүйц ялгаагүй байна.

Доройтсон үхмэл модны модлогийн зарим физик шинж чанар хадгалагдаж байгаа тул эдгээрийг үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашиглах боломжтой бөгөөд цаашид механик шинж чанар, химийн найрлага, задралын түвшинг судалснаар эдийн засгийн эргэлтэд оруулах боломжийг тодорхойлох шаардлагатай байна.

ТАЛАРХАЛ

Энэхүү судалгааны хээрийн хэмжилт, дээж материал цуглуулах, лабораторийн туршилтын сорьц бэлтгэхэд Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний ажилтан Г.Батбилэг, эрдэм шинжилгээний туслах ажилтан Ч.Гантүлхүүр, ШУА-ийн Газарзүй, геоэкологийн хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний ажилтан Ш.Хүслэн нарт талархал илэрхийлье.

Боловсрол шинжлэх ухааны яамны захиалгаар Шинжлэх ухаан технологийн сангийн санхүүжүүлэлтээр Шинжлэх ухаан технологийн их сургуулийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэнгийн хэрэгжүүлж байгаа “Монгол орны Өвөр-Байгалийн болон Хангайн ой-ургамалжилтын мужийн үхмэл шилмүүст модны шинж чанарыг тодорхойлох” суурь судалгааны төслийн хэрэгжилтийн хүрээнд гүйцэтгэв.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Н. Баатарбилэг “Ой тарьж, ургуулах тухай (сурах бичиг)” pp. 56, 2023
- [2] Ч. Доржсүрэн, Г. Цэдэндаш, Ж. Түшигмаа, ба Н. Тунгалаг, “Монгол орны ойн мужлал, хэв шинж” pp. 88, 2020.
- [3] Олон зорилтот ойн тооллого 2016
- [4] B. Tumenjargal, F. Ishiguri, H. Aiso-Sanada, Y. Takahashi, B. Baasan, G. Chultem, and S. Yokota, “Geographic variations of wood properties of *Larix sibirica* naturally grown in Mongolia”, *Silva Fennica*, vol. 52(4), 2018.
- [5] F. Ishiguri, R. Matsui, K. Iizuka, S. Yokota, and N. Yoshizawa, “Prediction of the mechanical properties of lumber by stress-wave velocity and Pilodyn penetration of 36-year-old Japanese larch trees,” *Holz als Roh-und Werkstoff*, vol. 66(4), pp. 275-280, 2008.
- [6] A. Koizumi, K. Takata, K. Yamashita, and R. Nakada, “Anatomical characteristics and mechanical properties of *Larix sibirica* grown in south-central Siberia”, *IWA journal*, vol. 24(4), pp. 355-370, 2003.
- [7] C. Maser, R.G. Anderson, K. Cromack Jr, J.T. Williams, and R.E. Martin, “Woody material”, *Wildlife habitats in managed forests: the Blue Mountains of Oregon and Washington*, 553, 78, 1979

МОНГОЛ ОРНЫ ИНТЕРАКТИВ ГАЗРЫН ЗУРГИЙН ТУСГАЛЫН ПАРАМЕТРЫН ХӨРВҮҮЛЭЛТ

Дашийн ОЮУНЦЭЦЭГ¹, Ганболдын ӨЛЗИЙСАЙХАН²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн Геологи, уул уурхайн сургууль

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: daoyunaa@must.edu.mn¹

Хураангуй: Газар зүйн мэдээллийн технологийн хурдацтай хөгжлийн энэ үед хамгийн бага гажилттай, интерактив газрын зураг боловсруулах шаардлага нэмэгдэж байна. Энэхүү өгүүлэлд тоон болон цахим газрын зургийн тусгалын хөрвүүлэлтийн аргыг авч үзсэн. Мөн хэрэглэгчийн хэрэгцээнд нийцүүлэн өөр өөр масштабтай газрын зургийн хэсгүүдийг нэгтгэн харуулах, өгөгдлийг үнэн зөв, ойлгомжтой, үр ашигтайгаар дүрслэх, интерактив газрын зургийн онол, аргачлалын талаар тайлбарласан. Гэвч дэлхийн гадаргыг хоёр хэмжээст хавтгайд хөрвүүлэх явцад тусгалын төрөл, солбицлын өөрчлөлтөөс шалтгаалсан гажилт үүсдэг тул интерактив зурагт тусгалын хөрвүүлэлт, солбицлын системийн хөрвүүлэлт онцгой ач холбогдолтой юм.

Abstract: In the era of rapid advancement in geographic information technology, the demand for developing interactive maps with minimal distortion is steadily increasing. This article examines methods of projection transformation for digital and electronic maps. It further discusses the theory and methodology of interactive mapping, including the integration of map sections at different scales to meet user needs, and the accurate, clear, and efficient visualization of spatial data. However, since distortions inevitably occur when projecting the Earth's surface onto a two-dimensional plane due to the type of projection and changes in coordinate systems, projection transformation and coordinate system conversion play a crucial role in the development of interactive maps.

I. УДИРТГАЛ

Сүүлийн жилүүдэд газар зүйн мэдээллийн систем веб зураг зүй, зайнаас тандан судлал, хиймэл дагуулын технологийн зураглал хурдацтай хөгжиж байна. Үүнтэй зэрэгцэн хэрэглэгчдэд газрын зургийг интерактив (multiscale) горимоор харуулах шаардлага улам бүр өсөн нэмэгдэж байгаа юм. Энэхүү интерактив дүрслэл нь дэлхийн гадаргуугийн орчныг ерөнхийлсөн ба нарийвчилсан мэдээллүүдийн хооронд логик холбоог хадгалан, гажилт багатайгаар дүрслэх боломжийг бий болгодог.

Монгол Улс нь төв Азийн эх газарт өргөрөг, уртрагийн дагуу сунаж байрласан, байгалийн гадаргын олон хэв шинж бүхий нутаг дэвсгэртэй орон юм. Үүнээс шалтгаалан Монгол Улсад зориулсан үндэсний болон бүсчилсэн нутаг дэвсгэрийн зурагт нэгэн жигд, нийцтэй, олон төрлийн масштабт тохируулсан тусгалын тогтолцоо хэрэгцээтэй байна.

Мөн орчин үеийн хэрэглээний онцлогийг авч үзвэл дараах байдалтай байна. Үүнд:

- ✓ Веб газрын зургууд динамик байдлаар хэрэглэгдэж, хэрэглэгчийн байршил болон дэлгэцийн хэмжээнээс шалтгаалан мэдээллийг автоматаар тодорхой масштабт харуулна.
- ✓ Мобайл төхөөрөмж болон өндөр нягтаршилтай дэлгэцүүд (Full HD, 4K) нь зургийн нарийвчлал, гүйцэтгэлд өндөр шаардлага тавьдаг [1].
- ✓ Инженерийн зураглал, кадастрын судалгаа, байгаль орчны мониторинг, автоматжуулсан газрын зургийн системүүд зэрэгт олон масштаб бүхий зураг шаардагддаг.

Иймд энэхүү өгүүллийн зорилго нь Монгол орны газар зүйн онцлог, хэрэглээний нөхцөлд нийцүүлэн

масштаб тус бүрд тохирох онолын үндэслэл бүхий зураг зүйн тусгалыг сонгох, тэдгээрийн хоорондын хөрвүүлэлтийг математик хэлбэрээр загварчлах болон газар зүйн мэдээллийн систем, веб орчинд хэрэгжүүлэх боломжийг тодорхойлох явдал юм.

Интерактив зураг гэдэг нь газрын зургийн өгөгдлийг өөр өөр масштабын түвшинд, нэг дор эсвэл уялдаатай байдлаар харуулах боломжтой зураглалын хэлбэр юм [2]. Жишээлбэл:

- Улсын хэмжээнд 1:1 000 000 масштабтай,
- Аймаг, бүс нутгийн хэмжээнд 1:100000 масштабтай,
- Хот, суурингийн түвшинд 1:10000 масштабтай зургийг хамтад нь зэрэгцүүлэн үзүүлэх боломжтой.

Энэ тохиолдолд масштаб өөрчлөгдөхөд тусгалын хэлбэр болон солбицлын систем ч дагаад өөрчлөгдөх хэрэгтэй болдог.

II. ИНТЕРАКТИВ ГАЗРЫН ЗУРАГ БОЛОВСРУУЛАХ ҮЙЛ АЖИЛЛАГАА

Интерактив газрын зураг боловсруулах нь олон шат дамжлагатай, геоогөгдөл, программ хангамжийн мэдлэг шаарддаг процесс юм. Доорх үндсэн алхмуудыг дагаснаар интерактив газрын зураг боловсруулах үндсийг ойлгож болно. Интерактив газрын зураг боловсруулах үндсэн үйл ажиллагаа дараах дарааллаар хийгдэнэ [3]. Үүнд:

1. **Өгөгдөл цуглуулах, бэлтгэх.** Улсын, бүс нутгийн, орон нутгийн хэмжээнд ерөнхий тойм зураг, бүс нутгийн байгалийн нөөцийн зураг, орон нутгийн инженерийн том масштабын зургийн гэх мэт төрлөөр шаардлагатай өгөгдлийг цуглуулна. Дараа нь өгөгдлийг нэг солбицлын системд хөрвүүлэх (WGS84, UTM), формат, атрибут, чанарын хувьд нэгтгэн стандартчилах шаардлагатай [4].

2. Өгөгдлийг нарийвчлалаар ангилах (масштабын дагуу давхарга үүсгэх). Тухайн газрын объектуудыг масштабын шаардлагад нийцүүлэн ангилна. Тухайлбал: том масштабын зурагт томоохон объектууд (газар нутгийн хил, гол зам гэх мэт), жижиг масштабын зурагт нарийвчилсан мэдээлэл (замын нарийвчилсан сүлжээ, барилга гэх мэт) зэрэг дүрслэгдэнэ. Мөн орон зайд дүрслэгдэх гол масштаб болон үе давхаргын нэрийг тохируулна.

3. Өгөгдлийн уялдаа холбоог хангах. Давхарга хоорондын тэмдэглэгээ, өнгө, товчлол зэрэг визуал уялдаа холбоог хадгалах шаардлагатай бөгөөд газрын зургийн гажилтыг багасгахын тулд тусгалын төрлийг оновчтой сонгоно. Газрын зургийн элементүүдийг масштабын өөрчлөлтөд тохируулан дүрслэлийн үндсэн техник болох ерөнхийлөл (generalization) ашиглан дүрслэнэ. Үүнд зураглах нутаг дэвсгэрийн онцлог, масштаб, хэрэглэгчийн түвшин нөлөөлнө.

4. Газар зүйн мэдээллийн систем (GIS) ашиглах. ArcGIS, QGIS, MapInfo зэрэг программ ашиглан интерактив карт үүсгэнэ. Дараа нь давхаргуудыг оруулж, масштаб бүр дээр харагдах байдлыг тохируулдаг. Энэ нь вектор болон растер мэдээг ялгаатайгаар дүрслэх, орон зайн дүн шинжилгээ хийх, зургийн гажилтыг багасгах боломжийг бүрдүүлнэ [5].

5. Веб эсвэл гар утсанд суурилсан программ хангамж ашиглахад зориулан зураг гаргах. Интерактив газрын зургийн өгөгдлийг веб газрын зураг ашиглах (ArcGIS Online, Leaflet, Mapbox гэх мэт) программ хангамж руу экспорт хийнэ. Масштабын дагуу автоматаар давхарга солигдох тохиргоог хийх шаардлагатай ба газрын зураг харагдац сайтай, хурдан байх дүрслэн үзүүлэх шаардлага хангахын тулд өгөгдлийг тайлбарлах, тор үүсгэнэ [5].

6. Туршилт, шалгалт хийх

- Газрын зураг дээрх мэдээлэл бүх масштабт үнэн зөв, гажилтгүй харагдаж байгаа эсэхийг шалгаж, хэрэглэгчийн шаардлагад нийцэж байгааг баталгаажуулах үйл ажиллагаа энд хийгдсэн.

III. ИНТЕРАКТИВ ГАЗРЫН ЗУРГИЙН ХӨРВҮҮЛЭЛТ, ПИРАМИД ҮҮСГЭХ

Зураг зүйн үндсэн асуудлуудын нэг бол гурван хэмжээст бөмбөрцөг хэлбэртэй дэлхийн гадаргууг хоёр хэмжээст хавтгай дээр гажилт багатайгаар дүрслэх явдал юм. Энэ үйл явц нь зураг зүйн тусгал ашиглан гүйцэтгэгддэг бөгөөд аливаа тусгал нь тодорхой төрлийн геометрийн шинж чанарыг (талбай, хэлбэр, урт, өнцөг) хадгалж, заримыг нь гажуудуулдаг онцлогтой [6].

Масштаб өөр болох үед:

- ✓ Өмнө нь тохирч байсан тусгал шинэ нөхцөлд гажилт ихтэй болж болдог.
- ✓ Тиймээс масштабын түвшин бүрд хамгийн тохиромжтой тусгалыг сонгох хэрэгтэй болдог.

Иймд газрын зурагт зураг зүйн тусгалын хөрвүүлэлт хийх дараах аргуудыг ашиглана. Үүнд:

- ✓ Хөрвүүлэлтийн арга: Тусгалын параметруудыг (0-с 1 хүртэлх параметр p -г ашиглан) өөрчилж, нэг тусгалаас нөгөөд шилжих замаар зургуудын гажилтыг багасгах.

Жишээ: Raisz Armadillo тусгалын хөрвүүлэлт нь конус, цилиндр, азимутын тусгалын хооронд гүйцэтгэхэд ашиглагддаг.

Газар зүйн мэдээллийн систем ба веб орчинд тусгалын хөрвүүлэлтийг дараах алхамаар хэрэгжүүлнэ [7]. Үүнд:

Нэг. Газар зүйн мэдээллийн системийн орчны хөрвүүлэлт:

1. Өгөгдлийн эх сурвалжийн шалгуур: Олон төрлийн масштабын газрын зураг, сансрын зураг, өндрийн загвар зэрэг өгөгдөлтэй уялдуулах,
2. Тусгалын шаардлагыг тодорхойлох: Масштаб, газрын зүйн бүс, хэрэглэгчийн төхөөрөмжийн дэлгэцийн хүчин чадал (Full HD, 4K гэх мэт) зэргийг харгалзан үзэх,
3. Тусгалын хувиргалтын алгоритм: Газар зүйн мэдээллийн системийн программд (ArcGIS, QGIS гэх мэт) параметр p -ийн дагуу автомат хөрвүүлэлтийг программчлах,
4. Үр дүнгийн үнэлгээ: Гажилтын хэмжээг тооцож, хэрэглэгчид тохирох дүрслэлийг санал болгох.

Хоёр. Веб орчинд тусгалын хөрвүүлэлт:

- ✓ JavaScript сангууд: Leaflet, OpenLayers, Mapbox GL зэрэг нь олон тусгалыг дэмждэг бөгөөд үүнд:
 - Тусгалын хөрвүүлэлт хийх плагин, модуль суулгах боломжтой.
 - Сервер болон клиент талын өгөгдлийн хөрвүүлэлт хийх.
- ✓ Сервер талын хувиргалт: GeoServer, MapServer зэрэг нь өгөгдлийг хүссэн проекцид хөрвүүлэх үйлчилгээ үзүүлдэг.
- ✓ Динамик масштаблал: Веб газрын зураг дээр хэрэглэгчийн харах масштаб, байрлалд тохируулан тусгалыг автоматаар тохируулах.

Үр дүн нь дараах байдалтай байна. Үүнд:

- ✓ Тусгалын уян хатан хөрвүүлэлт нь олон түвшний зураглалд гажилтыг багасгаж, хэрэглэгчийн туршлагыг сайжруулна.
- ✓ Монгол орны газар зүйн онцлогт нийцсэн олон тусгалын тогтолцоог нэгтгэн ашигласнаар бүс нутгийн дүрслэл сайжирч, нарийвчлал нэмэгдэнэ.
- ✓ Веб болон ГМС-ийн платформууд дээр ийм аргачлал нь хэрэглээний цар хүрээг тэлж, орон нутгийн болон олон улсын түвшний мэдээллийг илүү уялдаатай болгоно.

IV. ТУСГАЛЫН ПАРАМЕТРИЙН Р-ИЙН ХӨРВҮҮЛЭЛТ

Параметр p нь масштаб, тусгалын төрөл, гажилтын хэмжээ, солбицлын систем зэрэг тусгал хөрвүүлэлтэд нөлөөлөх гол хувьсагчийг илэрхийлнэ.

Жишээлбэл: параметр p дараах утгыг илэрхийлж болно:

- Масштабын түвшин (жишээ нь: $p=1$ бол $1:1000000$; $p=$ бол $1:100000$ гэх мэт),
- Тусгалын төрөл (азимут, Ламберт, UTM гэх мэт),
- Гажилтын дээд хэмжээ.

Энэ параметрийн утга өөрчлөгдөхөд тухайн газрын зураг ямар тусгал руу шилжих ёстойг, мөн ямар солбицлын тогтолцоог ашиглах ёстойг заана [8].

Монгол орныг хамарсан интерактив зургийн хүрээнд тусгалын болон солбицлын системийн хөрвүүлэлтийг параметр p -ийн тусламжтайгаар хийж гүйцэтгэдэг. Энэхүү хөрвүүлэлт нь зургийн масштабын өөрчлөлтөд тохирсон тусгалын сонголтыг динамикаар хэрэгжүүлж, гажилтыг хянах боломжийг бүрдүүлдэг [9].

Масштабын түвшингээс хамааран, тусгалын төрөл болон солбицлын системийг динамикаар өөрчилснөөр, хэрэглэгч мультимасштаб орчинд нэгдмэл, гажилт багатай орон зайн өгөгдөлтэй ажиллах боломжтой болдог. Параметр p нь энэхүү хөрвүүлэлтийн шалгуур үзүүлэлт бөгөөд зургийн нарийвчлал, гажилтын төрөл, зураг зүйн зорилго зэрэг хүчин зүйлсээс хамааран тодорхойлогдоно.

Масштаб өөрчлөгдөхөд тусгалын тохируулга хийх, тусгалын гажилтыг багасгах, нэг масштабаас нөгөө масштаб руу тусгал хамаарахгүйгээр хөрвүүлэлт хийх, Веб газрын зураг эсвэл дижитал системүүд динамикаар масштабын дагуу тусгалын параметр p -ийг өөрчлөх зэрэгт тусгалын p параметрийг ашигладаг [10]. Жишээ нь:

$$P = f(m, x, y) \quad (1)$$

Томьёо (1) нь p параметрийг тодорхойлох ерөнхий томьёо болно. Тусгалын параметр p нь масштаб m , тэгш өнцгийн солбицол (x, y) зэргээс хамааран өөрчлөгдөнө. Жишээ нь:

- UTM бүсийн хөрвүүлэлт: $p = \text{zone}(x)$
- Төв меридиан шилжүүлэх: $\lambda_0 = x + \Delta(p)$
- Хөрвүүлэлтийн матриц: Газар зүйн мэдээллийн системийн программд хөрвүүлэлтийн матриц ашиглан (x, y) солбицлыг шинэ тусгал руу хөрвүүлдэг.

Газар зүйн мэдээллийн системийн QGIS-д бол: "On-the-fly CRS transformation" идэвхжсэн үед масштабын өөрчлөлтөөс хамаарч давхаргууд автоматаар шинэ тусгал руу шилждэг. Харин "Coordinate Reference System by Scale" дээр (plugin) ашиглан масштаб бүрд өөр CRS тохируулах боломжтой [12]. Харин ArcGIS Pro дээр масштабын дагуу давхаргуудыг өөр тусгалд шилжүүлэх тохиргоо хийж болох ба "Map frame" бүрд тусдаа солбицлын систем оноож өгдөг.

V. МОНГОЛ ОРНЫ ИНТЕРАКТИВ ГАЗРЫН ЗУРАГ ДЭЭР ТУСГАЛЫН ХӨРВҮҮЛЭЛТ ХИЙХ

Монголд том масштабын газрын зурагт Gauss-Krüger (Transverse Mercator), UTM (Universal Transverse Mercator), веб газрын зурагт (Google, ArcGIS Online гэх мэт) – Меркатор / Web Mercator тусгалуудыг хэрэглэдэг. Интерактив зургууд дээр хэрэглэгддэг нэгэн инновац нь тусгалын хөрвүүлэлт хийх явдал юм [13]. Тухайлбал: $1:1000000$ масштабын зураг нь конус, $1:25000$ масштабын зураг нь UTM тусгалд зохиогдсон байдаг. Хэрвээ эдгээр зургийг нэг орон зайн газрын зураг дээр давхарлуулбал: Нэг ижил цэг өөр өөр байршилд харагдах ($2-20$ метрийн зөрүү үүсэж болно), шугамууд давхцахгүй, барилгууд байрнаасаа зөрөх, GPS цэгийн байрлал буруу байрших гэх мэт алдаа үүсэх магадлал их өндөр [14]. Тусгалын хөрвүүлэлтээс үүдэн дараах асуудлууд түгээмэл гарч ирдэг. Үүнд: 1. Объектын байрлал зөрөх (Өөр тусгалтай өгөгдлүүдийг нэгтгэхэд зөрүүтэй харагдана), Интеграцчилал алдагдах (Масштаб бүрийн өгөгдөл уялдахгүй, геометрийн гажилт үүснэ), дүн шинжилгээ буруу гарах (GPS, зай хэмжилт, талбай тооцоо зэрэг нь алдаатай болно). Эдгээр асуудлыг дараах байдлаар шийдэж болно. Үүнд:

1. Солбицлын системийг нэгтгэх - бүх давхаргуудыг нэг ижил тусгал руу шилжүүлэх (жишээ: WGS84 / UTM Zone 48N), QGIS, ArcGIS зэрэг GIS программ ашиглан Re-project Layer үүсгэх.
2. Системийн тохиргоог зөв хийх - Веб болон GIS-д "on-the-fly projection" тохиргоо хийх, ингэснээр өөр өөр проекцтэй давхаргуудыг динамикаар шилжүүлж үзүүлнэ [14]
3. Тусгалын хөрвүүлэлтийн тест хийх - нэг цэгийг бүх масштаб дээр хянаж, зөрүү байгаа эсэхийг шалгах, $1:1000000$ болон $1:25000$ масштаб дээр ижил объект яг ижил байршилтай харагдаж байгаа эсэх [15]
4. Масштаб бүрийн тусгалд тохирсон өгөгдөл сонгох - Том масштаб зурагт – UTM, дунд масштабын зурагт – Гаусс-Крюгер, жижиг масштабын зурагт – Конус тусгал [15] тохиромжтой.

VI. ГАЗРЫН ЗУРГИЙН ПИРАМИДЫН БҮТЭЦ БА ТҮҮНИЙ АЧ ХОЛБОГДОЛ

Монгол орны газрын зураг болон хиймэл дагуулын зураглалыг олон түвшний масштаб дээр харах, боловсруулахын тулд газрын зургийн пирамидын бүтэц үүсгэх нь зайлшгүй шаардлагатай. Энэхүү бүтэц нь олон салбарт чухал ач холбогдолтой бөгөөд ялангуяа том хэмжээний зургуудыг хурдан, үр ашигтайгаар дэлгэц дээр дүрслэх, боловсруулахад нэн тохиромжтой.

Пирамидын гол ач холбогдлууд нь дараах байдалтай байна. Үүнд:

1. Дэлгэцийн шуурхай дүрслэлт (Fast Rendering). Их багтаамжтай зураглалыг бүхэлд нь ашиглахад асар их санах ой шаарддаг тул ачааллын хурд удааших эрсдэлтэй. Харин пирамидын олон хувилбарт бүтэц ашигласнаар хэрэглэгч зурагт ойртуулах, холдуулах (zoom in/out) үед хурдан, уян хатан дүрслэл боломжтой болдог.

2. Өгөгдлийг үр ашигтай боловсруулах (Efficient Processing). Том хэмжээний зураг дээр шууд нарийвчилсан үйлдэл хийхийн оронд эхлээд жижиг масштабын хувилбар дээр ажиллаж, шаардлагатай хэсгийг дараа нь нарийвчлан боловсруулах боломжийг бүрдүүлдэг.

3. Олон масштабын шинжилгээ (Multiscale Analysis).

Объект болон бүтэц судлах зарим алгоритм олон түвшний масштаб дээр ажиллах шаардлагатай. Жишээлбэл: ойн зураглалд эхлээд нийт талбайг томоор харж, дараа нь жижиг түвшинд мод тус бүрийг шинжилж болно.

4. Санах ой ба хурдны оновчлол (Memory and Speed Optimization). Том хэмжээний зураглалыг бүхэлд нь боловсруулахад RAM маш их шаардагддаг. Харин пирамидын жижиг хувилбаруудыг ашигласнаар хурд нэмэгдэж, системийн нөөц оновчлогдоно.

5. Газрын зураг, хиймэл дагуулын зураг, кадастрын зураг зэрэг том хэмжээний өгөгдлийг олон масштабын түвшинд удирдах, давхарлахад зориулагддаг. Интерактив зураглалын үед zoom түвшин бүрд тохирсон өгөгдлийг автоматаар ачааллаж, хэрэглэгчид үр ашигтайгаар мэдээлэл хүргэдэг.

ДҮГНЭЛТ

1. Тусгалын параметр r -ийн дагуу хийсэн хөрвүүлэлтийн арга нь интерактив газрын зураг боловсруулахад геометрийн гажилтыг багасгах боломжтойг харууллаа.

2. Монгол орны газар зүйн онцлогт нийцсэн интерактив зураглалын аргачлал нь хэрэглэгчид илүү нарийвчлалтай, уялдаа холбоотой мэдээлэл авах нөхцөлийг бүрдүүлнэ.

3. Газар зүйн мэдээллийн системийн болон веб платформ дээр тусгалын динамик хөрвүүлэлт ба пирамид үүсгэх арга нь өгөгдлийг хурдан, үр дүнтэй боловсруулах, олон түвшинд шинжилгээ хийх боломжийг өргөжүүлдэг.

4. Судалгааны үр дүнг цаашид үндэсний хэмжээний зураглал, орон зайн өгөгдлийн сангийн шинэчлэлд нэвтрүүлэх боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН, НОМ ЗҮЙ

- [1] Song, S., Liao, M., & Qin, J. (1990). Multiresolution Image Dynamic Thresholding. *Journal of Electronic Imaging*, 3(3), 243-251.
- [2] Mauro, N., Ardisson, L., & Lucenteforte, M. (2020). Faceted Search of Heterogeneous Geographic Information for Dynamic Map Projection.
- [3] Kang, Y., Gao, S., & Roth, R. E. (2019). Transferring Multiscale Map Styles Using Generative Adversarial Networks.
- [4] Wu, A. N., & Biljecki, F. (2021). GANmapper: geographical data translation.
- [5] (Ihor Kholoshyn et al.) (2019). Cloud ArcGIS Online as an innovative tool for developing geoinformation competence
- [6] Amarsaikhan, D., et al. (2011). Applications of GIS and Very High-Resolution RS Data for Urban Land Use Change Studies in Mongolia. *International Journal of Navigation and Observation*.
- [7] Hao, J., Lin, Q., Wu, T., et al. (2023). Spatial–Temporal and Driving Factors of Land Use/Cover Change in Mongolia from 1990 to 2021. *Remote Sensing*, 15(7):1813.
- [8] Meng, X., et al. (2021). Monitoring desertification in Mongolia based on Landsat — methods & dynamics. (ScienceDirect)
- [9] Lemenkova, P. (2022). Console-Based Mapping of Mongolia Using GMT: spatial variability of climatic variables. *Geosciences*.
- [10] Amarsaikhan, D., Battengel, V., Egshiglen, E., Enkhjargal, D. (2011). Urban land use mapping and change study in Mongolia using RS and GIS techniques. (ResearchGate)
- [11] J Wang, et al. (2022). Updatable dataset revealing decade changes in land cover in Mongolia. *GDJ (GeoData Journal)*.
- [12] Amarsaikhan, D. (n.d.). Environmental Studies of Mongolia Using RS and GIS. (Institute of Geographical Group)
- [13] “GIS development and applications in Mongolia.” (n.d.). (PDF, University of Tokyo)
- [14] USGS (2015). USGS compilation of geographic information system (GIS) data for Mongolia. U.S. Geological Survey.
- [15] Estimation of bioclimatic variables of Mongolia derived from remote sensing data. (n.d.). (ResearchGate)

СИБИРЬ ШИНЭС (*LARIX SIBIRICA*) БОЛОН СИБИРЬ ХУШ (*PINUS SIBIRICA*) МОДНЫ ТАРЬЦЫН ӨСӨЛТӨД БОРДООНЫ НӨЛӨӨ

Мягмарын ПАГМА¹, Наранбулагийн ДЭНСМАА², Цэсэдийн БАНЗРАГЧ³, Чүлтэмийн ГАНБААТАР⁴,
Сархадын МУРЗАБЕК⁵

^{1,2,3,4,5} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэн

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: s.murzabek@must.edu.mn

Хураангуй: Уур амьсгалын өөрчлөлт, дэлхийн дулаарал, хур тунадасны горимын өөрчлөлт, ойн түймэр зэрэг байгалийн давагдашгүй хүчин зүйлс нь ойг байгалийн аясаар нөхөн сэргэж ургах боломжийг бууруулж байна. Иймээс уур амьсгалын өөрчлөлтөд тэсвэртэй, дасан зохицох чадвартай, эрчимтэй ургах ой модыг бий болгохын тулд шинэ дэвшилтэт арга, технологийг туршин судалж, нэвтрүүлэх шаардлага тулгарч байна. Монгол улсын ерөнхийлөгчийн санаачилсан “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөнийг хэрэгжүүлэн тарьц суулгацыг ургуулах хүрээнд хонины ноосон бордоо болон хөх хомоол нь шилмүүст модны (Сибирь шинэс-*Larix sibirica*, Сибирь хуш-*Pinus sibirica*) тарьцын ургалтын эрчимд үзүүлэх нөлөөг судалсан болно. Туршилт судалгааг Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэн (ОМССХ)-гийн хүлэмжинд 2025 оны 5 дугаар сард эхлүүлсэн. Судалгааны эхний жилийн үр дүнгээр бордооны хувилбарууд соёлолтод харьцангуй бага нөлөөтэй байсан боловч ургалтын эрчимд үзүүлэх нөлөөлөл харилцан адилгүй байв. Сибирь шинэсний соёлолтод дунджаар 10 хоногт жигдэрсэн бөгөөд хяналт болон бордооны хувилбар хооронд ялгаа бага байсан. Сибирь хушны соёлолтод дунджаар 15 хоногт жигдэрсэн ба хувилбаруудын хооронд ялгаа ажиглагдаагүй. Эндээс дүгнэхэд хонины ноосон бордоо болон хөх хомоол нь соёлолтод үзүүлэх нөлөө харьцангуй бага болохыг харуулж байна. Харин ургалтын эрчим нь хөх хомоолоор бордсон хувилбарт хамгийн өндөр, хонины ноосон бордоотой хувилбарт хяналттай харьцуулахад илүү сайн үзүүлэлттэй байв. Иймд шилмүүст модны ургалтын эрчимд органик гаралтай бордоо эерэг нөлөө үзүүлж байгаа нь энэхүү туршилтын ажлын эхний жилийн үр дүнгээр тогтоогдоод байна.

Түлхүүр үг: хөх хомоол, хонины ноосон бордоо, өсөлтийн эрчим, органик бордоо

I. УДИРТГАЛ

Сүүлийн жилүүдэд уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөгөөр жилийн дундаж температур өсөх, хур тунадасны хэмжээ буурах, улирлын хуваарилалт өөрчлөгдөх, өдөр шөнийн температурын хэлбэлзэл нэмэгдэх зэрэг хандлага дэлхий дахинд ажиглагдаж байна [1]. Ийм өөрчлөлт нь ургамлын ус ба шим тэжээлийн солилцоонд сөргөөр нөлөөлж, фотосинтез болон амьсгалын идэвх буурах, үндэсний идэвхтэй бүсийн хөгжил саарах, ургамал стресст өртөх нөхцөлийг бүрдүүлж байна [2]. Монгол орны нөхцөлд хур тунадасны улирлын хуваарилалт хойшиж, зуны эхэн үеийн хуурайшилт нэмэгдэж байгаа нь таримал ургамлын хооллолтын процессыг удаашруулж, ургалтын эрчмийг бууруулж буйг судлаачид тэмдэглэж байна [3]. Иймээс ургамлын стрессийг бууруулж, хөрсний шим тэжээлийн тэнцвэрийг хадгалах зорилгоор органик гаралтай бордоо, биологийн задрал сайтай бодисыг ашиглах нь уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохицох үр дүнтэй арга гэж үздэг [4].

Монгол Улсын Ерөнхийлөгчийн санаачилсан “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөний хүрээнд ойжуулалт, мод тарих ажил эрчимтэй өрнөж байгаа боловч тарьсан модыг ургуулах, ургалтын чанарыг сайжруулах нь үсалгаанаас гадна хөрсний шим тэжээлийн нөхцөлийг зөв бүрдүүлэхтэй шууд холбоотой юм. Иймээс таримлын ургалтын онцлогт тохирсон, байгальд ээлтэй органик гаралтай бордоо хэрэглэх нь чухал ач холбогдолтой [5].

Монгол Улсын Ерөнхийлөгчийн санаачилсан “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөний хэрэгжилтэд бодит хувь нэмэр оруулахаас гадна Тэрбум мод сангийн хүрээнд “Уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохицох чадамжтай ой ургуулах” төслийн туршилт судалгаа хөгжүүлэлт хийгдэж байгаа билээ. Иймд энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд адууны хөх хомоол болон хонины ноосон бордоо шилмүүст модны тарьцын өсөлт, ургалтын эрчимд үзүүлэх нөлөөллийг шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр үнэлэх, түүнчлэн бордох тохиромжтой тун, нормыг тодорхойлох зорилго тавин ажиллаа. Мөн цаашид энэхүү бордооны хөрсний үржил шим, органик нүүрстөрөгчийн агууламж болон хөрсний чанарын үндсэн үзүүлэлтүүдэд үзүүлэх нөлөөг судлан, үнэлэлт дүгнэлт өгч, органик бордооны найрлагыг боловсронгуй болгох, хөгжүүлэхэд чиглэнэ.

II. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН АРГА ЗҮЙ, МАТЕРИАЛ

Судалгааны материал:

A. Хонины ноосон бордоо

Бидний судалгаандаа сонгосон хонины ноосон бордоо нь Герман улсын технологиор Монгол хонины ноос ашиглан эх орондоо үйлдвэрлэсэн, химийн нэмэлт орцгүй 100% органик бордоо юм. Энэ бордоо нь хөрсний бүтцийг сайжруулах, чийг хадгалах чадварыг нэмэгдүүлэх, задралын явцдаа ургамалд шаардлагатай макро ба микро элементүүдийг аажмаар нийлүүлэх давуу талтай [6].

ХОНИНЫ НООСООР ХИЙСЭН БОРДООНЫ ХИМИЙН НАЙРЛАГА

1-Р ХҮСНЭГТ

Үзүүлэлт	Үр дүн
pH	8.89
Давс %	0.249
Чийг %	5.68
Органик бодис %	44.6
Эрдэс бодис %	55.4
Хүхэр (S) %	2
Азот (N) %	9.64
Фосфат (P ₂ O ₅) %	0.56
Калийн исэл (K ₂ O) %	2.8

1-р хүснэгтээс энэхүү бордооны химийн найрлагыг харж болох бөгөөд нэмэлт хольцгүй органик бордооны хувьд ургамалд шаардагдах шим тэжээлийн элементүүдийн агууламж өндөртэй байна [7].

ХОНИНЫ НООСООР ХИЙСЭН БОРДООНЫ НЯНГИЙН БОХИРДОЛТ

2-Р ХҮСНЭГТ

Үзүүлэлт	Шинжилгээний стандарт	Илэрц
Бактерийн нийт тоо (1гр/сая)	MNS 6341:2012	Илрээгүй
Гэдэсний савханцрын титр (E.coli)	MNS 5367:2004	Илрээгүй
Анэробын титр (Cl.perferengens)	MNS 4694:1998	Илрээгүй

2-р хүснэгтээс үзэхэд хонины ноосоор хийсэн бордоо нь эрүүл ахуйн нянгийн бохирдол илрээгүй нь тус бордоо боловсруулалт сайн хийгдэж, эрүүл ахуйн шаардлага хангасан байна.

В. Хөх хомоол

Туршилт судалгаанд ашиглах органик гаралтай материалыг тодорхойлох зорилгоор аргалын үнс, модны үртэс, шинэ адууны хомоол, 2 жилээс дээш хугацаанд хадгалагдсан аргалын хөх хомоол, 3 жилээс дээш хугацаанд хадгалагдсан хуучин хомоол болон эдгээрийг хольж бэлтгэсэн 3 төрлийн органик бортогону нийт найман дээжийг сонгон авч, Хөдөө аж ахуйн их сургуулийн Хөрс-Агрохимийн лабораторид химийн найрлага, физик-химийн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлуулсан. (3-р хүснэгт).

Шинжилгээний дүнгээс үзэхэд хөх хомоол нь урвалын орчин саармаг (pH ≈ 7.16) байхаас гадна азот (N), фосфор (P), кали (K) зэрэг макро элементүүдийн агууламж бусад материалуудтай харьцуулахад илүү өндөр байгааг тогтоов. Иймд энэхүү материал нь таримлын шим тэжээлийн хангамжид эерэгээр нөлөөлөх боломжтой гэж үзэн, туршилт судалгааны 1 хувилбараар сонгон ашигласан болно. Хөх хомоолыг Хустайн нурууны байгалийн цогцолборт газраас түүж бэлтгэн ашигласан болно.

С. Судалгааны арга зүй

Энэхүү туршилт судалгааг ШУТИС-ийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэнгийн хашаанд байрлах 6м:10м болон 6м:20м хэмжээтэй нийлэг хальсан хүлэмжид хийж гүйцэтгэв.



А

Б

1-р зураг. Туршилтад ашигласан
А-хонины ноосон бордоо, Б-хөх хомоол

ХӨХ ХОМООЛНЫ АРГОХИМИЙН НАЙРЛАГА

3-Р ХҮСНЭГТ

№	Дээжний нэр	pH	Чийг, %	Органик үлдэгдэл, %	Үнс, %	Нийт		
						Азот, %	Фосфор, %	Кали, %
1	Шинэ хомоол	7.36	4	77	23	1.12	0.26	0.84
2	Хөх хомоол /2-3 жил/	7.16	5	73	27	2.24	0.37	0.97
3	Хөх хомоол /3< жил/	7.23	2	62	38	1.96	0.29	0.84
4	Үнс	9.51	9	6	94	0.42	0.55	0.81
5	Үртэс	7.57	3	83	17	0.56	0.05	0.02
6	Органик бортого 50:20:30	8.87	1	36	64	1.68	0.19	0.17
7	Органик бортого 60:20:20	8.75	2	35	65	1.26	0.25	0.13
8	Органик бортого 40:40:20	8.61	2	43	57	0.84	0.12	0.16

ТУРШИЛТЫН ХУВИЛБАР, БОРДООНЫ ХЭМЖЭЭ

4-Р ХҮСНЭГТ

Дэвсгийн дугаар	Туршилтын хувилбар	Бордооны норм
1	Хяналтын талбай	Бордоогүй
2	Хөх хомоол	1м ² = 3кг
3	Хонины ноосон бордоо	1м ² = 150мг

Хүлэмж тус бүрт 1м өргөн, 9м урт хэмжээтэй туршилтын дэвсгийг байгуулж, хар шороо 80%, элс 20% хольж хөрсийг бэлтгэн, тарилтын өмнө 1-р дэвсэг хяналт, 2-р дэвсэг хөх хомоол, 3-р дэвсэг хонины ноосон бордоог үндсэн бордоогоор хөрсөнд хольж тарилтад бэлтгэсэн. Бордооны нормыг 4-р хүснэгтэд харуулав.

D. Тарилтын арга зүй

Тарилтыг 2025 оны 05 дугаар сарын 13-ны өдөр хийсэн. Үрийг стандартын дагуу 5 хувийн марганцын уусмалд Сибирь шинэсний үрийг 24 цаг, Сибирь хушны үрийг 72 цаг ариутгаж нэг метр уртад Сибирь шинэс (1 дүгээр зэргийн үр) 3мг, Сибирь хуш (3-р зэргийн үр) 7мг үрийн нормоор стандартын дагуу тарьсан.



2-р зураг. Хөрс боловсруулалт, тарилт

Тарилтаас үр соёололт жигдрэх хүртэл дэвсгэ тус бүрийг өдөрт 1-2 удаа 40-50л усаар хөрсний чийгийг 20 хувиас бууруулахгүйгээр усалгааг хийсэн. Соёололт жигдэрснээс хойш усалгааны нормыг багасгасан. 2025 оны 8 дугаар сарын 20-ноос хойш усалгааны хэмжээг багасгаж долоо хоногт 2 удаа, 9 сарын 5-наас хойш долоо хоногт 1 удаа усны хэмжээг өөрчлөхгүйгээр усалгааг хийсэн. Тарьцын өсөлтийн хэмжилтийг ургамал ургалтын хугацаанд 2 удаа хийсэн бөгөөд эхний хэмжилтийг хувилбар тус бүрээс 5 дээж авч туршилтад шаардлагатай дээжийн тоог математик боловсруулалтаар гаргав.

Туршилтын шаардагдах тоог олох томъёо

$$n_s = \frac{v^2 \cdot t^2}{p^2} \quad (1)$$

n_s - Туршилтын шаардагдах тоо

V - квадрат дундаж хазайлт

t - магадлалын үзүүлэлт

p - 0.95-0.99 (t -утгаас хамаарна)

Эхний хэмжилтийн дараа туршилтын хэмжилт хийхэд шаардагдах тоог (n) тооцоолсоны үндсэн дээр 2 дахь удаагийн өсөлтийн хэмжилт хийхдээ Сибирь шинэсний 30 ширхэг, Сибирь хушны 25 ширхэг дээжийг авч тарьцын нийт урт, ишний өндөр, үндэсний өсөлтийг хэмжсэн.

ХУШ БОЛОН ШИНЭСНИЙ ӨСӨЛТИЙН ХЭМЖИЛТИЙН УТГУУД

5-Р ХҮСНЭГТ

Туршилтын хувилбар	Тарьцын хэмжилт	Дундаж утга /см/	Стандарт хазайлт	Хамгийн их утга	Хамгийн бага утга
Шинэс /<i>L.sibirica</i>/					
Хяналтын талбай	Ишний өндөр	3.6	1.3	6.5	1.5
	Үндэсний урт	7.6	1.5	11.7	5
	Нийт урт	11.1	2.1	17	7
Хөх хомоол	Ишний өндөр	5.9	2.4	10.7	2.4
	Үндэсний урт	8	1.8	12.5	4.5
	Нийт урт	13.9	3.6	21	7.1
Хонин ноосон бордоо	Ишний өндөр	3	0.8	6.2	1.9
	Үндэсний урт	7.5	1.6	12	4.6
	Нийт урт	10.6	1.6	13.9	7.2
Хуш /<i>P.sibirica</i>/					
Хяналтын талбай	Ишний өндөр	3.9	0.9	6	1.7
	Үндэсний урт	11.1	2.6	15.8	7.3
	Нийт урт	14.9	2.7	20.1	11.1
Хөх хомоол	Ишний өндөр	3.6	1	5.3	1.4
	Үндэсний урт	10.7	1.9	14	7.9
	Нийт урт	14.4	2.3	18.4	10
Хонин ноосон бордоо	Ишний өндөр	3.4	1	6	1.4
	Үндэсний урт	10	1.6	13	7.3
	Нийт урт	13.4	2	17.2	10

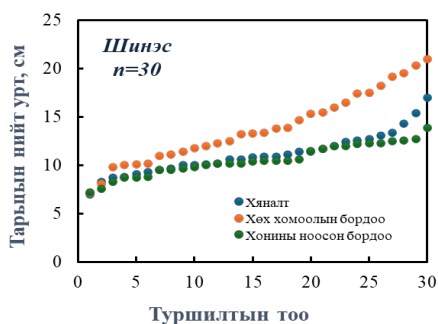
III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Сибирь шинэсний тарьцын ишний өндөр хөх хомоолоор бордсон хувилбарт 2.4-10см, үндэсний урт 4.5-12.5см, хонины ноосон бордоотой хувилбарт тарьцын ишний өндөр 1.9-6.2см, үндэсний урт 4.6-12.0см байсан (3-р зураг).



3-р зураг. Сибирь шинэсний өсөлт, хэмжилт

Хөх хомоолоор бордсон талбайн тарьцын нийт урт нь хяналтын дэвсэгийн тарьцаас 24.9%, хонины ноосон бордоотой дэвсэгийн тарьцаас 62.5%-аар илүү өсөлттэй байв. Гол ишний өндөр нь хөх хомоолоор бордсон хувилбарт хяналттай харьцуулахад 64.1% илүү өссөн байв (4-р зураг).



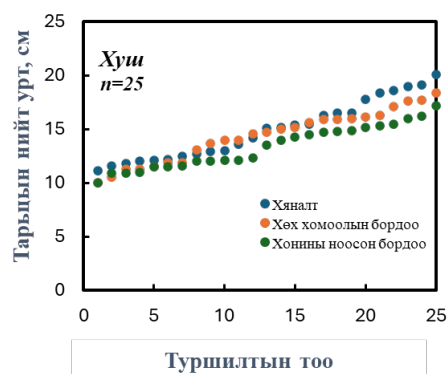
4-р зураг. Сибирь шинэсний тарьцын өсөлт

Сибирь хушны тарьцын хувьд хөх хомоолоор бордсон хувилбарт ишний өндөр 1.4-5.3см, үндэсний урт 7.9-14.0 см, хонины ноосон бордоо ашигласан хувилбарт тарьцын ишний урт 1.4-6см, үндэсний урт 7.3-13.0см ургасан (5-р зураг).



5-р зураг. Сибирь хушны өсөлт, хэмжилт

Туршилтын бүх хувилбаруудад Сибирь хушны тарьцын өсөлт ойролцоо буюу бордоо нь илэрхий нөлөө үзүүлэхгүй байлаа (6-р зураг).



6-р зураг. Сибирь хушны тарьцын өсөлт

Органик бордоо нь тарьцын өсөлтөд үзүүлэх нөлөөг шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр дүгнэх, үр нөлөөг баталгаажуулах зорилгоор Пирсоны хамаарлын коэффициенттэй (Pearson's correlation coefficient) тооцов.

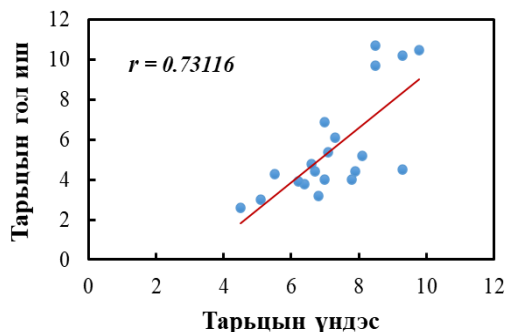
Пирсоны хамаарлын коэффициент тооцох томьёо

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

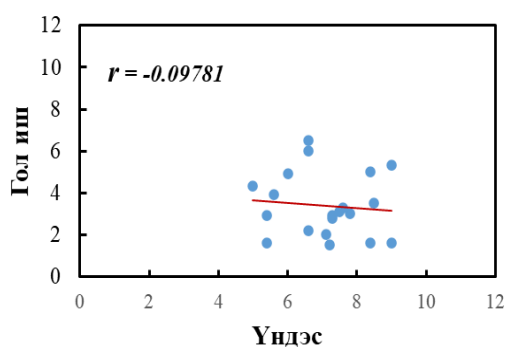
r - Пирсоны хамаарлын коэффициент

x_i, y_i - хувьсагчдын утгууд

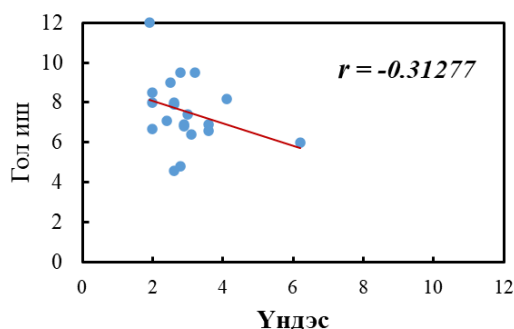
$\bar{x}, \bar{y}$ - тухайн хувьсагчдын дундаж утга



7-р зураг. Хөх хомоолоор бордсон хувилбарт тарьцын гол иш болон үндэсний хоорондын хамаарал



8-р зураг. Хяналтын хувилбарт тарьцын гол иш болон үндэсний хоорондын хамаарал



9-р зураг. Хонины ноосон бордоотой хувилбарт тарьцын гол иш болон үндэсний хоорондын хамаарал

СИБИРЬ ШИНЭСНИЙ СТАТИСТИК ЯЛГАА
6-Р ХҮСНЭГТ

Туршилтын хувилбар	Үндэс	Ялгаа	Гол иш	Ялгаа
Хяналт	7.115	a	3.395	c
Хөх хомоол	7.270	a	5.580	b
Хонины ноосон бордоо	2.940	b	7.540	a

Магадлалын тестийн үр дүнгээр туршилтын хувилбаруудын хооронд статистикийн хувьд итгэмжлэлийн түвшинд ($p < 0.05$) ялгаа илэрсэн бөгөөд Үндэсний хувьд: Хөх хомоол $\approx$ Хяналт $>$ Хонины ноосон бордоо; Ишний хувьд: Хонины ноосон бордоо $>$ Хөх хомоол $>$ Хяналт гэсэн хамаарал ажиглагдаж байна (6-р хүснэгт).

СИБИРЬ ХУШНЫ СТАТИСТИК ЯЛГАА
7-Р ХҮСНЭГТ

Туршилтын хувилбар	Үндэс	Ялгаа	Гол иш	Ялгаа
Хяналт	10.640	a	3.880	a
Хөх хомоол	11.035	a	3.620	a
Хонины ноосон бордоо	10.280	a	3.330	a

Магадлалын олон харьцуулалтын тестийн үр дүнгээс үзэхэд хөх хомоол болон хонины ноосон бордоо хэрэглэх нь Сибирь хушны үндэс ба ишний өсөлтөд хяналтын хувилбараас статистикийн хувьд ялгаагүй ($p < 0.05$) байна (7-р хүснэгт).

ДҮГНЭЛТ

1. Судалгааны үр дүнгээс харахад органик бордооны хувилбарууд нь Сибирь шинэсний тарьцын өсөлтөд ялгаатай нөлөө үзүүлсэн нь тогтоогдлоо. Хөх хомоолоор бордсон хувилбарт тарьцын өсөлт хамгийн өндөр гарч, хяналтын хувилбараас 64.1%, хонины ноосон бордоотой хувилбараас 89.7% илүү байсан нь тус бордоо нь тарьцын ерөнхий өсөлтөд идэвхтэй эерэг нөлөөтэй болохыг харуулж байна.

2. Хонины ноосон бордоотой хувилбарт нийт өсөлт дунд түвшинд байсан боловч үндэсний өсөлт бусад хувилбараас 4–6% илүү байснаар, энэ бордоо нь үндэсний хөгжлийг дэмжих, шим тэжээлийн шингээлт болон

үндэсний тогтвортой байдлыг сайжруулах боломжтойг илэрхийлж байна.

3. Пирсоны хамаарлын шинжилгээний үр дүнгээр хөх хомоолоор бордсон хувилбарт $r=0.73116$ буюу хүчтэй эерэг хамаарал илэрсэн нь бордооны хэрэглээ ба тарьцын өсөлт хооронд шууд пропорциональ шугаман хамаарал байгааг харуулж байна. Харин хонины ноосон бордоотой болон хяналтын хувилбаруудын хамаарлын коэффициент нь $r = -0.09781$ ба $r = -0.31277$ утгатай гарсан нь сул сөрөг хамааралтай, өөрөөр хэлбэл эдгээр хувилбаруудад бордооны хэмжээ болон өсөлтийн хооронд илэрхий шугаман хамаарал байхгүй байна.

4. Сибирь хушны тарьцын хувьд хонины ноосон бордоо, хөх хомоол, хяналтын хувилбаруудын хооронд ишний өндөр болон үндэсний уртын дундаж утга ойролцоо, өсөлт жигд явагдсан бөгөөд онцгой ялгарал илрээгүй.

5. Иймд энэхүү судалгааны дүнгээр хөх хомоол нь шинэсний тарьцын өсөлтийг хамгийн үр дүнтэй дэмжих органик бордоо болох нь тодорхойлогдсон бол, хуш модны хувьд туршилтын бүх хувилбаруудад өсөлтийн ялгаа бага, бордооны төрөл нь өсөлтөд илэрхий нөлөө үзүүлээгүй болохыг дүгнэв.

ТАЛАРХАЛ

Туршилтын судалгааны ажлын хөрс бэлтгэх, үр тарих, арчилгаа, усалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэхэд тусалсан ОМССХ-ийн Ойн инженерчлэлийн салбар эрдэм шинжилгээний ажилтнуудад талархал илэрхийлье.

Энэхүү судалгааг Тэрбум мод сангийн санхүүжилттэй “Уур амьсгалын өөрчлөлтөд дасан зохицох чадамжтай ой ургуулах туршилт судалгаа” төслийн хэрэгжилтийн хүрээнд гүйцэтгэв.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [2] Allen, C. D., et al. (2010). *A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests*. Forest Ecology and Management, 259(4), 660–684.
- [3] Доржсүрэн, Н. нар. (2021). *Монгол орны уур амьсгалын өөрчлөлт ба хөдөө аж ахуйн экосистемийн нөлөөлөл*. УБ: ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэн.
- [4] Lal, R. (2020). *Soil organic matter and climate change mitigation*. Nature, 104, 289–295.
- [5] FAO. (2021). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture 2021*.
- [6] Schulz, H., et al. (2019). *Fertilization potential of sheep wool pellets in sustainable agriculture*. Journal of Environmental Management, 245, 283–291.
- [7] Davaasuren, M., & Enkhtur, B. (2023). *Sheep wool-based organic fertilizer and its influence on soil fertility in arid steppe conditions*. Mongolian Journal of Agricultural Sciences, 37(2), 45–52.



МЭДЭЭЛЛИЙН ТЕХНОЛОГИЙН ГҮНЗГИЙРҮҮЛСЭН СУРГАЛТТАЙ АХЛАХ АНГИЙН СУРАГЧДЫН ЭЕРЭГ ХАНДЛАГА, ХАРИЛЦААНЫ ЧАДВАНУУДЫГ ИЛРҮҮЛЭХ СУДАЛГАА

Амарсайханы ТҮВШИНБАЯР¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн Мэдээлэл холбооны, технологийн сургууль, Мэдээллийн технологийн салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: tuvshinbayar@must.edu.mn¹

Хураангуй: Ерөнхий боловсролын сурагчид сургуулиа төгсөж, мэргэжил сонгоход нөлөөлдөг хүчин зүйлүүдийн нэг нь зөөлөн ур чадвар болоод байна. Зөөлөн ур чадвар эзэмшсэн сурагчид хичээл ойлгох чадвар, бусадтай харилцах чадвар, цаг баримтлах, бусдыг удирдах, асуудлыг шийдвэрлэх, дасан зохицох чадвараараа бусдаас илт ялгардаг. Энэхүү судалгааны ажлыг ШУТИС-ийн харьяа ерөнхий боловсролын сургуулийн мэдээллийн технологийн гүнзгийрүүлсэн сургалттай ахлах 10-р ангийн сурагчдын зөөлөн ур чадварын бүрэлдэхүүн хэсэг болох эерэг хандлага, харилцааны чадваруудыг нээн илрүүлэх зорилгоор гүйцэтгэсэн. Европын Холбооны Ballymun хөдөлмөрийн төвийн зөөлөн ур чадварыг үнэлэх асуумжуудыг судалгаанд ашигласан. Судалгаанд ахлах ангийн 48 сурагч хамрагдсан. Судалгааны ажлын хүрээнд туршилт дуусахад эерэг хандлага, харилцааг тодорхойлох асуумжийн өгөгдлийг цуглуулж, өгөгдөлд график болон математик статистикийн хоёр аргаар боловсруулалт хийсний үр дүнг танилцуулж байна.

Түлхүүр үг: *one way anova, хоёр талт т тест, судалгааны таамаглал, зөөлөн ур чадвар, эерэг хандлага, харилцааны чадвар*

I. УДИРТГАЛ

Зөөлөн ур чадвар ерөнхий боловсролын сургуулийн сурагчдад маш чухал ач холбогдолтой. Эдгээр ур чадвар нь ирээдүйд амжилттай амьдралд хүргэх замыг нээж өгдөг. Эдгээр нь зөвхөн хичээл дээр амжилттай байх төдийгүй амьдралд хэрэгтэй олон зүйлийг сурахад тусалдаг. Зөөлөн ур чадваруудын нэг нь харилцааны чадвар юм. Энэ нь сурагчдад хамтран ажиллах, санаа бодлоо илэрхийлэхэд чухал үүрэгтэй. Эерэг хандлагатай байснаар сурагчид аливаа асуудлыг өөрт нь тулгарсан хүнд зүйл биш намайг хөгжүүлэх боломж хэмээн эергээр, өөдрөг өнгөөс хардаг. Мөн стресс удирдах чадвар нь сурагчдад хүнд нөхцөлд амжилттай ажиллах боломжийг олгодог. Сурагчдын бүтээмжийг нэмэгдүүлэхийн тулд өөрийн цагийг зөв зохион байгуулж сурах нь чухал. Зөөлөн ур чадварууд нь багийн ажилд хамтран ажиллах болон бусдын үзэл бодлыг хүндэтгэх чадварыг хөгжүүлдэг. Өөрийнхөө сэтгэл зүйг ойлгох, өөртөө итгэх итгэлтэй байх нь ч сурагчдад амжилттай байхад тусалдаг. Зөөлөн ур чадварууд нь сурагчдын ажлын орчинд, хүн хоорондын харилцаанд амжилттай байх үндэс болдог. Хувийн болон мэргэжлийн амжилтад хүрэхийн тулд асуудал шийдэх, ур чадвар эзэмших нь чухал. Эдгээр ур чадварууд нь мэргэжил эзэмшсэн хойно ч үргэлж хэрэгтэй байдаг. Тиймээс зөөлөн ур чадварууд нь зөвхөн сурагчдад бус, бүх насны хүнд амжилттай байх үндэс болж чаддаг. Иймд зөөлөн ур чадварын эерэг хандлага, харилцааны чадваруудыг илрүүлэх арга, аргачлалыг судалж, ерөнхий боловсролын сургуулийн мэдээллийн технологийн гүнзгийрүүлсэн ахлах 10-р ангийн сурагчдын зөөлөн ур чадварыг илрүүлэх судалгааг авч, судалгааны өгөгдөлд график болон тоон боловсруулалтуудыг

хийж, үр дүнг тайлбарлахад энэхүү өгүүллийн гол зорилго оршино.

II. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ЗОРИЛГО, ЗОРИЛТ

ШУТИС-ийн харьяа ерөнхий боловсролын сургуулийн мэдээллийн технологийн гүнзгийрүүлсэн сургалттай ахлах 10-р ангид сурагчдын эерэг хандлага, харилцааны ур чадварыг тодорхойлж, үнэлэлт дүгнэлт өгөхөд оршино. Судалгааны ажлын зорилгыг хэрэгжүүлэхийн тулд эерэг хандлага, харилцааг тодорхойлох арга аргачлалыг судлах, сурагчдаас зөөлөн ур чадварын бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн судалгаа авах, судалгааны өгөгдөлд дүн шинжилгээ хийх гэсэн үе шатаар судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн.

1. Судалгааны арга зүй

Судалгааны ажилд гадаадын эрдэмтдийн зөөлөн ур чадварын бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн онол болон туршилттай холбоотой материалыг судлахдаа баримт бичгийн судалгааны аргыг ашигласан. Туршилт судалгааны үр дүнг spyder, line графикийн хэлбэрээр дүрсэлж, тоон судалгааны математик статистикийн one way anova, хоёр талт т тестийн аргаар тооцоолсон.

2. Судалгааны ажлын хамрах хүрээ

Судалгааг ШУТИС-ийн харьяа ерөнхий боловсролын сургуулийн мэдээллийн технологийн гүнзгийрүүлсэн сургалттай ахлах 10-р ангид суралцаж буй сурагчид оролцсон.

2. Судалгааны таамаглал

Ерөнхий боловсролын сургуулийн мэдээллийн технологийн гүнзгийрүүлсэн сургалттай ахлах 10-р

ангийн сурагчдын зөөлөн ур чадварын бүрэлдэхүүн хэсэг болох эерэг хандлага, харилцааг тодорхойлох.

III. ЗӨӨЛӨН УР ЧАДВАР

Зөөлөн ур чадвар гэсэн нэр томъёог 1972 онд АНУ-ын цэргийнхэн бэлтгэл сургуулилтынхаа үеэр цэргүүд машин техник ашиглахдаа гарамгай байсан ч цэргүүдийн амжилтын дийлэнх хүчин зүйл нь бүлгийг удирдан чиглүүлэх арга байгааг олж тогтоожээ [1]. Судалгаагаар багш нар болон ирээдүйн ажил олгогчид хоёулаа оюутнуудад зөвхөн мэргэжлийн ур чадвараас гадна өөр зүйл шаардлагатай гэж үзжээ [8]. Маш бага наснаас нь нийгмийн болон сэтгэл хөдлөлийн хөгжил (зөөлөн ур чадварууд)-ийг заасан оюутнууд дараах чиглэлүүдэд өсөн нэмэгдэж буй чадвараа харуулж чадсан байна. Үүнд: харилцааны чадвар, хүн хоорондын харилцааны чадвар, багаар ажиллах чадвар, шинжилгээ хийх чадвар, уян хатан байдал ба дасан зохицох чадвар, ажилдаа үнэнч хандлага, хэлэлцээр хийх чадвар, ятгах чадвар орно [6]. Энэ нь техникийн ур чадвар, мэдлэг тийм чухал биш гэсэн үг биш, харин техникийн ур чадварыг ажлын байран дээр зааж болдог бол зөөлөн ур чадварыг заах тийм ч амар биш байсан юм [7].

Зөөлөн ур чадварууд гэдэг нь тухайн үеийн хөдөлмөрийн зах зээл дээр ажил олгогчдын хайж байсан хувь хүний сэтгэл хөдлөлийн шинж чанар, зан төлөвийг илэрхийлдэг байлаа. Зарим зөөлөн ур чадвар бусдаасаа илүү чухал болохыг ойлгох нь чухал [2]. Зөөлөн ур чадварууд нь өргөн хүрээтэй мэргэжлийн боломжийг нээх түлхүүр байсан юм.

Яг л сургуулийн бэлтгэлд когнитив ур чадварын тасралтгүй хөгжил чухал байдаг шиг, зөөлөн ур чадварын хөгжил мөн адил чухал байв. Өөрийгөө удирдах чадвар, тэвчээр, урам зориг, өөртөө итгэх итгэл зэрэг ур чадварыг Robles (2012) зөөлөн ур чадвар гэж нэрлэсэн байдаг [9]. Зөөлөн ур чадварыг хөгжүүлэхийн ашиг тус нь оюутны суралцах хандлагыг зөвөөр чиглүүлэхэд онцгой ач холбогдолтой гэж Hunter (2017) дурдсан байна [4].

Ажил олгогчдын "зөөлөн ур чадвар" гэж нэрлэсэн ур чадварууд нь ихэвчлэн урт хугацааны туршид боловсрон хөгжсөн байдаг. Эдгээр зөөлөн ур чадварууд нь хүнд дараах зүйлсийг хийх боломж олгодог байв: үр дүнтэй харилцах, оновчтой шийдвэр гаргах, хүчтэй тууштай байдал ба уян хатан байдал үзүүлэх, цагаа зөв удирдах, хугацаандаа биелүүлэх, ажлыг эрэмбэлэх; манлайллын ур чадвар харуулах, үлгэр жишээ үзүүлэх; багаар ажиллах, бүтээлч санал дэвшүүлэх, нээлттэй сэтгэлээр бусдыг сонсох, асуудал буруу чиглэлд орсон ч хариуцлага хүлээх [3].

1. Зөөлөн ур чадварын чиглэлээр өмнө нь хийгдэж байсан судалгааны ажлуудын тойм

Джон Хопкинс их сургуулийн судалгаанд (2017) ахлах сургуулийн сурагчдын зөөлөн ур чадварыг хэрхэн хөгжүүлэх талаар төвлөрчээ. Судалгаагаар зөөлөн ур чадвар (хамтран ажиллах, харилцааны ур чадвар, өөрийгөө удирдах, эмпат болон шинийг

сурах хүсэл) сурагчдын сургалтын амжилтад хэрхэн нөлөөлж байгааг харуулсан. Тус судалгааны үр дүнгээр, сурагчдын амжилт нь зөвхөн академик чадвар бус, мөн харилцаа, хүндэтгэл, хамтран ажиллах чадвар зэргийг агуулсан зөөлөн ур чадваруудтай холбоотой гэдгийг тогтоожээ [11]. Эдвардс (2018) ахлах сургуулиудад зөөлөн ур чадваруудыг хөгжүүлэхэд чиглэсэн хөтөлбөрүүдийг судалсан бөгөөд тус хөтөлбөрүүд сурагчдын өөрийгөө үнэлэх чадвар, бусдыг ойлгох чадвар болон хамтран ажиллах ур чадварыг эрс сайжруулсан гэж дүгнэжээ. Энэхүү судалгааны хүрээнд ахлах сургууль төдийгүй багш нарын сургалт, сурагчдын дунд эв нэгдэл бий болгохыг онцолсон [12]. Америкийн зөөлөн ур чадварын хөтөлбөр (2019) төсөл нь зөөлөн ур чадваруудыг ахлах сургуулийн хичээлийн хөтөлбөрт оруулах замаар сурагчдад хувь хүний хариуцлагыг бий болгох, хамтран ажиллах чадварыг хөгжүүлэхэд чиглэсэн байв. Судалгааны үр дүнгээр сурагчдын сэтгэл зүйн боловсрол болон зөөлөн ур чадварууд нь тэдний академик амжилтад шууд нөлөөлж байсан гэж дүгнэжээ [13]. Мөн А.Түвшинбаяр (2023) судалгааны ажлаас гол ялгаа нь зөвхөн эерэг хандлага, харилцааны ур чадваруудыг тусад нь судалсан судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн [1].

IV. СУДАЛГААНЫ АСУУМЖ

Бид зөөлөн ур чадварыг олж илрүүлэх судалгааны асуулгуудыг судалж үзсэний үр дүнд Ballymun Job Center зөөлөн ур чадварыг тодорхойлсон асуулгаар авсан [1, 5, 10]. Ballymun Job Center боловсруулсан судалгааны асуумжийг Европын холбооны улсуудад түгээмэл ашигладаг тул сонгож авсан. Эдгээр асуулга нь зөөлөн ур чадварыг тодорхойлохдоо эерэг хандлага, харилцаа, дассан зохицох, цаг хугацаагаа бүтээмжтэй зарцуулах, ажлын ёс зүй, асуудал шийдэх, багаар ажиллах манлайлах гэсэн 7 бүлэг 20 асуулттай. Эдгээр асуултуудаас эерэг хандлага, харилцааг тодорхойлдог асуултуудыг судалгааны ажилд сонгож авсан. Хүснэгт 1-д асуулт түс бүрийг дотор нь гурван түвшинд хувааж, оноонуудын аль нэгээр нь ур чадварын түвшнийг тодорхойлно [1, 5].

АСУУЛТУУДЫН ОНОО, ЗӨӨЛӨН УР ЧАДВАРЫН ТҮВШИН

1-р ХҮСНЭГТ

Оноо	Түвшин
1. Хэзээ ч үгүй	Ур чадварт суралцаж буй
2. Бараг хэзээ ч үгүй	
3. Заримдаа	Ур чадвар хөгжиж буй үе
4. Ихэнхдээ, гэхдээ үргэлж биш	
5. Үргэлж	Ур чадвар төлөвших үе

Судалгаанд ашигласан зөөлөн ур чадварын бүрэлдэхүүн хэсгүүд болох эерэг хандлага, харилцааг тодорхойлох асуултуудыг хүснэгт 2-д харууллаа. 1-с 10-р асуултууд зөвхөн нэг сонголттой.

ЗӨӨЛӨН УР ЧАДВАРЫГ ТОДОРХОЙЛОХ АСУУЛТУУД

2-р ХҮСНЭГТ

Эерэг хандлага	
1. Би ярьж эсвэл харилцахынхаа өмнө санаа бодлоо бодож үздэг.	
2. Би хүнд хэцүү эсвэл сорилттой нөхцөлд эергээр харилцаж чаддаг.	
3. Би ярьж буй зүйлээ нөгөө хүн ойлгосон эсэхийг мэддэг.	
4. Би хэзээ албан ёсны болон албан бус хэллэг хэрэглэхээ мэддэг.	
5. Би ярианы үед бусдыг нээлттэй, анхааралтай сонсдог.	
6. Би харилцаж буй хүмүүсийн соёлын үнэт зүйлсийг ойлгож, хүндэтгэдэг.	
7. Би бусадтай ярилцахдаа өөрийн биеийн хэлэмжид анхаардаг.	
8. Би хэзээ, хэрхэн асуулт тавихаа мэддэг.	
9. Би тодорхой даалгаврыг биелүүлэхийн тулд зааврыг ойлгож, дагаж чаддаг.	
10. Би тусламж хэрэгтэй нөхцөл байдлыг таньж, хэнээс асуухаа мэддэг.	
Харилцаа	
1. Би бусдад ямар нэгэн зүйл хийхийг тогтмол санал болгодог бөгөөд үүнийхээ хариуд ямар нэгэн зүйл хүлээдэггүй.	
2. Би найз нөхөрлөлөө эрхэмлэж, бусадтай холбогдох цаг гаргадаг.	
3. Би биеийн эрүүл мэндээ эрхэмлэж, эрүүл хооллож, хангалттай нойр авч, тогтмол дасгал хийдэг.	
4. Би өөртөө цаг гаргаж, түр зогсож, тайван байж, эргэн тойрондоо болж буй зүйлсийг анзаарч таашаадаг.	
5. Би шинэ зүйлсийг турших дуртай бөгөөд байнга суралцаж байдаг.	
6. Би бодитой зорилготой бөгөөд түүндээ хүрч буйгаа мэддэг.	
7. Би стрессийн нөхцөл байдлыг удирдаж, тэдгээрт автахгүй байж чаддаг.	
8. Би тулгарч буй сөрөг зүйлсийг үл тоомсорлодоггүй, харин анхаарлаа эерэг тал дээр төвлөрүүлж чаддаг.	
9. Би өөрийгөө бусадтай сөргөөр харьцуулдаггүй, өөрийн хэн болохдоо сэтгэл хангалуун байдаг.	
10. Би амьдралдаа зорилготой бөгөөд нийгэмд хувь нэмэр оруулж байна гэж мэддэг.	

V. ТУРШИЛТАД ОРОЛЦОГЧИД, ТУРШИЛТЫН ҮЙЛ ЯВЦ

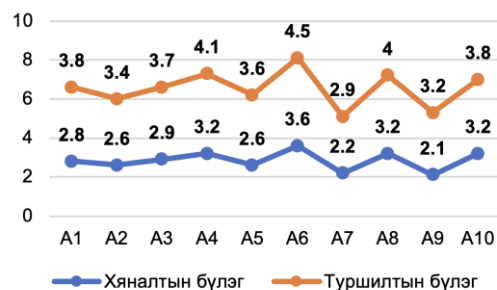
Туршилтад Ерөнхий боловсролын сургуулийн мэдээллийн технологийн гүнзгийрүүлсэн сургалттай ахлах 10-р ангийн сурагчдаас 48 сурагч судалгаанд оролцсон. Оролцогчид санамсаргүй байдлаар сонгогдсон. Ингэснээр судалгааны үр дүн үнэн бодит байна. Судалгаанд оролцогчдыг хоёр бүлэг буюу хяналтын бүлэг, туршилтын бүлэгт хуваасан. Хяналтын бүлгийн сурагчид бие дааж өгөгдсөн программчлалын бодлогуудыг бодсон, туршилтын бүлгийн сурагчид 4 гишүүнтэй багт хуваагдаж программчлалын бодлогуудыг бодсон. Туршилтын төгсгөлд хяналтын бүлэг, туршилтын бүлгийн сурагчдаас эерэг хандлага, харилцааны ур чадваруудын илэрхийлсэн асуулгуудаар санал асуулга авсан.

VI. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

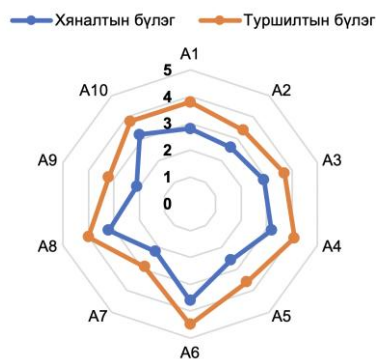
1. График хэлбэрээр өгөгдлийг боловсруулах

Судалгааны өгөгдлийг цуглуулсны дараагаар зөөлөн ур чадварыг бүрдүүлэгч эерэг хандлага, харилцааг илэрхийлэх хүчин зүйлүүдэд тоон боловсруулалт хийж, үр дүнг spyder, line графикийн хэлбэрээр график 1-с 4-нд дүрсэлж үзүүлээ [1].

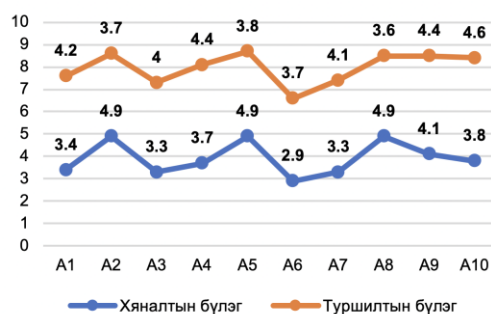
Ингэж дүрслэхдээ асуултуудыг A1-с A10 хүртэл дугаарласан. График 1-ийн үр дүнг сайтар ажиглавал судалгаанд оролцогчийн дийлэнх нь буюу 65% нь эерэг хандлага хөгжиж, төлөвшиж буй үе шатандаа явааг илтгэнэ. Мөн график 3-т үзүүлсэн үр дүн нь нийт судалгаанд оролцогчийн 95% нь харилцаа хөгжиж, төлөвшиж буй үе шатандаа явааг илтгэнэ. Судалгаанд оролцогчид өөрсдийгөө өндрөөр үнэлэх тохиолдол байдаг хэмээн судлаачдын дүгнэлтэд тулгуурлаж, эерэг хандлага, харилцааны зөөлөн ур чадвар эзэмшиж чадаагүй байх магадлалтай хэмээн үзэж судалгаанд оролцогчдын өгөгдөлд математик статистикийн буюу тоон судалгааны аргыг ашиглан үнэн бодит үр дүн гаргах нь чухал юм.



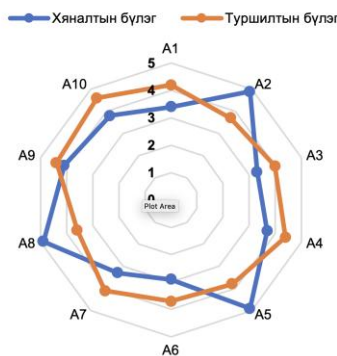
1-р график. Эерэг хандлага (line график)



2-р график. Эерэг хандлага (spyder график)



3-р график. Харилцаа (line график)



4-р график. Харилцаа (spider график)

2. Тоон судалгааны аргаар өгөгдлийг боловсруулах

Судалгааны өгөгдөлд боловсруулалт хийхийн тулд хамааралтай хувьсагч, бие даасан хувьсагчийг тодруулж, таамаглал дэвшүүлж, дэвшүүлсэн таамаглалыг батлах математик статистикийн one way anova, хоёр талт т тестийн аргийг ашигласан [1]. Бие даасан хувьсагч, хамааралтай хувьсагчийг хүснэгт 3-д харуулав.

БИЕ ДААСАН ХУВЬСАГЧ, ХАМААРАЛТАЙ ХУВЬСАГЧ

3-р ХҮСНЭГТ

Бие даасан хувьсагч	Хамааралтай хувьсагч
Эерэг хандлага	Асуулт 1 (A1), Асуулт 2 (A2), Асуулт 3 (A3), Асуулт 4 (A4), Асуулт 5 (A5), Асуулт 6 (A6), Асуулт 7 (A7), Асуулт 8 (A8), Асуулт 9 (A9), Асуулт 10 (A10)
Харилцаа	Асуулт 1 (A1), Асуулт 2 (A2), Асуулт 3 (A3), Асуулт 4 (A4), Асуулт 5 (A5), Асуулт 6 (A6), Асуулт 7 (A7), Асуулт 8 (A8), Асуулт 9 (A9), Асуулт 10 (A10)

3. Судалгааны таамаглал:

Судалгаанд оролцогчдын эерэг хандлага төлөвшсөн эсэх таамаглалыг дэвшүүлж, таамаглалд математик статистикийн one way anova аргачлалаар тооцоолсны үр дүнг хүснэгт 4, 5-д хяналтын бүлэг, туршилтын бүлэг тус бүрээр үзүүлээ.

ХЯНАЛТЫН БҮЛГИЙН ЭЕРЭГ ХАНДЛАГА ТӨЛӨВШСӨН ЭСЭХИЙГ ШАЛГАХААР ONE WAY ANOVA АРГАЧЛАЛААР ТООЦООЛСОН ҮР ДҮН

4-р ХҮСНЭГТ

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Асуулт 1	24	71	2.958	1.78
Асуулт 2	24	62	2.583	1.818
Асуулт 3	24	69	2.875	1.766
Асуулт 4	24	75	3.125	2.201
Асуулт 5	24	63	2.625	2.592
Асуулт 6	24	89	3.708	2.215
Асуулт 7	24	55	2.291	1.78
Асуулт 8	24	76	3.166	2.405
Асуулт 9	24	52	2.166	1.971
Асуулт 10	24	73	3.041	2.215

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	44.687	9	4.965	2.393	0.013	1.92

Within Groups	477.208	230	2.074			
Total	521.895	239				

*24-с дээш оролцогчидтой бол $f_{cr}=1.92$ утгаас их; **ач холбогдлын $p=0.05$ утгаас бага байх.

ТУРШИЛТЫН БҮЛГИЙН ЭЕРЭГ ХАНДЛАГА ТӨЛӨВШСӨН ЭСЭХИЙГ ШАЛГАХААР ONE WAY ANOVA АРГАЧЛАЛААР ТООЦООЛСОН ҮР ДҮН

5-р ХҮСНЭГТ

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Асуулт 1	24	102	4.25	0.978
Асуулт 2	24	91	3.791	1.476
Асуулт 3	24	98	4.083	1.123
Асуулт 4	24	106	4.416	0.688
Асуулт 5	24	93	3.875	1.418
Асуулт 6	24	89	3.708	1.693
Асуулт 7	24	99	4.125	1.244
Асуулт 8	24	87	3.625	2.418
Асуулт 9	24	106	4.416	1.123
Асуулт 10	24	111	4.625	0.505

ANOVA

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	24.566	9	2.729	2.154	0.026	1.920
Within Groups	291.416	230	1.267			
Total	315.983	239				

*24-с дээш оролцогчидтой бол $f_{cr}=1.92$ утгаас их; **ач холбогдлын $p=0.05$ утгаас бага байх.

Судалгаанд оролцогчдын харилцааны үр чадвар төлөвшсөн эсэх таамаглалыг дэвшүүлж, таамаглалд математик статистикийн one way anova аргачлалаар тооцоолсны үр дүнг хүснэгт 6, 7-д хяналтын бүлэг, туршилтын бүлэг тус бүрээр үзүүлээ.

ХЯНАЛТЫН БҮЛГИЙН ХАРИЛЦААНЫ ҮР ЧАДВАР ТӨЛӨВШСӨН ЭСЭХИЙГ ШАЛГАХААР ONE WAY ANOVA АРГАЧЛАЛААР ТООЦООЛСОН ҮР ДҮН

6-р ХҮСНЭГТ

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Асуулт 1	24	83	3.458	1.998
Асуулт 2	24	63	2.625	2.157
Асуулт 3	24	76	3.166	2.231
Асуулт 4	24	89	3.708	1.259
Асуулт 5	24	61	2.541	1.911
Асуулт 6	24	70	2.916	2.514
Асуулт 7	24	75	3.125	1.940
Асуулт 8	24	59	2.458	1.737
Асуулт 9	24	82	3.416	1.905
Асуулт 10	24	83	3.458	1.998

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	41.120	9	4.568	2.324	0.016	1.920
Within Groups	452.041	230	1.965			
Total	493.162	239				

*24-с дээш оролцогчидтой бол $F_{\alpha}=1.92$ утгаас их; **ач холбогдлын $p=0.05$ утгаас бага байх.

ТУРШИЛТЫН БҮЛГИЙН ХАРИЛЦААНЫ УР ЧАДВАР
ТӨЛӨВШСӨН ЭСЭХИЙГ ШАЛГАХААР ONE WAY ANOVA
АРГАЧЛАЛААР ТООЦООЛСОН ҮР ДҮН

7-Р ХҮЧЭГТ

Groups	Count	Sum	Average	Variance
Асуулт 1	24	93	3.875	1.418
Асуулт 2	24	82	3.416	1.905
Асуулт 3	24	89	3.708	1.259
Асуулт 4	24	99	4.125	1.418
Асуулт 5	24	86	3.583	1.818
Асуулт 6	24	107	4.458	0.519
Асуулт 7	24	71	2.958	1.78
Асуулт 8	24	96	4	1.217
Асуулт 9	24	77	3.208	2.78
Асуулт 10	24	92	3.833	0.753

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	42.65	9	4.738	3.186	0.001	1.92
Within Groups	342.083	230	1.487			
Total	384.733	239				

*24-с дээш оролцогчидтой бол $F_{\alpha}=1.92$ утгаас их; **ач холбогдлын $p=0.05$ утгаас бага байх.

Хүснэгт 4-с 7-д харуулснаар эерэг хандлага, харилцааны ур чадвар тус бүрээр судалгаанд оролцогчдын өгөгдөлд математикийн статистикийн one way anova аргаар тооцоолоход магадлалын коэффициент $t>1.92$ утгаас их, ач холбогдлын утга $p<0.05$ -с бага байх ёстой учир статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай буюу төлөвшсөн, төлөвших үедээ суралцаж байгааг илтгэнэ.

Хяналтын бүлэг, туршилтын бүлгүүдийн асуулгуудын эерэг хандлага, харилцааны чадварын судалгааны өгөгдөлүүд ялгаатай эсэхийг шалгах зорилгоор математик статистикийн хоёр талт т тестийн аргаар тооцолсон үр дүнгүүдийг хүснэгт 8, 9-д тус бүр үзүүлээ.

ХЯНАЛТЫН БА ТУРШИЛТЫН БҮЛГҮҮДИЙН 10 АСУУЛГЫН
ЭЕРЭГ ХАНДЛАГЫН ЧАДВАРЫН СУДАЛГААНЫ ДҮНД
МАТЕМАТИК СТАТИСТИКИЙН ХОЁР ТАЛТ Т ТЕСТИЙН
АРГААР ТООЦООЛСОН ҮР ДҮН

8-Р ХҮЧЭГТ

ХБ	ТБ	ХБ	ТБ
Асуулт 1		Асуулт 6	

Mean	2,958	3,875	Mean	3,708	4,458
Variance	1,780	1,418	Variance	2,215	0.519
P value	0.015		P value	0.031	
t Stat	2.510		t Stat	2.221	
Асуулт 2			Асуулт 7		
Mean	2,583	3,416	Mean	2,291	2,958
Variance	1,818	1,905	Variance	1,780	1,780
P value	0.039		P value	0.09	
t Stat	2.115		t Stat	1.73	
Асуулт 3			Асуулт 8		
Mean	2.875	3.708	Mean	3,166	4
Variance	1.766	1.259	Variance	2,405	1,217
P value	0.023		P value	0.037	
t Stat	2.347		t Stat	2.144	
Асуулт 4			Асуулт 9		
Mean	3.125	4.125	Mean	2,166	3,208
Variance	2,201	1,418	Variance	1,971	2,780
P value	0.013		P value	0.023	
t Stat	2.575		t Stat	2.341	
Асуулт 5			Асуулт 10		
Mean	2,625	3,583	Mean	3,041	3,833
Variance	2,592	1,818	Variance	2,215	0.753
P value	0.03		P value	0.029	
t Stat	2.235		t Stat	2.25	
Observations			24		
t Critical			2.012		

*24-с дээш оролцогчидтой бол $F_{\alpha}=2.012$ утгаас их; **ач холбогдлын $p=0.05$ утгаас бага байх.

ХЯНАЛТЫН БА ТУРШИЛТЫН БҮЛГҮҮДИЙН 10 АСУУЛГЫН
ХАРИЛЦААНЫ ЧАДВАРЫН СУДАЛГААНЫ ДҮНД
МАТЕМАТИК СТАТИСТИКИЙН ХОЁР ТАЛТ Т ТЕСТИЙН
АРГААР ТООЦООЛСОН ҮР ДҮН

9-Р ХҮЧЭГТ

	ХБ	ТБ		ХБ	ТБ
Асуулт 1			Асуулт 6		
Mean	3,458	4.25	Mean	2,916	3,708
Variance	1,998	0.978	Variance	2.5144	1,693
P value	0.029		P value	0.064	
t state	2.248		t state	1.891	
Асуулт 2			Асуулт 7		
Mean	2.625	3,791	Mean	3.125	4.125
Variance	2,157	1,476	Variance	1,940	1,244
P value	0.004		P value	0.008	
t state	2.998		t state	2.745	
Асуулт 3			Асуулт 8		

Mean	3,166	4,083	Mean	2,458	3,625
Variance	2,231	1,123	Variance	1,737	2,418
P value	0.018		P value	0.007	
t state	2.451		t state	2.803	
Асуулт 4			Асуулт 9		
Mean	2,541	3,875	Mean	3,416	4,416
Variance	1,911	1,418	Variance	1,905	1,123
P value	0.016		P value	0.007	
t state	2.486		t state	2.814	
Асуулт 5			Асуулт 10		
Mean	2,916	3,708	Mean	3,458	4,625
Variance	2,514	1,693	Variance	1,998	0,505
P value	0.000		P value	0.000	
t state	3.58		t state	3.612	
Observations		24			
t Critical		2.012			

*24-с дээш оролцогчидтой бол $f_{cr}=2.012$ утгаас их; **ач холбогдлын $p=0.05$ утгаас бага байх.

Хүснэгт 8, 9-д харуулснаар хяналтын бүлэг, туршилтын бүлгүүдийн эерэг хандлага, харилцааны ур чадварын үр дүнд математик статистикийн хоёр талт т тестийн аргаар тооцоолсноор магадлалын коэффициент $t>2.012$ утгаас их, ач холбогдлын утга $p<0.05$ -с бага байх ёстой учир статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай болох нь батлагдлаа.

ДҮГНЭЛТ

Манай орны ерөнхий боловсролын сургуулийн сургалтын үйл ажиллагаанд сурагчдад зөөлөн ур чадварыг олгох хичээлийн агуулга хангалтгүй байдаг. Энэ чиглэлийн судалгааны ажлыг Европын Холбооны улсууд гүйцэтгэж, ерөнхий боловсролын сургуулийн сургалтыг үйл ажиллагаанд өргөнөөр нэвтрүүлж байна. Туршилтад оролцсоны дараагаар сурагчдаас зөөлөн ур чадварын бүрэлдэхүүн хэсэг болох эерэг хандлага, харилцааны чадварыг олж илрүүлэх асуулгаар судалгааг авч, судалгааны өгөгдөлд график хэлбэрээр боловсруулалт хийхэд эерэг хандлага, харилцааны ур чадварууд төлөвшиж буй буюу төлөвшсөн үр дүн гарсан. Гэвч судалгаанд оролцсон 48 сурагч зөөлөн ур чадварын судалгааны асуулгад хэт өндрөөр өөрийгөө үнэлдэг болохыг зарим судлаач дурдсан байсан учир судалгаанд оролцогчдын өгөгдөлд дахин тоон судалгааны аргыг ашиглахаар болсон.

Судалгаанд оролцогчдын эерэг хандлага чадварууд төлөвшсөн эсэх хэмээн таамаглал дэвшүүлж, бие даасан хувьсагчдаар зөөлөн ур чадварын эерэг хандлага, харилцааны чадваруудыг сонгож, хамааралтай хувьсагчдаар санал асуулгыг сонгосон. Хяналтын бүлэг, туршилтын бүлгийн

сурагчдын асуулгын өгөгдөлд математик статистикийн anova, хоёр талт т тестийн тоон судалгааны аргаар судалгааны боловсруулалт хийхэд эерэг хандлага, харилцааны ур чадварууд төлөвшсөн, аль эсвэл төлөвших үед суралцаж байгаа нь батлагдсан. Мөн санал асуулгад оролцсон хяналтын бүлэг, туршилтын бүлгийн асуулгуудын өгөгдлүүдийг хоорондоо ялгаатай эсэхийг шалгах зорилгоор математик статистикийн хоёр талт т тестийн аргаар тооцоолоход ялгаатай болох нь батлагдсан.

Иймд ерөнхий боловсролын сургуулийн сургалтын үйл ажиллагаанд сурагчдын зөөлөн ур чадварын эерэг хандлага, харилцааны чадварыг сайжруулах хичээлүүд, зөөлөн ур чадварын тодорхой чиглэлүүдийг эзэмшүүлэх арга, аргачлалыг тусгаж, хэрэгжүүлэх, шаардлагатай болох нь энэхүү судалгаанаас ажиглагдлаа. Зөөлөн ур чадварыг хичээлүүдэд заах багш, мэргэжлийн багш нарыг бэлтгэх, сургалтын хөтөлбөрүүдийг шинээр боловсруулах шаардлагатай байна. Цаашид ерөнхий боловсролын сурагчдын зөөлөн ур чадварыг тодорхойлох, амжилттай суралцахад зөөлөн ур чадвар хэрхэн нөлөөлж буй ач холбогдлыг үнэлэх, сургалтын үйл явцад тулгарч буй бэрхшээл, нөхцөл байдлыг тодорхойлох шаардлагатай байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] А.Түвшинбаяр (2023). Инженерийн мэргэжлээр суралцаж буй оюутнуудын soft skil тодорхойлох судалгаа, Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл №23(14)320, х 78-83
- [2] Anne E. Casey Foundation. (2001). Taking the initiative on jobs & race: Innovations in workforce development for minority job seekers and employers.
- [3] Collet, C., Hine, D., & du Plessis, K. (2015). Employability skills: Perspectives from a knowledge-intensive industry. Education & Training, 57(5), 532-559.
- [4] Hunter, M. (2017, August 1). Students, know why soft skills are important: The importance of developing soft skills in a hard world of academia and employment can't be overstated. Gulf News.
- [5] Ballymun Job Center, A TOOLKIT for Soft Skills Development for Young People, p5
- [6] Murden, D. M. (2012). Teach your kids soft skills.
- [7] National Career Service. (2015, February 17). What are the 'soft skills' employers want? Spotlight at the National Career Service, pp. 1, 2.
- [8] Raftree, L. (2011, September 15). Soft skills and environments for youth economic empowerment. pp. 1-5.
- [9] Robles, M. M. (2012). Executive perceptions of the top 10 soft skills needed in today's workplace. Sage, 75 (4), 453-465. doi:10.1177/1080569912460400
- [10] World Learning, Soft Skills Development Guiding Notes for Project and Curriculum Design and Evaluation, December 1, 2017
- [11] <https://www.jhu.edu/research/>
- [12] <https://www.proquest.com/openview/a1782b1501690091de0b05ab194678e8/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750>
- [13] https://nces.ed.gov/use-work/awards/effect-9-month-soft-skills-and-work-based-employment-training-program-improving-transition-students?utm_source=chatgpt.com

МОНГОЛ СУРАГЧДЫН БАЙГАЛИЙН УХААН БОЛОН МАТЕМАТИКИЙН ХИЧЭЭЛИЙН АМЖИЛТАД НӨЛӨӨЛӨХ ХҮЧИН ЗҮЙЛСИЙН СУДАЛГАА

Эрдэнэбатын БАТЦЭЦЭГ¹, Цэнд-Аюушийн СОЛОНГОО², Өлзийтийн БАЯРБАТ³

¹Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн, Мэдээлэл, холбооны технологийн сургууль, Мэдээллийн технологийн тэнхим

²Монгол Улс, Улаанбаатар, Шинэ Монгол технологийн их сургууль, Компьютерын ухааны тэнхим

³Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн, Мэдээлэл, холбооны технологийн сургууль, Компьютерын ухааны тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: e.battsetseg@must.edu.mn¹

Хураангуй: Энэхүү судалгаа нь PISA-2022 судалгааны өгөгдөлд тулгуурлан монгол сурагчдын шинжлэх ухаан болон математикийн амжилтыг задлан шинжилж, тэдгээрт нөлөөлөх гол хүчин зүйлсийг илрүүлэх замаар боловсролын бодлого, төлөвлөлтөд үнэтэй хувь нэмэр оруулахыг зорьсон. Судалгааны зорилго нь PISA судалгаагаар цуглуулсан Монгол улсын сурагчдын шинж чанарыг хэмжсэн хэмжүүрүүд болон амжилтын түвшинг тодорхойлсон шалгалтын оноонд тулгуурлан шинжлэх ухаан (байгалийн ухаан) болон математикийн амжилтыг урьдчилан таамаглахад чухал нөлөөтэй хувьсагчдыг тодорхойлоход оршино. Судалгаанд Монгол улсын 4 бүс, 12 давхаргыг төлөөлөх 196 сургуулийн 7000 гаруй сурагч хамрагдсан бөгөөд өгөгдлийг PISA-2022 судалгааны нийтэд нээлттэй тавьсан өгөгдлөөс авсан болно. Өгөгдлийг өгөгдөл олборлолт болон тоон өгөгдлийн шинжилгээний аргуудаар боловсруулсан бөгөөд өгөгдлийн шинжилгээнд Python программчлалыг, зарим статистик тооцоо, өгөгдөл дамжуулалт зэрэгт MS Excel программыг ашигласан. Судалгааны үр дүнд математикийн чадвар нь байгалийн ухааны амжилтыг урьдчилан таамаглахад хамгийн хүчтэй нөлөөлөгч хувьсагч болох нь тогтоогдсон. Мөн уншиж ойлгох чадвар нь байгалийн ухаан болон математикийн амжилтыг таамаглахад хүчтэй нөлөөтэй боловч байгалийн ухааны хувьд математикийн чадвараас доогуур нөлөөтэй байв. Эхийн боловсролын түвшин, гэрт байгаа дэлгэцтэй төхөөрөмжийн тоо болон номын тоо зэрэг нь харьцангуй сул нөлөөтэй хувьсагч байв. Сурагчдын амьдарч буй бүс нутгийн ялгаа нь байгалийн ухаан болон математикийн амжилтад харилцан адилгүй нөлөөтэй байв. Тодруулбал, бүс нутгийн ялгаатай байдлын улмаас байгалийн ухааны амжилт бага зэрэг буурах хандлагатай, харин математикт эсрэгээр бага зэрэг өсөх чиг хандлага ажиглагдав. Гэсэн хэдий ч бүс нутгийн ялгаа нь дээрх хоёр хичээлд үзүүлэх нөлөөллийн хэмжээ бага, бодит орчинд мэдэгдэхүйц нөлөө үүсгэхгүй байгаа нь ажиглагдав.

Түлхүүр үг: сурлагын амжилт, шинжлэх ухааны амжилт, математикийн амжилт, нөлөөлөх хүчин зүйлс

I. УДИРТГАЛ

Аливаа улс орны тогтвортой хөгжил, олон улсын өрсөлдөх чадвар нь иргэдийн боловсролын түвшин, мэдлэг, ур чадвараас шууд хамаардаг. Боловсрол нь зөвхөн мэдлэг олгох үйл явц биш бөгөөд нийгмийн үнэт зүйлсийг төлөвшүүлэх, бие даан сэтгэн бодох, асуудал шийдвэрлэх, хамтран ажиллах чадварыг хөгжүүлэх цогц үйл ажиллагаа юм. Иймд боловсролын бодлого нь суралцагчдыг оюун ухаан, ёс суртахуун, бие бялдрын хувьд хөгжүүлж, хүмүүнлэг ёс суртахуун, нийгмийн хариуцлагатай иргэн болгон төлөвшүүлэхийг зорьдог.

Шинжлэх ухааны мэдлэг, ур чадвар нь боловсролтой, чадамжтай хүний үндсэн шинж чанаруудын нэг бөгөөд өнөөгийн дэлхийн өрсөлдөөнт нийгэмд хувь хүний болон улс орны хөгжлийн чадамжийг тодорхойлогч гол хүчин зүйлд тооцогддог. Иймд шинжлэх ухааны боловсролыг дэмжсэн, чанартай боловсролын тогтолцоог бүрдүүлэх нь аливаа улсын хөгжлийн стратегийн салшгүй хэсэг юм.

Сүүлийн жилүүдэд, Эдийн засгийн хамтын ажиллагаа, хөгжлийн байгууллага (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD)-аас 3

жил тутамд хэрэгжүүлдэг Олон улсын сурагчдын үнэлгээний хөтөлбөр (Programme for International Student Assessment-PISA) нь сурагчдын шинжлэх ухаан (байгалийн ухаан), математик, уншиж ойлгох чадварыг хэмжих замаар тухайн улсын боловсролын чанарын талаар үнэлэлт өгч, сургалтын бодлого, төлөвлөлтөд чухал мэдээллийн эх сурвалж болж байна.

Өмнө хийгдсэн олон улсын зарим судалгаанаас харахад, сурагчдын сурлагын амжилтад хичээлийн агуулга болон арга зүйгээс гадна сурагчийн хувийн шинж чанар (гэр бүлийн нийгэм-эдийн засгийн байдал, амьдралын орчин нөхцөл, эцэг эхийн боловсрол, суралцахуйн хандлага), сургуулийн хүчин зүйлс (сургалтын орчин, багшийн ур чадвар, сургалтын материалын хүртээмж, сургуулийн удирдлагын чанар), нийгмийн хүчин зүйлс (бүс нутгийн хөгжлийн түвшин, хот хөдөөгийн ялгаа, соёлын хүчин зүйлс г.м) зэрэг олон хүчин зүйл мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлдэг нь тогтоогдсон байна [2-4].

PISA судалгаагаар 15 настай сурагчдаас мэдлэг, ур чадварын шалгалт болон сурагчийн шинж чанарын судалгаа авдаг бөгөөд тэдний шинжлэх

ухаан, математик, уншиж ойлгох чадвар болон зарим нэмэлт мэдлэг, чадварын түвшинг тодорхойлохоос гадна нийгэм, соёлын хүчин зүйлс, сурагчийн болон сургуулийн мэдээлэл, сурагчийн хандлага, зан төлөв, амьдралын чанар, сургалт болон сургуулийн орчин, эцэг, эхийн талаар зэрэг өргөн хүрээний мэдээллийг цуглуулдаг.

PISA өгөгдлийн үндсэн чиглэлүүд:

1. Сургалтын үнэлгээний өгөгдөл: Уншиж ойлгох чадвар–мэдээлэл олж авах, ойлгож дүгнэх чадвар; математик–асуудал шийдвэрлэх, загварчлах, тооцоолох; шинжлэх ухаан–судалгаа ойлгох, нотолгоонд суурилан дүгнэх; зарим жилд нэмэлт чиглэлүүд (жишээ нь: гүйцэтгэл дээр суурилсан шийдвэр гаргалт, санхүүгийн боловсрол гэх мэт)
2. Сурагчийн асуулга: Сургалтын хандлага, сэтгэлгээ; сурах орчин, дэмжлэг; гэр бүлийн нийгэм-эдийн засгийн байдал; цаг ашиглалт, амьдралын чанар
3. Сургуулийн удирдлагын асуулга: Сургуулийн бүтэц, бодлого, удирдлага; нөөц боломж, багшийн мэргэжлийн байдал; сургалтын орчин, дэг журам
4. Багшийн асуулга (зарим жилд): Сургалтын арга барил; ажлын сэтгэл ханамж, мэргэжлийн хөгжил

2022 оны PISA судалгаанд Монгол улс анх удаа оролцсон бөгөөд математикийн амжилтаар зарим оронтой харьцуулахад сайн үзүүлэлт үзүүлсэн ч уншиж ойлгох болон шинжлэх ухааны амжилтаар OECD болон Азийн орнуудын дунджаас доогуур үр дүн үзүүлсэн нь боловсролын системд анхаарал хандуулахыг илэрхийлж байна. Судалгаанд 196 сургуулийн 7000 гаруй сурагч оролцсон.

Монгол улсаас PISA-2022 судалгаанд оролцсон 15 настай сурагчдын шинжлэх ухаан, математик, уншиж ойлгох мэдлэг, чадварын амжилтын дундаж оноог зарим үзүүлэлттэй харьцуулбал:

1. Шинжлэх ухаан (байгалийн ухаан) (PV1SCIE): Монгол улсын дундаж оноо: 412, OECD дундаж оноо: 485, Азийн бүсийн дундаж оноо: 449 – Монгол улс нь OECD-ын дунджаас 3 жил, Азийн дунджаас 1.8 жил хоцорсон [5].
2. Математик (PV1MATH): Монгол улсын дундаж оноо: 425, OECD дундаж оноо: 472, Азийн бүсийн дундаж оноо: 451 – Монгол улс нь OECD-ын дунджаас 2.3 жил, Азийн дунджаас 1.2 жил хоцорсон [5].
3. Уншиж ойлгох чадвар (PV1READ): Монгол улсын дундаж оноо: 378, OECD дундаж оноо: 476, Азийн бүсийн дундаж оноо: 427 – Монгол улс нь OECD-ын дунджаас 5 жил, Азийн дунджаас 2.5 жил хоцорсон [5].

II. СУДАЛГААНЫ ЗОРИЛГО

Энэхүү судалгааны зорилго нь PISA-2022 Монголын өгөгдөлд тулгуурлан сурагчдын

байгалийн ухаан болон математикийн хичээлийн амжилтад нөлөөлж буй гол хүчин зүйлсийг тодорхойлж, тэдгээрийн нөлөөллийн түвшинг статистик шинжилгээний аргаар үнэлэхэд оршино. Улмаар нотолгоонд суурилсан боловсролын бодлогын зөвлөмж боловсруулах, боловсролын чанарыг сайжруулах стратегийг тодорхойлоход бодит хувь нэмэр оруулахад чиглэнэ.

Зорилгын хүрээнд дараах хоёр судалгааны асуултыг дэвшүүлсэн. Үүнд:

(1) *Сурагчийн асуулгын хуудаснаас хэмжигдсэн сурагчийн шинж чанар, уншиж ойлгох болон математикийн онооны хувьд байгалийн ухааны амжилтад хэрхэн нөлөөлж буйг урьдчилан таамаглахад чухал хувьсагчууд аль нь болох;*

(2) *Сурагчийн асуулгын хуудаснаас хэмжигдсэн сурагчийн шинж чанар, уншиж ойлгох болон байгалийн ухааны онооны хувьд математикийн амжилтад хэрхэн нөлөөлж буйг урьдчилан таамаглахад чухал хувьсагчууд аль нь болох.*

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Өгөгдлийн эх үүсвэр, бүтэц

Судалгаанд, PISA-2022 судалгаанд хамрагдсан Монгол улсын 4 бүс, 12 давхаргыг төлөөлөх 196 сургуулийн 7000 гаруй сурагчийн мэдээллийг ашигласан болно. Анхны өгөгдөл нь .sav форматтай бөгөөд сурагчийн хувийн шинж чанар, гэр бүлийн нийгэм-эдийн засгийн нөхцөл, сургуулийн орчин, шалгалтын оноо зэрэг 1278 хувьсагч бүхий 613732 сурагчийн мэдээллийг агуулж байв.

Түүврийн арга

PISA судалгаа нь олон үе шаттай, давхаргат санамсаргүй түүврийн аргыг ашигладаг. Эхний шатанд сургуулиудыг бүс нутгийн болон хот/хөдөөгийн төлөөллөөр нь сонгож, дараагийн шатанд тухайн сургуулиас санамсаргүй түүврийн аргаар сурагчдыг сонгодог. Ийнхүү сонгогдсон сурагчдын үр дүнгийн оноо нь тухайн улсын нийт 15 настай сурагчдын төлөөлөл болох ба дүн шинжилгээнд PISA-аас санал болгодог жингийн коэффициент (Final Student Weight) болон давталтын жингийн коэффициент (Replicate Weights)-үүдийг ашиглах боломжтой.

Өгөгдлийн цэвэрлэгээ ба шинжилгээ

Судалгааны зорилгын хүрээнд судалгааны өгөгдөл бэлтгэх (1), өгөгдлийг шинжилж, дүгнэх (2) гэсэн хоёр зорилтыг дэвшүүлэв.

1. Судалгааны өгөгдөл бэлтгэх шатанд хийгдсэн ажлууд

- a. PISA-2022 судалгааны өгөгдлөөс Монгол улсын өгөгдлийг ялган авах
- b. Хоосон болон 70%-аас дээш дутуу өгөгдөлтэй багануудыг судалгаанаас бүрэн хасах
- c. Зөвхөн нэг утга авсан багануудыг (вариант үүсэхгүй) хасах

- d. PV1*** багануудыг үлдээж, PV2*** - PV10*** багануудыг хасах
- e. Дутуу өгөгдөл нь 5%-аас бага багануудын хоосон өгөгдөлтэй мөрүүдийг хасах
- f. Дээрх цэвэрлэгээний дараа 4383 мөр, 205 багана бүхий 100% өгөгдөлтэй файл болсон бөгөөд энд шинжилгээ хийхэд шаардлагатай үндсэн хувьсагчид багтсан.

Дүгнэвэл: 613732 мөр (сурагчийн тоо), 1278 багана (сурагчийн шинж чанар) бүхий өгөгдлийг 4383 мөр, 205 багана бүхий өгөгдөл болгон цэвэрлэсэн. Тус өгөгдөлд Монгол улсын 195 сургуулийн 4383 сурагчийн мэдээлэл багтсан. Сурагчдыг 4 бүс (зүүн болон говийн бүс, төвийн бүс, хангайн бүс, баруун бүс)-д хувааж, бүс тус бүрийг 2-4 давхаргад хувааж, нийт 12 давхарга (зүүн бүсийн аймгийн төв болон сум, говийн бүсийн аймгийн төв болон сум, хотын төв, төвийн бүсийн аймгийн төв болон сум, хангайн бүсийн аймгийн төв болон сум, казак, баруун бүсийн аймгийн төв болон сум)-д ангилсан. Эрэгтэй сурагч 2115, эмэгтэй сурагч 2268.

2. *Өгөгдлийг шинжилж, дүгнэлт гаргах үе шатанд хийгдсэн ажлууд*

2.1. *Корреляцын шинжилгээ: Байгалийн ухаан болон математикийн амжилтын үзүүлэлт болох PV1SCIE, PV1MATH хувьсагчид бусад хувьсагч нь ямар хамаарал үүсгэж байгааг тодорхойлоод, эерэг/сөрөг хүчтэй, дунд, сул хамаарал үүсгэж байгаа хувьсагчуудаас сонгох*

PISA өгөгдлийн ерөнхий 5 зүйл (сурлага; сургалтын хандлага, сэтгэлгээ; сурах орчин, дэмжлэг; гэр бүлийн нийгэм-эдийн засгийн байдал; цаг ашиглалт, амьдралын чанар)-ээс байгалийн ухаан болон математикийн амжилтад нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг тодорхойлохын тулд дараах ажлуудыг гүйцэтгэв. Үүнд:

- a. PISA-2022 өгөгдөлд, байгалийн ухаан болон математикийн хичээлийн шалгалтын үр дүнг илэрхийлэхдээ тоон тасралтгүй хувьсагчууд болох (PV1SCIE-PV10SCIE, PV1MAT-PV10MATH)-ыг ашигладаг.

PV1MATH болон PV1SCIE утгуудыг PISA 2018 оны шалгалтаар сурагч тус бүрд тооцоолсон 10 боломжит утга (plausible values: PV1, PV2, ..., PV10)-аас хамгийн тохиромжтой гэж үзсэн [3].

Байгалийн ухааны амжилт (PV1SCIE)-д нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг тодорхойлсон корреляцын шинжилгээний үр дүн:

- **PV1MATH: 0.845** – Математикийн амжилтын оноо
- **PV1READ: 0.757** – Уншиж ойлгох чадварын оноо
- **HOMEPOS: 0.403** – Хөрөнгийн үзүүлэлт
- **ESCS: 0.394** – Эдийн засаг, нийгэм, соёлын байр суурь. Энэ нь эцэг эхийн боловсролын түвшин, ажил эрхлэлт, гэр бүлийн орлого, гэр бүлийн орчин дахь нийгмийн болон соёлын хүчин зүйлсээс хамаарсан хувьсагч

- **ST253Q01JA: 0.354** – Сурагчийн гэрт байх дэлгэцтэй төхөөрөмжийн тоо
- **ST255Q01JA: 0.313** – Сурагчийн гэрт байх номын тоо
- **MISCED: 0.265** – Эхийн боловсролын түвшин
- **ST251Q03JA: 0.261** – Сурагчийн гэрт байх ариун цэврийн өрөөний тоо
- **HISCED: 0.258** – Эцэг, эхийн боловсролын түвшин
- **PAREDINT: 0.258** – Эцэх, эхийн оролцоо
- **FISCED: 0.240** – Эцгийн боловсролын түвшин
- **STRATUM: -0.0096** – Бүс нутаг дахь давхарга
- **REGION: -0.157** – Бүс нутаг
- **ST005Q01JA: -0.282** – Эхийн дүүргэсэн боловсролын хамгийн дээд түвшин

- b. Математикийн амжилт (PV1MATH)-д нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг тодорхойлсон корреляцын шинжилгээний үр дүн:

- **PV1SCIE: 0.845** – Байгалийн ухааны хичээлийн амжилтын оноо
- **PV1READ: 0.769** – Уншиж ойлгох чадварын оноо
- **HOMEPOS: 0.428** – Хөрөнгийн үзүүлэлт
- **ESCS: 0.414** – Эдийн засаг, нийгэм, соёлын байр суурь. Энэ нь эцэг эхийн боловсролын түвшин, ажил эрхлэлт, гэр бүлийн орлого, гэр бүлийн орчин дахь нийгмийн болон соёлын хүчин зүйлсээс хамаарсан хувьсагч
- **ST253Q01JA: 0.352** – Сурагчийн гэрт байх дэлгэцтэй төхөөрөмжийн тоо
- **ST255Q01JA: 0.331** – Сурагчийн гэрт байх номын тоо
- **ST251Q03JA: 0.297** – Сурагчийн гэрт байх ариун цэврийн өрөөний тоо
- **MISCED: 0.266** – Эхийн боловсролын түвшин
- **PAREDINT: 0.260** – Эцэх, эхийн оролцоо
- **HISCED: 0.257** – Эцэг, эхийн боловсролын түвшин
- **FISCED: 0.246** – Эцгийн боловсролын түвшин
- **STRATUM: -0.003** – Бүс нутаг дахь давхарга
- **REGION: -0.123** – Бүс нутаг
- **ST005Q01JA: -0.295** – Эхийн дүүргэсэн боловсролын хамгийн дээд түвшин

Дээрх хоёр корреляцын шинжилгээний үр дүнгээс, байгалийн ухааны амжилтад хамгийн хүчтэй нөлөө үзүүлж буй хүчин зүйл нь математикийн мэдлэг ур чадвар, дараагийн хүчтэй нөлөө үзүүлж

буй нь уншиж ойлгох чадвар гэж тогтоогдсон. Математикийн амжилтын хувьд, хамгийн хүчтэй нөлөө үзүүлж буй хүчин зүйл нь байгалийн ухааны мэдлэг ур чадвар, дараагийн хүчтэй нөлөө үзүүлж буй нь уншиж ойлгох чадвар гэж тогтоогдсон. Байгалийн ухаан, математикийн аль алины хувьд сурагчийн бусад шинж чанар нь дунд болон сул нөлөө үзүүлж байгаа нь харагдсан ба эдгээр шинж чанар нь давтагдсан шинжтэй байсан.

- с. PISA судалгаанд сурагчдыг 4 бүсэд хувааж, бүс тус бүрийг 2-4 давхарга (нийт 12 давхарга)-д хуваан ангилсан. Мөн PISA судалгаанд түүврийн төлөөлөх чадварыг хангахын тулд жингийн коэффициент (W_{FSTUW}), давталтын жингийн коэффициент ($W_{FSTR1-W_{FSTR80}}$)-ийг ашигладаг. Ангилал бүрийн сурагчийн тоо харилцан адилгүй ($\min = 80$, $\max = 2282$) байсан тул статистикийн чадварт сөргөөр нөлөөлж болзошгүй гэж үзээд, PISA-аас санал болгосон жингийн коэффициент (W_{FSTUW})-ийг ашиглан бүс нутаг болон бүс нутаг дахь давхаргаар байгалийн ухаан болон математикийн амжилтын үр дүнг шинжилсэн.

Бүс нутаг болон бүс нутгийн давхаргаар тус тус байгалийн ухаан болон математикийн амжилтын ялгааг жингийн коэффициенттэй болон жингийн коэффициентгүй байдлаар харьцуулахад аль алины хувьд илэрхий зөрүү үүсээгүй.

Эндээс, олон хүчин зүйлийн шугаман регрессийн шинжилгээ хийж, таамаглах загварыг үнэлэхийн тулд PVISCIE, PVIMATH, PVIREAD, HOMEPOS, ESCS, ST253Q01JA, ST255Q01JA, ST251Q03JA, MISCED, PAREDINT, HISCED, FISCED, REGION, ST005Q01JA гэсэн 14 хувьсагчийг сонгосон болно.

2.2. Олон хүчин зүйлийн шугаман регрессийн шинжилгээ: Сонгосон хувьсагчдын хувьд байгалийн ухаан болон математикийн амжилтад үзүүлэх нөлөөний чиглэл, хүчийг үнэлэх, статистикийн дүнг R^2 , Adj. R^2 , P-value зэрэг үзүүлэлтээр баталгаажуулах

- а. Шугаман регрессийн үр дүн, PVISCIE-ын хувьд
- **R-squared: 0.746:** Загварын $R^2=74.6\%$, үлдэгдэл нь 25.4% -ийг эзэлж байна. Эндээс **загвар маш сайн** гэж дүгнэж болно.
 - **Adj. R-squared: 0.745:** Эндээс, уг загвар нь үр дүнг 74.5% тайлбарлах боломжтойг харуулж байна.
 - **F-statistic: 986.5, Prob (F-statistic): 0.00** нь уг загвар статистикийн хувьд чухал гэдгийг баталж байна. Нэг үгээр хэлбэл уг загвар нь **итгэлтэй, бодит нөлөөтэй** гэсэн үг.

Хувьсагчдын нөлөө:

- **PVIMATH: 0.5790 (P-value: 0.000)** – PVIMATH нь маш чухал хувьсагч бөгөөд 1 нэгжээр нэмэгдэхэд PVISCIE 0.5790 нэгжээр нэмэгдэх хандлагатай.
- **PVIREAD: 0.2551 (P-value: 0.000)** – PVIREAD ч мөн эергээр нөлөөлөх ба энэ хувьсагчийн 1 нэгжийн өөрчлөлт нь PVISCIE-г 0.2551 нэгжээр нэмэгдүүлнэ.
- **HOMEPOS: 0.6982 (P-value: 0.617)** – Хөрөнгийн үзүүлэлт нь PVISCIE хувьсагчид сул нөлөөтэй, энэ хувьсагчийн P-value нь 0.617 байгаагаас үзвэл статистикийн хувьд чухал ач холбогдолгүй.
- **ESCS: -1.4891 (P-value: 0.286)** – ESCS нь сөрөг хамааралтай ч P-value нь 0.286 учир статистикийн хувьд чухал ач холбогдолгүй.
- **REGION: -3.0492 (P-value: 0.000)** – Бүс нутаг нь сөрөг хамааралтай, энэ хувьсагчийн нэгжийн өөрчлөлтөд PVISCIE нь 3.0492 нэгжээр буурах хандлагатай.
- **ST253Q01JA: 1.4200 (P-value: 0.000)** – Сурагчийн гэрт байх дэлгэцтэй төхөөрөмжийн тоо нь эерэг нөлөөтэй, PVISCIE хувьсагчийг 1.42 нэгжээр нэмэгдүүлэх хандлагатай.
- **ST251Q03JA: -2.9631 (P-value: 0.011)** – Сурагчийн гэрт байх ариун цэврийн өрөөний тоо нь сөрөг нөлөөтэй бөгөөд энэ хувьсагчийн 1 нэгжээр нэмэгдэх нь PVISCIE-г бууруулах хандлагатай.

Үлдэгдлийн шинжилгээ:

- **Durbin-Watson: 2.013** – Авто корреляц байхгүй, таамаглал сайн.
 - **Omnibus = 8.976, p = 0.011** – Үлдэгдлийн тархалт хэвийнээс бага зэрэг зөрсөн.
 - **Jarque-Bera=10.557, p=0.005** – Үлдэгдлийн тархалт хэвийнээс бага зэрэг зөрсөн.
- б. Шугаман регрессийн үр дүн, PVIMATH-ын хувьд (энд, загвараас PVISCIE-г хассан)
- **R-squared: 0.616** : Загварын $R^2=61.6\%$, үлдэгдэл нь 38.4% . Эндээс загварыг **хангалттай сайн** гэж дүгнэж болно.
 - **Adj. R-squared: 0.614** : Эндээс, уг загвар нь үр дүнг 61.4% тайлбарлах боломжтой гэдгийг харуулж байна.
 - **F-statistic: 583.0, Prob (F-statistic): 0.00** нь уг загвар статистикийн хувьд чухал гэдгийг баталж байна.

Хувьсагчдын нөлөө:

- **PVIREAD: 0.7867 (P-value: 0.000)** – PVIREAD нь чухал хувьсагч, 1 нэгжээр

нэмэгдэхэд PV1MATH нь 0.7867 нэгжээр нэмэгдэнэ.

- **HOMEPOS: 3.8868 (P-value: 0.039)** – HOMEPOS нь 1 нэгжээр нэмэгдэхэд PV1MATH 3.89 нэгжээр нэмэгдэх хандлагатай.
- **ESCS: 3.0435 (P-value: 0.105)** – ESCS нь эерэг хамааралтай ч P-value нь 0.105 учир статистикийн хувьд ач холбогдол нь дундаж.
- **REGION: 2.6418 (P-value: 0.000)** – Бүс нутаг нь эерэг хамааралтай, энэ хувьсагчийн нэгжийн өөрчлөлтөд PV1MATH нь 2.6418 нэгжээр өсөх хандлагатай.
- **ST253Q01JA, ST255Q01JA, ST251Q03JA:** Эдгээр хувьсагчийн утга нь математикийн оноонд эерэг нөлөөтэй.
- **ST005Q01JA: -3.5303 (P-value: 0.001)** – Энэ нь хувьсагч нь сөрөг хамааралтай бөгөөд 1 нэгжээр нэмэгдэхэд математикийн оноог бууруулах хандлагатай. Энэ нь эхийн боловсролын түвшин бөгөөд урвуу байдлаар кодлогдсон. Тиймээс эхийн боловсролын түвшин нэмэгдэхэд хүүхдийн математикийн дүн нэмэгдэнэ гэсэн үг. Статистикийн хувьд чухал ач холбогдолтой.

Үлдэгдлийн шинжилгээ:

- **Durbin-Watson: 1.984** – Авто корреляц байхгүй, таамаглал сайн.
- **Omnibus = 9.248, p =** Үлдэгдлийн тархалт хэвийнээс бага зэрэг зөрсөн.
- **Jarque-Bera=9.157, p=0.0103** – Үлдэгдлийн тархалт хэвийнээс бага зэрэг зөрсөн.

2.3. Өгөгдлийн шинжилгээний үр дүн

Корреляц

- **Байгалийн ухааны амжилтад** хамгийн хүчтэй хамааралтай хувьсагч нь математикийн оноо ($r = 0.845$), дараа нь уншиж ойлгох чадварын оноо ($r = 0.757$) байв.
 - **Математикийн амжилтад** хамгийн хүчтэй хамааралтай хувьсагч нь байгалийн ухааны оноо ($r = 0.845$), дараа нь уншиж ойлгох чадварын оноо ($r = 0.769$) байв.
 - Нийгэм-эдийн засгийн үзүүлэлтүүд болон эцэг, эхийн боловсролын түвшин нь дунд болон сул хамааралтай нь тогтоогдсон.
- Олон хүчин зүйлийн шугаман регресс**
- **Шинжлэх ухааны амжилтын загвар** ($R^2 = 0.746$): Математикийн оноо ($\beta = 0.579$, $p < 0.001$) болон уншиж ойлгох чадвар ($\beta = 0.255$, $p < 0.001$) нь хамгийн хүчтэй эерэг нөлөөтэй байв.

- **Математикийн амжилтын загвар** ($R^2 = 0.616$): Уншиж ойлгох чадвар ($\beta = 0.787$, $p < 0.001$) нь хамгийн хүчтэй эерэг нөлөөтэй байсан бөгөөд нийгэм-эдийн засгийн үзүүлэлтүүд мөн статистикийн ач холбогдолтой эерэг нөлөөтэй байв.
- Бүс нутгийн ялгаа нь статистикийн хувьд чухал ач холбогдолтой ч нөлөөллийн хэмжээ бага.
- Байгалийн ухаан болон математикийн амжилтыг таамаглах хоёр загварын аль аль нь статистикийн хувьд хангалттай сайн, бодит нөлөөтэй гэж гарсан.

IV. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Энэхүү судалгааны дүнгээс харахад Монгол улсын сурагчдын байгалийн ухааны амжилт нь математикийн болон уншиж ойлгох чадвараас хүчтэй хамаарч байна. PISA өгөгдөлд суурилсан өмнөх судалгаанууд ч мөн эдгээр хоёр чадвар нь шинжлэх ухааны гүйцэтгэлийн чухал урьдчилан таамаглагч болохыг тогтоосон бөгөөд манай улсын хувьд ч энэ хандлага батлагдав. Энэ нь боловсролын хөтөлбөр боловсруулах, сурагчдын гүйцэтгэлийг сайжруулахад математикийн болон уншлагын чадварыг зэрэг хөгжүүлэх стратеги шаардлагатайг илтгэж байна.

Гэр бүлийн орчны үзүүлэлтүүд, тухайлбал эцэг, эхийн боловсролын түвшин, гэрт байгаа номын тоо зэрэг нь байгалийн ухааны амжилтад эерэг нөлөөтэй боловч тэдгээрийн нөлөө нь үндсэн чадваруудын (математик, уншиж ойлгох) нөлөөтэй харьцуулахад харьцангуй сул байна. Энэ нь PISA өгөгдөлд суурилсан бусад орны судалгаатай нийцэж, гэр бүлийн орчин нь сурагчийн академик амжилтад нөлөөлдөг боловч энэ нөлөө нь сурагчийн сургуулийн орчин, хичээл заах чанар болон хувийн суралцах чадвараас илүү хүчтэй биш болохыг харуулж байна.

Сурагчдын амьдарч буй бүс нутгийн ялгаа нь байгалийн ухаан болон математикийн амжилтад харилцан адилгүй нөлөөтэй байв. Тодруулбал, бүс нутгийн ялгаатай байдлын улмаас байгалийн ухааны амжилт бага зэрэг буурах хандлагатай, харин математикт эсрэгээр бага зэрэг өсөх чиг хандлага ажиглагдав. Гэсэн хэдий ч бүс нутгийн ялгаа нь дээрх хоёр хичээлд үзүүлэх нөлөөллийн хэмжээ бага, бодит орчинд мэдэгдэхүйц нөлөө үүсгэхгүй байгаа нь ажиглагдав.

Мөн гэрт байгаа дэлгэцтэй төхөөрөмжийн тоо нь байгалийн ухаан болон математикийн амжилтад нөлөөтэй байсан нь технологийн хэрэглээний чанар болон суралцах дадлын харьцааны асуудлыг хөндөж байна. Энэ нь дэлгэцийн хэрэглээг хязгаарлах гэхээс илүү түүний боловсролд эерэг нөлөө үзүүлэх хэлбэрийг хөгжүүлэх шаардлагатайг илтгэнэ.

ДҮГНЭЛТ, ЗӨВЛӨМЖ

Судалгааны үр дүнгээс дараах гол дүгнэлтүүд гарч байна. Үүнд:

1. Математикийн чадвар нь байгалийн ухааны амжилтыг урьдчилан таамаглахад хамгийн хүчтэй нөлөөтэй хувьсагч болох нь тогтоогдсон.

2. Уншиж ойлгох чадвар нь байгалийн ухаан болон математикийн амжилтыг таамаглахад хүчтэй нөлөөтэй боловч байгалийн ухааны хувьд математикийн чадвараас доогуур нөлөөтэй нь тогтоогдсон.

3. Нийгэм-эдийн засгийн үзүүлэлтүүд болон эцэг эхийн боловсролын түвшин нь эерэг нөлөөтэй ч нөлөөллийн хэмжээ нь дундаж болон сул байв.

4. Бүс нутгийн ялгаа нь сурлагын амжилтад статистикийн хувьд чухал ач холбогдолтой ч нөлөөллийн хэмжээ бага.

Эдгээр үр дүн нь боловсролын бодлого, сургалтын хөтөлбөр боловсруулахад дараах үндэслэлтэй зөвлөмжүүдийг дэвшүүлэх боломж олгож байна. Үүнд:

1. **Суурь чадварын уялдаа:** Математик болон уншлагын чадварыг зэрэгцээ хөгжүүлэх нь байгалийн ухааны амжилтыг нэмэгдүүлэх түлхүүр болох тул сургалтын хөтөлбөрт энэ чиглэлийн интеграцад суурилсан арга зүйг тусгах, хичээл хоорондын уялдааг бэхжүүлж, сурагчдыг байгалийн ухааны асуудлыг тоон болон текстэн мэдээлэлтэй холбон ойлгох чадварт сургах.

2. **Гэр бүлийн орчны дэмжлэг, оролцоо:** Эцэг, эхийн оролцоог нэмэгдүүлэх, гэрт болон сургуульд суралцахад дэмжлэг үзүүлэх ном болон бусад нөөц, хэрэгслийн хүртээмжийг нэмэгдүүлэх бодлого хэрэгжүүлэх.

3. **Сургалтын тэгш байдлыг дэмжих бодлого:** Нийгэм-эдийн засгийн ялгааг бууруулах,

хөдөө болон хотын сургалтын чанарыг тэгш хангах зорилгоор сургалтын нөөц, дэмжлэгийн хуваарилалтыг оновчлох, ядуу эмзэг бүлгийн сурагчдад чиглэсэн дэмжих хөтөлбөрүүдийг өргөжүүлэх.

4. **Технологийн зөв хэрэглээ ба мэдээлэлтэй харьцах чадвар:** Дэлгэц болон дижитал технологийн хэрэглээг суралцах үр дүнд чиглэсэн байдлаар зохицуулах, сурагчдыг мэдээлэлтэй зөв, шүүмжлэлтэй харьцах чадвар болон хиймэл оюун ухааныг хариуцлагатай ашиглах чадварт сургах

5. **Үндэсний үнэлгээ ба нотолгоонд суурилсан бодлого:** PISA хөтөлбөртэй төстэй үндэсний хэмжээний үнэлгээг тогтмол хэрэгжүүлж, боловсролын бодлогод нотолгоо болгон ашиглах, үнэлгээг бүс нутгийн ялгааг хянах бус суурь чадварын ахиц, бодлогын үр нөлөөг хэмжих хэрэгсэл болгон хөгжүүлэх.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Монгол Улсын Боловсролын тухай хуулийн 4.1-р заалт. УБ. 2002
- [2] OECD, E. Hanushek & L. Woessmann (2015). *Universal Basic Skills: What Countries Stand to Gain*, OECD Publishing, Paris, [http:// dx.doi.org/10.1787/9789264234833-en](http://dx.doi.org/10.1787/9789264234833-en).
- [3] Ömer Cem Karacaoğlu & Yusuf Kasap (2023). *The Effect of Reading Comprehension Skills on Mathematics and Science According PISA Data*
- [4] PISA Data Results: Excellence and Equity in Education (2015)
- [5] OECD, Education GPS, Mongolian Students Performance (PISA 2022), <https://gpseducation.oecd.org>, https://montsame.mn/mn/read/332971?utm_source

АРХИТЕКТУР ДАХЬ АТМОСФЕР БҮХИЙ ОРОН ЗАЙН ИЛЭРХИЙЛЭЛ

Сувд-Очирын АЛТАНГЭРЭЛ¹, Мягмаржавын АРИУНТУЯА²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн Барилга архитектурын сургууль, Архитектурын тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: altangerel.az@must.edu.mn¹, m.ariuntuya@must.edu.mn²

Abstract: There has been a growing tendency to incorporate architectural expression methods into design planning according to the function and purpose of buildings, aiming to influence human psychology. During the pre-design phase, user behavior is primarily examined to create an atmospheric environment, which helps finalize design concepts. Furthermore, atmosphere in architecture is regarded as one of the intangible factors that directly affect users' psychological states, and architects increasingly integrate this concept into their projects. This study explores the factors influencing the creation of atmospheric spaces and the methods of architectural expression employed to achieve them. Through the analysis of practical case studies, the research compares and evaluates outcomes from architectural design. The findings reveal that architectural expression methods such as light and shadow, scale, material, color, and visual perception serve as key elements in forming atmosphere. However, their modes of expression vary depending on the building's main function and the architect's conceptual intent and design philosophy.

Түлхүүр үг: хүний сэтгэл зүй, архитектурын илэрхийллийн арга, хэрэглэгчийн зан төлөв

I. УДИРТГАЛ

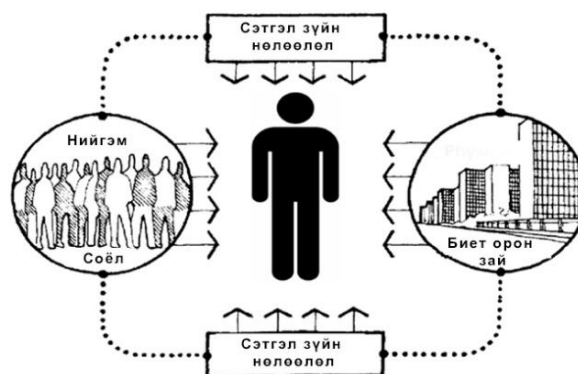
Биет орон зайн хүний мэдрэмжид нөлөөлөх нөлөөлөл нь барилга байгууламжийн онцлог, төрөл, архитекторын үзэл санаа зэргээс хамаарч, хэнд зориулж хэрхэн, яаж хүргэх вэ гэх зэрэгтэй холбоотой. Ялангуяа орон зай, орчны төлөвлөлтөөр дамжуулан, өөрийн үзэл санаа, философи, онцлог шинж зэргийг илэрхийлэх нь тухайн барилга хэрэглэгчдийн мэдрэмжид нөлөөлж ойлголт өгөх, цаашлаад анагаахын салбарт эмчилгээг зэрэг үр дүнтэй болгоход чухал нөлөө үзүүлж байна. Амьдрах орчныг амар амгалан, ажиллах орчныг үр бүтээмж өндөр, үзмэрийн барилгыг тухайн цаг үед очсон мэт мэдрэмжийг орон зайн атмосфер үүсгэж мэдрэмжид нөлөөлөх аргыг хэрэглэж буй. Иймд барилга хэрэглэгч буюу хүний сэтгэл зүйн онцлогтой холбож тайлбарлах нь зүйтэй юм.

II. ЗАДГАЙ ОРОН ЗАЙН ҮҮРЭГ БА АНГИЛАЛ

1. Хүний сэтгэл зүй ба архитектур

Сэтгэл судлаач Жон Барг, Тая Чартранд нарын 1999 онд хийсэн судалгаагаар бидний өдөр тутам амьдралдаа хийж буй сонголтуудын 95 орчим хувь нь автомат буюу тухайн үедээ аяндаа /ухамсарлахгүйгээр/ хийгддэг гэж үзжээ. Өөрөөр хэлбэл хүний уураг тархи анхнаасаа сэтгэл хөдлөл, мэдрэмж, зөн совин зэрэгт тулгуурлан шийдвэр гаргах хандлагатай байдаг [3].

Сэтгэл судлалын шинжлэх ухаан нь соёл, урлаг, архитектуртай шууд холбоотой бөгөөд архитектурт өнгө, орон зай, масштаб гэх мэт төрөл бүрдэл хэсгүүдийг тодорхой түвшинд зохистой төлөвлөснөөр атмосфер бүхий орон зайг үүсгэх боломжтой. Өнөө цагт үүнийг хүрээлэн буй орчны сэтгэл зүй гэх тодотголтойгоор авч үзэж байна [6].



1-р зураг. Хүний сэтгэл зүйд нөлөөлөх хүчин зүйлс [5]

Түүнчлэн хүний бичил орон зайн хэмжээ гэж байх бөгөөд үүнээс хамааран хүрээлэн буй орчныг мэдэрдэг байна. Тухайн хүнээс хэр зайд байгаагаас хамаарах ба дараах байдалтай байна. Үүнд:

- Интим зай - 0,45м
- Хувийн зай - 0,45-1,2м
- Нийгмийн зай - 1,2-3,6м
- Нийтийн зай - 3,6м

Өөрөөр хэлбэл энэ нь хүний харах өнцөг болон хэр зайд байгаагаас хамаараад тухайн хүний сэтгэл зүйд нөлөөлөх нөлөөлөл нь харилцан адилгүй байна [5].



2-р зураг. Хүний бичил орон зайн төрөл [5]

2. Архитектур дахь атмосфер

Германы философич Бёме Гернот атмосфер гэх ойлголтыг тодорхойлсон ба тэрээр “Оршин буй юмсын хөөрөл” гэсэн байдаг. Тухайн зүйлс тодорхой хэмжээст орон зайд өөрөөсөө гадагшлуулах энергийг орчин тойрондоо нөлөөлөх нөлөөллийг хэлнэ гэжээ [4]. Өөрөөр хэлбэл энэ нь тодорхой нэг биетээр дамжуулан субъектэд нөлөөлж буй мэдрэмж болно.

Японы судлаач Каваи улирал ба навчис өнгөө өөрчлөх буюу улирлын өөрчлөлтөөс хамаарсан гадна ба дотор орон зайн хамаарлын тухай дурдаж байсан. Ингэснээр орон зайг бие махбод болоод ухамсрын түвшинд яг л тэдгээрийн хоорондох хязгаарыг

сарниулах мэтээр мэдрүүлэх боломжтой дизайны санаа юм [7]. Энэ нь Японы уламжлалт архитектурын дизайны санаа боловсруулалтын үед барилгын гол үүрэг зориулалт болон хэрэглэгчийн түүнээс авах мэдрэмжийг нарийн нягт агаад энгийн байдлаар тусгадаг байсантай холбоотой.

Дараах зурагт атмосфер бүхий орчинг бүрдүүлэхэд нөлөөлөх архитектурын илэрхийллийн хүчин зүйлс болон түүнд харьяалагдах элементүүдийг харуулав (3-р зураг). Атмосферт харагдац, гэрэлтүүлэг, өнгө, материал, объект, орон зай зэрэг хүний мэдрэхүйн эрхтэн системээр дамжин хүрэх хүчин зүйлсийг авч үздэг байна.



3-р зураг. Архитектурын атмосфер ба түүнд нөлөөлөх хүчин зүйл, хүний ухамсарын хамаарал [7]

III. ПРАКТИК ЖИШЭЭНҮҮД

Минимал архитектурын урсгалын төлөөлөл архитектор Андо Тадао нь байгалийн хүчин зүйлсийг өөрийн уран бүтээлдээ тусгадаг нэгэн. Тэрбээр архитектурын материал, гэрэл ба сүүдэр, байгалийн тодорхой үзэгдэл болон өөрчлөлт зэргээр өөрийн төслийг нэгэн бодгаль болгодог нь түүний онцлог болдог.

Бүтээгдсэн орчныг байгальтай холбосон орон зайг төслүүддээ тусгасан ба энэхүү атмосфер бүхий орон зай нь эргэцүүлэн бодох, байгальд уусах, хэсэг хугацаанд дотоод хүнтэйгээ ярилцах зэрэг боломжийг олгодог гэдэгт итгэдэг нэгэн билээ.

Тэрээр Сүмиёоши сууцны төсөлдөө дээрх аргыг ашиглан гадаад болон дотоод орон зайн холбоог гаргах, хувийн шинж чанартай гадаад орон зайг бий болгох зорилгоор “Савласан орон зай” гэх онцлогийг тусгасан. Сууцны голд хоёр давхрын өндөртэй двор буюу нээлхий үүсгэн, түүгээр байгалийн симуляци явагдаж, дотогш чиглэсэн цэлгэр цонхоор харагдах нь барилга хэрэглэгчдийн сэтгэл зүйд нөлөөлөх атмосфер бүхий орчин бүрдсэн нь уг төслийн онцлог болсон гэдэг [1].



4-р зураг. Сүмиёоши сууцны барилгын өрөөнөөс дворын орон зай руу харах онцог, Осака, Япон улс, 1976 он
Эх сурвалж: <http://www.berlogos.ru/article/chelovek-tvoryashij-chudesu/>

Түүний бас нэгэн төсөл нь Гэрэлт сүм бөгөөд энэхүү төслийн онцлог нь загалмай хэлбэрийн нээлхийгээр байгалийн гэрэл нэвтрэн бясалгах, эргэцүүлэн бодох атмосфер үүсгэсэнд оршино. Гэрэл ойх өнцгийг нарийн чанд тооцон, жишүү бетон хана төлөвлөн энэхүү орон зайг бий болгосон байдаг. Тэрхүү байгалийн гэрэл нь бетонон ханын хамт нарны ээвэрлэлтээс хамааран цаг хугацаа урсаж буйг мэдрэх, гэрлийн туяа болон өнцгөөс хамааран тухайн орчноос авах мэдрэмж өөрчлөгдөхөд анхаарсан байдаг [2]. Энэхүү санаагаа тэрээр Модернист архитектор Ле Корбюзен “Ромын Католик сүм”-ийн барилгын гэрэлтүүлгийн аргаас санаа авсан гэдэг.



5-р зураг. Гэрэлт сүмийн барилгын байгалийн гэрэлтүүлгийн нөлөөгөөр үүсэх атмосфера, Осака, Япон улс, 1989 он
Эх сурвалж: <https://www.archdaily.com/101260/ad-classics-church-of-the-light-tadao-ando>

Үүнээс авч үзвэл тус атмосфер бүхий орон зайг үүсгэхдээ Японы онцлог болох энгийнээр гүн утгыг агуулсан, эргэцүүлэн бодох болон байгалиас үргэлжилсэн байх буюу минимал шинжийг өөрийн онцлог болгосон байна. Энэхүү арга нь Японы уламжлалт цэцэрлэгжүүлэлтийн философи болсон байх ба илэрхийллийн төлөв даруу буюу минимал байх хэв шинжтэй. Ингэснээр байгальтай уусах, амар амгаланг мэдрэх боломж орон зайн атмосфер үүснэ гэдэг.

Архитектур төлөвлөлтөөр хүний сэтгэл зүйд хүчтэй нөлөөлж, сургамж хайрлах, тухайн он цаг үеийн тодорхой нэгэн үйл явдлыг мэдрүүлэх зорилгоор бий болгосон төлөвлөлтийн нэгэн жишээ нь Германы Берлин хотод байрлах Еврейн музей юм. Тухайн музей нь хуучны загвар бүхий үндсэн барилга ба орчин үеийн загварын өргөтгөлийн барилгаас бүрдэх ба гол төлөв архитектурын эсрэгцлийн аргыг ашигласан байдаг.



6-р зураг. Еврейн музей, Берлин, Герман улс, 2001
Эх сурвалж: <https://www.architekturabiznes.pl/en/museum-berlin-libeskind,37176.html>

Архитектор Даниел Либескинд дизайны санаагаа тодорхойлохдоо “Зохион байгуулалт болон уялдаа холбоо гэх оюун санааны хоёр шулуун учир шулуунуудын хооронд гэж нэрийднэ” гэсэн байдаг [9]. Тус судалгааны хүрээнд анхны санааг зураглав (7-р зураг).



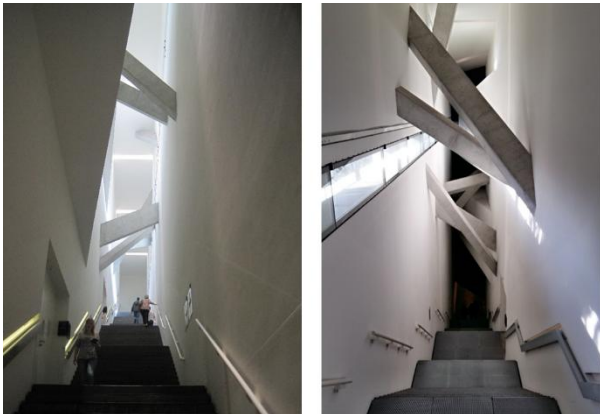
7-р зураг. Еврейн музейн дизайны санаа боловсруулалтын зураглал

Дэлхийн хоёрдугаар дайны үед мэдрэж байсан бүхий л мэдрэмжүүдийг орон зайн төлөвлөлтөөр, атмосфер үүсгэн мэдрүүлэхэд оршино. Тухайн барилгын үзмэрийн хэсгүүд нь тус бүр тухайн үеийн Еврей хүмүүст үлдсэн сонголт, төгсгөлүүдийг илэрхийлсэн гэдэг.



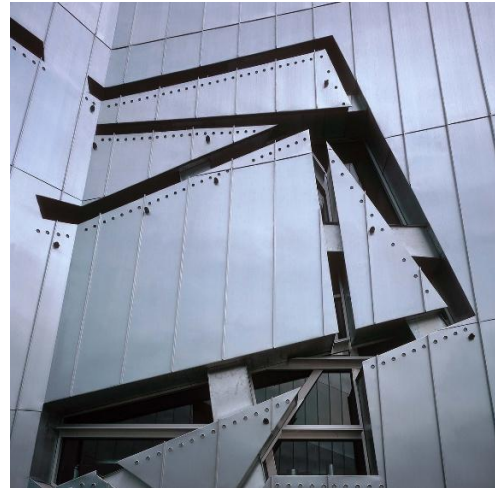
8-р зураг. Еврейн музейн үзмэрийн орон зайн төрөл ба хөдөлгөөний схем [8]

Барилгын үндсэн бүтээц нь ган бүтээцтэй бөгөөд бүтээцийн гадуур цуллаг харагдахаар бүрсэн архитектурын материалыг тусгасан байдаг. Гадна фасадны хувьд титанан цайр метал гадаргуу нь нарны гэрэл, өдөр зэргээс хамаараад бүрхэг өдөр хар бараан өнгөтэй, гэгээтэй өдөр цэнхэрдүү өнгөтэй болж харагддаг [8]. Музейн барилга нь байгалиас хөндий органик бус материалыг сонгон цуллаг гадаргуутай төлөвлөсөн нь төслийн бусад архитектурын илэрхийлэлтэй хоршиж сөрөг атмосфер үүсгэж байна. Түүнчлэн цонхыг тухайн барилгын давхрыг мэдэгдүүлэхгүйн тулд тэгш бус хэмтэй хуваалт маягаар төлөвлөжээ.



9-р зураг. Шатны орон зайн харагдах байдал
Эх сурвалж: Bitter Bredt

Архитектур дахь харах өнцгийг хөдөлгөөний урсгал болон архитектурын материал, гэрэл сүүдэртэй хоршуулан ашигласан жишээ нь түвшин хоорондыг холбосон шатны орон зай юм. Шатаар дээшээ өгсөх хөдөлгөөн хийх үед гэрэл гэгээтэй байх бөгөөд эсрэг хөдөлгөөний урсгалд доош уруудахад тэгш бус хэмтэйгээр хананаас сүлбэлдсэн цуллаг бетонон элемент давчуу түнэр харанхуй орон зай руу хөтлөх мэт санагдуулам. Орон зайн шилжилтийг эсрэгцлийн аргаар харах өнцөг дээр хөдөлгөөний урсгалыг нэмж архитектурын илэрхийллийн аргаар маш оновчтой төлөвлөсөн нь харагдаж байна.



10-р зураг. Цонхны хуваалт ба архитектурын цуллаг материал
Эх сурвалж: Bitter Bredt

Дотоод орон зайн хувьд гэрэл сүүдрийг маш нарийн тооцоолон, хөдөлгөөний урсгалаас гадна масштаб ба архитектурын материалтай хослуулан шийдэл боловсруулсан байдаг. Үзмэрийн танхимуудын нэг болох “Үхлийн цамхаг” нь энэхүү аргыг ашиглан хүний масштабаас өндөр буюу 24 метр цуллаг орон зайд орой хэсэгт багахан хэмжээний гэрэл төлөвлөсөн байдаг.



11-р зураг. Еврейн музейн “Үхлийн цамхаг” үзмэрийн орон зайн дотоод засал
Эх сурвалж: <https://www.behance.net/gallery/189234/The-Jewish-Museum-Berlin/modules/746083>

Зохиолч Эли Визелийн бичсэн “Шөнө” нэртэй тухайн үеийн хэлмэгдүүлэлтийн тухай номд хоморголон шатаах үед өөрсдийн ээлжээ хүлээн зогсох хохирогчдын нүд “Хоосон” гэх зүйлийг илэрхийлж байсан ба тухайн үед нүдэнд нь туссан цорын ганц өөрөөсөө илч ялгаруулах гэрэл нь шатаах үед гарах гэрэл байсан талаар бичсэн байдаг. Яг энэхүү түүхийг эргэцүүлэн үхэл гэдэг зүйл тухайн үед Еврей хүмүүсийн цорын ганц итгэл найдвар байсан учир ийнхүү төлөвлөжээ.

ДҮГНЭЛТ

Архитектур дахь атмосфер нь архитектурын илэрхийллийн аргуудаар үүсэх бөгөөд барилга хэрэглэгчийн сэтгэл зүйд шууд нөлөөлдөг биет бус хүчин зүйлсийн нэг болно. Атмосфер нь тухайн барилгын үндсэн зориулалтаас хамаараад эерэг эсвэл сөрөг байж болохыг энэхүү судалгаанд дурдсан практик жишээнүүдээс харагдаж байна. Түүнчлэн архитектурыг илүү өгүүлэмжтэй, философи бүхий болгож байна.

Практик дээрх жишээгээр хоёр өөр төрлийн, өөр зориулалттай барилгыг сонгож авсан бөгөөд зориулалт, зураг төсөл зохиогчийн үзэл бодлоос хамааран, ижилхэн архитектурын илэрхийллийн аргуудаас ашигласан боловч өөр атмосфер үүсгэж байна. Үүнд эсрэгцэл ба уусгалт, орон зайн шилжилтийг зөөллөх эсвэл хүчтэй мэдрүүлэх гэх зэргээр ялгаатай байдлаар төлөвлөсөн нь харагдаж байна.

Байгалийн элементүүд нь орон зай, орчныг илүү зөөллөх хандлагатай ба байгалиас үргэлжилсэн бүтээгдсэн биет орон зайн хэлбэрээр илэрхийлэгдэж байна. Үүний эсрэг байгалийн элементийг бага эсвэл бүр хассанаар сөрөг орон зайг үүсгэнэ.

Барилга хэрэглэгчийн онцлог, тухайн барилгын үндсэн зориулалтыг нягт тооцон, архитектурын илэрхийллийн аргуудыг ашиглан сэтгэл зүйн тохиромжит атмосфер үүсгэх нь дизайн боловсруулалтын үндсэн зорилго гэдэг нь ажиглагдаж байна.

Тус практик жишээгээр зураг төсөл зохиогчид субъектив байдлаар объективыг харж, олон

мэдээллийг дизайны өмнөх судалгаагаар цуглуулан, задлан шинжлэх зэргээр анхны санаа боловсруулалтад туршиж үзсэний үндсэн дизайны санааг эцэслэдэг нь харагдаж байна.

Цаашид энэ төрлийн судалгаанд хүний сэтгэл зүйн олон янз байдал, төрөл бүрийн мэдрэмж болон орон зайн хоорондын хамаарлыг тоон мэдээллээр илэрхийлэн, корреляци болон регрессийн шинжилгээний аргаар үр дүнг боловсруулах боломжтой гэж үзэж буй.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Э.Пүрэв-Эрдэнэ, “Орчин үеийн архитектурын түүх”, Мөнхийн үсэг ХХК, Улаанбаатар хот, 2019 он
- [2] Ando Tadao, “Tadao Ando 3: Inside Japan. Tokyo”, TOTO Publishing, 2008, ISBN: 978-4887062962
- [3] Bargh, J. A., & Chartrand, T. L., “The unbearable automaticity of being”, *American Psychologist*, 54(7), 1999, pp. 462–479.
- [4] Böhme, G., “Atmosphere as a fundamental concept of a new aesthetics”, *Thesis Eleven*, 36(1), 1993, pp. 113–126.
- [5] Hamdy Mahmoud, H.-T., “Interior architectural elements that affect human psychology and behavior”. *The Academic Research Community Publication*, 1(1), 2017
- [6] Malik, S., Jamil, F., “The dynamics of the psychological approach in designing spaces: A study of architecture students”, *Journal of Art, Architecture and Built Environment*, 2(1), 2019, pp. 47–68.
- [7] Thampanichwat, C., Bunyarittikit, S., Moorapun, C., & Phaibulphitpong, P., “A Content Analysis of Architectural Atmosphere Influencing Mindfulness through the Lens of Instagram”, *Sustainability*, 15(13), 2023
- [8] Zhang, Z., Lu, J., & Zhang, X., “Emotionally-oriented design in museums: A case study of the Jewish Museum Berlin”, *Frontiers in Psychology*, 2024.
- [9] Цахим хаяг, “<https://www.jmberlin.de/en/libeskind-building>”, 2025. [Online].

ЖИЖИГ ДУНД ҮЙЛДВЭРЛЭЛ ЭРХЛЭГЧДИЙН БОРЛУУЛАЛТЫН ОРЛОГЫН ӨСӨЛТӨД НӨЛӨӨЛӨХ ХҮЧИН ЗҮЙЛСИЙН ШИНЖИЛГЭЭ

Нямсүрэнгийн МЯГМАРЗУЛ¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн, Менежментийн сургууль, Эдийн засаг, санхүүгийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: n.mzulaa@yahoo.com¹

Хураангуй: Судалгааны ажлын зорилго нь жижиг дунд үйлдвэрлэл эрхлэгчдийн борлуулалтын орлогын өсөлтөд нөлөөлөх хүчин зүйлсийн шинжилгээг гүйцэтгэж санал дэвшүүлэхэд оршино. Судалгааны ажилд Улаанбаатар хотод идэвхтэй үйл ажиллагаа явуулж буй 213 жижиг дунд үйлдвэрийг хамруулсан. Жижиг дунд үйлдвэрлэгчдээс Face to Face ярилцлагын арга ба санал асуулгын аргаар хосолсон хэлбэрээр судалгааг авч олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээг Stata14 программаар гүйцэтгэв. Жижиг дунд үйлдвэрийн борлуулалтын орлогын өсөлтөд нөлөөлөх дотоод хүчин зүйлс буюу хувьсагчдыг сонгохдоо олон улсад хэвлэгдсэн судалгааны ажлуудын арга зүйд үндэслэлээ. Хоёрдогч эх үүсвэрийн судалгааны ажлуудад дурдсанаар, жижиг дунд үйлдвэрлэлийг дэмжих бодлого, хөтөлбөрүүдийн хэрэгжилт хангалтгүй, эдийн засаг, санхүүгийн хувьд бэхжээгүй болох нь тодорхойлогдсон байна. Харин энэхүү гүйцэтгэсэн судалгааны ажлаар жижиг дунд үйлдвэрүүдийн борлуулалтын орлогыг өсгөхийн тулд суурилагдсан хүчин чадлын ашиглалт ба үйлдвэрийн барилгыг сайжруулах, үйлдвэрлэлийн шугам, техник технологийг дээшлүүлэх, үйлдвэрлэл эрхлэгчдэд экспортын мэдлэг олгох, зах зээлд нэвтрэхэд туслалцаа үзүүлэх, менежментийн ур чадварыг сайжруулах, импортын орцыг орлох үйлдвэрлэлийг хөгжүүлэх шаардлагатай нь батлагдлаа. Судалгааны ажлын хүрээнд олон жилийн турш хөгжүүлэхээр зорьсон ч тодорхой ахиц дэвшил төдийлөн гараагүй жижиг дунд үйлдвэрлэлийг хөгжүүлэхэд анхаарах асуудлыг тоон болон чанарын шинжилгээний арга зүйд тулгуурлан тодорхойлсон нь шинэлэг тал болно. Жижиг дунд үйлдвэрлэл эрхлэгчид судалгааны үр дүнд тулгуурлан хүний нөөцийг чадавхжуулах, техник, технологийг шинэчлэх, нөөцийн оновчтой хуваарилалт хийх боломжийг олгож буй нь практик ач холбогдлыг илэрхийлнэ.

Түлхүүр үг: экспортын талаарх мэдлэг, импортын нөлөө, үйлдвэрлэлийн хүчин зүйлс, хүчин чадал ашиглалт, борлуулалтад нөлөөлөх хүчин зүйлс

I. УДИРТГАЛ

Монгол Улсын жижиг, дунд үйлдвэр, үйлчилгээг дэмжих тухай хууль [8]-ийн 3.2, 4.1.1 дэх заалтыг үндэслэн 200 хүртэл ажилтантай, жилийн 2.5 тэрбум төгрөг хүртэл борлуулалтын орлоготой, үйлдвэрлэл, худалдаа, үйлчилгээний салбарт үйл ажиллагаа явуулдаг аж ахуйн нэгжийг “жижиг, дунд үйлдвэр, үйлчилгээ эрхлэгч” гэж тодорхойлсон байдаг.

Монгол Улсад үйл ажиллагаа явуулж буй 111.7 мянган аж ахуйн нэгжийн 92.4 хувь [9] нь монгол иргэний өмчлөлийнх байна. Эдгээр аж ахуйн нэгжүүдийн 98.5 хувь нь 50-аас доош тооны ажиллагчидтай.

Жижиг, дунд үйлдвэр, үйлчилгээ эрхэлдэг аж ахуйн нэгжийг эдийн засгийн үйл ажиллагааны салбараар авч үзвэл, худалдааны салбарт 46.7 хувь, үйлчилгээний салбарт 30.6 хувь, барилгын салбарт 9.9 хувь, аж үйлдвэрийн салбарт 8.4 хувь, хөдөө аж ахуйн салбарт 4.4 хувь нь үйл ажиллагаа явуулж байна [7].

Монгол Улсад хийгдсэн судалгааны ажлуудын үр дүнд тулгуурлан жижиг дунд үйлдвэрүүдийн тулгамдсан асуудлуудыг тодорхойлоход, санхүүжилтийн эх үүсвэр дутмаг, хүний нөөц дутагдалтай, техник технологийн орчин үеийн шийдэл нэвтрээгүй, экспортын баримжаатай үйлдвэрлэл эрхэлдэггүй асуудлууд багтана.

Судлаачдын гүйцэтгэсэн судалгааны ажлуудыг тоймловол:

Борлуулалтын орлогыг зарцуулалт талаас нь авч үзвэл, жижиг дунд үйлдвэрлэл эрхлэгчдийн үндсэн

зардлууд болох түүхий эд болон цалингийн зардалд нийт зардлын 45 орчим хувийг зарцуулдаг [2].

Монгол Улсын жижиг дунд үйлдвэрүүд борлуулалтын орлогынхоо 4.4 хувьтай тэнцэх зах зээлийн бус хэлцлийн зардал гаргадаг [4].

Жижиг дунд үйлдвэрлэгчдийн эрэлтэд тулгуурлан зээлийн багцыг бий болгожээ. Зээлийн хэмжээ 2018 онд 97.0 тэрбум төгрөгийг 213 үйлдвэрлэгчдэд олгож байсан бол 2024 онд 37.5 тэрбум төгрөгийг 224 жижиг дунд үйлдвэрлэл эрхлэгчдэд олгожээ [3].

Ц.Болормаа нарын судалгаагаар, жижиг дунд үйлдвэрийн салбарт учир байгаа гол бэрхшээлтэй асуудал нь санхүүжилтийн асуудал бөгөөд санхүүгийн түрээс, факторинг, хувьцаагаар хөрөнгө оруулах зэрэг санхүүжилтийн арга хэрэгслүүдийг үе шаттайгаар нэвтрүүлэх зайлшгүй шаардлага тулгарч байна [1].

Жижиг дунд үйлдвэрүүдийн тулгамдсан асуудалд хүний нөөцийн асуудал багтах ба 29.0% нь шаардлагад нийцсэн ур чадвар бүхий мэргэшсэн ажилчдаар бүрэн хангагдсан, 39.8% нь тодорхой хэмжээнд хангагдсан, 24.8% нь дунд зэрэг хангагдсан бол 6.4% хангагдаагүй [6].

Жижиг дунд үйлдвэрлэлтэй өрсөлдөх бүтээгдэхүүний импортыг хязгаарлах, үйлдвэрлэлд шаардлагатай түүхий эдийн импортод татварын дэмжлэг үзүүлэх хэрэгтэй болохыг судлаачид тодорхойлсон байдаг [5].

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Судлаач Nurleni. N, Bandang нарын судалгаа [12]-нд аж ахуйн нэгжийн борлуулалтын орлогод өмчлөлийн үзүүлэх нөлөөг, R. Lazarus нарын судалгаа [10]-нд аж ахуйн нэгжийн борлуулалтын орлогод нөлөөлөх эерэг ба сөрөг хүчин зүйлсийн шинжилгээг гүйцэтгэсэн.

Nazir. A нарын судалгааны ажил [11]-д борлуулалтын орлогын өсөлтөд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тодорхойлохдоо борлуулалтын орлогын өсөлтийг дараах байдлаар томъёолсон байна.

$$Sales\ growth = (S_t - S_{t-1}) / S_{t-1} \quad (1)$$

Энд, $Sales\ growth$ – борлуулалтын орлогын өсөлт, S_t – тухайн жилийн борлуулалтын хэмжээ, S_{t-1} – өмнөх жилийн борлуулалтын хэмжээ

Дээрх судлаачдын боловсруулсан арга зүйд тулгуурлан хамаарах хувьсагчаар борлуулалтыг орлогын өсөлтийг тооцож, харин хамаарах хувьсагчаар жижиг дунд үйлдвэрүүдийн дотоод хүчин зүйлийн үзүүлэх нөлөөг тооцов. Борлуулалтын орлогын өсөлтөд нөлөөлөх олон хүчин зүйлсийн регрессийн үндсэн тэгшитгэл [13]-д тулгуурлав.

$$Y = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + e \quad (2)$$

Энд, Y – үл хамаарах хувьсагч, X – хамаарах хувьсагч, β – коэффициент, e – алдааны утга.

Борлуулалтын орлогын өсөлтөд нөлөөлөх хамаарах хувьсагчдыг сонгохдоо Yendoutie Gnounfougou нарын судалгаа [14]-нд ангилсан ангиллыг үндэс болгов. Энэхүү судалгааны ажилд аж ахуйн нэгжийн борлуулалтын орлогод нөлөөлөх дотоод хүчин зүйлсийг дараах байдлаар ангилсан.

Шинж чанарыг илтгэх үзүүлэлтүүд:

- аж ахуйн нэгжийн үйл ажиллагаа явуулсан туршлага
- удирдлагын боловсролын түвшин
- өмчлөл
- аж ахуйн нэгжийн захирлын хүйс

Үндсэн үйл ажиллагааны үзүүлэлтүүд:

- хүчин чадлын ашиглалт
- техник, технологийн түвшин
- цахим борлуулалт
- экспорт

Удирдлагын мэдлэг, ур чадварын үзүүлэлтүүд:

- Бизнес эрхлэхэд шаардлагатай хууль, эрх зүйн мэдлэгийн түвшин
- Бизнесийн шийдвэр гаргалт, сонголт хийх ур чадвар

СУДАЛГААНЫ ТОО МАТЕРИАЛ

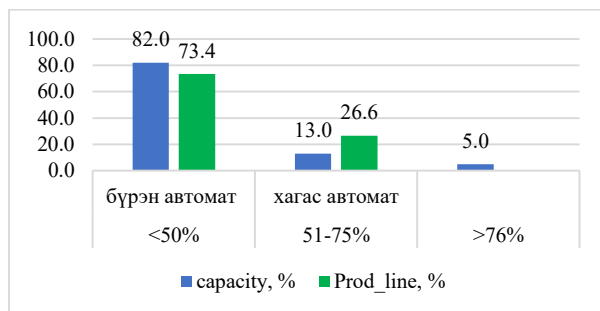
Улаанбаатар хотод идэвхтэй үйл ажиллагаа явуулж байгаа 213 жижиг дунд үйлдвэрлэгчдээс Face to Face ярилцлагын арга ба санал асуулгын судалгааг авсан.

Судалгаанд хамрагдсан жижиг дунд үйлдвэрлэл эрхлэгчдийн 11.3 хувь нь 24 жилээс дээш жилийн туршлагатай, 34.5 хувь нь 14-23 жилийн туршлагатай, 45.8 хувь нь 4-13 жилийн туршлагатай, 8.4 хувь нь 1-3 жилийн туршлагатай байна. Жижиг дунд үйлдвэрүүдийн 97.0 хувь нь “ХХК”, 3.0 хувь нь “нөхөрлөл, хоршоо”-ны статустай байв.

Хөдөө аж ахуйн үйлдвэрлэл 32.8 хувийг, хүнсний үйлдвэрлэл эрхлэгчид 20.9 хувийг, хөнгөн үйлдвэрлэл эрхлэгчид 19.1 хувийг, аялал жуулчлал эрхлэгчид 10.6 хувийг, бусад үйл ажиллагааны чиглэл нь 16.6 хувийг тус тус эзэлнэ.

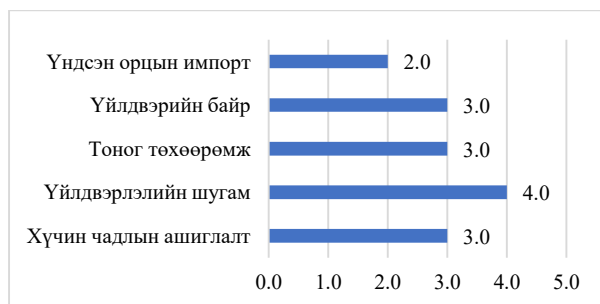
III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Жижиг дунд үйлдвэрүүдийн хүчин чадлын ашиглалт, ашиглаж буй техник технологийн түвшин нь борлуулалтын орлогод шууд нөлөөтэй. Иймд судалгаанд хамрагдсан жижиг дунд үйлдвэрүүдийн суурилагдсан хүчин чадлын ашиглалт ба суурилагдсан шугамыг дараах зургаар харуулав.



1-р зураг. Суурилагдсан хүчин чадлын ашиглалт ба үйлдвэрлэлийн шугам, хувиар

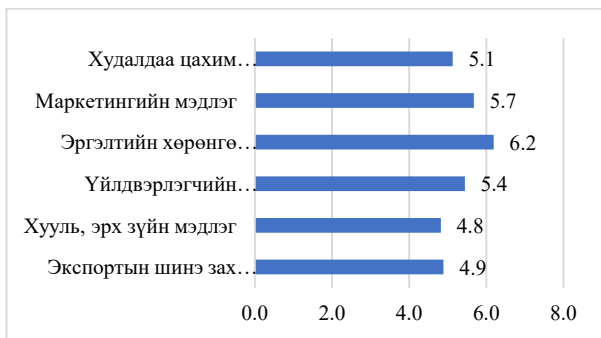
Жижиг дунд үйлдвэрүүдийн 82.0 хувь нь суурилагдсан хүчин чадлынхаа 50.0 хувьд ч хүрэхгүй ашиглаж байна. Энэ нь нөөц боломжийг дутуу ашиглаж байгааг илтгэнэ. Харин үйлдвэрлэлийн шугамын хувьд, 73.4 хувь нь бүрэн автомат бол үлдсэн нь хагас автомат шугамыг суурилуулсан.



2-р зураг. Үйлдвэрлэлийн хүчин зүйлсийн хангамж, хүрэлцээнд өгсөн үнэлгээ

Үйлдвэрлэлийн хүчин зүйлсэд өгсөн үнэлгээг судалбал, үйлдвэрлэлийн шугамын хувьд 5 онооноос 4 оноо өгч харьцангуй сайн хэмээн үзжээ. Харин үндсэн орцын импорт, үйлдвэрийн барилга, тоног төхөөрөмж, хүчин чадлын ашиглалтад 2-3 оноог өгсөн нь эдгээр хүчин зүйл хангалттай сайн бүрдэж бий болоогүйг илэрхийлнэ.

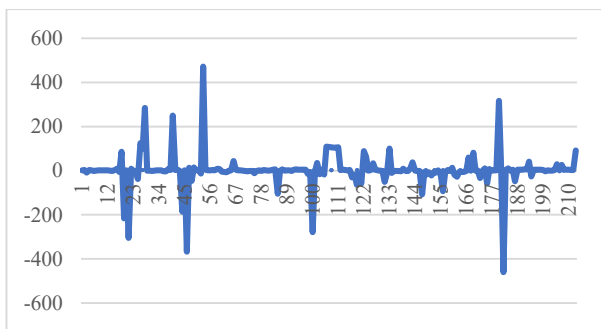
Жижиг дунд үйлдвэрлэл эрхлэгчдийн бизнесийг эрхлэх ур чадвартай эсэхийг тодрууллаа.



3-р зураг. Үйлдвэрлэгчдийн бизнесийн мэдлэгийн үнэлгээ

Жижиг, дунд үйлдвэрлэл эрхлэгчдийн сэтгэл ханамжийн үнэлгээг 10 хүртэлх оноогоор үнэлүүлэв. Одоогийн эрхэлж буй бизнест өгсөн сэтгэл ханамжийн үнэлгээний дундаж 4, харин ирээдүйд бизнесээ өргөжиж тэлнэ гэсэн итгэл нь 6 оноо байна. Өөрөөр хэлбэл, одоогийн бизнесийн үйл ажиллагаанд сэтгэл ханамж өндөр биш ч ирээдүйд өргөжих болно гэдэгт итгэл нь харьцангуй сайн гэж үзэж болно.

Борлуулалтын орлогын өсөлтийг ковидын нөлөө арилсны дараах жилүүдээр сонгох зорилтыг тавьж 2023, 2024 оны өсөлтөөр тооцов. Борлуулалтын орлогын өөрчлөлт нь сүүлийн хоёр жилийн дунджаар өсөлттэй буюу жилд дунджаар 77.6 хувиар өссөн.



4-р зураг. Борлуулалтын орлогын өсөлтийн дундаж (2024/2023, 2023/2022 оны өсөлтийн дундаж хувь)

Санал асуулгын судалгааны тоон болон чанарын мэдээллийг ашиглаж, олон хүчин зүйлийн регрессийн шинжилгээг Stata14 программаар гүйцэтгэсэн. Уг шинжилгээнд ашигласан хувьсагчдын статистик үзүүлэлтүүдийг дараах хүснэгтэд харууллаа.

СУДАЛГААНЫ ТОО МЭДЭЭЛЛИЙН СТАТИСТИК ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

1-р хүснэгт

Хувьсагч	N	Утга	Статистик зайлт	Хамгийн бага утга	Хамгийн их утга
Sales_growth	213	1.985	77.468	-460	471
Status	213	3.018	0.321	1	4
Ownership	207	1.053	0.314	1	4
Business	207	1.053	0.314	1	4
Gender	213	1.497	0.501	1	2
Experience	213	12.164	7.637	1	34
Capacity	213	1.953	0.845	1	4
Line	212	2.386	0.639	1	4
Equipment	212	1.452	0.730	1	4
Build	213	1.516	0.677	1	3
Import	213	1.262	0.482	1	4
Exp_know	213	4.892	2.393	1	10
Law_reg	213	4.821	2.239	1	10
Mana_skill	213	5.441	1.846	1	10
Finance	213	6.192	2.020	1	10
Mark	213	5.676	2.309	1	10
Digit_sales	213	5.131	2.263	1	10

Жижиг дунд үйлдвэрүүдийн аж ахуйн нэгжийн статус, өмчлөлийн хэлбэр, үйл ажиллагааны чиглэл, захирлын хүйс, ажилласан жилийн туршлагын талаарх мэдээллийг цуглуулсан. Мөн хүчин чадлын ашиглалт, үйлдвэрлэлийн шугам, тоног төхөөрөмж, байшин барилга, импортоос хамаарах байдалд 5 хүртэлх оноогоор үйлдвэрлэгч өөрийгөө үнэлсэн. Харин экспорт, хууль эрх зүйн мэдлэг, менежерийн ур чадвар, санхүүгийн чадамж, зах зээлд холбогдсон байдал, борлуулалтад дижитал суваг ашигладаг байдал гэсэн үзүүлэлтийн үнэлгээг нарийвчилж, 10 хүртэл оноогоор үнэлүүлсэн.

БОРЛУУЛАЛТЫН ОРЛОГЫН ӨСӨЛТ НӨЛӨӨЛӨХ ХҮЧИН ЗҮЙЛСИЙН ШИНЖИЛГЭЭ

2-Р ХҮСНЭГТ

Хувьсагчид	Шинж чанар, онцлогийг илтгэх загвар	Үйлдвэрлэлийн техник, технологийн үзүүлэх нөлөө	Экспорт, импортын үзүүлэх нөлөө	Нэгтгэсэн загвар	Хувьсагчийн үзүүлэх нөлөө
Status	1.316*** (0.209)			1.585*** (0.249)	+
Ownership	0.030 (0.242)			0.283 (0.270)	+
Business	0.574 (0.069)			0.322 (0.157)	+
Gender	0.290 (0.225)				+
Experience	0.008 (0.118)				+
Capacity		0.959*** (0.170)		0.357* (0.190)	+
Line		0.705*** (0.189)		0.443* (0.190)	+
Equipment		0.328 (0.196)		0.269 (0.176)	+
Build		0.321 (0.227)		0.433* (0.195)	+
Import			-0.199 (0.204)	-2.102*** (0.251)	-
Exp_know			0.054 (0.115)	0.033 (0.872)	+
Law_reg			0.127 (0.118)	0.602 (0.189)	+
Manag_skill			0.245* (0.108)	0.157 (0.184)	+
Finance			0.177* (0.086)	0.610 (0.169)	+
Mark			0.254* (0.982)	0.177* (0.759)	+
Digital_sales			0.079 (0.099)	0.407 (0.175)	+
Observation	206	211	212	205	
R-squared	0.84	0.82	0.84	0.90	

Борлуулалтын орлогын өсөлтөд жижиг, дунд үйлдвэрүүдийн шинж чанар, онцлогийн үзүүлэх нөлөөг харуулсан загварын үр дүнд тэдний статус 1.316*** (0.209) нь чухал нөлөөтэй байв. Нөхөрлөл, хоршооноос илүүтэйгээр компанийн статустай ажиллах нь борлуулалтын орлогын өсөлтөд эерэг, хүчтэй нөлөөтэй.

Борлуулалтын орлогын өсөлтөд үйлдвэрлэлийн техник, технологийн үзүүлэх нөлөөг тооцоход, суурилагдсан хүчин чадлын ашиглалт 0.959*** (0.170) ба үйлдвэрлэлийн шугамын бүтэн автоматажсан байдал 0.705*** (0.189) чухал ач холбогдолтой. Өөрөөр хэлбэл, борлуулалтын орлогыг өсгөхийн тулд хүчин чадлын ашиглалтыг дээшлүүлэх, үйлдвэрлэлийн шугамыг бүрэн автоматжуулах шаардлагатай.

Түүхий эд болон бусад орцыг импортолдог байдал ба экспортын бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх байдлыг илэрхийлэх шинжилгээний үр дүнд менежерийн ур чадвар 0.245* (0.108), санхүүжилтийн эх үүсвэр 0.177* (0.086), зах зээлтэй холбогдсон байдал 0.254* (0.982) борлуулалтын орлогын өсөлтөд чухал нөлөөтэй болох нь батлагдлаа.

Борлуулалтын орлогын өсөлтөд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг нэгтгэн шинжлэхэд, жижиг дунд үйлдвэрүүдийн статус 1.585*** (0.249), суурилагдсан хүчин чадлын ашиглалт 0.357* (0.190), үйлдвэрлэлийн шугам 0.443* (0.190), үйлдвэрийн барилга 0.433* (0.195), зах зээлд холбогдсон байдал 0.177* (0.759) чухал нөлөөтэй буюу эдгээр хүчин зүйлийг сайжруулснаар борлуулалтын орлогын

өсөлтийг бүрдүүлж чадна. Харин сөрөг нөлөөтэй хүчин зүйлс нь орцын импорт -2.102*** (0.251) байсан нь цаашид импортыг орлох орцын үйлдвэрлэлийг нэмэгдүүлэх, сайжруулах шаардлагатайг илтгэнэ.

ДҮГНЭЛТ

Төрөөс жижиг, дунд үйлдвэрлэлийг дэмжих бодлого, хөтөлбөрүүдийг хэрэгжүүлж байгаа хэдий ч эдийн засаг, санхүүгийн хувьд бэхжиж чадавхжиж чадаагүй байна.

Жижиг, дунд үйлдвэрүүдийн борлуулалтын орлогыг өсгөж, чадавхжуулахын тулд хүчин чадлын ашиглалтыг сайжруулах буюу нөөц бололцоог бүрэн дүүрэн ашиглах, улмаар экспортод чиглэсэн үйлдвэрлэлийн шугам, орчин үеийн техник технологийг суурилуулахад дэмжлэг үзүүлэх чухал юм.

Жижиг, дунд үйлдвэрүүдийн 60 гаруй хувь нь үйлдвэрлэлийн үндсэн ба туслах орцыг импортоор хангагдгаас хамаарч үйлдвэрлэлийн зардал өсөх, бүтээгдэхүүний чанар муу байх, борлуулалт бага байх зэрэг сөрөг нөлөөг нөхцөлдүүлдэг тул импортыг орлох бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлийг дэмжих шаардлагатай.

Борлуулалтын орлогын өсөлтийг хангах хүчин зүйлсийн нэг нь зах зээлд нэвтэрсэн байдал бөгөөд борлуулах зах зээлтэй холбогдож чадсан жижиг дунд үйлдвэрүүдийн борлуулалтын орлого өндөр өсөлттэй байна. Энэ нь судалгааны явцад жижиг дунд үйлдвэрүүдийн экспортын мэдлэг сул, зах зээлд хэрхэн нэвтрэхээ мэддэггүй гэсэн хариултуудаар давхар батлагдсан болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Ц.Болормаа нар "Монгол улс дахь жижиг, дунд үйлдвэрийн хөгжлийн бодлого, эрх зүйн өнөөгийн байдал: тулгамдсан асуудал", 2016. Улаанбаатар: Улсын их хурлын тамгын газар, Судалгааны хэлтэс. Retrieved from <https://www.uuh.mn/sudalgaa/s/791>
- [2] С.Билгүүн нар "Жижиг дунд үйлдвэрлэлийн хөгжил, санхүүжилтийн байдал", 2018. Улаанбаатар: Монгол банк. Retrieved from https://www.mongolbank.mn/file/files/documents/sudalgaa/SM_E_2018_report_last.pdf
- [3] Монгол Улсын их хурал, 2025. Retrieved from <https://www.parliament.mn>: <https://www.parliament.mn/nn/73906/>
- [4] Монгол Улсын их хурал "Төрийн мэдээлэл эмхэтгэл", 2019, №29. Улаанбаатар: УИХ.
- [5] Ч.Нарантуяа, Д.Гансүлд, З.Манлайбаатар "Жижиг дунд үйлдвэрийн хэлцлийн зардлын судалгаа", 2022. Улаанбаатар: Монгол банк, судалгааны товхимол №13. Retrieved from https://www.mongolbank.mn/file/files/documents/final%20paper2018_12.pdf
- [6] Д.Нарантуяа нар "Жижиг дунд үйлдвэрлэлийн салбар дахь гарааны бизнест импортын нэмэгдсэн өртгийн албан татварын ногдуулалтыг боловсронгуй болгох боломж", 2024. Улаанбаатар: Нээлттэй нийгэм хүрээлэн. Retrieved from <https://forum.mn/product/364279?page=4>
- [7] Хөгжлийн Шийдэл ТББ "Монгол Улсын жижиг дунд үйлдвэрүүдийн өрсөлдөх чадварын судалгаа", 2024. Улаанбаатар: USAID. Retrieved from <https://sudalgaa.gov.mn/mongol-ulsyn-zhizhigund-biznesyn-rsldkh-chadvaryn-sudalgaa-c6e>
- [8] YCX "Эдийн засгийн хөгжилд жижиг дунд үйлдвэрийн оруулж буй хувь нэмэр", 2022. Улаанбаатар: YCX. Retrieved from https://downloads.1212.mn/6woyTH1Vn1n-YIIRATdYuwCq-Z27qyL-x3CC1_is.pdf
- [9] YCX, www.1212.mn/business_registration
- [10] Lazarus, R. Lazarus, S., & Gupta, S. (2021). Influence of Corporate Performance by Determinants of Working Capital. *Universal Journal of Accounting and Finance*, 9(3), 411-423. doi:0.13189/ujaf.2021.090316
- [11] Nurleni, N., Bandang, A., Darmawati, & Amiruddin. (2018). The effect of managerial and institutional ownership on corporate social responsibility disclosure. *International Journal of Law and Management*, 60(4), 979-987. Retrieved from <https://doi.org/10.1108/IJLMA-03-2017-0078>
- [12] Nazir, A., Azam, M., & Khalid, M. U. (2021). Debt Financing and firm performance: empirical evidence from the Pakistan Stock Exchange. *Asian Journal of Accounting Research*, 6(3), 324-334. Retrieved from 10.1108/AJAR-03-2019-0019
- [13] Thomas Sumarson Goh (2022), Sales growth and Firm size impact on Firm value . *Mix journal ilmiah management*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/359421892>
- [14] Yendoutie Gnounfougou (2021), Determining Factors of Smes' Sales' Performance - Case of Togo. *Science Journal of Business and Management*. doi:10.11648/j.sjbm.20210903.11

НИЙТИЙН ХЭРЭГЦЭЭНИЙ ЗАДГАЙ ОРОН ЗАЙН ҮЗЭЛ БАРИМТЛАЛ БА ТӨЛӨВЛӨЛТИЙН ЗАРЧМЫН СУДАЛГАА

Сувд-Очирын АЛТАНГЭРЭЛ¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн Барилга архитектурын сургууль, Архитектурын тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: altangerel.az@must.edu.mn¹

Хураангуй: Нийтийн хэрэгцээний ногоон байгууламж бүхий задгай орон зай нь хотын амьдралын чанарыг сайжруулах, идэвхжүүлэх, цаашлаад хотод гарах гэмт хэргийн тоог бууруулдаг чухал орон зайн нэг бөгөөд хөгжиж буй улс орнуудын хувьд энэ орон зай дутагдалтай байдаг. Энэхүү судалгааны ажлаар дэлхийн улс орнуудын олон нийтийн задгай орон зайг төлөвлөхдөө баримталсан задгай орон зайн онол ба зарчим, анхаарсан зүйлсийг судалж дүн шинжилгээ хийсэн болно. Тус төрлийн судалгаанд чанарын болон тоон судалгааг хавсаргах бөгөөд задгай орон зайн чанарыг орчны зан төлөв болон тухайн орон зайд явагдах үйл ажиллагаатай шууд хамааралтай гэж үзэх ба тоон судалгаагаар тухайн үйл ажиллагаа явагдах нөхцөл бүрдэх тав тух болон түүнд хамаарах хүчин зүйл хоорондын хамаарлыг боловсруулдаг. Судалгааны үр дүнгээр задгай орон зайн чанарын шалгуур үзүүлэлт болон чанарт хамаарах хүчин зүйлсийг үнэлэх аргуудын хамт боловсруулав. Эдгээр хүчин зүйлс нь хүний сэтгэл зүйтэй шууд хамааралтай нийгмийн үйл ажиллагаа, тав тух, аюулгүй байдал болон орон зайн онцлог зэрэг болно.

Түлхүүр үг: амьдралын чанар, задгай орон зайн онол, орон зайн чанар

I. УДИРТГАЛ

Задгай орон зай гэдэг нь хотын амьдралыг идэвхжүүлэх, амьдралын чанарт эерэгээр нөлөөлөх, аюулгүй байдал болон газрын үнэ цэнийг нэмэгдүүлэх ач холбогдолтой, хот суурин газар заавал төлөвлөгдөх шаардлагатай, бүтээгдсэн орчныг байгальтай холбох гүүр нь болсон орон зай юм. Хотын ерөнхий дүр төрхөд хувь нэмрээ оруулахын зэрэгцээ байгальтай холбосон байхаар төлөвлөх нь хэрэглэгчдэд сэтгэл зүйн хувьд эерэг нөлөө үзүүлдэг. Мөн сэтгэл зүйд үзүүлэх нөлөөллийн нэг бол хүмүүс өдөр тутмын завгүй амьдралынхаа алжаал ядаргааг тайлах, чөлөөт цагаа өнгөрөөх, амрах боломжтой газар байдаг. Энэхүү судалгааны ажлаар задгай орон зайн чанарт нөлөөлөх нөлөөллүүд болон баримтлах зарчмыг судалж дүн шинжилгээ хийсэн болно.

II. ЗАДГАЙ ОРОН ЗАЙН ҮҮРЭГ БА АНГИЛАЛ

1. Задгай орон зайн үүрэг

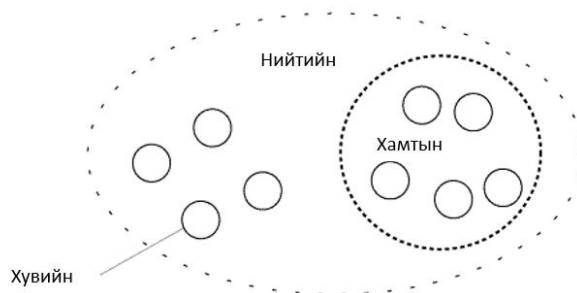
Нийтийн эзэмшлийн талбай нь бие бялдрын болон экологийн үүргээс гадна нийгмийн нэгдэл, орон нутгийн шинж чанарыг бий болгоход асар их хувь нэмэр оруулдаг. Нийгэм, эдийн засаг, соёлын янз бүрийн түвшний, насны бүлэг ямар ч хүн байлаа ч бүгд нийтийн эзэмшлийн талбайд тэгш эрхтэй. Тиймээс хотын талбай нь нийгмийн харилцан үйлчлэл, нийгмийн нэгдэл /харилцаа/ үүсдэг газар юм. Төлөвлөхдөө дараах 3 зүйлийг өөртөө агуулсан байна. Үүнд:

- Уриалан дуудсан: олон нийтийн хэрэгцээнд үйлчлэх ёстой; амралт, нээлт, идэвхтэй, идэвхгүй оролцоог хангах орон зайг иргэдэд олгох.
- Ардчилсан: Олон нийтийн газар бүх бүлэгт нээлттэй байх шаардлагатай.
- Утга учир бүхий: Хүмүүс тухайн газар холбоо тогтоож чаддаг байх ёстой. [3].

2. Задгай орон зайн ангилал, тэдгээрийн онцлог

Задгай орон зайг дараах байдлаар ангилан авч үздэг байна. Үүнд:

- Нийтийн эзэмшлийн задгай орон зай /Public open space/
- Хамтын эзэмшлийн задгай орон зай /Semi private open space/
- Хувийн эзэмшлийн задгай орон зай /Private open space/ гэж тус тус ангилна.



1-р зураг. Задгай орон зайн эзэмшлийн төрөл
Эх сурвалж: Paul Varghese

Задгай орон зай нь хот суурин газар хүний амьдралын чанарт хамгийн ихээр нөлөөлдөг хүчин зүйлсийн нэг мөн. Гэвч хурдацтай хотжилт энэ төрлийн орон зайг устгах аюулттай байгаа ба ингэснээр амьдралын чанарт сөргөөр нөлөөлөх хандлагатай байна. Харин задгай орон зайг нэмэгдүүлж, тэднийг хамгаалснаар нийгмийн, эдийн засгийн, хүрээлэн буй орчны, соёлын эерэг нөлөөгөөр хүний амьдралыг улам бүр сонирхолтой болгож, сайн сайхан байдлыг нэмэгдүүлнэ [1].

Задгай орон зайн биет орон зайн төрлүүд	
Эзэмшлийн хэлбэр	Зориулалт
Олон нийтийн	Олон нийтийн цэцэрлэг
	Хөрш орчны цэцэрлэг
	Гудамж
	Явган зорчигчийн зам
	Автомашингүй эсвэл хөдөлгөөний эрчим багатай гудамж
Хагас хязгаарлагдмал	Ногоон зурвас бүхий орон зай
	Эрэг дагуух задгай орон зай
	Нийгмийн зориулалттай орон зай
	Сууцны барилгын двор, тоглоомын талба
Хувийн	Атриум/хатуу хучилттай задгай рекраци орон зай
	Двор
Сууцны орчин дахь хязгаарлагдмал хэрэгцээний цэцэрлэг	
Тагт болон террас, ашиглалттай дээвэр	

2-р зураг. Задгай орон зайн эзэмшлийн төрлүүд ба түүнд хамаарах орон зай [5]

Задгай орон зай нь эзэмшлийн зориулалт, төрлөөсөө хамаараад, түүнд явагдах үйл ажиллагаа нь өөр байна. Хотын орон зайд эдгээр төрлийн орон

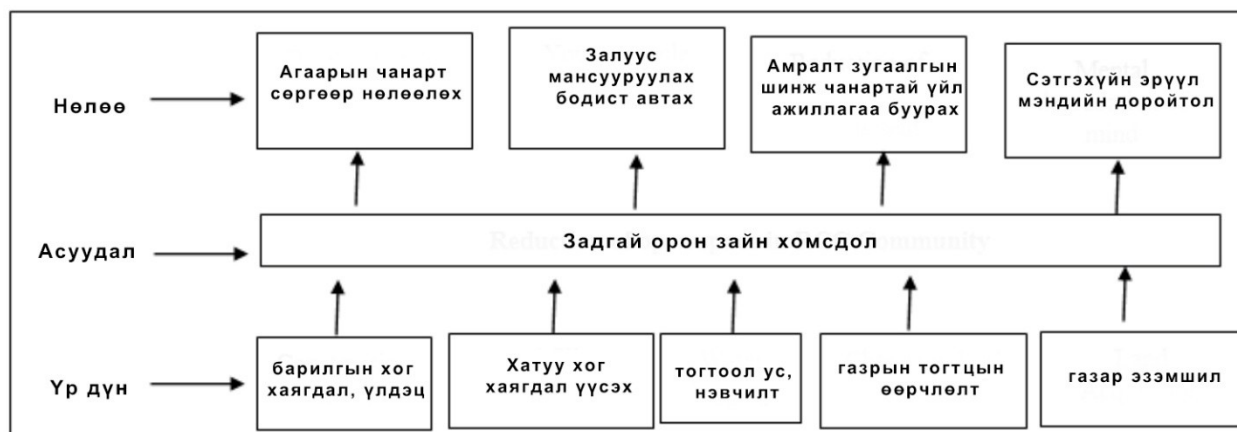
зай бүгд байх шаардлагатай бөгөөд ингэснээр хотын амьдралыг идэвхжүүлдэг байна. [1].



3-р зураг. Задгай орон зайн амьдралын чанарт нөлөөлөх нөлөөлөл ба түүнд хамаарах хүчин зүйлс [1]

Дараах 4-р зурагт тохиолдож болох эрсдэл, нөлөө зэргийг харуулсан бөгөөд хурдацтай хотжилт явагдах нь эдгээр аюулд хөтөлдөг байна. Шалтгаан нь хүн ам ихсэх хэрээр сууцны барилга нэмэгдэж, газрын тогтоц болоод хүрээлэн буй орчинд сөргөөр

нөлөөлөх магадлал ихэснэ. Түүнчлэн задгай орон зайн хомсдол нь амралт зугаалга, рекраци үйл ажиллагааг хязгаарласнаар сэтгэхүйн эрүүл мэндийг доройтуулж амьдралын чанарыг алдагдуулна [1].



4-р зураг. Задгай орон зайн хомсдол ба түүний сөрөг үр дүн [1]

III. БАРИМТАЛЖ БУЙ ЗАРЧИМ БА ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТ

Данийн архитектор Ян Гель “Барилга хооронд орших амьдрал”, “Хүнд зориулсан хот” зэрэг номдоо задгай орон зайн хот төлөвлөлтөд гүйцэтгэх үүрэг, шалгуур үзүүлэлт, орчны зан төлөв зэрэг бүхий л асуудлыг багтаасан байдаг. Улмаар онол, практикийн дүн шинжилгээний үндсэнд “Олон нийтийн орон зайг хэрхэн төлөвлөх вэ?” номоо хэвлүүлсэн байдаг бөгөөд энэ төрлийн ижил төстэй судалгаанд түүний шалгуур үзүүлэлтийг баримтлах нь нийтлэг байдаг.

Ян Гель архитекторын үзэж буйгаар “Хүмүүс хоорондоо харилцах, тав тухыг олж, хотын амьдралыг мэдрэх боломж бүхий олон хэмжээст орон зай” гэж тодорхойлсон байдаг. Түүний боловсруулсан орон зайн чанар ба явагдах үйл ажиллагаа хоорондын хамаарлын зураглалын дагуу бол орон зайд явагдах шаардлагатай бус үйл ажиллагаа давамгайлж байвал биет орон зайн чанар эерэг байна гэж дүгнэсэн байна.

	Биет орон зайн чанар	
	Муу	Сайн
Шаардлагатай үйл ажиллагаа	●	●
Шаардлагатай бус үйл ажиллагаа	●	●
Нийгмийн үйл ажиллагаа	●	●

5-р зураг. Ян Гелийн боловсруулсан гадна орон зайн чанар болон түүнд явагдах үйл ажиллагааны хамаарал [2]

Данийн архитектор Ян Гель гадна орон зайд явагдах үйд ажиллагааг 3 ангилсан байдаг бөгөөд дараах байдлаар авч үзсэн байдаг. Үүнд:

- Шаардлагатай үйл ажиллагаа – өдөр тутамдаа гүйцэтгэдэг үйл ажиллагаа болох дамжин өнгөрөх

- Шаардлагатай бус үйл ажиллагаа – тухайн орон зайд явагдах амралт, чөлөөт цагаа өнгөрөөх, суух, ярилцах, уулзалтын цэг үүсгэх.
- Нийгмийн үйл ажиллагаа – нийтийн үйл ажиллагаа, хүмүүс хоорондын харилцаа, бусдыг ажиглах, гамшгийн үед цугларах цэг болох [2].

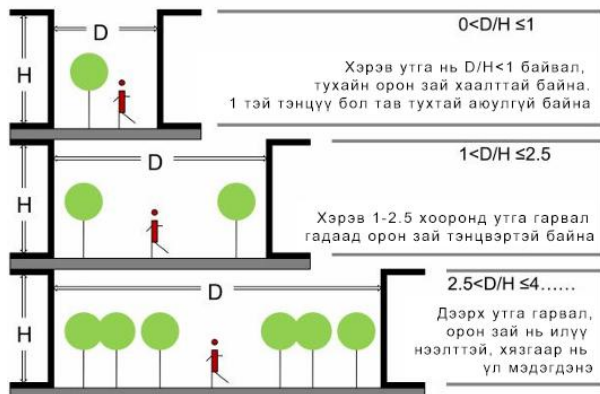
Мөн задгай орон зайн чанарт аюулгүй байдал, тав тух болон сэтгэл ханамж зэргээс хамаарна гэж үзсэн бөгөөд тэдгээрт хамаарах хүчин зүйлсийг мөн боловсруулсан байдаг (1-р хүснэгт).

ЯН ГЕЛИЙН БОЛОВСРУУЛСАН ЗАДГАЙ ОРОН ЗАЙН ЧАНАРЫН ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТ.

1-р хүснэгт.

Д/д	Үндсэн хүчин зүйлс	Шалгуур үзүүлэлтүүд
1	Аюулгүй байдал	- Замын болон ослын аюулгүй байдал - Гэмт хэргийн эсрэг аюулгүй байдал - Орчны аюулгүй байдал
2	Тав тух	- Алхах боломж бүхий байх - Хүлээх, зогсох боломжтой - Суух боломжтой байх - Харагдац, үзэгдэх орчны саадгүй, харааны тав тух - Сонсох, ярилцах боломжтой - Тоглох, зугаацах боломжтой
3	Сэтгэл ханамж	- Зөв масштаб, хэмжээ - Орчны уур амьсгал - Анхаарал татахуйц байдал, гоо зүйн чанар

Түүнчлэн гамшгийн үед цугларах цэг, аюулгүй байдлыг хангах орон зай болдог давхар ашиглалттай (multi-functional) байдаг нь тухайн орон зайн онцлог шинж чанар юм.



6-р зураг. Нийтийн эзэмшлийн талбайн бичил орон зай [4]

Хүний бичил орон зайг мэдрэх мэдрэмжээс хамааран, тухайн хотын орон зай нь өөрөөр мэдрэгддэг байна. Тухайлбал хүрээлэгдсэн, халхлагдсан орон зай нь гол төлөв аюулгүй, тав тухтай хагас хязгаарлагдмал хэрэгцээний мэт санагдуулдаг бол эсрэгээрээ нээлттэй бол олон нийтийн гэх сэтгэгдэл үлдээдэг байна (6-р зураг). Задгай орон зай нь биет хил хязгаараар тодорхойлогддог бөгөөд байгалийн орон зай нь эсрэгээрээ хил хязгаар бага бөгөөд үүнийг сөрөг орон зай гэнэ. Тиймд хот суурин газарт орших задгай орон зайг тохижилтын элементүүд (хана) болон газраас (шал) бүрдэх дэвэргүй өрөө тасалгаатай адилтгах тохиолдол ч байдаг [4].

7-р зураг. Задгай орон зайн шалгуур үзүүлэлт ба үзэл баримтлал
Эх сурвалж: Ritu Naik, 2022

Олон нийтийн орон зайн хүрээнд судалгаа хийсэн судлаач нарын баримтлах зарчим нь тухайн орон зайн ашиглалтыг нэмэгдүүлэхэд анхаарах ба түүнд нөлөөлөх нөлөөллийг судалсан байдаг. Эдгээрийг нэгтгэн “Нийтийн эзэмшлийн орон зайн төсөл” багийнхан задгай орон зайн чанарт нөлөөлөх хүчин зүйлийг үндсэн дөрвөн хэсэгт хуваан боловсруулсан байдаг.

Орон зайн чанарт биет болон биет бус зүйлс нөлөөлөх бөгөөд эдгээрийг эзэмшлийн төрлөөс

болон функцээс нь хамааруулан зохистой төлөвлөвөл орон зайн чанарт эерэгээр нөлөөлөх боломжтой гэж үзэж байна. Эдгээр шалгуур үзүүлэлт болон үзэл баримтлалаас хамааран дараах шалгуур үзүүлэлтийг боловсруулав (2-р хүснэгт). Тус шалгуур үзүүлэлтийг хот төлөвлөгч, судлаач нарын боловсруулсан шалгуур үзүүлэлтүүдэд дүн шинжилгээ хийн, орон зайн хүнд нөлөөлөх нөлөөлөлд тулгуурлан боловсруулсан бөгөөд тоон болон чанарын судалгааны аргаар хийж гүйцэтгэх боломжтой.



БАЙГАЛИЙН УХААН, ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ШИНЖЛЭХ УХААН



“ТЭРБУМ МОД” ҮНДЭСНИЙ ХӨДӨЛГӨӨНИЙ ҮР ДҮНГИЙН ТОГТВОРТОЙ БАЙДЛЫГ ХАНГАХ ЗАРИМ САНАЛ

Цэсэдийн БАНЗРАГЧ¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн, Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэн

Холбоо барих зохиогчийн и мэйл хаяг: uts.banzai0120@gmail.com¹

Хураангуй: Энэ өгүүлэлд Монгол Улсын Ерөнхийлөгчийн санаачилгаар хэрэгжиж байгаа “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөний стратеги, үйл ажиллагааны төлөвлөгөө, бодлогын шийдвэрүүд болон үндэсний хөдөлгөөний хэрэгжилтийн үйл ажиллагааны тайланд бодлогын шинжилгээний нийтлэг арга зүйгээр хийсэн үр дүнг тусгав. “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөнийг хэрэгжүүлэх зорилго, зорилт, хөдөлгөөнийг хэрэгжүүлэхэд баримталж байгаа бодлого, зарчим болон шинжлэх ухаан, технологийн хангамжийн бэлэн байдалд үнэлгээ хийсний үндсэн дээр цаашид хөдөлгөөний хүрсэн үр дүнгийн тогтвортой байдлыг хангах үзэл баримтлалыг дэвшүүлсэн болно. Энэхүү шинэ үзэл баримтлалын үндсэн хүчин зүйл нь тэрбумаар тоологдох мод ургуулах суурилагдсан хүчин чадлыг бий болгох, ойжуулалт мод үржүүлгийн аж ахуй эрхэлж байгаа ажилчид жилийн дөрвөн улиралд байнгын ажлын байртай, өрсөлдөхүйц цалинтай байх нөхцлийг бүрдүүлэх, мод ургуулах үндсэн технологийн ажилбарыг механикжуулах замаар хөдөлмөрийн бүтээмжийг нэмэгдүүлэх зорилт байх санал дэвшүүлэв. Мөн түүнчлэн “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөнд Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэнгийн оруулах хувь нэмрийг Шинжлэх ухаан, технологийн их сургуулийн стратеги, үйл ажиллагааны төлөвлөгөөтэй уялдуулан тусгайлан тодорхойлж оруулав.

Түлхүүр үг: мод үржүүлэг, ойжуулалт, ойн механикжуулалт

I. УДИРТГАЛ

Ой нь хүнс, мод, модон бүтээгдэхүүний хэрэгцээг хангах, болон эрүүл амьдрал, сэтгэл санааны ташаал өгөх зэрэг хүний хэрэгцээг хангахаас гадна уур амьсгалыг зохицуулах, усны нөөц, хөрсний хамгаалах зэрэг амьд байгалийн экосистемийн үйлчилгээний эх үүсвэр болдог онцгой үүрэгтэй байгалийн баялаг билээ.

Ойн түймэр, хөнөөлт шавж, технологийн бус мод бэлтгэл, мал бэлчээрлэлт зэрэг хүчин зүйлийн нөлөөгөөр Монгол орны ойн талбайн 13.0 хувь буюу 1,8 сая га ой доройтолд орсон байна.[1]

Ойн ургах орчинд хамгийн нөлөөтэй хүчин зүйл нь уулын налуу бөгөөд 2014-2016 онд хийсэн Монгол улсын олон зорилтод үндэсний ойн тооллогын тайлангаас үзэхэд 0⁰-9⁰ хүртэлх налууд 29,9 хувь, 10⁰-19⁰ хүртэлх налууд 46.2 хувь нь тус тус ургадаг байна[2]. Уулын налуугийн байдлыг тодорхойлсон үр дүнгээс үзэхэд анай орны ойд хэрэглэх ойг нөхөн сэргээх механикжсан технологи нь 19⁰ хүртэл налуутай газарт ажиллах чадамжтай байх шаардлагатайг харуулж байна.

Ойг нөхөн сэргээх ажлын механикжуулалтад нөлөөлөх гол хүчин зүйл бол нь хөрсний механик бүрэлдэхүүн байдаг ба Монгол орны сэрүүн бүсийн ойн 81.0 хувь нь элстэй шавранцар болон шавранцар хөрстэй байдаг байна[2].

Олон зорилтод үндэсний ойн тооллогоор тогтоосноор улсын дунджаар сэрүүн бүсийн ойн ургаа нөөцийн хэмжээ 1 га ойн санд 114м³, нийт нөөц 1000 тэрбум м³ байна. Нэг га ойн санд 6 см-с дээш өндөртэй 560 ш мод ургадаг гэж үзвэл Монгол Улсын сэрүүн бүсийн ойн санд нийт 5.0 орчим тэрбум мод ургаж байна[2].

Ойн талбайн 87.1 хувийг 50-200 настай ой бүрдүүлж байхад 50-аас доош жилийн настай ой зөвхөн 5.1 хувь [2,73х]-г эзэлж байгаа нь байгалийн сэргэн ургалт хангалтгүй, ойг нөхөн сэргээх ажлыг өргөн хүрээтэй, эрч далайцтай хийх шаардлагатайг харуулж байна.

Монгол Улсын Их хурлын 2021 оны 106 дугаар тогтоолын 1 дүгээр хавсралтаар баталсан Шинэ сэргээлтийн бодлогын 5 дахь хэсгийн 5.1-д “Уур амьсгалын өөрчлөлтийг сааруулахад дорвитой хувь нэмэр оруулах зорилгоор “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөнийг үр дүнтэй өрнүүлж...” гэж [3], Монгол Улсын Ерөнхийлөгчийн 2021 оны 58 дугаар зарлигт “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөнийг санаачлан өрнүүлэх зарлиг буулгаад “...байгалийн бүс, бүслүүрийн хөрс, цаг агаарын онцлогт тохируулан мод тарьж ургуулах арга, орчин үеийн техник, технологийг нэвтрүүлэх...” гэж [4], Монгол Улсын Засгийн газрын 2021 оны 350 дугаар тогтоолоор “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөний хүрээнд хэрэгжүүлэх арга хэмжээний төлөвлөгөөг баталж, “3...мод тарьж ургуулах арга, аргачлал, технологийн нэгдсэн зөвлөмж гаргах”, “20... тарьц, суулгацын үйлдвэрлэлийг нэмэгдүүлэх, түүнд ашиглагдах дэвшилтэт технологийг бий болгох, нутагшуулах ажлыг зохион байгуулах”, “...ойжуулалтын судалгаа, туршилт, технологи дамжуулах төвийг бүсчилж байгуулах ажлыг үе шаттайгаар зохион байгуулах” зэрэг зорилт, үйл ажиллагааг бодлогын түвшинд тодорхойлсон болно [5]. Мөн түүнчлэн “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөнийг хэрэгжүүлэх стратеги, үйл ажиллагааны төлөвлөгөө (2022-2030)-г Уур амьсгалын үндэсний хорооны тогтоолоор баталж, “Ойн салбарт шинжлэх ухааны инновац, инновац,

технологи нэвтрүүлэх”, “нэг хоногт 40 хүртэлх га талбайд суулгац суулгах боломжтой механикжуулсан 30 нэгж (бригад) байгуулах, ...үр, боргоцой бэлтгэх, боловсруулах, тарьц, суулгац ургуулах, ойжуулах ажлыг механикжуулах техник, технологийн шинэчлэлтийг Монгол орны нөхцөлд нутагшуулах, зүгшрүүлэх, шинээр зохион бүтээж хөдөлмөр зарцуулалтыг багасгах боломж бүрдүүлэх, ...ойн аж ахуйн үндсэн технологи, ажилбаруудыг техникийн шаардлагад нийцүүлж, хөдөлмөрийг хөнгөвчлөн, бүтээмжийг нэмэгдүүлэхүйц иж бүрэн машины системийг боловсруулах, нутагшуулахад зэрэг зорилт тавьсан нь бүтээмжийг нэмэгдүүлсэн технологи, инновац, менежментийг нэвтрүүлэх бодлогын шийдэл, үндэслэл болж байна[5].

Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөн хэрэгжиж дууссаны дараах хугацаанд (2030 оноос хойших хугацаанд) хөдөлгөөний үр дүнд тэрбумаар тоологдох мод ургуулах мэргэшсэн боловсон хүчин, өндөр бүтээмжтэй технологи бүхий суурилагдсан хүчин чадал бий болсон байх бодлого, үйл ажиллагааг тодорхойлж, хөдөлгөөний үр дүнгийн тогтвортой байдлыг хангах арга замын шийдлийг санал болгоход оршино.

Судалгааны зорилгоо хэрэгжүүлэх хүрээнд дор дурдсан зорилтыг дэвшүүлж байна.

Зорилт 1. Мод ургуулах мэргэжилтэй боловсон хүчний хангамжийг бий болгох боломж, арга замыг тодорхойлох,

Зорилт 2. Мод ургуулах, ойжуулах ажлын хөдөлмөрийн бүтээмж, цалин хангамжийг нэмэгдүүлэх менежментийн санал боловсруулах зэрэг болно.

II. СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

Энэхүү судалгаанд бодлогын шинжилгээний анализ-сентизийн арга, үнэлгээний SWOT шинжилгээ арга ашиглав.

SWOT ШИНЖИЛГЭЭ

1-р ХҮСНЭГТ.

Давуу тал	Сул тал
•	•
Боломж	Эрсдэл, аюул
•	•

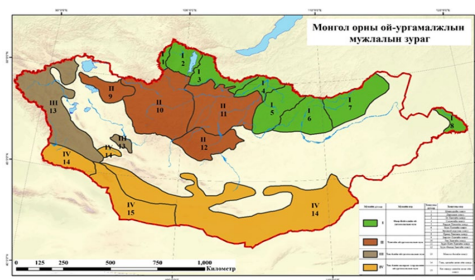
Судалгааны үндсэн материал нь “Тэрбум мод” хөдөлгөөний стратеги, үйл ажиллагааны төлөвлөгөө, түүнд холбогдох бодлогын шийдэл, бичиг баримт зэрэг болно.

III. ҮР ДҮН

Нэг. “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөний төлөвлөлтийг хангах өндөр бүтээмжит техник, технологийг боловсруулах, нутагшуулах судалгаа,

туршилтын ажил явуулахын тулд ойжуулалт, мод үржүүлгийн ажлын технологи хангамжийн байдалд үнэлгээ хийв.

Үнэлгээний дүнгээс үзэхэд ойн салбарын эрдэмтэд, судлаачдын нөр их хөдөлмөрийн үр дүнд Монгол орны ой-ургамалжлын мужлал (1-р зураг)-ыг боловсруулсан [7] ба түүнийг боловсруулахад гол хүчин зүйл болгон авсан нь ойн өндрийн бүслүүрийн анги, цогц иж бүрдэл, ой үүсгэгч голлох зүйлийн моддын ангилал, хөрсний хэвшинж, хөрсний цэвдэг, зонхилох уулсын дундаж өндөр нь ой ургамалжлын хошуудад тохирох машин, тоног төхөөмж, хэрэгслийг сонгох, турших, зүгшрүүлэх өгөгдөхүүн, үндсэн шалгуур үзүүлэлт болох юм.



1-р зураг. Монгол орны ой-ургамалжлын мужлалын зураг

I. Өвөр-Байгалийн ой-ургамалжлын муж: 1. Шишихидийн хошуу. 2. Дархдын хошуу. 3. Эг-Хантийн хошуу. 4. Сэлэнгийн хошуу. 5. Баруун Хэнтийн хошуу. 6. Зүүн Хэнтийн хошуу. 7. Эрээний нурууны хошуу. 8. Өрнөд Хянганы хошуу.

II. Хангайн ой-ургамалжлын муж: 9. Баруун Хангайн хошуу. 10. Төв Хангайн хошуу. 11. Зүүн хойт Хангайн хошуу. 12. Зүүн өмнөд Хангайн хошуу.

III. Төв Азийн ой-ургамалжлын муж: 13. Монгол Алтайн хошуу-Баян-Өлгий.

IV. Төв Азийн цөлөрхөг хээр, цөлийн ой-ургамалжлын муж: 14. Говь, цөлийн заган ойн хошуу. 15. Хэт гандуу цөлийн заган ойн хошуу.

Хоёр. “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөний стратеги, үйл ажиллагааны төлөвлөгөөнд заасан ургуулах модны төлөвлөлттэй уялдуулан үр, тарьц суулгац, ойжуулах талбайн хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх тооцоог хийв. (3-р хүснэгт)

ТЭРБУМААР ТООЛОГДОХ МОД УРГУУЛАХ СУУРИЛАГДСАН ХҮЧИН ЧАДЛЫН ХЭРЭГЦЭЭНИЙ ТООЦОО

2-р ХҮСНЭГТ.

Үзүүлэлт	Суурь он - 2020	Дунд хугацаа - 2026	Зорилтод хугацаа - 2030
1. Үр бэлтгэх, боловсруулах хүчин чадал, кг	2325	5 дахин (10,000)	10 дахин (20,000)

2. Тарьц, суулгац ургуулах хүчин чадал, сая ширхэг	37.1	2 дахин (60,0)	5 дахин (150.0)
3. Ойжуулах хүчин чадал, га	5,000	4 дахин (20,000)	6 дахин (30,000)
4. Хүний нөөцийн хэрэгцээ, тоо	1200	5 дахин (6000)	10.0 дахин (12,000)

Тайлбар: Энэхүү тооцоог “Тэрбум мод” үндэсний хөтөлбөрийн үе шатны хүрэх үр дүнгийн түвшний хэмжээг үндэслэн өсөлтийн хэмжээгээр тооцсон болно.

Гурав. Өмнө дурдсан хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх тооцоотой уялдуулан ШУТИС-ийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээ-лэнгийн хувь нэмэрийг тодорхойлов (2-р зураг).



2-р зураг. ШУТИС-ийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэн оролцоо

Тайлбар: ШУТИС-ийн харьяа Ой модны сургалт, судалгааны хүрээлэнгийн стратеги, үйл ажиллагааны төлөвлөөний зорилт, үйл ажиллагааг үндэслэн тооцов.

Дөрөв. Мод үржүүлэг, ойжуулалтын ажлын механикжуулалтын байдалд SWOT шинжилгээ хийв.

SWOT ШИНЖИЛГЭЭ

3-Р ХҮСНЭГТ.

Давуу тал	Сул тал
- Монгол оронд ойн тарьц суулгацыг богино хугацаанд их хэмжээгээр ургуулах бодлого, эрх зүйн орчин сайн\ - Мод үржүүлэх, ойжуулах туршлагатай, Монгол орны нөхцөлд тохирох агротехник бий болсон\ - ОАА-н судалгаа явуулах, технологи хөгжүүлэх зорилго бүхий эрдэм шинжилгээний төрөлжсөн ОМССХүрээлэнг 2021 оноос сэргээн байгуулсан.	- Ойн механикжуулалтын эрдэм шинжилгээ, сорилт-туршилтын материаллаг бааз байхгүй. - ОАА-н механикжуулалтын туршилт судалгаа гүйцэтгэсэн нарийн мэргэшсэн боловсон хүчин дутагдалтай. - Гадаадаас оруулж ирсэн машин тоног төхөөрөмжид өөрийн орны онцлогт ашиглаж болох эсэхийг тогтоох, дүгнэлт өгөх мэргэжлийн мэргэшсэн байгууллага байхгүй.

ОАА-н механикжуулалтын судалгаа явуулах туршилт судалгааны арга зүй, эрдэмтэд, судлаачдын баг бүрдсэн	Ойжуулалтын ажил улирлын хамааралтайгаас тогтвор суурьшил муу
Боломж	Эрсдэл, аюул
- Тэрбум мод хөдөлгөөн шинэ хэрэгцээ бий болгосон - Иргэд, аж ахуйн нэгж байгууллагын мод тарих идэвхи сэргэсэн - Тэрбум мод хөдөлгөөнийг олон улсын байгууллага, гадаад орнуудаас дэмжих боломж нэмэгдсэн - ОАА-н үйлдвэрлэлийн хүчин чадал нэмэгдэж, хөдөлмөрийн бүтээмж дээшилснээр тухайн салбарт ажиллагсдын үр ашиг, амжиргааны түвшин дээшлэх боломжтой	- ОАА-н механикжуулалтын туршилт, судалгаа явуулах санхүүгийн боломж хязгаарлагдмал байна. - ОАА-н механикжуулалтын мэргэжлийн боловсон хүчин дутагдалтай. - Монгол оронд ОАА-н үйл ажиллагаа явуулж буй аж ахуйн нэгжийн бүтэц, хүчний тоо, хүчин чадал, санхүүгийн чадамж муу.

SWOT шинжилгээний үр дүнгээс үзэхэд мод ургуулах бодлого эрх зүйн орчин бий болсон, тодорхой хэмжээгээр тарьц суулгацын материал ургуулах туршлага хуримтлагдсан боловч тус үйлдвэрлэлийн ихэнх ажилд гар хөдөлмөр зонхилж, түүнээс улбаатай хөдөлмөрийн бүтээмж бага, механикжуулалтын ажил явуулах мэргэжлийн боловсон хүчин дутагдалтай, хөрөнгө санхүүгийн боломж хязгаарлагдмал байх эрсдэлтэй байна.

IV. ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

“Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөнийг хэрэгжүүлэх стратеги, үйл ажиллагааны төлөвлөгөө (2022-2030) [2] –нд тусгаснаар тэр-бумаар тоологдох мод ургуулах төлөвлөлтийг дор дурдсанаар (2-р хүснэгт) тусгасан байна.

ТЭРБУМ МОД ХӨДӨЛГӨӨНИЙ ХҮРЭЭНД МОД ТАРИАЛАХ ЕРӨНХИЙ ХУВААРЬ

4-Р ХҮСНЭГТ.

№	Зорилт	Үйл ажиллагаа	Тарихаар төлөвлөж буй модны тоо
1	Суурин газрын	Нийтийн хэрэгцээний	86,993,197
2	экологийн	Тусгай хэрэгцээний	14,536,000
3	тэнцвэрт байдлыг хадгалах, нэмэгдүүлэх, ард иргэдийн амьжиргааны нөхцөлийг сайжруулах, “Хотын ой”	Хязгаарлагдмал хэрэгцээний	85,390,487

	хөгжүүлэх;(186,9 19,684)/186.9сая. ш		
4		Баян бүрд хамгаалах, нөхөн сэргээх	2,745,000
5		Тариалангийн талбайг хамгаалах ойн зурвас байгуулах	22,626,696
6		Томоохон голын татмыг нөхөн сэргээх	164,865,000
7	Цөлжилт газрын доройтол, шороон шуурганы эх үүсвэрийг	Голын татмыг хамгаалах, нөхөн сэргээх	41,625,000
8	бууруулах, элсний нүүдлийг	Булаг, шанд, хөв цөөрмийг хамгаалах	23,310,000
9	сааруулах; (541,651,307)/541. 6 сая.ш	Авто замын хамгаалалтын ойн зурвас байгуулах	209,430,400
1 0		Төмөр замын хамгаалалтын ойн зурвас байгуулах	46,953,885
1 1		Ногоон дэд бүтэц /өртөө, зөрлөг, боомтын хамгаалалтын ойн зурвас/	30,092,325
1 2	“Хүнсний хангамж, аюулгүй байдал” үндэсний хөдөлгөөний	Жимсний аж ахуй байгуулах	37,674,804
1 3	зорилттой уялдуулан төрөлжсөн агро- ойн аж ахуй хөгжүүлэх(155,81 0,650)/155.8 сая.ш	Агро ойн аж ахуй байгуулах	117,590,446
1 4		Заг - Эм - Хүнсний ашигт ургамлын хоршсон аж ахуй байгуулах	545, 400
1 5	Байгалийн ойг нөхөн сэргээх	Доройтсон ойг нөхөн сэргээх	379,065,910
1 6	замаар ойн хомсдол	Заган ойг нөхөн сэргээх	223,380,000
1 7	доройтлыг бууруулах, ойгоор бүрхэгдсэн талбайг нэмэгдүүлэх;(625, 221,360)/625.2 сая.ш	Байгалийн сэргэн ургалтад туслах	22,775,450
ДҮН			1,509,600,00 0

“Тэрбумаар тоологдох мод ургуулах” зорилтыг хэрэгжүүлэх үндсэн асуудал нь үр, боргоцой бэлтгэх, боловсруулах, тарьц, суулгачын материал ургуулах, ойжуулах ажлыг механикжуулах, механикжуулалтын машин, тоног төхөөрөмжийг Монгол орны нөхцөлд сорьж, зүгшрүүлэх, зохион бүтээх эрдэм шинжилгээ, судалгаа, туршилтын чадавхыг бий болгоход оршино.

Ижил төстөй ХАА-н салбарын механикжуулалтын байдлыг харьцуулан үзэхэд ойжуулалт мод үржүүлгийн ажлын механикжуулалтад дор дурдсан бодлогыг хэрэгжүүлэх бололцоотой байна. Үүнд:

1. Бага талбайтай мод үржүүлгийн газарт тохирсон нэг арал дээр угсардаг олон төхөөрөмжөөр хангах
2. Трактор , үр тариалах тарьц арчлах, суулгах машиныг хөнгөлөлттэй нөхцөлөөр хангах, техник ашиглах арга зүйн болон хөрөнгө оруулалтын дэмжлэг үзүүлэх.
3. Өөрийн орны эрдэмтдийн бүтээлийг үйлдвэрлэл, хэрэглээнд нэвтрүүлэх боломж, нөхцөлийг бүрдүүлэх
4. ОАА-н техник дундын үйлчилгээ буюу техник түрээсийн үйлчилгээ нэвтрүүлэх
5. Ойн эрүүл ахуй, арчилгааны огтлолтод олон үйлдэлт дунд хүчин чадлын тракторт угсрагдах машин, механизм, тоноглол нэвтрүүлэх

ДҮГНЭЛТ

1. “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөн хэрэгжиж дууссаны дараах хугацаанд (2030 оноос хойших хугацаанд) хөдөлгөөний үр дүнд тэрбумаар тоологдох мод ургуулах мэргэшсэн боловсон хүчин, өндөр бүтээмжтэй технологи бүхий суурилагдсан хүчин чадал бий болсон байх бодлого, үйл ажиллагаа нь ойжуулагч, мод үржүүлэгчдийг жилийн дөрвөн улиралд ажлын байртай байлгах менежментийн арга хэмжээ авах, мод ургуулах, ойжуулах ажилд механикжуулалтыг нэвтрүүлэх замаар хөдөлмөрийн бүтээмж, цалин хангамжийг боломжтой байна.

2. Тарьц, суулгац ургуулах үйлдвэрлэлд ашиглагдах техник технологи нутагшуулах, ойжуулалтын судалгаа, туршилт, технологи дамжуулах төвийг бүсчлэн байгуулах ажлыг үе шаттай зохион байгуулах, хоногт 40 хүртэлх га талбайд суулгац суулах механикжсан баг байгуулж, бүтээмжийг нэмэгдүүлэх зэрэг тодорхой хийхээр бодлогын бичиг баримт, шийдвэрт туссан, төлөвлөсөн ажлууд хийгдэж эхлээгүй, түүнд зориулсан санхүүжилтийг шийдвэрлээгүй байна.

3. Ойн аж ахуйн үндсэн технологи, ажилбаруудыг ой-техникийн шаардлагад нийцүүлж, хөдөлмөрийг хөнгөвчлөн, бүтээмжийг нэмэгдүүлэхүйц иж бүрэн машины системийг боловсруулах, нутагшуулах, механикжуулах эрдэм шинжилгээ, судалгаа, туршилт, зүгшрүүлэлт, зохион бүтээлтийн ажлыг гүйцэтгэх бүтэц тогтолцоо, санхүүжилтийн механизмыг өнөөдрийг хүртэл бүрдүүлээгүй байна.

САНАЛ, ЗӨВЛӨМЖ

1. Ойжуулах технологийг механикжуулахын тулд эхний ээлжинд дор дурдсан зорилтуудыг цогцоор нь эсхүл аль нэгийг нь шийдвэрлэх эрдэм

шинжилгээ, судалгаа, туршилт, зүгшрүүлэлт, зохион бүтээлтийн ажлыг гүйцэтгэх санхүүжилтийг шийдвэрлэх шаардлагатай байна:

- 1.1. Ойн үйлдвэрлэлийн хөдөлмөр зарцуулалт ихтэй процессыг механикжуулах;
- 1.2. Ойн аж ахуйн үйлдвэрлэлийг иж бүрэн механикжуулах,
- 1.3. Үйлдвэрлэлийн хөдөлмөр зарцуулалт ихтэй процессын чухал дамжлагуудыг автоматжуулах,
2. Туршилт, судалгааны үндсэн дээр гадаадын дэвшилтэт машин, технологийг Монгол орны байгаль цаг уур, газар нутгийн болон ой ургамлжилын онцлогт тохируулан зүгшрүүлэх, сайжруулах, нутагшуулах машины системийг боловсруулж, үйлдвэрлэлд нэвтрүүлэх ;
3. Техник үйлчилгээний нэгдсэн төвүүд байгуулах.
4. Ойжуулалт, мод үржүүлгийн мэргэжилтэй ажилчдыг ажлын улирлын хамаарлыг арилгах, 4 улиралд ажилтай байх нөхцөлийг бүрдүүлэх, цалин хангамжийг сайжруулах;
1. Эхний ээлжинд одоо байгаа мод үржүүлгийн газрын хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх, өргөтгөх ;

[8]. хот. 2020 он

2. Ойжуулалт, мод үржүүлгийн ажилд (i). хөдөлмөр хөнгөвчлөх, (ii). бүтээмжийг нэмэгдүүлэх, (iii).ажлын чанарыг сайжруулах зорилгоор механикжуулалтыг нэвтрүүлэх ;

зэрэг болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1]. Ц. Банзрагч. Ойн аж ахуйн менежментийн судалгаа I, Лиограф ХХК, Улаанбаатар хот, 2025 он, 12.43хх.
- [2]. Dan Altrel & Э. Эрдэнэбат, бусад Монгол Улсын олон зорилтод үндэсний ойн тооллого 2014-2016. Улаанбаатар хот. 2016 он.
- [3]. Монгол Улсын Их хурлын 2021 оны 106 дугаар тогтоолын 1 дүгээр хавсралт. <https://legalinfo.mn/mn/detail?lawId=16390082532431>
- [4]. Монгол Улсын Ерөнхийлөгчийн 2021 оны 10 дугаар сарын 04-ний өдрийн 58 дугаар зарлиг. <https://legalinfo.mn/mn/detail?lawId=16231320070591>
- [5]. Монгол Улсын Засгийн газрын 2021 оны 11 дүгээр сарын 17-ны өдрийн 350 дугаар тогтоолын хавсралт. <https://legalinfo.mn/mn/detail?lawId=16389636270861>
- [6]. “Тэрбум мод” үндэсний хөдөлгөөнийг хэрэгжүүлэх стратеги, үйл ажиллагааны төлөвлөгөө. (2022-2030). Ойн газар. 2023 он.
- [7]. Ч. Доржсүрэн, Ч. Дугаржав, Г. Цэдэндаш, Ж. Түшигмаа, М. Тунгалаг. Монгол орны ойн мужлал, хэвшинж. Улаанбаатар

ТӨМРИЙН ХҮДРИЙН СОРОНЗОН БАЯЖУУЛАЛТЫН СУДАЛГАА

Донжоогийн МӨНХБАЯР¹, Зоригийн АРИУНТУНГАЛАГ², Бямбасүрэнгийн ӨЛЗИЙДЭЛГЭР³, Мөнхжаргалын ЦЭЦЭГЖАРГАЛ⁴, Алтансүхийн ДОРЖГОТОВ⁵

^{1,2,3,4,5} Монгол улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн, Хэрэглээний шинжлэх ухааны сургууль, Химийн инженерчлэлийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: gotov@must.edu.mn⁵

Хураангуй: Судалгаанд ашигласан анхдагч төмрийн хүдрийн дээжид тодорхой хэмжээний сульфидын хэсэгт агуулагдах бөгөөд энэхүү сульфидын хэсэгт ковальт, зэс, никель, газрын ховор элементүүд зэрэг үнэт өнгөт металлууд агуулагдаж байгаа болно. Төмрийн хүдрээс эдгээр үнэт металлуудыг баяжуулж авах нь судалгааны ажлын үндсэн зорилго бөгөөд үүний тулд хүдрийн нунтаглалтын тохиромжтой горимыг тогтоож, соронзон баяжуулалт гүйцэтгэв. Нунтаглалтын тохиромжтой горимын үед соронзон баяжуулалтаас гарах баяжмалд төмрийн агуулга 66.6% болтол нэмэгдэж, металл авалт 90.2-96% хүртэл өссөн сайн үр дүн гарсан боловч түүнд 3.15% хүхэр агуулагдаж байна. Энэ нь анхдагч хүдэр дэх соронзон шинж чанартай пирротин нь магнетиттай хамт баяжигдаж буйгаар тайлбарлагдана. Нунтаглалтын зэрэг 0.075мм /+90%/ үед хүдэр дэх ковальт, титан, зэс, цайр, газрын ховор элементүүдийн дийлэнх хувь нь хаягдалд шилжиж, баяжигдан үлдэж байгааг тогтоолоо. Энэхүү хаягдлыг дараагийн шатны баяжуулалтад оруулж үнэт металлууд агуулсан хам баяжмал гарган авах боломжтой хэмээн үзэж байна.

Түлхүүр үг: *Скарн, төмрийн хүдэр, соронзон баяжуулалт, нунтаглалтын горим, эрдэс.*

I. УДИРТГАЛ

Манай улсын уул уурхайн бүтээгдэхүүний нэлээдгүй хэсгийг төмрийн баяжмал эзэлж байна. Энэхүү төмрийн хүдрийг баяжуулах үйлдвэрүүдэд баяжуулалтын хаягдал их хэмжээгээр гарах бөгөөд уг хаягдлыг дахин боловсруулах, түүнээс зарим дагалдах эрдсүүдийг ялган авах туршилт судалгааны ажил манай улсын хувьд хангалтгүй байна. Ванади болон титанаар баялаг төмрийн хүдрийн орд БНХАУ, Өмнөд Африк, ОХУ, Норвеги, Канад, Швед, АНУ зэрэг улсуудад ихээхэн судлагдсан байх бөгөөд уг хүдрийг иж бүрэн ашиглах талаар ихээхэн анхаарч ажиллаж байна [1]. БНХАУ-ын Pan-xi, Cheng-de-д байрлах ванади, титанаар баялаг хүдрийг иж бүрэн ашиглах технологи практикт хэрэгжиж байгаа бол Chao-yang зэрэг бага агуулгатай хүдрийг ашиглах ажил судалгааны шатандаа явж байна [2].

Ванади болон титанаас гадна зарим төмрийн хүдрийн ордын анхдагч хүдэр нь зэс, ковальт зэрэг үнэт металлуудыг тодорхой хэмжээнд агуулж байдаг. Төмрийн хүдрийн соронзон баяжуулалтын хаягдлаас үнэт металлуудыг ялган авах гол үндэс нь хаягдлаас эдгээр металлыг урьдчилан баяжуулалтад оруулж баяжмал гарган авах юм [3-6]. Улмаар баяжмалыг химийн боловсруулалтад оруулж тухайн металлуудыг ялгаж авдаг [7-8].

Энэхүү судалгааны ажилд Сэлэнгэ аймгийн Ерөө сумын нутагт байрлах төмрийн хүдрийн Хандгайт гол уурхайн анхдагч хүдрийн дээжийг ашиглав.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

1. Дээж бэлтгэл

Нунтаглалтын горим тогтоох зорилгоор бутлагдсан хүдрийг савхан тээрэмд дээж:усны массын харьцааг 1:1 байхаар авч 50 эрг/мин

хурдтайгаар 20-60 минут хугацаанд нунтагласан болно. Энэ үед дээж:савхны массын харьцаа 2:1 байсан болно. Нунтаглалтыг гүйцэтгэсний дараа түүнийг 0.075 мм шигшүүрээр шигшиж шигшүүрийн дээд болон доод хэсгийн фракцыг шүүж хатааж жинлэх замаар нунтаглалтын зэрэг тодорхойлов.

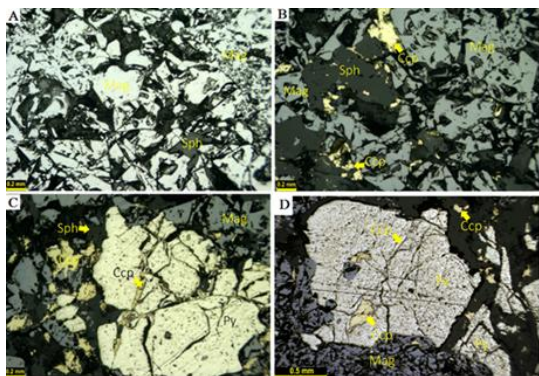
Шигшүүрийн шинжилгээнээс гарах 0.85-1.0мм, 0.355-0.85мм, 0.15-0.355мм, 0.09-0.15мм, <0.09мм фракцуудыг 5А гүйдэлтэйгээр хуурай соронзон баяжуулалтад оруулав.

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН, ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

3.1 Анхдагч хүдрийн минерологи, эрдсийн шинжилгээ

Анхдагч хүдрийн микрографийн шинжилгээний дүнгээс (1-р зураг) үзвэл чулуулагт зонхилох хэмжээгээр магнетит ($\text{Fe}^{2+}\text{Fe}^{3+}_2\text{O}_4$), бага хэмжээгээр сфалерит ($(\text{Zn},\text{Fe})\text{S}$), пирит (FeS_2), халькопирит (CuFeS_2) агуулагдахаас гадна кварц, карбонатаас тогтох хүдрийн бус эрдсүүд агуулагдана. Магнетит нь хүдрийн эрдсүүдээс зонхилох хэсгийг бүрдүүлэх ба харах талбайн 50-55%-ийг эзэлж байна. Сфалерит нь магнетитыг түрж үүссэн, 2 мм хүртэл жижиг хэмжээтэй жижиг мөхлөг үүсгэн оршино (1-р зураг В, С). Пирит нь нүх сүвэрхэг бөгөөд гипидиоморфоос ксеноморф текстуртэй, урт чиглэлдээ 2 мм хүртэл хэмжээтэй байна (1-р зураг С, D). Халькопирит нь гол төлөв ксеноморф текстуртай, 0.5 мм хүртэл жижиг хэмжээтэй байна. Халькопирит нь пиритын ан цавд микро (0.1 мм) судал, жижиг изомерлэг үлдэц (0.3 мм) үүсгэхээс (1-р зураг С, D) гадна магнетит-сфалеритаас тогтох үндсэн хэсэгт шигтрээлэг текстуртай агуулагдана (1-р зураг В, D).

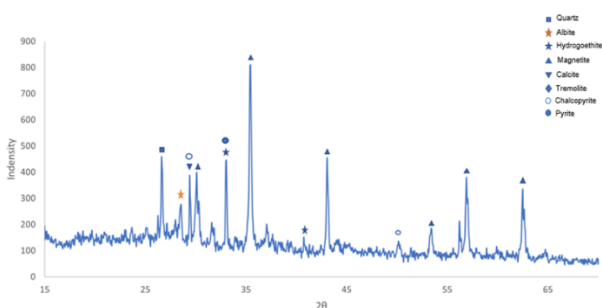
Анхдагч хүдрийн рентген дифракцийн шинжилгээний дүнг 1-р хүснэгт болон 1-р зурагт үзүүлэв. Шинжилгээний дүнгээс үзвэл анхдагч хүдрийн дийлэнх хувийг магнетит эзэлнэ. Кварц, албит, тремолит, кальцит гэсэн хоосон чулуулаг агуулах бөгөөд халькопирит, пирит зонхилсон тодорхой хэмжээний сульфидын эрдэс агуулж байна.



1-р зураг. Анхдагч хүдрийн ойсон гэрлийн микрограф /Mag-магнетит, Sph-сфалерит, Py-пирит, Csp-халькопирит/

АНХДАГЧ ХҮДРИЙН ГОЛЛОХ ЭРДСҮҮД

1-р ХҮСНЭГТ		
Эрдсийн нэр	Томьёо	Агуулга, %
Quartz	SiO ₂	9.4
Albite	Na[AlSi ₃ O ₈]	5.7
Hydrogoethite	3Fe ₂ O ₃ * 4H ₂ O	8.6
Magnetite	Fe ₃ O ₄	37.4
Calcite	CaCO ₃	3.4
Tremolite	Ca ₂ Mg ₅ [Si ₈ O ₂₂](OH) ₂	25.7
Chalcopyrite	CuFeS ₂	6.7
Pyrite	FeS ₂	2.8



2-р зураг. Анхдагч хүдрийн рентген дифракцийн шинжилгээний дүн

3.2. Анхдагч хүдрийн химийн шинжилгээний дүн

Анхдагч хүдрийн элементийн шинжилгээний дүнг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв. Элементийн шинжилгээний дүнгээс үзвэл анхдагч хүдэр нь төмөр, хүхэр голчлон агуулахаас гадна хөнгөнцагаан, кальци, магни, натри, кали хоосон чулуулагтаа агуулж байна. Кальци, магнийн дийлэнх хувь нь карбонат хэлбэрээр байх бөгөөд дээжид фосфор нэлээдгүй хэмжээгээр илэрсэн байна. Энэ нь кальцийн тодорхой хэсэг нь апатит байдлаар хоосон чулуулагт агуулагдсан байж болзошгүй юм. Анхдагч дээжид тодорхой хэмжээний газрын ховор элемент агуулагдаж байгаа бөгөөд энэ нь апатиттай

ассициаци үүсгэж түүнд агуулагдаж болзошгүй хэмээн таамаглаж байна.

Анхдагч хүдэрт агуулагдах бусад сонирхол татахуйц элементүүд бол Ti, V, Mn, Zn, Co, Ni, Cu, газрын ховор элемент (ГХЭ)-үүд бөгөөд тэдгээрийн агуулга харьцангуй их байгаа болно. Өмнөх эрдсийн шинжилгээний үр дүн болон бусад судлаачдын судалгааны материалаас үзвэл ийм төрлийн хүдэрт ванади ихэвчлэн магнетитад уусаж хатуу уусмал үүсгэсэн байдаг бол скарн төрлийн ордод титан нь титанит (CaTiSiO₅), илменит (FeTiO₃), рутил (TiO₂) хэлбэрээр агуулагдаж болно. Zn, Co, Cu нь пирит болон халькопирит агуулсан сульфидын хүдэрт гол төлөв агуулагддаг болно. Манган нь магнетит болон сульфидын хүдэрт харьцангуйгаар жигд тархсан байдалтай байна.

3.3. Нунтаглалтын горим тогтоох туршилт

Анхдагч хүдрийн дээжийг булт бутлуур ашиглан <1.0мм болтол нунтагласан бөгөөд нунтаг дээжээс 1.0 кг-ийг таслан авч шигшүүрийн шинжилгээ гүйцэтгэв. Шинжилгээг 5 удаа давтан гүйцэтгэж үр дүнг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв. Шинжилгээний дүнгээс үзвэл 0.125-0.85мм хэмжээтэй хэсэг дийлэнх хувийг эзэлж байна.

Нунтаглалтын горим тогтоох зорилгоор бутлагдсан хүдрийг савхан тээрэмд дээж:усны массын харьцааг 1:1 байхаар авч 50 эрг/мин хурдтайгаар 20-60 минут хугацаанд нунтагласан болно. Энэ үед дээж:савхны массын харьцаа 2:1 байсан болно. Нунтаглалтыг гүйцэтгэсний дараа түүнийг 0.075 мм шигшүүрээр шигшиж шигшүүрийн дээд болон доод хэсгийн фракцыг шүүж хатааж жинлэх замаар нунтаглалтын зэрэг тодорхойлов. Нунтаглах хугацаа 60 минут байхад 0.075 мм фракцын гарц 96.6% буюу нунтаглалтын тохиромжтой горим хэмээн үзлээ.

БУТАЛСАН ДЭЭЖИЙН ФРАКЦЫН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ДҮН

2-р ХҮСНЭГТ

№	Хэмжээ (мм)	Гарц, %	Гарц, %	Гарц, %	Гарц, %	Гарц, %	Дундаж гарц, %
1	+0.85	1.87	4	3	3	3.75	3.12
2	0.355-0.85	33.12	31.66	30	38.58	34.5	33.58
3	0.25-0.355	13.9	11.1	10.9	11.95	11.2	11.82
4	0.18-0.25	8.03	12.25	8.96	8.38	4.2	8.36
5	0.15-0.18	11.72	11.8	21.8	16.76	13.4	15.10
6	0.125-0.15	22.86	19.98	15.8	9	15.9	16.69
7	0.09-0.125	1.097	1.75	1.8	5.47	5.78	3.18
8	0.075-0.09	5.5	3.7	3.87	1.9	4.9	3.97
9	-0.075	1.85	3.66	3.7	4.75	6.28	4.05

3.4. Хуурай соронзон баяжуулалтын судалгаа

Өмнөх 2-р хүснэгтэд үзүүлсэн 0.85-1.0мм, 0.355-0.85мм, 0.15-0.355мм, 0.09-0.15мм, <0.09мм фракцуудыг 5А гүйдэлтэйгээр хуурай соронзон баяжуулалтад оруулав. Энэ үед үүссэн төмрийн баяжмал болон хаягдлын гарцыг 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

ХУУРАЙ СОРОНЗОН БАЯЖУУЛАЛТЫН БАЯЖМАЛ БА
ХАЯГДЛЫН ГАРЦ

3-Р ХҮСНЭГТ

№	Хэмжээ, мм	Анхны дээж, гр	Баяжмал		Хаягдал	
			Масс, г	Гарц, %	Масс, г	Гарц, %
1	0.85-1.0	30.3	5.3	17.5	25.0	82.5
2	0.355-0.85	100	48.7	48.7	51.3	51.3
3	0.15-0.355	100	60.9	60.9	39.1	39.1
4	0.09-0.15	100	50.3	50.3	49.7	49.7
5	<0.09	75.4	36.3	48.14	39.1	51.86

Хуурай соронзон баяжуулалтаас гарч буй баяжмал хаягдлын найрлага шинж чанарыг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв. Шинжилгээний дүнгээс үзвэл нунтаглалтын зэрэг нэмэгдэх тусам баяжмал дахь төмрийн агуулга нэмэгдэж байна. Энэ нь нунтаглалт нэмэгдэх тусам анхны хүдэр дэх эрдсүүд бие биеэс чөлөөлөгдөх нь сайжирч соронзон баяжуулалтаар илүү сайн баяжигдаж буйг илтгэнэ. Хүдрийн 0.075-0.09 мм болтол нунтагласан тохиолдолд баяжмал дахь төмрийн агуулга 66.6-67.87% хүртэл нэмэгдэж баяжмалын чанар сайжирч байна. Энэ үед төмрөөр тооцсон металл авалт 90.2-96% хүртэл нэмэгдэж байна. Энэ нь металл авалт хангалттай өндөр хэмжээнд буйг илтгэх бөгөөд хүдрийг цааш нэмэлт нунтаглалтад оруулах шаардлагагүйг илэрхийлнэ. Энэ үед соронзон баяжуулалтын хаягдал дахь төмрийн агуулга 8.66-9.21% буюу хангалттай хэмжээнд баяжигдсан байна. Анхны хүдэр дэх төмрийн агуулга 35.56% байв.

Анхны хүдэр дэх хүхрийн агуулга 2.03% байсан бөгөөд хуурай соронзон баяжуулалтын баяжмал дахь хүхрийн агуулга нэмэгдэж 2.38-3.67% хязгаарт, хаягдал дахь хүхрийн агуулга буурч 0.36-1.74% хязгаарт байна. Энэ нь анхдагч хүдэр дэх сул соронзон шинж чанартай пирротин (Pyrrhotite $\text{Fe}(1-x)\text{S}$ ($x=0-0.125$)) нь магнетиттай хамт баяжигдаж буйгаар тайлбарлагдана. Энэхүү пирротиныг соронзон пирит хэмээн нэрлэх нь ч байдаг бөгөөд энэ нь анхдагч хүдэр дэх магнетиттай хамт соронзон баяжмалд шилжиж байна.

Нунтаглалт нэмэгдэхэд баяжмал дахь төмрийн агуулга 66.6% хүртэл нэмэгдэж буй сайн талтай боловч нөгөө талаас түүнд хүхрийн агуулга 2.38-3.67% хүртэл их байх нь баяжмалын экспортын үед тодорхой хэмжээний торгууль төлөхөд хүргэнэ. Иймд цаашдын туршилтад урвуу флотацийн аргаар баяжмал дахь сульфидын хэсэг (ялангуяа пирротин)-ийг салгаж баяжмал дахь хүхрийг бууруулах төлөвлөгөөтэй ажиллаж байна. Урвуу флотацийн үед баяжмал дахь сульфидын хэсгүүд хөөсөнд шилжиж, магнетит зонхилсон сульфидын бус хэсэг нь хоосон чулуулаг хэлбэрээр баяжигдаж үлдэнэ хэмээн төсөөлж байгаа болно.

Туршилтын явцад ажиглагдсан дараагийн зүй тогтол бол анхны хүдэрт байсан никелийн дийлэнх хувь нь баяжмалд шилжиж, харьцангуй бага хувь нь хаягдалд шилжсэн байна. Минералоги болон бусад судлаачдын материалаас үзвэл энэхүү никель нь пирротины талст торын дотор орж суусан хэлбэрээр баяжмалд шилжсэн байх магадлал өндөртэй юм. Энэхүү никелийг өмнө дурдсан урвуу флотациар

сульфидын баяжмалд шилжүүлж авах боломжтой эсэхийг цаашдын туршилтаар тогтоох болно.

Өмнө дурдсан никель, ванадигаас бусад сонирхол татахуйц, ашигтай байж болохуйц элементүүд болох зэс, ковальт, цайр, ГХЭ-үүдийн агуулга хуурай соронзон баяжуулалтын хаягдалд нэмэгдсэн байна. Энэ нь уг элементүүд соронзон бус эрдэст агуулагдаж буйг илтгэж байна.

Нунтаглалт нэмэгдэх тусам баяжмал дахь ковальтын агуулга буурч, хаягдал дахь ковальтын агуулга нэмэгдэж байна. Ковальт нь анхдагч хүдрийн сульфидын эрдсүүдэд (пирит болон халькопирит) агуулагдах бөгөөд нунтаглалт нэмэгдэхэд эрдсүүдийн салалт нэмэгдсэний улмаас баяжуулалт сайжирч хаягдалд ковальтын агуулга нэмэгдэж байна. Нунтаглалтын хэмжээ нэмэгдэхэд анхны хүдэрт байсан ковальтын 64.65-67.04% нь хаягдалд баяжигдаж үлдэж байна.

ХУУРАЙ СОРОНЗОН БАЯЖУУЛАЛТЫН БАЯЖМАЛ
БОЛОН ХАЯГДЛЫН НАЙРЛАГА

4-Р ХҮСНЭГТ

Нунтаглалтын хэмжээ, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Анхдагч дээж
	0.85-1.0	0.355-0.85	0.15-0.355	0.09-0.15	<0.09	0.85-1.0mm	0.355-0.85mm	0.15-0.355mm	0.09-0.15mm	<0.09mm		
Дээж №	3.1Б	3.2Б	3.3Б	3.4Б	3.5Б	3.1Х	3.2Х	3.3Х	3.4Х	3.5Х		
Бүтээгдэхүүн	Баяжмал	Баяжмал	Баяжмал	Баяжмал	Баяжмал	Хаягдал	Хаягдал	Хаягдал	Хаягдал	Хаягдал		
Элемент, %	Fe нийт	52.5	58.7	65	67.9	66.6	54.2	7.22	8.12	8.66	9.21	35.6
	S нийт	3.67	3.29	2.38	2.76	3.15	0.36	1.37	1.74	1.47	1.12	2.03
Элемент, мг/кг	Al	0.65	0.36	0.25	0.2	0.17	7.71	7.21	5.75	5.05	4.83	3.35
	Ca	2.3	1.49	0.7	0.45	0.37	4.68	4.77	5.23	5.51	5.44	3.17
	K	0.17	0.08	0.06	0.11	0.09	1.5	1.38	1.16	1.01	0.96	0.69
	Mg	1.88	1.4	0.71	0.48	0.33	2.72	3.09	3.78	4.44	4.6	2.52
	Na	0.11	0.07	0.06	0.05	0.05	1.61	1.53	1.21	1.01	0.94	0.7
	V	368	275	321	333	273	114	118	118	124	124	215
	Zn	326	368	284	252	203	249	290	438	580	617	399
	Ti	1187	529	486	427	344	2764	2776	2859	3010	3009	1754
Элемент, мг/кг	La	20.1	19.6	10.6	7.14	5.66	19.4	32.7	49.1	56.9	63.8	31.9
	Ce	28.4	29.2	15.1	9.49	7.45	37.7	58.7	85.8	98.9	109	53.6
	Pr	2.11	2.17	0.75	0.24	<0.05	3.74	5.77	8.22	9.72	10.7	4.83
	Nd	9.13	8.93	4.29	2.67	2.1	16.6	21.9	29.6	36	39.7	18.3
	Co	162	148	81.1	73.4	65.5	45.6	137	172	160	159	123
	Ni	280	271	231	257	235	55.9	93.3	128	143	143	195
	Cu	515	453	243	168	141	96.5	161	345	555	687	393
	Mn	912	641	602	526	391	796	944	1056	1185	1173	865
	P	2144	1473	542	302	213	593	1064	2484	3956	4532	1772

Титаны хувьд нунтаглалт нэмэгдэх тусам баяжмалд буурч, хаягдалд ихсэж буй бөгөөд анхны хүдэр дэх титаны 85.29-88.97% нь хаягдалд баяжигдаж үлдэж байна. Титан нь хаягдалд титанит (CaTiSiO_5), илменит (FeTiO_3), рутил (TiO_2) хэлбэрээр агуулагдаж болох бөгөөд цаашид хаягдлыг флотацийн баяжуулалтад оруулсны дараах үлдэгдэлд хүчтэй соронзон баяжуулалтаар титаны агуулгыг илүү их хэмжээгээр нэмэгдүүлэх боломжтой хэмээн үзэж байна.

Анхдагч хүдэрт зэс болон цайр нь халькопирит, сфалерит байдлаар сульфидын эрдсүүдэд агуулагдаж билээ. Иймд нунтаглалт нэмэгдэх тусам соронзон хэсгээс сайн салгагдаж, хаягдалд баяжигдаж үлдэж байгаа болно. Нунтаглалтын хэмжээ нэмэгдэхэд анхны хүдэрт байсан зэсийн 70.19-90.65%, цайрын 72.25-80.19% нь хаягдалд баяжигдаж үлдэж байна.

Анхдагч хүдэр нь бага хэмжээний газрын ховор элемент агуулж байгаа болно. Энэхүү ГХЭ-үүд нь скарн төрлийн холимог хүдрийн апатитад агуулагдаж байна хэмээн үзэж байна. Апатитад агуулагдах ГХЭ-үүд нь соронзон баяжуулалтын үед хаягдалд шилжих нь ойлгомжтой юм. Нунтаглалтын зэрэг нэмэгдэх тусам баяжмал дахь кальци болон фосфорын агуулга буурч, хаягдал дахь эдгээр металлын агуулга нэмэгдэж байгаа нь үүнийг илтгэж байгаа болно. Соронзон баяжуулалтын дараа анхны хүдэрт байсан лантан болон церийн 88.57-99.5% нь хаягдалд шилжиж байна. Анхны хүдэрт лантан болон церийгээс гадна неодим харьцангуй их хэмжээгээр агуулагдаж байгаа бол бусад ГХЭ-үүд бага хэмжээтэй агуулагдаж байна.

Бусад элементүүдийн хувьд агуулга харьцангуй бага тул ялган авах боломж муу, эдийн засгийн үр ашиг муутай хэмээн үзэж байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Сэлэнгэ аймгийн Ерөө сумын нутагт байрлах төмрийн хүдрийн Баянголын бүлэг ордын Хандгайт гол уурхайн анхдагч хүдэр нь скарн төрлийн холимог металлын хүдэр байна. Анхдагч хүдрийн чулуулагт зонхилох хэмжээгээр магнетит, бага хэмжээгээр сфалерит, пирит, халькопирит агуулагдахаас гадна кварц, карбонатаас тогтох хүдрийн бус эрдсүүд агуудагдана.

2. Хүдэрт судалгааны болон эдийн засгийн үр өгөөжтэй байж болох, сонирхол татахуйц элементүүд бол ванади, титан, ковальт, никель, зэс, цайр, газрын ховор элементүүд байна. Эдгээрээс ковальт, никель, зэс, цайр нь сульфидын эрдсүүдэд агуулагдах бөгөөд карбонат болон магнетитад шигтгээлэг байдалтай байхаас гадна чулуулгийн ам цавын хагаралд агуулагдаж байна. Газрын ховор элементүүд нь хоосон чулуулагт апатитын эрдэст агуулагдаж байна. Титан нь титанит (CaTiSiO_5), илменит (FeTiO_3), рутил (TiO_2) хэлбэрээр агуулагдаж байгаа бол ванади нь магнетитад хатуу уусмал үүсгэн оршиж байна хэмээн үзэж байна.

3. Хүдрийн хуурай соронзон баяжуулалт, нунтаглалтын горим тогтох туршилтын үр дүнгүүдээс дээж:савхны харьцааг 1:2 байхаар авч, 50 эрг/мин хурдтайгаар 60 минут нунтаглахад хүдэр дэх эрдсүүд нь бие биеэс хангалттай хэмжээнд чөлөөлөгдөж байна. Иймд цаашид нунтаглах хугацааг нэмэгдүүлэх шаардлагагүй дээрх нөхцөлөөр 60 минут нунтаглах нь хангалттай хэмээн үзлээ.

4. Нунтаглалтын энэхүү тохиромжтой гормын үед төмрийн баяжмал дахь төмрийн агуулга 66.6% болтол өссөн сайн үр дүн гарсан боловч түүнд 3.15% хүхэр агуулагдаж буй нь сөрөг үр дүн билээ. Энэ нь анхдагч хүдэр дэх соронзон шинж чанартай пирротин

нь магнетиттай хамт баяжигдаж буйгаар тайлбарлагдана.

5. Туршилтын явцад ажиглагдсан дараагийн зүй тогтол бол анхны хүдэрт байсан никелийн дийлэнх хувь нь баяжмалд шилжиж, харьцангуй бага хувь нь хаягдалд шилжсэн байна. Энэхүү никель нь пирротины талст торын дотор орж суусан хэлбэрээр баяжмалд шилжсэн байх магадлал өндөртэй юм.

6. Хүдэр дэх ванадийн 2/3 орчим нь төмрийн баяжмалд, 1/3 орчим нь хаягдалд шилжсэн байна. Ийм төрлийн хүдэрт ванади ихэвчлэн магнетитад уусаж хатуу уусмал үүсгэсэн байдаг тул түүнийг зөвхөн пирометаллургийн аргаар төмрөөс салган авах боломжтой.

7. Ванади, төмрөөс бусад бүх сонирхол татахуйц элементүүдийн дийлэнх хувь нь соронзон баяжуулалтын явцад хаягдалд шилжиж агуулга нь нэмэгдэж байгаа бөгөөд нунтаглалтын зэрэг нэмэгдэх тусам эдгээрийн хаягдалд баяжигдаж үлдэх металл авалт нэмэгдэж байна. Тухайлбал нунтаглалтыг 60 минут гүйцэтгэсэн үед 0.075 мм фракцын гарц 96.6% байх бөгөөд энэ үед ковальтын 67.04%, титаны 88.97%, зэсийн 90.65%, цайрын 80.19%, ГХЭ-үүдийн 99.95% нь хаягдалд шилжиж, баяжигдан үлдэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Process Mineralogy of Vanadium Titanomagnetite Ore in Panzhihua, China. Fuxing Zhu, Zhanshan Ma, Guanjin Gao, Kehui Qiu and Weixing Peng, Separations 2023, 10, 147
- [2] Characterization and Pre-Concentration of Low-Grade Vanadium-Titanium Magnetite Ore. Chengbao Xu, Yimin Zhang, Tao Liu, and Jing Huang., Minerals 2017, 7, 137; doi:10.3390/min7080137
- [3] Recovering Cobalt and Sulfur in Low Grade Cobalt-Bearing V-Ti Magnetite Tailings Using Flotation Process. Junhui Xiao and Yushu Zhang. Processes 2019, 7, 536; doi:10.3390/pr7080536
- [4] Flotation and Tailing Discarding of Copper Cobalt Sulfide Ores Based on the Process Mineralogy Characteristics. Wentao Hu, Kai Tian, Zhengyang Zhang, Jiuchuan Guo, Xinwei Liu, Hongdong Yu and Huajun Wang. Minerals 2021, 11(10), 1078; https://doi.org/10.3390/min11101078
- [5] Recovery of cobalt and copper through reprocessing of tailings from flotation of oxidized ores. Michel Shengo Lutandula and Banza Maloba. Journal of Environmental Chemical Engineering 1 (2013) 1085–1090.
- [6] Comparative Cleaning Stages in Recovery of Copper and Cobalt from Tailings using Potassium Amyl xanthate as Collector. Meschack Mukunga Muanda, Pele Pascal Daniel Omalanga, and Vanessa Mwambaie Mitonga. EJERS, European Journal of Engineering and Technology Research Vol. 6, No. 2, February 2021.
- [7] Cobalt and copper recovery from the ancient flotation tailings by selective sulfation roast. Leaching process. M. Ozer. J. Min. Metall. Sect. B-Metall. 55 (3) B (2019) 315 – 324.
- [8] Recovery of Cobalt and Copper from Tailings Through Enhanced Oxidation and Selective Precipitation. Mark Roberts, Nina Swain, Andrew Barnes. IMWA 2021 – "Mine Water Management for Future Generations"

УУЛ УУРХАЙ, ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН “ҮЙЛДВЭРЛЭЛ ТЕХНОЛОГИЙН ПАРК” БА ГАЗРЫН ҮНЭЛГЭЭ

Сүхбаатарын ЖАРГАЛМАА¹, Бавуугийн ЧИНЗОРИГ²

^{1, 2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн, Геологи, уул уурхайн сургууль, Геодезийн тэнхим, Уурхайн технологийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: sjargalmaa@must.edu.mn¹

Хураангуй: Эрдэс баялгийн салбарт байгаль орчны талаар баримтлах бодлогын олон улсын эрх зүйн баримт бичгүүдэд хадгалалт, хамгаалалт, учруулж болзошгүй сөрөг нөлөөлөл, түүнийг бууруулах арга замын асуудал стандартын түвшинд үнэлэгдэж тавигдсан байдаг ч уурхай орчмын эдэлбэр газрын ашиглалт, түүний үнэлгээг төдийлөн сайтар гаргаж ирээгүй байдаг. Тэр дундаа үйлдвэржилтийн бүсийг барилгажилттай нь уялдуулж зохицуулах стандарт мөрдөгддөг. Харин бидний энэхүү судалгааныхаа ажлын хүрээнд өмнө нь боловсруулсан уурхай орчмын эдэлбэр газрын үнэлгээний арга зүйдээ тулгуурлан, үйлдвэрлэл технологийн паркийн газрын үнэлгээ хийх, төлөвлөх, хянах, удирдах арга зүйг боловсруулах нь манай улсад хөгжүүлэхээр зорьж байгаа “Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн үйлдвэрлэл, технологийн парк”-ийн эдэлбэр газрын үнэлгээг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй шийдвэрлэж, “Үйлдвэрлэл технологийн паркийн эрх зүйн байдлын тухай хууль”-ийг хэрэгжүүлэх, төр хувийн хэвшлийн оролцоо, хамтын ажиллагааг зохицуулах асуудлын нэгэн гаргалгаа болно гэж үзсэн.

Түлхүүр үг: үйлдвэрлэлийн цогцолбор, төлөвлөлт, хяналт, оролцоо, үр өгөөж

I. УДИРТГАЛ

Уул уурхайн салбарын үйл ажиллагааг урт хугацаанд тогтвортой, үр өгөөжтэй удирдан явуулж, ордын нөөц ашиглалтыг нэмэгдүүлэхэд нөлөөлөх хамгийн гол хүчин зүйл нь экспортын чиг баримжаатай үйлдвэрлэлийг цогцолбороор хөгжүүлэх явдал гэж нэгэнт тодорхой болоод байна.

“Үйлдвэрлэл технологийн паркийн эрх зүйн байдлын тухай хууль”-ийг хэрэгжүүлэхэд тулгарсан хүндрэлтэй нэг асуудал нь төр хувийн “хэвшлийн оролцоо буюу хуулийн 4.1.3, 11.2 заалтуудыг хангасан компанийг паркийн нэгжээр бүртгэн, үйл ажиллагааг нь дэмжихдээ тус хуулийн 13.4, 13.6, 14.1.2, 16.4 заалтуудыг хэрэгжүүлэхэд газрын үнэлгээ (төлөвлөлт, олголт, хяналт, үнэлгээ)-г хэрхэн тооцож, харилцан ашигтай байх зарчмыг тодорхой шийдвэрлэж чадаагүйд оршино [5]. Үүний улмаас удирдлагын компанийн зарим мэргэжилтний зүгээс УТП-ийн зориулалттай эдэлбэр газрыг нэгдсэн төлөвлөлтөөр олгох санал гаргаж байгаа нь шинээр орж ирэх төслийн нэгжийн хүчин чадал, үйлдвэрлэлийн цар хэмжээг үл хайхарсан буруу алхам болж байна. Учир нь тухайн ашигт малтмалын ордын насжилтыг уртасгаж, нөөц авалтыг боломжит дээд хэмжээнд байлгах замаар эрдэс баялгийг хэмнэлттэй ашиглах тогтвортой хөгжлийн зарчмыг баримталан УТП-ийн голлох үйлдвэр болон олон улсын зах зээлд эрэлт ихтэй бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэж, өндөр үр ашигтай ажиллах зорилгоор байгуулах дагаж хөгжих үйлдвэрүүдийг нэг ижил талбайд хязгаарлах дараах сул талыг бий болгоно эрсдэлтэй. Үүнд:

- Гадаад зах зээлийн багтаамж ихтэй төслийн нэгжийн үйлдвэрлэлийн хүчин чадлыг хязгаарлах;
- Дотоодын эрэлт хязгаарлагдмал ч импортыг орлох бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх төслийн нэгжид хэт их талбай олгох;

- Монгол Улсад мөрдөгдөж байгаа үйлдвэрлэлийн барилгын норм дүрэм баримтлахад барилга, ногоон байгууламжийн харьцаа алдагдах, үүнээс үүдэлтэй дахин төлөвлөлт хийх боломжгүй болох;
- Газрын үнэлгээгээр талбайн оновчгүй хуваарилалтаас үүдэлтэй хөрөнгө оруулалт, хувь эзэмшлийн ялгавартай ачаалал үүсэх;
- Төслийн нэгжийг бодитойгоор дэмжих биш тодорхойгүй нөхцөлийн эрсдэлд оруулах гэх мэт.

Тэгвэл УТП-ийн эдэлбэр газрын үнэлгээг бодитой үнэлснээр дараах давуу талыг бий болгож, олон асуудлыг шийдвэрлэнэ гэж үзэж байна. Үүнд:

- Сонгон шалгаруулалтаар хуулийн шаардлагыг хангасан төслийн нэгжид олгох талбайг бодитой үнэлэх
- Газрын төлбөр авах хугацаа болоход төслийн нэгжийн үйл ажиллагаа бэлтгэгдсэн байх
- Эрх бүхий байгууллагаас хяналт мониторинг хийх, дэмжих орчин бүрдсэн байх
- Төслийн өгөөжийг нийтэд ил тод нээлттэй мэдээлэхэд газар ашиглалттай холбоотой үл ойлголцол үүсэхгүй байх
- Урт хугацаандаа нэг төслийн насжилт дуусахад хаалт, нөхөн сэргээлтийн ажлыг гүйцэтгэхдээ дараагийн төслийг хэрэгжүүлэх бэлтгэл ажилтай уялдуулах газрын харилцаа тогтворжсон байх гэх мэт.

Бид өмнөх судалгаандаа уурхайн хаалтыг зөвхөн техникийн болон биологийн нөхөн сэргээлтээр төсөөлөх нь хэт явцуу ойлголт болж түүнийг эдийн засгийн эргэлтэнд оруулах дараагийн хэв шинжийг бий болгох талаар олон улсад бодитой алхамууд хийгдсэн тухай тэмдэглэж нотолгоо гаргасан [3]. Гол шалтгаан нь газар бол Монгол Улсын тусгаар тогтнолын үндэс төдийгүй уурхай, үйлдвэрлэлийн зориулалтаар газар ашиглуулах нь байгаль орчны

хязгаарлалттайгаар улс, орон нутагт нийгэм, эдийн засгийн үр өгөөжийг тасралтгүй өгч байх хөрөнгө оруулалтын томоохон хэрэгсэл гэж үзсэнд оршино. Тодруулбал, газар нь эдийн засгийн эргэлтэнд орохоос өмнөх, орсон, орсны дараах бүх цаг хугацаанд үр өгөөжөө өгөх үнэт “капитал” болохын хувьд дараах цаг хугацааны гурван үе шатанд тасралтгүй үнэлэгдэж болохоор байна. Үүнд:

1. Өнгөрсөн (уурхай, үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа эхлэхээс өмнөх үе шат буюу унаган төрх)
2. Одоо (уурхай, үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа явагдаж байгаа буюу ашиглалтын үе шат)
3. Ирээдүй (уурхай, үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа дууссаны дараа буюу техникийн болон биологийн нөхөн сэргээлт хийх эсэх, аялал жуулчлал, ХАА-н, бизнесийн, иргэний хамгаалалтын болон бусад чиглэлээр хөгжүүлэх эсэх зэрэг олон шийдлээс хамгийн оновчтой шийдвэрийг гаргаж, хэрэгжүүлэх үе шат)

Манай улсын болон олон улсын хэмжээнд эдгээр асуудлыг шийдвэрлэхдээ газрын уламжлалт үнэлгээний зарчмаар гагцхүү эвдэрсэн газарт учруулсан хор хохирол талаас үнэлсэн зарим нэгэн аргачлал байх боловч хиймэл дагуулын системийг ашигласан шинжлэх ухаан судалгааны ямар аргачлал боловсруулагдаагүй, мэдээлэл бүрэн төлөвшөөгүй байна.

Тодруулбал, Хятад улс Байдөүг 1994 онд эхлүүлж 2000, 2012 Байдөүг 1 болон Байдөүг 2-г тус тус ажлуулж, харин 2020 оны 07 сарын 31-нд Байдөүг 3 системийг амжилттай бүрдүүлж ашиглалтад оруулснаар Хятад улс дэлхийн бие даасан навигацийн хиймэл дагуулын системтэй гуравдагч орон болж АНУ-ын GPS, ОХУ-ын Глонасс системүүдийн араас бичигдэж хөдөө аж ахуй, барилга, тээвэр, эрчим хүч, төмөр зам, уул уурхай зэрэг бүхий л салбарт энэ системийг дэмжин ажиллаж үйл ажиллагааны бүхий л процессыг автоматжуулан, гарч болох эрсдэл, хүчин зүйлийг урьдчилан илрүүлэн, үр ашгийг дээшлүүлж байна [4].

Иймд үйлдвэрлэл технологийн паркийн эдэлбэр газрыг үнэлж, эдийн засгийн эргэлтэд оруулах боломжийг судалгааг хийж “Уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний суурь зураг боловсруулах арга зүй” -г боловсруулсан өмнөх туршлагаа гүнзгийрүүлэн “Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн үйлдвэрлэл, технологийн парк”-ийн үйл ажиллагаа эрхлэх тусгай зөвшөөрөл бүхий эдэлбэр газрыг дараах гурван үе шатанд цогцоор үнэлэх арга зүйг боловсруулсан болно. Үүнд:

- УТП-ийн үйл ажиллагаа эрхлэхээс өмнөх үе шат
- УТП үйл ажиллагаа эрхлэх үе шат
- УТП-ийн хаалтын үе шат

Энэ нь тогтвортой хөгжлийн нөхцөл дэх нийгэм - эдийн засгийн харилцаа, байгаль орчин, экологийн

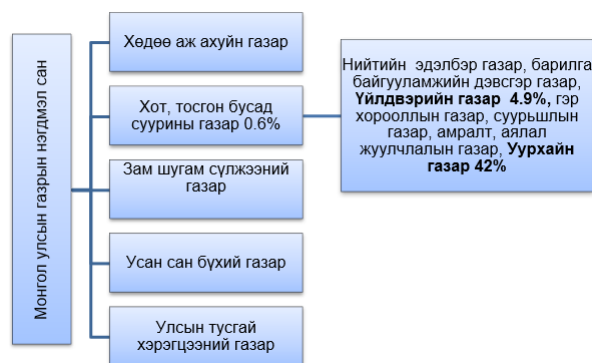
тэнцвэрт байдлыг хадгалан хамгаалах зорилтын хүрээнд манай улсын дараах бодлого хөтөлбөрүүдийн хэрэгжилттэй шууд уялдана. Үүнд:

- “Алсын хараа – 2050”,
- Аж үйлдвэрийн хөгжлийн бодлогын баримт бичгүүд,
- Аймаг, орон нутгийн стратеги төлөвлөгөө, хөгжлийн төлөвлөгөө гэх мэт болно [6].

II. ОНГОЛ УЛСЫН ГАЗРЫН НЭГДМЭЛ САНГИЙН АНГИЛАЛД “УУЛ УУРХАЙ, ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ТЕХНОЛОГИЙН ПАРКИЙН ЭДЭЛБЭР ГАЗАР”-ЫГ ТУСГАЙЛАН АВЧ ҮЗЭХ НЬ

Улс орны хэмжээнд аж үйлдвэрийг хөгжүүлэх, үйлдвэржүүлэлтийн стратегийн бодлогыг тодорхойлоход үйлдвэр, уурхайн эдэлбэр газрын талаар хийгдсэн судалгаа, орон нутгийн хөгжлийн бодлоготой уялдсан нөөц бололцоог тодорхойлж, газрыг эдийн засгийн эргэлтэд тасралтгүй оруулах, ашиглах бодлого, төлөвлөлт нэн шаардлагатай болсон.

Уурхайн эдэлбэр газар Монгол Улсын газрын нэгдмэл сангийн ангиллын хот, тосгон бусад суурин газрын ангилалд багтах ба газрын нэгдмэл сангийн 0.6 хувийг эзэлж байна. Харин хот, тосгон, бусад суурин газрын ангилалд багтах уурхайн эдэлбэр газар сүүлийн 8 жилд тогтмол нэмэгдэж тус ангиллын газрын 42%, үйдвэр ийн газар 4.9%-ийг тус тус эзэлж байна.



1-р зураг. Монгол Улсын газрын нэгдмэл сан

Хот, суурины газар нь газрын үнэлгээний хувьд ихээхэн онцлогтой. Манай улсын судлаачдын зүгээс хот, суурин газрын үнэлгээний хүчин зүйлсийг байгаль, нийгэм, эдийн засгийн, хүний үйл ажиллагаатай гэсэн бүлгүүдэд хуваан авч үздэг.

Газрын эдийн засгийн үнэлгээ нь “Газрын нэгдмэл сан”-ийн ангилалд үндэслэн үнэлгээний тойрог, зэрэглэл (бүс)- ээр суурь үнэлгээнд тулгуурлан төлбөрийн хэмжээг тогтоодог.

Харин уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн үйлдвэрлэл, технологийн паркийн эдэлбэр газар хот суурины газраас ангид суурьшлын бүсээс гадна орших учир байгалийн хүчин зүйлсийг илүү тодорхой авч үзнэ. Энд байгаль, экологийн хүчин зүйлс болон физик газар зүй, хүний үйл

ажиллагаатай холбоотой асуудлууд багтана. Байгаль, экологийн хүчин зүйлсийг дараах байдлаар авч үзнэ. Үүнд:

- Газрын гадаргуугийн индекс- $/W_{i-n}/$
- Ургамлын индекс - $/W_{i-n}/$
- Чийгийн индекс - $/W_{i-n}/$
- Газрын гадаргуугийн налуу, налуужилт- $/W_{i-n}/$
- Өндөржилт - $/W_{i-n}/$ зэрэг болно.

Мөн уул уурхайн өндөр хөгжсөн Канад, Америк, Австрали зэрэг орны газрын нэгдмэл сангийн ангиллыг авч үзвэл үйлдвэрийн газрыг хот сууринаас ангид эсвэл үйлдвэрлэл, аж үйлдвэрийн газар, аж үйлдвэр болон худалдааны цогцолбороор ангилж, үнэлгээг ялгаатай байдлаар тогтоож байна.

Манайх олон улсад түгээмэл ашиглагддаг, хүлээн зөвшөөрөгдсөн Crisco болон Imval-ын загваруудад суурилсан ашигт малтмалын хайгуулын болон нөөц баялгийн нээлттэй тайлан боловсруулах журам болон ашигт малтмалын хөрөнгийн үнэ цэнийн үнэлгээг эдгээр орнуудын олон улсын журамд суурилдаг.

Америкийн Нэгдсэн Улсад газрын нэгдмэл санг газар ашиглалтын зориулалтаас нь хамаарч хуваадаг. Үүнд: Хот суурин бүхий барилгажсан газар (Urban or Built-up Land)

1. Суурьшлын хэсэг (Residential)
2. Худалдаа, үйлчилгээний хэсэг
3. Аж үйлдвэр болон худалдааны цогцолбор (Industrial and Commercial Complexes). Үүнд уурхайн газар багтана.
4. Холимог хот суурин бүхий барилгажсан хэсэг (Mixed Urban or Built-up Land)
5. Бусад хот суурин бүхий барилгажсан хэсэг (Other Urban or Built-up Land)

Канад улсын хувьд газрын гадарга ашиглах эрх, ашигт малтмал ашиглах эрх нь 1900 он хүртэл тухайн хууль тогтоомжийнхоо дагуу худалдаалагддаг байсан байна. Түүнээс хойш ашигт малтмал олборлох эрх улсын өмч болсноор иргэн аж ахуйн нэгж байгууллагад худалдаалагдахгүй, харин түрээсээр олгогдох болсон байна. Үүний үр дүнд Канадын газар нутгийн 90 гаруй хувийг эзлэх ашигт малтмал ашиглах эрх нь улсын өмч болсон байна [1]. Тус улс нь уурхайн эдэлбэр газраа иргэн, аж ахуйн нэгж байгууллагад түрээслүүлэхдээ тухайн газрын ашигт малтмалын төрөл, баялаг, нөөцөөс хамаарч түрээсийн хувь, хэжээг тогтоодог.

Австрали улсын хувьд газрын нэгдмэл сан нь дараах ангиллуудаас бүрддэг. Үүнд:

1. Тусгай хамгаалалттай газар (Conservation and natural environment)
2. Байгалийн баялагт газар - Production from relatively natural environments
3. Хөдөө аж ахуйн болон тариалангийн газар - Production from dryland agriculture and plantations
4. Усжуулалттай хөдөө аж ахуйн болон тариалангийн газар - Production from irrigated agriculture and plantations
5. Эрчимт ашиглалттай газар - Intensive uses

1. Эрчимт цэцэрлэгжүүлэлт -Intensive horticulture
2. Эрчимт мал аж ахуйн газар -Intensive animal husbandry
3. Үйлдвэрлэл, аж үйлдвэрийн газар - Manufacturing and industrial
4. Суурьшлын болон дэд бүтцийн газар - Residential and farm infrastructure
5. Үйлчилгээний газар - Services
6. Цахилгаан эрчим хүчний газар - Utilities
7. Зам тээвэр, харилцаа холбооны газар - Transport and communication
8. Уул уурхайн эдэлбэр газар - Mining
9. Хог дахин боловсруулах, худалдах газар -Waste treatment and disposal гэх мэт ангилж байна.

Бид энэ асуудлыг “Уул уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээ, төлбөр тогтоох асуудалд хийсэн дүн шинжилгээ” бүтээлдээ 2013 оноос хойш дэвшүүлэн бичиж, үнийн хол зөрүүтэй байдлыг Багануурын уурхайн жишээн дээр гарган, эрх зүйн орчиндоо тусгасан хэдий ч бодит амьдрал дээр хэрэгжилт хангалтгүй байгааг дэвшүүлж, өнөөдрийн шинэ үнэлгээний бүсчлэлээр оновчгүй, сайжруулах шаардлага байгаа нь ч нэг үндэслэл болно [1].

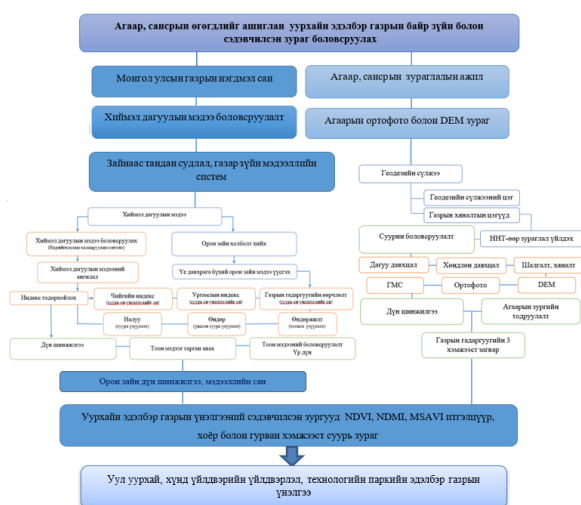
III. УУЛ УУРХАЙ, ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ТЕХНОЛОГИЙН ПАРКИЙН ЭДЭЛБЭР ГАЗРЫН ҮНЭЛГЭЭНИЙ СЭДЭВЧИЛСЭН ЗУРАГ БОЛОВСУУРЛАХ АРГА ЗҮЙ

Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн үйлдвэрлэл, технологийн паркийн эдэлбэр газрын үнэлгээний сэдэвчилсэн зургууд, NDVI, NDMI, MSAVI зэрэг итгэлцүүр, хоёр болон гурван хэмжээст суурь зураг боловсруулах аргачлалд үндэслэн хийнэ.

Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн үйлдвэрлэл, технологийн паркын эдэлбэр газрын үнэлгээний хувьд суурь зураг үзүүлэлтүүд газрын үнэлгээний суурь орон зайн өгөгдөлд тулгуурлах бөгөөд хиймэл дагуулын мэдээг өнгөрсөн, одоо ба ирээдүйн он цаг хугацааны өндөр нарийвчлалын мэдээтэй ажиллана [2]. Гарсан үр дүнгүүдэд үндэслэн, газар зүйн мэдээллийн системийн аргаар хийсэн дүн шинжилгээнд тулгуурлан, орчин үеийн дэвшилтэд технологийн багаж тоног төхөөрөмжөөр хэмжилт зураглалын ажлыг гүйцэтгэж, УТП-ын газрын үнэлгээг тогтоон, нэгдсэн удирдлагаар хангаж, төлөвлөлт хийнэ. Хиймэл оюун ухаанд суурилсан технологийг ч нэвтрүүлэх хэрэгцээ шаардлага, боломж байгаа бөгөөд бидэнд илүү хурдан, үнэн зөв, бодит үр дүнг гарган өгч байх давуу талтай.



**2-р зураг. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн үйлдвэрлэл,
технологийн паркийн эдэлбэр газрын үнэлгээний сэдэвчилсэн
зураг боловсруулах**



3-р зураг. Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн үйлдвэрлэл, технологийн паркийн эдэлбэр газрын үнэлгээний аргачлал

Өмнө бид уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний аргачлалыг боловсруулсан. Үүнд тулгуурлан, Уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн үйлдвэрлэл, технологийн паркийн эдэлбэр газрын үнэлгээний аргачлалыг боловсруулсан болно. Үүнд:

Уурхайн газар ашиглалтын үйл ажиллагааны үр дүнд судалгаа хийх шаардлагатай байршилд хиймэл дагуулын мэдээг сонгон боловсруулалтын ажлыг гүйцэтгэж, нарийвчилсан судалгаа хийнэ. Гарган авсан үр дүнд тулгуурлан, хэмжилт зураглалын ажлыг тухайлсан талбайд гүйцэтгэж газрын гадаргуугийн байгаль, экологийн үзүүлэлтүүдийн ихээхэн өөрчлөлт ихтэй талбайд нарийвчилсан судалгаа, дүн шинжилгээ хийж газрыг үнэлгээг тогтооно [3].

Суурь болон үнэлгээ хийх онуудыг газрын зургийн нарийвчлалаас хамааруулан сонгож, боловсруулах хиймэл дагуулын мэдээ олон сонголттой байна.

Үр дүнгээс байгалийн сэдэвчилсэн зургууд болох уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний сэдэвчилсэн зургууд, итгэлцүүр, хоёр болон гурван хэмжээст суурь зураг, байгаль, экологийн үзүүлэлтүүдээр орон зайн мэдээ бүрдэнэ.

Үр дүнд уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээнд тулгуулан ҮТП-ын үнэлгээг тухайн талбайд

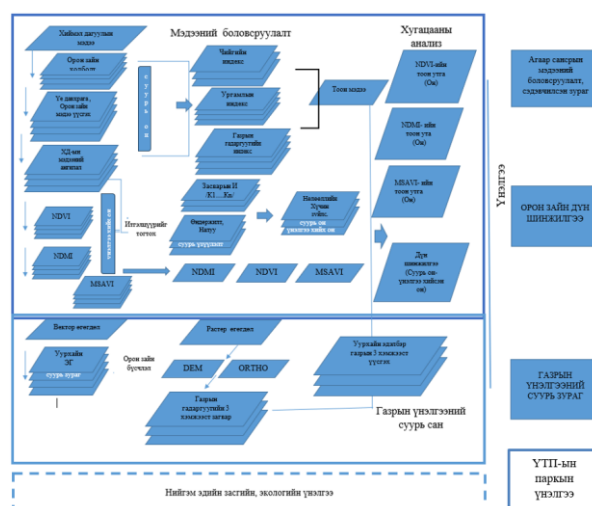
тулгуурлан тогтооно. Уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний суурь зургийг боловсруулахын тулд хууль эрх зүйн орчин, түүнтэй нийцүүлэн гаргасан дараах норм ба дүрэм, журам, аргачилсан зааварт тулгуурласан.

- Ашигт малтмалын тухай хууль, -УБ:2018
- Газрын төлбөрийн тухай хууль, -УБ:2012
- Газрын тухай хууль, -УБ:2018
- Монгол Улсын барилгын норм ба дүрэм БНБД 11-14-23, агаар, сансрын зураглалын ажил
- Засгийн газрын 2018 оны 181 дүгээр тогтоолын хавсралт, Газрын эдийн засгийн үнэлгээ хийх аргачлал
- Засгийн газрын 1997 оны 152 дугаар тогтоолын 2-р хавсралт

Уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний суурь зургийг боловсруулах арга зүйгээр байгаль, экологийн хүчин зүйлсийг ялгаатай тооцож, геодези, зураг зүйн суурь өгөгдлийн сан бүрдүүлэх боломжтой болсон. Энэ нь газрын эдийн засгийн бодит үнэлгээ гаргах, газар ашиглалтын зөв менежментийн бодлого боловсруулах үндэслэл болно.

Манай улсын аж үйлдвэрийн салбарын хүрээнд бүхий л уурхайн эдэлбэр газруудад энэхүү арга зүйг ашиглах боломжтой (зураг 4).

Уул уурхайн эдэлбэр газрыг ашиглалтын дараа эдийн засгийн хоёр дахь шинэ эх үүсвэрээр ашиглах боломж бий болгох, үнэлгээг оновчтой тогтоох, хөгжүүлэх асуудлыг шийдвэрлэхэд энэхүү аргачлалын мөн чанар оршиж байна.

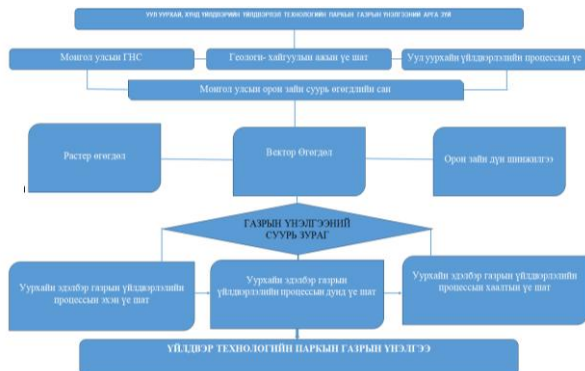


4-р зураг. Уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний суурь зургийг боловсруулах арга зүй

Арга зүйн хүрээнд аймаг, орон нутгийн төлөв байдалд нарийвчилсан шинжилгээ, оношилгоо хийх, үнэлгээ өгөх зэрэг суурь мэдээллүүдийг нэгтгэнэ. Энэхүү арга зүй нь зайнаас тандан судлал, газар зүйн мэдээллийн системийн аргаар орчинг иж бүрнээр тодорхойлж, тэдгээрээс тулгамдаж буй асуудал, үүсч болох эрсдэлийг илрүүлэн хариу үйлдлийг төлөвлөхөд чиглэгддэг.

Иймд хамгийн өндөр үр ашигтай, зүй зохистой ашиглах байгаль орчны хүчин зүйлсээс гадна дэлхийн дулаарал, уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөө зэргийг харгалзан үзнэ.

Уурхайн эдэлбэр газрын суурь зураг боловсруулах арга зүй нь үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанд болон бусад нөлөөллийн хүчин зүйлийн нөхцөл байдлын дүн шинжилгээг хийхдээ өнөөгийн байдлын мэдээлэл, үндсэн нэгж, салбарын баталгаат эх өгөгдөл, судалгаа зэргийг үндэс болгосон бол УТП-ын арга зүй салшгүй хэсэг байна (Зураг 5).



5-р зураг. Уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний суурь зургийг боловсруулах арга зүйд тулгуурласан УТП-ын арга зүй

Мөн орон нутгийн эдийн засгийн нөөц боломж, сум суурин газрын төлөвлөлт, дэд бүтцийн хөгжил, ерөнхий төлөвлөгөө зэрэг нь ирээдүйн үйл ажиллагаанд нөлөөлөх тул урт, дунд, богино хугацааны төлөвлөгөөний зорилго, зорилтууд, үнэт зүйл, үзэл баримтлалууд нь удирдлагаас баримталж буй ирээдүйн төсөөлөлтэй уялдах ёстой. Бусад салбар, бизнесийн байгууллагуудын туршлага болон эрдэмтэн судлаачдын зүгээс өгөх санал зөвлөмжийг тусгана.

Улс орны хувьд суурь өгөгдөл, суурь орон зайн өгөгдөл, мэдээллийн сан бүрдэж, орон зайн дүн шинжилгээ хийж шийдвэр гаргах түвшинд хүрч ажиллах юм.

Уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний суурь зургийг боловсруулах арга зүй нь байгаль, экологийн асуудлуудыг тодорхойлох ба нийгэм, эдийн засгийн экологийн үнэлгээний асуудлуудыг тусад нь авч үзэх асуудал УТП-ын хувьд ч хэвээр байна.

Манай улсын аж үйлдвэрийн салбарын хүрээнд бүхий л уурхайн эдэлбэр газруудад энэхүү арга зүйг ашиглах боломж байна.

Уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний суурь зураг боловсруулж, бодит үнэлгээ хийх нь дараах ач холбогдолтой. Үүнд:

- Уул уурхайн эдэлбэр газрыг цогцоор нь үнэлэх
- Байгаль орчны хяналт-мониторинг хийх
- Байгаль, экологийн зүй тогтлыг тодорхойлох
- Уул уурхайн эдэлбэр газрыг шинээр үүссэн хоёр дахь хэв шинжээр ашиглах, хөгжүүлэх бодлого, стратеги боловсруулах
- Нөхөн сэргээх,

- Эко системийг тогтвортой байдлыг бий болгох,
- Газрын нийгэм-эдийн засгийн үр өгөөжийг тооцоолох
- Эдийн засгийн өрсөлдөх чадварыг нэмэгдүүлэх гэх мэт болно.

IV. УУЛ УУРХАЙ, ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ТЕХНОЛОГИЙН ПАРКИЙН ЭДЭЛБЭР ГАЗРЫГ ҮНЭЛЭХ НЬ

Аж үйлдвэрийн хөгжлийн бодлого, төлөвлөлтийн хүрээнд дараах зарчмуудыг баримтална. Үүнд:

- Засгийн газраас хэрэгжүүлж буй богино, дунд, урт хугацааны хөгжлийн хөтөлбөрийн өргөн хүрээг хамарсан бодлогын баримт бичигтэй уялдаа холбоотой байх,
- Үндэсний аж үйлдвэржилтийн бодлого, тулгамдсан асуудал, хэрэгжүүлэх зорилтуудтай уялдуулсан байх,
- Ашигт малтмалын орд ашиглалтын үеүдийн өөрчлөлтийг хянах,
- Аж үйлдвэржилтийн эдийн засгийн бодлого, төсвийн бүрдүүлэлт хуваарилалтын асуудлыг тодорхойлох,
- Аж үйлдвэрийн салбарын бүх шатанд уян хатан үр дүнтэй бодлого хэрэгжүүлэх удирдлагын баг шийдвэр гаргахад зөвлөмж болох,
- Газрыг эдийн засгийн дараагийн эх үүсвэрээр хөгжүүлэхдээ бусад салбаруудын үйл ажиллагаатай уялдуулсан, тэдгээрийг дэмжих зорилгод чиглэсэн байх зэрэг болно.

Уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний суурь зураг боловсруулах арга зүй болон УТП-ын арга зүй дараах үндсэн шинж чанарыг агуулсан хэвээр байна. Үүнд:

- Уурхайн ашиглалтын үеүдэд хийгдэх суурь орон зайн өгөгдлийн бүрдүүлэлт тодорхой байх,
- Суурь орон зайн өгөгдлийн бүрдүүлэлт нь гадаад, дотоодын компаниудын өрсөлдөх чадварыг бэхжүүлэх, ил тод нээлттэй байх, төрийн бодлогыг тусгах,
- Суурь орон зайн өгөгдөлд тулгуурласан агаар, сансрын зургийн боловсруулалт төлбөртэй болон төлбөргүй өгөгдөл мэдээ ашиглах, эдгээр нь хувийн хэвшлийнхэнтэй өргөн хүрээнд зөвшин хэлэлцэж, хамтарч боловсруулах, сонголттой байх
- Уурхайн эдэлбэрийн богино, дунд, урт хугацааны суурь өгөгдлийн санг тасралтгүй бий болгох хөдөө орон нутагт үйлдвэржилтийн эрчим, хөгжлийн чиг хандлагатай уялдуулан хөгжүүлэхэд автоматжуулсан нэгдсэн удирдлагаар хангах,
- Дотоодын компаниудын дэвшилтэт техник, технологийг нэвтрүүлэх ажлын чиглэл,

- хурдац, бодит үр дүнд тулгуурлан сайжруулахад хөрөнгө оруулалтыг дэмжих,
- Олон улсын хиймэл дагуулын хөгжлийн чиг хандлагыг хэрэглэгч орны хувьд голлох салбаруудад ухаалаг хэрэглээг нэмэгдүүлэх, хөгжүүлэх
 - Стратегийн голлох салбарын үйлдвэрлэл, экологийн тэнцвэрт байдал удаан хадгалагдах үйлдвэрлэлийг дэмжих, зах зээлийн шинэ боломж нээхэд туслах
 - Стратегийн голлох салбарын үйлдвэрлэл, экологийн тэнцвэрт байдал удаан хадгалагдах үйлдвэрлэлийг дэмжих, зах зээлийн шинэ боломж нээхэд газрын үнэ цэнийг нэмэгдүүлэх
 - УТП-ын газар нь олон улсад үнэ цэнтэй хөрөнгийн баталгааны эх үүсвэр болох зэрэгт туслах болно.

Холбогдох үндэслэл нь ашигт малтмалын ордыг ашиглаж экспортын орлого олсны дараа уурхайн эдэлбэр газрыг эдийн засгийн дараагийн эх үүсвэрээр ашиглах судалгааг хийж, газрын үнэлгээнд шинэ ангилал оруулах хэрэгцээ шаардлага үүсэж байгааг ч илрүүлээд байна. Хоёрдогч эх үүсвэрээр ашигласан олон улсын туршлагад:

- Уул уурхайн үйл ажиллагаа эрхэлсэн орон зайг ашиглан хүнд үйлдвэрлэл хөгжүүлэх
- Аялал жуулчлалын цогцолбор байгуулах
- Үйлдвэрлэл, технологийн парк байгуулах
- Иргэний хамгаалалтын зориулалтаар инженерийн байгууламж хийх
- Хаягдал хадгалах байгууламж болгох гэх мэт өргөн хүрээтэй хөгжиж байгааг энд бид нэвтрүүлэх хэрэгцээ шаардлага өндөр байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Газар хөрөнгө болохын хувьд уул уурхайн өндөр хөгжсөн Канад, Америк, Австрали зэрэг орнуудын газрын нэгдмэл сангийн ангиллыг эш болгон үйлдвэрийн газрыг хот сууринаас ангид бадлаар эсвэл үйлдвэрлэл, аж үйлдвэрийн газар, аж үйлдвэр болон худалдааны цогцолбор байдлаар ангилж үнэлгээ тогтоох нь эдийн засгийн бодит харилцааг үүсгэх үндэслэл болно гэж үзлээ.

2. Уул уурхайн үйлдвэрлэл, УТП-ийн эдэлбэр газрыг төлөвлөх, төслийн нэгжийн шаардлагатай талбайн бодит хэмжээнд хуваарилахад үнэлгээ чухал хэрэгсэл болохын хувьд дэвшүүлж байгаа аргачлалыг хэрэглэх боломжтой байна.

3. УТП-ын газрын үнэлгээг байгаль экологийн үзүүлэлтүүдээс хамааруулан, дээрх аргачлалаар тогтоосноор газрын үнэ цэнийг нэмэгдүүлж, олон улсын хөрөнгө оруулалтыг татах хөрөнгийн суурь баталгаа болно. Ингэснээр хамтарсан хөрөнгө оруулалттай аж ахуй нэгж байгууллагуудын үйл ажиллагааг дэмжих, төслийн үр өгөөжийг өсгөх, урт хугацаандаа төр хувийн хэвшлийн түншлэлийг нэмэгдүүлэх, экспорт, импортын орлогыг хурдацтай сайжруулах олон талт хамтын ажиллагааг дэмжих тогтолцоог бүрдүүлэх нэг алхам болно гэж үзлээ.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1]. С.Жаргалмаа, Д.Оюунцэцэг, Э.Баярмаа, Уул уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээ, төлбөр тогтоох асуудалд хийсэн дүн шинжилгээ, Залуу эрдэмтэн судлаачдын Хүрэл ТОГТООТ - 2013 эрдэм шинжилгээний бага хурал, – УБ., 2013. -х. 77-84
- [2]. С.Жаргалмаа, Д.Оюунцэцэг, Б.Чинзориг, Хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан уурхайн эдэлбэр газрын өөрчлөлтийг тогтоох судалгаа 2 (Чийгийн индексийн үзүүлэлтүүд), “Усны шинжлэх ухаан ба инженерчлэл -2024” эрдэм шинжилгээний хуралд, Профессор, багш, судлаачдын “Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэлийн тусгай дугаар, №24 (04) 328-УБ., 2024., -х.66-71
- [3]. С.Жаргалмаа, Зайнаас тандан судлалын аргыг ашиглан уурхайн эдэлбэр газрын үнэлгээний суурь зураг боловсруулах арга зүйн судалгаа (Таван толгойн уурхайн жишээн дээр) Техникийн ухааны доктор (Ph.D)-ын зэрэг горилсон бүтээл, -УБ., 2024
- [4]. Bikram Pratap Banerjee, Simit Raval, 2022. “Mapping Sensitive Vegetation Communities in Mining Eco-space using UAV-LiDAR,” pp 2.15-16.16. Doi: 10.1007/s40789-022-00509-w
- [5]. “Үйлдвэрлэл технологийн паркийн эрх зүйн байдлын тухай хууль”-
- [6]. Стратеги төлөвлөгөө “Засаг захиргаа, нутаг дэвсгэрийн нэгж”- аймаг тус бүрээр, -УБ., 2022-2024

СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮНД СУУРИЛСАН МАТЕМАТИК 2С ХИЧЭЭЛИЙН ХӨТӨЛБӨРИЙН ХЭРЭГЖИЛТИЙН СУДАЛГАА (ШУТИС-ийн жишээн дээр)

Цогтбазар ЦЭЦЭГСҮРЭН¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС-ийн Хэрэглээний шинжлэх ухааны сургууль, Математикийн тэнхим

e-мэйл хаяг: tsetsegsuren@must.edu.mn¹

Хураангуй: ШУТИС-ийн Хөтөлбөрийн ерөнхий хорооноос ШУТИС-ийн бакалаврын цөм хөтөлбөр, түүнд тавигдах шаардлагыг гаргаж баталсан. Хөтөлбөрт тавигдах шаардлагын дагуу Математик 1, Математик 2 хичээлийн агуулгыг А, В, С гэсэн 3 түвшинтэй байхаар ангилсан. Хөтөлбөрийн хэрэгжилтийг сургалт явуулж буй хөтөлбөрийнхөө суралцахуйн үр дүн (PLO-Program Learning outcome) буюу хөтөлбөрөөр оюутны эзэмших мэдлэг, чадвар, хандлагыг урьдчилан тодорхойлж, хүрэх үр дүнгээ төсөөлсөн байх ба сургалт явагдсаны дараа төлөвлөсөн үр дүндээ хүрсэн эсэхээр үнэлдэг. Өгүүлэлд Математик 2С хичээлийн хөтөлбөрийн хэрэгжилтэд хийсэн судалгааг авч үзэв. Судалгааны зорилго нь Суралцахуйн үр дүнд суурилсан математик 2С хичээлийн хөтөлбөрийн хэрэгжилтэд судалгаа хийх. Тус хөтөлбөрийг 1483 оюутан судалснаас судалгаанд 1039 оюутан буюу 71 хувь нь хамрагдсан. Математик 2С хичээлийн суралцахуйн үр дүнгийн шууд үнэлгээний гүйцэтгэл CLO-1 нь 53 %, CLO-2 чадвар 61%, CLO-3 56 %, CLO-4 чадварын 50 хувь нь С –ээс дээш гүйцэтгэлтэй байна. Шууд бүс үнэлгээ нь CLO1 - 71 %, CLO2 - 74%, CLO3 - 75 %, CLO4- 72% байгаа нь “Шаардлага хангасан, гэхдээ сайжруулалт хийх хэрэгтэй” гэсэн дүгнэлтэд хүрч байна. CLO1, CLO2, CLO3, CLO4 чадварыг хэрхэн эзэмшсэн судалгааг 2 өөр төлөвлөлтөөр авч үзлээ. Төлөвлөлтийн оноог жигд хувиарлах нь зүйтэй гэж үзлээ. Оюутан бүрийн явцын 70 оноо, шалгалтын 30 онооны дундаж нь 53.3 (76.2%), ба 17.3(57.6%) байна. Мөн 70:30 онооны корреляци хамаарлыг судлахад 0.89 хүчтэй хамааралтай байна. Судалгааны боловсруулалтыг Экселлийн Дата анализ программ ашиглан гүйцэтгэв.

Түлхүүр үг: PLO, CLO, мэдлэг, чадвар, хандлага

I. УДИРТГАЛ

ШУТИС нь Олон улсын Инженерийн Холбоо (International Engineering Alliance)-ноос гаргасан инженерчлэл, инженерчлэлийн технологи, компьютер тооцооллын хөтөлбөрөөр суралцаж төгсөгчийн жишиг хэв шинжүүд, БМИҮЗ, АБЕТ, ASIIN, ACBSP зэрэг дотоод, гадаадын магадлан итгэмжлэлийн байгууллагын шалгуур, CDIO санаачилгын жишиг суралцахуйн үр дүнгүүдийг тус тус үндэслэн ШУТИС-ийн бакалаврын хөтөлбөрөөр суралцагчдын эзэмшсэн байвал зохих нийтлэг чадамжуудыг олгох хичээлүүдийг агуулсан цөм хөтөлбөр (Core Curriculum)-өө шинэчилсэн [4]. Олон улсын түвшинд “Тухайн дээд боловсролын байгууллага сургалт явуулж буй хөтөлбөрийнхөө суралцахуйн үр дүн (PLO-Program Learning outcome) буюу хөтөлбөрөөр оюутны эзэмших мэдлэг, чадвар, хандлагыг урьдчилан тодорхойлж, хүрэх үр дүнгээ төсөөлсөн байх ба сургалт явагдсаны дараа төлөвлөсөн үр дүндээ хүрсэн эсэхээр үнэлэгдэх сургалтыг “Үр дүнд суурилсан боловсрол (ҮДСБ)” гэж тодорхойлон [3] чухалд үзэх болсон. Энэ аргыг ШУТИС –ийн бүх бүрэлдэхүүн сургууль хэрэгжүүлж байна.

Хичээлийн суралцахуйн үр дүнгийн үнэлгээг шууд, шууд бус аргаар үнэлдэг. Шууд үнэлгээний үр дүн зорилтот түвшинг хангаж байгаа эсэхийг дараах байдлаар тодорхойлно. Хичээлийн тухайн үр дүнгийн гүйцэтгэлд А, В, С+ ба С үнэлгээ авсан оюутны эзлэх хувь дараах зорилтот түвшинг хангаж байгаа эсэхэд үнэлэлт дүгнэлт өгнө. Үүнд: 91-100%

(Шаардлага бүрэн хангасан); 81-90% (Шаардлага хангасан, зарим талаар сайжруулалт хийж болно); 70-80% (Шаардлага хангасан, гэхдээ сайжруулалт хийх хэрэгтэй); 70%-аас доош (Шаардлага хангаагүй, заавал сайжруулалт хийх хэрэгтэй) гэж үздэг. **Шууд бүс үнэлгээний үр дүн** зорилтот түвшинг хангаж байгаа эсэхийг хичээлийн санал асуулга дахь CLOs (Course Learning Outcomes) [3] бүрийн гүйцэтгэлийг 1-5 түвшингээр үнэлэх ба 4 ба 5 оноо бүхий хариултын тоо 70%-аас доошгүй байна [4].

II. МАТЕМАТИК ХИЧЭЭЛИЙН ХӨТӨЛБӨРИЙН ТУХАЙ

Суурь хичээлийн хөтөлбөрийн агуулгыг мэргэжлийн чиг хандлагатай уялдуулан бакалаврын бүх хөтөлбөрт багтдаг Математик 1, Математик 2 хичээлийг А, В, С гэж тус тус ангилан агуулгын хүрээг гарган мөрдөж байна. Тухайлбал: Дизайн, Хэл шинжлэл, Бизнесийн удирдлага, менежмент, нийгмийн шинжлэх ухаан, аялал жуулчлалын хөтөлбөрт Математик А хичээлийг, харин Мэдээллийн холбооны технологи чиглэлийн инженерчлэл (06), Инженерчлэл (07) хөтөлбөрт Математик С-г бусад хөтөлбөрт Математик В-г заавал судлахаар заасан байна [4]. Математик С хичээлийн агуулгыг **Математик 1С** [4]: Шугаман алгебр (30%), аналитик геометр (20%) нэг хувьсагчийн функц, түүний хязгаар, уламжлал, интеграл, тэдгээрийн хэрэглээ (50%). Шугаман алгебр, нэг хувьсагчийн функц, түүний хязгаар,

уламжлал, интеграл, тэдгээрийн хэрэглээний бодлогуудыг бодох мэдлэг, чадваруудыг эзэмшинэ [4].

Математик 2С: Тоон болон функцийн цуваа, Фурьегийн цуваа, түүний хэрэглээ, олон хувьсагчийн функц, түүний хэрэглээ, давхар, муруй шугаман болон гадаргуугийн интегралууд, тэдгээрийн хэрэглээний бодлогыг бодох мэдлэг, чадваруудыг эзэмшинэ [4].

III. МАТЕМАТИК 2С ХИЧЭЭЛИЙН СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮНГИЙН ШУУД ҮНЭЛГЭЭНИЙ ГҮЙЦЭТГЭЛ

А Математик 2С хичээлээр эзэмших суралцахуйн үр дүнгүүд болон суралцахуйн үр дүнгийн үнэлгээний төлөвлөлтийг 1-р хүснэгтэд авч үзье.

Эхний баганад оюутан лекц, семинарын хичээлийг судалснаар авах чадваруудыг авч үзсэн. Математик 2С хичээлийн CLO-1 чадварт: Олон хувьсагчийн функц (ОХФ), давхар интегралууд, муруй болон гадаргуугийн интегралууд, цувааны бодлогуудыг бодох арга техникийг эзэмшинэ. CLO-2 чадвараар ОХФ, давхар интегралууд, муруй болон гадаргуугийн интегралууд, цувааны мэдлэгээ инженер, технологийн асуудлуудад хэрэглэнэ. CLO-3 чадвараар ОХФ, давхар интегралууд, муруй болон гадаргуугийн интегралууд, цувааны мэдлэгээ хэрэглэн инженер, технологийн зарим асуудлыг шийдвэрлэнэ. CLO-4 чадвараар бие дааж болон багаар ажиллана гэсэн чадварыг хэрхэн эзэмшсэнийг судалгаагаар харуулав. CLO-4 чадвараар бие дааж болон багаар ажиллана гэсэн 4 чадвар (CLO)-ыг тус тус эзэмшинэ [4].

Эхний мөрөнд хичээлийн үнэлгээний агуулгыг авч үзсэн. 1-р Хүснэгтийн 2-р мөрөнд UNIMIS системд [7] оруулсан хичээлийн үнэлгээний аргуудыг авсан. 1-р хүснэгтийг 2 хуваасан болно.

СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮНГ ҮНЭЛЭХ ТӨЛӨВЛӨЛТ

1-Р ХҮСНЭГТ

№	Хичээлийн суралцахуйн үр дүн(CLOs) /Үнэлгээний аргууд	Идэвхи оролцоо		Явцын сорил 1		Явцын сорил 2		Даал гавар	
		CF1	CF2	CT3	CT4	CT5	CT6	CD9	CD10
		5	5	7	8	7	8	7	7
Лекц, семинарын хичээлээр эзэмшсэн суралцахуйн үр дүнгүүд									
1	CLOs-1	2	1	1	2	1	2	2	1
2		1	1	4		4		2	
3	CLOs-2	1	1	2	2	2	2	2	2
4		1	1	3	4	3	4	3	2
5	CLOs-3	1	2	2	2	2	2	1	2
6		1	2		4		4		3
7	CLOs-4	1	1	2	2	2	2	2	2
8		2	1					2	2

Математик 2С хичээлийн суралцахуйн үр дүнг үнэлэх төлөвлөлтийг 2 янзаар хийж тус бүрд нь суралцахуйн үр дүнгийн шууд үнэлгээг судалсан [2]. 1-р хүснэгтийн 1, 3, 5, 7 дугаарт 1-р төлөвлөлтийг, 2, 4, 6, 8 дугаарт 2-р төлөвлөлтийг харууллаа.

СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮНГ ҮНЭЛЭХ ТӨЛӨВЛӨЛТ

1-Р ХҮСНЭГТ (үргэлжлэл)

№	Хичээлийн суралцахуйн үр дүн (CLOs) Үнэлгээний аргууд	Даал гавар		Явцын дүн	Улирлын шалгалт			Шалгалт дүн	Нийт оноо
		CD11	CD12		LOCQ	TOCQ	НОСQ		
		8	8	70	10	10	10	30	100
Лекц, семинарын хичээлээр эзэмшсэн суралцахуйн үр дүнгүүд									
1	CLOs-1	2	2	16	3	3	3	9	25
2				12	10	4		14	26
3	CLOs-2	2	2	18	2	2	3	7	25
4		3		24		6	4	10	34
5	CLOs-3	2	2	18	3	2	2	7	25
6		3	4	21			6	6	27
7	CLOs-4	2	2	18	2	3	2	7	25
8		2	4	13				0	13

Тухайлбал: 1-р төлөвлөлтөд CLO-1, CLO-2, CLO-3, CLO-4 чадвар тус бүр 25 оноотой, харин 2-р төлөвлөлтөд CLO-1 нь 26, CLO-2 нь 34, CLO-3 нь 27, CLO-4 нь 13 оноо байхаар 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

1-р төлөвлөлтөөр хийсэн судалгааны үр дүнг С - ээс дээш үнэлгээтэй оюутны тоогоор гаргаж 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

ШУУД ҮНЭЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮНГИЙН МАТРИЦ

2-Р ХҮСНЭГТ

№	CLOs	CLO1	CLO2	CLO3	CLO4
1	Оюутны тоо	826	826	826	826
2	С -ээс дээш үнэлгээтэй оюутны тоо	435	505	460	409
3	A	174	142	154	85
4	A-	37	91	71	51
5	B+	47	98	61	39
6	B	89	58	44	115
7	B-	5	6	4	4
8	C+	39	61	72	48
9	C	44	49	54	67
10	C-	51	40	64	53
11	D+	37	51	45	57
12	D	8	11	7	7
13	D-	77	70	75	79
14	F	182	149	175	221
	С –ээс дээш үнэлгээтэй оюутны хувь	0.53	0.61	0.56	0.50

1-р төлөвлөлтөөр судалсан Математик 2С хичээлийн шууд үнэлгээний үр дүнгийн матриц 2-р хүснэгтээс харахад С ба түүнээс дээш үнэлгээтэй оюутны эзлэх хувь CLO1 нь 53%, CLO2 нь 61%, CLO3 нь 56%, CLO4 нь 50%-ийн гүйцэтгэлтэй байна. Математик 2С хичээлийн суралцахуйн үр дүнг шууд үнэлэх матрицыг 1-р төлөвлөлтөөр багш бүрээр гаргаж, 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮНГИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ

МАТРИЦ (багш бүрээр)

3-Р ХҮСНЭГТ

№	Үзүү лэлт	Оюу тны тоо	CLO 1 (25)	CLO 2 (25)	CLO 3 (25)	CLO 4 (25)	Дун даж 100
1	Е.МТ69	60	15.5	16.2	15.6	15.3	62.6
2	Е.МТ51	71	9.6	12.7	18.4	18.7	59.4
3	Е.МТ37	70	15.1	16	15.9	16.5	63.5
4	Е.МТ23	62	12.4	12.4	12.6	12.6	50
5	Е.МТ36	72	16.8	16.6	16.9	16.8	67.1
6	Е.МТ64	68	20.7	20.7	20.8	20.4	82.6
7	Е.МТ47	131	24	21.9	17.2	14	77.1
8	Е.МТ87	88	16.8	16.9	16.9	16.9	67.5
9	Е.МТ63	40	16.3	15.6	12.8	9.5	54.2
10	Е.МТ30	74	18.3	22	20.7	21.3	82.3
11	Е.МТ10	90	19.4	20.7	23.4	19.4	82.9
	Дүн	826	16.8	17.4	17.4	16.5	68.1

1-р төлөвлөлтөөр CLOs тус бүр 25 оноотой ба түүнийг багш бүрээр гаргаж 2-р хүснэгтэд үзүүлэв. 3-р хүснэгтээс CLO1 нь дунджаар 16.8 оноо буюу 67.2 хувийн гүйцэтгэлтэй, CLO2 нь дунджаар 17.4 оноо буюу 69.5 хувийн гүйцэтгэлтэй, CLO3 нь дунджаар 17.4 оноо буюу 69.5 хувийн гүйцэтгэлтэй, CLO4 нь дунджаар 16.5 оноо буюу 66 хувийн гүйцэтгэлтэй, нийт гүйцэтгэл нь 68.1 хувьтай гарсан байна.

2-р төлөвлөлтөөр CLO-1 нь 26, CLO-2 нь 34, CLO-3 нь 27, CLO-4 нь 13 оноотой. Үр дүнг 4-р хүснэгтэд харуулав.

СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮН ҮНЭЛГЭЭНИЙ
МАТРИЦ

4-Р ХҮСНЭГТ

№	Үзүү лэлт	Оюу тны тоо	CLO 1 (26)	CLO 2 (34)	CLO 3 (27)	CLO 4 (13)	Дун даж 100
1	Е.МТ41	75	23.2	30.4	24	12.9	90.5
2	Е.МТ40	67	22.5	29.9	21.9	12.3	86.6
3	Е.МТ49	71	20.0	25.0	20.7	12.6	78.4
4	Дүн	213	21.9	28.5	22.2	12.6	85.2

4-р хүснэгтээс 2-р төлөвлөлтийн дагуу хийсэн судалгаагаар CLO1 нь 26 оноотой ба түүнээс дунджаар 21.9 (84.2%), CLO2 нь 34 онооноос дунджаар 28.5 (83.7%) оноо, CLO3 нь 27 онооноос дунджаар 22.2 (82.2) оноо, CLO4 -13 онооноос дунджаар 12.6 (96.9 %) оноотой, нийт гүйцэтгэл нь 85.2 хувьтай байна.

Хоёр төлөвлөлтийн үр дүнгийн гүйцэтгэлийн дунжийг авч үзвэл CLO1 нь 18.8 оноо буюу 67.2 хувийн гүйцэтгэлтэй, CLO2 нь 17.5 оноо буюу 69.7 хувийн гүйцэтгэлтэй, CLO3 нь 17.4 оноо буюу 69.5 хувийн гүйцэтгэлтэй, CLO4 нь 18 оноо буюу 66 хувийн гүйцэтгэлтэй, нийт гүйцэтгэл нь 68 хувьтай гарсан байна.

Дээрх судалгааны 1 ба 2-р төлөвлөлтийн гүйцэтгэлээс харахад 1-р төлөвлөлтийн гүйцэтгэл жигд үнэлгээтэй, харин 2-р төлөвлөлтийн гүйцэтгэл

нь жигд бус гарч байна. Төлөвлөлтийн онооны хувиарлалт жигд байх нь зөв гэсэн дүгнэлтэд хүрч байна.

В. Явцын 70 оноо болон шалгалтын 30 онооны анализ (багш бүрээр)

Үнэлгээ үнэн бас бодит, зохицсон эсэхийг тогтоохын тулд явцын 70 оноо болон шалгалтын 30 онооны гүйцэтгэлийг [1] багш бүрээр 5-р хүснэгтэд авч үзлээ.

70 БА 30 ОНООНЫ МАТРИЦ

5-Р ХҮСНЭГТ

5-р хүснэгтээс багш нарын явцын үнэлгээний

№	Үзүүлэлт	Оюутны тоо	Явц 70 оноо	Гүйцэтгэл хувь	Шалгалт 30 оноо	Гүйцэтгэл хувь	Нийт хувь
1	Е.МТ69	60	48.2	68.9	14.3	47.7	62.5
2	Е.МТ51	71	46.8	66.9	14	46.7	60.8
3	Е.МТ37	70	48.0	68.6	15.4	51.3	63.4
4	Е.МТ23	62	39.0	55.7	10.8	36.0	49.8
5	Е.МТ36	72	48.1	68.7	18.9	63.0	67.0
6	Е.МТ64	68	62.3	89.0	20.3	67.7	82.6
7	Е.МТ47	131	59.5	85.0	17.5	58.3	77
8	Е.МТ87	88	51.8	74.0	15.5	51.7	67.3
9	Е.МТ63	40	59.7	85.3	21.6	72.0	81.3
10	Е.МТ30	74	61.2	87.4	21.1	70.3	82.3
11	Е.МТ10	90	62.2	88.9	20.6	68.7	82.8
	Дүн	1039	55.5	79.2	18.2	60.8	73.7

дундаж нь 70 онооноос 55.5 оноо буюу 79.2 хувьтай байна. Мөн шалгалтын үнэлгээний дундаж 30 онооноос 18.2 оноо буюу 60.8 хувьтай байна. Нийт 100 онооны 73.7 хувийн гүйцэтгэлтэй байна.

С. Явцын 70 оноо болон шалгалтын 30 онооны корреляци хамаарал (багш бүрээр)

Багш хичээлийн дүнг хэрхэн бодит гаргасныг, өөрөөр хэлбэл багшаас авсан явцын үнэлгээ, шалгалтын үнэлгээтэй хэрхэн тохирч буйг судлах зорилгоор тухайн хичээлийг заасан багш бүрийн корреляци хамаарлын графикийг 1-р зурагт үзүүлэв.



1-р зураг. 70:30 онооны корреляци хамаарлын график

1-р зургаас Математик2С хичээлийн дундаж корреляци 0.89 ба 55.8:18.2 оноо нь зэрэг хүчтэй хамааралтай байна. Үнэлгээ бодит гэж үзнэ.

Гэхдээ зарим нэг онцгой үзүүлэлтийг авч үзвэл тухайлбал, $R = 0.31$ ба 61.2:21.1 оноо нь эерэг сул хамааралтай, $R = 0.11$ ба 66.6:19.9 оноо нь эерэг боловч маш сул хамааралтай, $R = 0.01$ ба 59.7:21.6 оноо нь эерэг боловч бараг хамааралгүй гэсэн утгыг илэрхийлнэ. Өөрөөр хэлбэл явцын үнэлгээ, шалгалтын үнэлгээ хамааралгүй байна. Аль нэг нь өндөр үнэлэгдсэн байна.

D. Үнэлгээ хэвийн тархалттай эсэхийг тогтоох

Математик 2С хичээлийн CLO1-г [2] оноонд шүлжүүлсэн датад хийсэн анализыг авч үзье. Экселийн дата анализыг ашиглан гистограм, нягтын функц, Гауссын муруйг байгуулж хэвийн тархалттай эсэхийг тогтоох зорилго тавилаа. Үүний тулд max, min утга, bin, интервалыг олох хэрэгтэй. Bin интервалыг (1.1) томъёогоор олно. Математик үндэслэл болох томъёог авч үзэв [7].

$$K = 1.87 * (N - 1)^{0.40} + 1 \quad (1.1)$$

$$z = (x - x') / \sigma; \quad f(z) = G * f(x) \quad (1.2)$$

z утга болон f(z) функцийг (1.2) –р томъёогоор олно.

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) \quad (1.3)$$

(1.3) –р томъёо нь хэвийн тархалттайг илэрхийлнэ.

CLO1: Гистограммыг байгуулахын тулд интервалаа (1.1) томъёогоор олбол 0.958 урттайгаар 24 завсар гарна.

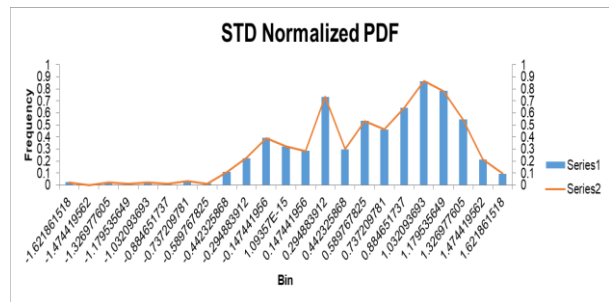
$$K = 1.87 * (826 - 1)^{0.40} + 1 = 24.68 \sim 24$$

$$Interbal = \frac{(max - min)}{bin} = \frac{(26 - 3)}{24} = 0.958$$

Интервал болон CLO1-ийн датагаа программд оруулан 1-р Датаг гарган авсан 2-р зураг. Гарган авсан датагаа ашиглан CLO1-ийн нягтын функцийг байгуулснаа 3-р зурагт үзүүлэв.

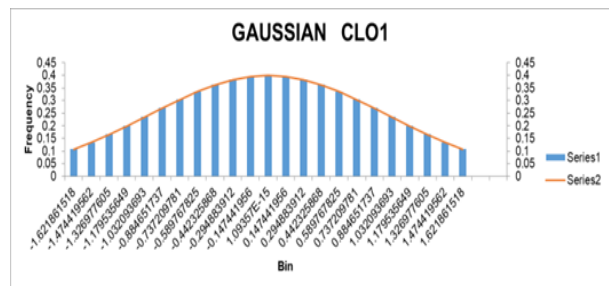
Bin	Frequency	Cumulative %	X-mid	PDF, f(x)	z-values	f(z)
3.958	2	0.35%	3.479	0.0036498	-1.6218615	0.0237144
4.916	0	0.35%	4.437	0	-1.4744196	0
5.874	2	0.70%	5.395	0.0036498	-1.3269776	0.0237144
6.832	1	0.87%	6.353	0.0018249	-1.1795356	0.0118572
7.79	2	1.22%	7.311	0.0036498	-1.0320937	0.0237144
8.748	1	1.40%	8.269	0.0018249	-0.8846517	0.0118572
9.706	3	1.92%	9.227	0.0054747	-0.7372098	0.0355717
10.664	1	2.10%	10.185	0.0018249	-0.5897678	0.0118572
11.622	9	3.67%	11.143	0.0164241	-0.4423259	0.106715
12.58	19	6.99%	12.101	0.0346731	-0.2948839	0.2252872
13.538	33	12.76%	13.059	0.0602216	-0.147442	0.3912883
14.496	27	17.48%	14.017	0.0492722	0.094E-15	0.3201449
15.454	24	21.68%	14.975	0.0437975	0.147442	0.2845733
16.412	62	32.52%	15.933	0.1131436	0.2948839	0.7351477
17.37	25	36.89%	16.891	0.0456224	0.4423259	0.2964305
18.328	45	44.76%	17.849	0.0821204	0.5897678	0.5335749
19.286	39	51.57%	18.807	0.071171	0.7372098	0.4624316
20.244	54	61.01%	19.765	0.0985445	0.8846517	0.6402899
21.202	73	73.78%	20.723	0.1332175	1.0320937	0.8655771
22.16	66	85.31%	21.681	0.1204432	1.1795356	0.7825765
23.118	46	93.36%	22.639	0.0839453	1.3269776	0.5454321
24.076	18	96.50%	23.597	0.0328482	1.4744196	0.21343
25.034	8	97.90%	24.555	0.0145992	1.6218615	0.0948578
25.984	0	97.90%	25.505	0		0
More	12	100.00%				
				1.0219426		

2-р зураг. 1-р Дата, f(x), f(z) функцийн утга CLO1



3-р зураг. Standard Normalized Probability Density Function (PDF) – Нормчлогдсон магадлалын нягтын функц. S.MTM132.CLO1 [8]

1-р датаагаа ашиглан Гауссын муруйг зурж 4-р зурагт харуулав.



4-р зураг. Gaussian (Normal) Distribution- Гауссын хэвийн тархалт. S.MTM132.CLO1 [9]

Судалгаагаар CLO2, CLO3, CLO4 нь хэвийн тархалттай байсан ба төлөөлөн CLO1 - г хэвийн тархалттайг 3 ба 4-р зурагт харуулав.

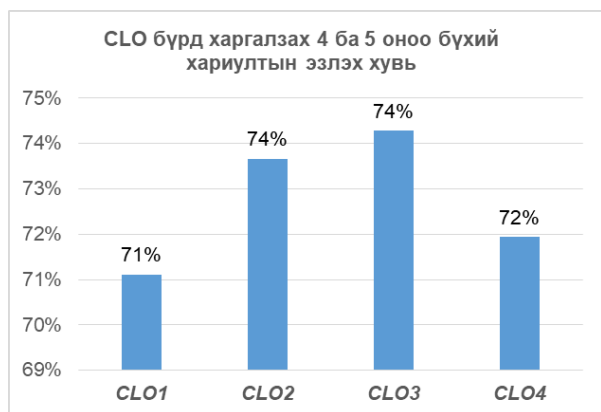
IV. МАТЕМАТИК 2 ХИЧЭЭЛИЙН СУРАЛЦАХУЙН ҮР ДҮНГИЙН ШУУД БУС ҮНЭЛГЭЭНИЙ ГҮЙЦЭТГЭЛ

Хичээлийн суралцахуйн үр дүнг санал асуулгаар үнэлсэн бөгөөд CLO бүрээр харгалзах хариултуудыг оноогоор нь ялган 4 ба 5 оноо буюу “маш сайн”, “сайн” гэсэн хариултын эзлэх хувийг тодорхойлсон дүнг 4-р хүснэгтэд харуулав.

ШУУД БУС ҮНЭЛГЭЭНИЙ МАТРИЦ

4-р ХҮСНЭГТ

№	Үнэлгээний түвшин	Маш сайн	Сайн	Дунд	Муу	Маш муу	Нийт хариулт	4 ба 5 оноо эзлэх хувь
		5	4	3	2	1		
CLO1	тоо	134	90	73	11	7	315	224
	хувь	43%	29%	23	3%	2%	100	71%
CLO2	тоо	149	86	72	9	3	319	235
	хувь	47%	27%	23	3%	1%	100	74%
CLO3	тоо	147	87	68	12	1	315	234
	хувь	47%	28%	22	4%	0%	100	74%
CLO4	тоо	142	81	68	15	4	310	223
	хувь	46%	26%	22	5%	1%	100	72%



5-р зураг. CLOs бүрд харгалзах 4 ба 5 оноо бүхий хариултын эзлэх хувь [2]

4-р хүснэгт болон 5-р зургаас шууд бус үнэлгээ нь 4 ба 5 оноо өгсөн оюутны эзлэх хувь CLO1 - 71 %, CLO2 - 74%, CLO3 - 75 %, CLO4- 72% байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Оюутны суралцахуйн чадварыг үнэлэх нь үнэлгээний онооны хуваарилалтаас хамаарч байна. Оноог жигд хуваарилах нь зүйтэй гэсэн дүгнэлтэд хүрч байна.

2. Суралцахуйн шууд үнэлгээгээр CLO1 - 53 %, CLO2 - 61%, CLO3 - 56 %, CLO4 -50 хувь нь C –ээс дээш гүйцэтгэлтэй байгаа нь шаардлага хангахгүй байна. Иймд үр дүнгүүдийн гүйцэтгэлийн дундаж хувийг дээшлүүлэхийн тулд заавал сайжруулалт хийх шаардлагатай.

3. Оюутны 70:30 үнэлгээний дундаж 53.3:17.3 ба корреляци хамаарал 0.89 хүчтэй хамааралтай гарсан нь багш нарын үнэлгээ бодитой болохыг баталж байна.

4. Шууд бус үнэлгээ нь CLO1 - 71 %, CLO2 - 74%, CLO3 - 75 %, CLO4- 72% байгаа нь “Шаардлага хангасан, гэхдээ сайжруулалт хийх хэрэгтэй” гэсэн дүгнэлтэд хүрч байна.

5. Засаж сайжруулах шаардлагатай ч хэвийн тархалттай гарч байгаа нь үнэлгээ үнэн зөв гэдгийг илтгэж байна.

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

1. Хичээлийн суралцахуйн үр дүн талаас: CLOs –г шинэчлэн оновчтой тодорхойлох, CLOs –н түвшинг зөв тодорхойлох, CLOs –г сургалтын арга зүй, үнэлгээний аргуудтай зөв холбох гэсэн үр дүнгээ дахин авч үзэх

2. Хичээлийн агуулга талаас: Хичээлтэй холбоотой судлах материалын хүртээмжийг нэмэгдүүлэх

3. Өмнөх суралцахуйн үр дүнгийн үнэлгээний судалгаанд анализ хийх, ач холбогдол өгөх.

4. Суралцахуйн үр дүнгийн үнэлгээг цөөн оюутан бүхий мэргэжлийн хичээлд хийхэд илүү тохиромжтой. Ерөнхий эрдмийн олон оюутантай бүлэгт хийхэд багшид ачаалал ихтэй тул программаас шууд гардаг байх

5. Суралцахуйн үр дүнгийн шууд үнэлгээний үр дүнгийн матрицыг гаргахдаа үнэн зөвөөр гаргах.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Математикийн тэнхимийн 2024-2025 оны хаврын тайлан “хэвлэгдээгүй”
- [2] Математикийн тэнхимийн хичээлүүдийн суралцахуйн үр дүнгийн тайлан 2024-2025 “хэвлэгдээгүй”
- [3] Хөтөлбөрийн боловсролын зорилго, зорилтууд, суралцахуйн үр дүнгүүдийг тодорхойлох арга зүйн зөвлөмж. Улаанбаатар, 2017 он “хэвлэгдсэн”
- [4] ШУТИС-ийн Бакалаврын цөм хөтөлбөрт тавигдах шаардлага. Улаанбаатар, 2023 он. “хэвлэгдсэн” <https://www.must.edu.mn/media/uploads/2023/05/19.pdf>
- [5] ШУТИС-ийн бакалаврын сургалтын үйл ажиллагааг зохицуулах журам “хэвлэгдсэн” <https://www.must.edu.mn/media/uploads/2022/12/07/3bakalava-r-1.pdf>
- [6] ШУТИС-2030 стратеги төлөвлөгөө. Улаанбаатар, 2020 он “хэвлэгдсэн”
- [7] <https://professor.must.edu.mn/Teacher/Schedules>
- [8] <https://www.youtube.com/watch?v=uCnf7xPAfL0>
- [9] https://www.youtube.com/watch?v=x1Y8O_m8PmM

