



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

ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН ЭМХЭТГЭЛ

№ 26(01)367

**УЛААНБААТАР ХОТ
2026 ОН**

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

МИТС-ийн Механик, мехатроникийн тэнхимийн ахлах багш, доктор /Ph.D/ Б.Дондогжамц

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:

ХХҮДС-ийн Дизайны тэнхимийн профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Ц.Батсайхан

БАС-ийн Барилгын инженерчлэлийн тэнхимийн дэд профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Ц.Оюунцацрал

БАС-ийн Хүрээлэн буй орчны инженерчлэлийн тэнхимийн дэд профессор, доктор /Ph.D/, дэд профессор Б.Лхагвадулам

ХХҮДС-ийн Хөнгөн үйлдвэрлэлийн технологи, инженерчлэлийн тэнхимийн ахлах багш, доктор /Ph.D/ А.Тунгалаг

УУХүрээлэнгийн Секторын эрхлэгч, доктор /Ph.D/ Г.Тулга

Эмхэтгэсэн: Ж.Батбаяр

Хуудасны хэмжээ: А4

Бодит хэвлэлийн хуудас: 20.75

Үсгийн гарнитур: Times New Roman

Тоо хэмжээ:

ШУТИС-ийн Хэвлэлийн газар

ГАРЧИГ**ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ**

1. Сургалтын төлөвлөгөөний бүтцийн нэгж болон цогц үзүүлэлтийн хоорондын хамаарал
доктор (Sc.D), профессор, академич Ц.Нанзад 6
2. Нисэх онгоцны сэнст тийрэлтэт хөдөлгүүрийн компрессорын хүрзийг композит материалаар хийх
судалгаа
магистр Э.Ууганбаяр..... 8
3. Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн туузан дамжуургын эвдрэлийг урьдчилан илрүүлэхэд машин сургалт
ашиглах боломж
доктор (Ph.D) Б.Билгүүн, магистр Э.Алтангэрэл..... 13
4. Mediapipe болон raspberry PI ашиглан дохио зангааг бодит цагт таньдаг робот гарыг удирдах асуудал
доктор (Ph.D), дэд профессор Д.Пүрэвдаш, магистрант Э.Учрал, магистрант Х.Эрхэмбилэг 19
5. Ухаалаг цоож хөгжүүлэх асуудал
доктор (Ph.D), дэд профессор Д.Пүрэвдаш, магистрант Б.Билгүүн..... 25
6. Авто замын барилгын геодезийн хэмжилтэд зөвлөх багийн хяналтыг сайжруулах, үнэлгээний аргачлал
магистрант Ч.Үүрийнтуяа, доктор (Ph.D), профессор Д.Оюунцэцэг 29
7. Орон зайд суурилсан веб газрын зураг болон дашбоард боловсруулах нь
доктор (Ph.D), Б.Жавзандулам, магистрант Ч.Батаа 34
8. Аянгын шууд ниргэлэгээс салхин цахилгаан станцид үүсэх аянгын хэт хүчдэлийн симуляци
доктор (Ph.D), дэд профессор Ц.Чингэс..... 39
9. Давталттай кооператив биш тоглоомд суурилан спектр мэдрэх аргыг урьдчилан таамаглах судалгаа
доктор (Ph.D) Л.Эрдэнэбаяр, доктор (Ph.D), профессор Б.Отгонбаяр 44
10. MMWAVE когнитив радио сүлжээнд давталттай кооператив биш логикоор хэрэглэгчийн слотыг
тооцоолох судалгаа
доктор (Ph.D) Л.Эрдэнэбаяр, доктор (Ph.D), профессор Б.Отгонбаяр 51
11. Газар зүйн мэдээллийн системд тулгуурлан ойн сангийн модны нөөцийн ашиглалт, төлөвлөлтийг
боловсронгуй болгох судалгаа (Архангай аймгийн Их тамир сумын ойн сангийн жишээн дээр)
магистрант Б.Алтанзагас, доктор (Ph.D), профессор Д.Оюунцэцэг 57
12. Нийгмийн сүлжээнд латин үсгээр галигласан текстийг стандарт хэлбэрт шилжүүлэх аргын судалгаа
доктор (Ph.D) Б.Золзаяа, доктор (Ph.D) С.Өлзийбаяр, доктор (Ph.D) Б.Ариунзаяа 62
13. Нөөц багатай хэлэнд шуугиантай галигласан бичвэрийг хэлний том загварт суурилан хэвийн
болгох судалгаа
доктор (Ph.D) С.Өлзийбаяр, доктор (Ph.D) Б.Золзаяа, доктор (Ph.D) Б.Ариунзаяа 66
14. Зарим сургуулийн орчинд худалдаалж буй хүнсний бүтээгдэхүүний судалгаа
магистрант Ц.Пүрэвдулам, доктор (Ph.D) Н.Сугар, докторант Б.Гантулга..... 72

НИЙГЭМ, ХҮМҮҮНЛЭГИЙН УХААН

15. Уншиж ойлгох чадварыг дэмжих арга зүй ба сурагчдын суралцах амжилтад илэрсэн өөрчлөлтийн
шинжилгээ
магистр Э.Батцэцэг, магистрант Д.Хишигсүрэн 78
16. XX Зууны монголын модон сийлбэрийн урлагийн бүтээлийн харьцуулсан шинжилгээ
докторант М. Мэргэнбилэгт, доктор (Ph.D), дэд профессор Ж.Энхтүвшин 86
17. Онцгой байдлын байгууллагын холбооны системийн төлөвлөлтийг сайжруулах арга зам
докторант Г.Хатантуул, доктор (Ph.D) Ш.Болдбаатар, доктор (Ph.D) П.Ууганбаяр..... 93
18. Налайхын барилгын материалын үйлдвэрлэл, технологийн паркийн үйл ажиллагааны эрсдэлийн
шинжилгээ
доктор (Ph.D) Б.Баттулга..... 102

19. Нүүрс баяжуулах, металлургийн кокс, цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн цогцолбор үйлдвэрлэл, технологийн паркийн технологийн түвшний үнэлгээ доктор (Ph.D) Б.Баттулга.....	107
20. Автомашин давамгайлсан кампуст суралцах боломжит орон зайг зан үйлийн зураглалаар тодорхойлох нь (ШУТИС-ийн жишээн дээр) магистр А.Өэлүн	111
21. Хиймэл оюуны боловсролын салбарт үзүүлэх нөлөөллийн судалгаа магистр Б.Гүндсамбуу.....	118
22. Их сургуулийн байгууллагын соёлын үнэлгээ: Шинжлэх ухаан, технологийн их сургуулийн жишээн дээр докторант Д.Эрдэнэтуяа, доктор (Ph.D) Б.Түмэндэлгэр, доктор (Ph.D), дэд профессор Х.Ариунаа.....	123
23. Python программчлалын хичээлээр асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварыг нээн илрүүлэх судалгаа доктор (Ph.D) А.Түвшинбаяр.....	129
24. Улаанбаатар хотын хөрш орчны нийгмийн эв нэгдлийг үнэлж, сайжруулах боломжийн судалгаа магистрант Н.Шаарийбуу, доктор (Ph.D), дэд профессор Э.Пүрэв-эрдэнэ	135
25. Зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагаанд үнэт цаасны номинал нэвтрүүлэх, хөрөнгийн зах зээлийн хөрвөх чадварыг сайжруулах магистрант О.Ганжигүүр, доктор (Ph.D), дэд профессор Б.Цэрэгмаа.....	141

БАЙГАЛИЙН УХААН, ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ШИНЖЛЭХ УХААН

26. Сургалтын биет орчин оюутны бүтээлч чадварт үзүүлэх нөлөө магистр Г.Халиунаа	148
27. Төмрийн хаягдал хүдрээс кобальт, никель, зэс агуулсан сульфидын баяжмал гарган авах судалгаа докторант Д.Мөнхбаяр, доктор (Ph.D) Б.Өлзийдэлгэр, доктор (Ph.D) Б.Амарсанаа, магистрант З.Ариунтунгалаг, доктор (Ph.D), дэд профессор А.Доржготов	154
28. Улаанбаатар хотын хотжилтоос нөлөөлөгдсөн ундны усны чанарын доройтол, байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын үнэлгээ магистрант Э.Эрдэнэбулган, доктор (Ph.D), дэд профессор Э.Пүрэв-эрдэнэ.....	159



ТЕХНИК, ТЕХНОЛОГИ



СУРГАЛТЫН ТӨЛӨВЛӨГӨӨНИЙ БҮТЦИЙН НЭГЖ БОЛОН ЦОГЦ ҮЗҮҮЛЭЛТИЙН ХООРОНДЫН ХАМААРАЛ

Цэвээний НАНЗАД¹¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Эрдэс боловсруулалт, инженерчлэлийн салбар*Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: nanzad_57@yahoo.com¹*

Хураангуй: Энэхүү өгүүлэл нь Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл №25(3)350-д нийтлэгдсэн “Сургалтын чанарын түвшинг сургалтын төлөвлөгөөний бүтцийг багц цагаар үнэлэх асуудал”. өгүүллийн үргэлжлэл бөгөөд уг өгүүллийн хураангуйд эдгээр үзүүлэлтийг илүү нарийвчлан авч үзэх, улмаар үзүүлэлт тус бүрийн чанарын цогц үзүүлэлтэд нөлөөлөх нөлөөллийн зэргийг тогтоох шаардлагатайг дурдсан. Иймд сургалтын төлөвлөгөөг бүрдүүлэгч дээд боловсролын суурь, мэргэжлийн суурь, мэргэшүүлэх хичээлүүд нь сургалтын чанарын цогц үзүүлэлтэд хэрхэн нөлөөлдөх, ямар хамааралтай болохыг тогтоох зорилгоор регрессийн болон корреляцын шинжилгээг хийж, хоорондын хамааралын түвшинг илэрхийлэх үзүүлэлтүүдийг тодорхойлж зохих дүгнэлтийг хийсэн. Улмаар тухайн судалгааг цаашид илүү өргөн хүрээнд авч үзэж, төлөвлөгөөний бусад нэгж үзүүлэлтүүдийн нөлөөллийг судлах шаардлагатай болохыг тусгасан болно.

Түлхүүр үг: үзүүлэлт, хамаарал, регресс, корреляц

I. Үндсэн хэсэг

Өмнө би сургалтын төлөвлөгөөг үндсэн гурван багц болгон авч үзэж багц тус бүрийг нэгж үзүүлэлт болгон авч нэгж болон цогц үзүүлэлтүүдийг “Уурхайн машин тоног төхөөрөмж” мэргэжлээр суралцсан 8 оюутны хувьд үнэлэн гаргасан[1.3]. Иймд өөрийн зүгээс ажиллаж байгаа сургууль салбар нэгжийнхээ өөрийн мэргэжлээр суралцан төгсөж байгаа оюутнуудын сургалтын байдалд дүн шинжилгээ хийж, улмаар сургалтын төлөвлөгөөний бүтэц сургалтын чанарт хэрхэн нөлөөлж байгааг шинжлэх ухаанчаар үнэлэн, санал зөвлөмж өгөх зорилгоор энэхүү цуврал өгүүллийг толилуулж байна.

Одоогийн байдал: Уурхайн машин тоног төхөөрөмж мэргэжил буюу “Механик инженер” хөтөлбөрөөр суралцагчийн сургалтын төлөвлөгөө нь дээд боловсролын суурь хичээл, мэргэжлийн суурь хичээл, мэргэшүүлэх хичээл, дадлага, бакалаврын төгсөлттийн ажил гэсэн бүтэцтэй байна. Уурхайн машин тоног төхөөрөмж мэргэжилээр суралцагч оюутнуудын “Механик инженер” хөтөлбөрийн бакалаврын сургалтын төлөвлөгөөний ерөнхий бүтцийг доор харуулав [1,3].

СУРГАЛТЫН ТӨЛӨВЛӨГӨӨНИЙ ЕРӨНХИЙ БҮТЭЦ

1-Р ХҮСНЭГТ

№	Хичээлийн төрөл	Кр
1	Ерөнхий суурь хичээл, заавал	33
2	Ерөнхий суурь хичээл, сонгох	6
3	Мэргэжлийн суурь, заавал	34
4	Мэргэжлийн суурь, сонгох	6
5	Мэргэшүүлэх хичээл, заавал	33
6	Мэргэшүүлэх хичээл, сонгох	9
7	Дадлага	4
8	Бакалаврын төгсөлтийн ажил	5

Дээрх 1-р хүснэгтэд үзүүлсэн хичээлийн төрлүүдээс эхний ээлжинд ДБС (дээд боловсролын суурь хичээлүүд), МС (мэргэжлийн суурь хичээлүүд), МХ (мэргэшүүлэх хичээлүүд)-ийг сонгон нэгж үзүүлэлтүүд болгон авч үзэж үнэлгээ хийсэн. Дараагийн шатанд дадлага болон төгсөлтийн ажлын нөлөөллийг судлан үзэх болно.

СУРГАЛТЫН ЧАНАРЫН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮДИЙН БОДИТ
УТГУУД

2-Р ХҮСНЭГТ

№	Оюутнуудын нэрс	Үзүүлэлтүүдийн бодит утгууд		
		ДБС	МС	МХ
1	Баттүвшин	89,2	84,0	87,6
2	Баярсайхан	94,2	80,4	85,9
3	Лхагва-Очир	88,0	86,0	89,0
4	Манджавцэцэг	88,7	84,2	90,9
5	Манлайбаяр	82,5	79,4	86,1
6	Тэргэл	97,2	93,5	94,1
7	Энхсайхан	85,1	82,4	84,4
8	Энхцэцэг	92,9	90,0	91,4

СУРГАЛТЫН ЧАНАРЫН НЭГЖ БОЛОН ЦОГЦ
ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

3-Р ХҮСНЭГТ

№	X ₁ , ДБС, нэгж үзүүлэлт	X ₂ , МС, нэгж үзүүлэлт	X ₃ , МХ, нэгж үзүүлэлт	K _i - сургалтын чанарын цогц үзүүлэлт
1	0,91	0,89	0,93	0,908
2	0,97	0,85	0,91	0,908
3	0,90	0,91	0,94	0,914
4	0,91	0,90	0,96	0,921
5	0,84	0,84	0,91	0,859
6	1,00	1,00	1,00	0,999
7	0,87	0,88	0,89	0,879
8	0,95	0,96	0,97	0,959

Сургалтын төлөвлөгөөний бүтцийн нэгж үзүүлэлтүүд болон цогц үзүүлэлтийн хоорондын харилцан холбоо хамаарлыг тогтоохын тулд регрессийн тэгшитгэлийн коэффициентүүдийг дараах байдлаар бодож олно [2].

$$T_i = a_j + b_j X_{ij} \quad (1)$$

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij} T_i - n \bar{X}_{ij} \bar{T}_i}{\sum_{i=1}^n X_{ij}^2 - n (\bar{X}_{ij})^2}, \quad (2)$$

$$a_j = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} - b_j \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (3)$$

$$\bar{T}_i = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \quad (4)$$

$$\bar{X}_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (5)$$

Улмаар гуравдугаар хүснэгтийн нэгж үзүүлэлтүүдийн утгуудыг ашиглан, (5) томъёогоор нэгж үзүүлэлтүүдийн дундаж утгыг судалгаанд хамрагдсан 8 оюутнуудаар бодож гаргахад харгалзан 0,918., 0,903., 0,938 болж байна.

Тэгвэл чанарын түвшингийн цогц үзүүлэлтийн дундаж утга нь дээрх гуравдугаар хүснэгтийн цогц үзүүлэлтийн утгуудыг ашиглан (4) томъёогоор бодоход 0.918 болж байна. Эдгээр дундаж утгуудыг бодож олсоноор (2) томъёогоор чанарын түвшинг үнэлэх гурван нэгж үзүүлэлт тус бүрээр b_j коэффициентыг тодорхойлоход харгалзан:

$$b_1 = -4.03; \quad b_2 = 0.758; \quad b_3 = -0.022 \text{ байна.}$$

Бид нэгэнт коэффициент b_j -г тодорхойлсон тул одоо (3) томъёог ашиглан a_j -г тодорхойлоход харгалзан 4.61; 0.233 ; 0.928. болж байна.

Улмаар дээрх коэффициентүүдыг тодорхойлсны үр дүнд чанарын түвшингийн нэгж болон цогц үзүүлэлтүүдийн хоорондох хамаарлыг дээрх (1) тэгшитгэлийг ашиглан илэрхийлэх регрессийн тэгшитгэлүүд дараах байдалтай болж байна:

$$\begin{aligned} T_1 &= 4.61 - 4.03 X_1 \\ T_2 &= 0.233 + 0.758 X_2 \end{aligned} \quad (6)$$

$$T_3 = 0.928 - 0.022 X_3$$

Сонгож авсан нэгж болон цогц үзүүлэлтүүдийн хоорондын хамаарлыг тогтоосны дараа нэгж үзүүлэлт тус бүрийн цогц үзүүлэлттэй хэрхэн нягт хамааралтай болохыг тогтоох зорилгоор дараах томъёог ашиглан хос корреляцын коэффициентүүдыг тодорхойлно.

$$R_{T_i X_{ij}} = \frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T}_i)(X_{ij} - \bar{X}_{ij})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T}_i)^2 \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_{ij})^2}}; \quad (7)$$

Одоо нэгж болон цогц үзүүлэлтийн хоорондох хос корреляцын коэффициентүүдыг (7) томъёогоор тодорхойлбол

$$\begin{aligned} R_{TX_1} &= 0.615; & R_{TX_2} &= 0.935; \\ R_{TX_3} &= 0.918. \end{aligned} \text{ болж байна.}$$

Ийнхүү сургалтын төлөвлөгөөний бүтцээс сонгож авсан гурван нэгж үзүүлэлт нь цогц үзүүлэлттэй хэрхэн хамаарал холбоотой болохыг судлан үзэхэд нэгдүгээр нэгж үзүүлэлт буюу дээд боловсролын суурь хичээлүүд цогц үзүүлэлттэй төдийлөн нягт бус хамааралтай болох нь дээрх корреляцын утгаас тодорхой харагдаж байна.

Улмаар шинжлэх ухаанд суурилсан судалгааны үндсэн дээр хийгдсэн үнэлгээнд үндэслэж зөв боловсруулагдсан зөв оновчтой бүтэц бүхий сургалтын төлөвлөгөө нь сургалтын чанарын түвшинг тодорхойлох нэг гол чиглэл байж болох талтай. Дараагийн шатанд бусад нэгж үзүүлэлтүүдийн нөлөөллийг үргэлжлүүлэн судлах шаардлагатай гэдэг нь энэ удаад хийгдсэн судалгаанаас харагдаж байна.

Дүгнэлт

Сургалтын төлөвлөгөөний бүтцэд хийсэн энэхүү судалгааны анхдагч үр дүн нь манай улсын онцлог байдлыг харгалзан өнгөрсөн хугацаанд мэргэжил тус бүрээр боловсруулагдан хэрэглэгдэж ирсэн сургалтын төлөвлөгөөний бүтэц нь сургалтын чанарт хэрхэн нөлөөлж байгааг тодорхой түвшинд шинжлэх ухаанчаар үе шаттайгаар үнэлэн үзэж сургалтын бодит байдалд тулгуурлан, цаашид сургалтын төлөвлөгөөг улам боловсронгуй болгож төгөлдөржүүлэх шаардлагатайг нотлон харуулж байна.

Инженер техникийн мэргэжилийн сургалтын төлөвлөгөөний бүтцийн эерэг болон сөрөг талуудыг тодорхой бүлэглэлээр нэгтгэн дүгнэж, улмаар сургалтын төлөвлөгөөний бүтцийг мэргэжил тус бүрээр, тухайн мэргэжилийн онцлогыг харгалзан багц цагийг зөв, оновчтой болгох замаар сургалтын чанарыг дээшлүүлэх боломж байгааг энэхүү үнэлгээний үр дүн тодорхой түвшинд харуулж эхэлж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1]. ШУТИС.ГУУС. хөтөлбөрийн индекс-D071501.
- [2]. Нанзад Ц. Управление качеством функционирования экскаваторов на карьерах Монголий. Дис...док.тех.наук. – Иркутск.: ИРГТУ, 1998.
- [3]. Нанзад Ц. Сургалтын чанарын түвшинг сургалтын төлөвлөгөөний бүтцийг багц цагаар үнэлэх асуудал. Эрдэм шинжилгээний бүтээлийн эмхэтгэл №25(3)350. Хуудас 6-9. ISSN 1560-8794.

НИСЭХ ОНГОЦНЫ СЭНСТ ТИЙРЭЛТЭТ ХӨДӨЛГҮҮРИЙН КОМПРЕССОРЫН ХҮРЗИЙГ КОМПОЗИТ МАТЕРИАЛААР ХИЙХ СУДАЛГАА

Эрдэнэхүү УУГАНБАЯР¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Механик инженер тээврийн сургууль, Тээвэр логистикийн салбар

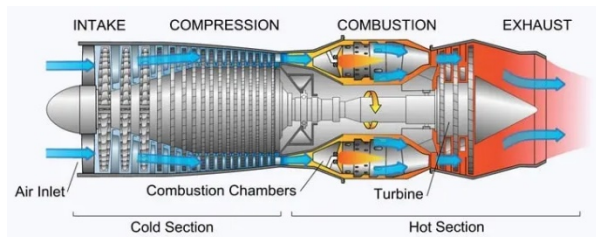
Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: e.uuganbayarqw@gmail.com¹

Хураангуй: Нисэх онгоцны хөдөлгүүрийг ерөнхийд нь тийрэлтэт болон пүршээ хөдөлгүүр гэж хоёр үндсэн төрөлд ангилдаг. Эдгээр хөдөлгүүр нь нисэх онгоцны зориулалт, шаардлагатай түлхэх хүч, түлшний зарцуулалт болон бүтээмжийн үзүүлэлтээс хамааран өөр өөр хийц, бүтэцтэй. Тийрэлтэт хөдөлгүүрийн гол бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн нэг болох компрессорын хүрз нь өндөр хурдтай эргэлтийн үед их хэмжээний агаар шахах үүрэгтэй бөгөөд өндөр механик ачаалал бүхий нөхцөлд ажилладаг. Ийм нөхцөлд хүрзний материалын бат бөх чанар, жингийн хөнгөн байдал, эдэлгээний хугацаа болон эдийн засгийн үр ашиг нь чухал үзүүлэлт болдог. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд АН-24 онгоцны хөдөлгүүрийн компрессорын хүрзийг загвар болгон сонгож, түүний хийцэд карбон композит материалыг ашиглах боломжийг судалсан. Үндсэн материал болох никель суурьтай хайлшийг инженерийн тооцооны программ хангамжийн тусламжтайгаар карбон композит материалтай харьцуулан шинжилж, гүлзайлтын болон даралтын туршилтыг материалын эсэргүүцлийн лабораторийн нөхцөлд гүйцэтгэсэн. Судалгааны явцад гарсан бодит хэмжилтийн үр дүнд тулгуурлан материалын шинж чанарын харьцуулсан дүгнэлтийг боловсруулсан болно.

Түлхүүр үг: компрессор, хүрз, тийрэлтэт хөдөлгүүр, карбон, композит материал, турбопроп

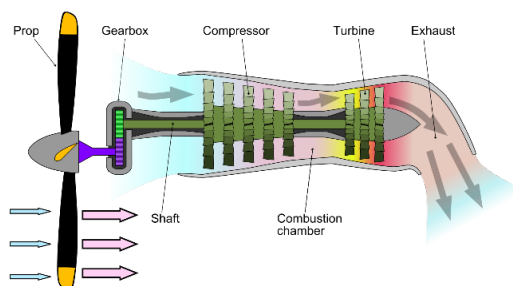
I. УДИРТГАЛ

Нисэх онгоцны тийрэлтэт хөдөлгүүр нь олон шат дамжлагаар ажиллаж, их хэмжээний түлхэх хүч үүсгэх зорилготой урвалын хөдөлгүүрийн нэг төрөл юм. Энэхүү хөдөлгүүр нь түлш шатах үед үүсэх өндөр температур, даралттай хийг өндөр хурдтайгаар гадагш ялгаруулах замаар түлхэлт бий болгодог. Тийрэлтэт хөдөлгүүрийн төрөлд турбожет, турбофэн, рамжет, импульсийн тийрэлтэт зэрэг хөдөлгүүрүүд багтдаг бөгөөд эдгээр нь бүгд агаарыг ашиглан түлхэх хүч үүсгэж нислэг гүйцэтгэдэг. Тийрэлтэт хөдөлгүүрийн ерөнхий ажиллах зарчмыг зураг 1-г үзүүлэв. Агаар оролтын хоолойгоор орж, компрессороор шахагдана. Дараа нь шаталтын камерт түлштэй урвалд орж шаталт үүсгэнэ.



Зураг 1. Нисэх онгоцны тийрэлтэт хөдөлгүүрийн бүтэц

Тийрэлтэт хөдөлгүүр нь хий хурдан ялгарах замаар түлхэлт үүсгэдэг энгийн урвалын хөдөлгүүр бөгөөд шаталтыг дэмжих хүчилтөрөгчийг агаар мандлаас авдаг. Иймээс энэхүү хөдөлгүүр нь агаар мандал бүхий орчинд л ажиллах боломжтой.



Зураг 2. Турбопроп хөдөлгүүрийн ажиллагааг харуулсан бүдүүвч

Энэхүү судалгаанд (зураг 2) тийрэлтэт хөдөлгүүрийн ажиллагааны схемийг ашиглаж, турбопроп буюу сэнст тийрэлтэт хөдөлгүүрийг судалгааны объект болгон сонгосон. Турбопроп хөдөлгүүр нь турбинээр сэнсийг эргүүлж түлхэх хүч үүсгэдэг бөгөөд агаарын оролт, хурдны хайрцаг, компрессор, шаталтын камер, турбин, хөдөлгүүрийн хошуу зэрэг үндсэн хэсгүүдээс бүрдэнэ [1].

II. Үндсэн хэсэг

АН-24 онгоцны тийрэлтэт хөдөлгүүрийн компрессор нь хөдөлгүүрийн ажиллагаанд хамгийн их механик болон дулааны ачаалал хүлээдэг, хариуцлагатай зангилаа хэсгийн нэг юм. Компрессорын ажиллагаа нь хөдөлгүүрийн найдвартай байдал, түлшний зарцуулалт, түлхэх хүчний тогтвортой байдал зэрэг гол үзүүлэлтүүдийг тодорхойлдог.

Компрессорын хүрз, зангилааны элементүүд нь өндөр эргэлтийн хурд, температур, даралт, мөн зарим үед хувьсах температурын хүчдэлийн нөлөөнд зэрэгцэн ажилладаг. Ийм нөхцөлд компрессорын хүрз нь хамгийн их ачаалал хүлээдэг хэсэг бөгөөд

материалын бат бөх чанар, хөнгөн жин, дулаанд тэсвэртэй байдал онцгой ач холбогдолтой болдог.

АН-24 онгоцны компрессор нь агаарыг шахаж, шаталтын камерт нийлүүлэх үндсэн үүрэгтэй. Шахалтын явцад агаарыг олон шат дамжлагаар даралтжуулж, хийн температур нэмэгддэг. Үүссэн энерги нь турбинд дамжин механик ажилд хувирч, компрессор болон бусад агрегатуудыг эргүүлэхэд ашиглагддаг [2].

АН-24 онгоцонд ашиглагддаг АН-24 turboprop engine хөдөлгүүрийн компрессор нь олон шатат тэнхлэгийн хийцтэй бөгөөд агаарыг шаталтын камерт орохоос өмнө өндөр даралттай болгон шахах үүрэгтэй. Энэхүү компрессор нь ойролцоогоор 10–12 шаттай, шахалтын зэрэг $\pi_k \approx 8 - 9$, агаарын урсгалын зарцуулалт $G_a \approx 12 - 14$ кг/с, эргэлтийн хурд $n \approx 11000 - 12000$ эрг/мин орчим байдаг. Компрессорын гаралтын температур 450–650K, хүрзний дундаж шугаман хурд 250–380 м/с хүрдэг бөгөөд ийм нөхцөлд компрессорын хүрзэнд их хэмжээний механик болон дулааны ачаалал үүсдэг.

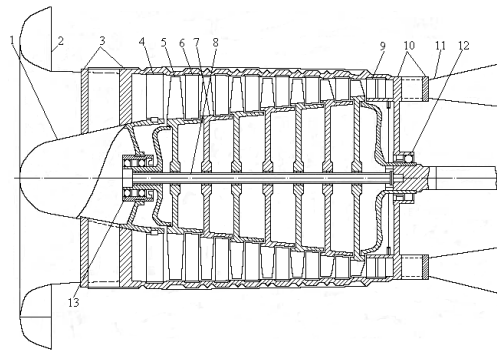
Компрессорын хүрзэнд тавигдах үндсэн шаардлага:

1. АН-24 онгоцны компрессор нь өндөр даралт, өндөр температур, өндөр эргэлтийн хурд бүхий орчинд ажилладаг тул хүрзний материал болон хийцийн шийдэлд дараах үндсэн шаардлагууд тавигдана. Үүнд:
2. Ашиглалтын бүх горимд өндөр даралт болон температурын нөхцөлд найдвартай, тогтвортой ажиллах;
3. Өндөр ашигт үйлийн коэффициент (АҮК)-ийг хангаж, компрессорын үр ашигтай ажиллагааг хангах;
4. Хөргөлтийн системд бага хэмжээний агаараар үр дүнтэй хөргөх боломжтой байх;
5. Хөнгөн жинтэй, бат бөх, хийцийн хувьд энгийн бөгөөд үйлдвэрлэлийн өртөг багатай байх;
6. Ашиглалтын явцад техникийн хяналт, үзлэг шалгалт хийхэд хялбар, эд ангийн байдлыг тогтмол хянах боломжтой байх.

Компрессорын хүрзний ажиллах нөхцөл:

1. Шахагдсан агаарын температур нь $T \approx 450 - 650$ K. Энэ нь материалын бат бөх болон дулааны тэсвэрлэх чадварт нөлөөлдөг.
2. Температурын зөрүү нь компрессорын өөр өөр хэсгийн хооронд 150–300°C орчим температурын зөрүү үүсэх нь дулааны хүчдэл бий болгодог.
3. Өндөр эргэлтийн хурд нь хүрзний дундаж шугаман хурд $u \approx 250 - 380$ м/с хүрэх бөгөөд энэ нь хүрзэнд зугтах хүчний их хэмжээний ачаалал үүсгэдэг.
4. Орчны нөлөөлөлд агаарын урсгал дахь тоосонцор, чийг, зэврэлт зэрэг хүчин зүйлс нь хүрзний гадаргуугийн элэгдэл болон идэгдэлтийг нэмэгдүүлдэг.

Эдгээр нөхцөлд ажилладаг компрессорын хүрзний материал нь өндөр бат бөх, дулаанд тэсвэртэй, жин багатай байх шаардлагатай. Иймээс орчин үеийн судалгаанд уламжлалт металл хайлшийг карбон композит материалаар орлуулах боломжийг судалж байгаа бөгөөд энэ нь жинг бууруулж, эдэлгээг уртасгах, түлшний хэмнэлт нэмэгдүүлэх давуу талтай. Орчин үеийн тийрэлтэт хөдөлгүүрийн хөндлөн огтлол дахь компрессорын үндсэн элементүүдийг зураг 3-т үзүүлэв [3].



Зураг 3. Компрессорын үндсэн элементүүд

Тэнхлэгийн компрессорын нэг шатлал нь хоёр үндсэн хэсгээс бүрддэг:

1. Эргэдэг хүрд (роторын ир) – агаарыг шахаж, даралтыг нэмэгдүүлэх үүрэгтэй;
2. Эргэдэггүй чиглүүлэгч аппарат (статорын ир) – агаарыг дараагийн шатлал руу зөв өнцгөөр чиглүүлэх, хурд-даралтын энергийн хувиргалтыг зохицуулах үүрэгтэй.

Компрессорын үндсэн параметрууд:

АН-24 онгоцонд ашиглагддаг АН-24 төрлийн тэнхлэгийн компрессор дараах үндсэн параметруудээр тодорхойлогдоно:

1. Шахалтын зэрэг (π_k): 8–9 орчим;
2. Агаарын урсгалын зарцуулалт (G_a): 12–14 кг/с;
3. Ашигт үйлийн коэффициент (η_m): 0.85–0.92;
4. Нийт үүсгэх чадал (N_m): ойролцоогоор 10–12 МВт;
5. Втулкийн харьцангуй диаметр ($\bar{d}_k$): 0.6–0.8;
6. Хувийн жин (γ_k): 0.01–0.03 кг/кВт [4].

Компрессорын хүрз нь ажиллах явцад өндөр температур, өндөр эргэлтийн хурд болон чичиргээт ачааллын нөхцөлд ажилладаг. Тухайлбал:

Компрессорын орчны агаарын температур $T_{агаар} \approx 450 - 650$ K, хүрзний дундаж шугаман хурд $u \approx 250 - 380$ м/с хүрдэг бөгөөд ийм нөхцөлд хүрзэнд төвөөс зугтах хүч, аэродинамик ачаалал болон чичиргээний нөлөө зэрэг олон төрлийн ачаалал үйлчилдэг. Мөн ашиглалтын явцад бага циклд хүчдэл, ядаргааны нөлөөлөл үүсдэг тул хүрзний материал нь өндөр бат бэхтэй, дулаанд тэсвэртэй, уян хатан шинж чанартай байх шаардлагатай. [5].

Компрессорын температур ба ачааллын нөхцөл:

Компрессорын урд шатлалууд нь орчны агаарыг 200–300°C хүртэл шахаж халаах үүрэгтэй бол арын шатлалуудын гаралтын хэсэгт агаарын температур 500–700 К (227–427°C) хүрдэг. Энэ өндөр температур, даралтын орчинд ажилладаг тул хүрзний материал нь:

1. Дулааны деформацид тэсвэртэй,
2. Ачаалалын хүчдэлд өндөр эсэргүүцэлтэй,
3. Агаарын урсгалын зэврэлт ба элэгдэлд тэсвэртэй байх шаардлагатай.

Компрессорын хүрз нь турбины хүрзтэй адил роторын дискэнд радиаль байдлаар бэхлэгдсэн бөгөөд агаарын урсгалыг хурдасгах ба шахах үүрэгтэй. Хүрзний геометр нь агаарын урсгалын чиглэлд тохируулсан мушгирсан хэлбэртэй бөгөөд ингэснээр аэродинамик үр ашиг хамгийн өндөр түвшинд хүрдэг. Хүрз нь ихэвчлэн суурь (түгжээ хэсэг), алга буюу перо хэсэг, зарим тохиолдолд бандаж хэсгээс бүрддэг. Компрессорын хүрз нь мушгих момент үүсгэж, агаарын урсгалын кинетик энергийг даралтын энергид хувиргах үндсэн процессыг гүйцэтгэнэ.

Тухайн бодисын нягт нь атмосферийн даралттай нөхцөлд нэгж эзлэхүүнд харгалзах массаар тодорхойлогдох үндсэн физик үзүүлэлт юм. Нягт нь тухайн материалын эрчимтэй шинж чанарт хамаарах бөгөөд түүний утга нь бодисын хэмжээ буюу тоо хэмжээнээс үл хамааран тогтвортой байдаг [6]. Математик талаасаа нягтыг дараах байдлаар илэрхийлнэ:

$$\rho = m/V \quad (1)$$

m - масс

V - эзлэхүүн

ρ – нягт

Өөрөөр хэлбэл, бодисын нягт (ρ) нь тухайн бодисын нийт масс (m)-ыг түүний эзэлдэг нийт эзлэхүүн (V)-д хувааснаар тодорхойлогдоно.

Нягт нь нэгж эзлэхүүн дэх массыг илэрхийлдэг тул материалын жин, механик ачаалал даах чадвар, бүтээцийн нийт массын тооцоонд онцгой ач холбогдолтой. Нэг тонн (1000 кг) жинтэй нүүрстөрөгчийн эслэгээр (карбон фибер) хийсэн куб биетийн хэмжээг тодорхойлохын тулд кубийн эзлэхүүнийг ашиглана. Кубийн эзлэхүүн нь талын уртын гуравдугаар зэрэгтэй байдаг:

$$a = \sqrt[3]{m/\rho} \quad (2)$$

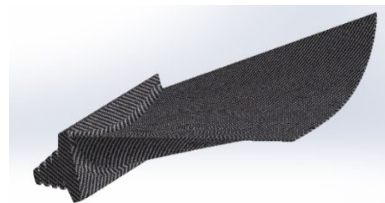
(2)- томъёо ёсоор $\sqrt[3]{\frac{1000}{2000}} = 0.793$ м. Энэ кубийн өндөр нь $a = 0.793$ м болно.

Ан24 нисэх онгоцны тийрэлтэт хөдөлгүүрийн компрессорын хэсгийн хүрзний материалыг КМ хэлбэрээр зураг 4-т SolidWorks программ дээр дүрсэлсэн. Мөн төгсгөлөг элементийн тооцоонд шаардагдах модуль, коэффициент, нягт зэргийг хүснэгт 1-т оруулав.

МАТЕРИАЛЫН ҮЗҮҮЛЭЛТ, САД ЗАГВАРЧЛАЛ

1-р ХҮСНЭГТ.

№	Материал	Юнгийн модуль (ГПа)	Нягт (кг/м³)	Пауссоны коэффицие нт
1	Никель	210	8500	0.31
2	Титан	120	4500	0.37
3	Карбон	183	2250	0.23



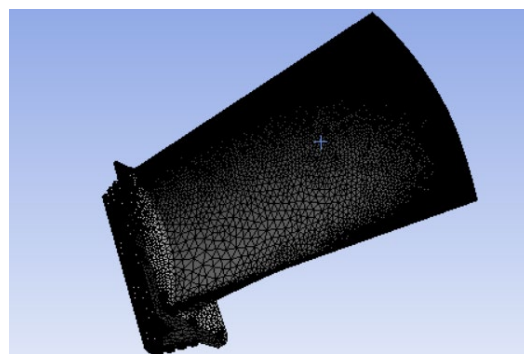
Зураг 4. Ан24 нисэх онгоцны хөдөлгүүрийн компрессорын карбон хүрз

Зураг 5-т хөдөлгүүрийн компрессорын үндсэн хүрзийг харуулав.



Зураг 5. Ан24 нисэх онгоцны хөдөлгүүрийн компрессорын хүрз

Solidworks программаас зурсан биетээ Ansys программруу шилжүүлэн инженерийн тооцоолол хийн. Үүнд: даралт, урсгалын симуляц, хүчний үйлчлэлүүдийн тооцоог судлана. Зураг 6-т Ansys программ дээр mesh хийсэн байдал.



Зураг 6. Компрессорын хүрзний mesh хийсэн байдал

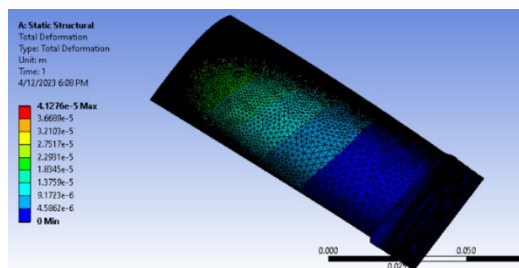
Mesh хийсэн загвард хэв гажилт, суналт, эквивалент ачаалал зэргийг тооцно. Карбон материалыг сонгон төгсгөлөг элементийн тооцоо хийв. Тооцоололд хүрзний бодит геометр, материалын физик-хими шинж чанарыг үндэслэн, алганы хэсэгт 450°C, үндсэн хэсэгт 120°C температур өгч дулааны тархалтыг тооцоолсон. Мөн карбон материалаас бусад никель, титан гэх материалыг төгсгөлөг элементийн тооцоог хүснэгт 2-т хамгийн их утга, хамгийн бага утга, дундаж утга оруулав.

КАРБОН, НИКЕЛЬ, ТИТАН МАТЕРИАЛЫН ТӨГСГӨЛӨГ ЭЛЕМЕНТИЙН
ТООЦООНЫ ҮР ДҮН

2-Р ХҮСНЭГТ

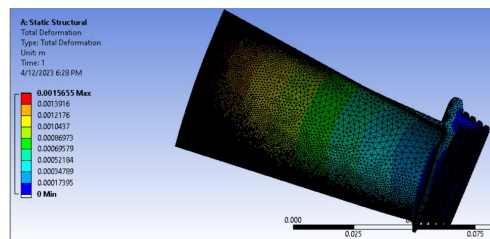
№	МАТЕРИАЛ	ЧИГИЛСЭН ДУЛААНЫ УРСГАЛ (W/m ²)	ХАЙЛАХ ЦЭГ (°C)	НИЙТ ДУЛААНЫ УРСГАЛ (W/m ²)
1	НИКЕЛЬ	MAX: 2.069E+009 MIN: -3.092E+009 AVERAGE: -77195	1450°C	MAX: 7.98E+009 MIN: 1.696E-008 AVERAGE: 1.759E+006
2	ТИТАН	MAX: 4.8289E+00 8 MIN: - 7.2148E+00 8 AVERAGE: 18012	1680°C	MAX: 1.864E+009 MIN: 4.063E-009 AVERAGE: 4.106E+005
3	КАРБОН	MAX: 7.588E+006 MIN: -1.133E+007 AVERAGE: -283.05	1600°C- ДЭЭШ	MAX: 2.929E+007 MIN: 6.199E-011 AVERAGE: 6452

Хүснэгт 2-т никель, титан болон карбон материалуудын нийт дулааны урсгалын үр дүнг харуулсан. Никель материалын нийт дулааны урсгалын хамгийн их утга 7.98×10^9 W/m², хамгийн бага утга 1.696×10^{-8} W/m², дундаж утга 1.759×10^6 W/m² байна. Титан материалын хувьд нийт дулааны урсгалын хамгийн их утга 1.864×10^9 W/m², хамгийн бага утга 4.063×10^{-9} W/m², дундаж утга 4.106×10^5 W/m² байна. Харин карбон материалын нийт дулааны урсгалын хамгийн их утга 2.929×10^7 W/m², хамгийн бага утга 6.1997×10^{-11} W/m², дундаж утга 6452 W/m² гарсан байна.



Зураг 7. Никелийн хэв гажилт

Никель хүрзний хэв гажилтыг зураг 7-т хамгийн их утга 4.127×10^{-5} буюу 0.0000412мм зааж байна.



Зураг 8. Карбоны хэв гажилт

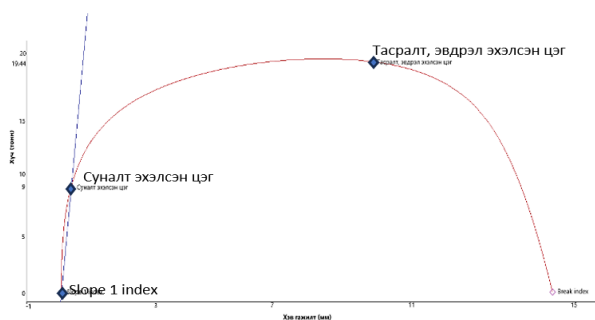
Карбон хүрзний хэв гажилтыг зураг 8-т хамгийн их утга 0.00156мм зааж байна.

Уг компрессорын хүрзний никель болон карбон материалыг сонгон өндөр, өргөн, уртын хэмжээгээр хавтгай бэлдэц бэлдэн зураг 9-т MTS C-45 машинд таталт сунгалтыг туршин хэмжилт хийв.



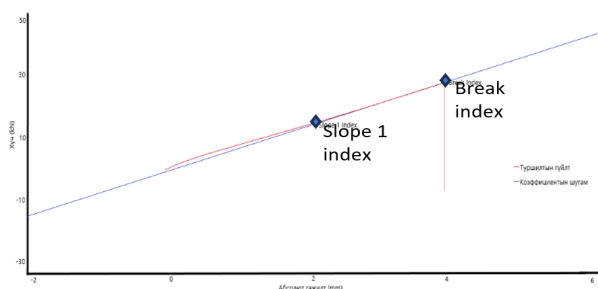
Зураг 9. MTS C-45

Никель материалын сунгалтын туршилтыг MTS C-45 татагч дээр хийж зураг 10а-т харуулсан диаграммаар үр дүнг харуулав.



Зураг 10а. MTS-C45 машинд никель материалын үлгэр хийж туршилтын тооцооны диаграм

Бидний эхний туршилтаар никель материалын сунгалт авах хүч нь 19.4 тонныг дааж байна. Харин түүний хэв гажилт нь 14.5мм суналт үүсэв. Зураг 10а-т байгаа диаграммыг харахад суналт эхлэх үеийн зураас шулуун энэ нь 10 тонны даралтаас өмнө харагдаж байна. Харин 12 тонноос никель материалын суналт эхлэв. 19 тонн хүрэхэд никель материалын эвдрэл үүсэж эвдрэлээс цааш 14.5мм сунаж туршилт дуусав.



Зураг 106. MTS-C45 машинд карбон материалын үлгэр хийж туршилтын тооцооны диаграм

Карбон материалын эхний туршилтын тооцооны хамгийн дээд утга 33 тонн харин хэв гажилт 3 мм суналтыг зааж байв. Зураг 156 дахь диаграммаас харахад карбон материал 0-32 тонн хүртэл карбон материалд суналт явагдаагүй. Харин 32 тонн хүрэхэд эвдрэл үүсч эвдрэлийн дараа суналт эхэлж 3 мм үүссэн байна.

Лабораторийн туршилтын үр дүнгээс харахад никель материал нь суналтын ачаалал нэмэгдэх явцад эхлээд уян суналт, дараа нь хуванцар хэв гажилт үзүүлж, эцэстээ эвдрэх хүртэл тодорхой хэмжээний суналт үүссэн байна. Материал тасарсны дараа ч нийт суналт нь үргэлжилж бүртгэгдсэн бөгөөд туршилтад 14.47 мм орчим гажилт илэрсэн.

Харин карбон материалын хувьд суналтын ачаалал өгсөн үед бараг суналт ажиглагдаагүй, материал нь уян-хуванцар бүс үүсгэхгүйгээр шууд хугарсан байна. Эвдрэл үүссэний дараа зөвхөн 3 мм орчим гажилт бүртгэгдсэн нь карбон нь хэв гажилт бага, хэт хатуу шинж чанартай болохыг харуулдаг.

Механик бат бөх байдлын аюулгүй ажиллагааг үнэлэхэд материалын суналтын бат бэхийг харьцуулан авч үзсэн. Никель суурьтай хайлшны суналтын бат бэх ойролцоогоор $\sigma \approx 600 - 800$ МПа, харин карбон композит материалын суналтын бат бэх $\sigma \approx 1000 - 1500$ МПа хүрдэг.

Судалгааны тооцоонд компрессорын хүрээнд үүсэх хамгийн их эквивалент хүчдэл $\sigma_{max} \approx 120 - 150$ МПа орчим гарсан бөгөөд үүнээс аюулгүй ажиллагааны коэффициент дараах байдлаар тодорхойлогдоно.

$$n = \frac{\sigma_{allow}}{\sigma_{max}} \quad (3)$$

Никель материалын хувьд:

$$n_{Ni} = \frac{700}{140} \approx 5$$

Карбон композит материалын хувьд:

$$n_c = \frac{1200}{140} \approx 8$$

Энэ нь карбон композит материалаар хийсэн компрессорын хүрээний аюулгүй ажиллагааны нөөц никель материалаас өндөр байгааг харуулж байна.

ДҮГНЭЛТ

Нисэх онгоцны хийн тийрэлтэт хөдөлгүүрийн компрессорын хүрээнийг хийхэд тохиромжтой материалуудаар төгсгөлөг элементийн аргын тооцоо хийж хайлах цэг никель 1455°C бол карбон материал 1500°C- аас дээш байна. Мөн никелийн хэв гажилт 0.0412, карбон 0.00156. Үнэ өртгийн хувьд одоогийн байдлаар никель 50\$ харин карбон материалын үнэ нэг кг тутамд 30-50\$ байна. Мөн Ан24 нисэх онгоцны хөдөлгүүрийн компрессорын хүрээ нийт гурван дисктэй байна. Нэг дискийн нэг хүрээний жин 193 гр, нийт 50 ширхэг хүрээний жин 9700 гр бол карбон материалаар тооцоо хийвэл нэг хүрээний жин 85 гр, нийт хүрээний жин 4400 гр болгон хөнгөлж байна. Тооцооны болон судалгааны үр дүнгээс харахад нисэх онгоцны хийн компрессорын хүрээнийг карбон материалаар хийхэд тохиромжтой гэж үзэж байна.

НЭР ТОМЬЕОНЫ ТАЙЛБАР

ХТ- хүчний төхөөрөмж

ХК- хийн компрессор

АХ- агаарын хүрд

КМ- композит (карбон) материал

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] <https://insights.globalspec.com/article/12207/how-does-a-jet-engine-work>
- [2] Г.Амармэнд, Ц.Нямдулам, И.Зориг, С.Наранхүү 2022. Агаарын хөлгийн хийн турбинт хөдөлгүүрийн хийц, бат бөх чанар
- [3] <https://arc.aiaa.org/doi/book/10.2514/4.861789>
- [4] "Variations of Jet Engines". smu.edu. Retrieved 31 August 2016.
- [5] <https://dokumen.pub/fluid-mechanics-and-thermodynamics-of-turbomachinery-7nbsped-9780124159549.html>
- [6] <https://www.cambridge.org/core/books/jet-propulsion/291D8108D8785911E4492A249747D1FA>

НҮҮРС БАЯЖУУЛАХ ҮЙЛДВЭРИЙН ТУУЗАН ДАМЖУУРГЫН ЭВДРЭЛИЙГ УРЬДЧИЛАН ИЛРҮҮЛЭХЭД МАШИН СУРГАЛТ АШИГЛАХ БОЛОМЖ

Баатар БИЛГҮҮН¹, Эрдэнэбаярын АЛТАНГЭРЭЛ²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний инженерчлэлийн сургууль, Эрчим хүчний инженерийн ахисан түвшний салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: altangerel.E2002@gmail.com²

Хураангуй: Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн процессын тасралтгүй ажиллагаа нь туузан дамжуургын найдвартай ажиллагаанаас шууд хамаардаг. Ялангуяа бутлуур-шигшүүрийн хооронд байрлах туузан дамжуургууд нь ачаалал их хэлбэлздэг, гацалт үүсэх магадлал өндөртэй тул эвдрэл, доголдол гарах эрсдэл ихтэй байдаг. Одоогийн байдлаар эдгээр дамжуургын хяналтыг PLC (Programmable Logic Controller) болон SCADA (Supervisory control and data acquisition) системд суурилсан автоматжуулалтын шийдлээр гүйцэтгэж байна. Моторын гүйдэл, хурд, температур зэрэг үндсэн параметруудийг босго утгатай харьцуулах анхааруулах, хамгаалах логигоор тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагааг хангаж байна. Гэвч уг rule-based (Нөхцөл шалгах логикт суурилсан) хандлага нь ихэнхдээ эвдрэл аль хэдийн хүнд шатандаа орсны дараа дохио өгдөг бөгөөд эвдрэл үүсэхээс өмнөх хэвийн бус төлөвийг эрт илрүүлэх боломж хязгаарлагдмал хэвээр байна. Lee нар [1] үйлдвэрийн тоног төхөөрөмжийн эвдрэл илрүүлэхэд машин сургалтын аргуудыг ашиглах боломжийг судалсан. Pulcini болон Modoni [2] нар туузан дамжуургын predictive maintenance судалгаанд машин сургалтын алгоритм ашигласан. Харин бодит үйлдвэрийн орчинд аль хэдийн ашиглагдаж буй SCADA системийн өгөгдлийг ашиглах боломжийг авч үзсэн судалгаа харьцангуй цөөн байна. Өгүүлэлд нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн одоогийн туузан дамжуургын хяналтын практикт тулгуурлан, SCADA системийн database (өгөгдөлийн сан) ашиглан машин сургалтад ашиглах боломжийг судаллаа. Санал болгож буй аргачлал нь одоогийн rule-based хяналтын системийг орлох бус, харин түүнийг дэмжих аналитик түвшин болж ажиллах боломжтой. Судалгааны үр дүн нь нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн туузан дамжуургын засвар үйлчилгээ, оношилгоонд SCADA өгөгдөлд суурилсан шийдэл нэвтрүүлэх боломж, эвдрэл урьдчилан илрүүлэх систем хөгжүүлэх суурь ач холбогдолтой.

Түлхүүр үг: Туузан дамжуурга, эвдрэлийг урьдчилан илрүүлэх, өгөгдөлд суурилсан оношилгоо, SCADA систем, машин сургалт

I. УДИРТГАЛ

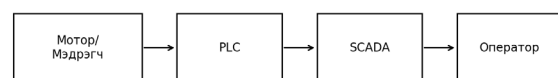
Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн үйлдвэрлэлийн процесс нь тасралтгүй ажиллагаа, найдвартай байдал шаарддаг бөгөөд процессын гол дэд системүүдийн нэг нь туузан дамжуурга юм. Туузан дамжуурга нь түүхий нүүрсийг бутлах, шигших, баяжуулах дамжлагуудын хооронд тасралтгүй тээвэрлэх үүрэгтэй бөгөөд түүний доголдол, эвдрэл нь үйлдвэрлэлийн зогсолт, хүчин чадлын алдагдал, засвар үйлчилгээний зардал нэмэгдэх зэрэг сөрөг нөлөөг үүсгэдэг. Ялангуяа бутлуур-шигшүүрийн хооронд байрлах дамжуургууд нь ачаалал их хэлбэлздэг ба гацалт үүсэх магадлал өндөртэй тул найдвартай хяналт, оношилгоо онцгой ач холбогдолтой байдаг.

Уг нүүрс баяжуулах үйлдвэрт туузан дамжуургын ажиллагааг PLC болон SCADA системд суурилсан автоматжуулалтын шийдлээр хянаж, моторын гүйдэл, хурд, температур зэрэг үндсэн параметруудийг real-time (бодит хугацаанд) бүртгэн, урьдчилан тогтоосон босго утгуудад үндэслэн анхааруулга, хамгаалалтын логигоор ажиллаж байна. Энэхүү rule-based хяналт нь тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагааг хангах үндсэн хэрэгсэл боловч ихэнх тохиолдолд эвдрэл аль хэдийн тодорхой түвшинд хүрсний дараа дохио өгдөг реактив шинжтэй байна. Иймээс өгүүлэлд нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн туузан дамжуургын одоогийн хяналтын

практикт тулгуурлан, SCADA системийн database ашиглан машин сургалтад ашиглах боломжийг судлахыг зорилоо. Уг судалгааны шинэлэг тал нь нэмэлт мэдрэгч шаардахгүйгээр зөвхөн үйлдвэрийн SCADA-системд хадгалагдсан өгөгдөл дээр тулгуурлан эвдрэлд ойртсон төлөвийг урьдчилан илрүүлэх боломжийг судалсанд оршино.

II. НҮҮРС БАЯЖУУЛАХ ҮЙЛДВЭРИЙН ТУУЗАН ДАМЖУУРГЫН ОДООГИЙН ХЯНАЛТЫН БАЙДАЛ

Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн туузан дамжуургын хөтлүүрийн цахилгаан хамгаалалт болон хэмжилтийн систем нь үйлдвэрийн стандарт хамгаалалтын төхөөрөмжүүд бөгөөд цахилгаан хөдөлгүүрийн хамгаалалтын шаардлагыг IEC60034 стандартуудад тодорхойлсон байна [8],[9]. Зураг 1 туузан дамжуургын хөдөлгүүрийн хэмжилтийн өгөгдөл нь DeviceNet (холбооны сүлжээний протокол) холбооны протокол ашиглан PLC-д мэдээлэл авч, улмаар SCADA системд операторын түвшинд харагдах боломжтойгоор хийгдсэн.



1-р зураг. Туузан дамжуургын одоогийн PLC-SCADA-д суурилсан хяналтын архитектур

Тухайлбал дамжуургын хөдөлгүүр нь SEL-749M хамгаалалтын реле бөгөөд төхөөрөмжөөс моторын гүйдэл, хүчдэл зэрэг цахилгаан параметруудийг бодит хугацаанд хэмжиж авдаг. Үүнээс гадна дамжуургын механик хэсгийн төлөвийг хянах зорилгоор холхивч болон редукторын температурын мэдээллийг PT100 төрлийн эсэргүүцлийн температур мэдрэгч (RTD)-ээр хэмжиж, PLC-ийн аналог оролтын сувгаар хүлээн авч боловсруулдаг. Ийнхүү цахилгаан болон механик параметруудийг нэгтгэн SCADA системд бүртгэж байгаа нь туузан дамжуургын ажиллагааны төлөвийг үнэлэх, цаашлаад өгөгдөлд суурилсан эвдрэл урьдчилан илрүүлэх аргачлал боловсруулах боломжийг бүрдүүлж байна. Хүснэгт 1-д туузан дамжуургын өгөгдөл мэдрэгчээс PLC-ээр дамжин SCADA-д хүрч операторт хяналт хийх одоогийн бүтцийн зураг харуулсан.

ТУУЗАН ДАМЖУУРГЫН ОДООГИЙН ХЯНАЛТЫН ПАРАМЕТРУУД

1-Р ХҮСНЭГТ

№	Параметр	Мэдрэгч Эх үүсвэр	Хэмжих зорилго
1	Моторын гүйдэл	SEL749M	Ачаалал, гацалт илрүүлэх
2	Моторын температур	RTD/SCADA	Хэт халалт
3	Холхивчийн температур	RTD/SCADA	Холхивчийн элэгдэл
4	Редукторын температур	RTD/SCADA	Механик гэмтэл
5	Ажиллах төлөв	PLC status	Ажиллаж/Зогссон
6	Анхааруулга/Тасралт	SCADA	Эвдрэл тодорхойлох

Энэхүү өгөгдөл нь секундйн нарийвчлалтай бүртгэгддэг бөгөөд дамжуургын ачаалал, хурд, дулааны өөрчлөлтийн динамикийг ажиглахад хангалттай мэдээлэл болно. Үүнээс гадна тоног төхөөрөмжийн ажиллаж байгаа эсэх, зогссон байдал, хамгаалалтын тасралт, анхааруулах дохиолол зэрэг дискрет төлөвүүдийг мөн хадгалдаг.

Туузан дамжуургын хамгаалалт, rule-based нөхцөл шалгаж суралцдаг алгоритм нь өгөгдлөөс суралцах чадваргүй бөгөөд зөвхөн урьдчилан тогтоосон нөхцөл биелсэн үед шийдвэр гаргах юм. Урьдчилан тогтоосон босго утгуудыг давсан тохиолдолд анхааруулах дохиолол үүсгэх, эсвэл аюултай нөхцөлд дамжуургын хөтлүүрийг автоматаар зогсоох хамгаалалтын үйлдэл гүйцэтгэж байна. Энэ нь тоног төхөөрөмжийг гэмтлээс хамгаалах, аюулгүй ажиллагааг хангахад үр дүнтэй боловч эвдрэл үүсэхээс өмнөх хэвийн бус төлөвийг илрүүлэхэд хязгаарлагдмал байна.

Практик нөхцөлд холхивчийн аажим халалт, редукторын элэгдэл, тууз гулсах, эсвэл ачаалал аажмаар нэмэгдэх зэрэг үзэгдлүүд нь босго утга давахаас өмнө тодорхой хугацаанд илэрч байдаг. Гэвч эдгээр өөрчлөлтүүдийг одоогийн хяналтын систем хянаж чадахгүй бөгөөд улмаар эвдрэл гэнэт, төлөвлөгдөөгүй байдлаар илрэх шалтгаан болдог.

Иймд одоогийн туузан дамжуургын хяналтын практик нь аюулгүй ажиллагааг хангах үндсэн үүргээ гүйцэтгэж байгаа хэдий ч, SCADA өгөгдлийн санг илүү үр ашигтай ашиглан эвдрэл урьдчилан илрүүлэх, засвар үйлчилгээний шийдвэрийг өгөгдөлд суурилсан байдлаар хийх боломж байсаар байна. Энэ нь машин сургалтад суурилсан аргачлалыг нэвтрүүлэх судалгааны үндэслэл болж байна.

III. ТУУЗАН ДАМЖУУРГЫН ЭВДРЭЛ ИЛРҮҮЛЭХ ЧИГЛЭЛЭЭР ХИЙСЭН СУДАЛГААНЫ ТОЙМ

Сүүлийн жилүүдэд туузан дамжуургын эвдрэл илрүүлэх болон урьдчилан оношлох чиглэлээр машин сургалтад суурилсан судалгаанууд идэвхтэй хийгдэж байна [2],[7]. Эдгээр судалгааны ихэнх нь тоног төхөөрөмжийн ажиллагааны төлөвийг илүү нарийвчлалтай үнэлэх, эвдрэл үүсэхээс өмнөх хэвийн бус өөрчлөлтийг илрүүлэхэд чиглэсэн өгөгдөлд суурилсан аргачлалуудыг санал болгосон байгаа.

Зарим судалгаанд моторын гүйдэл, хурд, температур зэрэг параметруудийг ашиглан эвдрэлтэй болон хэвийн төлөвийг ангилах аргачлалуудыг санал болгосон байдаг [3],[4]. Тухайлбал моторын гүйдэл, хурд, температур зэрэг параметруудийг ашиглан хэвийн болон эвдрэлтэй төлөвийг ангилах, эвдрэлд ойртож буй үе шатыг тодорхойлох судалгаанууд хийгдсэн байна [4],[5]. Эдгээр ажил нь машин сургалтын загварууд уламжлалт rule-based хяналтаас илүү нарийн хамаарлуудыг илрүүлэх боломжтойг харуулж байна.

Зарим судалгаанд холхивчийн чичиргээ, дуу чимээ, туузын гадаргуугийн дүрс зэрэг нэмэлт мэдрэгчийн өгөгдлийг ашиглан эвдрэл илрүүлэх нарийвчлалыг нэмэгдүүлэхийг зорьсон байна [3],[4]. Ийм төрлийн судалгаа нь оношилгооны нарийвчлал өндөртэй боловч нэмэлт мэдрэгч, тусгай тоног төхөөрөмж шаарддаг тул бодит үйлдвэрийн орчинд нэвтрүүлэхэд зардал ихтэй, техник хэрэгслийн хувьд төвөгтэй талтай.

Хүснэгт 2-т лабораторийн орчинд нэмэлт мэдрэгч шаарддаг судалгаануудтай харьцуулахад уг судалгаа нь бодит үйлдвэрийн SCADA өгөгдөлд суурилан бага зардлаар урьдчилан илрүүлэх боломжийг судалж байгааг харуулсан.

СУДАЛГААНЫ АЖИЛ БА ЭНЭ СУДАЛГААНЫ ХАРЬЦУУЛАЛТ

2-Р ХҮСНЭГТ

№	Шалгуур	Өмнөх судалгаанууд	Одоогийн судалгаа
1	Орчин	Лаборатори/туршилт	Бодит үйлдвэрийн нөхцөл
2	Өгөгдөл	Нэмэлт мэдрэгч	SCADA өгөгдөл
3	Зардал	Өндөр	Бага
4	Зорилго	Оношилгоо	Урьдчилан илрүүлэх
5	Хэрэгжилт	Хязгаарлагдмал	Боломжтой

Мөн зарим судалгаанд дамжуургын ажиллагааг digital twin (a virtual replica of a physical system or equipment) болон симуляцийн орчинд загварчилж,

эвдрэл үүсэх процессыг урьдчилан таамаглах оролдлого хийсэн байна [6]. Энэхүү арга нь онолын хувьд үр дүнтэй боловч бодит үйлдвэрийн өгөгдөлтэй бүрэн уялдуулах, загварын нарийвчлалыг хадгалах зэрэг олон хүндрэл дагуулдаг.

Нийт судалгааг нэгтгэн дүгнэхэд, машин сургалтад суурилсан эвдрэл илрүүлэх аргачлалууд нь туузан дамжуургын найдвартай ажиллагааг дээшлүүлэх өндөр боломжтойг харуулж байгаа хэдий ч бодит үйлдвэрийн нөхцөлд дараах нийтлэг асуудлууд ажиглагдаж байна. Үүнд нэмэлт мэдрэгчийн шаардлага, туршилтын орчноос үйлдвэрлэлд шилжих үеийн эрсдэл, мөн одоо ашиглагдаж буй PLC болон SCADA системтэй уялдуулах бэрхшээлүүд багтана.

Иймээс бодит нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн орчинд аль хэдийн ашиглагдаж буй SCADA системийн database ашиглан машин сургалтад суурилсан эвдрэл урьдчилан илрүүлэх боломжийг судлах нь практик ач холбогдолтой судалгааны чиглэл гэж үзэж байна.

IV. ЗАГВАР МАШИН СУРГАЛТАД СУУРИЛСАН ТУУЗАН ДАМЖУУРГЫН ЭВДРЭЛ УРЬДЧИЛАН ИЛРҮҮЛЭХ САНАЛ БОЛГОЖ БУЙ АРГАЧЛАЛ

Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн бутлуур-шигшүүрийн хооронд байрлах туузан дамжуургын одоогийн хяналтын нөхцөл, SCADA өгөгдлийн санд тулгуурлан машин сургалтад суурилсан эвдрэл урьдчилан илрүүлэх аргачлалыг санал болгож байна [7]. Уг аргачлалын гол зорилго нь одоо ашиглагдаж буй rule-based хяналтыг орлох бус, харин түүнийг өгөгдөлд суурилсан аналитик түвшнээр баяжуулж, эвдрэл үүсэхээс өмнөх хэвийн бус төлөвийг эрт шатанд илрүүлэхэд оршино.

Хүснэгт 3-т босго утгад тулгуурласан уламжлалт rule-based хяналт болон өгөгдлөөс суралцдаг машин сургалтын аргачлалын уян хатан байдал, эвдрэл илрүүлэх хугацаа, засвар төлөвлөлтийн ялгааг нэгтгэн харуулсан болно.

ДҮРЭМД СУУРИЛСАН БА МАШИН СУРГАЛТ ХАНДЛАГЫН ХАРЬЦУУЛАЛТ

3-Р ХҮСНЭГТ

№	Шинж чанар	Rule-based	Машин сургалт
1	Тавилын босго утга	Тогтмол	Өгөгдлөөс сурна
2	Гэмтэл, эвдрэл илрүүлэх	Хожуу	Эрт
3	Засвар төлөвлөлт	Реактив	Урьдчилсан
4	Өөрөө сурах	Байхгүй	Байна

4.1 Аргачлалын ерөнхий бүтэц

Санал болгож буй аргачлал нь SCADA өгөгдлийн сан ашиглан туузан дамжуургын ажиллагааны төлөвийг үнэлэхэд чиглэнэ. Аргачлалын үндсэн урсгал нь дараах үе шатуудаас бүрдэнэ. Үүнд:

- Өгөгдөл цуглуулалт
- Өгөгдөл бэлтгэл ба урьдчилсан боловсруулалт
- Эвдрэлтэй болон хэвийн төлөвийг тодорхойлох
- Машин сургалтын загвар
- Эвдрэл урьдчилан илрүүлэх шийдвэр дэмжих логик орно.

Эдгээр үе шат нь бодит үйлдвэрийн нөхцөлд хэрэгжих боломжтой, нэмэлт тоног төхөөрөмж шаардахгүй байхаар төлөвлөгдсөн.

4.2 Ашиглагдах өгөгдөл ба шинж чанарын сонголт

Аргачлалд ашиглагдах өгөгдөл нь нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн одоогийн хяналтын системээс шууд авна. Үүнд:

- Моторын гүйдэл
- Туузан дамжуургын хурд
- Моторын температур
- Холхивчийн температур
- Редукторын температур зэрэг параметрууд багтана.

Эдгээр параметр нь туузан дамжуургын ачаалал, механик эсэргүүцэл, элэгдэл, гацалт зэрэг үзэгдэлтэй шууд холбоотой тул эвдрэл үүсэхээс өмнөх хэвийн бус өөрчлөлтийг илрүүлэхэд тохиромжтой гэж үзэж байна. SCADA өгөгдөл хадгалах санд өгөгдөл секундний нарийвчлалтай хадгалагддаг нь ачаалал, хурд, дулааны өөрчлөлтийг динамикийг илрүүлэхэд хангалттай боломж олгоно.

4.3 Эвдрэлтэй төлөв ба шошгооллын зарчим

Машин сургалтын аргачлалд хамгийн чухал алхмуудын нэг нь эвдрэлтэй болон хэвийн төлөвийг тодорхойлох явдал юм. Уг судалгаанд эвдрэлтэй төлөвийг тодорхойлохдоо SCADA системийн дохиолол, хамгаалалтын логикт тулгуурлана.

Тодруулбал, хамгаалалтын таслалт хийсэн, дамжуурга автоматаар зогссон тохиолдлуудыг эвдрэлтэй төлөв гэж үзнэ. Харин эдгээр үйл явдлаас өмнөх тодорхой хугацаанд бүртгэгдсэн өгөгдлийг эвдрэлд ойртсон төлөв гэж авч үзэх боломжтой. Хэвийн ажиллагааны үед бүртгэгдсэн өгөгдлийг хэвийн төлөвт хамааруулна. Ийнхүү бодит үйлдвэрийн хамгаалалтын философид нийцсэн шошгоолт үүсгэх нь машин сургалтын загварын практик ач холбогдлыг нэмэгдүүлнэ.

4.4 Машин сургалтын загварын концепц

Санал болгож буй аргачлалд эвдрэл урьдчилан илрүүлэх асуудлыг хоёр ангилалттай (хэвийн болон эвдрэлд ойртсон) ангиллын асуудал болгон авч үзнэ. Энэ түвшинд Support Vector Machine (ангилал хийх хяналттай сургалтын алгоритм), Random Forest (шийдвэрийн модны олонлог дээр суурилсан машин сургалтын загвар), Gradient Boosting (сул загваруудыг дараалан сайжруулж хүчтэй загвар бүтээх арга) зэрэг машин сургалтын аргуудыг ашиглах боломжтой [3],[4].

Эдгээр алгоритм нь олон параметртэй үйлдвэрлэлийн өгөгдөлд шугаман бус хамаарлыг илрүүлэх чадвартай тул үйлдвэрийн SCADA

өгөгдөлд суурилсан эвдрэл урьдчилан илрүүлэх асуудалд тохиромжтой гэж үздэг [3],[4].

4.5 Одоогийн нөхцөл шалгах логикт суурилсан арга хяналттай уялдуулах боломж

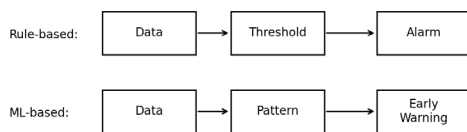
Санал болгож буй машин сургалтын аргачлал нь одоогийн PLC, SCADA системд суурилсан rule-based хамгаалалтын логикийг орлох бус, харин түүнтэй уялдан ажиллах байдлаар төлөвлөгдөнө. Rule-based хяналт нь тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагааг хангах үндсэн механизм хэвээр үлдэнэ. Машин сургалтын загварын гаргасан үр дүн нь оператор болон засвар үйлчилгээний ажилтнуудад эвдрэл үүсэх магадлал нэмэгдэж байгааг урьдчилан мэдээлэх зорилготой. Ингэснээр хамгаалалтын таслалт хийхээс өмнө ачааллыг бууруулах, нэмэлт шалгалт хийх, төлөвлөгөөт засвар гүйцэтгэх боломж бүрдэнэ.

4.6 Аргачлалын практик ач холбогдол

Санал болгож буй аргачлал нь дараах практик давуу талуудтай:

- Нэмэлт мэдрэгч, тоног төхөөрөмж шаардахгүй,
- Одоогийн SCADA өгөгдлийг бүрэн ашиглах боломжтой,
- Эвдрэл үүсэхээс өмнөх хэвийн бус төлөвийг эрт илрүүлэх боломж бүрдэнэ,
- Засвар үйлчилгээний төлөвлөлтийг өгөгдөлд суурилсан байдлаар дэмжинэ,
- Төлөвлөгдөөгүй зогсолтыг бууруулах боломжтой.

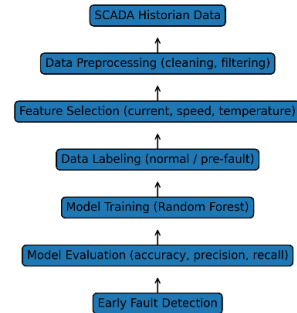
Иймд машин сургалтад суурилсан аргачлал нь нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн туузан дамжуургын найдвартай ажиллагааг сайжруулахад хэрэгжих боломжтой, бодит нөхцөлд нийцсэн концепц гэж үзэж байна. Зураг 2-т босго утгад суурилсан rule-based хяналт болон өгөгдлөөс хэв шинж илрүлдэг машин сургалтын аргачлалын ялгааг харуулсан.



2-р зураг. Rule-based болон машин сургалтын ажиллах ялгаа

4.7 Машин сургалтын загварын сургалт

Судалгаанд ашиглагдах өгөгдөл нь туузан дамжуургын моторын гүйдэл, туузны хурд, холхивчийн температур, редукторын температур зэрэг параметруудээс бүрдэнэ. Өгөгдлийг урьдчилан боловсруулж, хэвийн бус хэмжилтийг шүүх, мөн параметруудийг цаг хугацааны дарааллаар синхрончлох зэрэг алхмуудыг гүйцэтгэнэ. Дараа нь хамгаалалтын таслалт болон алдааны үйл явдлуудад үндэслэн өгөгдлийг “хэвийн” болон “эвдрэлд ойртсон” гэсэн хоёр ангилалд шошголно. Машин сургалтын загварыг сургахдаа нийт өгөгдлийг сургалтын болон туршилтын хэсэгт 80:20 харьцаагаар хуваана. Зураг 3-т эвдрэл илрүүлэх машин сургалтын арга боловсруулах, мэдээлэл авах шат бүрийг харуулсан.



3-р зураг. Туузан дамжуургын эвдрэл илрүүлэх машин сургалтын дараалал

Сургалтын өгөгдлийг ашиглан Random Forest ангиллын загварыг сургаж, туршилтын өгөгдөл дээр загварын гүйцэтгэлийг үнэлнэ. Загварын гүйцэтгэлийг үнэлэхдээ accuracy, precision, recall болон F1-score зэрэг ангиллын гүйцэтгэлийн стандарт үзүүлэлтүүдийг ашиглана. Хүснэгт 4-т урьдчилсан туршилтын жишээ тооцооллоор хэвийн болон эвдрэлд ойртсон үеийг ялгах ангиллын нарийвчлал 0.90 орчим байх боломжтойг харуулж байна.

Машин сургалтын загварын жишээ үнэлгээ

4-р хүснэгт

Загвар	Accuracy	Precision	Recall	F1 score
Random Forest	0.91	0.88	0.86	0.87

V. САНАЛ БОЛГОЖ БУЙ АРГАЧЛАЛЫН ХЭРЭГЖИХ БОЛОМЖ БА ХҮЛЭЭГДЭЖ БУЙ ҮР ДҮН

Судалгаанд санал болгож буй машин сургалтад суурилсан туузан дамжуургын эвдрэл урьдчилан илрүүлэх аргачлал нь бодит нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн одоогийн автоматжуулалтын орчинд хэрэгжих боломжтой байдлаараа онцлог юм. Учир нь аргачлал нь ашиглагдаж буй PLC болон SCADA системд суурилсан өгөгдлийг ашиглахаар төлөвлөгдсөн бөгөөд нэмэлт тоног төхөөрөмж, мэдрэгч суурилуулах шаардлагагүй. Хүснэгт 5-т туузан дамжуургын ажиллагаанд түгээмэл тохиолддог гэмтлүүдийг (хэт ачаалал, холхивч халалт, редуктор элэгдэл, тууз гулсалт) тэдгээрийн илрэх шинж тэмдэг болон SCADA системээс авах боломжтой өгөгдлийн параметруудтай уялдуулан харуулсан.

ГЭМТЭЛ БА МАШИН СУРГАЛТИЙН БОЛОМЖ

5-р хүснэгт

№	Гэмтэл	Илрэх шинж	Ашиглагдах өгөгдөл
1	Хэт ачаалал	Гүйдэл огцом өсөх	Хөдөлгүүрийн гүйдэл
2	Холхивч халалт	Температур аажим өсөх	Холхивчийн температур
3	Редуктор элэгдэл	Температур хэлбэлзэл	Редукторын тосны температур
4	Тууз гулсалт	Хурд буурах	Хөдөлгүүрийн хурд

5.1 Хэрэгжих боломжийн үнэлгээ

Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн туузан дамжуургын хяналтын системд моторын гүйдэл, хурд, моторын болон холхивч, редукторын температур зэрэг параметруудийг бодит цаг хугацаанд хэмжин, SCADA historian өгөгдлийн санд секундийн нарийвчлалтай хадгалж байна [10]. Ийм өгөгдөл нь машин сургалтын загвар сургах, хэвийн болон хэвийн бус ажиллагааны хэв шинжийг тодорхойлоход хангалттай суурь мэдээлэл болж чадна. Мөн SCADA системд бүртгэгдэж буй анхааруулах болон хамгаалалтын дохиоллууд нь эвдрэлтэй төлөвийг тодорхойлох бодит үндэслэл болж өгдөг. Үүнийг ашиглан өгөгдлийг шошголох, эвдрэлд ойртсон төлөвийг ялган таних боломж бүрдэнэ. Иймээс санал болгож буй аргачлал нь одоогийн үйлдвэрийн хяналтын архитектуртай зөрчилдөхгүйгээр шат дараатайгаар нэвтрэх боломжтой.

5.2 Хүлээгдэж буй техникийн үр ашиг

Санал болгож буй машин сургалтын аргачлалын тусламжтайгаар туузан дамжуургын дараах нийтлэг эвдрэл, доголдуудыг эрт шатанд илрүүлэх нөхцөл бүрдэнэ. Үүнд хэт ачаалал болон гацалт, холхивчийн аажим халалт, редукторын элэгдлээс үүдэлтэй дулааны өсөлт, тууз гулсах болон хурд алдагдах зэрэг үзэгдлүүд багтана. Эдгээр эвдрэл нь ихэнх тохиолдолд хамгаалалтын босго утга давахаас өмнө тодорхой хугацаанд аажмаар илэрдэг бөгөөд машин сургалтын загвар нь ийм хэвийн бус өөрчлөлтийг босго утгад суурилсан хяналтаас өмнө илрүүлэх боломжтой. Ингэснээр тоног төхөөрөмжийг гэнэтийн зогсолтоос хамгаалах, засвар үйлчилгээний ажлыг илүү оновчтой төлөвлөх нөхцөл бүрдэнэ.

5.3 Үйлдвэрлэлийн болон эдийн засгийн үр ашиг

Туузан дамжуургын төлөвлөгдөөгүй зогсолт нь нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн үйлдвэрлэлийн гинжин хэлхээнд шууд сөрөг нөлөө үзүүлдэг. Санал болгож буй аргачлалыг ашигласнаар эвдрэл үүсэхээс өмнө эрсдэлийг илрүүлж, урьдчилсан арга хэмжээ авах боломж бүрдэх тул төлөвлөгдөөгүй зогсолтын тоо, үргэлжлэх хугацааг бууруулах хүлээлттэй байна. Мөн засвар үйлчилгээний ажлыг зөвхөн хугацаанд суурилсан байдлаар бус, тоног төхөөрөмжийн бодит төлөвт тулгуурлан төлөвлөх боломж бүрдэнэ. Энэ нь сэлбэг хэрэгслийн ашиглалт, засварын зардлыг оновчтой болгох, хүний нөөцийн зохион байгуулалтыг сайжруулах зэрэг эдийн засгийн эерэг нөлөө үзүүлэх боломжтой.

5.3 Эрсдэл ба хязгаарлалтууд

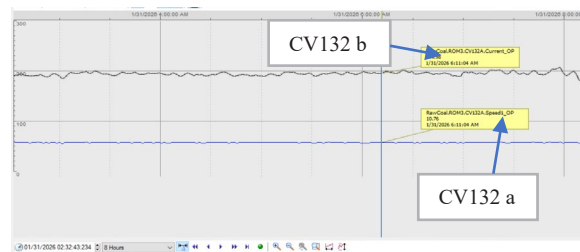
Санал болгож буй аргачлал нь концепцын түвшинд судлагдаж байгаа тул зарим хязгаарлалттай. Тухайлбал, өгөгдлийн чанар, тасалдал, хэмжилтийн алдаа нь машин сургалтын загварын үр дүнд нөлөөлөх магадлалтай. Мөн эвдрэл ховор тохиолддог нөхцөлд сургалтын өгөгдөл хангалтгүй байх эрсдэл байж болно. Гэсэн хэдий ч эдгээр хязгаарлалтыг өгөгдөл цэвэрлэгээ, шинж чанарын зөв сонголт, шат дараатай туршилтын нэвтрүүлэлт зэрэг аргаар бууруулах боломжтой гэж үзэж байна.

VI. Туршилтын жишээ, үнэлгээ

Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн RawCoal (Түүхий нүүрс) хэсгийн бутлуур шигшүүрийн хэсгийн CV131, CV132 конвейерийн SCADA өгөгдлийг ашиглав. Судалгаанд моторын гүйдэл (Current_OP) болон туузын хурд (Speed1_OP) параметруудийг сонгон авч, хэвийн ажиллагааны үе болон төлөвлөгдөөгүй зогсолт (Trip/Stop event) үүссэн үеийн өөрчлөлтийг харьцуулан ажиглав. SCADA трендийн нийт 3 өдрийн хугацаанд бүртгэгдсэн trend (Гарфик) өгөгдлөөс хэвийн ажиллагааны 8 цагийн өгөгдөл болон төлөвлөгдөөгүй зогсолттой 2 тохиолдлыг сонгон авч ажиглалт хийв.

6.1 Эрсдэл ба хязгаарлалтууд

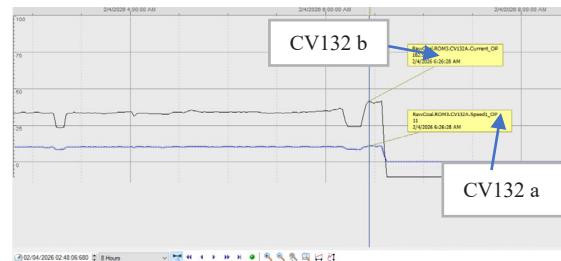
Доорх зураг бүхэнд X тэнхлэгийн дагуу хугацаа, Y тэнхлэгийн дагуу гүйдэл, хурдын тоон утга харуулсан. Доорх зураг 4-т CV132 конвейерийн хэвийн үйл ажиллагааны үеийн Citect SCADA трендийг үзүүлэв.



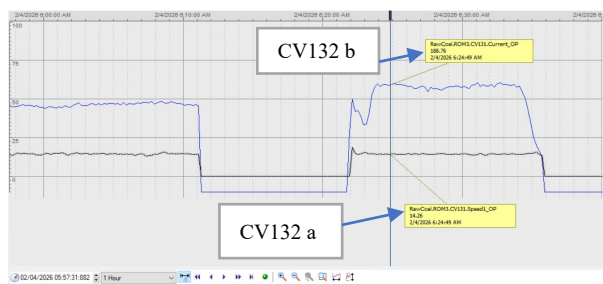
4-р зураг. CV132 конвейерийн хэвийн ажиллагааны үеийн SCADA тренд (a) хурд (b) гүйдэл

6.2 Хэвийн бус төлөв ба хамгаалалтын зогсолтын жишээ

Эдгээр зогсолт нь SCADA дээр хурд огцом 0 болсон хэлбэрээр илэрсэн бөгөөд хамгаалалтын тасалт эсвэл алдааны нөхцөлтэй холбоотой төлөвлөгдөөгүй зогсолт гэж авч үзсэн. Доорх зураг 4 ба зураг 5-д CV131 ба CV132 конвейерийн төлөвлөгдөөгүй зогсолтын үеийн Citect SCADA трендийг үзүүлэв. Trend мэдээллээс харахад моторын гүйдэл өсөх, хурд огцом буурах зэрэг өөрчлөлт ажиглагдсан нь хамгаалалтын тасалт эсвэл алдааны нөхцөлтэй холбоотой төлөвлөгдөөгүй зогсолт үүссэнийг илтгэнэ. Мөн дахин асаалтын үед хэвийн бус төлөв давтагдаж байгаа нь эвдрэлд ойртсон төлөвийг эрт илрүүлэх боломжтойг харуулж байна.



5-р зураг. CV132 конвейерийн төлөвлөгдөөгүй зогсолтын үе (Trip/Stop event) (a) хурд (b) гүйдэл



6-р зураг. CV131 конвейерийн дахин асаалтын үеийн хамгаалалтын тасралт (a) хурд (b) гүйдэл

Хүснэгт 6-т туузан дамжуургын хэвийн ажиллах үе болон хөдөлгүүр тасрах үед гүйдэл, хурд хэрхэн өөрчлөгдөхийг харьцуулан үзүүлэв.

ХЭВИЙН БА ЗОГСОЛТЫН ҮЕИЙН ПАРАМЕТРИЙН ЯЛГАА

6-Р ХҮСНЭГТ

№	Төлөв	Гүйдэл (А)	Хурд (m/sec)	Тайлбар
1	Хэвийн үе	190-200	10-14	Тогтвортой ажиллагаа
2	Хөдөлгүүр тасрах үе	0 болж унасан	0 болсон	Төлөвлөгдөөгүй зогсолт

6.3 Туршилтын үр дүн

SCADA трендийн өгөгдөлд хийсэн ажиглалтаар тасралтаас өмнөх 5-10 минутын хугацаанд моторын гүйдэл 20-30% өсөх, туузны хурд буурах нь ажиглагдсан. Энэ нь эвдрэлд ойртсон үеийг илрүүлэхэд ашиглаж болох чухал параметрууд болохыг харуулж байна.

Дүгнэлт

Өгүүлэлд нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн бутлуур-шигшүүрийн хооронд байрлах туузан дамжуургын одоогийн хяналтын практикт тулгуурлан, машин сургалтыг эвдрэл урьдчилан илрүүлэхэд ашиглах боломжийг концепцын түвшинд судаллаа. Судалгаагаар одоо ашиглагдаж буй PLC болон SCADA систем нь моторын гүйдэл, хурд, температур зэрэг эвдрэлтэй шууд холбоотой чухал параметруудыг өгөгдлийн сан болгон хадгалж байгаа. Эдгээр өгөгдөл нь тоног төхөөрөмжийн ажиллагааны төлөвийг шинжлэх, цаашид өгөгдөлд суурилсан оношилгооны аргачлал боловсруулахад ашиглагдах боломжтой юм.

SCADA трендийн өгөгдлийн шинжилгээнээс харахад хамгаалалтын тасралт (trip) үүсэхээс өмнөх хугацаанд моторын гүйдэл нэмэгдэх, туузны хурд буурах зэрэг хэвийн бус өөрчлөлт ажиглагдаж байгааг тогтоов. Энэ нь туузан дамжуургын эвдрэлд ойртсон төлөвийг тодорхойлох боломжтой параметрууд байгааг харуулж байна. Одоогийн rule-based хяналтын аргачлал нь тоног төхөөрөмжийн аюулгүй ажиллагааг хангахад үр дүнтэй боловч эвдрэл үүсэхээс өмнөх хэвийн бус өөрчлөлтийг эрт шатанд илрүүлэх боломж хязгаарлагдмал байдаг.

Судалгаанд санал болгож буй машин сургалтад суурилсан аргачлал нь SCADA системийн хадгалж буй өгөгдлийг ашиглан эвдрэлд ойртсон төлөвийг илрүүлэх боломжийг бүрдүүлж, одоогийн rule-based хамгаалалтын системийг дэмжих аналитик түвшин болгон ашиглах боломжтойг харуулж байна. Энэ аргачлал нь нэмэлт мэдрэгч, тоног төхөөрөмж шаардахгүй бөгөөд бодит үйлдвэрийн автоматжуулалтын орчинд хэрэгжих боломжтой концепц гэдгээрээ онцлог юм. Машин сургалтын загваруудыг ашигласнаар туузан дамжуургын хэт ачаалал, холхивч болон редукторын халалт, тууз гулсах зэрэг эвдрэлд хүргэх нөхцөлүүдийг хамгаалалтын тохируулсан утга давахаас өмнө илрүүлэх боломж бүрдэнэ.

Цаашдын судалгааны хүрээнд дурдсан аргачлалыг бодит үйлдвэрийн өгөгдөл дээр туршиж, тасралт үүсэхээс өмнөх хугацааг шошголон Random Forest болон LightGBM зэрэг машин сургалтын загваруудыг сургах шаардлагатай. Ингэснээр хэвийн болон эвдрэлд ойртсон төлөвийг ялгах загварын гүйцэтгэлийг accuracy, precision, recall зэрэг үзүүлэлтээр үнэлэх боломжтой болно. Судалгааны үр дүн нь нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн туузан дамжуургын найдвартай ажиллагааг сайжруулах, засвар үйлчилгээний үр ашгийг нэмэгдүүлэхэд чиглэсэн predictive maintenance шийдлийг хөгжүүлэхэд практик ач холбогдолтой гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] J. Lee, H. Davari, J. Singh, and V. Pandhare, "Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems," *Manufacturing Letters*, vol. 18, pp. 20–23, 2018.
- [2] A. Carvalho, R. Nunes, and P. Leitão, "Machine learning techniques for fault diagnosis in industrial systems: A review," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 92, 2020.
- [3] M. Pulcini and G. Modoni, "Machine learning-based predictive maintenance of conveyor belt systems," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 131, pp. 215–229, 2024.
- [4] M. Wu, Y. Li, and H. Zhang, "An intelligent predictive maintenance system for industrial conveyor belts using random forest," *Frontiers in Mechanical Engineering*, vol. 10, 2024.
- [5] R. Wang, L. Chen, and Y. Zhao, "PLC-based monitoring system for conveyor belt condition assessment," *Scientific Reports*, vol. 14, 2024.
- [6] X. Guo, Z. Liu, and Q. Wang, "Digital twin-based online monitoring of scraper conveyor systems in mining," *Multimedia Systems*, vol. 31, pp. 1–14, 2025.
- [7] S. Yin, X. Li, and H. Gao, "Data-driven fault diagnosis and fault-tolerant control: Review and perspective," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 62, no. 6, pp. 3757–3774, 2015.
- [8] IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines*, International Electrotechnical Commission, 2018.
- [9] IEC 60034-11, *Rotating electrical machines – Thermal protection*, International Electrotechnical Commission, 2018.
- [10] T. Kim and C. Kim, "SCADA-based condition monitoring for industrial equipment," *Sensors*, vol. 20, no. 18, 2020.

MEDIAPIPE БОЛОН RASPBERRY PI АШИГЛАН ДОХИО ЗАНГААГ БОДИТ ЦАГТ ТАНЬДАГ РОБОТ ГАРЫГ УДИРДАХ АСУУДАЛ

Даваажавын ПҮРЭВДАШ¹, Энх-Амгалангийн УЧРАЛ², Хосбаярын ЭРХЭМБИЛЭГ³

^{1,2,3} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний инженерчлэлийн сургууль, Цахилгаан техникийн тэнхим

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

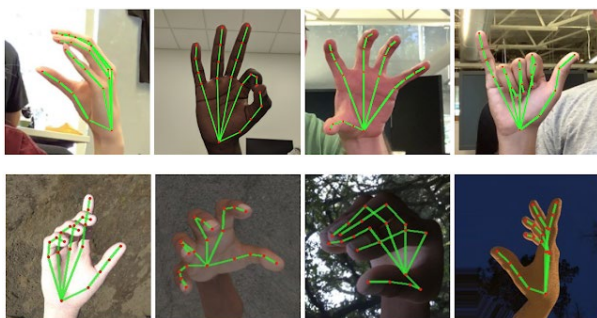
Хураангуй: Робот гарыг дохио зангаагаар удирдах системийн ихэнх судалгаа өндөр чадлын тооцооллын платформ дээр суурилдаг тул хямд өртөгтэй, бодит хэрэглээнд нэвтрүүлэхэд хязгаарлагдмал байдаг. Иймээс судалгаанд харьцангуй хямд үнэтэй Raspberry Pi 4 Model B дээр OpenCV болон MediaPipe сан ашиглан гарын 21 цэгийн байршлыг (landmark) тодорхойлж, MG996R серво хөдөлгүүрүүдийг PWM (Pulse Width Modulation) дохиогоор удирдах бодит цагийн системийг боловсруулж, бодит хэрэглээнд нэвтрүүлэх боломжийг нарийвчлан үнэлсэн болно. Нийт 312 дүрсийн боловсруулалтын туршилтаар дундаж 2.65 кадр/секунд, 72.55%-ийн гар илрүүлэлтийн найдвартай байдал, 71.57%-ийн дохио таних нарийвчлал, 0.966 секундын нийт хоцрогдлын 75% нь серво хөдөлгүүрийн гүйцэтгэлд ногдож байна. Энэхүү үр дүн нь бодит цагийн дохио зангааны удирдлагыг нэвтрүүлэхэд хувь нэмэр оруулж байна.

Түлхүүр үг: компьютерийн хараа, MediaPipe, Raspberry Pi, OpenCV, серво хөдөлгүүр, дохио зангаа, гарын хөдөлгөөн.

I. УДИРТГАЛ

Робот техник, автоматжуулалтын салбарт дохио зангаагаар машин техникийг удирдах чиглэлд эрчимтэй хөгжиж байна [1]. Уламжлалт удирдлагын хэрэгслүүдээс ангижирч, гарын хөдөлгөөнийг шууд таньж хариу үйлдэл үзүүлэх систем нь компьютерийн хараа, хиймэл оюун ухаан зэрэг дэвшилтэт технологийн үр дүн юм [2],[3].

Хараанд суурилсан робот удирдлагын системүүд нь ажиллагааны явцад бодит цагийн дүрс боловсруулалтын хурд, системийн хоцрогдол зэрэг техникийн сорилттой тулгардаг [4]. Гар илрүүлэлтийн найдвартай байдалд гэрэлтүүлгийн өөрчлөлт, гар камерын хүрэнээс гарах, эсвэл нарийн төвөгтэй хурууны байрлалаас хамаарч хэлбэлздэг [5]. Серво хөдөлгүүрийн хариу үйлдлийн хурд, нарийвчлал нь удирдлагын чанарыг шууд тодорхойлно.



1-р зураг. Орчины ялгаатай нөхцөлд дүрс танилт

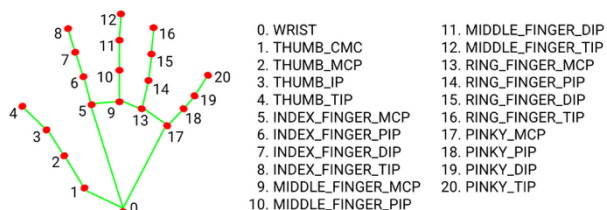
Энэ судалгаанд MediaPipe, OpenCV сангуудыг ашиглан гарын хөдөлгөөнийг илрүүлж, Raspberry Pi-аар дамжуулан серво хөдөлгүүрүүдийг удирддаг [6],[7]. Цаашид сайжруулах чиглэлийг тодорхойлох зорилгоор боловсруулалтын хурд, хоцрогдол, танилтын нарийвчлал, серво хөдөлгүүрийн хариу үйлдэл зэрэг үзүүлэлтүүдийг хэмжиж тэдгээр өгөгдлүүдэд дүн шинжилгээ хийж системийн гүйцэтгэлийг үнэлэв.

Энэхүү судалгааны үндсэн зорилго нь Raspberry Pi платформ дээр MediaPipe болон OpenCV сан ашиглан бодит цагийн дохио зангааны удирдлагатай робот гарын системийг боловсруулж, гүйцэтгэлийн үнэлгээг хийхэд оршино. Энэхүү зорилгыг хэрэгжүүлэхийн тулд дараах зорилтуудыг тавилаа.

1. Raspberry Pi 4 дээр MediaPipe болон OpenCV ашиглан гарын 21 landmark бодит цагт илрүүлж, PWM дохионд хөрвүүлэн MG996R серво хөдөлгүүрүүдийг удирдах системийг бүтээх.
2. Системийн боловсруулалтын хурд, гар илрүүлэлтийн найдвартай байдал, дохио таних нарийвчлал зэрэг гүйцэтгэлийн үзүүлэлтүүдийг хэмжиж, тоон шинжилгээ хийх.
3. Системийн хоцрогдлыг бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд (илрүүлэлт, команд боловсруулалт, серво хөдөлгүүрийн хариу үйлдэл) задлан шинжлэх.
4. Гэрэлтүүлгийн өөрчлөлт, хурдан хөдөлгөөн зэрэг орчны хүндрэлт нөхцөлд системийн найдвартай байдлыг үнэлэх.
5. Туршилтын үр дүнд үндэслэн сэргээн засах эмчилгээ болон боловсролын салбарт хэрэглэх боломжийг судлах.

II. ОНОЛЫН ХЭСЭГ

Гарын хөдөлгөөн таних ба робот гар удирдах системийг бодит цагт хэрэгжүүлэхэд OpenCV, MediaPipe сангуудыг Raspberry Pi дээр бодит цагийн боловсруулалттай нэгтгэн, гарын хөдөлгөөнөөс шууд серво хөдөлгүүрийн үйлдлийг гүйцэтгэнэ [6], [7]. Систем нь USB камерийн дүрсийг боловсруулан MediaPipe-аар гарын landmark (цэгийн байршил)-уудыг илрүүлж, илэрсэн дохиог PWM (Pulse Width Modulation) дохионд хөрвүүлэн MG996R серво хөдөлгүүрээр робот гарын хуруунуудыг удирддаг [8].



2-р зураг. Гарын дүрс дэх 21 landmark

Системийн ерөнхий бүтэц нь 3 дугаар зургийн блок диаграмм дах техник хангамж, программ хангамж гэсэн хоёр үндсэн хэсгээс бүрдэнэ.

Техник хангамжийн блок нь оролт, гаралтын төхөөрөмжүүдийг агуулна. Оролтын төхөөрөмж болох USB камер нь дүрсийг программ хангамж руу дамжуулна. Системийн гол боловсруулагч Raspberry Pi нь программ хангамжийн блокоос ирсэн өгөгдлүүдийг хүлээн авдаг. PWM тохируулга нь 2-12% үүргийн мөчлөг хооронд өнцгийг тохируулж, дохионуудыг серво хөдөлгүүрүүд руу илгээдэг.

Программ хангамжийн блок нь видео боловсруулалт болон удирдлагын логикийг хариуцна. VideoStream класс нь камераас 320x240 нягтралтай дүрсийг хүлээн авч, урьдчилан боловсруулах хэсэгт X тэнхлэгийн дагуу эсрэг тал руу хөрвүүлснээр камерын дүрс дэлгэц дээр харагдах байдалтай таарч, хэрэглэгчийн хөдөлгөөн болон

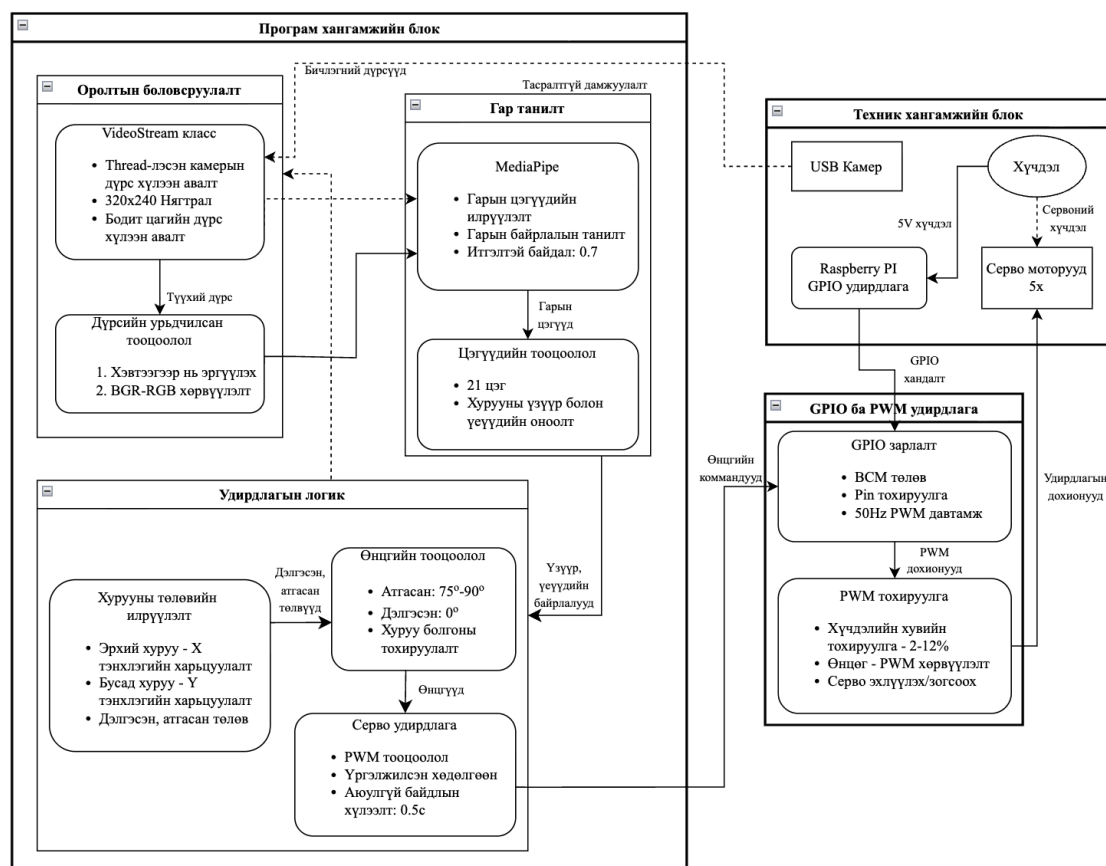
системийн хариу үйлдэл зохицож ажиллана. Дараа нь BGR өнгөний загвараас RGB рүү хөрвүүлж MediaPipe-р үндсэн боловсруулалт хийхэд бэлэн болгодог. Боловсруулсан дүрсийг хиймэл оюунд суурилсан MediaPipe сангаас гарын үйлдлийг таньж 0.7-оос дээш итгэлтэйгээр гарын 21 landmark тодорхойлдог [8].

Удирдлагын логик нь эдгээр байршилд (үзүүр, өнцгийн байрлал) үндэслэн хуруу тус бүрийн төлөвийг тодорхойлно. Өнцгийн тооцоолол нь эдгээр төлөвийг серво хөдөлгүүрийн өнцөгт (атгасан: 75°-90°, сул: 0°) хөрвүүлж, серво удирдлагын хэсэг нь энэхүү өнцгүүдийг 0.5 секундын хугацаанд гүйцэтгэх PWM-ийн дохио болгон Raspberry Pi аас авна. Серво хөдөлгүүрийн хүлээн авах дохионд 1-2 миллисекундийн өргөнтэй импульс илгээхэд хөдөлгүүр 0°-180° хооронд эргэж хурууны хөдөлгөөнийг дуурайж гүйцэтгэдэг.

Ажиллах зарчим

Системийн ажиллагааны алгоритмыг 4 дүгээр зурагт харуулав. Систем дараах байдлаар ажиллана.

1. Камераар гарын хөдөлгөөний дүрсийг хүлээн авч Raspberry Pi руу дамжуулна.
2. MediaPipe-аар гарын landmark-уудыг бодит цагт илрүүлж, хуруу, бугуйны байрлал, хөдөлгөөнийг тодорхойлно.



3-р зураг. Бүтцийн блок диаграмм

3. Илрүүлсэн хөдөлгөөнөөс дохиог алгоритмын дагуу тодорхойлж, PWM дохио болгон серво хөдөлгүүрт илгээдэг.

4. Серво хөдөлгүүр гарын хөдөлгөөний дагуу робот гарын хөдөлгөөнийг гүйцэтгэж, хариу үйлдлийг хийдэг.

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

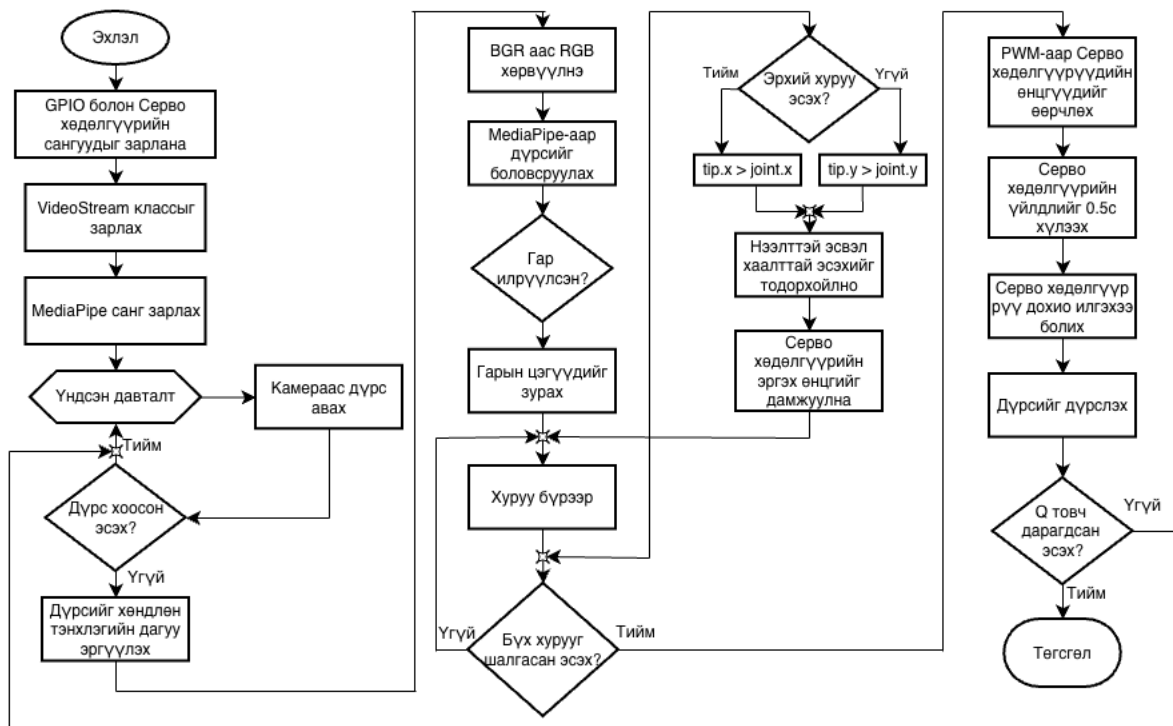
Системийн бүх үе шатны өгөгдлийг тасралтгүй бүртгэж, статистикийн нарийвчилсан дүн шинжилгээ хийх, итгэлтэй байдлын онооны нарийвчлалтай үнэлэлт өгөх, серво хөдөлгүүрийн кинематик шинжилгээ хийхэд оршино. NumPy, Pandas, Matplotlib сангуудыг ашиглан дүрс танилтанд суурилсан робот системүүдийн өгөгдөлд дүн шинжилгээгээр үнэлэх аргачлалыг ашиглав.

Өгөгдөл цуглуулалт

Өгөгдлийг робот гарын удирдлагын системээс цуглуулсан. Уг систем нь орчныг танин мэдэх, өгөгдлийг боловсруулах, хөдөлгөөнийг гүйцэтгэх

бүх үе шатыг бодит цагт тасралтгүй бүртгэсэн [6]. Нийт 312 дүрсийн боловсруулалтад дүн шинжилгээ хийсэн.

Дүрс боловсруулах явцад систем нь хугацааны тэмдэглэл, дүрсийн дугаар, туршилтад ашигласан утга буюу тухайн үеийн дохио зангааны тэмдэглэгээг хадгалсан. Мөн гар илрүүлэх дэд системийн гаралтыг бүтнээр нь (гар илэрсэн эсэх, илрүүлэлтийн итгэлтэй байдлын оноо зэрэг) бүртгэсэн [7]. Дүрс танилтын системийн өгөгдлөөс гадна, дүрс бүрийн тооцооллын үзүүлэлтүүдийг бүртгэсэн. Үүнд дүрс боловсруулалтын нийт хугацаанд MediaPipe модульд зарцуулсан хугацаа, серво хөдөлгүүрт дохио өгөх, хариу хөдлөхөд зарцуулсан хугацаа зэрэг багтсан. Эдгээр хэмжилтээр системийн нийт хоцрогдлыг үндсэн бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд задалж, бодит цагийн гүйцэтгэлийг үнэлэх боломжтой.



4-р зураг. Ажиллагааны алгоритм

1. Өгөгдөл боловсруулалт

Дүн шинжилгээ хийхийн өмнө цуглуулсан өгөгдлийг стандарт аргаар урьдчилан боловсруулсан. Өгөгдөлүүдээс бүрэн бус дүрсүүдийг хасч, цагийн тэмдэглэлээр дүрсүүдийн бүртгэлийг цаг хугацаагаар нь ялгасан болно.

2. Гүйцэтгэлийн үзүүлэлтүүд

Бодит цагийн гүйцэтгэлийн үзүүлэлтүүдийг хугацааны утгуудаас тооцоолсон. Агшин зуурын FPS (секундэд боловсруулах дүрсийн тоо)-г тухайн дүрсийн боловсруулалтын хугацааны урвуугаар тооцоолсон. Илрүүлэлтийн хоцрогдлыг гар илрүүлэх

үеийн дундаж хугацаагаар, хөдөлгөөн гүйцэтгэлийн хоцрогдлыг серво хөдөлгүүрт команд өгч хөдлөх хугацааг нэгтгэн хэмжсэн. Эдгээр утгуудыг нийлүүлснээр робот гарын хариу үйлдэл үзүүлэх хурдны хоцрогдлыг тооцоолсон.

3. Танилтын найдвартай байдал

Гар илрүүлэх дэд системийн найдвартай байдлыг нийт боловсруулсан дүрсүүдийн дунд хэдэн хувь нь гарыг амжилттай илрүүлснийг тооцож үнэлсэн. Илрүүлэлт, танилтын нарийвчлалыг тоон хэлбэрээр илэрхийлэхийн тулд системийн таамагласан дохиог жинхэнэ утгатай харьцуулсан. Энэ харьцуулалтад үндэслэн төөрөгдлийн матриц байгуулж, дохио

зангаа тус бүрийн танилтын зөв байдлыг тооцоолсон. Дохио зангааг таних хоцрогдлыг хэмжихийн тулд утга өөрчлөгдсөн агшнаас эхлэн өөрчлөлтийг үйлдэхэд хэр их хугацаа шаардагдаж буйг тооцоолсон.

IV. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Хараанд суурилсан робот гарын системийн бодит цагийн гүйцэтгэлийг дүрсийн боловсруулалтын хурд болон системийн хоцрогдлыг хэмжих замаар үнэлсэн.

Боловсруулалтын хурд ба хоцрогдол

Системийн дундаж FPS нь 2.65 байгаа нь тухайн техник хангамж болон системийн дундаж боловсруулалтын хурд юм. Дунджаар 377 миллисекунд тутамд нэг дүрсийг боловсруулж байна.

$$FPS_{\text{дундаж}} = \frac{\sum_{\text{дүрс}}}{t_{\text{нийт}}} = \frac{1000}{377\text{с}} = 2.65 \approx 377 \text{ мсек} \quad (1)$$

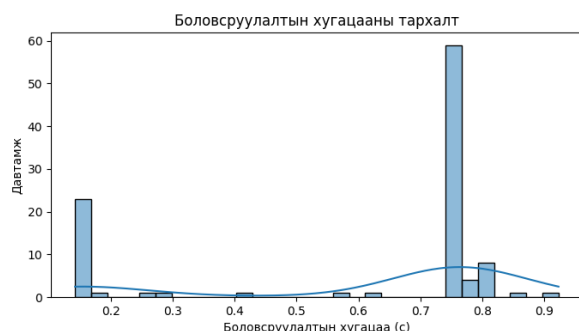
5-р зурагт боловсруулсан бүх дүрсийн агшин зуурын FPS-ийг цаг хугацааны дагуу харуулсан. Туршилтын эхэн үед FPS харьцангуй тогтвортой байсан нь системийн анхны ачаалал бага байсныг илтгэнэ.



5-р зураг. Секунд дэх дүрсийн тоо

Туршилтын дунд үед огцом унасан цэгүүд ажиглагдсан нь гар илрүүлэлт хүндрэлтэй нөхцөл болох өнгө, гэрэлтүүлгийн өөрчлөлт, гар камерын харааны хүрэнээс гарах, эсвэл системийн хариу үйлдэл үзүүлэх хурднаас давсан хурдан хөдөлгөөнтэй холбоотой.

Хараанд суурилсан удирдлагын системд хоцрогдол нь маш чухал үзүүлэлт юм. Системд гурван төрлийн хоцрогдлыг хэмжсэн. Харааны хоцрогдол нь MediaPipe-ийн гар илрүүлэх модульд зарцуулсан дундаж хугацааг хэмжихэд нэг дүрсэд 0.241 секунд байв. Энэ нь дүрс боловсруулалтаас эхлэн гарын landmark координатуудыг илрүүлэх хүртэлх хугацаа юм.



6-р зураг. Дүрс боловсруулалтын хугацааны тархалт

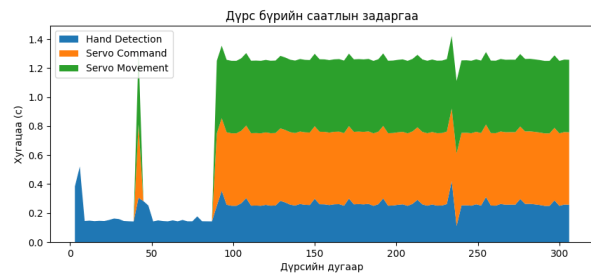
6-р зураг нь боловсруулалтын хугацааны тархалтыг гистограммаар харуулав. Ихэнх дүрс 70 орчим хувь нь 0.15-0.25 секундын хооронд боловсруулагдаж байгаа нь систем тогтвортой байгааг харуулж байна. Гистограммын оройн хэсэг нь 0.20 секундын орчим байгаа нь системийн хамгийн түгээмэл боловсруулалтын хугацаа юм. Зарим дүрс 0.4 секунд хүртэл хугацаанд үргэлжилсэн нь нарийн төвөгтэй дохио зангаа эсвэл гэрэлтүүлгийн хүнд нөхцөлд ажилласан гэсэн үг.

Системийн нийт хоцрогдол

Хөдөлгөөн гүйцэтгэлийн хоцрогдол нь серво хөдөлгүүрийн командын гүйцэтгэлийн хугацаа 0.726 секунд болсон нь команд өгөхөөс эхлэн мотор хөдлөх хүртэлх хугацааг илэрхийлнэ. Иймд оролтоос хөдөлгөөн гүйцэтгэж дуусах хүртэлх нийт хоцрогдол 0.966 секунд болж, робот системийн хариу үйлдлийн хязгаарыг тодорхойлсон.

$$L_{\text{нийт}} = L_{\text{танилт}} + L_{\text{тооцоолол}} + L_{\text{хөдөлгөөн}} \\ L_{\text{нийт}} = 0.241 + (\sim 0) + 0.726 = 0.966 \text{ секунд} \quad (2)$$

7 дугаар зураг нь дүрс бүрийн саатлын задаргаа системийн хоцрогдлыг бүрэлдэхүүн хэсгүүдэд хуваан харуулсан. График нь дүрс бүрийн хувьд гурван төрлийн хоцрогдлыг харуулж байна. Цэнхэр өнгөөр харааны илрүүлэлтийн хугацааг дүрсэлсэн ба харьцангуй тогтвортой байгаа боловч дүрс тус бүрт бага зэрэг хэлбэлзэл байна.



7-р зураг. Дүрсээс үүсэх саатал

Улбар шар өнгөөр команд боловсруулалтын хугацаа маш богино байгаа нь тооцооллын логик нь хурдан ажиллаж байгааг илтгэж байна. Ногоон өнгөөр серво хөдөлгүүрийн хөдөлгөөний хугацааг дүрсэлсэн ба хоцрогдлын хамгийн их хэсэг болж байна. Энэ нь хөдөлгөөн гүйцэтгэлийн саатал нь нийт хариу үйлдлийн хугацааны 75%-ийг эзэлж байна. График нь бодит цагийн удирдлагын гүйцэтгэлийн хэсэгт сайжруулалт хийх ёстойг харуулж байна. Серво хөдөлгүүрийн хурдыг нэмэгдүүлэх эсвэл илүү хурдан хариу үйлдэлтэй хөдөлгүүр ашиглах нь системийн нийт гүйцэтгэлийг мэдэгдэхүйц сайжруулах боломжтой.

Танилтын найдвартай байдал

Гар илрүүлэх найдвартай байдлыг гар амжилттай танигдсан дүрсийн илрүүлэлтийн хэмжээ 72.55 хувь байв. Үлдсэн 27.45 хувьд гар илрүүлэгдээгүй шалтгаан нь гэрэлтүүлгийн огцом өөрчлөлт, гар камерын харааны хүрэнээс гарах, эсвэл системийн боловсруулах хурд болох секундэд дунджаар 2.65 кадраас давсан хурдан хөдөлгөөн зэргээс шалтгаалж илрүүлэлт алдагдсан байна. Дүрс бүрийн

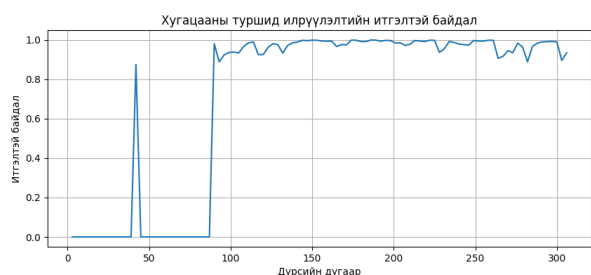
боловсруулалтад 377 мс зарцуулагдах тул хэрэв гар дараалсан хоёр дүрсийн хооронд 377 мс богино хугацаанд байрлалаа бүрэн өөрчилбөл системд илрүүлэх боломжгүй болно.

$$D = \frac{N_{\text{илрүүлсэн}}}{N_{\text{нийт}}} * 100\% = \frac{725.5}{1000} * 100\% = 72.55\% \quad (3)$$

$$A = \frac{N_{\text{зөв}}}{N_{\text{илрүүлсэн}}} * 100\% = \frac{715.7}{1000} * 100\% = 71.57\% \quad (4)$$

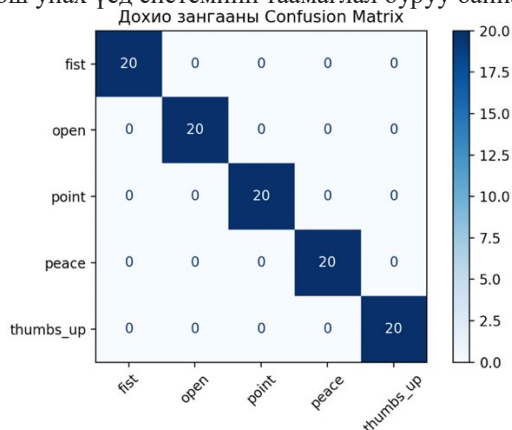
Таамагласан дохио, зангааг жинхэнэ утгатай харьцуулахад дохио таних нийт нарийвчлал 71.57 % байна.

8-р зураг нь MediaPipe-аас өгсөн итгэлтэй байдлын онооны цаг хугацааны өөрчлөлтөөр 0.7-0.95 хооронд хэлбэлзэж байгаа нь систем тогтвортой гүйцэтгэлтэйг илтгэж байна.



8-р зураг. Илрүүлэлтийн итгэлтэй байдал

График дээр тогтвортой түвшин ажиглагдаж байгаа нь ихэнх тохиолдолд систем өндөр итгэлтэй гарыг илрүүлж байгааг харуулж байна. Гар камерын харааны хүрээнээс гарах, хурууны төвөгтэй байрлал, эсвэл гэрэлтүүлэг зэргээс шалтгаалж үе үе унаж байгаа нь тухайн агшинд гар илрүүлэлт хүндрэлтэй байсныг илтгэнэ. Итгэлтэй байдлын оноо 0.7-оос доош унах үед системийн таамаглал буруу байна.



9-р зураг. Confusion Matrix(төөрөгдлийн матриц)

9-р зурагт дохио зангааны Confusion Matrix буюу төөрөгдлийн матриц нь дохио тус бүрийн нарийвчлал, нийтлэг андуурлуудыг нарийвчлан харуулав. Матрицын диагональ дах утгууд нь зөв таамагласан тохиолдлуудыг харуулж байна.

ГҮЙЦЭТГЭЛИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ 1-Р ХҮСНЭГТ

Үзүүлэлт	Энэ систем	MediaPipe (мобайл)	GPU-д суурилсан
Боловсруулалтын хурд (FPS)	2.65	25-30	60+
Нарийвчлал (%)	71.57	~90	~95

Нийт хоцрогдол (сек)	0.966	~0.05	~0.02
Платформын зардал	Бага (~\$80)	Дунд	Өндөр

Хүснэгт 1-д энэхүү системийн гүйцэтгэлийн үзүүлэлтийг төстэй суулгасан платформ дээрх бусад судалгааны ажлуудтай харьцуулав. Боловсруулалтын хурд (2.65 FPS) нь GPU-д суурилсан системүүдийн 25-30 FPS-тэй харьцуулахад мэдэгдэхүйц бага боловч Raspberry Pi платформын хувьд боломжийн үр дүнтэй байна.

Нийт хоцрогдлын 75% нь серво хөдөлгүүрийн гүйцэтгэлд ногдох нь систем сайжруулалтын чиглэлийг тодорхой заасан үр дүн юм. Харааны боловсруулалт (0.241 сек) болон команд боловсруулалт бага хувийг эзэлж байгаа нь программ хангамжийн алгоритм харьцангуй үр ашигтай ажиллаж байгааг илтгэнэ. Иймд ирээдүйн судалгаа нь программ хангамж биш, харин хурдан хариу үйлдэлтэй серво хөдөлгүүр болон хөдөлгөөн урьдчилан таамаглах алгоритм боловсруулахад анхаарал хандуулах нь үр дүнтэй.

ДҮГНЭЛТ

Судалгааны хүрээнд бодит цагийн дүрс танилтад суурилсан робот гарын удирдлагын системийг үнэлэв. Нийт 300 гаруй дүрсээс өгөгдөл цуглуулж дүн шинжилгээ хийв. Систем нь MediaPipe ба OpenCV ашиглан 72.55%-ийн илрүүлэлтийн найдвартай байдал, 71.57%-ийн дохио таних нарийвчлалтай, 2.65 кадр/секунд буюу секундэд 2-3 дүрс боловсруулах хурдтай ажилласан. Хоцрогдлын шинжилгээгээр хөдөлгөөн гүйцэтгэл нь нийт хоцрогдлын 75%-ийг эзэлж байгаа нь серво хөдөлгүүрийн сайжруулалт шаардлагатайг харуулав. Цаашид илүү хурдан хариу үйлдэл үзүүлэх серво хөдөлгүүр ашиглаж хоцрогдол бууруулах, MediaPipe-ийн min_detection_confidence параметрийг одоогийн 0.7-оос 0.8 болгон өсгөж тохируулснаар гар илрүүлэлтийн итгэлтэй байдлын босго өндөрсөж, буруу илрүүлэлтүүд багасч нарийвчлал нэмэгдэнэ. Гэвч босго өндөрсөх тусам зарим хөдөлгөөнийг алдах эрсдэл нэмэгдэх тул оновчтой босго оноог туршилтаар тодорхойлох шаардлагатай.

Энэхүү систем нь сэргээн засах эмчилгээний хямд өртөгтэй төхөөрөмж, туршилтын протез байдлаар ашиглагдах боломжтой. Систем гарын 21 цэгийг таньж, үений өнцгийг бодит цагт тодорхойлж байгаа нь харвалтын дараах сэргээх дасгалын явцыг хянах, өвчтөнд толин тусгал эмчилгээгээр дамжуулан дэмжлэг үзүүлэхэд тохиромжтой. Хэдийгээр 0.972 секундын хоцрогдол болон 71.68%-ийн нарийвчлал нь мээ заслын робот техник зэрэг өндөр эрсдэлтэй орчинд хангалтгүй боловч, лабораторийн судалгаа туршилтын загварт ашиглах боломжтой.

Судалгааны үр дүнд үндэслэн цаашид машин сургалтын аргаар дохио зангааны танилтын нарийвчлалыг сайжруулах, олон камерын системээр илрүүлэлтийн найдвартай байдлыг нэмэгдүүлэх, хэрэглэгчийн туршлагыг сайжруулах, хиймэл оюун ухаан ашиглан урьдчилан таамаглах удирдлага боловсруулах, мөн системийг эрүүл мэнд,

үйлдвэрлэл, боловсролын салбар зэрэгт туршиж үнэлэх чиглэлээр судалгаа хийх бүрэн боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] D. J. Sturman and D. Zeltzer, "A survey of glove-based input," IEEE Computer Graphics and Applications, vol. 14, no. 1, pp. 30-39, 1994.
- [2] S. S. Rautaray and A. Agrawal, "Vision based hand gesture recognition for human computer interaction: a survey," Artificial Intelligence Review, vol. 43, no. 1, pp. 1-54, 2015.
- [3] M. S. Hossain and G. Muhammad, "Emotion recognition using deep learning approach from audio-visual emotional big data," Information Fusion, vol. 49, pp. 69-78, 2019.
- [4] A. Erol, G. Bebis, M. Nicolescu, R. D. Boyle, and X. Twombly, "Vision-based hand pose estimation: A review," Computer Vision and Image Understanding, vol. 108, no. 1-2, pp. 52-73, 2007.
- [5] F. Zhang, V. Bazarevsky, A. Vakunov, A. Tkachenka, G. Sung, C. L. Chang, and M. Grundmann, "MediaPipe Hands: On-device Real-time Hand Tracking," arXiv preprint arXiv:2006.10214, 2020.
- [6] G. Bradski and A. Kaehler, "Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library," O'Reilly Media, Inc., 2008.
- [7] C. Zimmermann and T. Brox, "Learning to Estimate 3D Hand Pose from Single RGB Images," in Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, pp. 4903-4911, 2017.
- [8] L. Ge, H. Liang, J. Yuan, and D. Thalmann, "3D Convolutional Neural Networks for Efficient and Robust Hand Pose Estimation from Single Depth Images," in Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 5679-5688, 2017.

УХААЛАГ ЦООЖ ХӨГЖҮҮЛЭХ АСУУДАЛ

Даваажавын ПҮРЭВДАШ¹, Бямбаагийн БИЛГҮҮН²

^{1,2}Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Эрчим хүчний инженерчлэлийн сургууль, Цахилгаан техникийн тэнхим

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

Хураангуй: Энэхүү судалгаанд гурван хүчин зүйлт баталгаажуулалттай ухаалаг цоожийг хөгжүүлж ашиглах боломжийг судаллаа. Arduino Uno, хурууны хээ мэдрэгч, keypad, ESP32-CAM дээр суурилсан царай таних алгоритмаар хэрэглэгчийг PIN код+хурууны хээ+царай гэсэн гурван нөхцлийг дараалан хангасан үед хаалга нээгдэхээр зохион бүтээж туршиж, практикт хэрэглэх боломжтойг нотлосон. Судалгааны үр дүнгээс харахад гурван шатлалт баталгаажуулалтаар аюулгүй байдлыг хангахаас гадна хямд өртөгтэй, хэрэглэхэд хялбар зэрэг давуу талтай болно.

Түлхүүр үг: ESP32-CAM, царай, хурууны хээ, пин код, баталгаажуулалт, Arduino, серво хөдөлгүүр.

I. УДИРТГАЛ

Цоож нь хүн төрөлхтний түүхэнд өмч хөрөнгө, орон зайд зөвшөөрөлгүй нэвтрэхээс хамгаалах үндсэн хэрэгсэл болсоор ирсэн. Анх механик ажиллагаатай цоож өргөн хэрэглэж байх үед түлхүүрээ гээх, алдагдах, хуулбарлагдах зэрэг эрсдэлтэй тул аюулгүй байдлын өндөр шаардлагыг бүрэн хангахгүй болсон. Нийгэм, эдийн засаг, технологийн хөгжилтэй уялдан хамгаалалтын системүүд илүү найдвартай, ухаалаг, хэрэглэгчдэд ээлтэй байх шаардлага тавигдаж байна.

Сүүлийн жилүүдэд электроник, микроконтроллер, мэдрэгчийн технологи, хиймэл оюун ухааны дэвшил нь уламжлалт цоожийг орчин үеийн ухаалаг цоожны системийг хөгжүүлэх боломжийг бүрдүүлсэн. Ухаалаг цоож нь нууц код, биометрийн мэдээлэл (хурууны хээ, царай таних, нүдний солонгон бүрхүүл) зэрэг баталгаажуулалтын дэвшилтэт аргуудаар аюулгүй байдлын түвшин сайжирч хэрэглэгчдийн оролтын мэдээллийг автоматаар боловсруулж, хяналт, бүртгэл хийх боломжтой байна. Энэхүү судалгааны ажлаар уламжлалт механик цоожны сул талуудыг арилгах, аюулгүй байдлыг олон шатлалт баталгаажуулалтаар сайжруулсан ухаалаг цоожны загварыг боловсруулахад оршино. Ялангуяа хөгжиж буй орнуудын нөхцөлд өндөр өртөгтэй үйлдвэрийн ухаалаг цоожнуудыг орлох, микроконтроллерт суурилсан шийдэл боловсруулах нь практик ач холбогдолтой юм.

Орчин үеийн ухаалаг цоожны онцлог нь олон шатлалт баталгаажуулалт, биометрийн технологийн хэрэглээ, бодит цагийн хяналт, автоматжуулсан түгжээний механизмтай байх явдал юм. PIN код, хурууны хээ, царай таних зэрэг баталгаажуулалтын аргуудыг хослуулснаар системийн найдвартай байдал нэмэгдэж, зөвшөөрөлгүй нэвтрэх магадлал буурдаг. Иймд микроконтроллерт суурилсан, биометрийн баталгаажуулалттай ухаалаг цоожны системийн онолын үндэс, бүтэц, ажиллагааны зарчмыг судлаж, практикт хэрэгжүүлэх боломжийг судлав.

II. ЕРӨНХИЙ ОЙЛГОЛТ

Олон түвшний баталгаажуулалт нь логикийн хувьд:

- OR логик – аль нэг нь зөв бол нэвтрэх
- AND логик – бүгд зөв үед нэвтрэх

гэж ангилагдана.

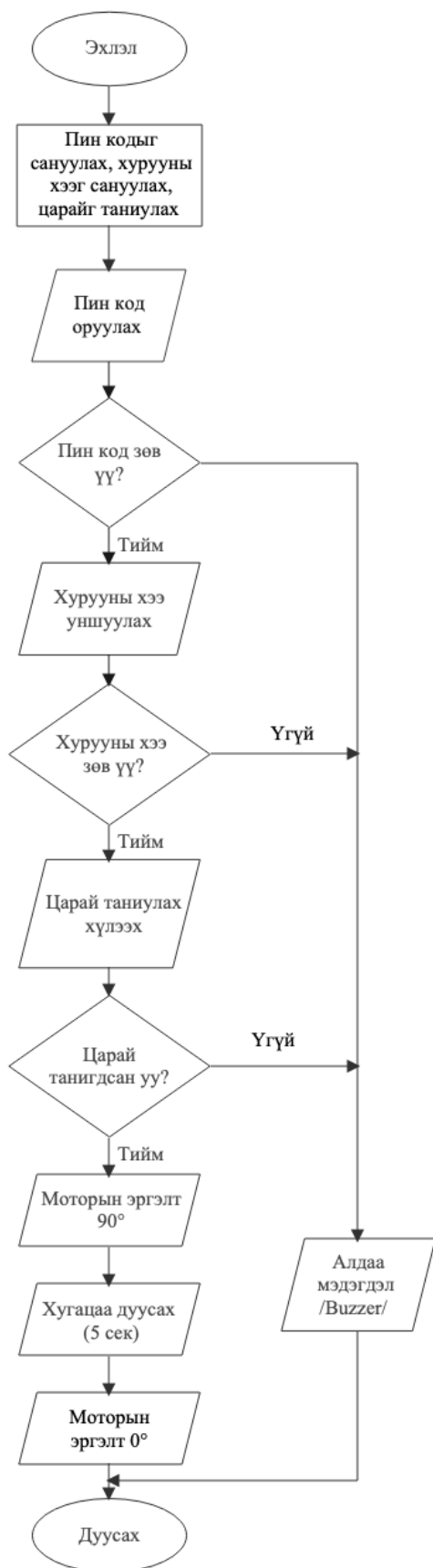
Ухаалаг цоожны системийг боловсруулах явцад микроконтроллерийн программчлал, хэлхээний загварчлал, алгоритмын боловсруулалт болон туршилтын шатанд олон төрлийн программ хангамж ашиглах боломжтой. Үүнд: Arduino IDE, PlatformIO, Proteus, Tinkercad, MATLAB/Simulink, ESP-IDF зэрэг орчин багтана [1]. Эдгээр хүчин зүйлсийг харгалзан Arduino IDE-ийг үндсэн программчлалын орчиноор сонгосон нь хэрэглэгчдэд ээлтэй, ойлгомжтой интерфэйс, нээлттэй эхийн өргөн хүрээний сангуудын дэмжлэг, мөн микроконтроллерт суурилсан системийг богино хугацаанд хөгжүүлэх боломжийг олгодог. Ялангуяа хурууны хээ мэдрэгч, товчлуур, LCD дэлгэц, серво хөдөлгүүр зэрэг олон төрлийн төхөөрөмжүүдийг нэмэлт тохиргоо шаардалгүйгээр найдвартай холбож, программчлах боломжтой. Мөн Arduino IDE нь бодит цагийн туршилта, алдаа засварыг хялбар гүйцэтгэх нөхцлийг бүрдүүлж, системийн логик болон алгоритмын ажиллагааг хурдан баталгаажуулахад тохиромжтой юм [2], [3].

СИСТЕМИЙН БҮРЭЛДЭХҮҮН ХЭСГҮҮД

1-Р ХҮСНЭГТ

№	Бүрэлдэхүүн	Үүрэг
1	Arduino Uno	Үндсэн логик, AND нөхцөл
2	ESP32-CAM	Царай таних
3	4×3 Товчлуур	PIN код
4	Хурууны хээ мэдрэгч	Биометр
5	SG90 серво хөдөлгүүр	Цоож тайлах
6	I2C 16×2 LCD	Мэдээлэл харуулах
7	Дуут дохиолол	Анхааруулах дохио

Ажиллах алгоритм (AND логик)



1-р зураг. Ухаалаг цоожны алгоритм

Ухаалаг цоожны ажиллах зарчмын блок диаграммыг 1-р зурагт харуулав.

Гараас товчлуураар 4 оронтой код оруулж зөв бол хурууны хээгээ уншуулж танигдвал царайгаа таниулж “Arduino Uno” нь серво хөдөлгүүрээр цоож нээгдэнэ. Үйлдэл тус бүрт буруу байвал “Дуут дохиолол” дуугарна. Үйлдэл бүрийг дэлгэцэнд мэдээлнэ.

Ухаалаг цоожны алгоритм нь хоёр шаттай баталгаажуулалтаас бүрдэнэ. Эхний шатанд хэрэглэгч PIN код оруулж, микроконтроллерт хадгалагдсан кодтой харьцуулалт хийгдэнэ. PIN код буруу тохиолдолд систем “Алдааны мэдэгдэл” өгч үйлдэл зогсно, харин зөв бол хоёр дахь шатанд хурууны хээ уншиж, бүртгэлтэй өгөгдөлтэй харьцуулна. Хурууны хээ танигдахгүй бол систем “Алдааны мэдэгдэл” өгч үйлдэл зогсно харин зөв байвал царай таних ба цоож нээх үйлдэл хийгдснээр систем камерын модулийг идэвхжүүлж, хэрэглэгчийн царайг уншина.



2-р зураг. Ажиллах зарчмын блок диаграмм

Царай таних баталгаажуулалтын шатанд ESP32-CAM модулиар авсан бодит цагийн дүрсийг урьдчилан боловсруулж, системийн санах ойд хадгалагдсан бүртгэлтэй хэрэглэгчдийн царайны өгөгдөлтэй харьцуулалт хийнэ. Энэхүү харьцуулалт нь нүүрний онцлог цэгүүд болон загвар тааруулах алгоритмд суурилан явагдана. Хэрэв авсан дүрс нь бүртгэлтэй царайны өгөгдөлтэй тохирохгүй тохиолдолд систем тухайн оролдлогыг амжилтгүй гэж үнэлж, дуут дохиолол (buzzer) идэвхжүүлэн анхааруулга өгч, LCD дэлгэцэнд “Нэвтрэх боломжгүй” гэсэн мэдээлэл өгч, цоож нээх үйлдлийг зогсооно. Харин царай амжилттай танигдсан тохиолдолд хэрэглэгчийг бүрэн баталгаажсан гэж үзэж, микроконтроллер серво хөдөлгүүрт команд илгээснээр цоож нээгдэнэ. Дараа нь урьдчилан тогтоосон хугацаанд нээлттэй байх ба хугацаа дуусмагц серво хөдөлгүүр эсрэг чиглэлд эргэн цоожлож аюулгүй ажиллагааг хангана. Ийнхүү ухаалаг цоожны баталгаажуулалтын бүх шат дараалсан үйл явц бүрэн хэрэгжиж, анхны төлөвтөө шилжнэ [4], [5], [6].

III. Судалгааны хэсэг

2-р хүсгнэгтэд энэхүү ухаалаг цоожны систем нь олон шатлалт баталгаажуулалтаараа ихэнх үйлдвэрийн ухаалаг цоожнуудаас аюулгүй

байдлыг илүү хангасан болно. Зах зээл дэх бүтээгдэхүүнүүд нь хэрэглэгчийн ашиглахад хялбар, алсын удирдлагад төвлөрсөн байдаг [7], [8], [9].

УХААЛАГ ЦООЖНЫ СИСТЕМҮҮДИЙН ХАРЬЦУУЛСАН СУДАЛГАА
2-Р ХҮСНЭГТ

Үзүүлэлт	Хийсэн ухаалаг цоож (Arduino + ESP32-CAM)	Үйлдвэрийн ухаалаг цоож	Академик судалгааны систем
Баталгаажуулалтын арга	Пин код + Хурууны хээ + Царай таних	Хурууны хээ / PIN / NFC	Пин код + Царай таних / Хурууны хээ
Баталгаажуулалтын логик	Олон шатлалт	OR логик гейтийг ашигласан	Давхар / Олон шат
Контроллер	Arduino Uno + ESP32-CAM	Хаалттай эх MCU г.м	ESP32 / Raspberry Pi
Биометрийн төрөл	Хурууны хээ + Царай таних	Хурууны хээ	Олон төрлийн
Холболт	Утасгүй	Wi-Fi / Bluetooth	Wi-Fi / Cloud
Өртөг	Бага	Өндөр	Дунд
Нээлттэй эх	Тийм	Үгүй	Тийм
Зориулалт	Судалгаа, сургалт	Өргөн хэрэглээ	Судалгаа

БҮРЭЛДЭХҮҮН ЭЛЕМЕНТУҮДИЙН ҮНЭ
3-Р ХҮСНЭГТ

№	Бүрэлдэхүүн	Үнэ (₮)	Тоо	Нийт үнэ (₮)
1	Arduino Uno	40,000	1	40,000
2	ESP32-CAM	35,000	1	35,000
3	Хурууны хээ уншигч	25,000	1	25,000
4	4x3 Keypad	5,000	1	5,000
5	Серво SG90	6,000	1	6,000
6	I2C LCD 16x2	10,000	1	10,000
7	Дуут дохиолол	2,000	1	2,000
8	Биетийн гэр	20,000	1	20,000
	Нийт			143,000

Олон шатлалт баталгаажуулалттай ухаалаг цоожийн системийг боловсруулах, угсрахад шаардлагатай электрон болон механик бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн нэр төрөл, тоо хэмжээ, зах зээлийн дундаж үнийг тусгав [10]. Энэхүү төслийн зардлыг бодитоор үнэлэхээс гадна, бэлэн бүтээгдэхүүнтэй харьцуулж хэр үр ашигтай шийдэл болохыг тодорхойлох үндэс болж байна. Мөн уг шийдэл нь PIN код, хурууны хээ, царай таних зэрэг гурван төрлийн баталгаажуулалтыг хослуулснаараа аюулгүй байдлын түвшинг нэмэгдүүлсэн онцлогтой.

Зах зээлийн дундаж үнэ 200-450 мянган төгрөг байгаа бол угсарсан ухаалаг цоожны 143,000 төгрөгний үнэтэй байна. Зах зээл дэх ухаалаг цоожнуудаас дунджаар 100,00-150,000 төгрөгөөр хямд, гурван функц дараалан бүгд танигдсны дараа цоож нээгддэг онцлогтой.

Судалгааны хүрээнд хийж гүйцэтгэсэн ухаалаг цоож нь: (143,000₮)

- БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн ухаалаг цоожноос 2–5 дахин хямд

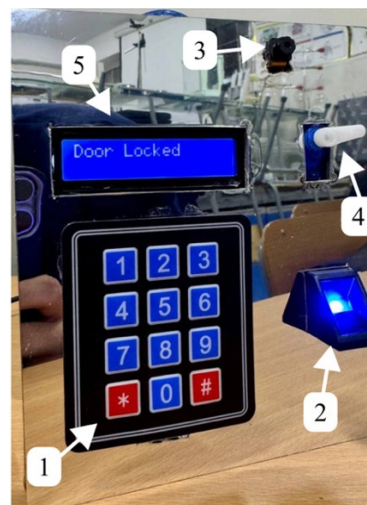
- БНСУ-д үйлдвэрлэсэн ухаалаг цоожноос 5–10 дахин хямд байна.

ЗАРДЛЫН ХАРЬЦУУЛСАН ТООЦОО
4-Р ХҮСНЭГТ

Үзүүлэлт	Өөрийн хийсэн систем	БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн ухаалаг цоож	Өмнөд Солонгосд үйлдвэрлэсэн ухаалаг цоож
Нийт үнэ	143,000₮	250,000-500,000₮	700,000–2,000,000₮
Үнэ	Маш хямд	Дунд	Өндөр
Функц	PIN + Fingerprint+ Face ID	PIN + Fingerprint	Биометрик + IoT
Уян хатан байдал	Маш өндөр	Хязгаарлагдмал	Хязгаарлагдмал
Засварлах боломж	Өндөр	Бага	Маш бага
Үзүүлэлт	Өөрийн хийсэн систем	Хятад ухаалаг цоож	Солонгос ухаалаг цоож
Нийт үнэ	143,000₮	250k–700k₮	700k–2,000k₮
Үнэ	Маш хямд	Дунд	Өндөр
Функц	PIN + Fingerprint+ Face ID	PIN + Fingerprint	Биометрик + IoT

Энэхүү цоожны ажиллагааны үндсэн зорилго нь эрүүл мэндийн байгууллагын орчинд ашиглаж PIN код, хурууны хээ, ESP32-CAM дээр суурилсан царай таних гурван баталгаажуулалтыг хангахад оршино. Уг зааварчилгаанд системийг анх суурилуулах, тэжээлд холбох, хэрэглэгчийн мэдээлэл (PIN код, хурууны хээ, царайны өгөгдөл)-ийг бүртгэх, баталгаажуулалтын дарааллыг зөв гүйцэтгэх, өдөр тутмын ашиглалтын явцад гарч болзошгүй алдаа, саатлыг таних зөвлөмжүүдийг тусгав.

3-р зурагт ухаалаг цоожны системийн бүрэлдэхүүн хэсгийг тусгав.



3-р зураг. Ухаалаг цоожны бүрэлдэхүүн хэсгүүд

1-товчлуураар хэрэглэгч нууц кодоо оруулна. Оруулсан PIN код нь микроконтроллерт хадгалагдсан кодтой харьцуулалт хийгдэнэ. 2-хурууны хээ мэдрэгч нь PIN код зөв тохиолдолд идэвхжиж, хэрэглэгчийн хурууны хээг уншина. 3-камерын модуль нь хэрэглэгчийн царайг уншиж, бүртгэлийн өгөгдөлтэй харьцуулалт хийнэ. Хурууны хээ амжилттай танигдвал царайны мэдээлэлтэй харьцуулалт хийнэ. 4-серво хөдөлгүүр нь баталгаажуулалтын бүх шат амжилттай болсон тохиолдолд цоожийг нээх, цоожлох үүрэгтэй. LCD дэлгэц нь системийн төлөвийг хэрэглэгчид мэдээнэ.

Эмийн агуулах, мэдээллийн өрөө зэрэг өндөр хамгаалалт шаардсан хэсэгт зөвшөөрөлгүй нэвтрэхээс сэргийлэх, мэдээллийн нууцлал, эд хөрөнгийн аюулгүй байдлыг хангахад чиглэгдэнэ. Ухаалаг цоожийг хэрэглэгч зөв ашиглах, эвдрэл гэмтлээс урьдчилан сэргийлэх ажиллагаа бүрдсэнээр байгууллагын аюулгүй байдлыг дээшлүүлэхэд чухал ач холбогдолтой.

Дүгнэлт

1. Эрүүл мэндийн байгууллагад биологийн сорьц, сэтгэгдэл нөлөөлөх бодис болон өвчтөний мэдээллийн нууцладаг тул найдвартай хамгаалалт шаарддаг. Нэг төрлийн баталгаажуулалттай электрон цоож нь зөвшөөрөлгүй нэвтрэх эрсдэлийг бүрэн бууруулдаггүй. Иймээс PIN код, хурууны хээ, царай таних гэсэн гурван хүчин зүйлт баталгаажуулалтад суурилсан AND логик бүхий ухаалаг цоожны системийг боловсруулав.

2. Систем нь Arduino Uno микроконтроллер, товчлуурын модуль (keypad), хурууны хээ мэдрэгч, мөн ESP32-CAM дээр суурилсан царай таних модулиуд нь гурван баталгаажуулалтын нөхцөл бүгд биелэсэн тохиолдолд хаалгыг нээхээр зохион бүтээгдсэн.

3. Баталгаажуулалтын логик үйлдлийг математик байдлаар дараах байдлаар илэрхийлж болно. Хэрэв P – PIN код зөв байх, F – хурууны хээ зөв танигдах, C – царай танигдах нөхцөл гэж үзвэл системийн нэвтрэх функц:

$Access = P * F * C$ өөрөөр хэлбэл гурван нөхцөл бүгд биелэхэд нэвтрэх эрх олгоно.

4. Зөв хэрэглэгчийн нэвтрэх амжилт дунджаар 95–98%, харин зөвшөөрөлгүй оролдлогыг илрүүлэх чадвар ойролцоогоор 99% байгаа нь зөвшөөрөлгүй нэвтрэх магадлалыг нэг хүчин зүйлт системтэй харьцуулахад мэдэгдэхүйц бууруулж байгааг туршилтын үр дүнгээс харагдаж байна.

5. Судалгааны үр дүнгээс харахад гурван шатлалт баталгаажуулалт нь алдаатай болон зөвшөөрөлгүй оролдлогыг эрт илрүүлж, эмнэлгийн лаборатор, биологийн сорьц хадгалах өрөө, эмийн сангийн өндөр хариуцлагатай бусад орчинд ашиглахад тохиромжтой.

6. Цаашдын хөгжүүлэлтийн чиглэлд дараах боломжууд байна. Үүнд:

- Нэгдсэн сервертэй холбож төвлөрсөн удирдлага, алсын хяналт болон системийн шинэчлэлтийг хэрэгжүүлэх.

- Нэвтрэлтийн түүхийг хадгалах функц нэмснээр хэн, хэзээ нэвтэрсэн зэрэг мэдээллийг бүртгэж, аудит болон хяналтын маргаан шийдвэрлэхэд ашиглах.

- AI-д суурилсан таних алгоритмтай хослуулснаар хурууны хээ, царай таних нарийвчлал, хурдыг нэмэгдүүлэх, мөн гэрэлтүүлэг, өнцөг, биологийн өөрчлөлтөөс үүсэх алдааг бууруулна.

7. Гурван шатлалт баталгаажуулалттай ухаалаг цоожны систем нь эрүүл мэндийн байгууллагаас гадна лаборатори зэрэг өндөр хамгаалалт шаардсан бусад орчинд ашиглах боломжтой.

8. Энэхүү ухаалаг цоожны систем нь хэрэглэгчийн хурууны хээ, царай зэрэг биометр мэдээллийг ашигладаг тул Монгол Улсад мөрдөгдөж буй “Хувь хүний мэдээлэл хамгаалах тухай хууль”, “Кибер аюулгүй байдлын тухай хууль”-ийн заалттай уялдуулан ашиглана. Тухайлбал: Уг систем нь зөвшөөрөгдсөн хэрэглэгчийг баталгаажуулах зорилгоор мэдээллийг ашиглах, нэвтрэлтийн хяналтыг хэрэгжүүлэх, зөвшөөрөлгүй хандалтыг хязгаарлах зэрэг мэдээллийн аюулгүй байдлын үндсэн зарчмуудыг хангаж ажиллана. Мөн системд нэвтрэлтийн бүртгэл хадгалах, хэрэглэгчийн мэдээллийг зөвшөөрөлтэй ашиглах механизмыг нэвтрүүлснээр хувь хүний мэдээллийг хамгаалах эрх зүйн шаардлагад нийцүүлж хэрэгжүүлэх боломжтой.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] A. Jain, A. Ross, and S. Prabhakar, “An Introduction to Biometric Recognition,” IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 14, no. 1, pp. 4–20, 2004.
- [2] S. G. K. Patil and R. S. Patil, “Multi-Factor Authentication Based Smart Door Lock System,” International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT), vol. 9, no. 6, pp. 227–231, 2020.
- [3] M. Rouse, “Authentication Factors: Something You Know, Have, and Are,” TechTarget, 2019.
- [4] Arduino, “Arduino Uno Rev3 – Technical Specifications,” Arduino Official Documentation, 2023.
- [5] Espressif Systems, “ESP32-CAM Technical Reference Manual,” Espressif Documentation, 2023.
- [6] L. Liu et al., “Face Recognition with Deep Learning: A Survey,” IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol. 29, no. 11, pp. 5081–5099, 2018.
- [7] R. Angraini, A. H. Ismail, and M. R. Effendi, “Smart Door Lock System Using Fingerprint Sensor and Arduino,” Journal of Physics: Conference Series, vol. 978, no. 1, 2018.
- [8] ZKTeco, “Biometric Access Control Systems Overview,” ZKTeco White Paper, 2022.
- [9] Stallings, W., Cryptography and Network Security: Principles and Practice, 7th ed., Pearson Education, 2017.
- [10] AliExpress, Electronic Components Market Prices, Global Online Electronics Marketplace, 2023.

АВТО ЗАМЫН БАРИЛГЫН ГЕОДЕЗИЙН ХЭМЖИЛТЭД ЗӨВЛӨХ БАГИЙН ХЯНАЛТЫГ САЙЖРУУЛАХ, ҮНЭЛГЭЭНИЙ АРГАЧЛАЛ

Чимэдсодномын ҮҮРИЙНТУЯА¹, Дашийн ОЮУНЦЭЦЭГ²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Геодезийн тэнхим

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

Хураангуй: Энэхүү судалгаанд бид авто замын барилгын геодезийн хэмжилтийн нарийвчлалыг сайжруулах, зөвлөх багийн хяналтыг тогтворжуулах аргачлал боловсруулж, практик жишээн дээр туршсан. Судалгаанд Завхан аймгийн Улиастай-Цагаанхайрхан чиглэлийн 40.1 км авто замын 120 хяналтын цэгийг хамруулж, тэдгээрээс 78 цэгт, Оюу толгой уурхайн хойд хаалганаас Таван толгойн нүүрс тээврийн зам хүртэлх 12.6 км авто замын 45 хяналтын цэгийг хамруулж, тэдгээрээс 32 цэгт GNSS болон Total Station-ийн давхар аргаар хяналт хийсэн. Давхар хяналтын хувь 65% болон 70% байгаа нь авто замын норм, дүрмийн шаардлага $\geq 30\%$ -ийг хангаж байгааг илтгэнэ. RMSE-д суурилсан нарийвчлалын үнэлгээний үр дүнгээр ХҮ тэнхлэгийн байрлалын нарийвчлал нь 10 мм-ээс бага, Z өндрийн нарийвчлал нь 5–25 мм-ийн стандарт шаардлагад нийцэж байгааг тогтоосон. Давхар хяналт хийх нь RMSE-г дунджаар 20–30%-иар бууруулж, хэмжилтийн найдвартай байдлыг нэмэгдүүлж байна. Мөн судалгаанд геодезийн хяналтын стандарт маягт нэвтрүүлэх, хяналтын өгөгдлийг дижитал сан руу төвлөрүүлэх, KPI-д суурилсан үнэлэх боломжийг бүрдүүлж буйг тогтоов. Эдгээр үр дүн нь зөвлөх багийн хяналтыг сайжруулах нь геодезийн хэмжилтийн нарийвчлал, барилгын чанар, гүйцэтгэл, авто замын ашиглалтын хугацаанд шууд эерэг нөлөө үзүүлдэг чухал хүчин зүйл болохыг нотолж байна. Судалгааны санал, аргачлал нь практикт хэрэгжүүлэхэд бэлэн, авто замын барилгын геодезийн хяналтын тогтолцоог сайжруулахад үр дүнтэй арга замыг санал болгож байна.

Түлхүүр үгс: Хэмжилтийн нарийвчлал, RMSE, KPI, чанарын үнэлгээ

I. УДИРТГАЛ

Авто замын барилгын ажил нь урт хугацаанд, олон үе шаттайгаар хэрэгждэг инженерийн цогц үйл явц бөгөөд барилгын үе шат бүрд гүйцэтгэгдэх геодезийн хэмжилтийн нарийвчлал нь төслийн амжилтад шууд нөлөөлдөг чухал хүчин зүйл юм. Замын трасс, тэнхлэгийн байрлал, өндөржилт, давхаргын зузаан зэрэг геометрийн үндсэн үзүүлэлтүүд нь геодезийн хэмжилтийн үр дүнд тулгуурлан тодорхойлогддог бөгөөд эдгээрийн алинд нь ч алдаа, хазайлт гарвал барилгын ажлын чанар алдагдах эрсдэлтэй. Геодезийн хэмжилтийн алдаа нь замын трассын байрлал алдагдах, хучилтын болон суурь үеийн зузаан зураг төслийн шаардлагыг хангахгүй болох, налуу болон тэгш байдлын зөрчил үүсэх зэрэг ноцтой үр дагаварт хүргэдэг. Үүний улмаас барилгын явцад дахин засвар хийх шаардлага бий болж, төслийн хугацаа сунжрах, санхүүгийн зардал нэмэгдэхээс гадна ашиглалтын явцад замын эвдрэл, суулт, хагарал үүсэх нөхцөл бүрддэг. Иймд геодезийн хэмжилтийн нарийвчлал нь зөвхөн барилгын явцад төдийгүй авто замын ашиглалтын хугацаанд ч онцгой ач холбогдолтой юм.

Практикт авто замын барилгын геодезийн хэмжилтийг ихэвчлэн гүйцэтгэгч байгууллага хариуцан гүйцэтгэдэг бөгөөд зөвлөх багийн хэмжилтийн инженерийн зүгээс хэрэгжүүлэх хяналт хангалтгүй, тогтмол бус байх тохиолдол цөөнгүй ажиглагддаг. Хэмжилтийн давтамж хангалтгүй, давхар хяналтын аргачлалыг тогтмол мөрдөгдөхгүй, хэмжилтийн өгөгдлийг нэгтгэн боловсруулах, дүн шинжилгээ хийх тогтолцоо сул байх зэрэг нь

геодезийн хяналтын чанарыг бууруулж буй нийтлэг асуудал юм.

Ийм нөхцөлд барилгын явцын геодезийн хэмжилтэд зөвлөх багийн хэмжилтийн инженерийн хяналтын үүрэг, хариуцлагыг тодорхой болгох, хяналтын аргачлалыг стандартчилах, хэмжилтийн нарийвчлалыг тоон үзүүлэлтээр үнэлэх шаардлага зүй ёсоор тулгарч байна. Тухайлбал, RMSE-д суурилсан нарийвчлалын үнэлгээ, давхар хяналтын аргачлал, стандарт маягт нэвтрүүлэх, зөвлөхийн хяналтын ажлыг KPI-д суурилан үнэлэх нь геодезийн хяналтын чанарын удирдлагын тогтолцоог сайжруулах боломжийг бүрдүүлнэ. Энэхүү судалгааны зорилго нь авто замын барилгын геодезийн хэмжилтэнд зөвлөхийн багийн хяналтыг сайжруулах аргачлалыг боловсруулж, хэмжилтийн нарийвчлалд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг бодит өгөгдөлд тулгуурлан шинжилж, практикт хэрэгжихүйц санал, зөвлөмж дэвшүүлэхэд оршино. Судалгааны зорилтууд нь: авто замын барилгын (1) геодезийн хэмжилтийн өнөөгийн практик, тулгамдсан асуудлыг тодорхойлох; (2) хэмжилтийн нарийвчлалд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг шинжлэх; (3) RMSE-д суурилсан үнэлгээ, давхар хяналтын хувь, хяналтын давтамж, тайлангийн чанар зэрэг KPI-ийг боловсруулах; (4) зөвлөх багийн хяналтыг сайжруулах практик аргачлалыг боловсруулахад чиглэгдэж байна.

II. ГЕОДЕЗИЙН ХЯНАЛТЫН ӨНӨӨГИЙН БАЙДАЛ, ТУЛГАМДСАН АСУУДАЛ

Авто замын барилгын геодезийн хяналтын практикт дараах нийтлэг асуудлууд ажиглагддаг:

Нэгдүгээрт, хэмжилтийн давтамж хангалтгүй байх.

Барилгын үе шат бүрт шаардлагатай хэмжилтийг хийх давтамж дутагдсанаас нарийвчлал буурч, алдаа хуримтлагддаг [1].

Хоёрдугаарт, давхар хяналтын аргачлал тогтмол мөрдөгддөггүй.

Total Station болон GNSS-ийн хэмжилтийг харьцуулсан давхар хяналт тогтмол хэрэгжихгүй байгаа нь байнга, давтамжит алдаа илрэх, хэмжилтийн нарийвчлал тогтворгүй болоход нөлөөлдөг [4].

Гуравдугаарт, GNSS ба уламжлалт аргыг харьцуулан ашиглахгүй байх

Урт зайд GNSS, ойрын зайд Total Station ашиглах хосолсон аргачлалыг мөрдөхгүйгээс хэмжилтийн алдаа нэмэгдэж, нийт нарийвчлал буурч байна [4,7].

Дөрөвдүгээрт, хэмжилтийн өгөгдлийн эмх цэгц, архивжилт хангалтгүй байх.

Хэмжилтийн өгөгдөл дижитал системд төвлөрөн хадгалагдаагүй, тархай бутархай, бүртгэл дутмаг байгаагаас алдааг илрүүлэх, давхар хяналт хийхэд хүндрэл учирч байна [3].

Тавдугаарт, зөвлөх инженерийн хяналтын ажлыг үнэлэх тодорхой шалгуур, гүйцэтгэлийн үзүүлэлт (KPI) дутмаг байх.

Зөвлөх багийн гүйцэтгэлийг үнэлэх тодорхой тоон үзүүлэлт, KPI байхгүйгээс хяналтын чанарыг бодитоор хэмжих боломж хязгаарлагддаг [2].

Дээр дурдсан асуудлууд нь геодезийн хяналтын чанарыг бууруулах үндсэн шалтгаан болж, улмаар барилгын нарийвчлалыг хангах, баталгаажуулах үйл явцад сөргөөр нөлөөлж байна.

III. ГЕОДЕЗИЙН ХЭМЖИЛТЭД ЗӨВЛӨХ БАГИЙН ХЯНАЛТЫГ САЙЖРУУЛАХ

Энэхүү судалгаанд бид авто замын геодезийн хэмжилтийн нарийвчлалыг сайжруулах, зөвлөх багийн хяналтыг тогтворжуулах аргачлалыг боловсруулж, туршилтаар баталгаажуулсан. Судалгаанд Монголын практик, стандарт, хэмжилтийн өгөгдлийг судалж, багаж, орчин, хүний хүчин зүйлсийн нөлөөг шинжилсэн. GNSS болон Total Station-ийг хослуулан $\geq 30\%$ -д давхар хяналт хийж, RMSE (XY, Z)-ээр нарийвчлалыг үнэлсэн. Хэмжилтийн өгөгдлийг дижитал санд стандарт маягтаар төвлөрүүлж, тайлан, KPI (RMSE, давхар хяналтын хувь, давтамж, тайлангийн хугацаа, чанар)-д суурилан хяналтын үр дүнг үнэлсэн. Үүний үр дүнд хяналт шат дараатай, тогтмол хэрэгжиж, хэмжилтийн нарийвчлал, хариуцлага, ажлын чанар сайжирсан.

Геодезийн хяналтыг зөвхөн барилгын эцсийн шатанд бус, барилгын бүх үе шатанд тогтмол хэрэгжүүлэх нь алдаа, хазайлтыг эрт илрүүлэх, цаг алдалгүй засварлах боломжийг бүрдүүлдэг. Энэ судалгаанд Монголын авто замын практик, стандарт, мөн судалгааны туршилтаар хийгдсэн

хэмжилтийн өгөгдөлд тулгуурлан хяналтын үр нөлөөг нэмэгдүүлэх аргыг тодорхойлсон. [1, 2].

Барилгын үе шат тус бүрд анхаарах үндсэн үзүүлэлтүүдийг дараах байдлаар тодорхойлсон. Үүнд:

- Газар шорооны ажил – замын трасс, тэнхлэг, өндөр зэргийг зураг төслийн дагуу зөв байрласан эсэхийг шалгах,

- Суурь үе – геометр хэмжээс болон үеийн зузааны нарийвчлалыг баталгаажуулах,

- Хучилтын үе – гадаргуун тэгш байдал, өндөржилт, геометр хэмжээс,

- Эцсийн шалгалт – зураг төслийн шаардлага, техникийн үзүүлэлтүүдэд бүрэн нийцэж буй эсэхийг баталгаажуулах [4].

Эдгээр үе шат бүрийн хяналтыг давхар хяналт, RMSE, KPI зэрэг тоон үзүүлэлтэд тулгуурлан үнэлж хяналтын үр нөлөөг нэмэгдүүлсэн.

1. Давхар (хосолмол) арга ашиглах (GNSS + Total Station). Судалгааны үр дүнд нэг ижил хэмжилтийг хоёр аргачлалаар шалгаснаар RMSE-г бууруулах, хэмжилтийн найдвартай байдлыг нэмэгдүүлэх боломжтой гэдэг нь тогтоогдсон [4].

2. Хяналтын хэмжилт заавал хийх: Хяналтын цэгүүдийн тодорхой хувьд ($\geq 30\%$) давхар хяналт хийх замаар хэмжилтийн үр дүнг баталгаажуулсан. Судалгааны үр дүнгээс харахад давхар хяналт хийсэн тохиолдолд RMSE дунджаар 20–30%-иар буурч байна [5, 6].

3. Геодезийн хяналтын стандарт маягт нэвтрүүлэх. Геодезийн хяналтын ажлын чанарыг дээшлүүлэхэд стандарт маягт нэвтрүүлэх нь үр дүнтэй арга юм. Энэ арга нь хяналтын ажлын явцыг стандартад нийцүүлж, хүнээс шалтгаалах алдааг бууруулахад чиглэдэг. Судалгааны хүрээнд маягтыг ашигласнаар хэмжилтийн процесс системтэй болж, хүний хүчин зүйлээс үүдэлтэй алдаа буурч, тайлан нэг хэлбэртэй болж дүн шинжилгээ хялбар болсон. Судалгааны үр дүнд тодорхойлсон давуу талууд нь:

- Хэмжилтийн дараалал алдагдахгүй.

Барилгын үе шат бүрт ямар хэмжилт хийх, ямар аргачлалыг ашиглахыг урьдчилан тодорхойлсноор хэмжилтийн процесс алдагдахгүй, системтэй явагдана.

- Хүний хүчин зүйлээс үүдэлтэй алдаа буурна.

Хэмжилтийн бүх алхмыг стандарт маягтаар баримтжуулснаар операторын туршлага, анхаарал султай холбоотой алдааг багасгах боломж бүрдэнэ.

- Хяналтын тайлан нэг хэлбэртэй болно.

Стандарт маягт ашигласнаар тайлангууд ижил бүтэц, агуулгатай болж, ойлгомжтой байдал

сайжирч, өгөгдлийг нэгтгэн боловсруулах, дүн шинжилгээ хийхэд хялбар болно [3].

Эдгээр арга хэмжээг хэрэгжүүлснээр геодезийн хяналтын хэмжилтийн нарийвчлал, чанар, үр ашиг нэмэгдэж, барилгын бүх үе шатанд тогтвортой хяналт хэрэгжих нөхцөл бүрдсэн. Үүнд:

1. Хэмжилтийн өгөгдлийн дижитал сан.

GNSS, Total Station, нивелирийн хэмжилтийн түүхий болон боловсруулсан өгөгдлийг нэгдсэн дижитал санд хадгалах нь дараах давуу талыг бий болгоно. Үүнд:

- хэмжилтийн үйл явцын ил тод байдал хангагдана;
- маргаан, зөрчил үүсэх тохиолдолд нотлох баримт болгон ашиглах боломж бүрдэнэ;
- дараагийн шатны дүн шинжилгээ, үнэлгээнд өгөгдлийг дахин ашиглах нөхцөл бүрдэнэ [3,4].

2. Зөвлөх багийн хэмжилтийн хяналтын ажлыг үнэлэх гүйцэтгэлийн KPI үзүүлэлтүүд:

Геодезийн хэмжилтэд зөвлөх багийн хэмжилтийн гүйцэтгэж буй хяналтын ажлыг бодитой, тоон үзүүлэлтээр үнэлэх зорилгоор дараах гол гүйцэтгэлийн үзүүлэлтүүдийг тогтоох нь зүйтэй.

3. RMSE (XY, Z) нь геодезийн хэмжилтийн нарийвчлалыг илэрхийлэх үндсэн үзүүлэлт бөгөөд зөвлөх багийн хэмжилтийн хяналтын чанарыг үнэлэхэд шууд ашиглагдана. Энд RMSE (XY) - тэнхлэгийн байрлалын нарийвчлал, RMSE (Z) - өндрийн хэмжилтийн нарийвчлалыг харуулна. Эдгээр KPI-г шат дараатайгаар хэрэгжүүлснээр геодезийн хяналтын нарийвчлал, хариуцлага, ажлын чанар мэдэгдэхүйц сайжирч, барилгын чанарын удирдлагад бодит хувь нэмэр оруулна гэж үзсэн.

IV. ГЕОДЕЗИЙН ХЭМЖИЛТИЙН СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Монгол Улсад хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж буй авто зам барих жишиг RMSE стандартын шаардлагыг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв. Энэ стандарт нь авто замын бүтцийн үе шат бүрт газар зүйн байрлал (XY) болон өндрийн (Z) нарийвчлалыг тодорхойлдог.

RMSE СТАНДАРТ ШААРДЛАГА

1-Р ХҮСНЭГТ

№	Үзүүлэлт	Зөвшөөрөгдөх утга
1	Хучилт	RMSE (XY) ≤ 10 мм RMSE (Z) ≤ 5 мм
2	Бүх төрлийн суурь	RMSE (XY) ≤ 10 мм RMSE (Z) ≤ 10 мм
3	Суурийн доод үе	RMSE (XY) ≤ 10 мм RMSE (Z) ≤ 15 мм
4	Далангийн үе	RMSE (XY) ≤ 10 мм RMSE (Z) ≤ 25 мм

Энэхүү хүснэгт нь авто замын бүтцийн бүх үе шатанд геодезийн нарийвчлалыг хангах шаардлагыг

тодорхойлж, авто замын барилгын ажилд тавигдах хяналтын үндэс болно.

RMSE стандартын шаардлагыг хангаж байгаа нь зөвлөх багийн хэмжилтийн инженерийн өгсөн зөвлөмжийг мөрдөж, хяналтын хэмжилтийг мэргэжлийн түвшинд, тогтвортой хэрэгжүүлж байгааг илтгэнэ. Үүний зэрэгцээ давхар хяналтын хувь нь нийт хяналтын цэгүүдээс хоёр өөр арга (жишээлбэл: GNSS - Total Station, нивелирийн хамт эсвэл давтан хэмжилт) ашиглан шалгасан цэгүүдийн эзлэх хувийг илэрхийлнэ. Энэ үзүүлэлт нь хяналтын системийн нарийвчлал, баталгаажилтын түвшинг үнэлэхэд чухал ач холбогдолтой. Иймээс RMSE болон давхар хяналтын хувийг хамтатган авч үзэх нь хэмжилтийн ажлын чанар, найдвартай байдлыг цогцоор нь дүгнэх боломжийг бүрдүүлдэг. Давхар хяналтын хувийг томъёо (1)-ээр тооцоолно:

$$\text{Давхар хяналтын хувь (\%)} = \frac{\text{Давхар шалгасан цэгийн тоо}}{\text{Нийт хяналтын цэгийн тоо}} \times 100 \quad (1)$$

Энд:

- давхар шалгасан цэгийн тоо — хоёр өөр арга, эсвэл давтан хэмжилтээр баталгаажуулсан хяналтын цэгүүдийн тоо,
- нийт хяналтын цэгийн тоо — барилгын тухайн үе шатанд хийгдсэн бүх хяналтын цэгүүдийн тоо

Завхан аймгийн Улиастай-Цагаанхайрхан чиглэлийн 40.1 км авто зам болон Оюу толгой уурхайн хойд хаалганаас Таван толгойн нүүрс тээврийн зам хүртэлх 12.6 км авто замын төслийн геодезийн ажлыг гүйцэтгэх явцад зөвлөх багийн хэмжилтийн инженерийн хяналтын үүрэг, хариуцлагыг тодорхой болгох, хяналтын аргачлалыг стандартчилах, хэмжилтийн нарийвчлалыг тоон үзүүлэлтээр үнэлэх хэрэгцээ зүй ёсоор үүссэн. Иймд Завхан аймгийн Улиастай-Цагаанхайрхан чиглэлийн 40.1 км чиглэлийн зам болох судалгааны объектод гүйцэтгэсэн геодезийн хэмжилт дээр нийт 120 хяналтын цэг байгуулж үүнээс 78 цэгийг GNSS болон Total Station-ийн давхар аргаар шалган баталгаажуулсан. Томъёо (1)-ийн дагуу тооцоход давхар хяналтыг 65%-д хийснийг илэрхийлнэ. Мөн Оюу толгой уурхайн хойд хаалганаас Таван толгойн нүүрс тээврийн зам хүртэлх 12.6 км авто замд хийгдсэн хэмжилтэд 45 хяналтын цэг байгуулж үүнээс 32 цэгийг GNSS болон Total Station-ийн давхар аргаар шалган баталгаажуулсан. Томъёо (1)-ийн дагуу тооцоход давхар хяналтыг 70%-д хийснийг харуулж байна.

Авто замын барилгын норм, дүрэмд давхар хяналтын шалгуур үзүүлэлт $\geq 30\%$ байх шаардлагатай. Судалгааны объектод хэрэгжүүлсэн 67.5%-ийн үзүүлэлт нь уг шаардлагыг хангаж байгаа тул хэмжилтийн чанар, баталгаажилтын түвшин норм, дүрмийн шаардлагад нийцэж байгааг харуулж байна. Давхар хяналтын хувийг нэмэгдүүлэх нь геодезийн хэмжилтийн алдааг эрт илрүүлэх, хэмжилтийн нарийвчлал, баталгаажилтыг сайжруулах чухал арга хэмжээ юм.

Энэхүү шалгуур нь хэмжилтийн үр дүнгийн найдвартай байдлыг баталгаажуулах, хяналтын

сүлжээний боломжит алдаа, зөрүүг илрүүлэхэд чухал ач холбогдолтой. Хяналтын давтамж нь барилгын ажлын аль үе шатанд, ямар тогтмол давтамжтай геодезийн хяналт хийгдэж байгааг илэрхийлнэ. Үнэлгээ нь газар шороо, суурь, хучилт, эцсийн шат зэрэг барилгын үе шат бүрт хяналт хийгдсэн эсэх, мөн төлөвлөгдсөн давтамж бодит гүйцэтгэлтэй нийцэж байгаа эсэхэд үндэслэнэ. Хяналтын давтамж хангалттай байх нь алдааг эрт илрүүлэх, дахин засварын эрсдэлийг бууруулах ач холбогдолтой.

Зөвлөх багийн гаргасан геодезийн хяналтын тайлан бүрэн, ойлгомжтой байх шаардлагатай бөгөөд энэ үзүүлэлтэд дараах шалгуур орно. Үүнд:

- Тайланг төлөвлөсөн хугацаанд ирүүлсэн эсэх;
- Хэмжилтийн өгөгдөл, RMSE-ийн тооцоолол бүрэн тусгагдсан эсэх;
- Барилгын ажлын үе шат бүрийн хэмжилт бүрэн хийгдсэн эсэх;
- Дүгнэлт, зөвлөмж тодорхой, хэрэгжихүйц эсэх.

Үнэлгээний хувьд:

- Хугацаанд нь ирүүлсэн тайлан – 100%;
- Дутуу эсвэл хоцорсон тайлан – KPI буурна.

Завхан аймгийн Улиастай-Цагаанхайрхан чиглэлийн 40.1км чиглэлийн зам болох судалгааны объектод хийгдсэн KPI-ийн нэгдсэн үнэлгээг 2-р хүснэгтээр үзүүлэв. Энэхүү үнэлгээ нь зөвлөх багийн хяналтын ажлыг тоон үзүүлэлтээр тодорхойлон, ажлын чанар, нарийвчлал, хариуцлагыг үнэлэхэд ашиглагдсан.

KPI-ийн нэгтгэсэн үнэлгээ

2-р ХҮСНЭГТ

№	KPI	Жин (%)
1	RMSE (XY, Z)	40
2	Давхар хяналтын хувь	20
3	Хяналтын давтамж	20
4	Тайлангийн хугацаа, чанар	20

Энэхүү хүснэгт нь судалгааны объект дээр хийсэн геодезийн хяналтын ажлыг KPI-д суурилсан тогтолцоогоор үнэлэх боломжийг бүрдүүлж, үнэлгээг субъектив бус, тоон үндэслэлтэй, ил тод болгосноор ажлын чанар, нарийвчлал, хариуцлагыг үнэлэх нөхцөлийг хангаж байна. Мөн хяналт, тайлангийн чанар болон гүйцэтгэлийн үр дүнг нэгдсэн байдлаар дүгнэхэд ашиглана. Зөвлөх баг өөрийн хяналтыг KPI-д суурилсан тогтолцоог хэрэгжүүлсний үр дүнд хэмжилтийн нарийвчлал, хариуцлага, ажлын чанар сайжирч, авто замын барилгын чанарын удирдлагад бодитой хувь нэмэр үзүүлсэн. Ийнхүү зөвлөх багийн хяналтын ажлыг тоон үзүүлэлтээр тодорхой, найдвартай үнэлэх боломж бүрдэж, хяналт, тайлангийн чанар болон гүйцэтгэлийн үр дүнг нэгдсэн байдлаар дүгнэх нөхцөл бүрдсэн.

Дүгнэлт

1. Энэхүү судалгаагаар авто замын барилгын геодезийн хэмжилтэд зөвлөх багийн хяналтыг хэрэгжүүлэх нь барилгын ажлын чанар, гүйцэтгэлийн үнэн зөв байдал, мөн авто замын ашиглалтын хугацаанд шууд эерэг нөлөө үзүүлдэг гол хүчин зүйл болохыг тогтоов. Судалгааны үр дүнгээс харахад геодезийн хэмжилтийн нарийвчлалд хяналтын давтамж, давхар хяналтын хэрэгжилт голлон нөлөөлж байгааг нотолсон бөгөөд нэг хяналтын цэгийг хоёр өөр арга (GNSS болон Total Station) эсвэл давтан хэмжилтээр шалгах нь алдаа, хазайлтыг мэдэгдэхүйц бууруулж, хэмжилтийн үр дүнг илүү найдвартай болгодог болох нь нотлогдлоо.

2. Судалгаанд RMSE-д суурилсан нарийвчлалын үнэлгээ, давхар хяналтын хувь, хяналтын давтамж, тайлангийн хугацаа, чанар гэсэн KPI-үүдийг нэгтгэн үнэлснээр дараах үр дүнг тогтоосон:

- Давхар хяналтын хувь 67.5% нь зөвлөмжид заасан $\geq 30\%$ -ийн шаардлагыг хангаж, хяналтын нарийвчлал, баталгаажилтыг дэмжиж байна.

- Хяналтын давтамж нь барилгын үе шат бүрт тогтмол хэрэгжиж, төлөвлөгөөтэй нийцэж байгаа нь алдаа эрт илрүүлэх боломжийг бүрдүүлсэн.

- RMSE-д суурилсан нарийвчлал нь геодезийн хэмжилтийн чанарыг тоон утгаар үнэлж, зөвлөх багийн хяналтын ажлын үр нөлөөг тодорхой харуулсан.

- Тайлангийн хугацаа, чанар нь бүрэн, ойлгомжтой байснаар мэдээллийн найдвартай байдал баталгаажиж, хяналтын үйл ажиллагааг ил тод болгосон.

3. Эдгээр KPI-ийг шат дараатайгаар нэвтрүүлэх, стандарт маягт, дижитал өгөгдлийн санг бүрдүүлэх нь ажлын дарааллыг тогтворжуулж, хүний хүчин зүйлээс үүдэх алдааг бууруулан хяналтын тайлангийн чанарыг нэг түвшинд барих боломжийг бүрдүүлсэн.

Дүгнэж хэлэхэд, зөвлөх баг KPI-д суурилсан үнэлгээний тогтолцоогоор хяналтаа хэрэгжүүлснээр хэмжилтийн нарийвчлал, хариуцлага, ажлын чанар мэдэгдэхүйц сайжирч, авто замын барилгын чанарын удирдлагад бодитой хувь нэмэр оруулсан. Иймд авто замын геодезийн хяналтын нарийвчлалыг сайжруулах нь барилгын ажлын чанар, гүйцэтгэл, ашиглалтын хугацаанд шууд нөлөө үзүүлэх чухал хүчин зүйл болох нь батлагдлаа.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] П.Р.Волф, С.Д.Гилани, Геодезийн хэмжилтийн үндэс: Геоматикийн танилцуулга. Pearson. 2012
- [2] С.Д.Гилани, Тохируулах тооцоолол: Орон зайн өгөгдлийн шинжилгээ. Pearson. 2017
- [3] Олон улсын стандартчиллын байгууллага. ISO 17123: Геодезийн багаж хэрэгслийг талбайд шалгах процедур. ISO. 2012.
- [4] Е.Д. Каплан, С. Хегарти, GNSS: Онол ба практик. Springer. 2017
- [5] Монгол Улсын авто замын зураг төсөл: БНБД 32-01-10. – Улаанбаатар, 2015
- [6] Монгол Улсын авто замын зураг төсөл: БНБД 32-01-10. – Улаанбаатар, 2017
- [7] Ж.Ван Сикл, Газрын хэмжилтийн GPS хэрэглээ. CRC Press. 2010

ОРОН ЗАЙД СУУРИЛСАН ВЕБ ГАЗРЫН ЗУРАГ БОЛОН ДАШБОАРД БОЛОВСРУУЛАХ НЬ

Батаагийн ЖАВЗАНДУЛАМ¹, Чулууны БАТАА¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Геодезийн тэнхим

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

Хураангуй: Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь excel программ дээр бэлтгэгдсэн (.xlsx) статистик мэдээллээс хэрэгтэй тоон мэдээллийг гаргаж авахад зарцуулах хугацааг багасгасан ГМС-ийн дэвшилтэт технологийг ашиглан орон зайд суурилсан статистик мэдээг боловсруулж веб газрын зураг болон дашбоард хийх юм. Уг зорилгодоо хүрэхийн тулд статистик мэдээллийг орон зайн өгөгдөлтэй холбон боловсруулах, веб газрын зураг болон интерактив дашбоард боловсруулах, хугацааны хэмнэлтийг тооцох зэрэг зорилтыг дэвшүүлэн, гүйцэтгэсэн. Судалгааны ажлын объектоор Боловсролын яамны албан ёсны веб сайтад байрласан “Дээд боловсролын 2024-2025 оны хичээлийн жилийн тайлан” нэртэй excel (.xlsx) форматтай статистик мэдээ болон газар зүйн солбицлын тогтолцоо дахь Монгол Улсын хил заагийн дүрсэн файл (shapefile)-ыг ашигласан. Уг судалгааны ажил ГМС-ийн аргад суурилан гаргаж авсан орон зайд суурилсан веб газрын зураг болон дашбоард боловсруулах технологийн схемийн дагуу хийгдсэн ба боловсруулалтыг ArcGIS Pro 3.5.4, ArcGIS Online Webmap, ArcGIS Online Dashboard болон Excel программ хангамжийг тус тус ашиглан хийсэн. Судалгааны ажлын үр дүнд орон зайд суурилсан статистик мэдээлэл бүхий “ДЭЭД БОЛОВСРОЛЫН СУРГАЛТЫН БАЙГУУЛЛАГАД СУРАЛЦАГЧДЫН 2024/2025 ОНЫ ХИЧЭЭЛИЙН ЖИЛИЙН МЭДЭЭ (Нийслэл, аймаг, дүүргээр)” нэртэй дашбоард бүтээсэн. Судалгааны ажлын үр дүнд бий болсон дашбоард нь Монгол Улсын интерактив газрын зураг, орон зайд суурилсан дээд боловсролын байгууллага, түүнд суралцагчдын тоо, хэрэгтэй мэдээллийг богино хугацаанд аймаг, нийслэл, дүүрэг, сургууль тус бүрээр гаргаж ирэх 451 индикатор, 4 сериал график, 4 пай график зэргийг агуулсан. Судалгааны ажлын үр дүнгээ дэвшүүлсэн зорилгынхоо хүрээнд бодитоор дүгнэхийн тулд боловсруулалтын цаг хугацааг тооцсон юм. Энэхүү дашбоардыг хийхэд нийт 24 цагийг зарцуулсан. Харин яг эдгээр хэрэгтэй статистик тоог excel программ дээр гаргаж сериал болон пай графикуудыг гаргах туршилт явуулахад 48-50 цагийг зарцуулсан бөгөөд үүнийг дараа нь word, powerpoint зэрэг тайлагнах зориулалттай бусад файлд оруулахад нэмж хугацаа зарцуулах юм. Үүнээс дүгнэхэд ГМС-ийн дэвшилтэт технологийг ашиглан орон зайд суурилсан статистик мэдээг боловсруулж веб газрын зураг болон дашбоард хийх нь excel программ дээр бэлтгэгдсэн (.xlsx) статистик мэдээллээс хэрэгтэй тоон мэдээллийг гаргаж авахад зарцуулах хугацааг 1 дахин багасгаж байна. Энэ нь уг судалгааны ажлын практик ач холбогдол болно.

Түлхүүр үг: ГМС – Газар зүйн мэдээллийн систем, орон зайд суурилсан статистик мэдээ, дашбоард – орон зайд суурилсан интерактив газрын зураг бүхий мэдээллийн болон хяналтын самбар, визуал – дүрслэл

I. УДИРТГАЛ

Өгөгдөлд суурилсан шийдвэр гаргалт нь байгууллагын үйл ажиллагааны чухал тулгуур болж, мэдээллийг хурдан, ойлгомжтой, нэгдсэн байдлаар дүрслэх шаардлагыг бий болгож байна. Үүний үр дүнд дашбоард болон өгөгдлийн визуалчлалын хэрэгслүүд боловсрол, менежмент, байгаль орчин, инженерийн салбарт өргөн хэрэглэгдэх болсон. [1]

ArcGIS Online Dashboard нь орон зайн өгөгдлийг бодит цагийн горимоор харуулах, хэрэглэгчийн оролцоотойгоор интерактив дүн шинжилгээ хийх, өгөгдлийг график, газрын зураг, индикатор – үзүүлэлт хэлбэрээр нэгтгэн харуулах боломж олгодог платформ юм. [2]

Энэхүү хэрэгсэл нь орон зайн өгөгдлийн удирдлагад төвлөрсөн бөгөөд бодит мэдээлэлд тулгуурласан шийдвэр гаргалтыг дэмждэг. [3]

Нөгөө талаас, Microsoft Excel нь өгөгдөл боловсруулах, график дүрслэл хийхэд хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг программ хангамж бөгөөд индикатор, пай болон сериал график зэрэг визуал-дүрслэлийн хэрэгслүүдийг ашиглан өгөгдлийг хялбар байдлаар боловсруулж болдог. [4] Гэсэн

хэдий ч Excel нь орон зайн өгөгдлийг динамикаар дүрслэх, олон хэрэглэгчийн хандалт, бодит цагийн шинэчлэл зэрэг функцийн хувьд хязгаарлагдмал байдаг. [5]

Сүүлийн жилүүдэд ArcGIS Dashboard болон Excel-ийн үр ашиг, цаг хугацааны зөрүү, хэрэглэгчийн туршлага зэрэг үзүүлэлтийг харьцуулсан судалгаа хийгдэж эхэлсэн байна. Тухайлбал Miller & Zhao [6] нарын судалгаагаар ArcGIS Dashboard нь орон зайн өгөгдлийг боловсруулахад 35–40% илүү хурдан бөгөөд автоматжуулалтын түвшин өндөр гэж дүгнэжээ. Харин Osei & Boateng [7] Excel-ийг бага хэмжээний өгөгдөлд илүү тохиромжтой, гэхдээ бодит цагийн өгөгдлийн интеграцад сул талтай гэж онцолсон байна.

Иймд энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь ArcGIS Online Dashboard болон Microsoft Excel программ ашиглан статистик мэдээллээс хэрэгтэй тоон мэдээллийг гаргаж авах, индикатор, пай болон сериал график боловсруулахад зарцуулах хугацааг харьцуулан үнэлж, практик ач холбогдолтой эсэхийг батлах таамаглал тавьсанд оршино.

Судалгааны үр дүнд өгөгдлийг орон зайн шинжилгээнд уялдуулан, бодит цагийн дүн шинжилгээ хийх, хэрэглэгчийн оролцоог нэмэгдүүлэх, шийдвэр гаргалтад бодитой хувь нэмэр оруулаад зогсохгүй, зөвхөн боловсролын салбарт төдийгүй бусад салбар, байгууллагын өгөгдөлд суурилсан технологийн шилжилт хийх боломж, арга зүйн загвар болох ач холбогдолтой юм.

II. СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

1. Судалгааны материал

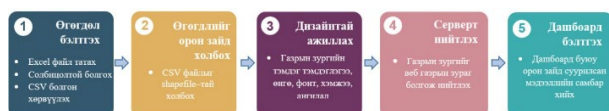
Судалгаандаа дараах мэдээ, материалыг ашигласан. Үүнд:

- “Дээд боловсролын 2024/2025 оны хичээлийн жилийн тайлан” нэртэй “excel (.xlsx)” форматтай статистик мэдээ [8]
- Газар зүйн солбицлын тогтолцоо дахь Монгол орны хил заагийн дүрсэн файл (shapefile)

2. Судалгааны арга зүй

Орон зайд суурилсан статистик мэдээлэл боловсруулах, дашбоард хийх, түүний дүрслэлийн схемийг ГМС-ийн аргад үндэслэн гаргаж, орон зайд суурилсан веб газрын зураг болон дашбоардыг боловсруулах технологийн схемийн дагуу бүтээсэн. Боловсруулалтыг ArcGIS Pro 3.5.4, ArcGIS Online Webmap, ArcGIS Online Dashboard болон Excel программ хангамж дээр хийсэн.

Газар зүйн мэдээллийн системд үндэслэн дээд боловсролын байгууллагад суралцагсдын орон зайд суурилсан веб газрын зураг болон дашбоард боловсруулахдаа 1-р зурагт харуулсан технологийн схем хэрэглэсэн.



1-р зураг. Орон зайд суурилсан веб газрын зураг болон дашбоард боловсруулах боловсруулах технологийн схем

Алхам 1: Өгөгдөл бэлтгэх

Монгол Улсын Боловсрол яамнаас гаргасан “Дээд боловсролын 2024-2025 оны хичээлийн жилийн тайлан” нэртэй excel (.xlsx) форматтай статистик мэдээг https://moe.gov.mn/posts?category_id=11403 веб сайтаас татаж авсан. Уг excel (.xlsx) форматтай статистик мэдээнээс нь дараах баганыг сонгож авсан. Үүнд:

- Аймаг, дүүрэг
- Нийт суралцагчийн тоо
- Хүйс
- Бакалаврт суралцагчид
- Магистрт суралцагчид
- Докторт суралцагчид
- Дипломын зэрэгт суралцагчид
- Монгол Улсаас гадаад улсад суралцагчид

Уг статистик мэдээ солбицолгүй уламжлалт хэлбэртэй байсан тул ArcGIS Pro 3.5.4 программыг ашиглан аймаг, нийслэл, дүүргийн мэдээг тэгш өнцгийн солбицолтой, гадаад улс орны мэдээг газар зүйн солбицолтой болгож, .csv формат руу хөрвүүлсэн.

МОНГОЛ УЛСЫН UTM БҮСЧЛЭЛ

1-р ХҮСНЭГТ

№	Аймаг	UTM бүс / WGS 1984
1	Баян-Өлгий	WGS 1984 UTM бүс 45N
2	Увс, Ховд	WGS 1984 UTM бүс 46N
3	Завхан, Говь-Алтай, Архангай, Хөвсгөл	WGS 1984 UTM бүс 47N
4	Төв, Улаанбаатар, Сэлэнгэ, Булган, Дархан	WGS 1984 UTM бүс 48N
5	Дорноговь, Өмнөговь, Дундговь, Хэнтий, Сүхбаатар	WGS 1984 UTM бүс 49N
6	Дорнод	WGS 1984 UTM бүс 50N

Алхам 2: Өгөгдлийг орон зайд холбох

ArcGIS Pro 3.5.4 программыг ашиглан солбицолтой, .csv форматтай суралцагчдын мэдээллийг Монгол Улсын дүрсэлсэн файл (shapefile)-тай холбож дараагийн алхамд бэлтгэсэн.

Алхам 3: Газрын зургийн дизайнтай ажиллах

Суралцагчдын статистик мэдээллийг агуулсан Монгол Улсын болон гадаад улсуудын газрын зургийн тэмдэг тэмдэглэгээ, өнгө, фонт, хэмжээ, ангилал зэргийг тохируулсан.

Алхам 4: Онлайн серверт газрын зургийг нийтлэх

ArcGIS Pro 3.5.4 программ болон ArcGIS Online эрхийг ашиглан бэлтгэсэн газрын зургийг веб газрын зураг болгож нийтэлсэн.

Алхам 5: Дашбоард буюу орон зайд суурилсан мэдээллийн самбар хийх

Онлайн серверт нийтэлсэн веб газрын зурагт суурилан ArcGIS Online Dashboard аппликейшнийг ашиглан “ДЭЭД БОЛОВСРОЛЫН СУРГАЛТЫН БАЙГУУЛЛАГАД СУРАЛЦАГЧДЫН 2024/ 2025 ОНЫ ХИЧЭЭЛИЙН ЖИЛИЙН МЭДЭЭ (Нийслэл, аймаг, дүүргээр)” нэртэй дашбоард хийсэн.

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

3.1 Өгөгдөл бэлтгэх

Монгол Улсын Боловсролын яамны 2024–2025 оны тайлангаас дээд боловсролын сургалтын байгууллагад суралцагчдын бакалавр, доктор, магистр болон дипломын зэрэгт суралцаж буй нийт болон эрэгтэй, эмэгтэй оюутнуудын тоо бүхий Excel (.xlsx) өгөгдлийг Хүснэгт 1-ийн дагуу тэгш өнцгийн солбицолтой болгож .csv формат руу хөрвүүлсэн. 2-р зурагт харуулав.

MON_NAME	LIBRARY	SCHOOL	NEAR_FID	NEAR_DIS_x_decimal	NEAR_DIS_y_decimal	x_degree	y_degree
Цэцэрлэг	3	2	91	0.275691	101.4442	47.47311	101° 26' 31" N47° 28.31
Өнгий	3	7	5	0.040555	89.98256	48.96685	89° 58' 50" N48° 58.02
Балжинзор	6	4	203	0.158834	100.1191	46.19367	100° 43' 8" N46° 11.62
Булган	5	3	99	0.183756	103.5408	48.81328	103° 32' 21" N48° 48.71
Алтай	1	1	114	0.419729	96.25343	46.37213	96° 15' 12" N46° 22.32
Сайншанд	4	3	326	0.423852	110.1292	44.87329	110° 7' 44" N44° 52.81
Чойбалсан	2	1	306	0.113866	114.4801	48.05936	114° 28' 41" N48° 5.56
Мандагхонь	7	6	233	0.023753	106.2773	45.7694	106° 16' 31" N45° 46.11
Улаанхот	8	6	72	0.255882	96.85188	47.74755	96° 51' 6" N47° 44.81
Арвайхээр	5	3	219	0.301525	102.7706	46.26028	102° 46' 1" N46° 15.62
Дархан-Уул	5	4	165	0.211763	104.4211	43.59621	104° 25' 51" N43° 33.92
Баруун-Урт	4	2	178	0.438865	113.2816	46.68714	113° 16' 5" N46° 41.22
Сүхбаатар	8	7	139	0.135997	106.2351	50.2433	106° 14' 6" N50° 14.51
Зүүнхот	5	5	292	0.11695	106.9686	47.70328	106° 58' 7" N47° 42.11
Улаангом	1	1	42	0.189565	92.04025	49.58029	92° 11' 27" N49° 58.81
Ховд	2	1	12	0.226734	91.63216	48.00042	91° 37' 55" N48° 0.02
Мөрөн	2	1	191	0.35655	100.1478	49.64148	100° 8' 52" N49° 38.41
Өндөрхан	6	4	257	0.021804	110.6683	47.31864	110° 40' 5" N47° 19.12
Дархан	20	13	322	0.191542	105.9481	49.48933	105° 56' 5" N49° 29.31
Эрдэнэт	16	0	331	0.008057	104.149	49.09771	104° 8' 56" N49° 5.86
Чойр	3	2	318	0.238546	108.3759	46.37338	108° 22' 31" N46° 22.31
Улаанбаатар	10	23	290	0.240881	106.7766	47.92201	106° 46' 31" N47° 55.31

2-р зураг. Excel өгөгдлийг тэгш өнцгийн солбицолтой болгож .csv формат руу хөрвүүлсэн.

- Монгол Улсын аймаг, нийслэл, дүүргүүдийн хил заагийн мэдээг тэгш өнцгийн солбицолтой, харин гадаад улсуудын хил заагийн мэдээг газар зүйн солбицолтой болгосон.
- Өгөгдлийг Comma delimited кодчиллолтой .csv формат руу хөрвүүлж, ArcGIS Pro 3.5.4-д оруулах бэлтгэл ажил бэлэн болсон.

3.2 Өгөгдлийг орон зайд холбох

ArcGIS Pro 3.5.4 программаар .csv өгөгдлийг Монгол Улсын хил заагийг shapefile-тай холбосноор:

- Аймаг, нийслэл, дүүргийн статистик мэдээ орон зайд холбогдсон.
- Давхарга үүсгэж, атрибут хүснэгтэд Excel дахь .csv файл дахь бүх мэдээлэл орж ирсэн.
- Гадаад улсад суралцагчдын мэдээлэл мөн газар зүйн солбицолтой болж, орон зайд холбогдсон.

3.3 Газрын зургийн дизайнтай ажиллах

Газрын зурагт дараах визуал тохиргоог хийсэн. Үүнд:

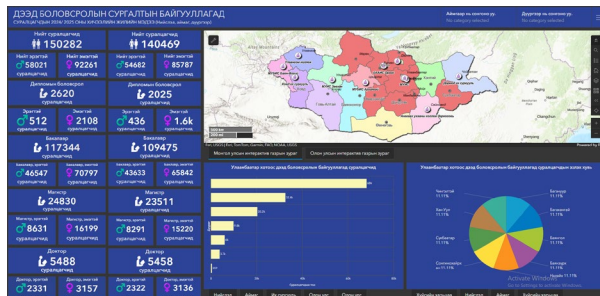
- Тэмдэг тэмдэглэгээ хэрэгслийг ашиглан аймаг, нийслэл, дүүргээс дээд боловсролын байгууллагад суралцагчдын тооноос хамааруулан өнгөөр илэрхийлж, тексттэй болгосон.
- Монгол Улсын дотоод зураглалд ArcGIS Pro 3.5.4 программын “Graduated Colors”, гадаад улс орнуудын суралцагчдын тооноос хамаарсан өнгөний дүрслэлд “Unique Values” тохиргоог ашигласан.
- Фонт, хэмжээ, суралцагчдын тооноос хамаарсан ангилал, тэмдэг тэмдэглэгээний зохицол сайжирснаар газрын зургийн дизайн ойлгомжтой болсон.

3.4 Онлайн серверт газрын зургийг нийтлэх

ArcGIS Pro 3.5.4 программд засварлаж бэлтгэсэн атрибут хүснэгт бүхий газрын зургаа ArcGIS Online серверт нийтэлснээр сервис файлууд үүсэж, веб газрын зураг болон дашбоардыг хийх боломжтой болсон.

3.5 Дашбоард буюу орон зайд суурилсан мэдээллийн самбар хийх

ArcGIS Online Dashboard аппликейшн ашиглан “Дээд боловсролын сургалтын байгууллагад суралцагчдын 2024/2025 оны хичээлийн жилийн мэдээ” нэртэй дашбоард үүсгэсэн. 3-р зурагт харуулав.

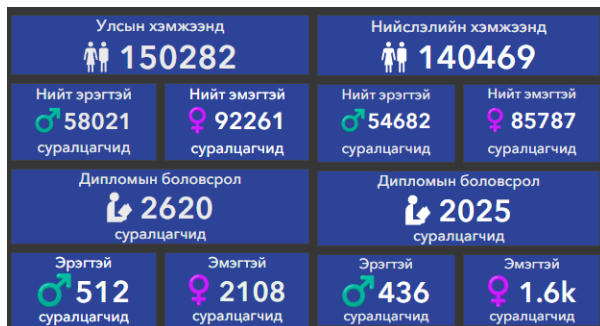


3-р зураг. “Дээд боловсролын сургалтын байгууллагад суралцагчдын 2024/2025 оны хичээлийн жилийн мэдээ” нэртэй дашбоард

Судалгааны үр дүн болох уг дашбоардын бүтцэд доорх зүйлс багтсан. Үүнд:

- Улсын хэмжээнд хийгдсэн, нийт суралцагч, нийт эрэгтэй, эмэгтэй суралцагч, диплом, бакалавр, магистр, доктор зэрэг тус бүрээр суралцагч, мөн хүйсээр нь харуулсан индикатор
- Нийслэлийн хэмжээнд хийгдсэн нийт суралцагч, нийт эрэгтэй, эмэгтэй суралцагч, диплом, бакалавр, магистр, доктор зэрэг тус бүрээр суралцагч, мөн хүйсээр нь харуулсан индикатор
- Аймаг тус бүрээр хийгдсэн нийт суралцагч, нийт эрэгтэй, эмэгтэй суралцагч, диплом, бакалавр, магистр, доктор зэрэг тус бүрээр суралцагч, мөн хүйсээр нь харуулсан индикатор
- Дүүрэг тус бүрээр хийгдсэн нийт суралцагч, нийт эрэгтэй, эмэгтэй суралцагч, диплом, бакалавр, магистр, болон доктор зэрэг тус бүрээр суралцагч, мөн хүйсээр нь харуулсан индикатор
- Монгол Улсаас гадаад улсад суралцагчдын нийт тоон индикатор

Дээр дурдсан индикаторыг 4-р зурагт харуулав.



4-р зураг. Дашбоард дахь индикатор

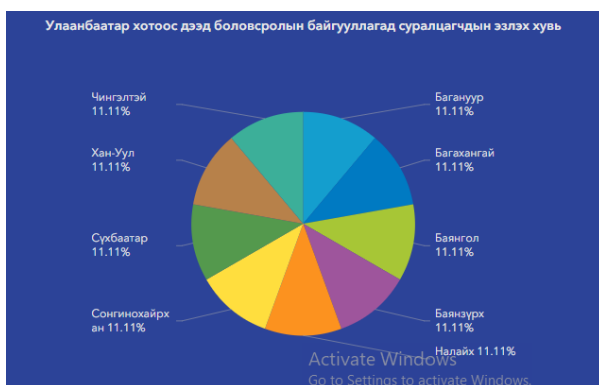
- Улаанбаатар хотоос дээд боловсролын байгууллагад суралцагч, орон нутгаас дээд боловсролын байгууллагад суралцагч,

Улаанбаатар хотын их сургуулиудын суралцагч болон олон улсад дээд боловсролын байгууллагад суралцагчдын тоог тус тус харуулсан сериал график (5-р зурагт харуулав)



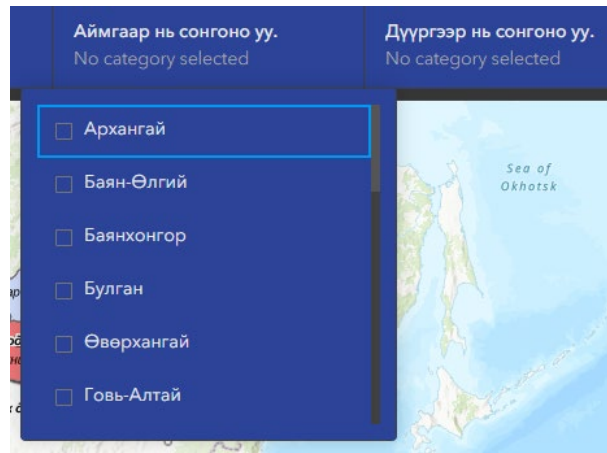
5-р зураг. Дашбоард дахь сериал график

- Улаанбаатар хотоос дээд боловсрол байгууллагад суралцагчдын хүйсийн харьцаа, Улаанбаатар хотоос дээд боловсролын байгууллагад суралцагчдын эзлэх хувь, орон нутгаас дээд боловсролын байгууллагад суралцагчдын эзлэх хувь болон орон нутгаас дээд боловсролын байгууллагад суралцагчдын хүйсийн харьцаа зэргийг тус агуулсан пай график (6-р зурагт харуулав)



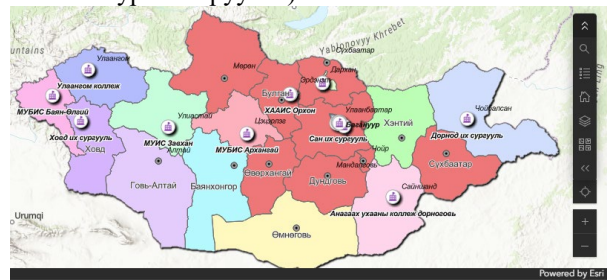
6-р зураг. Дашбоард дахь пай график

- Аймаг, дүүргийн нэрээр сонголт болон шүүлт хийх хэрэгсэл (7-р зурагт харуулав)



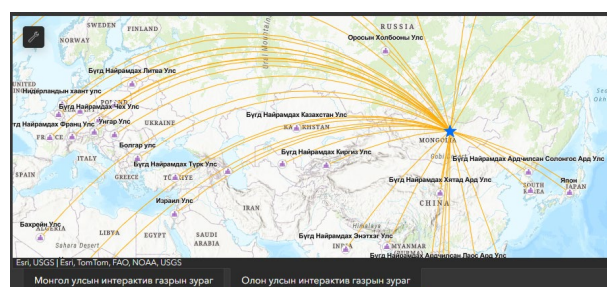
7-р зураг. Дашбоард дахь сонголт болон шүүлт хийх хэрэгсэл

- Томруулах, жижгэрүүлэх болон тодруулах хэрэгсэл
- Суурь газрын зургийг солих хэрэгсэл
- Монгол улсын интерактив газрын зураг (8-р зурагт харуулав)



8-р зураг. Дашбоард дахь Монгол Улс дахь дээд боловсролын байгууллагын байршилг агуулсан, суралцагчийн орон зайд суурилсан статистик мэдээлэл бүхий газрын зураг

- Олон улсын интерактив газрын зураг (9-р зурагт харуулав)



9-р зураг. Дашбоард дахь Монгол Улсаас олон улсад суралцагчдын байршилг агуулсан орон зайд суурилсан статистик мэдээлэл бүхий газрын зураг

Уг дашбоардын веб газрын зурагт өгөгдөл шинэчлэгдэхэд дашбоард дахь бүх индикатор, график болон бусад хэсэг автоматаар шинэчлэгдэнэ. Дашбоард нь дэсктоп болон гар утсанд зориулсан хувилбартай.

Дэсктоп, таблет, iPad дээр харах линк:
<https://www.arcgis.com/apps/dashboards/79182bdf0d14ab4b9f1f99569878fa4>

Гар утсан дээр харах QR, гар утасныхаа камерыг нээж доорх QR-ийг уншуулна:



Дүгнэлт

Судалгааны ажлын үр дүнд орон зайд суурилсан статистик мэдээлэл бүхий “ДЭЭД БОЛОВСРОЛЫН СУРГАЛТЫН БАЙГУУЛЛАГАД СУРАЛЦАГСДЫН 2024/2025 ОНЫ ХИЧЭЭЛИЙН ЖИЛИЙН МЭДЭЭ (Нийслэл, аймаг, дүүргээр)” нэртэй дашбоард бүтээлээ.

Судалгааны ажлын үр дүнд бий болсон дашбоард нь Монгол Улсын интерактив газрын зураг, орон зайд суурилсан дээд боловсролын байгууллага, түүнд суралцагчдын тоо, хэрэгтэй мэдээллийг богино хугацаанд аймаг, нийслэл, дүүрэг, сургууль тус бүрээр гаргаж ирэх 451 индикатор, 4 сериал график, 4 пай график зэргийг агуулсан.

Судалгааны ажлын үр дүнгээ дэвшүүлсэн зорилгынхоо хүрээнд бодитоор дүгнэхийн тулд боловсруулалтын цаг хугацааг тооцсон юм. Энэхүү дашбоардыг хийхэд нийт 24 цагийг зарцуулсан. Харин эдгээр хэрэгтэй статистик тоог “excel” программ дээр гаргаж сериал болон пай графикуудыг гаргах туршилт явуулахад 48-50 цагийг зарцуулсан бөгөөд үүнийг дараа нь “word, powerpoint” зэрэг тайлагнах зориулалттай бусад файлд оруулахад нэмэлт хугацаа орно. Үүнээс дүгнэхэд ГМС-ийн дэвшилтэт технологийг ашиглан, орон зайд суурилсан статистик мэдээг боловсруулж, веб газрын зураг болон дашбоард хийх нь “excel” программ дээр бэлтгэсэн (.xlsx) статистик мэдээллээс хэрэгтэй тоон мэдээллийг гаргаж авахад зарцуулах хугацааг 1 дахин багасгаж байна. Судалгааны ажлын үр дүн бодлого боловсруулж, шийдвэр гаргахад хэрэгтэй

мэдээллийн хүртээмжтэй байдлыг сайжруулж, хэрэглэхэд хялбар болсон зэргээр практик ач холбогдолтой бүтээл болсон.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] M. Batty, W. K. Axhausen, F. Giannotti, A. Pozdnoukhov, & A. Bazzani (2020). Smart cities of the future: Data, analytics, and visualization. *Journal of Geographical Information Systems*, 12(4), 561–576.
- [2] Esri. (2022). ArcGIS Dashboards: Real-time data visualization for spatial decision-making. Retrieved from <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-dashboards/overview>
- [3] R. Kumar & P. Singh (2021). Web-based spatial dashboards for higher education management. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(5), 320–334.
- [4] T. Oladipo (2020). An evaluation of Excel’s data visualization capabilities for decision support. *Journal of Information Technology and Data Science*, 8(3), 215–229.
- [5] T. Baker & M. Goodchild (2019). Evaluating the effectiveness of GIS dashboards for spatial decision making. *Computers, Environment and Urban Systems*, 78, 101–115.
- [6] Z. Miller & L. Zhao (2021). Comparative study of ArcGIS Online and Excel for data visualization efficiency. *International Journal of Digital Earth*, 14(9), 1125–1138.
- [7] K. Osei & E. Boateng (2022). Performance analysis of Excel dashboards versus web-based GIS dashboards. *Education and Information Technologies*, 27(6), 7715–7732.
- [8] Монгол Улсын Боловсрол, Шинжлэх Ухааны Яам. (2025). Салбарын мэдээ, тайлан. https://moe.gov.mn/posts?category_id=11403

АЯНГЫН ШУУД НИРГЭЛЭГЭЭС САЛХИН ЦАХИЛГААН СТАНЦИД ҮҮСЭХ АЯНГЫН ХЭТ ХҮЧДЭЛИЙН СИМУЛЬЯЦИ

Цэрэнсамбуу ЧИНГЭС

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

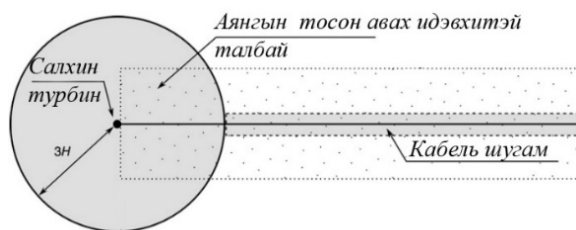
Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: chingee@must.edu.mn

Хураангуй: Энэхүү өгүүлэлд их чадлын салхин станцид анхдагч болон дагавар аянгын шууд ниргэлэгүүдийн үед явагдах шилжилтийн процесс болон хэт хүчдлийн долгионы хэлбэр, шинж чанаруудыг тодорхойлж, тусгаарлагын Вольт-секундын хамаарамжтай харьцуулан шинжиллээ. PSCAD/EMTDC программд турбины аянга хамгаалалтын загварыг байгуулан, бусад төрлийн загваруудтай нь харьцуулан баталгаажуулсан болно. Симмуляцийн үр дүнгээс үзэхэд анхдагч аянгын ниргэлэг нь турбины цахилгаан тоноглолуудад гэмтэл үүсгэх хэмжээний аюултай хэт хүчдэл үүсгээгүй ба харин дагавар ниргэлэгүүд нь нам хүчдэлийн тоноглол, тусгаарлах хийцүүдэд өндөр давтамжтай хэлбэлсэн хэт хүчдэл үүсгэж байна. 12 кА далайц утгатай боловч дагалдах гүйдлийн нүүрний урт богино 0.8 мкс тохиолдолд 690 В-ын талд тусгаарлах хийц өөрөө гэмтэх аюултай гэсэн дүгнэлт гарав.

Түлхүүр үг: салхин цахилгаан станцын загварчлал, трансформаторын тусгаарлагчийн түвшин, аянгын хэт хүчдэл, PSCAD/EMTDC Симмуляцийн дүн шинжилгээ.

I. УДИРТГАЛ

Салхин цахилгаан станцид аянга буусны улмаас аянга хамгаалах хийц, эд ангиуд бүрээр аянгын долгион тархаж, эргэн тойрондоо хүчтэй цахилгаан соронзон цацралыг үүсгэж, газардуулах хийц дээр хэт хүчдлийг үүсгэдэг. Энэ үед үүсэх аянгын хэт хүчдлийн шинж чанар хэлбэр дүрс нь аянгын гүйдлийн параметруудээс онцгой хамаардаг. Олон улсын стандартад (IEC-61400-24, Зураг 1) аянга хамгаалалтын тооцоонд ашиглах гүйдлийг дан оргил утгатай стандартын хэлбэртэй гүйдлийг хэрэглэхийг зөвлөсөн байдаг.



IEC 61400-24 стандарт [6]

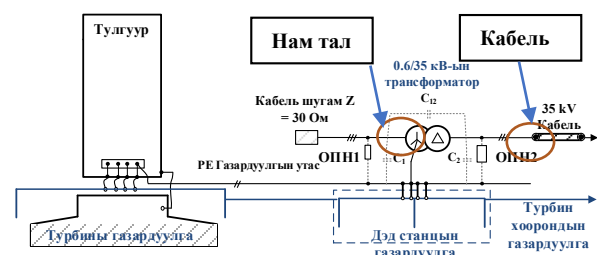
Зураг 1. Салхин цахилгаан станцын аянга тосон авах идэвхитэй талбай

Аянгын гүйдлийн импульсийн нүүрний хэсгийн хэлбэр, түүний үргэлжлэх хугацаанаас аянгын индукцлэгдсэн хэт хүчдлийн хэмжээ хүчтэй хамаардаг. Аянгын гүйдлийн шинж чанараас мөн шууд ниргэлэгийн үед үүсэх хэт хүчдлийн долгионы хэмжээ дээш, доош хэлбэлзэн тусгаарлагад нөлөөлнө. Салхин турбины аянга хамгаалалтын симмуляцийг судалсан судалгаануудыг авч үзвэл: 2019 K.Yamamoto E. Shulzhenko [1], [2], Zhang Xiao Qing [3], P.Saracjcev S.Sekioka [5] нарын судлаачид цахилгаан соронзон долгиолог процессийн цахилгаан хэлхээний онол дээр суурилагдсан программууд дээр хийгдсэн загварчлалуудыг ашиглан аянгын хэт хүчдэлийг тооцоолсон байдаг.

Тухайн өгүүлэлд анхдагч болон дагавар аянгын хэт хүчдлийн хэлбэр дүрс, хамгийн их хүчдэлийн түвшинг тодорхойлох, харьцуулах зорилгоор өргөн хэрэглэгддэг нэгэн төрлийн турбиныг сонгон авч аянгын ниргэлэг болж байх үеийн симмуляцийн гүйцэтгэж, шинжилгээ хийсэн болно.

II. САЛХИН СТАНЦЫН ОРЛУУЛГЫН ЦАХИЛГААН ХЭЛХЭЭНИЙ ЗАГВАРЧЛАЛ

Аянгын үед үүсэх цахилгаан соронзон долгиолог процессийг гүйцэтгэхдээ PSCAD/EMTDC багц цахилгаан хэлхээний программ хангамж ашигласан болно. 2-р зурагт харуулсан турбины доод хэсгийн цахилгааны бүтцийн схемэн дээр тэмдэглэсэн цэгүүд дээрх хүчдэлүүдийг анхдагч болон хоёрдогч ниргэлэг тус бүрийн симмуляцын үр дүнгээс нэгтгэн авлаа.



Зураг 2. Турбины цахилгаан холболтын схем.

A. Аянгын гүйдэл

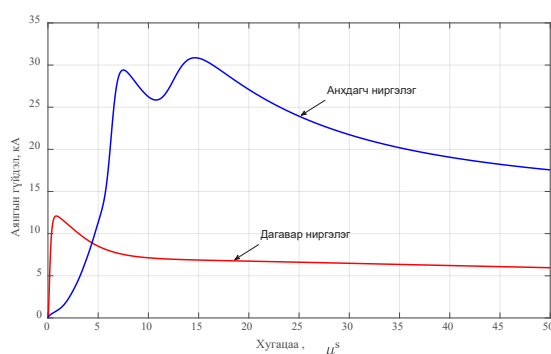
Аянгын гүйдлийн хугацаанаас хамаарсан математик тооцооны функц хэлбэр дүрсийг гаргахдаа тэгшитгэл (1), (2) ашиглан Зураг 3-д үзүүлсэн үл хэлбэлзсэн анхдагч болон дагавар ниргэлэгийг үүсгэж болно. Цахилгаан хэлхээнд гүйдлийн үүсгүүрийн хамт 1000 Ом эсэргүүцлийг зэрэгцээ холбож ашигласан болно.

$$i(t) = \sum_{k=1}^m \frac{I_{0k}}{\eta_k} e^{-t/\tau_{2k}} \frac{(t/\tau_{1k})^{n_k}}{1 + (t/\tau_{1k})^{n_k}} \quad (1)$$

$$\eta_k = \exp \left(- \left(\frac{\tau_{1k}}{\tau_{2k}} \right) \left(\frac{n_k \tau_{2k}}{\tau_{1k}} \right)^{1/n_k} \right) \quad (2)$$

Үүнд, I_{0k} гүйдлийн амплитуд утга, n_k гүйдлийн эгцрэл буюу di/dt утгыг тохируулах тогтмол, τ_{1k} аянгын гүйлийн нүүрний хэсгийн хугацааны тогтмол, τ_{2k} гүйдлийн сүүлний хэсгийг тохируулах хугацааны тогтмол, η_k гүйдлийн амплитуд утгын засварын коэффициент.

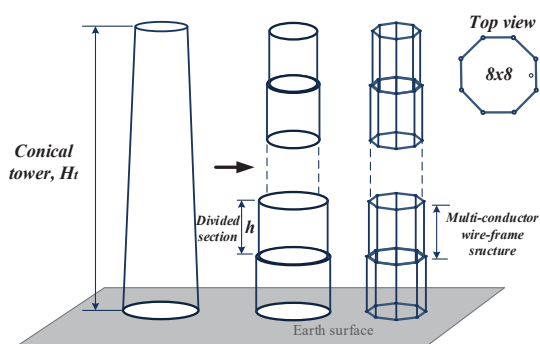
Зураг 3-д үзүүлсэн анхдагч болон дагалдан үргэжлэх 3.6 мкс болон 0.8 мкс нүүрний эгцрэлтэй хоёр өөр төрлийн гүйдлийг тооцоонд хэрэглэсэн.



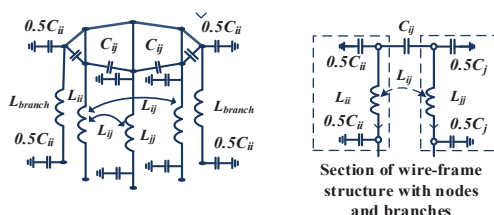
Зураг 3. Анхдагч болон дагавар аянгын гүйдлүүдийн хэлбэр дүрс.

В. Салхин станцын тулгуур

Өндөр давтавжтай импульсийн (Цахилгаан соронзон долгионы) тархалтыг оновчлтой, өндөр нарийвчлалтай тодорхойлохын тулд далбангын дотоод буулт газардуулгын 40 м утас болон цилиндр 80 м өндөр тулгууруудыг олон жижиг хэсгүүдэд хуваасан. Нэгж хуваагдсан хэсэг бүрийг R эсэргүүцэл, L индукцлэл болон C багтаамжтай элементүүдээр орлуулна (Зураг 4).



а) Цилиндр тулгуурын олон утаст торон байгууламж



а) Хуваасан нэг хэсгийн орлуулгын цахилгаан хэлхээ

Зураг 4. Тулгуурын геометр хэмжээ ба орлуулгын цахилгаан хэлхээ

Үүний дараачаар цахилгаан хэлхээний параметруудыг толин дүрслэлийн аргаар тодорхойлно. x, y, z тэгш өнцөгт координатын системд илэрхийлэл (3,4) интеграл тэгшитгэл бичигдэн потенциалын коэффициент болон индукцлэлүүдийг тодорхойлох бодлогод шилжинэ. Харилцан үйлчлэлийн индукцлэл нь:

$$P_{ij} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 h_i h_j} \left(\iint_{h_i} \frac{dz_0 dz_s}{R} - \iint_{h_j} \frac{dz_0 dz_s}{R'} \right) \quad (3)$$

$$L_{ij} = \frac{\mu_0}{4\pi} \left(\iint_{h_i} \frac{dz_0 dz_s}{R} - \iint_{h_j} \frac{dz_0 dz_s}{R'} \right) \quad (4)$$

Цэгэн цэнэгийн ажиглалт болон эх цэг хоорондын зай R :

$$R = \sqrt{x^2 + y^2 + (z_0 - z_s)^2} \quad (5)$$

Дамжуулагчийн өөрийн үүсгэх индукцлэлийг тооцохдоо $x^2 + y^2 = a$ гэж оруулж өгнө:

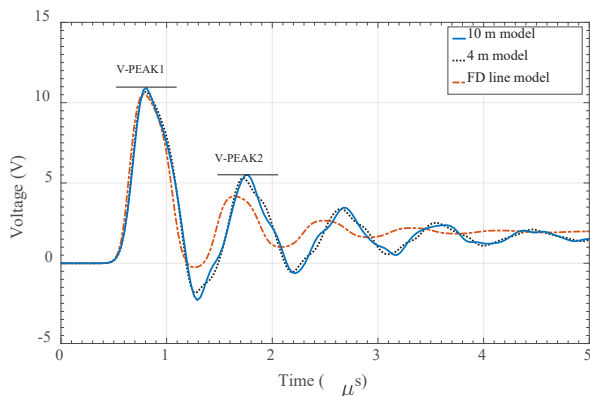
$$R = \sqrt{a^2 + (z_0 - z_s)^2} \quad (6)$$

Эцэст нь PSCAD/EMTDC программд үүсгэн оруулж өгнө. Цаашдын тооцооллийг тоон интегралын аргаас ердийн тэгшитгэлд хувирган, зангилааны матрицын [8] аргачлал дээр үндэслэн хугацааны алхам Δt бүрээр доорх тэгшитгэл дээр үндэслэгдэн бодогдоно.

$$[G][v(t)] = [i(t)] - [I_{hist}] \quad (7)$$

$$[v(t)] = [v_1(t) \dots v_8(t)]^T \quad (8)$$

Үүнд: $[G]$ зангилааны дамжууламжийн матриц, $[i(t)]$ аянгын гүйдэл; $[I_{hist}]$ гүйдлийн үүсгүүр буюу хадгалсан гүйдлийн утгууд, $[v(t)]$ баганан зангилааны хүчдэл.

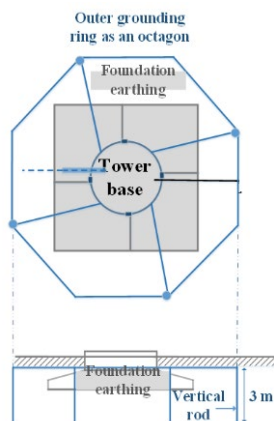


Зураг 5. Тулгуурийн сууринд үүсэх хүчдэлийн осциллограмм

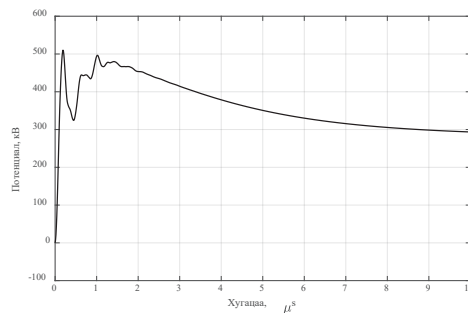
5-р зурагт тулгуурын доор үүсэх хүчдэлийн хариу үйлчлэлийг өмнөн хийгдсэн хязгаарын элементийн аргын үр дүнтэй харьцуулан үзүүлэв (finite difference time-domain) FDTD арга [9]. Хүчдэлийн хэлбэр дүрс нь ерөнхийдөө тохирсон, далайц утга нь 10 m болон 4 m хуваагдсан тулгуурын загваруудад V-PEAK1, V-PEAK2 тус бүр 11.2 В, 11.0 В and 5.6 В, 5.5 В, хүрсэн байна.

С. Турбины газардуулах хийц

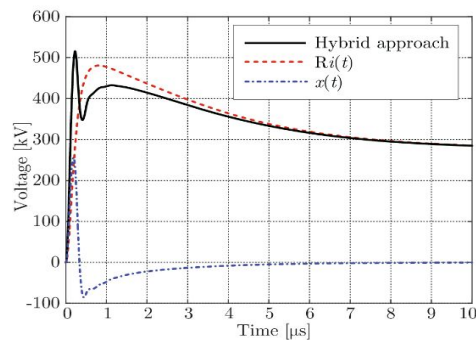
Газардуулах байгууламжаар аянгын гүйдэл гүйх үед хөрсөн доор нэгж хугацаанд огцом өндөр хурдтайгаар хувирч өөрчлөгдсөн импульсийн долгион үйлчилж өндөр давтамжийн хувьсах гүйдэлтэй адил үйлчилгээг үзүүлнэ. Газардуулах байгууламжийн электродуудаар ихээхэн хэмжээний гүйдэл гүйж, хөрсөн доор маш хүчтэй цахилгаан орон үүснэ. Зураг 6-д үзүүлсэн газардуулгыг тулгуурын загварчилсан аргатай ижилхэн олон тооны жижиг хэсэг болгон хувааж, параметруудийг нь тодорхойлсон болно.



Зураг 6. Загварчилсан салхин турбины газардуулгын геометр хэмжээс, (Хөрсний хувийн эсэргүүцэл 1000 Ωм)



а) Энэ өгүүлэлд хийгдсэн загвар



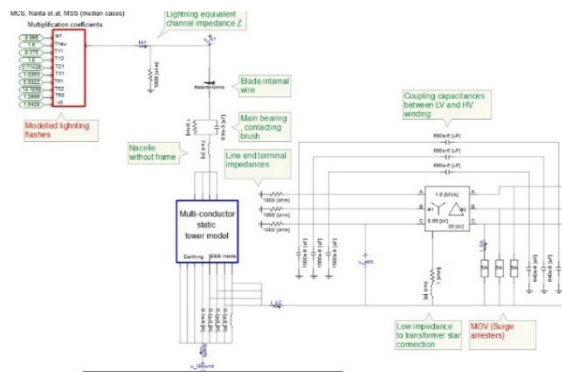
а) Цахилгаан соронзон-хэлхээний хосолсон загвар [10]

Зураг 7. Турбины газардуулгын потенциалын ихсэлт

Өгүүлэл [10] -д хийгдсэн газардуулгын потенциалын осциллограммыг энэхүү өгүүлэлд ашигласан газардуулгын загварын үр дүнтэй нь харьцуулан зураг 7-д үзүүлэв. Цагираган болон арматурын торон зангилаа газардуулах электродтой үед газрын доор хөрсөнд үүсэх U потенциалын, тархалтын хууль нь цахилгаан соронзон-хэлхээний хосолсон онолын аргатай тохирч байна.

D. Симуляц гүйцэтгэх салхин станцын загвар

Энэхүү өгүүлэлд трансформатор, кабель шугам, газардуулгаар хоорондоо холбогдсон блок багц загварыг ашигласан ба 8-р зурагт үзүүлснээр байгуулсан болно. Симуляцийг гүйцэтгэхдээ аянгын гүйдлийн оролтын байрлалуудыг солин хувилбар тус бүрт өөрчлөн кабель болон трансформаторын нам талд, кабелийн үзүүрт үүсэх хэт хүчдлийн хугацаанаас хамаарсан графикуудыг гаргаж авна.

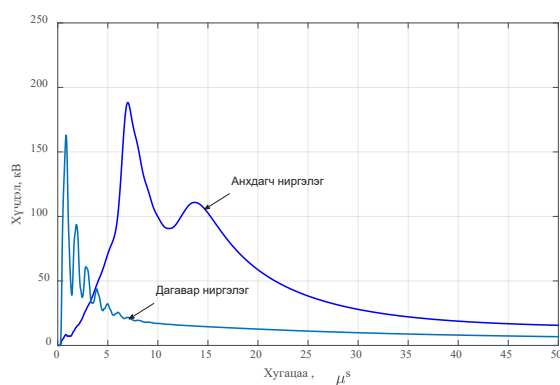


Зураг 8. PSCAD/EMTDC программд байгуулсан салхин турбин болон трансформаторын дэд станцын загвар

III. СИМУЛЯЦИЙН ҮР ДҮН

A. Турбины газардуулах байгууламжид үүсэх хэт хүчдэл

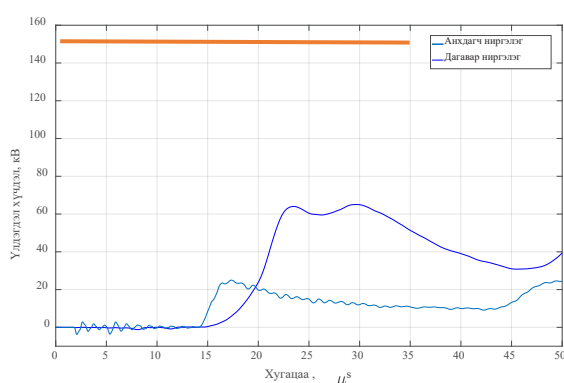
9-р зурагт анхдагч болон дагавар аянгын гүйдлийн ниргэлэг болох үед тулгуурын сууринд үүсэх хэт хүчдэлийн хэлбэрийг харуулав. Дагавар ниргэлэгийн үед тулгуур-газардуулах байгууламж хооронд di/dt гүйдэл хугацаанаас огцом хамаарсан шинжтэй болж цахилгаан соронзон хэлбэлзлэл үүсч байна. Цаашид энэхүү хэлбэлзсэн долгион нь трансформатор руу зөөгдөн очих болно. Иймд газардуулгын хийц хэлбэр зохистой сонголтоор хийгдсэн байх шаардлага урган гарч байна.



Зураг 9. Тулгуурын сууринд үүсэх хэт хүчдэлийн долгион

B. 35 кВ-ын кабелийн үзүүрт үүсэх хэт хүчдэл

Трансформаторын 35 кВ талд үүсэх хүчдэлийн далайц утга нь 65 кВ орчим болж, тусгаарлагын даах хүчдэл 150 кВ хэвийн хэмжээнээсээ доогуур байна. Ирж байгаа аянгын долгион изоляторын ниргэлэг болох хүчдэлийн хэмжээнд хүрэхгүй учир хэлхээнд цахилгалт болохгүй, тоноглол хэвийн ажиллах болно.

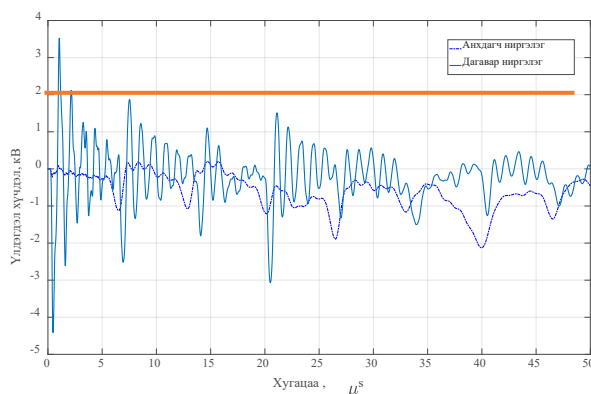


Зураг 10. 35 кВ-ын кабелийн үзүүрт үүсэх хэт хүчдэлийн хэлбэр дүрсүүд

Зураг 10-аас харахад хэт хүчдэлийн муруйнууд тусгаарлагын Вольт-секундын хаммаарамжтай огтлолцсон үед л зөвхөн цахилгалт үүсч, тусгаарах хийцүүд түрүүлж гэмтэх боломж бүрдэнэ.

C. Трансформаторын нам талын тусгаарлагад үүсэх хэт хүчдэл

Трансформаторын нам талын ороомгын тусгаарлагын импульсын 50% цахилгалтын хүчдэлийг 2 кВ -аар тооцож авав. Зураг 11-д од холболттой трансформаторын нам тал (690В)-ын ороомогт аянгын долгион зөөгдөн орж ирэх агшинд үүсэх хэт хүчдэлийн хэлбэр дүрсүүдийг үзүүлэв. Өндөр хэлбэлзлэлтэй хүчдэл ороомогт нөлөөлж, тогтворжсон агшин хүртэлээ үргэлжилж байна.



Зураг 11. Хүчний трансформаторын нам талын тусгаарлагад үүсэх хэт хүчдэлийн долгионы хэлбэр дүрсүүд

Анхдагч ниргэлэгийн үед тусгаарлагчийн зурвасын доогуур хамаарамж гарсан, зөвшөөрөгдөх 50% ниргэх хүчдлээс доогуур байна. Харин дагавар ниргэлэг нь нам хүчдэлийн тоноглолд аюултай хэмжээний хүчдэлийг эгшин зуурын хугацаанд үүсгэх аюултай нь харагдаж байна. Энэ үед хэт хүчдэлийн оргил утгууд 3500 В хүрч өндөр хэлбэлзсэн шинж чанартай байхыг зураг 11-аас тодорхой харж болно. Эндээс харахад ороомог доторх тусгаарлагад хугацааны агшингуудад хэлбэлзсэн өндөр далайцтай хэт хүчдэл үйлчилж аюултай хэмжээний цахилгалтын хүчдэл тархах болж байна.

Дүгнэлт

Энэ өгүүлэлд салхин турбинд үүсэх аянгын хэт хүчдэлийн симуляцийг аянгын гүйдлийн анхдагч болон дагавар ниргэлэгийн үед нь гүйцэтгэн, тусгаарлах хийцийн цахилгалтын хүчдэлийн хамаарамжтай нь харьцуулж үзлээ.

1. Дагавар аянгын гүйдлийн нүүрний үргэлжлэх хугацаа 0.8 мкс байх тохиолдолд хэлбэлзсэн шинж чанартай өндөр давтамжийн хэт хүчдэл үүсгэнэ. Харин 3.8 мкс-тэй анхдагч ниргэлэгийн үед хэлбэлзэл үүсэхгүй.
2. Анхдагч аянгын гүйдэл тусгаарлагыг гэмтээж чадахгүй нөхцөл үүсгэж байна. Харин дагавар гүйдлийн үед трансформаторын нам талын 690 В-ын хэлхээнд үүссэн хэт хүчдэлийн хамаарамж тусгаарлах хийцийн Вольт-секундын хамаарамжтай огтлолцож, 3500 В утганд хүрээд буурч байгаа нь тусгаарлах хийц өөрөө гэмтэх магадлал үүсэх боломж бүрдэж

байна. Мөн өндөр хэлбэлзэлтэй аянгын хэт хүчдэлийн долгион ороомгын тусгаарлагад үйлчилнэ.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] E. Shulzhenko, K. Yamamoto and M. Rock, "Modeling Lightning Current Distribution in Tower Base of Wind Turbine," 2021 35th International Conference on Lightning Protection (ICLP) and XVI International Symposium on Lightning Protection (SIPDA), Colombo, Sri Lanka, 2021, pp. 01-08
- [2] S. Sekioka, "Simulation of Lightning Overvoltages in Substation for Lightning Strike to Wind Turbine," 2021 35th International Conference on Lightning Protection (ICLP) and XVI International Symposium on Lightning Protection (SIPDA), 2021, pp. 01-06
- [3] X. Zhang, Y. Zhang, and X. Xiao, "An improved approach for modeling lightning transients of wind turbines," International Journal of Electrical Power Energy Systems, vol. 101, pp. 429–438, 2018.
- [4] K. Yamamoto and S. Sumi, "EMTP models of a wind turbine grounding system," 2014 International Conference on Lightning Protection (ICLP), 2014, pp. 845-849
- [5] Sarajcev, Petar & Meglic, Antun & Goic, Ranko. (2021). Lightning Overvoltage Protection of Step-Up Transformer Inside a Nacelle of Onshore New-Generation Wind Turbines. Energies. 14. 322
- [6] "IEC 61400-24: wind energy generation systems – part 24: Lightning protection," International Electrotechnical Commission, Standard, 2019.
- [7] P. Chowdhuri *et al.*, "Parameters of lightning strokes: a review," in *IEEE Transactions on Power Delivery*, vol. 20, no. 1, pp. 346-358, Jan. 2005.
- [8] 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
- [9] A. Yamanaka, N. Nagaoka and H. Morita, "Effect of Inductive Grounding Impedance on Lightning Transients in Wind Farm," 2018 34th International Conference on Lightning Protection (ICLP), Rzeszow, Poland, 2018, pp. 1-6
- [10] R. Araneo, S. Celozzi, "Transient behavior of wind towers grounding systems under lightning strikes" in Springerlink, Int J Energy Environ Eng 7, 235, 2016.
- [11] W. Diefendorf (1974). Insulation Co-ordination in High Voltage Electric Power Systems, First Edition. Butter worth Publishers.

ДАВТАЛТТАЙ КООПЕРАТИВ БИШ ТОГЛООМД СУУРИЛАН СПЕКТР МЭДРЭХ АРГЫГ УРЬДЧИЛАН ТААМАГЛАХ СУДАЛГАА

Ламжавын ЭРДЭНЭБАЯР^{1*}, Батаагийн ОТГОНБАЯР^{1**}

¹ Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Мэдээлэл холбооны технологийн сургууль, Холбооны салбар

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: Erdenebayar.l@must.edu.mn^{1*}

Хураангуй: Энэхүү өгүүлэлд давталттай кооператив биш тоглоомын хэлбэрээр томьёологдож, state-action-reward (SAR) бүтэц дээр загварчлагдсан таамаглалд суурилсан спектр мэдрэх хүрээг санал болгож байна. Санал болгож буй аргачлалд хоёрдогч хэрэглэгч (Secondary User, SU) бүр нь зөвхөн тухайн үеийн PU төлөвийг илрүүлэхээс илүүтэйгээр дараагийн хугацааны завсарт PU идэвхтэй байх магадлалыг таамагладаг оновчтой шийдвэр гаргагч байдлаар ажиллана. Энергийн илрүүлэлт, циклоstationар шинжилгээ, дохио-шуугианы харьцааны (SNR) хэмжилтүүдээс гарган авсан шийдвэрийн түвшний мэдрэх онцлогуудыг өргөтгөн судалсан. Энэхүү төлөвт тулгуурлан SU нь гурван үйлдлээс—үргэлжлүүлэх (proceed), зогсоох (stop), эсвэл дахин мэдрэх (creep, re-sense)—нэгийг сонгон, таамаглалын нарийвчлал, интерференцээс зайлсхийх тэнцвэрийг тодорхой илэрхийлсэн. Үр дүнгээс харахад дундаж таамаглалын нарийвчлал 72%-иас дээш, cross-entropy алдагдал 0.57, ROC-AUC 0.79 түвшинд хүрсэн бөгөөд олон онцлогт мэдээллийг нэгтгэн ашиглах үед гүйцэтгэл цаашид сайжирсан байна. Суурь аргуудтай хийсэн харьцуулалт болон абляцийн туршилтууд нь циклоstationар болон SNR онцлогуудыг нэвтрүүлснээр тогтвортой байдал, чадвар мэдэгдэхүйц сайжирсныг баталж байна. Эдгээр үр дүн нь спектр мэдрэх асуудлыг давталттай кооператив биш таамаглалын тоглоом байдлаар загварчлах нь когнитив радио сүлжээнд урьдчилан сэргийлсэн, идэвхтэй спектр ашиглалтыг хэрэгжүүлэхэд үр ашигтай, өргөтгөх боломжтой шинэ парадигм болохыг харуулж байна.

Түлхүүр үг: Анхдагч хэрэглэгч, Кросс-энтропи, ROC муруй, шийдвэрийн түвшин

I. УДИРТГАЛ

Динамик спектртийн хүртэмж нь когнитив радио сүлжээний суурь боломжийг бүрдүүлэгч технологи болж, хоёрдогч хэрэглэгчид анхдагч хэрэглэгчдэд хортой интерференц үүсгэхгүйгээр лицензтэй спектртийн зурвасыг боломжтой нөхцөлд ашиглах боломжийг олгодог. Когнитив радио сүлжээ (CRN)-ийн гол шаардлагын нэг нь спектр мэдрэх бөгөөд энэ нь SU-д радиоспектртийн эзлэгдсэн төлөвийг тодорхойлж, дамжуулалтын стратегиа түүнд нийцүүлэн өөрчлөх боломж олгодог.

Энергийн илрүүлэлт (ED), зохицсон шүүр (MF), циклоstationар онцлог илрүүлэлт (CFD) зэрэг уламжлалт спектр мэдрэх аргууд нь тооцооллын бага төвөгшил, аналитик задлан шинжлэх боломжтой байдлаас шалтгаалан өргөн судлагдсан. Гэвч эдгээр аргууд нь үндсэндээ PU тухайн агшинд байгаа эсэхийг илрүүлэхэд чиглэдэг бөгөөд спектртийн нөхцөл тогтвортой эсвэл удаан өөрчлөгдөнө гэсэн далд таамаглалд тулгуурладаг [1]. Замхралт, интерференц, их хэмжээний PU урсгалаар тодорхойлогддог бодит утасгүй орчинд ийм илрүүлэлт төвтэй аргууд нь ихэвчлэн найдвартай байдал сул болон давамгайлсан мэдрэгчийн ачаалалтай холбоотой байдаг [2].

Сүүлийн үеийн судалгаанууд PU-ийн одоогийн төлөвийг илрүүлэх нь дангаараа спектртийн үр ашигтай ашиглалтыг хангахад хангалтгүй, ялангуяа өндөр динамиктай сүлжээнд дутагдалтайг онцолж байна [3]. Үүний оронд PU-ийн ирээдүйн идэвхийг таамаглах чадвар нь дараагийн үеийн CRN-д чухал шаардлага болж, интерференцээс хариу үйлдлээр зайлсхийхээс илүүтэй урьдчилан сэргийлсэн хандалтын шийдвэр гаргалтыг дэмждэг [4]. Таамаглалд суурилсан спектр мэдрэх нь SU-ийн

дамжуулалтын гарцыг нэмэгдүүлэхийн зэрэгцээ PU хамгаалалтыг хадгалах боломжтойг, ялангуяа хурдтай хэлбэлздэг урсгал ба сувгийн нөхцөлд, харуулсан [5].

Спектртийн төлөвийг таамаглахад далд Марковын загвар, Байесын дүгнэлт, давталттай мэдрэлийн сүлжээ, reinforcement сургалт зэрэг машин сургалт болон статистикийн олон аргуудыг санал болгосон байдаг [6–8]. Хэдийгээр үр дүнтэй боловч эдгээр аргын ихэнх нь өргөн сургалтын өгөгдөл, төвлөрсөн зохицуулалт, эсвэл бодлогын шинэчлэлийн тодорхой дүрэмд тулгуурладаг нь төвлөрсөн бус CRN-д тайлбарлах боломж ба өргөтгөх чадварыг хязгаарлаж болзошгүй [9]. Түүнчлэн сургалтад суурилсан олон арга нь бодлогын шинэчлэлтийг сүлжээний архитектуртай нягт уялдуулдаг тул шийдвэр гаргалтын дотоод логикийг онолын хувьд задлан шинжлэхэд хүндрэл учруулдаг [10].

Онолын үүднээс авч үзвэл спектртийн хүртэмж нь бие даасан хэрэглэгчдийн стратегийн харилцан үйлчлэлийг агуулдаг тул тоглоомын онол нь байгалийн загварчлалын хэрэгсэл болдог [11]. Кооператив биш тоглоомын загваруудыг CRN-д спектр хуваалцах, чадлын удирдлага, хандалтын зохицуулалт зэрэгт өргөн хэрэглэж ирсэн [12–13]. Гэвч одоо байгаа тоглоомын онолын томьёолууд нь ихэвчлэн статик тэнцвэр эсвэл тухайн агшны ашигт төвлөрдөг бөгөөд давталттай харилцан үйлчлэлийн орчинд таамаглалд суурилсан мэдрэх шийдвэрийг ховор авч үздэг.

Давталттай орчинд оновчтой SU-ууд өмнөх үр дүн болон ирээдүйн хүлээгдэж буй шагналд тулгуурлан үйлдлээ тасралтгүй тохируулдаг нь Давталттай кооператив биш тоглоом гэсэн ойлголттой нягт нийцдэг. Гэвч энэхүү таамаглалд

суурилсан спектр мэдрэхэд төлөвийн абстракц, үйлдлийн тодорхойлолт, шагналын үүргийг хангалттай судлаагүй хэвээр байна [14]. Ялангуяа спектрийн таамаглалыг урьдчилан тогтоосон шинэчлэлийн дүрэм эсвэл сургалтын архитектураас шууд хамааралгүй SAR шийдвэр гаргалтын процесс байдлаар загварчлахад бага анхаарал хандуулсан [15].

Энэхүү өгүүлэл нь эдгээр асуудлыг хөнгөвчлөх байдлаар Давталттай кооператив биш тоглоомд суурилсан, таамаглалд чиглэсэн спектр мэдрэхэд зориулсан SAR загварчлалыг санал болгож байна. Уламжлалт илрүүлэлтэд төвлөрсөн эсвэл сургалтад суурилсан хандлагуудаас ялгаатай нь энэхүү загвар нь спектр мэдрэхийг оновчтой шийдвэр гаргалтын процесс болгон томьёолж, SU бүр PU сул (дамжуулах), PU идэвхтэй (хүлээх), эсвэл тодорхойгүй (дахин мэдрэх) гэсэн гурван үйлдлийн аль нэгийг сонгон, олон зорилтот шагналын функцийг хамгийн их болгох зорилготой ажиллана.

II. СУДЛАГДСАН АЖЛУУД

Спектр мэдрэлт нь когнитив радио сүлжээний суурь үүргийн нэг хэдий ч энергид суурилсан аргууд шуугианы тодорхойгүй байдал болон интерференцийн хэлбэлзэлд өндөр мэдрэмтгий тул бага SNR орчинд тэдгээрийн мэдрэлтийн найдвартай байдал буурах хандлагатай байдаг. [18]. Зохицсон шүүр нь PU дохионы бүтэц төгс мэдэгдэж байх үед оновчтой илрүүлэлт өгдөг боловч бодит орчинд энэ нөхцөл ховор хангагддаг. Харин циклоstationар илрүүлэлт нь модуляцлагдсан дохионд агуулагдах давтамжит статистик шинжийг ашигласнаар шуугианы тодорхойгүй байдалд тэсвэртэй боловч тооцооллын зардал болон мэдрэх саатлыг нэмэгдүүлдэг сул талтай. Эдгээр хязгаарлалтууд нь шийдвэрийн түвшний нэгтгэл болон олон онцлогт спектр мэдрэх судалгааг эрчимжүүлэхэд хүргэсэн бөгөөд ялгаатай мэдрэх гаралтуудыг нэгтгэн найдвартай байдлыг сайжруулахыг зорьдог [19, 20].

Гэсэн хэдий ч одоо байгаа ихэнх мэдрэх хүрэнүүд нь PU-ийн тухайн агшны илрүүлэлтэд төвлөрсөөр байгаа бөгөөд спектрийн эзлэгдэл квазитогтвортой гэсэн далд таамаглалд тулгуурладаг. Утасгүй спектрийн ашиглалтын динамик шинжийг тусгахын тулд PU-ийн үйл ажиллагааг санамсаргүй процессоор, ихэвчлэн Марковын гинж эсвэл шинэчлэлтийн процессоор, загварчлахыг санал болгосон судалгаанууд бий. Эрт үеийн таамаглалд суурилсан аргууд нь спектр эзлэлтийн хугацааны хамаарлыг ашиглан ирээдүйн сул үеийг үнэлж, мэдрэх хуваарийг оновчлохыг зорьж байсан. Сүүлийн үеийн судалгаанд далд Марковын загвар, авторегресс загвар, вектор машин, гүн нэурон сүлжээ зэрэг машин сургалтын аргуудыг спектрийн ашиглалтын төвөгтэй хугацааны хамаарлыг барихад ашиглаж байна [21–24]. Ялангуяа давталттай мэдрэлийн сүлжээ болон урт богино хугацааны санах ой (LSTM) архитектурууд нь суурь аргуудтай харьцуулахад илүү сайн гүйцэтгэл үзүүлсэн [25].

Гэвч сургалтад суурилсан ихэнх аргууд нь төвлөрсөн зохицуулалт эсвэл их хэмжээний бэлтгэгдсэн сургалтын өгөгдөл шаарддаг нь төвлөрсөн бус CRN-д практик хэрэгжилтийг хүндрүүлдэг [26]. Мөн сүлжээний архитектур болон сургалтын процессын нягт уялдаа нь шийдвэр гаргалтын логикийг бүрхэг болгож, тайлбарлах боломж болон онолын шинжилгээг хязгаарладаг [27].

Тоглоомын онол нь утасгүй сүлжээнд бие даасан хэрэглэгчдийн өрсөлдөөнт харилцан үйлчлэлийг загварчлах хүчирхэг хэрэгсэл болж байна. Кооператив биш тоглоомын томьёоллуудыг CRN-д спектр хуваалцах, чадлын удирдлага, сувгийн сонголт, хандалтын зохицуулалт зэрэгт өргөн ашигласан [28, 29]. Эдгээр загваруудад SU бүр интерференцийн хязгаарлалтын дор өөрийн ашигт байдлыг хамгийн их болгохыг зорьдог бөгөөд Нэшийн тэнцвэр зэрэг тэнцвэрийн төлөвүүд үүсдэг. Давталттай болон санамсаргүй тоглоомын өргөтгөлүүд нь оролцогчид ажиглагдсан үр дүнд тулгуурлан стратегия хугацааны явцад тохируулдаг динамик харилцан үйлчлэлийг шинжлэх боломж олгосон [30, 31].

Гэсэн хэдий ч ихэнх тоглоомын онолд суурилсан загварууд нь тухайн хугацааны завсрын оновчлолд төвлөрч, агшин зуурын гарц эсвэл интерференцийг багасгахад анхаардаг [32]. Таамаглалд чиглэсэн зорилтуудыг тоглоомд суурилсан спектр мэдрэхэд нэгтгэх асуудал, ялангуяа төлөв, үйлдэл, шагналын тодорхой абстракцийн хувьд, харьцангуй бага судлагдсан хэвээр байна [33].

III. СИСТЕМИЙН ЗАГВАР

Бид анхдагч хэрэглэгч (PU)-ийн эзэмшдэг лицензтэй зурвасыг нэг буюу хэд хэдэн хоёрдогч хэрэглэгч боломжит нөхцөлд ашигладаг, хугацаагаар хуваагдсан когнитив радио (CR) системийг авч үзэв. Хугацааг $t \in \{0, 1, 2, \dots\}$ индекс бүхий мэдрэх-дамжуулах фреймүүдэд хуваана. Нэг фреймд тухайн сувгийн PU үйл ажиллагааг хоёртын процессоор $L_t \in \{0, 1\}$ загварчилна. Энд $L_t = 1$ нь суваг эзлэгдсэн (PU идэвхтэй), $L_t = 0$ нь суваг сул (спектрийн сул зай) байгааг илэрхийлнэ. $\{L_t\}$ цуваа нь PU урсгалын статистикийг илэрхийлэх бөгөөд ON/OFF Марковын гинж эсвэл таамаглалын судалгаанд өргөн хэрэглэгддэг их хэмжээний урсгалын загваруудаар дүрслэгдэж болно.

Нэг фреймийн мэдрэгчийн гаралтыг:

$$Y_t = [Y_t^{(ED)}, Y_t^{(MF)}, Y_t^{(Cyclo)}] \quad (1)$$

гэж илэрхийлнэ. Эдгээр нь агшин зуурын SNR, сувгийн замхралт, бусад SU-уудаас үүсэх интерференц зэргийн функц юм. Эдгээр доод түвшний статистикуудыг дараах дээд түвшний шийдвэрийн онцлогууд болгон нэгтгэнэ. Үүнд: шийдвэрийн хувьсагч D_t , хуурамч шошго $\hat{L}_t$, интерференцийн үнэлгээ $\hat{I}_t$, найдвартай байдлын үзүүлэлтүүд болох илрүүлэлтийн магадлал $\hat{P}_{D,t}$ болон хуурамч дохиоллын магадлал $\hat{P}_{FA,t}$ орно.

A. Таамаглалд суурилсан спектр мэдрэх агшны төлөв

Таамаглалд суурилсан спектр мэдрэхийг хэрэгжүүлэхийн тулд PU-ийн ирээдүйн идэвхийг урьдчилан таамаглахад хамааралтай агшин зуурын болон түүхэн мэдээллийг нэгтгэсэн төлөвийн вектор S_t -г тодорхойлно:

$$S_t = (H_t, T_{s,t}, D_t, \hat{L}_t, \hat{I}_t, \hat{h}_t, K_{s,t}, SNR_t, \hat{P}_{D,t}) \quad (2)$$

Энд:

$H_t \in \{H_0, H_1, uncertain\}$ -энергийн статистик ба шуугианы суурь үнэлгээнээс гаргасан мэдрэх таамаглалын төлөв; $T_{s,t}$ -тухайн фреймд зарцуулсан мэдрэх хугацаа; D_t -нийлмэл шийдвэрийн хувьсагч; $\hat{L}_t \in \{0, 1\}$ -ED, MF, Cyclo мэдрэгчдийн PU төлөвийн псевдо утга; $\hat{I}_t$ -сугуудаар хийсэн кросс корреляц ба шуугианы суурийн үнэлгээнээс тооцсон SU-д нөлөөлөх интерференцийн чадал; $\hat{h}_t$ -SCF ба циклик давтамжийн онцлогтой хамааралтай үр дүнтэй сувгийн замхралтын коэффициент; $K_{s,t}$ -хүлээн авсан дохионы илүүдэл куртоз, тогтворгүй байдал ба тэсрэлт маягийн урсгалыг илэрхийлнэ; SNR_t -агшин зуурын SNR; $\hat{P}_{D,t}$ -ROC калибровк эсвэл онлайн төөрөгдлийн статистикаас гаргасан илрүүлэлтийн магадлалын үнэлгээ.

Энэхүү төлөвийн загвар нь одоогийн мэдрэх шийдвэрийн найдвартай байдал болон спектрийн динамик зэрэг тусгахуйц хангалттай баялаг мэдээллийг агуулна. Мөн илрүүлэлтийн магадлал, хуурамч дохиолол, спектрийн ашиглалт зэрэг уламжлалт гүйцэтгэлийн хэмжүүрүүдтэй нийцтэй.

Тухайн хугацаанд SU нь дараах дискрет үйлдлүүдийн аль нэгийг сонгоно:

- Proceed — SU PU сул гэж үзэн дамжуулалт хийнэ;
- Stop/Wait — SU дамжуулалтаас татгалзаж, мэдрэх хугацааг сунгаж болно;
- Creep — SU дамжуулахгүй ч сувгийг бүрэн орхихгүй, бага чадлаар дахин мэдрэх/шалгах үйлдэл хийнэ.

Эдгээр абстракт үйлдлүүдийг дамжуулах чадал, мэдрэх хугацаа, сувгийн сонголт зэрэг бодит удирдлагатай уялдуулж болно.

B. Шагналын функц ба интерференц-нэвтрүүлэх чадвар

SU бүрийн шийдвэрийг дараах скаляр шагналын функцээр үнэлнэ:

$$R_t = -\alpha P_{int,t} - \beta P_{miss,t} - \gamma P_{fa,t} + \delta U_{thr,t} - \epsilon E_{sense,t} + \mu I_{gain,t} \quad (3)$$

Энд:

$P_{int,t} = 1\{A_t = Proceed\}Pr(L_{t+1} = 1 | S_t)$ нь дараагийн фреймд идэвхтэй анхдагч хэрэглэгчид интерференц үүсгэх магадлалыг илэрхийлнэ; $P_{miss,t} = 1 - \hat{P}_{D,t}$ нь алгассан илрүүлэлтийн (miss-

detection) магадлал; $P_{fa,t}$ нь хуурамч дохиоллын (false-alarm) магадлал; $U_{thr,t} = 1\{A_t = Proceed\}B\tau_{tx} \log_2(1 + SNR_t^{(SU)})$ нь SU хэрэглэгчийн дамжуулалтын хурдыг загварчилна. Энд B -сувгийн зурвасын өргөн, τ_{tx} -үр ашигтай дамжуулалтын хугацаа; $E_{sense,t} = c_T T_{s,t} + c_{proc}$ нь мэдрэх процессын энерги болон боловсруулалтын зардлыг ойролцоолон илэрхийлнэ; $I_{gain,t} = H_{prior,t} - H_{posterior,t}$ нь ирээдүйн PU идэвхийн талаарх тодорхойгүй байдлын бууралтыг хэмжинэ. Энд $H(\cdot)$ нь L_{t+1} -ийн итгэлцлийн тархалтын энтропи юм [45, 57].

Сөрөг тэмдэгтэй коэффициентүүд $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \mu$ нь PU хамгаалалт, илрүүлэлтийн найдвартай байдал, SU дамжуулалтын чадал, мэдрэх зардал, мэдээллийн ашиг зэрэг хүчин зүйлүүдийн харьцангуй жинг тохируулна. Практикт спектрийн зохицуулалтын шаардлагын улмаас α -г ихэвчлэн хамгийн давамгай жин болгон сонгож, PU-д учруулах хор хөнөөлтэй интерференцийг хатуу шийтгэх зорилгоор ашигладаг бол δ болон μ нь SU бодлогын идэвхжил, хайгуулын зан төлөвийг зохицуулна [53, 54].

C. Давталттай кооператив биш тоглоом ба оновчлолын зорилт

Нэг зурвасыг хуваалцан ашиглаж буй олон SU хоорондын харилцан үйлчлэлийг давталтат хамтын бус тоглоомоор загварчилна. Үүнд SU бүр i нь үйлдлийн багцаас $\{A_t^{(i)}\}$ бие даан сонголт хийж, интерференц болон мөргөлдөөний хязгаарлалтуудын нөхцөлд урт хугацааны өгөөжөө дээдлэхийг зорьдог. Энэхүү ажилд бид нэг агентын шийдвэр гаргалтыг авч үзэх ба бусад SU-үүдийн нийлбэр интерференцийн нөлөөг төлөвийн хувьсагч $\hat{I}_t$ -д шингээж, PU идэвхийн динамиктай хамтатган загварчилна.

π -г стационар бодлого гэж үзвэл, энэ нь төлөв S_t -г үйлдэл $A_t = \pi(S_t)$ -д дүрслэн харгалзуулна. Санал болгож буй урьдчилан таамаглах спектр мэдрэх схемийн зорилго нь хүлээгдэж буй хөнгөлөлттэй өгөөжийг дээдлэх бодлого π^* -г олох явдал юм:

Дараах зохицуулалтын интерференцийн хязгаарлалтыг хангана:

$$\pi^* = \arg \max_{\pi} E_{\pi}[\sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t R_t] \quad (4)$$

Энд

$$Pr(L_{t+1} = 1, A_t = Proceed) \leq \epsilon_{PU}$$

$\gamma \in (0, 1)$ — хөнгөлөлтийн коэффициент,

ϵ_{PU} -PU-д зөвшөөрөгдөх интерференцийн дээд босго. Энэхүү томъёолол нь урьдчилан таамаглах спектр мэдрэхийн үндсэн мөн чанарыг илэрхийлдэг. Өөрөөр хэлбэл, PU тухайн агшинд идэвхтэй эсэхийг зөвхөн илрүүлэхээс гадна, SU нь ирээдүйн PU идэвхийн таамаглалд тулгуурласан SAR-ийн бодлогоор спектр ашиглалт болон интерференц

хамгаалалтын хоорондын тэнцвэрийг давталтат, хамтын бус тоглоомын орчинд хангахыг зорьдог.

IV. Шийдвэрийн түвшний таамаглалд суурилсан спектр мэдрэх хүрээ

A. Шийдвэрийн түвшний таамаглал

Уламжлалт спектр мэдрэх аргууд нь PU-ийн агшин зуурын илрүүлэлтэд төвлөрдөг тул динамик орчинд хариу үйлдэлд суурилсан хандлага давамгайлдаг. Шийдвэрийн түвшний таамаглалд суурилсан хандлага нь PU-ийн ирээдүйн идэвхийг урьдчилан үнэлэх замаар шийдвэрийн зорилгыг өөрчилж, өндөр динамиктай спектрийн орчинд интерференц ба илүүдэл мэдрэх зардлыг бууруулах боломж олгодог. Шийдвэрийн түвшний абстракц нь илрүүлэгч, онцлог, контекст мэдээллийг нэгтгэснээр найдвартай байдал болон шуугианы нөлөөнд тэсвэртэй байдлыг нэмэгдүүлдэг.

B. Мэдрэх мэдээллийн шийдвэрийн түвшний нэгтгэл

Санал болгож буй хүрээнд ED, MF, циклоstationар илрүүлэлтээс гарсан олон статистикуудыг шийдвэрийн түвшинд нэгтгэнэ. Эдгээр хувьсагчид нь нийлмэл шийдвэрийн статистик, найдвартай байдлын үнэлгээ, PU идэвхийн хуурамч шошгыг агуулж, мэдрэх үр дүнгийн итгэлцэл ба тогтвортой байдлыг хамтад нь илэрхийлнэ:

$$D_t = \{D_t, \hat{L}_t, \hat{P}_{D,t}, \hat{P}_{FA,t}\}$$

Энэхүү шийдвэрийн түвшний дүрслэл нь өндөр түвшний оновчтой шийдвэр гаргалтын хүрээнд үндсэн оролт болж, хамтын ба кооператив биш спектр хуваалцах загваруудад өргөн хэрэглэгддэг уян хатан, өргөтгөх боломжтой төлөөлөл юм. Чухал зүйл бол шийдвэрийн түвшний шинж чанарууд нь илрүүлэгчийн өвөрмөц төгс бус байдал бага мэдрэмтгий байдаг тул тэдгээрийг олон төрлийн мэдрэгчийн нөхцөлд урьдчилан таамаглах загварчлалд тохиромжтой болгодог.

C. Урьдчилсан таамаглалд чиглэсэн итгэлцлийн шинэчлэл

Хоёрдогч хэрэглэгч нь слот бүр дээрх анхдагч хэрэглэгчийн (Primary User, PU) идэвхжиллийн талаархи итгэлцлийг дараах байдлаар хадгална:

$$b_t = Pr(L_{t+1} = 1 | D_{0:t})$$

энд D_t нь шийдвэрийн түвшний ажиглалтын түүхийг илэрхийлнэ [88].

D. Шийдвэрийн түвшний үйлдэл сонголт

Одоогийн b_t болон төлөв s_t -д үндэслэн SU дараах үйлдлүүдийн аль нэгийг сонгоно:

$$A_t \in \{Proceed, Stop/Wait, Creep/Yield\}$$

Эдгээр нь SAR-д суурилсан томъёоллоос үүдэлтэй. “Proceed” нь спектр ашиглалтыг үргэлжлүүлэх, “Wait” нь спектрийн орчинд тодорхойгүй байдал өндөр үед хүлээх, “Stop” нь PU дахин идэвхжих өндөр магадлалтай үед

дамжуулалтыг зогсоох, харин “Creep” нь эрсдэлийг багасгах зорилгоор хэсэгчилсэн нэвтрэлт хийж PU идэвхжилд мэдрэмтгий тохируулга хийх стратегийг илэрхийлнэ. Ялангуяа, “Stop/Wait” стратеги нь өндөр эрсдэлтэй орчинд PU дахин гарч ирэх магадлал ихсэх үед PU-тай мөргөлдөхөөс зайлсхийхэд чухал үүрэг гүйцэтгэнэ. Ийм стратегийн зохистой хослол нь динамик спектрийн хандалтын орчинд хөндлөнгийн оролцоог мэдэгдэхүйц бууруулдаг болох нь судалгаагаар тогтоогдсон [91].

E. Шийдвэрийн түвшний давталттай кооператив биш тоглоомын шийдвэр гаргалт

Шийдвэр бүр нь тухайн мөчийн шагнал болон ирээдүйн итгэлцлийн шинэчлэлд ашиглагдах мэдээлэлд шууд нөлөөлнө. Иймд мэдрэх, урьдчилан таамаглах, хандалтын шийдвэрүүд нь цаг хугацааны туршид харилцан уялдаатай, олон үе шаттай харилцан үйлчлэл үүсгэнэ. Уг загвар нь төвлөрсөн зохицуулалтгүй нөхцөлд ч SU-үүдийн урт хугацааны ашигт чиглэсэн зан төлөвийг дэмжих боломж олгоно. Ингэснээр когнитив радио сүлжээ нь тодорхойгүй орчинд ч тогтвортой ажиллагааг хадгалж, өрсөлдөөний нөхцөлд PU-тай зөрчилдөх эрсдэлийг системтэйгээр удирдах чадвартай болно. Энэ нь тодорхой сургалтын алгоритмд хязгаарлагдахгүй тул уламжлалт оновчлолын аргууд болон орчин үеийн гүн reinforcement сургалтын аргуудтай уялдан хэрэгжих боломжтой.

V. Туршилтын тооцоо

Симуляцийн орчинд PU-ийн идэвхжлийн төлөвийг санамсаргүй ON/OFF процессоор загварчилж, шийдвэрийн түвшний мэдрэхүйн параметруудийг энергийн статистик, циклоstatистик шинж, дохио-шуугианы харьцааны хэмжигдэхүүнүүдээр илэрхийлсэн. Эдгээр ажиглалтын хэмжигдэхүүнийг нэгтгэн нийлмэл шийдвэрийн хувьсагчийг бүрдүүлэх замаар SU агентын итгэлцлийн төлөв шинэчлэгдэж, ингэснээр дараагийн слот дахь PU идэвхжлийн магадлалын үнэлгээ шат дараатайгаар сайжирдаг. Туршилтын зорилго нь зөвхөн илрүүлэлтийн нарийвчлалыг хэмжихэд хязгаарлагдахгүй, харин таамаглалын чанар, тодорхойгүй байдлын нөлөө, шийдвэр гаргалтын харилцан солилцоог цогцоор нь үнэлэхэд чиглэсэн.

Түүнчлэн санал болгож буй арга нь Proceed, Stop, Creep гэсэн гурван үйлдлийн орон зайд ажиллах бөгөөд эдгээр үйлдлийн оновчтой эсэхийг дараагийн слот дахь бодит PU төлөвтэй харьцуулан шагналын функцээр үнэлсэн. Ийм бүтэц нь интерференцээс зайлсхийх, боломжит спектрийн нөөцийг ашиглах, дахин мэдрэхтэй холбоотой зардлыг зэрэг харгалзан үзсэн тоглоомын онолын шийдвэрийн орчныг бүрдүүлдэг.

Хүснэгт 1-д санал болгож буй урьдчилан таамаглах спектр мэдрэхүйн алгоритмын симуляцийн үндсэн параметруудийг нэгтгэн харуулсан. Үүнд PU төлөвийн шилжилтийн магадлал, шийдвэрийн түвшний мэдрэхүйн

статистикийн тархалтын шинж, итгэлцлийн шинэчлэлтийн жингийн коэффициент, мөн үйлдэл сонголтын босгууд багтсан. Ийм параметрийн тохируулга нь SU агентын шийдвэр гаргалтын динамикийг бодит когнитив радиогийн орчны нөхцөлтэй ойролцоо байдлаар загварчлахад чиглэж байна.

ТУРШИЛТЫН ПАРАМЕТР

1-Р ХҮСНЭГТ

№	Параметрийн нэр	Тэмдэглэгээ	Утга
1	Симуляцийн нийт слотын тоо	(T)	300
2	PU эхний идэвхжлийн магадлал	p_{on}	0.30
3	PU идэвхтэй төлөв хадгалагдах магадлал	p_{stay_on}	0.85
4	PU идэвхгүй төлөв хадгалагдах магадлал	p_{stay_off}	0.80
5	Decision-level energy дундаж (PU active)	$\mu_E^{(1)}$	1.2
6	Decision-level energy дундаж (PU idle)	$\mu_E^{(0)}$	0.4
7	SCF дундаж (PU active)	$\mu_{SCF}^{(0)}$	0.9
8	SCF дундаж (PU idle)	$\mu_{SCF}^{(1)}$	0.2
9	SNR дундаж (PU active)	$\mu_{SNR}^{(1)}$	10 dB
10	SNR дундаж (PU idle)	$\mu_{SNR}^{(0)}$	-5 dB
11	Belief шинэчлэлтийн жин (шинэ posterior)	ω_{new}	0.3
12	Belief шинэчлэлтийн жин (өмнөх belief)	ω_{prev}	0.7
13	Proceed босго	λ_1	0.35
14	Stop босго	λ_2	0.65
15	Creep муж	—	[0.35, 0.65]
16	Proceed зөв үед reward	R_P^+	+1.0
17	Proceed буруу үед penalty	R_P^-	-1.0
18	Stop зөв үед reward	R_S^+	+0.5
19	Stop буруу үед penalty	R_S^-	-0.5
20	Creep sensing cost	R_C	-0.2

Хүснэгтэд тодорхойлсон параметруудад тулгуурлан санал болгож буй урьдчилан таамаглах спектр мэдрэхүйн аргын дараалсан шийдвэр гаргалтын механизмыг Алгоритм 1-д дэлгэрэнгүй харуулсан. Тус алгоритм нь decision-level ажиглалтын мэдээллийг belief шинэчлэлтийн процессоор боловсруулж, дараагийн слот дахь PU идэвхжлийн магадлалын үнэлгээг гарган, үүний үндсэн дээр Proceed, Stop, эсвэл Creep үйлдлийн аль нэгийг сонгох итератив логикийг хэрэгжүүлдэг.

Санал болгож буй арга нь хугацааны слот бүрд ажиглалт, итгэлцлийн шинэчлэлт, дараагийн агшны PU идэвхжлийн магадлалын таамаглал, шийдвэр сонголт, үр дагаврын үнэлгээ гэсэн уялдаа бүхий мөчлөгөөр ажиллана. Ийм хандлага нь уламжлалт “PU тухайн мөчид байгаа эсэхийг илрүүлэх” аргачлалаас ялгаатайгаар дараагийн слот дахь PU идэвхжлийн магадлалыг урьдчилан үнэлж, түүнд суурилан дамжуулалтын шийдвэр гаргах боломжийг бүрдүүлдэг.

САНАЛ БОЛГОЖ БУЙ АЛГОРИТМ

2-Р ХҮСНЭГТ.

№	Оролт: Нийт слотын тоо T, Эхний итгэлцэл b_0 , Шийдвэрийн босгууд λ_1, λ_2 Гаралт: Дараагийн слотын PU идэвхжлийн магадлал $\hat{p}_{t+1}$, Сонгогдсон үйлдэл A_t
1	Анхны итгэлцлийг $b \leftarrow 0.5$ гэж онооно.
2	for each time slot $t = 1 \dots T$ DO
3	Decision-level мэдрэхүйн параметруудийг авах: - Энергийн статистик E_t - Циклостатистик шинж SCF_t - Дохио-шуугианы харьцаа SNR_t
4	Нийлмэл шийдвэрийн хувьсагч байгуулах: $dv_t = f(E_t, SCF_t, SNR_t)$
5	Нийлмэл шийдвэрийн хувьсагч байгуулах: $p_t = \sigma(dv_t)$
6	Итгэлцлийг шинэчлэх: $b \leftarrow w_{prev} \cdot b + w_{new} \cdot p_t$
7	Дараагийн слотын PU идэвхжлийн магадлалыг таамаглах: $\hat{p}_{t+1} = b$
8	Үйлдэл сонгох: IF $\hat{p}_{t+1} < \lambda_1$ $A_t = \text{PROCEED}$ ELSE IF $\hat{p}_{t+1} > \lambda_2$ $A_t = \text{STOP}$ ELSE $A_t = \text{CREEP}$ END IF
9	Дараагийн слот дахь бодит PU төлвийг авна.
10	Сонгосон үйлдэл бодит дараагийн PU төлөвтэй хэр нийцсэнээс хамааран reward R_t-ийг тооцно.
11	Давталтыг дуусгах

Уламжлалт илрүүлэлтийн аргууд нь тухайн мөчид PU-ийн төлөвийг тодорхойлоход үр дүнтэй боловч ирээдүйн спектрийн төлөвийг урьдчилан таамаглах боломж хязгаарлагдмал хэвээр байна. Нөгөө талаас, LSTM болон reinforcement learning-д суурилсан аргууд нь динамик орчинд өндөр гүйцэтгэл үзүүлэх боломжтой боловч их хэмжээний сургалтын өгөгдөл шаардах, бодлогын тогтворжилт алдагдах, тайлбарлах боломж сулрах зэрэг хүндрэлтэй. Харин санал болгож буй SAR-д суурилсан тоглоомын загвар нь тайлбарлах боломж, өргөтгөх чадвар, урьдчилан сэргийлэх шийдвэр гаргалтын үр нөлөөний хооронд илүү зохистой тэнцвэрийг хангаж буйгаараа давуу талтай.

VI. ҮР ДҮН

A. Дараагийн слотын PU идэвхжлийн таамаглалын гүйцэтгэл

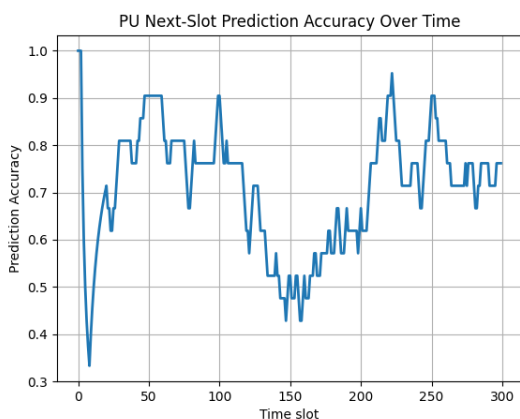
Зураг 1-д 300 симуляцийн слотын турш дараагийн слот дахь PU идэвхжлийн таамаглалын нарийвчлал хэрхэн өөрчлөгдөж буйг харуулав. Санал болгож буй SAR-д суурилсан, давталттай кооператив биш тоглоомын хүрээ бүхий урьдчилсан таамаглалд чиглэсэн спектр мэдрэх арга нь уламжлалт, тухайн агшны PU төлөвийг шууд илрүүлдэг мэдрэх аргуудаас ялгаатай нь дараагийн слотын PU төлөвийг магадлалын үүднээс урьдчилан таамаглах чадвартай.

Туршилтын үр дүнгээс харахад анхны шилжилтийн үеийн богино хугацааны хэлбэлзлийн дараа таамаглалын нарийвчлал хурдан тогтворжиж, ойролцоогоор 0.70–0.85 хооронд хэлбэлзэн

хадгалагдсан. Энэ нь динамик, импульстэй PU урсгал бүхий орчинд санал болгож буй хүрээ дасан зохицох чадвар өндөртэйг илтгэнэ.

Шийдвэрийн түвшний онцлог шинжүүд болон давталттай тоглоомын харилцан үйлчлэл нь PU идэвхжлийн магадлалын бүтэц дэх цаг хугацааны хамаарлыг үр дүнтэй барьж чадсанаар таамаглалын гүйцэтгэлийг мэдэгдэхүйц сайжруулсан. Ялангуяа PU идэвхжил нь импульстэй Марковын процессоор загварчлагдсан нөхцөлд богино хугацааны огцом өөрчлөлтүүдийг зөв илрүүлж, буруу таамаглалын хуримтлалыг бууруулж байв.

Мөн урт хугацаанд гүйцэтгэлийн огцом уналт ажиглагдаагүй нь дараалсан спектр таамаглалын аргууд зөв тодорхойгүй байдлын загварчлал, давталттай харилцан үл-хамтран харилцан үйлчлэлийг тооцоогүй тохиолдолд тогтвортой ажиллагааг хангаж чаддаггүй гэсэн өмнөх судалгааны дүгнэлтийг баталж байна. Иймээс SAR-д суурилсан томьёолол нь төвлөрсөн зохицуулалтгүй орчинд ч урт хугацааны тогтвортой гүйцэтгэлийг хангах боломжтойг нотлов.

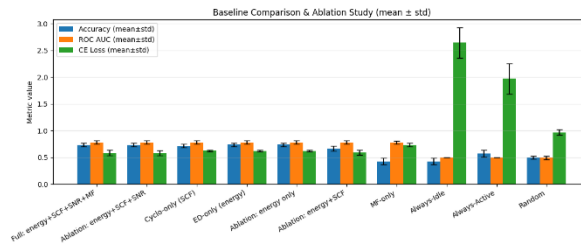


1-р зураг. Хугацааны явц дахь PU-ийн дараагийн үүрний таамаглалын нарийвчлал

В. Суурь аргуудтай харьцуулалт ба абляцийн судалгаа

Зураг 2-т ROC-AUC болон кросс-энтропи алдагдлын (CE Loss) дундаж утга, стандарт хазайлтыг харуулж, суурь аргуудтай харьцуулсан болон абляцийн судалгааны үр дүнг үзүүлэв. Харьцуулалтад уламжлалт илрүүлэгчид болох эрчим хүчний илрүүлэлт (ED), тохирсон шүүлтүүр (MF), Always-On стратеги, санамсаргүй таамаглал, мөн нэг илрүүлэгч дээр суурилсан (ED-only, MF-only) хувилбаруудыг багтаасан.

Санал болгож буй арга нь бүх суурь аргуудаас ROC-AUC ≈ 0.78 – 0.80 гэсэн өндөр үзүүлэлттэй гарч, хамгийн бага CE алдагдлыг үзүүлсэн нь дараагийн слотын PU идэвхжлийг магадлалын үүднээс илүү найдвартай таамаглаж байгааг харуулна. Always-Active стратеги нь ROC-AUC муу, CE алдагдал өндөр гарсан нь динамик орчинд дасан зохицох чадвар сул, PU хамгаалалтын шаардлагыг хангаж чадахгүй байгааг илтгэнэ.



2-р зураг. Урьдчилан таамаглах нарийвчлал, ROC AUC, CE алдагдлаар хийсэн суурь ба абляцийн харьцуулалт

Абляцийн судалгаагаар цикло-статистик шинжийг хассан тохиолдолд SNR багатай орчинд гүйцэтгэл мэдэгдэхүйц буурч, харин эрчим хүч-контекст-гибрид онцлог шинжийг хасахад тогтворгүй PU идэвхжилтэй нөхцөлд таамаглалын найдвартай байдал дордож байгааг тогтоов. Иймд олон эх үүсвэртэй онцлог шинжийн нэгдсэн загварчлал нь PU идэвхжил хэсэгчлэн тодорхойгүй үед онцгой чухал болох нь нотлогдсон.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү өгүүлэлд давталттай кооператив биш тоглоом болон SAR загварт суурилсан урьдчилсан таамаглалд чиглэсэн спектр мэдрэх шинэ фреймийг санал болголоо. Уг хүрээ нь дараагийн слотын PU идэвхжлийн магадлалыг ил тод чиглүүлэн оновчлох боломж олгож, идэвхтэй, саад багатай спектр ашиглалтыг дэмждэг.

Санал болгож буй арга нь масштаблах боломжтой, уян хатан архитектуртай бөгөөд уламжлалт дохио боловсруулалтын арга, машин сургалтын орчин үеийн хандлагуудтай хослон хэрэгжих боломжтой. Цаашдын судалгаанд олон хэрэглэгч, олон суваг бүхий бодит орчинд өргөтгөх, олон агентын харилцан үйлчлэлд суурилсан шагналын жингийн оновчлол, бодит цагийн хэрэглээнд тохирох бага сааталтай шийдлүүдийг хөгжүүлэх чиглэлд судлах шаардлагатай.

Эдгээр үр дүн нь когнитив радио системийн хүрээнд урьдчилсан таамаглалд суурилсан спектр мэдрэх арга нь дараагийн үеийн ухаалаг спектр удирдлагын ирээдүйтэй чиглэл болохыг харуулж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Zeng, Y.; Liang, Y.-C.; Hoang, A.T.; Zhang, R. A review on spectrum sensing for cognitive radio: Challenges and solutions. EURASIP J. Adv. Signal Process. 2010, 381465.
- [2] Axell, E.; Leus, G.; Larsson, E.G.; Poor, H.V. Spectrum sensing for cognitive radio: State-of-the-art and recent advances. IEEE Signal Process. Mag. 2012, 29, 101–116.
- [3] Wang, B.; Liu, K.J.R. Advances in cognitive radio networks: A survey. IEEE J. Sel. Top. Signal Process. 2011, 5, 5–23.
- [4] Li, H.; Han, Z. Competitive spectrum access in cognitive radio networks. IEEE Syst. J. 2011, 5, 66–76.
- [5] Chen, Y.; Wyglinski, A.M. A time series predictive model for spectrum occupancy. IEEE Trans. Veh. Technol. 2010, 58, 3765–3776.
- [6] Wang, J.; Chen, Y.; Zhang, Q. Spectrum prediction using time-series models. IEEE Commun. Lett. 2014, 18, 1274–1277.

- [7] Alshamrani, A.; et al. Deep learning techniques for spectrum prediction. *Sensors* 2020, 20, 6798.
- [8] Sutton, R.S.; Barto, A.G. *Reinforcement Learning: An Introduction*; MIT Press: Cambridge, MA, USA, 2018.
- [9] Luong, N.C.; et al. Applications of deep reinforcement learning in communications and networking. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 2019, 21, 3133–3174.
- [10] Mnih, V.; et al. Human-level control through deep reinforcement learning. *Nature* 2015, 518, 529–533.
- [11] Osborne, M.J.; Rubinstein, A. *A Course in Game Theory*; MIT Press, 1994.
- [12] Wang, B.; Wu, Y.; Liu, K.J.R. Game theory for cognitive radio networks: An overview. *Comput. Netw.* 2010, 54, 2537–2561.
- [13] Han, Z.; Niyato, D.; Saad, W.; Başar, T.; Hjørungnes, A. *Game Theory in Wireless and Communication Networks*; Cambridge Univ. Press, 2012.
- [14] Maskery, G.; Krishnamurthy, V. SAR formulation for cognitive sensing. *IEEE Trans. Signal Process.* 2012, 60, 479–490.
- [15] Zhang, Y.; Gao, J. Decision-level fusion in cognitive radio networks. *Sensors* 2018, 18, 4037.
- [16] Chen, X.; Han, Z. A prediction-based game-theoretic approach to spectrum access. *IEEE Trans. Veh. Technol.* 2016, 65, 3737–3749.
- [17] Sun, H.; Nallanathan, A.; Wang, C.-X.; Poor, H.V. Prediction-assisted spectrum sensing. *IEEE Trans. Wirel. Commun.* 2013, 12, 509–520.
- [18] Axell, E.; et al. Spectrum sensing for cognitive radio. *IEEE Signal Process. Mag.* 2012, 29, 101–116.
- [19] Quan, Z.; et al. Optimal power control in cognitive radio networks. *IEEE Trans. Veh. Technol.* 2010, 59, 1352–1361.
- [20] Liu, X.; et al. Decision fusion for cooperative spectrum sensing. *Sensors* 2018, 18, 4037.
- [21] Chen, Y.; et al. Spectrum prediction using neural networks. *IEEE Trans. Veh. Technol.* 2012, 61, 285–299.
- [22] Wang, J.; et al. Machine learning for spectrum prediction. *IEEE Commun. Lett.* 2014, 18, 1274–1277.
- [23] Hou, X.; et al. Deep learning-based spectrum occupancy prediction. *Sensors* 2020, 20, 5795.
- [24] Alshamrani, A.; et al. Spectrum prediction using deep learning. *Sensors* 2020, 20, 6798.
- [25] Yu, R.; et al. Deep reinforcement learning for spectrum access. *IEEE J. Sel. Areas Commun.* 2019, 37, 1–14.
- [26] Luong, N.C.; et al. Deep reinforcement learning in communications. *IEEE Commun. Surv. Tutor.* 2019, 21, 3133–3174.
- [27] Wang, B.; Liu, K.J.R. Game theory for cognitive radio networks. *Comput. Netw.* 2010, 54, 2537–2561.
- [28] Han, Z.; et al. *Game theory in wireless networks*. Cambridge Univ. Press, 2012.
- [29] Li, H.; Han, Z. Competitive spectrum access. *IEEE Syst. J.* 2011, 5, 66–76.
- [30] Maskery, G.; Krishnamurthy, V. SAR formulation for sensing. *IEEE Trans. Signal Process.* 2012, 60, 479–490.
- [31] Chen, X.; Han, Z. Game-based spectrum prediction. *IEEE Trans. Veh. Technol.* 2016, 65, 3737–3749.
- [32] Sun, H.; et al. Prediction-assisted spectrum sensing. *IEEE Trans. Wirel. Commun.* 2013, 12, 509–520.
- [33] Zhang, Y.; Gao, J. Decision-level fusion in CRNs. *Sensors* 2018, 18, 4037.

MMWAVE КОГНИТИВ РАДИО СҮЛЖЭЭНД ДАВТАЛТТАЙ КООПЕРАТИВ БИШ ЛОГИКООР ХЭРЭГЛЭГЧИЙН СЛОТЫГ ТООЦООЛОХ СУДАЛГАА

Ламжавын ЭРДЭНЭБАЯР¹, Батаагийн ОТГОНБАЯР¹

¹ Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Мэдээлэл холбооны технологийн сургууль, Холбооны салбар

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

Хураангуй: Дараа үеийн mmWave когнитив радио сүлжээнүүд нь интерференцтэй орчинд зөвхөн спектрийг өндөр нарийвчлалтай мэдрэхээс гадна дараагийн дамжуулалтын слотод анхдагч хэрэглэгч (PU) идэвхтэй байх магадлалыг урьдчилан үнэлэх шаардлага үүсдэг. Иймд тус судалгаагаар давталттай кооператив биш тоглоомын логикийн хүрээнд тодорхойлсон SAR-INCG загварыг санал болгох ба mmWave унтралт бүхий орчинд гүйцэтгэсэн симуляцийн үр дүнгээс харахад SAR-INCG нь хамгийн сүүлийн үеийн RL-д суурилсан болон таамаглалд суурилсан суурь аргуудаас кросс-энтропийн алдагдлыг 19–27% бууруулж, ROC-AUC-ийг 13–18% нэмэгдүүлэн, мөн PR-AUC болон калибрацийн үзүүлэлтүүдийг мэдэгдэхүйц сайжруулсан байна. Тоглоомын логикт суурилсан харилцан үйлчлэл нь PU мөргөлдөх магадлалыг 30–40%-иар бууруулж, хандалтын стратегийг дундаж талбарын тэнцвэрт чиглэсэн тогтвортой төлөв рүү тогтворжуулж байгааг харууллаа. Эдгээр үр дүн нь урьдчилсан таамаглалын загварчлалыг давталттай кооператив биш логиктой хослуулах нь mmWave орчин дахь динамик спектр хандалтад стратегийн хувьд нийцтэй, бат бөх механизм бүрдүүлдгийг нотолж, дараагийн үеийн утасгүй системд тохирох урьдчилан таамаглалд суурилсан когнитив радио архитектур боловсруулах боломжийг нээж байна.

Түлхүүр үг: Анхдагч хэрэглэгч, кросс энтропи, ROC шинжилгээ, reinforcement сургалт, шийдвэрийн түвшин

I. УДИРТГАЛ

Ирээдүйн mmWave холбооны системүүдэд өндөр өгөгдлийн хурд, сааталд мэдрэмтгий үйлчилгээний эрэлт огцом нэмэгдэж буй нь когнитив радио сүлжээнүүдийн спектрийн хомсдлын асуудлыг улам хурцатгаж байна [1]. Үүний хариуд энергийн илрүүлэлт, зохицсон шүүр, цикло статистик онцлогийн гаргалгаа зэрэг уламжлалт спектр мэдрэх аргуудыг анхдагч хэрэглэгчийн эзлэлтийг илрүүлэхэд өргөнөөр ашиглаж ирсэн боловч эдгээр нь мөн чанартаа реактив хэвээр байж, өндөр динамик орчинд дараагийн слот дахь PU зан төлөвийг баталгаатай урьдчилан таамаглах боломж олгодоггүй [2]. Сүүлийн үеийн машин сургалтын ахиц, ялангуяа reinforcement сургалт (RL) нь хоёрдогч хэрэглэгчдэд орчны гэдрэг холбооноос мэдрэх бодлогыг суралцах боломж олгож, илүү дасан зохицох чадвартай мэдрэх хүрээ рүү шилжихэд түлхэц өгсөн [3]. Гэвч RL-д суурилсан ихэнх мэдрэх шийдлүүд нь хоёрдогч хэрэглэгчийг (SU) дангаар шийдвэр гаргагч агент гэж үзэж, ижил спектрийн нөөцийн төлөө өрсөлдөж буй олон SU-үүдийн хоорондын стратегийн харилцан үйлчлэлийг үл тооцсон хэвээр байна. Үүний улмаас нягт mmWave зурваст ажиглагддаг интерференцийн хамаарал болон давталттай шийдвэр гаргалтын динамикийг бүрэн хамарч чаддаггүй [4].

Уг өгүүлэлд mmWave орчин дахь CRN-д дараагийн слотын PU идэвхжлийг таамаглахад зориулсан, давталттай кооператив биш тоглоомын логикийн баяжуулсан State–Action–Reward-г санал болгож байна. Одоогийн слот дахь PU идэвхжил байгаа эсэхийг л илрүүлдэг уламжлалт мэдрэх схемүүдээс ялгаатай нь, санал болгож буй арга нь илрүүлэгчийн статистик, орчны контекст, түүхэн

шийдвэрүүдийг ашиглан SU бүрт дараагийн хугацааны слотод PU идэвхжих магадлалыг урьдчилан таамаглах боломж олгодог. Давталттай спектр хандалтын тоглоомд SU бүрийг оновчтой агент болгон загварчилснаар SAR-INCG нь стратегийн рациональ байдал, decision–reward буцах холбоо, олон зорилтот ашиг, интерференцийн хамаарал, мөн симуляцлах боломжтой тэнцвэрийн төлөвийг нэгтгэсэн цогц загварчлалыг бүрдүүлж байна.

II. СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

Уламжлалт спектр мэдрэх аргууд нь когнитив радиогийн судалгааны суурь чиглэл хэвээр байна. Энергийн илрүүлэлт, зохицсон шүүр, цикло статистик онцлогт суурилсан илрүүлэлт зэрэг сонгодог аргуудыг анхдагч хэрэглэгчийн идэвхжлийг илрүүлэхэд өргөн хүрээтэй судалж ирсэн [5]. Энергийн илрүүлэлт нь тооцооллын энгийн байдлаараа түгээмэл боловч шуугианы тодорхойгүй байдалд маш мэдрэмтгий, мөн PU дохиог интерференцтэй дохионоос ялган таних чадвар сул байдаг [6]. Зохицсон шүүр нь дохионы шинж чанар урьдчилан мэдэгдсэн нөхцөлд оновчтой илрүүлэлт хийдэг хэдий ч динамик орчинд практик хэрэгжилт хязгаарлагдмал [7]. Цикло статистик аргууд нь шуугиан ба модуляцлагдсан дохиог найдвартай ялган таних чадвартай боловч тооцооллын өндөр зардал шаарддаг [8].

Эдгээр аргууд нь тухайн агшны илрүүлэлтэд үр дүнтэй боловч урьдчилан таамаглах чадваргүй тул хурдан өөрчлөгддөг mmWave сувгуудад (унтралт, интерференц богино хугацаанд эрчимтэй өөрчлөгдөх нөхцөлд) спектрийн орчны дүр зураг

түргэн хувьсан өөрчлөгдөхөд дасан зохицох боломж хязгаарлагдмал байдаг [9]. Сонгодог аргуудын статик шинж чанарыг даван туулах зорилгоор reinforcement сургалтыг спектр мэдрэхэд нэгтгэн, дасан зохицох чадвартай шийдвэр гаргалтыг хэрэгжүүлэх болсон [10]. Гүн Q-сургалт болон Double-DQN нь хоёрдогч хэрэглэгчдэд ажиглагдсан reward болон state-ийн шилжилтэд тулгуурлан оновчтой мэдрэх үйлдлүүдийг суралцах боломж олгодог [11]. Сүүлийн үеийн судалгаанууд RL-д суурилсан мэдрэх аргууд нь тодорхойгүй сигнал-шуугианы харьцаа (SNR) болон унтралттай нөхцөлд илрүүлэлтийн нарийвчлал илүү өндөр байгааг харуулж байна [12].

Гэсэн хэдий ч ихэнх одоо байгаа ажлууд нь реактив мэдрэхэд төвлөрч, шийдвэр бүрийг тухайн агшинд оновчлох замаар гүйцэтгэдэг бөгөөд PU идэвхжлийн хугацааны хамаарлыг ашиглахгүй хэвээр байна. Үүний улмаас дараагийн слот дахь спектрийн хүртээмжийг урьдчилан таамаглах чадвар сул, харин энэ нь бага саатал шаардсан mmWave холбоонд онцгой чухал ач холбогдолтой [13].

Олон агентын гүн Reinforcement сургалтыг ижил спектрийг хуваалцаж буй олон хоёрдогч хэрэглэгчдийн харилцан үйлчлэлийг загварчлахад санал болгосон байдаг [14]. Эдгээр ажлууд нь хамтын ажиллагаа болон өрсөлдөөний зарим талыг тусгаж чадсан боловч агент бүрийн бие даасан стратегийн шийдвэрийг тодорхойлсон тоглоомын онолын цэгцтэй томъёолол ихэвчлэн дутмаг байдаг. Тоглоомын онол нь интерференцны хязгаарлалтын дор SU бүр өөрийн ашиг тусыг хамгийн их байлгах зорилготой харилцан үл-хамтран спектр хандалтыг шинжлэх аналитик суурь бүрдүүлдэг [15]. Итератив буюу давталттай тоглоомууд нь урт хугацааны дасан зохицлыг загварчлах боломжтой боловч тэдгээрийг RL-тэй уялдуулах оролдлого харьцангуй хязгаарлагдмал хэвээр байна.

Ихэнх тоглоомд суурилсан хандлагууд нь дараагийн слот дахь PU идэвхжлийг таамаглахаас илүүтэйгээр тухайн агшны дамжуулалтын багтаамж эсвэл интерференцийн түвшнийг оновчлоход төвлөрдөг [16]. Сүүлийн жилүүдэд машин сургалт болон гүн сургалтын аргуудыг ашигласан спектрийн таамаглал эрчимтэй хөгжиж байна [17]. GAN болон рекуррент архитектурыуд (RNN/LSTM) нь спектрийн ашиглалтын хугацааны хамаарлыг оновчлоход хэрэглэгдэж байгаа боловч ихэнх тохиолдолд мэдрэх зардал, интерференцны харилцан хамаарлыг үл тооцдог [18].

III. ХЭРЭГЖҮҮЛЭЛТИЙН ЗАГВАР

A. Сүлжээний загвар

Нийтлэг mmWave давтамжийн зурвасыг хамтран ашигладаг нэг үндсэн хэрэглэгч (Primary User, PU) болон хэд хэдэн хоёрдогч хэрэглэгчдээс (Secondary Users, SU) бүрдэх когнитив радио сүлжээг (Cognitive Radio Network, CRN) авч үзье. SU-ууд нь PU-ийн дамжуулалтыг илрүүлэх болон сувгийг боломжит

байдлаар ашиглах зорилгоор тодорхой хугацааны давтамжтайгаар спектрийн тандан шинжилгээ (spectrum sensing) гүйцэтгэнэ.

mmWave сувгийн орчин нь өндөр давтамжийн улмаас замналын алдагдал ихтэй, бүдгэрэл (fading) болон интерференц огцом өөрчлөгдөх шинжтэй тул спектрийн ландшафт хурдан хугацаанд хувьсан өөрчлөгддөг. Когерент хугацаа богино, mmWave холбоос дахь интерференц эрчимтэй өөрчлөгдөх боломжтой учраас дараалсан цагийн завсар дахь сувгийн төлөв мэдэгдэхүйц ялгаатай байж болно.

PU болон SU-ийн дамжуулах чадлуудыг тус тус P_{PU} болон P_{SU} гэж тэмдэглэе. Тандан шинжилгээний интервал T_s -ийн туршид SU дээр хүлээн авах дохиог дараах байдлаар илэрхийлнэ:

$$y_t = \begin{cases} n_t & H_0 : PU \text{ inactive} \\ h_t x_t + n_t & H_1 : PU \text{ active} \end{cases} \quad (1)$$

Энд x_t нь PU-SU сувгийн коэффициент, $n_t \sim N(0, \sigma_n^2)$ нь нэмэлт цагаан Гауссын шуугиан (AWGN) болно.

Тандан шинжилгээний агшин дахь дохио-шуугианы харьцааг (SNR) дараах байдлаар тодорхойлно:

$$\gamma_t = \frac{|h_t|^2 P_{PU}}{\sigma_n^2}$$

B. Илрүүлэгчийн түвшний онцлог шинж

Тандан шинжилгээний нэг үе бүрд SU нь олон төрлийн илрүүлэгчийн түвшний онцлог шинжүүдийг ялган авдаг ба эдгээр нь цаашдын суралцах үйл явцад төлөвийн дүрслэл болгон ашиглагдана:

- Энергийн статистик: $Y_t = \frac{1}{T_s} \sum_{i=1}^{T_s} |y_t(i)|^2$
- Дараалсан тандан шинжилгээний мөчлөгүүдийн корреляцын коэффициент ρ_t (MF онцлог)
- Циклостационар шинж: $C_k(f)$
- Интерференцийн чадлын тооцоо: $I_t = \sum_{j \neq i} P_{SU,j} |h_{ij}|^2$

Эдгээр шинжүүд нь дараах ажиглалтын векторыг бүрдүүлнэ:

$$o_t = \{Y_t, \rho_t, c_k, I_t, \gamma_t, h_t, T_s\}$$

Энэ нь орчны төлөв болон илрүүлэгчийн түвшний онцлог шинжүүдийг цогцоор нь тусган илэрхийлдэг [21], [22].

C. SAR томъёолол

Тандан шинжилгээ болон сувгийн нэвтрэлтийн үйл явцыг Марковын шийдвэрийн процесс (Markov Decision Process, MDP) байдлаар дараах кортежоор загварчилна:

- Төлөв $st \in S$: t агшин дахь тандан шинжилгээний орчныг илэрхийлнэ:

$$s_t = \{\gamma_t, I_t, h_t, T_s, Y_t, \rho_t, c_k\} \quad (2)$$

- Үйлдэл $at \in A$: SU-ийн боломжит үйлдлүүд нь $a_t = \{Transmit, Resense, Wait\}$ байна.
- Шагнал $r_t \in R$: үйлдлийн гүйцэтгэлийг илэрхийлэх ба PU-д үзүүлэх интерференц, илрүүлэлтийн үнэн зөв байдал, саатал зэргийг хамтад нь тооцно:

$$r_t = \omega_1 \cdot TPR_t - \omega_2 \cdot FPR_t - \omega_3 \cdot D_t \quad (3)$$

Энд TPR_t , FPR_t нь тус тус жинхэнэ эерэг ба хуурамч эерэг илрүүлэлтийн магадлалууд, D_t нь тандан шинжилгээний саатал юм.

D. Дараагийн агшинд PU-ийн идэвхийг таамаглах

Одоогийн агшинд төвлөрдөг уламжлалт схемээс ялгаатай нь энэхүү аргачлал нь дараагийн агшин дахь PU-ийн төлөвийг урьдчилан таамаглахад чиглэнэ. s_t төлөв болон a_t үйлдлээс хамааран дараагийн агшин дахь PU-ийн идэвхийг Q-функцээр дараах байдлаар ойролцоолно:

$$\hat{P}_{t+1}(H_1) = f_{\theta}(s_t, a_t, r_t) \quad (4)$$

Энд $f_{\theta}(\cdot)$ нь гүн нейрон сүлжээ юм. Энэхүү урьдчилан таамаглах загвар нь сувгийн ашиглалтын үр ашгийг нэмэгдүүлж, өндөр давтамжийн сувгууд дахь мөргөлдөөний магадлалыг бууруулахад чиглэнэ.

E. Давталттай кооператив биш тоглоом

SU бүр давталттай кооператив биш тоглоомын хүрээнд өөрийн мэдрэх стратегийг давтамжтайгаар шинэчилж, интерференцийн хязгаарлалтыг харгалзан хуримтлагдсан шагналыг ихэсгэхийг зорьдог.

SU i-ийн тухайн агшны үр ашиг дараах байдлаар тодорхойлогдоно:

$$U_i(t) = R_i(t) - \lambda \sum_{j \neq i} P_{SU,j} |h_{ij}|^2 \quad (5)$$

Энд $R_i(t)$ нь амжилттай таамаглалт болон сувгийн нэвтрэлтээс үүдэх шагнал, λ нь интерференцлийн торгуулийн жин юм.

F. Асуудлын зорилт

Энэхүү загварын зорилго нь PU-д үзүүлэх интерференцлийг хамгийн бага түвшинд барьж, бүх SU-уудын урт хугацааны хүлээгдэж буй нийт шагналыг ихэсгэхэд оршино:

$$\max_{\pi_i} \sum_{i=1}^{N_s} E \left[\sum_{t=0}^T \gamma^t r_i(t) \right] \quad (6)$$

дараах хязгаарлалтуудын дор:

$$P_{coll} \leq P_{max}, \quad T_s \leq T_{lim} \quad (7)$$

Энд π_i нь SU i-ийн бодлого, γ нь хөнгөлөлтийн коэффициент, P_{coll} нь PU-тай мөргөлдөх магадлалын дээд хязгаар болно.

IV. Туршилтын тооцоо

Санал болгож буй SAR-INCG алгоритмыг боловсруулж, дараагийн слот дахь анхдагч хэрэглэгчийн идэвхжлийг таамаглах чадварыг олон нөхцөлд системтэйгээр туршсан. Туршилтын загвар нь сувгийн унтралт, интерференцийн уялдаа, хоёрдогч хэрэглэгчдийн стратегийн харилцан үйлчлэл зэрэг бодит орчны онцлогийг тусгаснаар динамик спектр хандалтын орчинд санал болгож буй аргын давуу талыг тодорхойлох боломжийг бүрдүүлсэн. Гүйцэтгэлийн үнэлгээг таамаглалын чанарын хэмжүүрүүд болох кросс-энтропи, Brier алдаа, ROC-AUC, PR-AUC, калибрацийн алдаа, мөн ажиллагааны үзүүлэлтүүд болох мөргөлдөөний магадлал, мэдрэх саатал, дамжуулалтын амжилтын хувийг хамруулан гүйцэтгэсэн.

Алгоритм нь орчны төлөвийг илрүүлэгчийн статистик шинж, физик контекст, түүхэн шийдвэрийн мэдээлэлд тулгуурлан тодорхойлж, секундар хэрэглэгч бүрийн рационал үйлдлийг итератив, кооператив бус логикийн сонгох механизмыг хэрэгжүүлдэг. Давтагдах шийдвэр-шагналын буцах холбоо болон mean-field ойролцооллыг ашиглан бодлогын шинэчлэлтийг гүйцэтгэснээр олон агентат орчинд тогтвортой стратегийн төлөвт хүрэх боломж бүрдэнэ. Энэхүү сургалтын процесс нь дараагийн слот дахь PU идэвхжлийн магадлалыг тасралтгүй сайжруулан үнэлэхийн зэрэгцээ интерференцийн уялдааг бууруулах чиглэлд бодлогыг оновчлох зорилготой.

САНАЛ БОЛГОЖ БУЙ АЛГОРИТМ

I-P ХҮСНЭГТ.

№	Оролт: St: орчны төлөвийн вектор Гаралт: π*: сургалтын дараах оновчлогдсон access policy p _{t+1} : дараагийн слот дахь PU таамагласан магадлал Q* (s,a): сурган state-action value функц m: mean-field стратегийн тархалтын дараалал
1	Q-сүлжээний параметр θ-г эхлүүлнэ.
2	Replay buffer B-г эхлүүлнэ.
3	Mean-field хэмжигдэхүүн m0-г эхлүүлнэ.
4	Episode бүрийн хувьд:
5	➤ st төлөвийг ажиглана
6	➤ Soft best-response бодлогоор at үйлдлийг сонгоно.
7	➤ Spectrum sensing/access шийдвэрийг хэрэгжүүлнэ.
8	➤ rt шагнал болон st+1 дараагийн төлөвийг ажиглана.
9	➤ mt+1 mean-field харилцан үйлчлэлийг шинэчилнэ.
10	➤ (st, at, rt, st+1)-г replay buffer B-д хадгална.
11	➤ (st, at, rt, st+1)-г replay buffer B-д хадгална.
12	Давталтыг convergence хүрэх хүртэл үргэлжлүүлнэ.

Симуляцид нэг анхдагч хэрэглэгч (PU) болон $N_s = 40$ хоёрдогч хэрэглэгч бүхий mmWave когнитив радио сүлжээг авч үзсэн. Мэдрэх хугацааг $T_s = 200 \mu s$ гэж тогтоосон бөгөөд сувгийн SNR-ийг -10 дБ-ээс 15 дБ хүртэл өөрчлөгдөхөөр тохируулсан. Нэг сургалтын episode нь 5000 слот-оос бүрдэнэ. PU идэвхжлийн Марковын шилжилтийн магадлалуудыг $p_{01} = 0.25$, $p_{10} = 0.30$ гэж сонгосон. Double-DQN

алгоритмын сургалтын хурдыг **0.002**, **discount factor**-ыг **0.98**, харин **softmax temperature**-ыг $\tau = 0.3$ гэж авсан.

Эдгээр параметр нь когнитив радио орчны суваг-интерференцийн нөхцөл, мэдрэх хугацааны тохиргоо, мөн сургалтын алгоритмын гиперпараметруудыг хамарч байгаа бөгөөд **SAR-INCG** аргын тогтвортой байдал, дасан зохицох чадвар, таамаглалын нарийвчлалд үзүүлэх нөлөөг системтэйгээр шинжлэх боломжийг олгож байна. Ялангуяа хоёрдогч хэрэглэгчдийн тоо, сувгийн **SNR**-ийн муж, Марковын шилжилтийн магадлал, сургалтын хурд зэрэг параметрийг өөрчлөх замаар алгоритмын бат бөх чанар болон орчны өөрчлөлтөд хариу үзүүлэх чадварыг судалсан.

ДАРААГИЙН СЛОТЫН PU ТААМАГЛАЛЫН ГҮЙЦЭТГЭЛИЙН
ХАРЬЦУУЛАЛТ

2-р ХҮСНЭГТ.

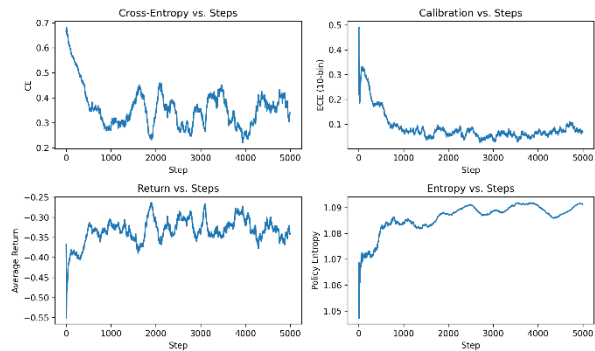
Apra	CE ↓	Brier ↓	ROC- AUC ↑	PR- AUC ↑	Collision ↓
Energy Detection	0.48	0.17	0.71	0.63	0.29
Matched Filter	0.42	0.14	0.78	0.71	0.25
DRL-Detect	0.39	0.12	0.83	0.75	0.21
SAR-INCG (санал болгосон)	0.33	0.09	0.91	0.88	0.12

Хүснэгт 2-т дараагийн слот дахь анхдагч хэрэглэгчийн идэвхжлийг таамаглах гүйцэтгэлийн харьцуулсан үр дүнг үзүүлсэн. Үр дүнгээс үзэхэд санал болгож буй SAR-INCG арга нь уламжлалт мэдрэлтэд суурилсан болон сургалтад суурилсан суурь аргуудтай харьцуулахад бүх үндсэн хэмжүүрээр давуу гүйцэтгэл үзүүлсэн байна. Тодруулбал, кросс-энтропи болон Brier алдаа буурсан нь таамагласан магадлалын тархалт бодит төлөвийн тархалттай илүү нийцтэй болсныг илэрхийлнэ. Мөн ROC-AUC болон PR-AUC үзүүлэлтүүд нэмэгдсэн нь ангилан ялгах чадвар сайжирсныг харуулж байна. Иймээс интерференцийн уялдаа болон сувгийн динамик өөрчлөлт бүхий нөхцөлд ч уг алгоритм өндөр дасан зохицох чадвартай болох нь батлагдаж байна.

V. ҮР ДҮН

A. Суралцах динамик ба тогтворжилт

Зураг 1(а)-д үзүүлснээр таамаглалын cross-entropy алдаа нь сургалтын эхний шатанд огцом буурч байгаа нь илрүүлэлт болон ангиллын онцлогуудыг үр ашигтайгаар ашиглаж эхэлснийг харуулж байна. Ойролцоогоор 800–1000 алхмын дараа хүлээгдэж буй калибрацийн алдаа (ECE) бага мужид тогтворжиж, хязгаарлагдмал хэлбэлзэлтэй болж байна. Эдгээр хэлбэлзэл нь сургалтын тогтворгүй байдлаас бус, харин хоёрдогч хэрэглэгчдийн (SU) давталттай кооператив биш шинж дэх стратегийн дасан зохицлын нөлөөг илэрхийлж байгаа бөгөөд энэ нь давталттай тоглоомын сургалтын динамиктай нийцэж байна.



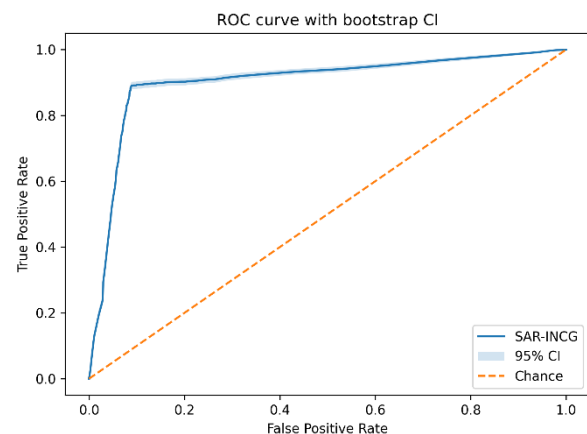
1-р зураг. SAR-INCG аргын суралцах динамик ба тогтворжилт (a) Cross-entropy, (b) ECE, (c) дундаж шагнал, (d) бодлогын энтропи.

Зураг 1(б)-д ECE мэдэгдэхүйц буурч, 0.1-ээс доош утгад хүрч байгааг харуулсан. Энэ нь SAR-INCG зөвхөн ангиллын нарийвчлалыг сайжруулаад зогсохгүй, мөн сайн калибраци магадлалын таамаглал гаргаж байгааг баталж байна. Ийм шинж чанар нь дараагийн слот дахь анхдагч хэрэглэгчийн (PU) идэвхийг урьдчилан таамаглахад онцгой ач холбогдолтой.

Ашиглалтын үзүүлэлтийн хувьд, Зураг 1(с) нь дундаж тогтвортой өсч байгааг харуулна. Харин Зураг 1(д)-д бодлогын энтропи тогтвортой хадгалагдаж байгаа нь сурсан бодлого детерминист хэлбэрт нуран унахгүй, харин хяналттай стохастик шинжийг хадгалж байгааг илтгэнэ. Энэ нь интерференцийн уялдаа болон өрсөлдөгч талуудын стратегид дасан зохицох боломжийг бүрдүүлдэг. Эдгээр үр дүнг нэгтгэн үзвэл, SAR-INCG нь давталттай кооператив биш сургалтын орчинд тогтвортой нийцэлд хүрч байгааг баталж байна.

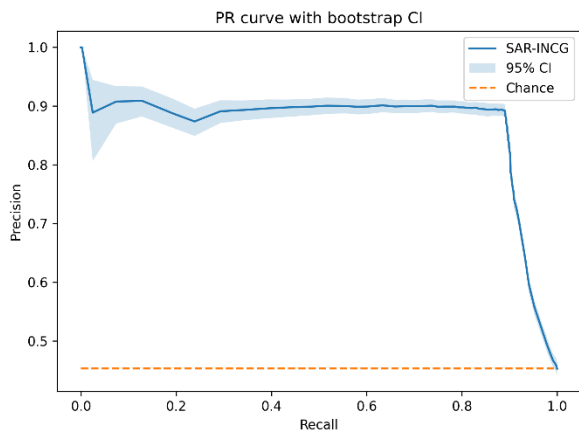
B. Таамаглалын гүйцэтгэл ба статистик итгэлцүү

Зураг 2-т дараагийн слот дахь PU идэвхийн таамаглалд зориулсан SAR-INCG загварын ROC (receiver operating characteristic) болон PR (precision-recall) муруйнуудыг 95% bootstrap итгэлцүүрийн интервалын хамт үзүүлсэн.



2-р зураг. Итгэлцлийн хязгаартай хүлээн авагчийн ажиглалтын характеристик (ROC) шинжилгээ

Зураг 2(а)-д ROC муруй нь бүх худал эерэгийн муж даяар санамсаргүй таамаглалын диагональ шугамаас тогтвортой давсан байрлалтай байгаа бөгөөд нарийн confidence band-тай өндөр ROC-AUC утгыг үзүүлж байна. Энэ нь интерференц ихтэй, нягт спектр мэдрэх орчинд ч ялган таних чадвар өндөр байгааг нотолж байна. Bootstrap итгэлзүүрийн нарийн интервал нь үр дүн тодорхой траекторт хэт тохирсон биш, статистикийн хувьд найдвартай болохыг давхар баталж байна.

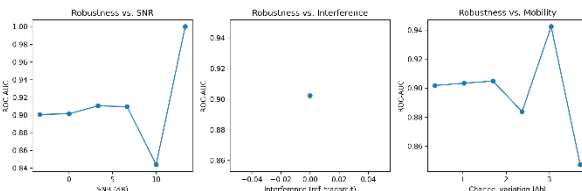


3-р зураг. Статистикийн нарийвчлалтай санах гүйцэтгэл

Зураг 3-т PR муруйг үзүүлсэн бөгөөд энэ нь ангиллын тэнцвэргүй тархалттай нөхцөлд илүү мэдээлэл агуулдаг. SAR-INGC нь recall-ийн өргөн мужид өндөр precision хадгалж, санамсаргүй суурь шугамаас мэдэгдэхүйц давуу гүйцэтгэл үзүүлсэн. Confidence envelope жигд, тасралтгүй хэлбэртэй байгаа нь bootstrap дахин түүвэрлэлтийн турш гүйцэтгэл тогтвортой хадгалагдаж байгааг харуулж, тоглоом-суурьт таамаглалын загварчлалын үр нөлөөг баталгаажуулж байна.

С. Суваг, интерференц ба хөдлөмжийн үеийн тогтвортой байдал

SAR-INGC загварын тогтвортой байдлыг Зураг 4-т орчны гол параметруудийг системтэйгээр өөрчлөн үнэлсэн. Энэ туршилтаар сувгийн нөхцөл, интерференцийн түвшин, хөдлөмж зэрэг хүчин зүйлс өөрчлөгдөхөд загварын гүйцэтгэл хэр зэрэг хадгалагдахыг шинжилсэн.



4-р зураг. Янз бүрийн орчны нөхцөл дэх SAR-INGC загварын тогтвортой байдал

Зураг 4(а)-д ROC-AUC үзүүлэлтийг SNR-ийн функц байдлаар харуулсан. Маш бага SNR үед дохио илрүүлэх чадвар сул байгаатай холбоотойгоор гүйцэтгэл буурч байгаа ч SNR нэмэгдэхийн хэрээр SAR-INGC хурдтай сэргэж, дунд болон өндөр SNR

мужид бараг төгс ялган таних чадварт хүрч байна. Энэ нь сургалтын явцад физик орчны сайжирсан нөхцөлийг үр дүнтэй ашиглах чадвартайг илтгэнэ.

Зураг 4(б)-д нийлмэл интерференц дэх тогтвортой байдлыг шинжилсэн. Интерференцийн уялдаа нэмэгдсэн нөхцөлд ч SAR-INGC тогтвортой таамаглалын чанарыг хадгалж байгаа нь бусад хэрэглэгчийн байдлыг mean-field загварчлалаар илэрхийлж байгааг харж байна.

Зураг 4(с)-д хөдлөмжийг сувгийн вариацийн хэмжээгээр үнэлсэн. Хурдан сувгийн өөрчлөлт нь түр хугацааны хамаарлыг бууруулдаг хэдий ч SAR-INGC хүлээн зөвшөөрөгдөх ROC-AUC түвшнийг хадгалсаар байгаа нь хөдөлгөөнт орчин болон стационар бус нөхцөлд тэсвэртэйг баталж байна.

Дүгнэлт

Энэхүү ажилд бид SAR-INGC хэмээх тоглоом-төвт Spectrum-Action-Reward хүрээг санал болгосон бөгөөд энэ нь интерференцийн уялдаа бүхий mmWave когнитив радио сүлжээнд олон хоёрдогч хэрэглэгчийн стратегийн харилцан үйлчлэлийг ил тод загварчилж, дараагийн слотын PU идэвхийг урьдчилан таамаглахад зориулагдсан. Сонгодог мэдрэх-төвт болон цэвэр RL-д суурилсан аргуудаас ялгаатай нь SAR-INGC дараах боломжуудыг хэрэгжүүлсэн. Үүнд:

- Дараагийн слотын таамаглал,
- Давталттай кооператив биш тоглоомын динамикаар интерференц-уялдаат орчныг ил тод загварчлах,
- Uncertainty-aware сургалтын архитектур.

Энэ нь мөргөлдөөнөөс зайлсхийх, regret-ийг багасгах, интерференцийн менежментийг оновчлох олон зорилготой функцыг томъёолж, prioritized replay-тай Dueling-Double-DQN тусламжтайгаар давталттай тоглоомын тэнцвэрт ойртсон шийдлийг гаргадаг.

Өргөн хүрээний симуляцийн туршилтаудаар SAR-INGC нь CE, Brier score, ROC-AUC, PR-AUC, ECE калибрэйшн, үйл ажиллагааны метрик, мөргөлдөөн-зайлсхийлэлт, интерференцийн байдал, хөдөлгөөнт орчны тогтвортой байдал зэрэг олон үзүүлэлтээр суурь аргуудаас тогтмол давуу гүйцэтгэл үзүүлснийг харуулсан.

Ерөнхийд нь дүгнэхэд, тоглоомын онолд суурилсан таамаглалын логик нь когнитив радио сүлжээнд хүчирхэг парадигм болох нь харагдлаа. Хоёрдогч хэрэглэгчид зөвхөн илүү оновчтой хандалтын шийдвэр гаргаад зогсохгүй, урт хугацааны харилцан үйлчлэл болон орчны тодорхойгүй байдлыг тусгасан стратегийг суралцаж чадна. Цаашдын судалгаанд олон зурвасын таамаглал, шаталсан тоглоомын загварчлал, MAPF-д суурилсан зохицуулалт, бодит mmWave өгөгдөл дээрх том хэмжээний нэвтрүүлэлтийг хамруулах боломжтой. SAR-INGC нь дараагийн үеийн динамик спектрийн хандалтын системд өргөтгөх боломжтой, тэнцвэртэй, таамаглал-төвт суурийг бүрдүүлж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Arjoune, Y.; Kaabouch, N. A Comprehensive Survey on Spectrum Sensing in Cognitive Radio Networks. *Sensors* 2019, 19, 126. <https://doi.org/10.3390/s19010126>
- [2] Muzaffar, M.U.; et al. A Review of Spectrum Sensing in Modern Cognitive Radio Systems. *Wireless Networks* 2024, 30, 1595–1613. <https://doi.org/10.1007/s11235-023-01079-1>
- [3] Abdelbaset, S.E.; et al. Deep Learning-Based Spectrum Sensing for Cognitive Radio Networks. *Sensors* 2024, 24, 4112. <https://doi.org/10.3390/s24104112>
- [4] Bai, W.; Zheng, G.; Xia, W.; Mu, Y.; Xue, Y. Multi-User Opportunistic Spectrum Access for Cognitive Radio Networks Based on Multi-Head Self-Attention and Multi-Agent Deep Reinforcement Learning. *Sensors* 2025, 25, 2025. <https://doi.org/10.3390/s25072025>
- [5] Arjoune, Y.; Kaabouch, N. A Comprehensive Survey on Spectrum Sensing in Cognitive Radio Networks: Recent Advances, New Challenges, and Future Research Directions. *Sensors* 2019, 19, 126. <https://doi.org/10.3390/s19010126>
- [6] Muzaffar, M.U.; et al. A Review of Spectrum Sensing in Modern Cognitive Radio Systems. *Wireless Networks* 2024, 30, 1595–1613.
- [7] Taher, T.M.; Youssef, M.; Gadallah, M.; Younis, M. Performance Analysis of Energy Detection Spectrum Sensing in Cognitive Radio Networks. *IEEE Access* 2023, 11, 112305–112318. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3321092>
- [8] Jiao, Y.; et al. Matched Filter Detection in Cognitive Radio Networks with Unknown Noise Power. *Electronics* 2023, 12, 1425. <https://doi.org/10.3390/electronics12061425>
- [9] Abdelbaset, S.E.; et al. Deep Learning-Based Spectrum Sensing for Cognitive Radio Networks. *Sensors* 2024, 24, 4112.
- [10] Xu, Y.; et al. Cognitive Radio Networks: Technologies, Challenges and Future Trends. *Sensors* 2025, 25, 6300.
- [11] Obite, F.; et al. An Overview of Deep Reinforcement Learning for Spectrum Sensing in Cognitive Radio Networks. *Digital Signal Processing* 2021, 110, 102951.
- [12] Kumar, N.; et al. Deep Q-Learning-Based Spectrum Sensing for Dynamic Cognitive Networks. *IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking* 2022, 8(4), 1337–1349.
- [13] Jiang, C.; Zhang, H.; Ren, Y.; Han, Z. Machine Learning Paradigms for Next-Generation Wireless Networks. *IEEE Wireless Communications* 2021, 28(2), 98–105.
- [14] Bai, W.; Zheng, G.; Xia, W.; Mu, Y.; Xue, Y. Multi-User Opportunistic Spectrum Access for Cognitive Radio Networks Based on Multi-Head Self-Attention and Multi-Agent Deep Reinforcement Learning. *Sensors* 2025, 25, 2025. <https://doi.org/10.3390/s25072025>
- [15] Isnawati, A.F.; et al. A Survey of Game-Theoretical Approaches in Cognitive Radio Networks and 5G. *Journal of Communications* 2022, 17(11), 900–914.
- [16] Li, H.; Ding, Z. Game-Theoretic Resource Allocation in Cognitive Radio Networks: A Survey. *IEEE Access* 2023, 11, 87345–87362.
- [17] Narmadha, G.; et al. Enhancing Spectrum Prediction in Cognitive Radio Networks Using GANs. *Array* 2025, 19, 100308.
- [18] Qian, J.; et al. Multi-Agent Deep Reinforcement Learning for Dynamic Spectrum Access. *Ad Hoc Networks* 2024, 155, 103982.
- [19] Arjoune, Y.; Kaabouch, N. A Comprehensive Survey on Spectrum Sensing in Cognitive Radio Networks. *Sensors* 2019, 19, 126.
- [20] Zhao, N.; et al. Dynamic mmWave Channel Modeling for Cognitive Radio Networks. *IEEE Access* 2024, 12, 91120–91135.
- [21] Jiao, Y.; et al. Matched Filter Detection in Cognitive Radio Networks with Unknown Noise Power. *Electronics* 2023, 12, 1425.
- [22] Abdelbaset, S.E.; et al. Deep Learning-Based Spectrum Sensing for Cognitive Radio Networks. *Sensors* 2024, 24, 4112.

ГАЗАР ЗҮЙН МЭДЭЭЛЛИЙН СИСТЕМД ТУЛГУУРЛАН ОЙН САНГИЙН МОДНЫ НӨӨЦИЙН АШИГЛАЛТ, ТӨЛӨВЛӨЛТИЙГ БОЛОВСРОНГУЙ БОЛГОХ СУДАЛГАА (АРХАНГАЙ АЙМГИЙН ИХ ТАМИР СУМЫН ОЙН САНГИЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР)

Бямбасангийн АЛТАНЗАГАС¹, Дашийн ОЮУНЦЭЦЭГ²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Геологи, уул уурхайн сургууль, Геодезийн тэнхим

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

Хураангуй: Засгийн газрын хэрэгжүүлэгч агентлаг (ЗГХА) Ойн газраас гаргасан тайлан мэдээнээс үзэхэд 2021 оны байдлаар Монгол Улсын нийт газар нутгийн 11–12 %-ийг ой сан бүхий газар эзэлдэг бөгөөд үүнээс ойгоор бүрхэгдсэн талбай 7.9 % байна. Сүүлийн жилүүдэд ойн сангийн талбай доройтох хандлагатай байгаа нь ойн ашиглалт, хамгаалалтын бодлогыг боловсронгуй болгох шаардлагыг бий болгож байна. Энэхүү судалгааны ажлын зорилго нь газар зүйн мэдээллийн систем (ГМС)-д тулгуурлан, Архангай аймгийн Их Тамир сумын ойн сангийн ойн модны нөөцийн ашиглалт, түүний төлөвлөлтийг боловсронгуй болгох арга замыг тодорхойлоход оршино. Судалгаанд ойн зохион байгуулалтын материал, тооллогын мэдээ, Forest программ, ArcGIS программ ашигласан орон зайн шинжилгээг хослуулсан. Үр дүнд нь үйлдвэрлэлийн ашиглалт явуулах 3042.0 га ойн талбай, арчилгааны огтлолт хийх 3175.0 га ойн талбай, цэвэрлэгээ хийх шаардлагатай 27529.0 га ойн талбайн байршлыг ГМС-д тодорхойлж, нөөцийн хэмжээг тооцоолсон. Судалгаагаар ГМС-д суурилсан менежмент нь ойн модны нөөцийн тогтвортой ашиглалтыг хангах, ойн тогтвортой менежментийг хэрэгжүүлэх, шийдвэр гаргалтыг мэдээлэлд суурилсан болгоход чухал ач холбогдолтой болохыг тогтоов.

Түлхүүр үгс: ГМС, ArcGIS, ойн сан, ойн модны нөөц, ойн арчилгаа, ойн ашиглалт, түүвэрлэх арга, орон зайн шинжилгээ

I. УДИРТГАЛ

Ойн модны нөөцийн ашиглалт нь зөвхөн мод бэлтгэх бус, экосистемийн тогтвортой байдлыг хадгалах менежментийн цогц ойлголт юм. Гэвч уламжлалт төлөвлөлт нь орон зайн нарийвчлал сул, мэдээлэл шинэчлэлт хангалтгүй зэрэг дутагдалтай байдаг.

Иймд ГМС-д тулгуурласан ойн менежментийн арга зүйг нэвтрүүлэх нь:

- Ойн даацад нийцүүлэн ойн модны нөөцийг бодитой тооцох
- Ашиглалт, хамгаалалтын тэнцвэрийг хангах
- Шийдвэр гаргалтыг шинжлэх ухаанд суурилуулах ач холбогдолтой.

Энэхүү судалгааны зорилго нь Их Тамир сумын ойн сангийн ойн модны нөөцийн ашиглалт, төлөвлөлтийг ГМС-д тулгуурлан, боловсронгуй болгох арга замыг тодорхойлоход оршино.

Ойн сангийн модны нөөцийн ашиглалт нь үйлдвэрлэлийн ашиглалт байдаг ба ойн цэвэрлэгээ, ойн ашиглалт нь ойн төлөв байдлыг дэмжих ойн аж ахуйн арга хэмжээ боловч түүнээс гарч байгаа мод, модон бүтээгдэхүүнийг ахуй болон үйлдвэрлэлийн зориулалтаар хэрэглэж байгаа тул бид энэ 2 төрлийн мод бэлтгэлийг ойн модны нөөцийн ашиглалтад тооцсон болно. Ойн сангийн арчилгаа, цэвэрлэгээ, үйлдвэрлэлийн огтлол хийх талбайн хэмжээг нарийвчлан тогтоож, газар зүйн мэдээллийн системтэй холбон үүний үндсэн дээр тухайн сумын ойн ашиглалт болон ойн арчилгааны уялдааг сайжруулах зорилготой болно.

Ойн тухай хуульд [1] зааснаар хамгаалалтын бүсийн ойд түймэр, хөнөөлт шавж, өвчинд нэрвэгдсэн, хүчтэй салхи, их цасанд өртөн амьдрах чадваргүй болж үхэжсэн, унасан хуурай мод, гишүү, мөчир, мод бэлтгэлийн талбайн үлдэгдлийг цэвэрлэх

арга замаар ойг хамгаалах, ойн төлөв байдлыг сайжруулахад чиглэсэн ойн цэвэрлэгээгээр, ойн төлөв байдалд сөргөөр нөлөөлж байгаа мод, бутыг огтлох замаар ой ургах тааламжтай орчин бий болгоход чиглэсэн арчилгаагаар, мөн үйлдвэрлэлийн зориулалтаар болц гүйцсэн ойгоос түүвэрлэх байдлаар үндсэн ашиглалт явуулахаа замаар ойгоос мод бэлтгэхийг зөвшөөрсөн байдаг.

Мод бэлтгэлийн ажлыг тухайн аймгийн сумаар нарийвчлан гаргаж, тоон хэлбэрт оруулснаар аймаг, сумын удирдлагууд тухайн жил бүрийн мод бэлтгэлийн хэмжээг хянаж, бүртгэлжүүлж явах боломжтой юм.

Тиймээс энэхүү судалгаагаар Архангай аймгийн Их Тамир сумын ойн сангийн ойн модны нөөцийн талбайн мэдээллийг цуглуулан, дүн шинжилгээ хийж пахим хэлбэрт оруулснаар ойн модны нөөцийн ашиглалт, арчилгааг ирээдүйг харсан оновчтой, эдийн засгийн хувьд үр ашигтай, байгаль орчинд ээлтэй байдлаар ашиглаж, төлөвлөхөд оршино.

II. ҮНДСЭН ХЭСЭГ

Газарзүйн мэдээллийн системийн үүрэг

Газар зүйн мэдээллийн систем (ГМС) нь орон зайн мэдээллийг цуглуулах, хадгалах, боловсруулах, дүн шинжилгээ хийх боломж олгодог дэвшилтэт технологи юм. Ойн салбарт ГМС-ийг ашигласнаар:

- Ойн тархалт, бүтэц, насжилт, нөөцийг нарийвчлалтай зураглах
- Мод бэлтгэл, түймэр, хөнөөлт шавжийн нөлөөг хянах
- Цаг хугацааны өөрчлөлтийг харьцуулан судлах боломж бүрдэнэ.

Ойн сангийн модны нөөцийн ашиглалтыг боловсронгуй болгох

ГМС-д суурилсан ойн ашиглалт нь уламжлалт аргуудаас ялгаатайгаар байгальд ээлтэй, тогтвортой байдлыг хангадаг. Тухайлбал:

- Мод бэлтгэл явуулах тохиромжтой бүсийг шинжлэх ухааны үндэслэлтэй тодорхойлох
- Ойн модны нөөцийн хэт ашиглалт буюу ойн даацаас хэтрүүлэн ашиглахаас сэргийлэх
- Тусгай хамгаалалттай газрын онцгой болон хамгаалалтын бүс, хамгаалалтын бүсийн ой, усны эх, эмзэг экосистемийг хамгаалах
- Ойн модны ашиглалт ба нөхөн сэргээлт, ойн хамгааллын тэнцвэрийг хадгалах боломжтой.

Ойн төлөвлөлтийг сайжруулах боломж

ГМС нь ойн урт хугацааны төлөвлөлтөд чухал ач холбогдолтой. Үүнд:

- Ойн сангийн менежментийн бүсчлэл хийх
- Ой хамгаалал, ойг нөхөн сэргээх ойжуулах арга хэмжээний байршлыг оновчтой сонгох
- Байгалийн болон хүний хүчин зүйлсийн эрсдэлийг урьдчилан тооцоолох
- Шийдвэр гаргалтыг мэдээлэлд суурилсан, ил тод болгох давуу талтай.

Ойн сангийн нөөцийн ашиглалт, менежмент, төлөвлөлтийн асуудалыг дэлхийн хэмжээнд тогтвортой хөгжлийн бодлоготой уялдуулан өргөн хүрээнд судалж ирсэн. Ялангуяа 1990-ээд оноос хойш газарзүйн мэдээллийн систем (ГМС), зайнаас тандан судлал, тоон зураглалын технологиудыг ойн нөөцийн үнэлгээ, мониторинг, төлөвлөлтөд ашиглах чиглэл эрчимтэй хөгжсөн байна.

Монгол Улсад ойн нөөцийн үнэлгээ, ой зохион байгуулалтын судалгааг 1960-аад оноос эхлэн уламжлалт таксацийн аргаар гүйцэтгэж ирсэн. Сүүлийн жилүүдэд ойн тооллого, ойн сангийн үнэлгээнд ГМС болон зайнаас тандан судлалын арга нэвтэрч эхэлсэн. Үүнд:

- Монгол орны ойн сангийн нөөцийн улсын хэмжээний үнэлгээ (БОАЖЯ, Ойн газар)
- Ойн таксацийн лавлах, ойн өсөлт, бүтээмжийн судалгаа (Ч.Доржсүрэн, Ч.Дугаржав нар)
- Ойн түймрийн эрсдэлийн зураглал, шавжийн тархалтын орон зайн судалгаа
- Аймаг, сумдын ойн менежментийн төлөвлөгөөнд ГМС ашигласан туршилтын ажлууд байдаг.

Гэсэн хэдий ч ихэнх судалгаа улсын болон бүсийн түвшинд хийгдсэн бөгөөд сумын түвшинд ойн нөөцийн ашиглалт, төлөвлөлтийг нарийвчилсан орон зайн шинжилгээтэй уялдуулан судалсан ажил харьцангуй цөөн байна.

Иймээс Архангай аймгийн Их Тамир сумын жишээн дээр ойн сангийн модны нөөцийн ашиглалт, төлөвлөлтийг ГМС-д тулгуурлан боловсронгуй

болгох судалгаа нь орон нутгийн түвшинд шийдвэр гаргалтыг дэмжих, тогтвортой менежментийн загвар боловсруулах практик ач холбогдолтой юм. Олон улсын судалгаанаас хархад Малайз улсын эрдэмтэн Жусофф, Х.К., Мохд Хасмади нар нь ГМС-ийн шинжилгээ ашиглан, ойн тархалтын тохиромжтой бүсийн хуваарилалтын эдийн засаг, байгаль орчинд үзүүлэх нөлөө хэмээх судалгаа хийсэн ба энэ судалгаанд ГМС болон хиймэл дагуулын өгөгдлийг ашиглан ойн огтлолтод тохиромжтой бүсийг тогтоон, эдийн засгийн болон байгаль орчны үзүүлэлтүүдтэй уялдуулан бүсчлэл хийсэн. Үүний үр дүнгээр модны огтлолын тархалт, байршлыг орон зайн өгөгдлийн тусламжтайгаар тогтоон мод бэлтгэлийн тохиромжтой бүсүүдийг өндөр, дунд, бага тохиромжтой гэсэн ангиллаар нарийн тодорхойлж чадсан байна. [2] Хятадын эрдэмтэд болох Deqiang Deng, Chencheng Ye, Kemeng Tong, Jiayang Zhang нар нь “Олон шалгуурт шийдвэр гаргах загвар суурилсан ойн аж ахуйн нэгжүүдийн ойн тогтвортой менежментийн гүйцэтгэлийн үнэлгээ” нэртэй жишээ судалгааны бүтээлдээ Хятадын ойн аж ахуйн үйл ажиллагаа эрхэлдэг компаниудад ойг хэрхэн зөв менежментээр тогтвортой удирдах талаар судалгааны ажил хийсний үр дүнд тухайн ойн сангийн нөөц ашиглалт эдийн засгийн болон байгаль орчинд маш сайн нөлөө үзүүлсэн байна [3]. Казакстаны эрдэмтэд Виталий Криллов болон Ашутос Патак нар Казахстаны ойн аж ахуйн хүний нөөц: Одоогийн байдал, боломж, тулгамдсан асуудлын талаар судалгааны ажил хийсэн ба Казакстан улсын ойн салбарт ажиллаж буй хүний нөөц хэрхэн бүтэцтэй, ямар боломжуудтай, ямар бэрхшээлтэй байгаа тодорхойлсон байна. Үүний үр дүнд ажиллах хүчний боловсрол, тоног төхөөрөмжийн дутмаг байдал, бага цалин зэрэг нь ойн салбарын үйл ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлж байгааг нотлон харуулсан байна [4]. Дээрх судалгаануудаас дүгнэхэд ойн сан, модны нөөцийн үр ашигтай байдал, төлөвлөлт, ашиглалт нь зайлшгүй ГМС болон боловсон хүчинтэй холбоотой байдаг нь харагдаж байна.

Ойн сан гэж ой, ой дотор байгаа ойгоор бүрхэгдээгүй болон ойн тэлэн ургахад шаардлагатай талбайн бүхий орчныг хэлнэ [1].

Модны нөөц гэж тухайн ойд ургаж байгаа модны тоо хэмжээ, эзлэхүүн (шоо метрээр), нас, бүтэц, чанар, өсөлтийн байдал зэргээр илэрхийлэгдэх нөөцийг хэлнэ [1].

МОНГОЛ ОРНЫ ОЙН НӨӨЦ АЙМГААР ТАРХСАН БАЙДАЛ

1-Р ХҮСНЭГТ

д/д	Аймаг/хотын нэр	Нөөц/м³ (тоо хэмжээ)	Нийт нөөцөд эзлэх Хувь (%)
1	Хөвсгөл	434,023,320	34.81%
2	Сэлэнгэ	161,005,470	12.91%
3	Булган	155,942,010	12.51%
4	Төв	146,578,820	11.76%
5	Хэнтий	109,675,130	8.80%
6	Архангай	106,725,320	8.56%
7	Завхан	57,887,010	4.64%
8	Увс	18,981,940	1.52%

9	Өвөрхангай	18,823,491	1.51%
10	Улаанбаатар	11,936,240	0.96%
11	Баян-Өлгий	8,836,100	0.71%
12	Дархан-Уул	4,587,440	0.37%
13	Дорнод	4,550,580	0.36%
14	Баянхонгор	2,513,378	0.20%
15	Орхон	1,634,470	0.13%
16	Говь-Алтай	1,278,965	0.10%
17	Өмнөговь	959,722	0.08%
18	Ховд	729,876	0.06%
19	Дорноговь	28,123	0.002%
20	Сүхбаатар	9,560	0.0008%
21	Говьсүмбэр	8,600	0.0007%
22	Дундговь	5,502	0.0004%
	Дүн	1,246,713,327	100.00%

Эх сурвалж: Монгол улсын ойн сан, 2021

Монгол орны ойн сангийн нийт нөөц 1.24 тэрбум м³ бөгөөд үүний 8.56 %-ийг Архангай аймаг эзэлдэг.

Их Тамир сум нь нийт 484658 га газар нутагтай. Нийт нутаг дэвсгэрийн дийлэнх хэсэг 54.7 % буюу 265136.6 га газрыг хөдөө аж ахуйн газар эзэлж байхад ойн сан бүхий газар 24.7 % буюу 114171 га эзэлж байна [1].

III. СУДАЛГААНЫ ХЭСЭГ

Ойн сан нь байгалийн чухал нөөц бөгөөд түүнийг зохистой ашиглах, урт хугацаанд тогтвортой хадгалах шаардлага улам бүр нэмэгдэж байна.

Уламжлалт аргаар ойн ашиглалт, төлөвлөлтийг хийхэд:

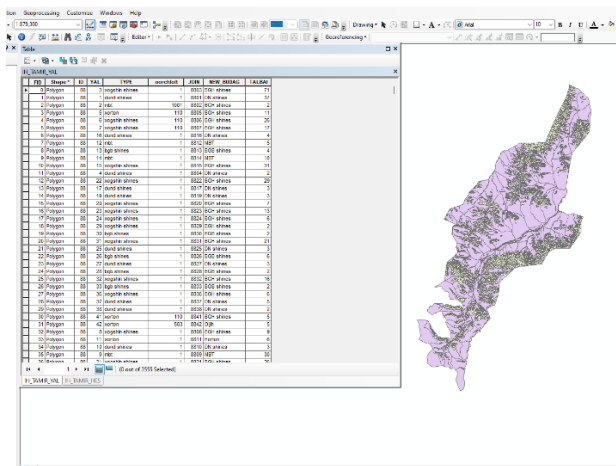
- мэдээлэл дутмаг,
- орон зайн нарийвчлал сул,
- хяналт, мониторинг хангалтгүй байх сул талтай.

Иймээс газар зүйн мэдээллийн систем ГМС-ийг ашиглан ойн сангийн мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийж, шинжлэх ухаанд суурилсан шийдвэр гаргах нь зайлшгүй шаардлагатай болж байна.

Хамрах Хүрээ: Архангай аймгийн Их Тамир сумын ойн модны нөөц.

Судалгааны арга зүй

Ойн сангийн модны нөөцийг үнэлэх, тооцоолох судалгаанд нийт талбайг бүхэлд нь хэмжих нь цаг хугацаа, санхүү, хүний нөөцийн хувьд хүндрэлтэй байдаг. Иймээс судалгааны ажлыг ойн сангийн нөөцийн үнэлгээнд өргөн хэрэглэгддэг түүвэрлэн судлах арга ашигласан болно. Түүвэрлэх судалгаа (Sampling research) гэдэг нь судлах нийт объект, хүн ам, газар нутаг эсвэл нөөцийг бүхэлд нь бүрэн хэмжих боломжгүй үед түүний төлөөлөх тодорхой хэсгийг сонгон авч судлах арга юм. Судалгаанд сонгосон энэ хэсгийг түүвэр (sample) гэж нэрлэдэг бөгөөд түүврийн үр дүнгээр нийт судлагдах объектын талаар дүгнэлт хийдэг. 2025.10.05-11.10-ны хооронд судалгааны ажил хийгдсэн ба талбайн мэдээллийг ЗГХА Ойн газрын Forest программын өгөгдлөөс авч, ArcGIS программд боловсруулан орон зайн шинжилгээ хийсэн. Судалгаанд attribute table ашиглан, модны нас, диаметр, нөөц, талбайн хэмжээ зэрэг мэдээллийг боловсруулж, ойн ашиглалтын боломжит бүсүүдийг тодорхойллоо.



2-р зураг. Их Тамир сумын ArcGIS программ дээр хийгдсэн ойн сангийн мэдээллийн тоон өгөгдлүүд

Ойн арчилгааны огтлолт

Ойн сангийн ашиглалтад ойн арчилгааны огтлолт чухал үүрэгтэй ба нэгж талбайгаас ашиглах модны нөөц болон нэг модноос гарах хэрэгцээний хэсгийн гарцыг нэмэгдүүлж, модлогийн чанарыг сайжруулах, түймрийн аюулыг багасгах зорилготой юм. Ойн төлөв байдлыг сайжруулах үүднээс ойн арчилгааны огтлолыг дараах хэлбэрээр явуулдаг Үүнд:

1. Тохируулах
2. Сийрэгжүүлэх
3. Гэрэлжүүлэх
4. Завсрын гэсэн 4 үндсэн аргаар огтлолыг хийдэг байна.

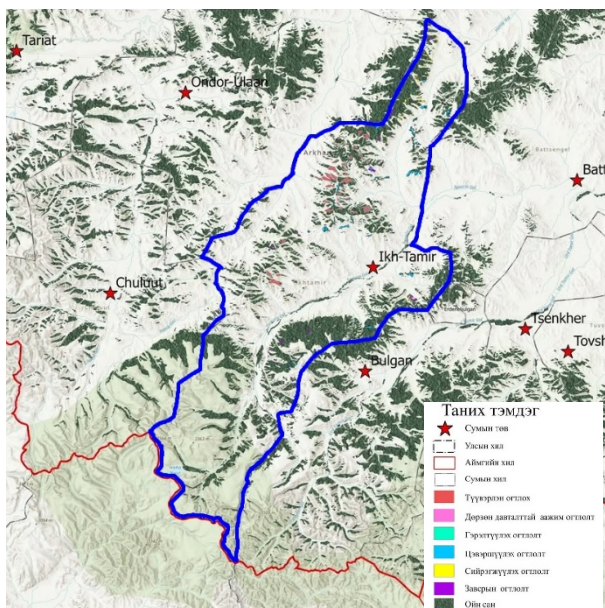
ИХ ТАМИР СУМЫН ОЙН САН ДАХЬ АРЧИЛГААНЫ ОГТЛОЛ ХИЙХ ТАЛБАЙН ХЭМЖЭЭ

2-Р ХҮСНЭГТ

д/д	Огтлолын төрөл	Талбайн хэмжээ, га	Нийт нөөц, м ³	Огтлох нөөц, м ³
1	Тохируулах	1884.0	105200.0	18743.5
2	Сийрэгжүүлэх	733.0	71650.0	8699.5
3	Завсрын	558.0	83280.0	12722.0
4	Гэрэлжүүлэх			

Эх сурвалж: ЗГХА Ойн газар.

Архангай аймгийн Их Тамир сумын хэмжээнд ойн сан дахь арчилгаа, цэвэрлэгээний огтлол хийх, үйлдвэрлэлийн ашиглалт явуулах ойн талбайн тархалтын зургийг ArcGIS программ ашиглан зурсан зургийг дор үзүүлэв.

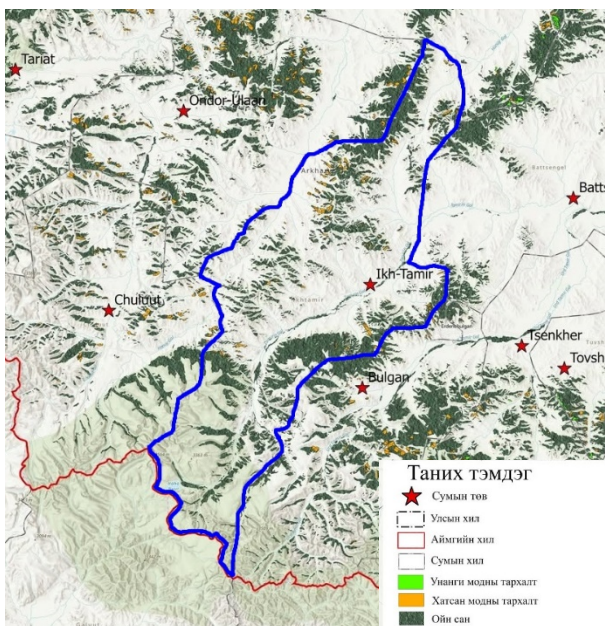


3-р зураг. Их Тамир сум ойн сан дахь арчилгаа, цэвэрлэгээний огтлол хийх, үйлдвэрлэлийн ашиглалт явуулах ойн талбайн тархалтын зураг

Ойн цэвэрлэгээний ажил цэвэрлэгээний огтлолт

Босоо хатсан модны нөөц нь цэвэрлэгээний огтлолт хийх нөөц талбайн хэмжээ бөгөөд унанги модны нөөц, талбайн хэмжээ нь ойн цэвэрлэгээний ажил хийх шаардлагатай нөөц, талбайн хэмжээ юм.

Их Тамир сумын хувьд ойн цэвэрлэгээний ажил гүйцэтгэх шаардлагатай талбай, нөөцийн хэмжээ 27529.0 га талбайн хэмжээнд хатсан модны нөөц 606140.0 м³, унанги модны нөөц 149190.0 м³ байна. [6].



4-р зураг. Их Тамир сумын ойн сан дахь хатсан, унанги модны тархалтын зураг

Модны хэрэглээ

Ахуйн зориулалттай модны хэрэглээнд цэвэрлэгээний аргаар мод бэлтгэсэн иргэд, аж ахуйн нэгж, байгууллагын ахуйн хэрэгцээнд ашиглаж буй модны хэмжээг хамааруулсан, судалгаанаас харахад 2022-2024 оны хооронд сумын хэмжээнд дунджаар 574.0 м³ мод ахуйн хэрэглээний зориулалтаар бэлтгэсэн ба түлээний зориулалтаар дунджаар 5805.0 м³ мод бэлтгэсэн байна. Эх сурвалж: ЗГХА Ойн газрын тайлан мэдээ.

Их Тамир сумын ойн сан 1996 оны ойн зохион байгуулалтаар 12899.0 га байсан бол 2008 оны судалгаагаар 119534.0 га, 2023 оны байдлаар 114171.0 болж жил ирэх тусам ойн сангийн талбайн хэмжээ багассан байна. [7]. Судалгаанаас харахад сүүлийн 27 жилийн дотор сумын ойн сангийн хэмжээ 14819.0 га-аар багассан байна.

Энэ нь хэт их мод бэлтгэл, бэлчээрийн даац хэтрэлт, уур уурхай, зам барилга, гал түймэр, хортон шавж, уур амьсгалын өөрчлөлт, байгалийн гамшиг зэрэг олон хүчин зүйлээс шалтгаалж байна.

Ойн ашиглалт, ойгоос бэлтгэх модны боломжит нөөц

Энэ ажлын нэг зорилго нь ойгоос арчилгаа, цэвэрлэгээ, үндсэн ашиглалтаар бэлтгэж болох модны нөөц, талбайн хэмжээг тодорхойлох байсан ба ой зохион байгуулалтын тайлан мэдээ, Forest программ зэргийг ашиглан ойгоос бэлтгэж болох нөөц, талбайн хэмжээг тодорхойллоо.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны ажлаар Архангай аймгийн Их Тамир сумын ойн сангийн модны нөөцийн ашиглалт, төлөвлөлтийг газар зүйн мэдээллийн систем (ГМС)-д тулгуурлан судалж, ойн нөөцийг оновчтой ашиглах боломжийг тодорхойллоо. Судалгаанд Ойн газрын Forest программын мэдээлэл, ойн зохион байгуулалтын материал болон ArcGIS программ ашиглан, орон зайн шинжилгээ хийлээ. Судалгааны үр дүнд Их Тамир сумын ойн сангийн хэмжээнд үйлдвэрлэлийн ашиглалт явуулах боломжтой 3042.0 га, ойн арчилгааны огтлол хийх 3175.0 га, ойн цэвэрлэгээ хийх шаардлагатай 27529.0 га талбай байгааг тогтоож, эдгээр талбайн байршлыг ГМС-ийн орчинд тодорхойлон зураглалаа.

Мөн ойн цэвэрлэгээ шаардлагатай талбайд босоо хатсан модны нөөц 606140.0 м³, унанги модны нөөц 149190.0 м³ байгааг тогтоосон нь ойн хамгаалалт, цэвэрлэгээний ажлыг төлөвлөхөд чухал мэдээлэл болж байна.

Монгол Улс 5 жилд нэг удаа ойн менежментийн төлөвлөгөө боловсруулдаг ба сумын тухайн жилийн ойн менежментийн төлөвлөгөөг сум дундын ойн анги боловсруулдаг байна. Энэхүү судалгааны үр дүнг сум дундын ойн анги ашигласнаар сум, аймаг цаашлаад улсын хэмжээнд ойн ашиглалт, менежментийн төлөвлөгөөг илүү нарийн боловсронгуй болгоход чухал ач холбогдолтой гэж дүгнэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Ойн тухай хууль, 2012
- [2] Jusoff, H. K. and Mohd Hasmadi. The Economic and Environmental Impact of a Suitable Forest Harvest Zone Allocation Using a GIS Analysis. International Business Research, 2009 [Online].
- [3] Deqiang Deng, Chenchen Ye, Kemeng Tong and Jiayang Zhang. Evaluation of the Sustainable Forest Management Performance in Forestry Enterprises Based on a Hybrid Multi-Criteria Decision-Making Model: A Case Study in China. Forest.2023 [Online].
- [4] Vitaliy Krillov and Ashutosh Pathak. Human resources for forestry in Kazakhstan: Current status, potential and problem. Folia Forestalia Polonica. 2022. [Online].
- [5] Монгол орны ойн таксацын лавлах, Улаанбаатар 2012 он, Ч.Доржсүрэн, Ч.Дугаржав, З.Цогт, Г.Цэдэндаш, Ц.Чулуунбаатар
- [6] Байгаль Орчин, Аялал Жуулчлалын Яам (БОАЖЯ). (Сүүлийн үеийн мэдээлэл). Ойн Үндэсний Тооллогын Зарим Үр Дүн. (Ойн нөөцийн хэмжээ, ашиглалт).
- [7] Монгол улсын ойн сан, 2016

НИЙГМИЙН СҮЛЖЭЭНД ЛАТИН ҮСГЭЭР ГАЛИГЛАСАН ТЕКСТИЙГ СТАНДАРТ ХЭЛБЭРТ ШИЛЖҮҮЛЭХ АРГЫН СУДАЛГАА

Бямбадоржийн ЗОЛЗАЯА¹, Соном-Очирын ӨЛЗИЙБАЯР², Батгэрэлийн АРИУНЗАЯА³

^{1,2,3} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Мэдээлэл, холбооны технологийн сургууль, Мэдээллийн технологийн
ТЭНХИМ

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

Хураангуй: Энэхүү судалгаанд бид уламжлалт статистик машин орчуулгын загварууд, үг болон тэмдэгтийн түвшний дарааллыг-дараалалд хувиргах мэдрэлийн сүлжээний загварууд, мөн эдгээр аргын төрөл бүрийн хослолыг текстийг стандарт хэлбэрт хөрвүүлэх даалгаварт харьцуулан судаллаа. Уламжлалт суурь статистик машин орчуулгын загвар болон үгийн түвшний дарааллыг-дараалалд хувиргах загварууд нь сургалтын өгөгдлийн багцад агуулагдаагүй үгсийг боловсруулахад хүндрэлтэй тулгарч, үүний улмаас нарийвчлал буурсан. Харин тэмдэгт түвшний дарааллыг-дараалалд хувиргах загвар нь ийм төрлийн асуудлыг илүү үр дүнтэй шийдвэрлэж, харьцангуй сайн гүйцэтгэл үзүүлсэн. Статистик машин орчуулгын загвар болон тэмдэгт түвшний дарааллыг-дараалалд хувиргах загварын давуу талуудыг хослуулснаар бид туршилтаар хамгийн өндөр буюу 76.37%-ийн нарийвчлалд хүрсэн. Энэхүү хосолсон арга нь өгөгдлийн багцад агуулагдаагүй үгсийн асуудлыг үр дүнтэй бууруулж, статистик болон мэдрэлийн сүлжээний аргуудыг нэгтгэснээр бий болох харилцан нөхөх давуу талыг тодорхой харууллаа.

Түлхүүр үг: Текстийг хэвийн болгох, шуугиантай текст, галигласан текст, мэдрэлийн сүлжээ, дарааллыг-дараалалд хувиргах загвар

1. УДИРТГАЛ

Сүүлийн жилүүдэд нийгмийн сүлжээнд хуваалцаж буй мэдээлэл, өгөгдөл асар их үнэ цэнтэй болсон ч дүрмийн бус бичлэг, товчилсон хэлбэр, эможи зэрэг элементүүдийн өргөн хэрэглээ нь тэдгээрийг шууд боловсруулж ашиглахад ихээхэн хүндрэл учруулж байна. Түүнчлэн бичгийн систем нь латин цагаан толгой дээр суурилаггүй хэлнүүдийн хувьд нийгмийн сүлжээнд латин үсгээр галиглан бичих нь түгээмэл хандлага болжээ. Ийм галигласан текст нь эх хэлний авиалбарыг латин үсгээр илэрхийлдэг тул хэлний автомат боловсруулалтын явцад томоохон бэрхшээл үүсгэдэг. Ялангуяа нэг ижил латин дүрслэл олон өөр кирилл тэмдэгтийг илэрхийлэх, эсвэл эсрэгээрээ нэг кирилл тэмдэгт олон янзаар галиглагдах зэрэг тогтворгүй байдал бий болдог. Иймээс галигласан текстийг стандарт кирилл хэлбэрт зөв, тогтвортой хөрвүүлэх асуудал нь эх хэлний боловсруулалтын салбарт тулгамдсан, судалгааны чухал чиглэл хэвээр байна.

Энэхүү судалгааны чиглэлд хэрэглэгддэг арга зүй нь дүрэмд суурилсан, статистик, мэдрэлийн сүлжээний болон эрлийз (hybrid) аргуудыг хамардаг. Дүрэмд суурилсан аргууд нь урьдчилан тодорхойлсон хэлзүйн болон хувиргалтын дүрмүүдийг ашиглан шуугиантай (noisy) текстийг стандарт хэлбэрт хөрвүүлдэг [1]. Харин статистик аргууд нь сургалтын өгөгдлөөс сурсан магадлалын зүй тогтлыг ашиглан текстийг автоматаар хэвийн болгоход машин сургалтын аргыг хэрэглэдэг. Жишээлбэл: [2]-т англи мессежийн текстийг стандарт хэлбэрт хөрвүүлэх зорилгоор хэлцэд (phrase)-суурилсан Статистик машин орчуулгын (СМО) загварыг санал болгосон. Мөн [3]-т шуугиантай англи текстийг хэвийн болгохдоо

хэлний загвар болон зургаан өөр аргыг хослуулан, оновчтой хувилбарыг сонгох хоёр үе шаттай, хяналтгүй (unsupervised) системийг боловсруулсан байна. Сүүлийн жилүүдэд мэдрэлийн сүлжээнд суурилсан аргууд, ялангуяа дарааллыг-дараалалд хувиргах (ДДХ) сургалтын арга нь текстийг хэвийн болгох чиглэлд мэдэгдэхүйц ахиц дэвшил авчирч байна.

Судлаачид энэхүү зорилгоор үг болон тэмдэгтийн түвшний ДДХ загваруудыг өргөнөөр судалсан [4, 5]. Жишээлбэл: [6]-д шуугиантай япон текстийг хэвийн болгохын тулд тэмдэгт түвшний энкодер-декодер загварыг ашигласан байна. Тэд өгөгдлийг нэмэгдүүлэх зорилгоор урьдчилан тодорхойлсон дүрмүүдэд тулгуурлан, синтетик өгөгдлийн багц үүсгэж, мэдрэлийн сүлжээний загварын гүйцэтгэлийг дүрэмд суурилсан аргуудтай харьцуулан үнэлжээ. Үүнтэй адилаар, [7]-д үгийн түвшний ДДХ аргыг ашиглан, Казахстаны интернэт орчноос цуглуулсан хэрэглэгчийн үүсгэсэн агуулгыг хэвийн болгоход анхаарсан байна. Эдгээр судалгаан нь ДДХ загваруудыг өөр өөр хэл болон текстийн төрөлд амжилттай хэрэгжүүлж болохыг, мөн текстийг хэвийн болгох хөрвүүлэлтийн даалгаврыг үр дүнтэй гүйцэтгэх боломжтойг харуулж байна.

Текст хэвийн болгох аргууд хөгжсөөр байгаа ч арга бүр өөрийн давуу тал, мөн тодорхой хязгаарлалтыг дагуулдаг. [8]-д дурдсанаар үгийн түвшний ДДХ арга нь өгөгдлийн багцад агуулагдсан (ӨБА) үгсийн хувьд сайн гүйцэтгэл үзүүлдэг боловч өгөгдлийн багцад агуулагдаагүй (ӨБАГ) үгс дээр бэрхшээлтэй тулгардаг. Харин тэмдэгт түвшний ДДХ арга нь ӨБАГ болон шуугиантай үгсийг илүү үр дүнтэй боловсруулдаг ч урт дараалал дээр гүйцэтгэл буурах, мөн тооцооллын зардал өндөрсөх сул талтай. Эдгээр асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд судлаачид үг болон тэмдэгт түвшний энкодер-декодер бүтэцтэй

эрлийз ДДХ загваруудыг хөгжүүлсэн. Ийм загвар нь ӨБАГ үгсийн хувьд тэмдэгт түвшний ДДХ аргыг ашигласнаар илүү сайн үр дүнд хүрсэн байна. Мөн [9]-д тэмдэгт түвшний ДДХ загварыг машин сургалтын бусад аргатай хослуулан, хязгаарлагдмал өгөгдлийн нөхцөлд галиглагдсан шуугиантай текстийг хэвийн болгоход чиглэсэн судалгаа хийжээ.

Эдгээр ажил нь галиглагдсан, шуугиантай нийгмийн сүлжээний текстийг хэвийн болгох бэрхшээлийг даван туулах боломжтойг харуулж байна. Бидний санал болгож буй арга нь СМО загварыг тэмдэгт түвшний ДДХ загвартай нэгтгэсэн эрлийз шийдэл юм. Тодруулбал, ӨБА үгсийг СМО ашиглан хэвийн болгох буюу стандарт кирилл хэлбэрт хөрвүүлэх, харин ӨБАГ үгсэд зөвхөн тэмдэгт түвшний ДДХ загварыг хэрэглэнэ. Ийнхүү хоёр аргын давуу талыг уялдуулан ашигласнаар тус бүрийг дангаар хэрэглэхэд үүсдэг хязгаарлалтыг бууруулж, нийт гүйцэтгэлийг сайжруулсан.

II. ӨГӨГДЛИЙН САН

Бид нийгмийн сүлжээнээс шуугиантай, галигласан өгөгдлийг цуглуулж, өгүүлбэр бүрийг үгийн түвшинд задлан, тэдгээрт харгалзах кирилл цагаан толгойн стандарт хэлбэрийг үүсгэсэн. 1-р хүснэгтэд сургалтын өгөгдлийн багцын статистик мэдээллийг харуулсан болно. Энэхүү өгөгдлийн санг тэмдэгт болон үгийн түвшний ДДХ загварууд, мөн СМО загварыг сургахад ашигласан.

Нийгмийн сүлжээнээс цуглуулсан 200 өгүүлбэрээс бүрдэх тестийн өгөгдлийн дэлгэрэнгүй мэдээллийг 2-р хүснэгтэд үзүүлсэн. Тестийн өгөгдлийн 58% нь ӨБА үгсээс, харин 42% нь ӨБАГ үгсээс бүрдэж байна.

Мөн зорилтот хэлний загварыг сургахад ашигласан өгөгдлийн багцын талаарх мэдээллийг 3-р хүснэгтэд тусгасан болно.

СУРГАЛТЫН ӨГӨГДЛИЙН БАГЦЫН СТАТИСТИК

1-Р ХҮСНЭГТ

Тодорхойлолт	Оролт	Гаралт
Нийт үгийн тоо	24073	25023
Ялгаатай үгийн тоо	14197	12030
Ялгаатай тэмдэгтийн тоо	30	42
Дарааллын хамгийн их урт	21	22

ТЕСТИЙН ӨГӨГДЛИЙН БАГЦЫН СТАТИСТИК

2-Р ХҮСНЭГТ

Тодорхойлолт	Оролт
Нийт үгийн тоо	1663
Ялгатай үгийн тоо	1178
ӨБА үгийн тоо	970 (58%)
ӨБАГ үгийн тоо	694 (42%)

ЗОРИЛТОТ ХЭЛНИЙ ЗАГВАРЫГ СУРГАХ ӨГӨГДЛИЙН БАГЦ

3-Р ХҮСНЭГТ

Тодорхойлолт	Текст өгөгдөл
Нийт өгүүлбэрийн тоо	24000
Нийт үгийн тоо	27960

III. АРГА ЗҮЙ

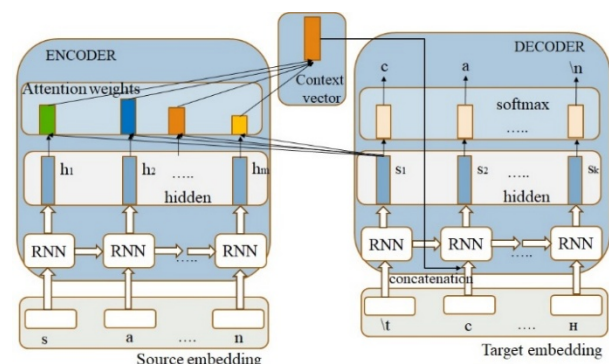
Бид үг болон тэмдэгтийн түвшний ДДХ загваруудыг хэрэгжүүлэн туршсан. Мөн шуугиантай текст өгөгдлийг хэвийн болгох суурь (baseline) загварын хувьд хэлцэд суурилсан СМО загварыг ашигласан.

1. Дарааллыг-дараалалд хөрвүүлэх загвар

Шуугиантай текстийг хэвийн болгох зорилгоор бид [10]-д тулгуурласан анхаарлын механизм бүхий ДДХ загварыг боловсруулсан бөгөөд уг архитектурыг 1-р зурагт үзүүлсэн. Энэхүү загвар нь хэрэглэгчийн латин үсгээр галигласан оролтыг стандарт кирилл хэлбэрт хөрвүүлэхэд зориулагдсан. Загвар нь энкодер болон декодер гэсэн хоёр үндсэн бүрэлдэхүүн хэсгээс бүрдэх бөгөөд хоёулаа давталттай мэдрэлийн сүлжээ (Recurrent Neural Network, RNN) бүтэцтэй.

Энкодер нь оролтын дарааллыг боловсруулж, мэдээллийг контекст векторт илэрхийлнэ. Эдгээр контекст мэдээлэл нь декодерийг эхлүүлж, зорилтот хэвийн гаралтыг үе шаттайгаар үүсгэхэд ашиглагдана. Энкодер нь оролтын дарааллын элемент бүрд дотоод төлөв (hidden state) үүсгэж, декодер нь тэдгээрийг ашиглан, гаралтыг тооцоолдог. Анхаарлын механизм нь декодерийн өмнөх дотоод төлөв болон энкодерийн дотоод төлөвүүдийн хоорондын хамаарлыг Bahdanau-ийн анхаарлын онооны функцээр тооцоолж, тухайн агшинд хамгийн хамааралтай мэдээлэлд илүү жин өгдөг.

Үг болон тэмдэгтийн түвшний мэдрэлийн сүлжээний загваруудыг ижил гиперпараметруудээр сургасан. Тодруулбал, энкодер болон декодер тус бүр нь 512 дотоод нэгж бүхий нэг Gated Recurrent Unit (GRU) давхаргатай, 250 хэмжээст эмбединг вектор ашигласан. Загваруудыг 0.0002 сургалтын хурдтай Adaptive Moment Estimation (Adam) оновчлогчоор, 32 хэмжээтэй багцаар (batch size) 100 epoch сургасан.



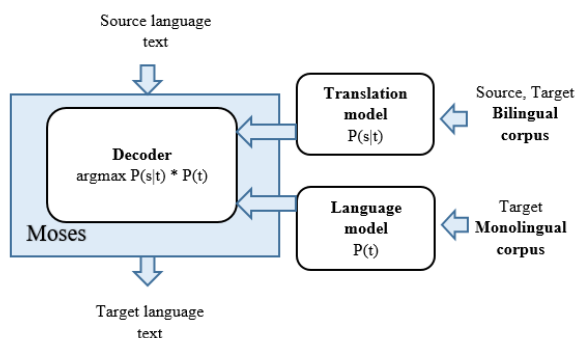
1-р зураг. ДДХ загварын архитектур

2. Статистик машин орчуулгын загвар

СМО загвар нь орчуулгыг үүсгэхдээ статистик загваруудыг ашигладаг бөгөөд үүнд үндсэндээ

орчуулгын загвар (translation model) болон хэлний загвар (language model) багтана. Орчуулгын загвар нь эх болон зорилтот хэлний нэгжүүдийн хоорондын магадлалын хамаарлыг сурдаг бол хэлний загвар нь зорилтот хэл дээрх өгүүлбэрийн хэл зүйн зөв, байгалийн хэлбэрийг хангахад чиглэдэг.

Манай шуугиантай текстийг стандарт хэлбэрт хөрвүүлэх даалгаварт 2-р зурагт үзүүлсэн хэлцэд-суурилсан СМО загварыг суурь (baseline) загвар болгон ашигласан.



2-р зураг. СМО загварын архитектур

Загваруудыг хэрэгжүүлэх, сургалтын явцыг удирдахдаа дараах туршилтын орчинг ашигласан.

Программчлалын орчин ба фреймворк

- Программчлалын хэл: Python 3.7.5
- СМО фреймворк: Moses (орчуулгын загвар), KenLM (хэлний загвар)
- Техник хангамж: NVIDIA RTX 2080 GPU, 12 GB VRAM
- Үйлдлийн систем: Ubuntu 18.04 LTS

IV. Туршилт

Бид бүх загварыг 1-р томьёонд үзүүлсэн үгийн түвшний нарийвчлалаар үнэлсэн.

$$\text{AccWord} = (\text{Зөв үгийн тоо}) / (\text{Нийт үгийн тоо}) \quad (1)$$

Эдгээр үнэлгээний үр дүнг 4-р хүснэгтэд үзүүлсэн. Манай суурь загвар болон үгийн түвшний ДДХ загваруудын нарийвчлал нь ӨБАГ үгсийн улмаас мэдэгдэхүйц буурсан байна. Энэхүү асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд бид тэмдэгт түвшний ДДХ загварыг боловсруулсан бөгөөд уг загвар өмнөх загваруудаас илүү сайн гүйцэтгэл үзүүлсэн.

Дараа нь бид СМО болон үгийн түвшний загваруудыг тэмдэгт түвшний ДДХ загвартай хослуулж, ӨБАГ үгсийн асуудлыг бууруулсан. Энэхүү хосолсон арга нь нийт гүйцэтгэлийг сайжруулж, СМО болон тэмдэгт түвшний ДДХ загварын хослолын үр дүнд хамгийн өндөр нарийвчлал болох 76.37%-д хүрсэн.

ӨӨР ӨӨР ЗАГВАРУУДЫГ АШИГЛАСАН ҮЕИЙН ТЕСТИЙН ӨГӨГДЛИЙН ҮР ДҮН

4-Р ХҮСНЭГТ

Загвар	Үг түвшний нарийвчлал
Суурь: СМО	56.16%
Үгийн түвшний ДДХ	47.50%
Тэмдэгт түвшний ДДХ	74.86%
СМО + Тэмдэгт түвшний ДДХ	76.37%
Үгийн түвшний ДДХ + Тэмдэгт түвшний ДДХ	67.11%

Бид мөн бүх загварыг ӨБА болон ӨБАГ үгсийг стандарт хэлбэрт хөрвүүлэх чадвараар нь үнэлсэн бөгөөд үүнийг 5-р хүснэгтэд дэлгэрэнгүй харуулсан. Манай суурь СМО загвар ӨБА үгсийг өндөр нарийвчлалтай хөрвүүлсэн бол тэмдэгт түвшний ДДХ загвар энэ тал дээр суурь загвараас давуу байсангүй. Гэсэн хэдий ч тэмдэгт түвшний ДДХ загвар нь зарим ӨБАГ үгсийг стандарт хэлбэрт хөрвүүлэх чадвартай байлаа. Иймээс СМО-ыг тэмдэгт түвшний ДДХ загвартай хослуулсан нь манай туршилтад хамгийн сайн үр дүнг өгсөн. Хүрсэн нарийвчлалын өсөлт бага байсан ч уламжлалт статистик аргыг мэдрэлийн загварт нэгтгэснээр үр дүнг сайжруулах ач холбогдолтой байлаа.

Тестийн өгөгдлийн ӨБА болон ӨБАГ үгсийн нарийвчлал

5-Р ХҮСНЭГТ

Загвар	IV нарийвчлал	OOV нарийвчлал
Суурь: СМО	96.29%	-
Үгийн түвшний ДДХ	81.44%	-
Тэмдэгт түвшний ДДХ	94.74%	47.04%
СМО + Тэмдэгт түвшний ДДХ	96.29%	48.48%
Үгийн түвшний ДДХ + Тэмдэгт түвшний ДДХ	81.23%	47.33%

Алдааны шинжилгээгээр загварын гүйцэтгэлд нөлөөлж буй хэд хэдэн гол хүчин зүйл тодорхой болсон. Нэгдүгээрт, гарны (keyboard) санамсаргүй алдаанаас үүдэлтэй тэмдэгт нэмэх, дутуу үсэг оруулах, буруу орлуулах зэрэг нь суралцсан хэв маягаас хазайсан дараалал үүсгэн, загварыг төөрөгдүүлдэг. Хоёрдугаарт, эгшгүүдийг хассан хэт богиносгосон оролтууд нь нарийвчлан ялгах чадварыг хязгаарладаг. Гуравдугаарт, 'o', 'y', 'e', 'y' эгшгүүдийн хөрвүүлэлт нь системийн тулгарч буй гол бэрхшээл болж байна. Нийгмийн сүлжээний хэрэглэгчид эдгээр дөрвөн өөр эгшгийг зөвхөн 'o' болон 'u' латин тэмдэгтээр илэрхийлдэг тул загвар нь оролтын контекстэд тулгуурлан, аль эгшиг тохирохыг зөв тодорхойлох шаардлагатай болдог. Энэхүү хязгаарлалт нь 'дунд' болон 'дүнд', 'өөр' болон 'уур' гэх мэт ижил латин бичигтэй боловч утгаараа ялгаатай үгсийг ялгахад хүндрэл учирдаг.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгаанд бид уламжлалт СМО загвар, үгийн болон тэмдэгтийн түвшний ДДХ мэдрэлийн

сүлжээний загварууд, мөн эдгээрийн хосолсон хувилбарыг харьцуулан судаллаа. Уламжлалт суурь СМО болон үгийн түвшний ДДХ загварууд нь ӨБАГ үгстэй ажиллахад хүндрэлтэй байсан бөгөөд үүний улмаас нарийвчлал харьцангуй доогуур гарсан. Харин тэмдэгт түвшний ДДХ загвар нь ийм төрлийн асуудлыг илүү сайн шийдвэрлэж, гүйцэтгэл сайжирсан үр дүн үзүүлсэн.

СМО загварын давуу талыг тэмдэгт түвшний ДДХ загвартай хослуулснаар бид туршилтаар хамгийн өндөр нарийвчлал (76.37%)-д хүрсэн. Энэхүү хосолмол арга нь ӨБАГ үгсийн асуудлыг үр дүнтэй бууруулж, статистик болон мэдрэлийн сүлжээний аргуудын харилцан нөхөх давуу талыг харуулсан юм.

Загваруудыг дангаар нь ашиглахад тодорхой хэмжээний ахиц гарсан боловч уламжлалт болон мэдрэлийн сүлжээний аргуудыг нэгтгэх нь илүү үр ашигтай болох нь батлагдлаа. Энэ нь текстийг стандарт хэлбэрт хөрвүүлэх даалгаварт хосолмол арга хэрэглэхийн ач холбогдлыг онцолж байна.

Цаашдын судалгаанд бид сургалтын өгөгдлийн хэмжээг нэмэгдүүлэх, загварын архитектур болон сургалтын аргачлалыг улам сайжруулах чиглэлээр ажиллаж, текстийг хэвийн болгох, стандарт хэлбэрт хөрвүүлэх нарийвчлалыг нэмэгдүүлэхээр төлөвлөж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] S. Tiun and S. N. A. Noor Ariffin, "Rule-based Text Normalization for Malay Social Media Texts," *Int. J. Adv.*

Comput. Sci. Appl., vol. 11, pp. 156-162, Nov. 2020. DOI: 10.14569/IJACSA.2020.0111021.

- [2] A. Aw, M. Zhang, J. Xiao, and J. Su, "A phrase-based statistical model for SMS text normalization," in *Proc. COLING/ACL 2006 Main Conf. Poster Sessions*, Sydney, July 2006, pp. 33-40.
- [3] M. A. Saloot, N. Idris, and A. Aw, "Noisy text normalization using an enhanced language model," in *Proc. Int. Conf. Artif. Intell. Pattern Recognit.*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2014.
- [4] K. Cho et al., "Learning phrase representations using RNN encoder-decoder for statistical machine translation," in *Proc. Conf. Empirical Methods Natural Lang. Process. (EMNLP)*, 2014, pp. 1724-1734.
- [5] I. Sutskever, O. Vinyals, and Q. V. Le, "Sequence to sequence learning with neural networks," in *Proc. Conf. Advances in Neural Inf. Process. Syst. (NIPS)*, 2014, pp. 3104-3112.
- [6] T. Ikeda, H. Shindo, and Y. Matsumoto, "Japanese text normalization with encoder-decoder model," in *Proc. 2nd Workshop on Noisy User-generated Text (W-NUT)*, Osaka, Japan, Dec. 2016.
- [7] Z. Kozhimbayev and Z. Yessenbayev, "Kazakh text normalization using machine translation approaches," *CEUR Workshop Proc.*, vol. 2780, pp. 115-122, 2020.
- [8] I. Lourentzou, K. Manghani, and C. X. Zhai, "Adapting sequence to sequence models for text normalization in social media," in *Proc. 13th Int. AAAI Conf. Web Social Media*, Association for the Advancement of Artificial Intelligence, Apr. 2019.
- [9] Z. Byambadorj, R. Nishimura, A. Ayush, and N. Kitaoka, "Normalization of Transliterated Words Using Seq2Seq Model with Spell Checker," in *Proc. 26th Annual Conference of the Association for Natural Language Processing (NLP2020)*, Mar. 2020.
- [10] D. Bahdanau, K. Cho, and Y. Bengio, "Neural machine translation by jointly learning to align and translate," in *Proc. Int. Conf. Learn. Representations (ICLR)*, 2015.

НӨӨЦ БАГАТАЙ ХЭЛЭНД ШУУГИАНТАЙ ГАЛИГЛАСАН БИЧВЭРИЙГ ХЭЛНИЙ ТОМ ЗАГВАРТ СУУРИЛАН ХЭВИЙН БОЛГОХ СУДАЛГАА

Соном-Очирын ӨЛЗИЙБАЯР¹, Бямбадоржийн ЗОЛЗАЯА², Батгэрэлийн АРИУНЗАЯА³

^{1,2,3} Монгол Улс, Улаанбаатар хот, ШУТИС, Мэдээлэл, холбооны технологийн сургууль, Мэдээллийн технологийн
ТЭНХИМ

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

Хураангуй: Дижитал орчинд монгол хэлийг латин үсгээр галиглан бичих үзэгдэл өргөн тархсанаар шуугиантай, стандарт бус текстийн хэмжээ эрс нэмэгдэж байна. Энэ нь хэлний боловсруулалтын (NLP) хэрэглээнд чанартай өгөгдөл бэлтгэхэд хүндрэл учруулж, эх хэлний бичгийн соёлд сөргөөр нөлөөлөх эрсдэлтэй. Иймээс нөөц багатай хэлний нөхцөлд латин галиглалтыг стандарт кирилл бичигт үр дүнтэй хэвийн болгох арга боловсруулах нь чухал асуудал юм. Мөн нийгмийн сүлжээнд буй их хэмжээний галигласан текст нь эх хэлний боловсруулалтын хувьд чухал өгөгдөл боловч хэвийн болголгүйгээр шууд ашиглах боломжгүй байдаг. Энэхүү судалгаанд бид шуугиантай латин үсгээр галигласан монгол текстийг стандарт кирилл хэлбэрт хөрвүүлэхэд тэмдэгт-түвшний seq2seq загварыг суурь болгон ашиглаж, GPT-2 загварт суурилсан том хэмжээний хэлний загваруудын боломжийг судлав. Туршилтад 4,000 өгүүлбэр бүхий гар аргаар хослуулсан өгөгдлийн багцыг ашиглаж, үгийн болон өгүүлбэрийн түвшинд сургалт явуулсан. Мөн урьдчилан сурсан жинг ашиглан нарийн тохируулах (fine-tune) болон эхнээс нь шинээр (scratch) сургах стратегиудыг, түүнчлэн анхны GPT-2 токенизатор болон Монгол BERT-д суурилсан холимог (hybrid) токенчлолын аргуудыг харьцуулсан. Үр дүнгээс харахад нарийн тохируулга хийсэн GPT-2 загвар нь эхнээсээ сурсан сургалтаас илүү гүйцэтгэл үзүүлсэн бөгөөд монгол хэлэнд тохируулсан холимог токенчлол ашигласан хувилбар хамгийн бага 22.5% WER үзүүлж, seq2seq суурь загвараас (24.7%) илүү үр дүнтэй байв. Судалгааны үр дүн нь урьдчилан сурсан хэлний мэдлэг болон хэлд оновчтой токенчлолын стратеги нь нөөц багатай, морфологи баялаг хэлний галиглалтыг хэвийн болгоход чухал нөлөөтэйг харуулж байна.

Түлхүүр үг: Өгөгдөл суурилсан арга, GPT-2 загвар, шуугиантай текст, seq2seq загвар, текст хэвийнжүүлэлт, токен, галиглагдсан текст

I. ОРШИЛ

Сүүлийн жилүүдэд дижитал харилцаа эрчимтэй хөгжихийн хэрээр латин бус бичиг хэрэглэдэг хэрэглэгчид латин үсгийг ашиглан галиглан бичих үзэгдэл түгээмэл болж байна. Энэ нь ялангуяа монгол хэлэнд тод ажиглагдаж байгаа бөгөөд олон нийтийн сүлжээ болон дижитал платформд харилцахдаа хэрэглэгчид албан ёсны кирилл бичгийн оронд латин үсгийг өргөнөөр ашиглах болсон. Энэхүү хандлага нь ялангуяа залуучуудын дунд түгээмэл бөгөөд сошиал медиа, чат, онлайн тоглоом зэрэгт латин үсгийг илүүд үздэг. Үүний шалтгаан нь дижитал төхөөрөмж дээр бичихэд хялбар байдал, техникийн зарим хязгаарлалтыг даван туулах боломж, мөн гадаад хэлний нөлөө зэрэгтэй холбоотой.

Гэвч энэ өөрчлөлт нь эх хэлний бичгийн соёл, хэлний бүрэн бүтэн байдалд сөргөөр нөлөөлөх эрсдэлтэй. латин үсэгт суурилсан бичлэг дижитал орчинд зонхилохын хэрээр залуу үе өөрсдийн албан ёсны бичгээр уншиж, бичих чадвараа алдах аюултай. Энэ нь зөвхөн хувь хүний бичиг үсгийн чадварт нөлөөлөөд зогсохгүй, боловсрол, уран зохиол, албан ёсны харилцаанд уламжлалт бичгийн үүрэг багасах зэрэг өргөн хүрээний асуудал үүсгэж болзошгүй. Олон нийтийн сүлжээнээс үүссэн их хэмжээний галигласан текстийг үр дүнтэй хэвийн болгох нь эх хэлний боловсруулалтын олон хэрэглээнд үнэтэй өгөгдөл бий болгоно. Иймээс ийм төрлийн текстийг хэвийн болгох найдвартай аргуудыг боловсруулах нь зайлшгүй шаардлагатай юм.

Сүүлийн үеийн судалгаанууд энэ чиглэлд уламжлалт аргуудаас эхлээд дэвшилтэт гүн сургалтын аргуудыг хүртэл өргөн хүрээнд судалсан байдаг. Статистик машин орчуулгын (СМО) загварууд нь шуугиантай, алдаатай, албан бус текстийг стандарт хэлбэрт шилжүүлэхэд өргөн ашиглагдаж ирсэн. Судлаачид эдгээр аргыг сошиал медиа, SMS текст хэвийн болгоход амжилттай хэрэглэж, текстийн чанар, уншигдах байдлыг сайжруулсан.

[1] SMS текст хэвийнжүүлэхэд статистик загварыг ашигласан бол, [2] Индонез хэлний хувьд хэвийн болгоход СМО-ыг үг болон тэмдэгтийн түвшинд ашиглаж, WER болон BLEU оноогоор суурь аргуудаас илүү үр дүн үзүүлснийг харуулсан. [3] шуугиантай болон хэвийн текстийн хос цуглуулж, СМО-д суурилсан хэвийн болгох аргыг санал болгосон.

Сүүлийн жилүүдэд машин орчуулгад зориулан хөгжүүлсэн зарим нейрон загварууд текст хэвийн болгоход өргөн хэрэглэгдэх болсон. Үүнд [5–9]-ийн ажлууд орно. [10] нь үг-түвшний seq2seq загварыг ашиглаж, амжилтгүй тохиолдолд тэмдэгт-түвшний seq2seq-ийг ашиглах хоёр шатлалт аргыг санал болгосон. [11] нь анхааралд суурилсан энкодер-декодер архитектур бүхий Causal Feature Extractor (CFE) нэртэй шинэ encoder-ийг санал болгож, CNN болон LSTM-ээс илүү нарийвчлал, хурдан сургалт үзүүлсэн. [13] нь mBART-д суурилсан олон хэлний сошиал медиа текст хэвийнжүүлэх загварыг санал болгож, зарим дотоод үнэлгээнд сул байсан ч гадаад

хэрэглээнд (sentiment analysis, MT) илүү сайн үр дүн үзүүлсэн.

Seq2seq загварууд өргөн хэрэглэгдэж байгаа хэдий ч, сүүлийн үед илүү дэвшилтэт архитектуруудыг туршиж эхэлсэн. Том хэмжээний хэлний загварууд (LLM) одоогоор өргөн ашиглагдаагүй ч GPT-3 [14], GPT-4 [15] зэрэг загваруудын боломжийг судалсан цөөн судалгаа бий. [16] нь TTS системд зориулсан текст хэвийн болгоход Transformer-г суурилсан загваруудыг харьцуулж, BERT энкодер ашигласан хоёр шатлалт загвар хамгийн сайн үр дүн үзүүлснийг харуулсан. [18] нь 10,000 өгөгдлөөр LoRA ашиглан нээлттэй эхийн LLM-үүдийг тохируулж, галиглалтыг хэвийн болгоход өндөр амжилт үзүүлсэн.

Энэхүү судалгаа нь шуугиантай, латин үсгээр галиглагдсан монгол текстийг стандарт кирилл хэлбэрт хамгийн бага нөөц ашиглан үр дүнтэй хөрвүүлэхэд чиглэж байна. Бид тэмдэгт-түвшний seq2seq загварыг суурь болгон авч, том хэмжээний хэлний загваруудын боломжийг судалсан.

Судалгааны гол хувь нэмэр нь:

- GPT-2 зэрэг том хэмжээний нейрон загварыг нөөц багатай монгол хэлний галигласан үгийг хэвийн болгоход анхлан судалсан
- Үг, өгүүлбэр, синтетик өгөгдөлд суурилсан шинэ өгөгдлийн санг бүрдүүлж ашигласан.
- Монгол хэлэнд тусгайлан тохируулсан GPT-2 болон BERT-ийг хослуулсан шинэ токенжуулалтын арга санал болгосон

Өгүүллийн үлдсэн хэсэг дараах бүтэцтэй. 2-р бүлэгт ашигласан өгөгдлийн багцыг, 3-р бүлэгт загварууд болон үнэлгээний хэмжүүрүүдийг, 4-р бүлэгт санал болгосон арга, туршилтын үр дүн, шинжилгээг, 5-р бүлэгт дүгнэлтийг тус тус танилцуулна.

II. ӨГӨГДЛИЙН БАГЦ

Энэхүү судалгаанд зориулан бид эхлээд олон нийтийн сүлжээнээс латин үсгээр бичигдсэн, шуугиантай ойролцоогоор 4,000 монгол өгүүлбэрийг цуглуулсан. Үүний дараа эдгээр өгүүлбэр тус бүрт харгалзах стандарт кирилл бичигтэй өгүүлбэрүүдийг гараар үүсгэсэн. Энэхүү өгөгдлийн хэмжээ нь нөөц багатай хэлний хувьд ижил төстэй судалгаанд ашиглагдсан өгөгдлүүдтэй [21, 22] дүйцэхүйц бөгөөд манай туршилтын орчинд тохиромжтой гэж үзсэн.

Өгөгдлийн багцыг улам баяжуулах зорилгоор өгүүлбэрүүдийг үг түвшинд сегментчилж, сургалтад ашиглах хос үгийн өгөгдлийн багцыг үүсгэсэн. Анхны өгүүлбэрийн түвшний өгөгдлийн багцыг өгүүлбэрийн түвшний өгөгдөл (ӨТ) гэж нэрлэн, харин үгийн түвшинд задлан гаргасан өгөгдлийг үгийн түвшний өгөгдөл (ҮТ) гэж нэрлэв. Цаашид өгүүлэлд ӨТ, ҮТ гэж товчилж хэрэглэнэ. 1-р хүснэгтэд олон нийтийн сүлжээнээс цуглуулсан үг түвшний өгөгдлийн багцын үндсэн статистик үзүүлэлтүүдийг харуулав.

Олон нийтийн сүлжээнээс цуглуулсан үгийн түвшний өгөгдлийн багцын статистик

1-р ХҮСНЭГТ.

Тайлбар	Шуугиантай (Латин үг)	Стандарт (Кирилл үг)
Давтагдахгүй үг	11,780	8,610
Хамгийн урт үгийн урт	19	18
Үгийн дундаж урт	5.4	5.2
Нийт үг	33,620	35,510

Хэл зүйн болон галиглалтын олон янз байдлыг хангаж буй эсэхийг шалгахын тулд бид ҮТ өгөгдлийн багцыг дараах хэд хэдэн хэмжээсээр задлан шинжилсэн.

- Үг түвшний олон янз байдал: ҮТ өгөгдлийн багц нь 8,610 давтагдахгүй стандарт монгол үг агуулж байна. Эдгээрийн ойролцоогоор 20% нь хоёр ба түүнээс дээш өөр шуугиантай галигласан хувилбартай бөгөөд зарим үг 12 хүртэлх өөр бичлэгтэй байна. Энэ нь бодит хэрэглээнд түгээмэл ажиглагддаг галиглалтын олон хэлбэрийг өгөгдөл сайн хамарч байгааг харуулж байна.

Түгээмэл хэрэглэгддэг үгсийн хамрах хүрээ:

- Үгийн сангийн хамрах хүрээг үнэлэхийн тулд бид ҮТ өгөгдлийг урлаг, соёл, эдийн засаг, эрүүл мэнд, хууль, улс төр, спорт, технологи, боловсрол, байгаль орчин гэсэн есөн салбарыг хамарсан 75,000 мэдээний өгүүллээс бүрдсэн, 25 сая үгтэй корпус [23]-тай харьцуулсан. Үр дүнгээс харахад уг корпус дахь хамгийн түгээмэл 2,650 үгийн 70.4% нь ҮТ өгөгдлийн багцад багтсан байсан нь энэхүү өгөгдөл түгээмэл хэрэглэгддэг үгсийг хангалттай хамарч байгааг нотолж байна.

Эдгээр шинжилгээнүүдээс харахад ҮТ өгөгдлийн багц нь үг, үгийн сангийн түвшинд олон янз байдалтай бөгөөд галиглалтыг хэвийн болгох болон бусад монгол хэлний хувьд эх хэлний боловсруулалтын даалгавруудад ашиглахад үнэ цэнтэй нөөц болох нь батлагдаж байна.

Нэмэлтээр, бид олон нийтийн сүлжээнээс 300 шуугиантай галиглагдсан өгүүлбэрийг тестийн зорилгоор цуглуулсан. Эдгээр өгүүлбэр нь монгол хэлийг латин үсгээр илэрхийлэх хэрэглэгчдийн олон янзын стандарт бус бичлэгийг агуулсан. Уг тестийн өгөгдлийн дэлгэрэнгүй статистикийг 2-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Тестийн өгөгдлийн дэлгэрэнгүй статистик

2-р хүснэгт.

Тайлбар	Шуугиантай (Латин үг)
Нийт үг	2,520
Давтагдахгүй үг	1,760
Хамгийн урт үгийн урт	17
Үгийн дундаж урт	5.3
Үгийн санд багтсан (IV)	1,630 (64.68%)
Үгийн санд багтаагүй (OOV)	890 (35.32%)
Нийт үг	2,520

III. АРГА ЗҮЙ

Энэ хэсэгт бид суурь загвар болгон ашигласан seq2seq загвар, мөн GPT-2 загварт суурилсан бидний санал болгож буй аргыг танилцуулна. Үүнээс гадна загваруудын гүйцэтгэлийг үнэлэхэд ашигласан үнэлгээний аргуудыг тайлбарлана. Дараах дэд хэсгүүдэд арга тус бүр болон үнэлгээний стратегийг дэлгэрэнгүй авч үзнэ.

A. SEQ2SEQ загвар

Seq2seq загвар нь encoder-decoder архитектурт суурилдаг бөгөөд оролтын текстийг дараалал хэлбэрээр боловсруулж, түүнд харгалзах гаралтын дарааллыг үүсгэдэг тул манай зорилгод маш тохиромжтой. Иймээс бид латин бичигт суурилсан шуугиантай транслитерацийг стандарт кирилл текстэд хэвийнжүүлэх суурь арга болгон [7]-д санал болгосон encoder-decoder архитектур дээр үндэслэж, [8]-д нэвтрүүлсэн анхаарал (attention) механизмтай тэмдэгт-түвшний seq2seq загварыг ашигласан.

Янз бүрийн давхаргын тоо бүхий, өөр өөр рекуррент архитектурууд дээр туршилт хийж, холбогдох гиперпараметруудийг тус тусад нь тохируулсны үр дүнд бид GRU-д суурилсан тэмдэгт-түвшний загварыг сонгосон. GRU загвар нь гүйцэтгэл болон тооцооллын үр ашиг хоёрын хооронд хамгийн сайн тэнцвэрийг хангаж байсан бөгөөд ялангуяа нөөц хязгаарлагдмал нөхцөлд давуу талтай байв. Түүнчлэн үгийн санд багтаагүй (OOV) токenuудыг боловсруулах чадвар болон бага хэмжээний өгөгдөл дээр эхнээс нь үр дүнтэй сургах боломж нь энэхүү загварыг манай хэвийнжүүлэлтийн даалгаварт тохиромжтой болгосон.

Загварыг TensorFlow [26] ашиглан хэрэгжүүлсэн бөгөөд encoder болон decoder нь тус бүр нэг давхаргатай, 512 далд нэгж бүхий GRU-ээс бүрдэнэ. Embedding векторын хэмжээг 250 болгон тохируулсан. Сургалтад Adam оптимизаторыг 0.0002 суралцах хурдтай, 32-ын багцын хэмжээтэйгээр ашигласан.

B. GPT-2 загвар

Seq2seq загвараас гадна бид текст хэвийнжүүлэлтийн зорилгоор GPT-2 загварыг туршсан. GPT-2 нь autoregressive шинжтэй, Transformer-д суурилсан хэлний загвар бөгөөд

байгалийн хэл боловсруулах олон даалгаварт өндөр гүйцэтгэл үзүүлдгээрээ алдартай [27, 28]. Encoder-decoder бүтэцтэй seq2seq загвараас ялгаатай нь GPT-2 нь өмнөх контекстэд тулгуурлан, дараагийн токеныг таамагладаг бөгөөд self-attention механизмаар дамжуулан урт зайн хамаарлыг RNN-д суурилсан загваруудаас илүү үр дүнтэй барьж чаддаг.

Манай туршилтад бид тооцооллын нөөц хязгаарлагдмал нөхцөлд нарийн тохиргоо (fine-tuning) болон ашиглалтад илүү тохиромжтой гэж үзэн GPT-2-Small загварыг үндсэн сонголтоор авсан. Энэхүү сонголтыг баталгаажуулахын тулд бид GPT-2-Medium [29], GPT-2-Large [30] зэрэг том хувилбарууд, мөн нээлттэй эхийн олон хэлний Transformer загварууд болох mGPT-1.3B [31], BLOOM-560M [32], LLaMA 3.2-1B [33]-тай харьцуулсан туршилт хийсэн. Ингэснээр GPT-2-ын илүү том хувилбаруудын гүйцэтгэл болон олон хэлний урьдчилсан сургалтын нөлөөг судлахыг зорьсон.

mGPT-1.3B загвар нь хязгаарлагдмал хэмжээний монгол текстийг багтаасан олон хэлний өгөгдөл дээр сургагдсан тул түүний олон хэлний мэдлэг манай даалгаварт эерэг нөлөө үзүүлэх эсэхийг шалгах зорилгоор нарийн тохируулсан. BLOOM-560M нь монгол хэл дээр сургагдаагүй боловч олон төрлийн хэлний өгөгдөл дээр бэлтгэгдсэн загвар юм. Иймээс BLOOM-ийг тохируулан ашигласнаар нөөц багатай монгол хэл дээр том хэмжээний олон хэлний загвар хэрхэн ажиллахыг үнэлсэн. Үүнтэй адил, олон хэлний корпус дээр, гэхдээ монгол хэлний өгөгдөл хязгаарлагдмал нөхцөлд урьдчилан сургагдсан LLaMA 3.2-1B загварыг манай даалгаварт дасан зохицох чадварыг нь үнэлэх зорилгоор туршсан.

Туршилтын үр дүнгээс харахад GPT-2-Medium болон GPT-2-Large нь GPT-2-Small-тай харьцуулахад бага зэрэг илүү гүйцэтгэл үзүүлсэн боловч тооцооллын зардал мэдэгдэхүйц өсөхтэй харьцуулахад уг сайжруулалт хангалттай биш байв. BLOOM-560M болон LLaMA 3.2-1B нь тодорхой хэмжээнд хэвийнжүүлэлт хийх чадвар харуулсан ч практик хэрэглээнд хангалттай үр дүн үзүүлээгүй. Харин mGPT-1.3B загвар нь олон хэлний урьдчилсан сургалттай байсан ч манай даалгаврыг үр дүнтэй гүйцэтгэж чадалгүй, галиглалтыг хэвийн болгох даалгаварт хүндрэлтэй байгааг харуулсан.

Эдгээр үр дүн нь GPT-2-Small загварыг нарийвчлал болон үр ашгийн хувьд хамгийн оновчтой сонголт болохыг баталгаажуулсан. Иймээс бид Hugging Face-ийн Transformers сангаас авсан урьдчилан сургагдсан GPT-2-Small загварыг ашиглаж, анхны архитектур болон гиперпараметруудад өөрчлөлт оруулалгүйгээр нарийн тохируулсан [34].

C. Үнэлгээ

Загваруудын гүйцэтгэлийг үнэлэхийн тулд бид Үгийн алдааны хувь (Word Error Rate, WER) хэмжүүрийг ашигласан. WER нь тестийн өгөгдөл дэх нийт үгсийн тоотой харьцуулахад буруу

таамаглагдсан үгсийн эзлэх хувийг хэмждэг. Уг судалгаанд WER-ийг дараах байдлаар тооцоолсон:

$$WER = \frac{\text{Буруу таамагласан үг тоо}}{\text{Нийт үгсийн тоо}} \times 100 \quad (1)$$

Энд “буруу үг” гэдэг нь загвараас гарсан үр дүн тухайн лавлах (ground truth) үгтэй яг таарахгүй байгаа аливаа үгийг хэлнэ.

IV. ТУРШИЛТ БА ҮР ДҮН

Энэ бүлэгт бид дуу чимээтэй латин бичвэрээс стандарт кирилл бичиг рүү монгол хэлний текстийг нормчлох бага нөөцтэй орчны асуудлыг шийдэхэд чиглэсэн санал болгож буй аргачлалаа танилцуулна. Бид асуудлын өөр өөр талыг хамарсан, хоорондоо уялдаа бүхий 2 стратегийг дэвшүүлж байна. Эдгээр аргуудын хүрээнд бид загварын хувилбарууд, өгөгдлийн нарийвчлал, алдаа засварлах механизмуудын нөлөөг системтэйгээр үнэлж, тэдгээр нь галиглалтийг хэвийн болгох нарийвчлалд хэрхэн нөлөөлж байгааг шинжилсэн. Туршилтын үр дүнгээс харахад эдгээр стратегиуд нь шошгологдсон өгөгдөл хомс зэрэг бага нөөцтэй орчны үндсэн сорилтуудыг хамтад нь шийдвэрлэж, нөөц багатай хэлнүүдэд ижил төстэй даалгавруудын хувьд дахин давтагдахуйц суурь жишгийг тогтоож байна.

Санал болгож буй арга: Загвар сургалтын стратеги

Бид GPT-2 авто-регрессив хэлний загварыг контекстэд нийцсэн дараалал үүсгэх чадварынх нь улмаас сонгон ашигласан. Бага нөөцтэй орчинд гүйцэтгэлийг сайжруулахын тулд бид хоёр үндсэн стратегийг системтэйгээр судалсан. Үүнд: **загварын эхлэлийн жингийн тохиргооны стратеги** болон **токенчлолын стратеги** болно. Эдгээр туршилтууд нь урьдчилан сурсан мэдлэг болон токенчлолын өөрчлөлтүүд галиглалтыг хэвийн болгох нарийвчлалд хэрхэн нөлөөлж байгааг үнэлэх зорилготой бөгөөд ингэснээр шуугиантай галигийг боловсруулахад хамгийн үр дүнтэй хандлагыг тодорхойлох боломжийг олгоно.

A. Загварын эхлэлийн жингийн тохиргооны стратеги

Галиглагдсан текстийг хэвийн болгох даалгаварт урьдчилсан мэдлэгийн үүргийг судлахын тулд бид дараах хоёр өөр сургалтын аргыг авч үзсэн. Үүнд:

- **Нарийн тохируулан сургасан (Fine-tune) GPT-2:** Загварыг урьдчилан сурсан GPT-2 жингүүдээр (124M параметр) эхлэлийн жингийн тохиргоо хийж, анхны токен embedding-ийг хадгалсан хэвээр өгөгдөл дээрээ тохируулсан. Энэ арга нь өндөр нөөцтэй англи хэл дээр суралцсан загварын хэл шинжлэлийн ерөнхий мэдлэгийг ашиглах боломжийг олгодог.

- **Эхнээс нь (scratch) сургасан GPT-2:** Загварын бүх жинг санамсаргүйгээр дахин тохиргоо хийж, ижил архитектур ашиглан эхнээс нь сургасан. Ингэснээр урьдчилсан сургалтын өгөгдлөөс үүдэх хэл хоорондын хазайлтыг арилгаж, загвар зөвхөн Монгол хэлний галиглалтийн хэв маягаас суралцах боломж бүрдэнэ.

Эдгээр хоёр аргыг харьцуулснаар урьдчилан сурсан төлөөлөл гүйцэтгэлийг сайжруулж байна уу, эсвэл тухайн даалгаварт саад болж байна уу гэдгийг үнэлсэн.

B. Токенчлолын стратеги

Токенчлол нь ялангуяа морфологи баялаг хэлнүүдийн хувьд бага нөөцтэй NLP даалгаварт маш чухал үүрэгтэй. Үүний нөлөөг үнэлэхийн тулд бид дараах хоёр өөр токенчлолын аргыг туршсан.

- **GPT-2-ийн анхны токенчлол:** GPT-2-ийн үндсэн byte-pair encoding (BPE) токенизаторыг өөрчлөлтгүй ашигласан. Гэвч энэ нь голчлон англи хэл дээр сургагдсан тул монгол хэлний тусгай дэд нэгжүүдийг агуулдаггүй бөгөөд үүний улмаас үгийн хуваалт оновчгүй, галигийн алдаа гарах магадлалтай.
- **Холимог (Hybrid) токенчлол:** Монгол хэлний корпус дээр сургагдсан BERT загвараас [35] авсан монгол дэд нэгжүүдийг GPT-2-ийн BPE үгийн санд нэгтгэсэн. Энэ өөрчлөлт нь “-ын”, “-ийн” зэрэг дагавруудыг таних боломж олгож, үгийг зөв хуваах, дахин бүтээх чадварыг сайжруулна.

Эдгээр эхлэлийн жингийн тохиргооны болон токенчлолын стратегиудыг системтэйгээр харьцуулснаар бид монгол хэлний галиглагдсан үгийг хэвийн болгох даалгаврын хувьд хамгийн үр дүнтэй тохиргоог тодорхойлохыг зорьсон. Үүний тулд бид нэг ижил өгөгдөл (ҮТ) ашиглан дараах дөрвөн загварын хувилбарыг сургасан.

Үүнд:

- M1** – эхнээс нь сургасан GPT-2 + анхны токенчлол,
- M2** – эхнээс нь сургасан GPT-2 + холимог токенчлол,
- M3** – нарийн тохируулан сургасан GPT-2 + анхны токенчлол,
- M4** – нарийн тохируулан сургасан GPT-2 + холимог токенчлол.

Эдгээр дөрвөн загварын сургалтын ерөнхий бүтцийг Зураг 1-д харуулав.

Энэхүү туршилтын зохион байгуулалт нь (i) урьдчилан сурсан мэдлэг галиглагдсан үгийг хэвийн болгох даалгаварт ашиг тустай эсэх, (ii) өөр өөр токенчлолын схемүүд дарааллын хуваалт болон

нарийвчлалд хэрхэн нөлөөлж байгааг үнэлэх боломж олгож байна.



1-р зураг. Эхлэлийн жингийн оноолт ба токенчлолын ялгаатай стратегид суурилсан загварууд

Бүх загваруудыг ижил нөхцөлөөр сургасан бөгөөд эхлэлийн жингийн тохиргоо ба токенчлолын нөлөөг тусгаарлан судалсан. Галиглагдсан үгийг хэвийн болгох даалгаврыг тодорхой болгохын тулд оролтын дарааллыг дараах хэлбэрээр тэмдэглэв:

[START] noisy: <Latin текст>

[SEP] canon: <Cyrillic текст>

[EOS]

Бүх загварууд ижил hyperparameter-тайгаар (суралцах хурд: 5e-5, batch size: 8, epoch: 100) сургагдсан. 3-р хүснэгтэд дөрвөн загварын тестийн өгөгдөл дээрх гүйцэтгэлийг харуулав.

ТЕСТИЙН ӨГӨГДӨЛ ДЭЭРХ ЗАГВАРУУДЫН ГҮЙЦЭТГЭЛ

3-р ХҮСНЭГТ.

Загварууд	Эхлэлийн жин	Токенчилал	WER
Seq2Seq	-	-	24.7
M1	Эхнээс	Original GPT-2	25.8
M2	Эхнээс	GPT-2 + BERT Tokens	25.2
M3	Тохируулсан	Original GPT-2	24.6
M4	Тохируулсан	GPT-2 + BERT Tokens	22.5

C. Үр дүнгийн шинжилгээ

Туршилтын үр дүнгээс харахад эхнээс нь сургасан загварууд (M1, M2) Seq2Seq суурь загвараас давж чадсангүй, харин нарийн тохируулан сургасан загварууд (M3, M4) илүү гүйцэтгэл үзүүлсэн. Ялангуяа холимог токенчлолтой нарийн тохируулан сургасан загвар (M4) хамгийн бага WER-тэй байв.

Эдгээр үр дүн нь:

- Нарийн тохируулан сургах нь эхнээсээ сургахаас илүү үр дүнтэй болохыг,
- Монгол хэлэнд тохируулсан токенчлол алдааг мэдэгдэхүйц бууруулдаг болохыг,
- Морфологи баялаг, бага нөөцтэй хэлэнд токенчлолын стратеги онцгой ач холбогдолтой болохыг харуулж байна.

V. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаагаар нөөц багатай монгол хэлний шуугиантай латин галиглалтыг стандарт кирилл

бичигт хэвийн болгох асуудлыг том хэмжээний хэлний загварт суурилан судаллаа. Бид тэмдэгт-түвшний seq2seq загварыг суурь болгон авч, GPT-2 загварыг өөр өөр сургалтын стратеги болон токенчлолын хувилбаруудаар туршин харьцуулсан.

Туршилтын үр дүнгээс дараах үндсэн дүгнэлт гарч байна:

- Урьдчилан сурсан жинг ашиглан, нарийн тохируулан сургах нь эхнээсээ сургах аргаас илүү үр дүнтэй байна.
- Монгол хэлэнд тохируулсан холимог токенчлол нь анхны GPT-2 токенчлолоос илүү гүйцэтгэл үзүүлж, морфологи баялаг бүтэцтэй хэлний хувьд токенчлолын ач холбогдол өндөр болохыг баталлаа.
- Нарийн тохируулга + холимог токенчлол (M4) загвар хамгийн сайн үр дүн үзүүлж, 22.5% WER-т хүрсэн нь суурь seq2seq загвараас илүү гүйцэтгэлтэй байв.
- Нөөц багатай орчинд ч том хэмжээний хэлний загваруудыг оновчтой тохируулснаар практик хэрэглээнд ашиглах боломжтойг харууллаа.

Энэхүү судалгаа нь монгол хэлний галиглагдсан үгийг хэвийн болгох даалгаварт том хэмжээний хэлний загварыг ашигласан анхны системтэй туршилтуудын нэг бөгөөд цаашид синтетик өгөгдөл нэмэгдүүлэх, зааврын дагуу нарийн тохируулан (instruction-based fine-tuning) сургах, эсвэл параметр багатай тохируулгын аргууд (жишээ нь LoRA) ашиглан гүйцэтгэлийг нэмэгдүүлэх боломжтой гэж үзэж байна. Мөн энэхүү аргачлал нь бусад нөөц багатай хэлнүүдийн галигласан текстийг хэвийн болгох даалгаварт өргөтгөн хэрэглэх боломжтой юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] A. Aw, M. Zhang, J. Xiao, and J. Su, "A phrase-based statistical model for SMS text normalization," in *Proc. COLING/ACL 2006 Main Conf. Poster Sessions*, 2006, pp. 33–40.
- [2] A. Kurnia, A. Ajmal, and E. Yulianti, "Statistical machine translation approach for lexical normalization on Indonesian text," in *Proc. 2020 Int. Conf. Asian Lang. Process. (IALP)*, 2020, pp. 288–293.
- [3] T. Schlippe, C. Zhu, D. Lemcke, and T. Schultz, "Statistical machine translation based text normalization with crowdsourcing," in *Proc. 2013 IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Process. (ICASSP)*, 2013, pp. 8406–8410.
- [4] K. Scannell, "Statistical models for text normalization and machine translation," in *Proc. 1st Celtic Lang. Technol. Workshop*, 2014, pp. 33–40.
- [5] N. Kalchbrenner and P. Blunsom, "Recurrent continuous translation models," in *Proc. 2013 Conf. Empirical Methods Natural Lang. Process.*, Seattle, WA, USA, 2013, pp. 1700–1709.
- [6] K. Cho, B. van Merriënboer, C. Gülçehre, D. Bahdanau, F. Bougares, H. Schwenk, and Y. Bengio, "Learning phrase representations using RNN encoder-decoder for statistical machine translation," in *Proc. 2014 Conf. Empirical Methods Natural Lang. Process.*, Doha, Qatar, 2014, pp. 1724–1734.

- [7] I. Sutskever, O. Vinyals, and Q. V. Le, "Sequence to sequence learning with neural networks," in *Proc. 27th Int. Conf. Neural Inf. Process. Syst.*, Montreal, Canada, 2014, pp. 3104–3112.
- [8] D. Bahdanau, K. Cho, and Y. Bengio, "Neural machine translation by jointly learning to align and translate," in *Proc. 3rd Int. Conf. Learn. Represent.*, San Diego, CA, USA, 2015.
- [9] M. Luong, H. Pham, and C. D. Manning, "Effective approaches to attention-based neural machine translation," in *Proc. 2015 Conf. Empirical Methods Natural Lang. Process.*, Lisbon, Portugal, 2015, pp. 1412–1421.
- [10] I. Lourentzou, K. Manghnani, and C. Zhai, "Adapting sequence-to-sequence models for text normalization in social media," in *Proc. 13th Int. AAAI Conf. Web Soc. Media*, 2019, pp. 335–345.
- [11] A. Javaloy and G. García-Mateos, "Text normalization using encoder-decoder networks based on the causal feature extractor," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 13, p. 4551, 2020.
- [12] R. Satapathy, Y. Li, S. Cavallari, and E. Cambria, "Seq2Seq deep learning models for microtext normalization," in *Proc. 2019 Int. Joint Conf. Neural Netw. (IJCNN)*, Budapest, Hungary, 2019, pp. 1–8.
- [13] A.-M. Bucur, A. Cosma, and L. P. Dinu, "Sequence-to-sequence lexical normalization with multilingual transformers," *arXiv preprint arXiv:2110.02869*, 2021.
- [14] T. B. Brown, B. Mann, N. Ryder, et al., "Language Models are Few-Shot Learners," *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 33, pp. 1877–1901, 2020.
- [15] OpenAI, "GPT-4 Technical Report," *arXiv preprint arXiv:2303.08774*, 2023.
- [16] J. H. Ro, F. Stahlberg, K. Wu, and S. Kumar, "Transformer-based models of text normalization for speech applications," *arXiv preprint arXiv:2202.00153*, 2022.
- [17] Y. Zhang, T. M. Bartley, M. Graterol-Fuenmayor, V. Lavrukhin, E. Bakhturina, and B. Ginsburg, "A chat about boring problems: Studying GPT-based text normalization," in *Proc. ICASSP 2024 - 2024 IEEE Int. Conf. Acoust., Speech, Signal Process. (ICASSP)*, Seoul, South Korea, 2024, pp. 10921–10925.
- [18] M. M. I. Alam and A. Anastasopoulos, "Large language models as a normalizer for transliteration and dialectal translation," in *Proc. 12th Workshop NLP Similar Lang., Varieties Dialects*, 2025, pp. 39–67.
- [19] Mongolian Agency for Standardization and Metrology, "MNS 5217:2003 - Rules of Mongolian Script Spelling," Mongolian national standard, 2003.
- [20] Mongolian Agency for Standardization and Metrology, "MNS 5217:2012 - Rules of Mongolian Script Spelling," Mongolian national standard, 2012.
- [21] S. Lusito, E. Ferrante, and J. Maillard, "Text normalization for low-resource languages: the case of Ligurian," in **Proc. ComputEL-4:Workshop on Computational Methods for Endangered Languages**, 16 June 2022. [Online]. Available: <https://computel-workshop.org/8> VOLUME XX, 2017
- [22] N. T. Le, F. Sadat, L. Menard, and D. Dinh, "Low-Resource Machine Transliteration Using Recurrent Neural Networks," *ACM Transactions on Asian and Low-Resource Language Information Processing*, vol. 18, no. 2, pp. 1–13, Jan. 2019.
- [23] T. Tuguldur, "Eduge news classification dataset," GitHub, [Online]. Available: <https://github.com/tugstugi/mongolian-nlp/blob/master/datasets/eduge.csv.gz> [Accessed: May 12, 2025].
- [24] Ch. Choimaa, *Grammar Dictionary of the Mongolian Language. Vol.1 (A-C)*, Ulaanbaatar: National University of Mongolia Press, 2005.
- [25] Ch. Choimaa, *Grammar Dictionary of the Mongolian Language. Vol.2 (T-Я)*, Ulaanbaatar: National University of Mongolia Press, 2005.
- [26] M. Abadi et al., "TensorFlow: A system for large-scale machine learning," in *12th USENIX Symposium on Operating Systems Design and Implementation (OSDI '16)*, 2016, pp. 265–283.
- [27] A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, L. Kaiser, and I. Polosukhin, "Attention is all you need," in *Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*, Long Beach, CA, USA, 2017, pp. 5998–6008.
- [28] A. Radford, J. Wu, R. Child, D. Luan, D. Amodei, and I. Sutskever, "Language models are unsupervised multitask learners," OpenAI, Tech. Rep., 2019.
- [29] OpenAI, "GPT-medium model," OpenAI, [Online]. Available: <https://openai.com>.
- [30] OpenAI, "GPT-Large model," OpenAI, [Online]. Available: <https://openai.com>.
- [31] A. Shliazhko, A. Arkhipov, and D. Emelyanov, "mGPT: A multilingual GPT model," *arXiv preprint arXiv:2110.02702*, 2021.
- [32] J. BigScience, T. Scialom, A. Wang, et al., "BLOOM: A 176B-parameter open-access multilingual language model," *arXiv preprint arXiv:2211.05100*, 2022.
- [33] Meta AI, "LLaMA 3.2–1B: Open Foundation Language Model," Hugging Face, 2024. [Online]. Available: <https://huggingface.co/meta-llama/Meta-Llama-3-1B>
- [34] T. Wolf, L. Debut, V. Sanh, J. Chaumond, C. Delangue, A. Moi, P. Cistac, T. Rault, R. Louf, M. Funtowicz, and J. Brew, "Transformers: State-of-the-art natural language processing," in *Proceedings of the 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations*, 2020, pp. 38–45.
- [35] Tugstugi, "BERT Base Mongolian Uncased," Pre-trained model. Accessed [2025.03.22]. [Online]. Available: <https://huggingface.co/tugstugi/bert-base-mongolian-uncased>

ЗАРИМ СУРГУУЛИЙН ОРЧИНД ХУДАЛДААЛЖ БҮЙ ХҮНСНИЙ БҮТЭЭГДЭХҮҮНИЙ СУДАЛГАА

Цэцэгдэлгэрийн ПҮРЭВДУЛАМ^{1,2}, Нэргүйн СУГАР¹, Баярсайханы ГАНТУЛГА^{1,3}

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Хүнс, хөнгөн үйлдвэрлэл, дизайны сургууль, Биотехнологи, шим судлалын тэнхим

²Нийслэлийн Ерөнхий боловсролын 47-р дунд сургууль

³Монгол Улс, Улаанбаатар, АШУҮИС, Нийгмийн эрүүл мэндийн сургууль, Шим тэжээл судлалын тэнхим

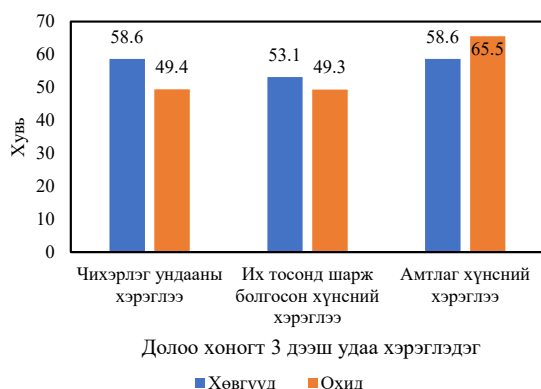
Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: gantulga_b@must.edu.mn³

Хураангуй: Сүүлийн хорь гаруй жилийн туршид хүн ам, ялангуяа өсвөр насны хүүхдүүдийн дунд илүүдэл жин, таргалалтын тархалт нэмэгдсээр байна. Манай орны хувьд ч 6-18 насны хүүхдүүдийн дунд илүүдэл жин 19.6%, таргалалт 6.2% хүрснийг “Хүн амын хоол тэжээлийн үндэсний VI судалгаа”-ны дүн харуулав. Энэ нь эрүүл бус хүнсний зан үйл, амьдралын хэв маягтай холбоотой бөгөөд нөлөөлж буй нэг зүйл нь сургуулийн орчинд худалдаалж буй хүнсний сонголт юм. Дэлхийн олон оронд сургуулийн орчинд худалдаалахыг хориглосон хүнсний жагсаалтыг баталж мөрддөг бөгөөд үүнд нь илчлэг, тос, сахар, натрийн агууламжтай хүнсийг багтаадаг. Манай орны хувьд Эрүүл мэндийн сайдын А/370 тоот тушаалаар сургуулийн орчинд илчлэг, тос, сахар ихтэй 11 төрлийн хүнс худалдаалахыг хориглодог. Энэхүү судалгааны ажлаар бид нийслэлийн төвд байрлалтай 2 сургууль, захад байрлалтай 2 сургуулийн дунд ангийн 400 сурагчдыг хамруулж сургуулийн орчинд худалдан авч буй хүнс, худалдан авалтад нөлөөлөх хүчин зүйл, хоол шим тэжээлийн мэдлэгийг тодорхойлов. Судалгааны үр дүнгээс 4 сургуульд дотор 1-5 төрлийн, харин гадна 11 төрлийн хориглосон хүнсийг худалдаалж байна. Сурагчдын 54.7% резинен чихэр, 64.1% зайрмаг, 45% чипс худалдан авч байна.

Түлхүүр үг: сургуулийн орчин, илчлэг, шимт бодисын хэмжээ, хүнсний нэр төрөл

I. УДИРТГАЛ

ДЭМБ-ын мэдээлж буйгаар 5-14 насны хүүхэд, 15-19 насны өсвөр насныхны дунд илүүдэл жин, таргалалтын тархалт 8%-иар буюу дөрөв дахин нэмэгдэж 390 сая хүрсэн байна [1]. Манай улсын хувьд сургуулийн 6-18 насны хүүхдүүдийн дунд илүүдэл жин 19.6%, таргалалтын тархалт 6.2% хүрсэн байна [2]. Энэ нь сурагчдын дунд эрүүл бус хүнс, тухайлбал, төрөл бүрийн чихэрлэг ундаа, их тосонд чанаж, шарсан хүнсний хэрэглээ их байгаагаар холбоотой юм (зураг 1).



Зураг 1. 6-18 насны сурагчдын эрүүл бус хүнсний хэрэглээ, хувь

Энэхүү судалгаанаас эрүүл бус хооллолтын зан үйл, амьдралын хэв маягт бага наснаас эхэлж байгаа нь халдварын бус архаг өвчинд өртөх эрсдэл нэмэгдэнэ.

БНСУ, Мексик, Бразил зэрэг улсуудын ЕБС-ийн орчин дахь эрүүл бус хүнсний бүтээгдэхүүний худалдааг хязгаарлах, хориглох бодлого хэрэгжиж эхлээд байна [3,4,5].

Монгол Улсын хувьд Эрүүл мэндийн сайдын 2021 оны А/370 тоот тушаалаар сургуулийн орчинд худалдаалахыг хориглосон 11 төрлийн хүнсний жагсаалт батлагдсан. Энэ жагсаалтад хэт боловсруулсан, нэмэлт бодис ихтэй, сахар, тос, давсны агууламж өндөртэй, эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлж болзошгүй бүтээгдэхүүн багтсан байдаг [6].

Сурагчид өдөр тутмын хоол хүнснээс авах нийт илчлэгийн ойролцоогоор 40%-ийг сургууль дээр байх хугацаандаа авдаг [7]. Сурагчдын эрүүл бус хүнс худалдан авч буй газар нь сургуулийн орчин буюу цайны газар, буфет, эсвэл сургуулийн гаднах жижиг дэлгүүр болж байна.

Гэтэл дээрх хориглосон хүнсийг манай улсын ЕБС-ийн дотоод болон гадна орчинд борлуулсаар байна. Эдгээр газар сурагчдад хамгийн хүртээмжтэй, байрлалын хувьд сургуультай ойр хэдий ч эрүүл хүнсний талаарх төрийн бодлогыг хэрэгжүүлэх боломжийг хязгаарлаж байна [8].

2021 онд ЕБС-ийн 10-18 насны сурагчдын дунд хийсэн судалгаагаар эрүүл бус хүнсний хэрэглээ өндөр, анги ахих тусам чихэрлэг зуушны хэрэглээ нэмэгдсэн нь ажиглагдаж байгаа [9] бөгөөд өсвөр насны хүүхдүүдийн дунд эдгээр хүнсийг тогтмол хэрэглэх нь таргалалт, чихрийн шижин, цусны даралт ихсэх зэрэг халдварын бус өвчлөлийн анхдагч эрсдэлт хүчин зүйл болж болзошгүй юм.

Энэхүү судалгаанд сургуулийн орчинд худалдаалж буй хориглосон хүнсний талаар судлав.

II. СУДАЛГААНЫ АРГА, АРГАЧЛАЛ

1. Судалгааны хамрах хүрээ

Судалгаанд нийслэлийн ХУД, СХД, БЗД, СБД-ийн төрийн өмчийн 4 сургуулийн 6–9 дүгээр ангийн нийт 400 сурагчийг хамруулав. Сурагчдаас хүнсний хэрэглээ болон хоол, шим тэжээлийн талаарх мэдлэгийг үнэлэх зорилгоор цахим болон хэвлэмэл хэлбэрийн асуумж ашиглан мэдээлэл цуглуулсан. Сурагчдын хоол тэжээлийн мэдлэгийг тодорхойлохдоо үнэн, худал, мэдэхгүй гэсэн гурван хариултын сонголттой нийт 10 асуултаас бүрдэх үнэлгээний аргачлалыг ашиглав. Асуулт бүрийн зөв хариултад 1 оноо, буруу эсвэл мэдэхгүй гэж хариулсан тохиолдолд 0 оноо өгч үнэлсэн. Нийт авсан оноог хувиар илэрхийлж, мэдлэгийн түвшнийг дараах байдлаар ангилсан. Үүнд: 49%-аас бага бол “мэдлэг муу”, 50–79% бол “мэдлэг дунд”, 80–100% бол “мэдлэг сайн” гэж үнэлэв.

2. Үр дүн боловсруулах

Мэдээллүүдийг Microsoft excel, Microsoft word программуудаар нэгтгэж, үр дүнг SPSS.26 программаар нэгтгэв.

III. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН БА ХЭЛЦЭМЖ

Бидний судалгаанд хамрагдсан 4 сургуулийн дотоод орчинд “хориглосон хүнс”-ний ангилалд багтах төрөл бүрийн чихэрлэг ундаа, шарсан болон хайрсан бүтээгдэхүүнүүдийг худалдаалж байгаа нь ажиглагдсан. Түүнчлэн сургуулийн орчны 150 м радиуст хүнсний худалдаа эрхэлдэг дэлгүүр, лангуу зэрэг үйлчилгээний газрууд байрлаж байгаа нь сурагчдын хүнсний сонголтод нөлөөлөх боломжтой орчны хүчин зүйлсийн нэг юм. Сургуулийн дотор болон гадна орчинд байрлах эдгээр хүнсний худалдааны цэгүүдийн гол хэрэглэгчид нь сурагчид байсан бөгөөд ялангуяа дунд болон ахлах ангийн сурагчид зонхилон үйлчлүүлж байна. Энэ нь сурагчдын өдөр тутмын хооллолт, хүнсний сонголтод сургуулийн орчны хүнсний хүртээмж чухал нөлөө үзүүлж болзошгүйг илтгэж байна.

СУРГУУЛИЙН ОРЧИНД ХҮНСНИЙ ХУДАЛДАА ЭРХЭЛЖ БҮЙ
БАЙГУУЛЛАГА

1-р ХҮСНЭГТ

Дүүрэг	Сургууль	Сургуулийн гадна орчин (150 м радиуст дотор)	Сургуулийн дотор орчин
ХУД	163	4	Тийм
СХД	123	3	Тийм
БЗД	21	6	Тийм
СБД	МУБИС-ийн ЕБС	5	Тийм

Сургуулийн орчинд бүх төрлийн амттан, чихэр, бэлэн хоол, хийжүүлсэн ундаа, шарсан төмс, шарсан тахиа зэргийг худалдаж байна. Хотын төвийн сургуулийн орчинд CU, GS25, coffee shop, M mart, Burger King, Mr.Ramen, захын хороололд жижиг цайны газар, шарсан тахианы газрууд байна.

Эдгээр нь сургуулийн орчинд худалдаалахыг хориглосон 11 төрлийн хүнсийг бүгдийг нь худалдаж байна.

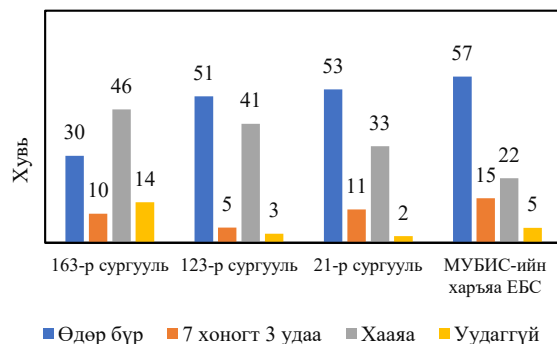
Бага ангийн сурагчид үдийн хоол хөтөлбөрт хамрагддаг тул дунд буюу 6-9-р ангийн сурагчдаас тэдний хооллолтын талаар асуумж судалгаа авлаа. Судалгаанд хамрагдсан сурагчдын тоог хүснэгт 2-т харуулав.

СУДАЛГААНД ХАМРАГДСАН СУРГУУЛИЙН СУРАГЧИД (ХҮЙСЭЭР)

2-р ХҮСНЭГТ

Сургууль	Эрэгтэй, n (%)	Эмэгтэй, n (%)	Нийт, n (%)
163	33 (8.3)	67 (16.8)	100 (25)
123	24 (6)	71 (17.8)	95 (23.8)
21	43.2 (9.5)	50 (12.5)	88 (22)
МУБИС-ЕБС	57 (14.2)	60 (15)	117 (29.3)
Нийт	152 (38)	248 (62)	400 (100)

Судалгаанд дунд ангийн нийт 400 сурагч хамрагдсан бөгөөд 62% нь эмэгтэй, 38% нь эрэгтэй байв. Сурагчдаас өглөөний цайгаа тогтмол уудаг талаар асуухад МУБИС-ийн ЕБС-ийн сурагчдын 57%, 21-р сургуулийн сурагчдын 53%, 123-р сургуулийн сурагчдын 51%, 163-р сургуулийн сурагчдын 30% нь “тогтмол уудаг” гэж хариулсан (Зураг 2).



Зураг 2. Сурагчдын өглөөний цайны хэрэглээний түвшин, %

Сурагчид сургууль дээр 5-7 цагийг өнгөрөөдөг гэж хариулсан бөгөөд МУБИС-ийн ЕБС-ийн дунд ангийн сурагчид бусад сургуулийн 2 цаг илүү хичээллэж, 83% нь сургуулийн орчноос хүнс, хоол худалдан авдаг байна. Сургууль дээрээ өнгөрүүлэх цаг нэмэгдэх тусам төрөл бүрийн хүнс, хүнсний бүтээгдэхүүн худалдан авахад нөлөөлж байна.

Судалгаанд хамрагдсан 4 сургуулийг хооронд нь харьцуулахад 123, 163, 21-р сургуулийн сурагчдын 236 (59%) сургуулийн хоолны газар болон 92 (23%) нь CU, GS25 зэрэг сүлжээ дэлгүүрээр үйлчлүүлж байна. Байршлаас хамааран МУБИС-ийн ЕБС-ийн сурагчид CU, GS25-аас бусад сургуультай харьцуулахад ихээр үйлчлүүлж байна.

Судалгаанд хамрагдсан 163, 123, 21-р сургуулийн сурагчдын 38-59% нь пирошки худалдан авч иддэг бол МУБИС-ийн ЕБС-ийн сурагчдын 16% кимбаб, 12% нь мантуун бууз, 11% нь пирошки, ороомог, хотдог, бургер авдаг байна (Хүснэгт 3).

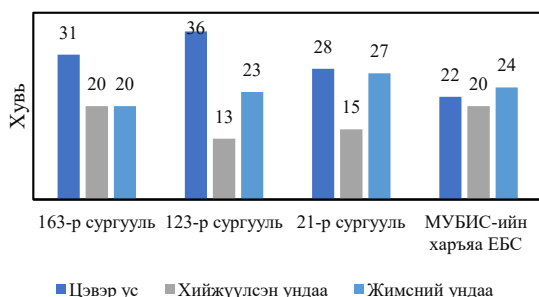
Түүнчлэн худалдан авдаг амттаны төрлийг асуухад бүх сургуулийн сурагчдын 64.1% зайрмаг, 54.7% нь резинэн чихэр, 45% нь чипсийг авч байна.

СУРАГЧДЫН ХУДАЛДАН АВДАГ ГОЛЛОХ ХООЛ, ХҮНС, %

3-р ХҮСНЭГТ

Хоол, хүнс	Сургууль			
	163	123	21	МУБИС-ЕБС
Пирожки	53	59	38	11
Ороомог	15	5	7	11
Хуушуур	-	1	3	5
Бууз	-	2	2	6
Мантуун бууз	4	17	8	12
Кимбаб	14	12	17	16
Сэндвич	5	1	8	10
Хотдог	3	2	7	11
Бургер	2	3	4	11
Бэлэн гоймон	4	-	7	7
Нийт	100	100	100	100

Түүнчлэн шингэн хүнсний хэрэглээ, худалдан авалтыг асуухад хамгийн түгээмэл нь цэвэр ус, хийжүүлсэн ундаа, жимсний ундаа гэж хариулсан байна (Зураг 3).

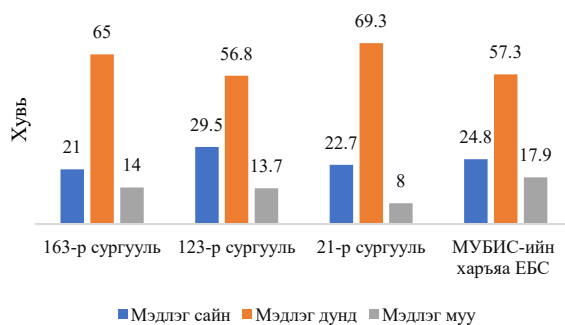


Зураг 3. Сурагчдын худалдан авдаг шингэн хүнс, %

Мөн өдөрт зарцуулж буй мөнгөн дүн 2,000-12,000 төг хооронд, түгээмэл зарцуулж буй нь 5,000-7,000 төг байна.

Судалгаанд хамрагдсан сурагчдын 27.3±5.3% нь “сургуультай ойр” учраас худалдан авдаг, завсарлагааны цаг бага байдаг, заримдаа гэрээс бэлдэж ирдэг гэж хариулсан.

Сурагчдын хоол, шим тэжээлийн мэдлэгийг үнэлэхэд “мэдлэг сайн” сурагчид 21-24.8%, “мэдлэг дунд” сурагчид 57.3-69.3%, “мэдлэг муу” сурагчид 8-17.9% байв.



Зураг 4. Сурагчдын хоол, шим тэжээлийн мэдлэг, %

Судалгаанд хамрагдсан 4 сургуулийн сурагчдыг анги хооронд нь харьцуулахад 9-р ангийн сурагчдын мэдлэг сайн (33%) байв. “Чипс, бургер, бэлэн гоймон зэрэг бүтээгдэхүүнийг тогтмол хэрэглэх нь халдварын бус эрсдэлийг үүсгэнэ” гэсэн асуултад 54%, “түргэн хоол нь илчлэг ихтэй, шимт бодис багатай” гэсэн асуултад 57.5%, “сургуулийн орчинд худалдаалахыг хориглосон хүнсний бүтээгдэхүүний жагсаалт байдаг” гэсэн асуултад 76.7% нь “буруу” хариулав.

Хоол, шим тэжээлийн талаарх мэдлэг сайн байх нь хүний эрүүл мэндэд урт хугацаанд эерэг нөлөө үзүүлэх тул сургуулийн эрүүл мэндийн хичээлийн чанар, агуулгыг сайжруулах шаардлагатай байна.

Дүгнэлт

Сургуулийн дотор орчинд болон 150 м хүртэлх зайд “худалдаалахыг хориглосон 11 төрлийн хүнсний бүтээгдэхүүний жагсаалт” мөрдөхийг журмаар зохицуулсан байдаг. Зарим сургуулийн дотор орчинд 1-5 төрлийн хориглосон хүнс, 1-5 төрлөөр зарагдаж байна. Харин сургуулийн гадаад орчинд бүх хориглосон хүнсийг худалдаалж байна.

Сурагчдын 54.7% резинэн чихэр, 64.1% зайрмаг, 45% чипсийг худалдан авдаг байна.

Худалдан авч, хэрэглэж буй гол шалтгаан нь сургуультай ойр байгаа тул журмын хэрэгжилтэд сургуулийн захиргаа, дүүргийн боловсролын байгууллага, мэргэжлийн хяналтын болон эрүүл мэндийн байгууллагууд тогтмол хяналт тавих, мөн орон нутгийн захиргаа сургуулийн орчны хүнсний худалдаанд тавих зохицуулалтыг сайжруулах шаардлагатай байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага, “Дэлхийн таргалалтын тайлан”, 2022 он
- [2] ЭМЯ, НҮБ-ын Хүүхдийн сан “Хүн амын хоол тэжээлийн үндэсний судалгаа-6”, УБ хот, 2024 он
- [3] Food safety for kids: South Korea issues list of high-calorie, low-nutrition, high-caffeine foods banned from school grounds. *NutraIngredients-Asia*. (2021, March 24).
- [4] Mexico News Daily. (2025, March 29). *Mexico bans junk food in schools to fight obesity and diabetes*
- [5] Global Obesity Observatory. (2023). Policies, Interventions and Actions: Brazil. Retrieved from WHO guideline. Geneva: World Health Organization; 2023.
- [6] Хууль зүй, дотоод хэргийн яам. (2021). Сургуулийн орчинд худалдаалахыг хориглосон хүнсний бүтээгдэхүүний жагсаалт

- [7] Bell, A. C., & Swinburn, B. A. (2004). What are the key food groups to target for preventing obesity and improving nutrition in schools?. *European journal of clinical nutrition*, 58(2), 258–263
- [8] Yoong, S. L., Nathan, N. K., Wyse, R. J., Preece, S. J., Williams, C. M., Sutherland, R. L., Wiggers, J. H., Delaney, T. M., & Wolfenden, L. (2015). Assessment of the School Nutrition Environment: A Study in Australian Primary School Canteens. *American journal of preventive medicine*, 49 (2), 215–222
- [9] НЭМҮТ. (2021).Ерөнхий боловсролын сургуулийн сурагчдын эрүүл болон эрүүл бус хүнсний хэрэглээ



УНШИЖ ОЙЛГОХ ЧАДВАРЫГ ДЭМЖИХ АРГА ЗҮЙ БА СУРАГЧДЫН СУРАЛЦАХ АМЖИЛТАД ИЛЭРСЭН ӨӨРЧЛӨЛТИЙН ШИНЖИЛГЭЭ

Эрдэнэбатын БАТЦЭЦЭГ¹, Дэмбэрэлийн ХИШИГСҮРЭН²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Мэдээлэл, холбооны технологийн сургууль, Мэдээллийн технологийн тэнхим

²Монгол Улс, Дархан-Уул аймаг, Дархан сум, “Шинэ алхам” дунд сургууль, Бага ангийн заах аргын нэгдэл

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

Хураангуй: Энэхүү судалгааны зорилго нь уншиж ойлгох чадварыг сайжруулахад чиглэсэн сургалтын арга зүйг бодит сургалтын орчинд туршилтаар хэрэгжүүлж, түүний 5-р ангийн сурагчдын байгалийн ухаан (хүн ба байгаль) болон математикийн хичээлийн сурлагын амжилт, суралцах хандлага, идэвх оролцоонд үзүүлэх нөлөөг эмпирик аргаар шинжилж, үнэлэхэд оршино. Судалгаа нь нэг бүлгийн туршилтын өмнөх-дараах хэмжилтэд суурилсан квази-туршилтын загварыг ашигласан бөгөөд 3 сарын хугацаанд үргэлжилсэн туршилтад нэг дунд сургуулийн 21 сурагчийг хамруулсан. Сурагчдын сурлагын амжилтыг хүн ба байгаль, математик, монгол хэлний хичээлийн стандарт шалгалтын оноонд үндэслэн, суралцах хандлагыг “Суралцах урам зориг, суралцах стратегийг үнэлэх асуулга”-д тулгуурлан боловсруулсан хялбаршуулсан асуулгаар, идэвх оролцоог сурагчийн өөрийн үнэлгээний асуулга болон багшийн ажиглалтад үндэслэн тус тус хэмжив. Туршилтын өмнөх (T0) болон туршилтын явцын (T1, T2) хэмжилтийн үр дүнг Paired t-test, давтагдсан хэмжилтийн ANOVA, нөлөөний хэмжээ (Cohen’s d, partial η^2), корреляц болон богино хугацаан дахь өсөлт/өөрчлөлтийн үнэлгээний шинжилгээг ашиглан боловсруулав. Шинжилгээний үр дүнгээс харахад туршилтын хугацаанд бүх хичээлийн хувьд сурагчдын дундаж оноо статистикийн ач холбогдолтойгоор өсөж, стандарт хазайлт буурсан нь сурлагын амжилт сайжирч, сурагчдын чадварын ялгаа харьцангуй жигдэрснийг харуулав. Ялангуяа математик болон хүн ба байгаль хичээлд туршилтын арга зүйн нөлөө харьцангуй хүчтэй илэрсэн. Үүнээс гадна сурагчдын хичээлд хандах хандлага, суралцах идэвх оролцоо тогтвортой нэмэгдэж, хичээл хоорондын уялдаа сайжирсан нь ажиглагдав. Эдгээр үр дүн нь уншиж ойлгох чадварт суурилсан, хичээл дамнасан сургалтын арга зүй нь сурагчдын амжилтын ахицтай холбоотой байж болохыг харуулж байна.

Түлхүүр үг: уншиж ойлгох чадвар, сурлагын амжилт, байгалийн ухааны амжилт, математикийн амжилт, суралцах хандлага, идэвх оролцоо

I. УДИРТГАЛ

Орчин үеийн нийгэмд хувь хүн мэдлэг, мэдээллийг тасралтгүй эзэмшиж, амьдралын туршид суралцах чадвартай байх нь зайлшгүй шаардлага болж байна. Энэ нөхцөлд уншиж ойлгох чадвар нь зөвхөн танхимын сургалтын хэрэгцээ шаардлагаар хэмжигдэхгүй, насан туршийн суралцахуйд шаардагдах суурь чадварын нэг хэмээн хүлээн зөвшөөрөгдөж байна. Уншиж ойлгох чадвар нь бичвэрт агуулагдсан мэдээллийг зөв тайлбарлах, утгыг дүгнэх, задлан шинжлэх, үнэлэх, улмаар мэдлэг болгон ашиглах боломжийг бүрдүүлдэг үндсэн чадвар юм [4,8,15,16].

Олон улсын болон үндэсний түвшний судалгаанд уншиж ойлгох чадварыг хувь хүний боловсрол, нийгэм, эдийн засгийн амьдрал идэвхтэй оролцох чадамжийг тодорхойлох чухал хүчин зүйл хэмээн онцолж ирсэн. Тухайлбал Эдийн засгийн хамтын ажиллагаа, хөгжлийн байгууллага (Organisation for Economic Co-operation and Development-OECD)-аас хэрэгжүүлдэг PISA (Programme for International Student Assessment) судалгаанд унших чадварыг сурагчдын бодит амьдралд мэдлэгээ ашиглах чадамжийг үнэлэх гол үзүүлэлтүүдийн нэг болгон авч үздэг [19]. Мөн ЮНЕСКО болон бусад олон улсын байгууллагууд уншиж ойлгох чадварыг хувь хүний хөдөлмөр эрхлэлт, иргэний болон нийгмийн оролцооны суурь хүчин зүйл гэж тодорхойлсон байдаг.

Судалгааны үр дүнгээс харахад уншиж ойлгох чадвар нь анхаарал төвлөрөл, ой тогтоолт, шүүн

тунгаах сэтгэлгээ, асуудал шийдвэрлэх зэрэг танин мэдэхүйн бусад чадвартай нягт уялдаа холбоотой. Унших явцад сурагч мэдээллийг задлан боловсруулах, утгын холбоо тогтоох, дүгнэх зэрэг үйлдлүүдийг хийдэг нь танин мэдэхүйн олон чадварыг нэгэн зэрэг хөгжүүлэх боломжийг бүрдүүлдэг [10]. Иймээс уншиж ойлгох чадварын түвшин нь сурагчдын ерөнхий суралцах чадавхыг илтгэх чухал үзүүлэлт болдог.

Түүнчлэн уншиж ойлгох чадвар нь сурагчдын суралцах хандлага, өөрийгөө илэрхийлэх чадвар, суралцах үйлд эерэг хамааралтай болохыг судалгаанууд нотолж байна [2, 5, 22].

Унших чадвар нь зөвхөн хэлний хичээлийн хүрээнд хязгаарлагдахгүй бөгөөд бусад хичээлийн сурлагын амжилттай шууд холбоотой. Ялангуяа байгалийн ухаан, математик зэрэг хичээлүүдийн бодлогын тайлбар, даалгаврыг ойлгож, зөв шийдвэрлэхэд уншиж ойлгох чадвар чухал үүрэгтэй [1,3,10,13,14,20].

Олон улсын PISA 2022 судалгааны үр дүнгээс харахад монгол сурагчдын уншиж ойлгох чадвар олон улсын дунджаас харьцангуй доогуур түвшинд үнэлэгдэж байна [18, 19]. Энэ нь зөвхөн унших чадварын асуудал бус, байгалийн ухаан, математик зэрэг бусад хичээлийн амжилтад дам нөлөө үзүүлж болзошгүйг харуулж байна.

Мөн багшийн өдөр тутмын сургалтын үйл явцад сурагчид бодлого, даалгаврын нөхцөлийг бүрэн ойлголгүйгээр гүйцэтгэх явдал түгээмэл ажиглагддаг бөгөөд энэ нь сурагчдын бодож сэтгэх,

дүгнэх, тайлбарлах чадварыг сулруулах нэг хүчин зүйл болж байна [11].

Дээрх нөхцөл байдлыг харгалзан, энэхүү судалгаанд уншиж ойлгох чадварыг дэмжих арга зүйг бодит сургалтын орчинд туршилтаар хэрэгжүүлж, түүний сурагчдын байгалийн ухаан болон математикийн хичээлийн сурлагын амжилт, суралцах хандлага, идэвх оролцоонд үзүүлж буй нөлөөг статистикийн аргаар шинжилж, үнэлэхийг зорив.

II. СУДАЛГААНЫ ЗОРИЛГО

Энэхүү судалгааны зорилго нь уншиж ойлгох чадварыг дэмжих сургалтын арга зүйг бодит сургалтын орчинд бага түүврийн туршилтаар хэрэгжүүлж, сурагчдын байгалийн ухаан болон математикийн хичээлийн амжилт, суралцах хандлага, идэвх оролцоонд илэрсэн өөрчлөлтийг статистикийн аргаар шинжилж, үнэлэхэд оршино.

Зорилгын хүрээнд дэвшүүлсэн зорилтууд:

1. Уншиж ойлгох чадварыг дэмжих туршилтын арга зүй боловсруулж, бодит сургалтын орчинд турших
2. Туршилтын арга зүйг бодит сургалтын орчинд туршихад ашиглагдах хэмжүүрүүдийг тодорхойлох
3. Туршилтын хугацаанд сурагчдын байгалийн ухаан болон математикийн хичээлийн амжилтад өөрчлөлт илэрч буй эсэхийг шинжилж, үнэлэх
4. Туршилтын хугацаанд сурагчдын суралцах хандлага, идэвх оролцоонд өөрчлөлт илэрч буй эсэхийг шинжилж, үнэлэх
5. Судалгааны үр дүнд тулгуурлан нотолгоонд суурилсан дүгнэлт гаргах

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Судалгааны загвар, оролцогчид

Энэхүү судалгаа нь хяналтын бүлэггүй, нэг бүлгийн туршилтын өмнөх-дараах хэмжилтэд суурилсан квази-туршилтын загварт хамаарна. Судалгаанд Дархан-Уул аймгийн нэг дунд сургуулийн 5-р ангийн 21 сурагч хамрагдсан бөгөөд туршилтыг тухайн ангийн багш өөрийн сургалтын үйл ажиллагааны хүрээнд хэрэгжүүлсэн. Туршилтын өмнө болон туршилтын явцад авсан хэмжилтийн үр дүнд тулгуурлан, сурагчдын дотоод өөрчлөлтийн чиг хандлагыг харьцуулан шинжилсэн. Иймд судалгааны үр дүн нь туршилтын арга зүйн боломжит нөлөөг илэрхийлэх бөгөөд илэрсэн өөрчлөлтийг шалтгаант холбоогоор тайлбарлах боломж хязгаарлагдмал.

Туршилтын арга зүй, хэрэгжүүлсэн нөхцөл

Туршилтын хугацаанд сурагчдын уншиж ойлгох чадварыг сайжруулах сургалтын арга зүйг бодит сургалтын орчинд системтэйгээр хэрэгжүүлсэн. Туршилтын хугацаа 3 сар үргэлжилсэн бөгөөд

Монгол хэл, Математик, Хүн ба байгаль хичээлүүдийг хамруулсан болно.

Туршилтын хугацаанд сонгогдсон хичээлүүдийн сургалтын агуулга, шалгалтын бүтэц, үнэлгээний шалгуур өөрчлөгдөөгүй, зөвхөн уншиж ойлгох чадварыг дэмжих арга зүйг тогтмол хэрэгжүүлсэн.

Уншиж ойлгох чадварыг дэмжих зорилго бүхий “Ном уншиж, тэмдэглэл хөтлөх” арга зүйн бүтэц

Туршилтын арга зүйг дараах үндсэн хэлбэрүүдээр хэрэгжүүлэв. Үүнд:

1. Өглөөний уншлага: Сурагчид өдөр бүр 10–15 минут ном уншиж, гол санаа, сонирхолтой хэсгийг тэмдэглэл хэлбэрээр бичиж тэмдэглэнэ.
2. Дэмжих цагийн уншлага: Уншсан номын агуулгыг хичээлийн сэдэвтэй холбон асуулт-хариулт, хэлэлцүүлэг өрнүүлж, ойлгосноо баталгаажуулна.
3. Номын тэмдэглэл: Номын үйл явдал, гол санааг тайлбарлах, харьцуулах, дүгнэх, зураг болон уран сэтгэмжээр дүрслэх/илэрхийлэх зэргээр тэмдэглэл хөтөлнө.

Энэхүү арга зүй нь сурагчдыг хэвшмэл асуулт-хариултаас ангид байлгаж, өөрийн ойлголтыг бүтээлч байдлаар илэрхийлэх боломж олгоно.

Судалгааны өгөгдөл

Энэхүү судалгаанд ашигласан бүх өгөгдөл нь зөвхөн туршилтад хамрагдсан нэг бүлгийн сурагчдаас туршилтын өмнө (T0) болон туршилтын явцад авсан хоёр удаагийн хэмжилт (T1, T2)-ээр цуглуулсан өгөгдөлд тулгуурласан. Судалгаанд хяналтын бүлэг ашиглаагүй бөгөөд өгөгдлийн шинжилгээ нь тухайн бүлгийн дотоод ахиц, өөрчлөлтийн чиг хандлагыг тодорхойлох, мөн туршилтын хугацаанд ажиглагдсан өсөлт, жигдрэл, уялдаа холбоог тайлбарлахад чиглэсэн.

Туршилтын загварыг бодит сургалтын орчинд туршихын тулд статистикийн ач холбогдолтой, бодит амьдралд хэрэгжүүлэх боломжтой хэмжүүр үзүүлэлтүүдийг сонгох хэрэгтэй. Иймд, сурагчдын байгалийн ухаан болон математикийн амжилтад нөлөөлөх хүчин зүйлсийг олон талт хэмжилтийн аргаар тодорхойлох зорилгоор 4 үндсэн үзүүлэлтийн ангиллыг сонгов. Үүнд: *амжилтын үзүүлэлт, хандлагын үзүүлэлт, идэвхийн үзүүлэлт, богино хугацаан дахь өөрчлөлтийн үзүүлэлт* багтана.

1. Амжилтын үзүүлэлт

Сурагчийн сургалтын шууд үр дүнг илэрхийлэх амжилтын үзүүлэлтийг байгалийн ухаан, математик болон уншиж ойлгох чадварын стандарт шалгалтын оноогоор хэмжинэ. Эдгээр үзүүлэлтийг сонгосон нь өмнөх судалгаанууд болон судлаачийн өмнө боловсруулсан таамаглах загварын үр дүнтэй нийцэж байгаа бөгөөд уг загварт уншиж ойлгох чадвар нь байгалийн ухаан болон математикийн амжилтыг таамаглахад хүчтэй нөлөөтэй хувьсагч болох нь тогтоогдсон [1, 18]. Иймээс энэхүү судалгаанд сонгогдсон

хичээлүүдийн стандарт шалгалтыг ашиглан сурагчдын сурлагын амжилтыг хэмжих нь онолын болон эмпирик үндэслэлтэй гэж үзэв.

2. Хандлагын үзүүлэлт

Сурагчдын суралцах хандлагыг “Суралцах урам зориг, стратегийг үнэлэх асуулга” (Motivated Strategies for Learning Questionnaire-MSLQ)-д [21] тулгуурлан, 5-р ангийн сурагчдын насны онцлог, танин мэдэхүйн түвшинд нийцүүлэн хялбаршуулсан асуулгаар үнэлэв. MSLQ нь үндсэн 2, дэд 15 хэсгээс бүрдэх ба нийт 81 асуулт, 7 онооны шатлалт хариултыг ашигладаг. Анхны 81 асуултаас судалгааны зорилгод нийцэх гурван дэд хэсгийг сонгон, дэд хэсэг бүрийн хувьд 4 асуулт (нийт 12 асуулт), 5 шатлалт үнэлгээтэйгээр хялбаршуулав. Асуултыг уншихад энгийн, богино өгүүлбэртэй, бага ангийн сурагчдад зориулан өөрчилсөн болно. Асуулгыг бөглөхөд 10-15 минут зарцуулагдах ба сурагчдад зориулсан өөрчлөлтөөр Cronbach $\alpha \geq 0.7$ нөхцөлийг хадгалах зорилготой.

Туршилтын судалгаагаар асуулгын дотоод найдвартай байдлыг шалгахад Монгол хэл $\alpha \approx 0.890$, Математик $\alpha \approx 0.790$, Хүн ба байгаль $\alpha \approx 0.774$ үр дүн гарсан ба бодит сургалтын орчинд ашиглахад хангалттай гэж үзэв.

3. Идэвхийн үзүүлэлт

Сурагчийн идэвхийн үзүүлэлтийг, сурагчийн өөрийгөө үнэлэх идэвхийн асуулга болон багшийн ажиглалтад тулгуурлав.

Сурагчийн хичээлийн идэвхийг хэмжих асуулга нь Суралцахуйн оролцооны гурван хэмжээст загвар (Three-Dimensional Model of Engagement)-т [7] тулгуурласан боловч уг загварын 3 хэмжээс (зан байдлын идэвх, сэтгэл хөдлөлийн идэвх, танин мэдэхүйн идэвх)-ийг бүхэлд нь хамраагүй, зөвхөн зан байдлын идэвх дэд хэмжээсийн хүрээнд 5 асуулт, 5 шатлалт үнэлгээтэйгээр боловсруулагдсан болно. Суралцахуйн оролцооны гурван хэмжээст загвар нь 5-8-р ангийн сурагчдад тохиромжтой бөгөөд $\alpha \approx 0.6$ байхад хангалттай гэж үздэг ч энэхүү судалгаанд хамрах хүрээ нь нэг дэд хэмжээсээр хязгаарлагдсан, асуултын тоо цөөн, мөн оролцогчид нь 5-р ангийн бага насны сурагчид тул нас, танин мэдэхүйн онцлогт тохируулан асуултыг хялбаршуулсан нь α коэффициент харьцангуй бага гарахад нөлөөлөх магадлалтай.

Судалгааны анхан шатанд буй, шинээр боловсруулсан эсвэл бага насны сурагчдад зориулсан асуулгын хувьд $\alpha \approx (0.50-0.60)$ байх утгыг зөвшөөрөгдөх доод хязгаар гэж үзэх боломжтойг тэмдэглэсэн байдаг [6, 17]. Иймд энэхүү судалгаанд загварын нэг дэд хэмжээсийг ашигласан, асуултын тоо цөөн, судалгаа нь туршилт-судалгааны шинжтэй гэсэн онцлогийг харгалзан асуулгын дотоод найдвартай байдлын шалгуурыг $\alpha \geq 0.5$ байхаар тогтоов.

Туршилтын судалгаагаар асуулгын дотоод найдвартай байдлыг шалгахад Монгол хэл

$\alpha \approx 0.749$, Математик $\alpha \approx 0.814$, Хүн ба байгаль $\alpha \approx 0.585$ үр дүн гарсан ба бодит сургалтын орчинд ашиглахад хангалттай гэж үзэв.

Бага ангийн сурагчдын идэвх, оролцоо, чадварын ахицыг багшийн ажиглалтаар үнэлэх нь чанарын буюу гүнзгий ажиглалтын үнэлгээд хамаардаг. Ийм төрлийн үнэлгээнд хэт нарийн шатлалт тоон үнэлгээ тохиромжгүй бөгөөд чанарын түвшинг илэрхийлсэн 3–4 шатлалт үнэлгээ хамгийн оновчтой гэж үздэг. Туршилтад, багшийн ажиглалтын үзүүлэлтийг хичээл бүрийн хувьд (монгол хэл– 4, математик– 2, хүн ба байгаль– 3) тодорхойлж, 4 шатлалт үнэлгээтэйгээр боловсруулав.

4. Богино хугацаан дахь өөрчлөлтийн үзүүлэлт

Туршилтын арга зүйн нөлөөг тогтвортой хэмжих зорилгоор туршилтын хугацаанд сурагчдын сурлагын амжилт, суралцах хандлага, хичээлд оролцох идэвхийн өөрчлөлтийг хэмжих үзүүлэлтүүдийг авч үзэв. Үүнд:

- Сурлагын амжилт, тогтвортой байдал: Туршилтын хугацаан дахь давтамжтай шалгалтын үр дүн
- Сурагчийн хандлагын өөрчлөлт: Туршилтын хугацаан дахь давтамжтай асуулгын үр дүн
- Сурагчийн идэвхийн өөрчлөлт: Туршилтын хугацаан дахь давтамжтай асуулгын болон багшийн ажиглалтын үр дүн

Туршилтын үр дүнгийн шинжилгээ

Туршилтын үр дүнгийн шинжилгээнд ашиглагдсан аргуудыг 1-р хүснэгтэд харуулав.

СУДАЛГААНД АШИГЛАГДСАН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ АРГУУД

1-Р ХҮСНЭГТ

Шинжилсэн зүйлс	T0 үе	T1 үе	T2 үе
Сурлагын амжилтын дунджийн өөрчлөлт	T0	T1	T2
Сурлагын амжилтын өөрчлөлт (стандарт хазайлт)	T0	T1	T2
Хувь сурагчийн түвшин дэх сурлагын амжилтын өөрчлөлт			T0 – T2
Сурлагын амжилтын өсөлтийн давхцал			T0 – T2
Чадварын түвшний өөрчлөлт		T0 – T1	T0 – T2
Туршилтын арга зүйн нөлөө, статистикийн ач холбогдол		T0 – T1	T0 – T2
Хандлагын өөрчлөлт			T0 – T2
Идэвхийн өөрчлөлт			T0 – T2
Багшийн ажиглалтын өөрчлөлт		T0 – T1	T0 – T2
Байгалийн ухаан болон математикийн амжилтад нөлөөлж буй хүчийн зүйлсийн хамаарлын шинжилгээ	T0	T1	T2
Богино хугацаан дахь өөрчлөлтийн шинжилгээ			T0 – T2

Сурлагын амжилтын өөрчлөлтийн шинжилгээ

Сурлагын амжилтын өөрчлөлтийн үр дүнг 2, 3-р хүснэгтэд үзүүлэв.

СУРЛАГЫН АМЖИЛТЫН ЕРӨНХИЙ ХАНДЛАГА

2-Р ХҮСНЭГТ

Хувьсагч	Дундаж	Стандарт хазайлт	Үе
----------	--------	------------------	----

PV0SCIE	64.9	17.0373	T0
PV0MATH	62.64	21.1466	T0
PV0MON	63.61	28.5005	T0
PV1SCIE	71.15	17.0304	T1
PV1MATH	75.25	11.5339	T1
PV1MON	73.33	21.6025	T1
PV2SCIE	76.05	11.6939	T2
PV2MATH	76.1	13.1905	T2
PV2MON	75.9	12.1857	T2

СУРАГЧДЫН ДУНДАЖ ОНООНЫ ӨӨРЧЛӨЛТ

3-Р ХҮСНЭГТ

Хичээлийн нэр	T0 үе	T1 үе	Өөрчлөлт (T0→T1)	T2 үе	Өөрчлөлт (T0→T2)
Монгол хэл	63.6%	73.3%	+9.7%	75.9%	+12.3%
Математик	62.6%	75.3%	+12.6%	76.1%	+13.5%
Хүн ба байгаль	64.9%	71.1%	+6.3%	76.0%	+11.2%

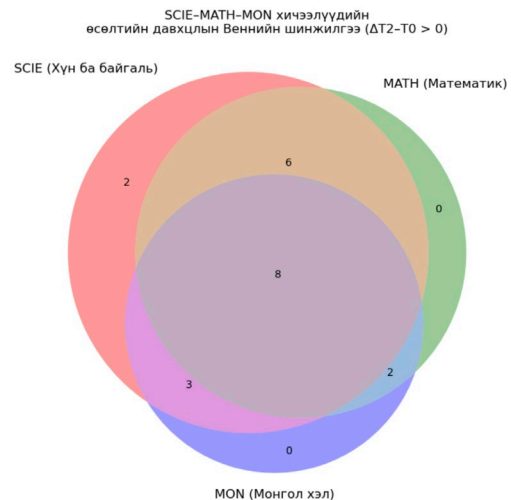
Сурагчдын сурлагын амжилтын өөрчлөлтийг гүйцэтгэлийн дундаж болон стандарт хазайлтаар T0→T2 хугацаанд шинжилсэн үр дүнгээр, хүн ба байгаль хичээлийн хувьд сурагчдын дундаж оноо 64.90→76.05 болж тогтвортой өсөж, стандарт хазайлт 17.04→11.69 болж буурсан нь сурагчдын ахиц харьцангуй жигдэрснийг харуулав. Математикийн хувьд, дундаж оноо 62.64→76.10 болж хамгийн их өсөлт үзүүлсэн бөгөөд стандарт хазайлт 21.15→13.19 болж буурсан нь туршилтын арга зүй энэхүү хичээлд харьцангуй хүчтэй эерэг нөлөө үзүүлсэн байх магадлалтай. Монгол хэлний хувьд дундаж оноо 63.61→75.90 болж, стандарт хазайлт 28.50→12.19 болж буурсан нь сурагчдын ахиц өндөр байсныг илтгэв. Ерөнхийд нь дүгнэвэл, T0→T2 хугацаанд бүх хичээлийн хувьд сурагчдын дундаж гүйцэтгэл тасралтгүй сайжирч, стандарт хазайлт мэдэгдэхүйц буурсан зүй тогтол ажиглагдав. Туршилтын арга зүй нь сурагчдын сурлагын амжилтыг сайжруулахын зэрэгцээ гүйцэтгэлийн ялгааг багасгаж, ахицыг илүү жигд түвшинд хүргэхэд дэмжлэг үзүүлсэн байх боломжтойг харуулж байна.

Хувь сурагчийн түвшин дэх сурлагын амжилтын өөрчлөлтийн шинжилгээ

Хувь сурагчийн түвшинд сурлагын амжилтын өөрчлөлтийг T0→T2 хугацаанд шинжилсэн үр дүнгээс харахад, хичээл бүрийн хувьд эерэг чиг хандлага давамгайлав. Хүн ба байгаль хичээлийн хувьд 19 сурагчийн (≈90%) гүйцэтгэл сайжирч, 2 сурагчийн үзүүлэлт буурсан нь уг хичээл дээр хамгийн өндөр хувьтай эерэг өөрчлөлт илрэв. Математикийн хувьд 16 сурагчийн (≈76%) гүйцэтгэл сайжирч, 4 сурагчийнх буурч, нэг сурагчийн үзүүлэлт тогтвортой байсан нь эерэг өөрчлөлт давамгайлж байгаа ч хүн ба байгаль хичээлтэй харьцуулахад ахицын түвшин бага байгааг харуулав. Монгол хэлний хувьд 13 сурагчийн (≈62 хувь) гүйцэтгэл сайжирч, 8 сурагчийн үзүүлэлт буурсан нь эерэг өөрчлөлт ажиглагдсан ч хувь сурагчийн түвшинд хэлбэлзэл харьцангуй их байсныг илтгэж байна.

Сурлагын амжилтын өсөлтийн давхцалын шинжилгээ

Сурагчдын сурлагын амжилтын өсөлтийн давхцалыг Веннийн диаграмаар дүрслэн Зураг 1-д үзүүлэв.



Зураг 1. Сурагчдын сурлагын амжилтын өсөлтийн давхцал

- Шинжилгээний үр дүнгээс харахад, гурван хичээлд зэрэг ахиц гаргасан сурагчид ($n=8$) нь нийт түүврийн хамгийн том хэсгийг эзэлж байгаа бөгөөд уншиж ойлгох чадварыг дэмжих арга зүй нь сурагчдын танин мэдэхүүд цогц байдлаар, хичээл дамнасан эерэг нөлөө үзүүлэх боломжтойг харуулж байна.
- Хүн ба байгаль болон математикийн хичээлд зэрэг ахиц үзүүлсэн сурагчдын ($n=6$) үр дүнгээс харахад, логик сэтгэлгээ, математик чадвар болон байгалийн ухааны ойлголтуудыг холбон хөгжүүлэхэд тодорхой хэмжээний дэмжлэг болсон байх магадлалтай.
- Хүн ба байгаль болон монгол хэлний хичээлд зэрэг ахиц гаргасан сурагчдын ($n=3$) үр дүнгээс харахад, хэл шинжлэлд суурилсан уншиж ойлгох чадвар нь байгалийн ухааны агуулгыг ойлгон суралцахад эергээр нөлөөлж болохыг харуулж байна.
- Математик болон монгол хэлний хичээлд зэрэг ахиц үзүүлсэн сурагчдын ($n=2$) үр дүн нь уншиж ойлгох чадвар болон математикийн гүйцэтгэлийн хооронд эерэг уялдаа байж болох таамаглалыг дэмжиж байна.
- Зөвхөн нэг хичээлд ахиц гаргасан сурагчдын (хүн ба байгаль $n=2$) үр дүнгээс харахад туршилтын арга зүйн нөлөө тухайн хичээлийн агуулгын онцлогтой түлхүү нийцсэн байж болох талтай.
- Ерөнхийд нь дүгнэвэл, туршилтын арга зүй нь хэдийгээр бага түүвэрт хэрэгжсэн боловч сурагчдын хичээл дамнасан ерөнхий чадвар болон тухайлсан хичээлийн онцлогт нийцсэн эерэг өөрчлөлтүүдийг авчрах чиг хандлагатай байгааг харуулсан үр дүн болж байна.

Сурагчдын чадварын түвшний өөрчлөлтийн шинжилгээ

Сурагчдын сурлагын амжилтыг онооны интервалын дагуу тааруу (0–59), дунд (60–79), хангалттай (80–100) гэсэн гурван чадварын түвшинд

ангиан, $T0 \rightarrow T1$ болон $T0 \rightarrow T2$ хугацаанд түвшний шилжилтийг шинжилсэн үр дүнг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

$T0 \rightarrow T1$ хугацааны шилжилтийн шинжилгээнээс харахад, монгол хэлний хичээлд дунд түвшний сурагчдын гүйцэтгэлд харьцангуй өсөх хандлага ажиглагдсан бөгөөд нийт сурагчийн дийлэнх нь түвшин хадгалав. Тааруу түвшний сурагчдын тодорхой хэсэг дунд түвшинд шилжсэн нь эхний шатны эерэг өөрчлөлтийг харуулав. Математикийн хичээлд тааруу болон дунд түвшний сурагчдын дийлэнх нь түвшин ахисан ч хангалттай түвшний сурагчдын тодорхой хувь дунд түвшинд шилжсэн нь тухайн хичээлд гүйцэтгэлийн хэлбэлзэл байсныг харуулж байна. Хүн ба байгаль хичээлийн хувьд хангалттай түвшний бүх сурагч түвшин хадгалж, дунд түвшний сурагчдын тал хувь нь түвшин ахисан нь ахиц харьцангуй жигд байсныг харуулж байна.

СУРАГЧДЫН ЧАДВАРЫН ТҮВШНИЙ ӨӨРЧЛӨЛТ

4-Р ХҮСНЭГТ

Үзүүлэлт	Монгол хэл	Математик	Хүн ба байгаль
T0-T1 шилжилтийн шинжилгээ			
Хангалттай	88.89% нь түвшин хадгалсан.	66.67% нь түвшин хадгалсан, 33.33% нь дунд түвшинд буурсан.	100% түвшин хадгалсан.
Дунд	80% нь түвшин ахисан.	75% нь түвшин хадгалсан, 25% нь түвшин ахисан.	50% нь түвшин ахисан
Тааруу	42.86% нь дунд түвшинд ахисан	71.43% нь түвшин ахисан.	33.33% нь түвшин ахисан
Сайжирсан сурагч	7	7	7
Түвшин хадгалсан сурагч	13	12	14
Буурсан сурагч	1	2	0
T0-T2 шилжилтийн шинжилгээ			
Хангалттай	100% нь түвшин хадгалсан.	66.67% нь түвшин хадгалсан, 33.33% нь дунд түвшинд буурсан.	100% түвшин хадгалсан.
Дунд	20% нь түвшин ахисан.	50% нь түвшин хадгалсан, 50% нь түвшин ахисан.	70% нь түвшин ахисан
Тааруу	57% нь дунд түвшинд ахисан	71.43% нь түвшин ахисан.	50% нь түвшин ахисан
Сайжирсан сурагч	7	9	11
Түвшин хадгалсан сурагч	14	10	10
Буурсан сурагч	-	2	-

$T0 \rightarrow T2$ шилжилтийн шинжилгээгээр бүх хичээлийн хувьд эерэг чиг хандлага ажиглагдав. Монгол хэлний хувьд сурагчдын ихэнх нь түвшин хадгалж, дунд болон тааруу түвшний сурагчид түвшин ахисан нь ажиглагдав. Математикийн хувьд тааруу болон дунд түвшний сурагчдын ахиц үргэлжилсэн боловч хангалттай түвшний сурагчдын тодорхой хувь нь дунд түвшинд шилжсэн хэвээр байгаа нь тухайн хичээлийн онцлог болон даалгаврын түвшний нөлөө байж болох талтай. Хүн

ба байгаль хичээлийн хувьд дунд түвшний сурагчдын ахиц хамгийн өндөр хувьтай илэрч, хангалттай түвшний сурагчид бүрэн түвшин хадгалсан нь чадварын түвшний шилжилт харьцангуй тогтвортойг харуулав.

Ерөнхийд нь дүгнэвэл, $T0 \rightarrow T1 \rightarrow T2$ хугацаанд сурагчдын чадварын түвшний өөрчлөлт нь “тааруу $\rightarrow$ дунд”, “дунд $\rightarrow$ хангалттай” чиглэлд зонхилж. Энэ үр дүн нь хэдийгээр бага түүвэрт хийгдсэн хэмжилт боловч хэрэгжүүлсэн туршилтын арга зүй нь сурагчдын мэдлэг, чадварын түвшинд тогтвортой бөгөөд бодитой ахиц авчрах боломжтойг харуулсан эерэг чиг хандлага болж байна.

Туршилтын арга зүйн нөлөө болон статистикийн ач холбогдлын шинжилгээ

Туршилтын арга зүйн нөлөө болон статистикийн ач холбогдлыг үнэлэхийн тулд хичээл тус бүрийн хувьд $T0$, $T1$, $T2$ үеийн шалгалтын оноонд Paired t-test, нөлөөний хэмжээг Cohen's d-ээр тооцов. Мөн хугацааны нөлөөг шалгах зорилгоор давтагдсан хэмжилтийн ANOVA шинжилгээ хийж, $T0 \rightarrow T1$, $T1 \rightarrow T2$, $T0 \rightarrow T2$ үе хоорондын ялгааг Post-hoc (Bonferroni)-ын аргаар тодруулан, нөлөөний хэмжээг partial η^2 -ээр тус тус үнэлэв.

Paired T-test болон Cohen's D-ын шинжилгээ: Шинжилгээний үр дүнг 5-р хүснэгтэд харуулав.

ТУРШИЛТЫН АРГА ЗҮЙН НӨЛӨӨ, СТАТИСТИКИЙН АЧ ХОЛБОГДОЛ

5-Р ХҮСНЭГТ

Үзүүлэлт	Монгол хэл	Математик	Хүн ба байгаль
T0-T1			
Өмнөх дундаж	63.61	62.64	64.90
Дараах дундаж	73.33	75.25	71.15
Өсөлт	+9.72 оноо	+12.61 оноо	+6.25 оноо
t-statistic	2.683	3.531	5.630
p-value	0.014	0.002	0.000016
Cohen's d	0.586 (дунд нөлөө)	0.771 (хүчтэй нөлөө)	1.229 (маш хүчтэй нөлөө)
T0-T2			
Өмнөх дундаж	63.61	62.64	64.90
Дараах дундаж	75.9	76.1	76.0
Өсөлт	+12.3 оноо	+13.5 оноо	+11.2 оноо
t-statistic	2.751	4.098	4.552
p-value	0.012301	0.000558	0.000193
Cohen's d	0.6004 (дунд-хүчтэй нөлөө)	0.8944 (маш хүчтэй нөлөө)	0.9935 (маш хүчтэй нөлөө)

Paired t-test-ын үр дүнгээс харахад $T0 \rightarrow T1$ болон $T1 \rightarrow T2$ үеийн хооронд бүх хичээлийн хувьд сурагчдын дундаж оноо статистикийн хувьд ач холбогдолтойгоор өссөн ажиглагдав ($p < 0.05$). Нөлөөний хэмжээгээр авч үзвэл хүн ба байгаль хичээлд Cohen's $d = 1.229 \rightarrow 0.994$, математик хичээлд $d = 0.771 \rightarrow 0.894$ гэсэн хүчтэй нөлөө илэрсэн бол монгол хэлний хувьд $d = 0.586 \rightarrow 0.600$ гэсэн дунд-

хүчтэй нөлөө илэрсэн нь туршилтын арга зүй нь бодит практик ач холбогдолтойг харуулж байх талтай. $T0 \rightarrow T2$ үеийн оноонуудын хооронд хийсэн шинжилгээгээр ч гурван хичээлийн хувьд бүгдэд нь статистикийн ач холбогдолтой өсөлт ажиглагдав.

Давтагдсан хэмжилтийн ANOVA шинжилгээ: Энэ шинжилгээгээр бүх хичээлийн хувьд хугацааны нөлөө статистикийн хувьд ач холбогдолтой илрэв. Хүн ба байгаль хичээлд $F(2, 40)=12.21$, $p=0.0001$, математикийн хичээлд $F(2, 40)=12.77$, $p=0.0001$, монгол хэлний хичээлд $F(2, 40)=5.97$, $p=0.0054$ гарсан нь шалгалтын оноо хугацааны явцад санамсаргүй бус, системтэйгээр өөрчлөгдсөнийг харуулж байна. Хүн ба байгаль болон математикийн хичээлд хугацааны нөлөө харьцангуй хүчтэй, монгол хэлний хувьд дунд түвшинд илрэв. Эдгээр үр дүн нь Paired t-test болон Cohen's d-ын нөлөөг шинжилсэн үр дүнг бататгаж байна.

Post-hoc (Bonferroni) болон нөлөөний хэмжээ (partial η^2)-ний шинжилгээ: Post-hoc (Bonferroni) шинжилгээгээр хүн ба байгаль, математик, монгол хэлний хичээлүүдэд $T0 \rightarrow T1$ болон $T0 \rightarrow T2$ үеийн хоорондох ялгаа статистикийн хувьд ач холбогдолтой (Bonferroni $\alpha=0.017$) болох нь ажиглагдсан бол $T1 \rightarrow T2$ үеийн хоорондох ялгаа бүх хичээлийн хувьд ач холбогдолгүй байсан нь туршилтын арга зүйн нөлөө $T0 \rightarrow T1$ үед илүү тод илэрч, $T1 \rightarrow T2$ үед үр дүн тогтворжсон болохыг харуулж байна. Нөлөөний хэмжээний хувьд partial η^2 нь хүн ба байгаль ($\eta^2 = 0.379$), математик ($\eta^2 = 0.390$) хичээлүүдэд хүчтэй, монгол хэл ($\eta^2 = 0.230$) хичээлд дунд-хүчтэй түвшинд илэрсэн нь ANOVA болон Paired t-test шинжилгээний үр дүнтэй нийцэж байна.

Суралцах хандлага, идэвхийн өөрчлөлтийн шинжилгээ

Туршилтын өмнөх болон дараах ($T0 \rightarrow T2$) хугацаанд сурагчдын суралцах хандлага болон идэвх оролцоонд гарсан өөрчлөлтийг сурагчийн асуулгад тулгуурлан шинжлэхэд дундаж оноо бүх хичээлийн хувьд өссөн зүй тогтол ажиглагдав. Үүний зэрэгцээ эдгээр хэмжигдэхүүний стандарт хазайлт харьцангуй бага түвшинд хадгалагдаж байсан нь сурагчдын хандлага, идэвхийн өсөлт нийтийг хамарсан, тогтвортой шинжтэй байсныг харуулав. Энэ үр дүнгээс харахад, туршилтын арга зүй нь сурагчдын танин мэдэхүйн сонирхлыг өдөөж, суралцах хандлагад бодитой эерэг нөлөө үзүүлж болохыг тоон үзүүлэлтүүд дэмжиж байна.

Мөн сурагчийн идэвхийг үнэлсэн багшийн ажиглалтын үр дүнг ($T0 \rightarrow T1 \rightarrow T2$) хугацааны интервалд нарийвчлан шинжлэхэд дундаж оноо тогтмол өсөж, стандарт хазайлт бага байсан нь туршилтын арга зүйн үр нөлөө сургалтын үйл явцад тасралтгүйгээр, тогтвортой илэрснийг харуулж байна. Энэхүү тоон өсөлт нь чанарын хувьд сурагчдын асуулт асуух, санал бодлоо тайлбарлах, багийн ажилд идэвхтэй оролцох зэрэг бодит үйлдлүүдийн ажиглалтаар давхар дэмжигдсэн юм.

Ерөнхийд нь дүгнэхэд, туршилтын арга зүй нь бүх хичээлийн хувьд сурагчдын хичээлийн явц дахь

анхаарал төвлөрлийг сайжруулж, бие даан болон хамтран суралцах идэвхийг нэмэгдүүлэхэд ач холбогдолтой эерэг нөлөө үзүүлэх боломжтой нь ажиглагдав.

Хүн ба байгаль болон математикийн хичээлийн амжилтад нөлөөлөх хүчин зүйлсийн хамаарлын шинжилгээ

Хүн ба байгаль болон математикийн хичээлийн сурлагын амжилт бусад хувьсагчтай хэрхэн уялдаж буйг судлах зорилгоор $T0$, $T1$, $T2$ хугацааны хэмжилтийн өгөгдөлд хамаарлын шинжилгээ хийв. Хүн ба байгаль хичээлийн үр дүнг 6-р хүснэгтэд, математикийн хичээлийн үр дүнг 7-р хүснэгтэд тус тус харуулав.

ХҮН БА БАЙГАЛЬ ХИЧЭЭЛИЙН АМЖИЛТАД НӨЛӨӨЛЖ БҮЙ ХҮЧИН ЗҮЙЛСИЙН ХАМААРАЛ

6-Р ХҮСНЭГТ

Хувьсагч	T0 үеийн г	T1 үеийн г	T2 үеийн г	Хамаарлын хүч (T2)
Математикийн хичээлийн оноо	0.506	0.557	0.866	Маш хүчтэй
Монгол хэлний шалгалтын оноо	0.837	0.506	0.848	Маш хүчтэй
Хүн ба байгаль хичээлийн идэвх	0.510	0.545	0.793	Маш хүчтэй
Математикийн хичээлийн багшийн ажиглалтын оноо		0.427	0.757	Маш хүчтэй
Хүн ба байгаль хичээлийн багшийн ажиглалтын оноо		0.428	0.715	Маш хүчтэй
Монгол хэлний хичээлийн багшийн ажиглалтын оноо		0.418	0.706	Маш хүчтэй
Монгол хэлний хичээлийн идэвх	0.462	0.419	0.702	Маш хүчтэй
Монгол хэлний хичээлд хандах хандлага	0.718	0.643	0.666	Хүчтэй
Хүн ба байгаль хичээлд хандах хандлага	0.464	0.477	0.582	Хүчтэй
Математикийн хичээлд хандах хандлага	0.513	0.382	0.563	Хүчтэй
Математикийн хичээлийн идэвх	0.431	0.362	0.542	Хүчтэй

МАТЕМАТИКИЙН ХИЧЭЭЛИЙН АМЖИЛТАД НӨЛӨӨЛЖ БҮЙ ХҮЧИН ЗҮЙЛСИЙН ХАМААРАЛ

7-Р ХҮСНЭГТ

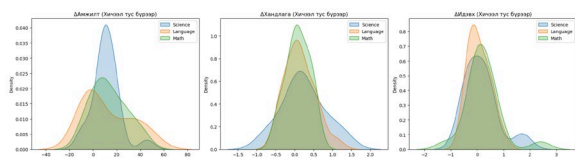
Хувьсагч	T0 үеийн г	T1 үеийн г	T2 үеийн г	Хамаарлын хүч (T2)
Монгол хэлний шалгалтын оноо	0.641	0.660	0.879	Маш хүчтэй
Хүн ба байгаль хичээлийн шалгалтын оноо	0.506	0.557	0.866	Маш хүчтэй
Хүн ба байгаль хичээлийн идэвх	0.470	0.425	0.857	Маш хүчтэй
Математикийн хичээлийн багшийн ажиглалтын оноо		0.713	0.827	Маш хүчтэй
Хүн ба байгаль хичээлийн багшийн ажиглалтын оноо		0.707	0.815	Маш хүчтэй
Монгол хэлний хичээлийн багшийн ажиглалтын оноо		0.681	0.760	Маш хүчтэй
Монгол хэлний хичээлийн идэвх	0.213	0.319	0.697	Хүчтэй
Монгол хэлний хичээлд хандах хандлага	0.482	0.450	0.696	Хүчтэй
Хүн ба байгаль хичээлд хандах хандлага	0.088	0.366	0.678	Хүчтэй
Математикийн хичээлд хандах	0.765	0.437	0.491	Сул-дунд
Математикийн хичээлийн идэвх	0.533	0.321	0.473	Сул-дунд эерэг

Хүн ба байгаль хичээлийн хувьд, T2 үеийн хэмжилтээр тус хичээлийн гүйцэтгэл нь математикийн шалгалтын оноо ($r=0.866$), монгол хэлний шалгалтын оноо ($r=0.848$), хүн ба байгаль хичээлийн идэвх ($r=0.793$), мөн багшийн ажиглалтаар үнэлэгдсэн бүх хичээлийн үзүүлэлтүүд ($r=0.706-0.757$)-тэй хүчтэй хамааралтай гарав. Үүнээс гадна монгол хэл, хүн ба байгаль, математикийн хичээлд хандах хандлага болон суралцах идэвх нь дундаас дээш хүчтэй эерэг хамаарал ($r=0.542-0.666$) үзүүлсэн нь сурагчдын сэтгэл зүй, хандлагын хүчин зүйлс танин мэдэхүйн гүйцэтгэлтэй нягт уялдаатай байж болохыг харуулж байна. Хамаарлын хүчийг T1 үетэй харьцуулахад T2 үед ихэнх хувьсагчдын харилцан хамаарал нэмэгдсэн бөгөөд энэ нь хэрэгжүүлсэн арга зүй сурагчдын цогц чадамжийн уялдаа холбоог сайжруулж, сурлагын амжилтыг тогтвортой дэмжсэн байх магадлалтайг илтгэж байна.

Математикийн хичээлийн амжилтын хамаарлын шинжилгээгээр T2 үед монгол хэл ($r=0.879$) болон хүн ба байгаль ($r=0.866$) хичээлийн шалгалтын оноо, хүн ба байгаль хичээлийн идэвх ($r=0.857$), багшийн ажиглалтын үзүүлэлтүүд ($r=0.760-0.827$) нь математикийн гүйцэтгэлтэй маш хүчтэй эерэг хамааралтай болох нь ажиглагдла. Сонирхолтой нь, математикийн хичээлд хандах шууд хандлага, идэвхээс (сул-дунд хамааралтай) илүүтэйгээр, монгол хэл болон хүн ба байгаль хичээлд хандах хандлага нь математикийн амжилттай илүү хүчтэй эерэг хамаарал ($r=0.678-0.697$) үзүүлэв. T1 болон T2 үеийн үр дүнг харьцуулахад ихэнх хувьсагчийн хамаарлын хүч нэмэгдсэн бөгөөд ялангуяа монгол хэлний хичээлд хандах хандлага болон математикийн амжилтын хоорондын уялдаа T1→T2 хугацаанд огцом өссөн ажиглагдав. Энэ нь уншиж ойлгох чадварыг дэмжих туршилтын арга зүй нь хичээл дамнасан эерэг хамаарлыг үүсгэж, математикийн өгөгдөлтэй ажиллах чадварыг давхар дэмжсэн байх талтай гэж үзэх үндэслэлтэй юм.

Богино хугацаан дахь өөрчлөлтийн шинжилгээ

Туршилтын хугацаан дахь сурагчдын сурлагын амжилт, суралцах хандлага болон идэвхийн өөрчлөлтийн динамикуыг өсөлт/өөрчлөлтийн үнэлгээний шинжилгээнд тулгуурлан, цөмийн нягтралын үнэлгээний (Kernel Density Estimate) графикаар дүрслэн харуулав (Зураг 3). Шинжилгээнд хувь сурагчийн өөрчлөлтийг T0→T2 хугацаанд ($\Delta = T2 - T0$) тооцон, тархалтын түвшинд шинжилгээ хийв.



Зураг 3. Өсөлт/өөрчлөлтийн үнэлгээний шинжилгээ

Сурлагын амжилтын өөрчлөлтийн тархалтаас харахад, хүн ба байгаль болон математикийн хичээлийн хувьд тархалтын муруй эерэг утгын мужид төвлөрч, дундаж өсөлт харьцангуй жигд

явагдсан байх магадлалтайг харуулж байна. Харин монгол хэлний хичээлийн хувьд тархалтын төв нь тэг орчимд ойртсон бөгөөд зарим сурагчдын хувьд сөрөг өөрчлөлт ажиглагдсан нь хувь сурагчийн түвшинд ахицын хэлбэлзэл харьцангуй өндөр байж болохыг илтгэж байна.

Суралцах хандлагын өөрчлөлтийн тархалт ихэнх сурагчдын хувьд тэг болон эерэг утгын мужид төвлөрсөн нь сурагчдын хандлага нийтлэг байдлаар сайжирсан гэх эерэг чиг хандлагыг дэмжиж байна. Суралцах идэвхийн хувьд тархалт харьцангуй тогтвортой байсан ч зарим сурагчдын хувьд эерэг болон сөрөг өөрчлөлт зэрэгцэн илэрсэн нь суралцах идэвхийн хэлбэлзэл нь хувь хүний онцлогоос шалтгаалан ялгаатай байх талтайг харуулж байна.

Ерөнхийд нь дүгнэвэл, туршилтын хугацаан дахь өөрчлөлтийн шинжилгээний үр дүн нь сурагчдын дийлэнх хэсгийн хувьд сурлагын амжилт, суралцах хандлага, идэвхийн өсөх чиг хандлага давамгайлсан болохыг харуулж байгаа ч түүврийн хэмжээнээс хамааран хувь сурагчийн түвшинд өөрчлөлтийн хэмжээ болон чиглэл харилцан адилгүй байж болохыг давхар анхаарах нь зүйтэй.

IV. Хэлэлцүүлэг

Энэхүү судалгааны үр дүнгээс харахад, уншиж ойлгох чадварыг дэмжсэн сургалтын арга зүйг хэрэгжүүлсэн хугацаанд туршилтын бүлгийн сурагчдын байгалийн ухаан болон математикийн хичээлийн сурлагын амжилтад эерэг өөрчлөлтүүд ажиглагдав. Ялангуяа сул сурагчдын ахиц тод илэрсэн нь энэхүү арга зүй нь сурагчдын ялгаатай түвшинд нийцэх боломжтойг харуулж байна.

Гэвч энэхүү судалгааны үр дүнг тайлбарлахад хэд хэдэн хязгаарлалтыг харгалзан үзэх шаардлагатай. Бидний хийсэн бүх шинжилгээ нь хяналтын бүлэггүйгээр, зөвхөн нэг туршилтын бүлгийн хүрээнд туршилтын хугацаанд цуглуулсан өгөгдөлд тулгуурласан тул илэрсэн эерэг өөрчлөлтүүд болон туршилтын арга зүйн хооронд шалтгаан-үр дагаврын шууд хамаарал оршин байна гэж батлахад статистикийн хувьд хязгаарлагдмал бөгөөд үүнд нэн болгоомжтой хандах нь зүйтэй.

Мөн түүврийн хэмжээ харьцангуй бага байгаа нь энэхүү үр дүнг макро түвшинд буюу нийт сурагчийн төлөөлөл болгон өргөн хүрээнд ерөнхийлөн дүгнэх боломжгүй. Тиймээс уг судалгааг тухайн арга зүйн сургалтын үйл явцад үзүүлэх боломжит эерэг нөлөөг тандан судалсан эмпирик нотолгоо хэмээн үзэх нь илүү зохистой бөгөөд цаашид хяналтын бүлэгтэй, түүврийн хэмжээг өргөтгөсөн харьцуулсан судалгаагаар дахин баталгаажуулах зайлшгүй шаардлагатай.

Дүгнэлт

Сурагчдын уншиж ойлгох чадварыг дэмжих сургалтын арга зүйг бодит орчинд 3 сарын хугацаанд хэрэгжүүлсэн туршилт судалгааны үр дүнгээс дараах дүгнэлтүүдийг нэгтгэн гаргав. Энэхүү дүгнэлт нь зөвхөн туршилтын бүлгээс уг хугацаанд цуглуулсан өгөгдөлд тулгуурласан болно. Үүнд:

1. 5-р ангийн сурагчдын уншиж ойлгох чадварыг сайжруулахад чиглэсэн сургалтын арга зүй нь байгалийн ухаан болон математикийн хичээлийн сурлагын амжилтад статистикийн хувьд ач холбогдолтой эерэг нөлөө үзүүлэх боломжтой нь ажиглагдав.
2. Туршилтын хугацаанд байгалийн ухаан, математик, монгол хэлний хичээлүүдийн дундаж оноо тасралтгүй өсөж, стандарт хазайлт мэдэгдэхүйц буурсан нь сурагчдын мэдлэгийн түвшний ялгаа багасч, ахиц харьцангуй жигдэрснийг харуулав. Ялангуяа, математик болон байгалийн ухааны хичээлд эхний хэмжилтээр тааруу болон дунд түвшинд үнэлэгдсэн сурагчдын гүйцэтгэлд илүү өндөр ахиц гарсан нь ажиглагдав.
3. Мөн сурагчдын хичээлд хандах хандлага, суралцах идэвхийн үзүүлэлтүүд туршилтын хугацаанд тогтвортой өссөн нь хэрэгжүүлсэн арга зүй нь зөвхөн шалгалтын оноонд бус, суралцах үйл явц дахь сурагчийн сэтгэл зүй, идэвхтэй оролцоонд эерэг өөрчлөлт авчирсан байх талтайг харуулж байна.
4. Хамаарлын шинжилгээний үр дүнгээс харахад туршилтын дараа сурагчдын уншиж ойлгох чадвар, байгалийн ухаан болон математикийн чадвар, хичээлд хандах хандлага, суралцах идэвх хоорондын хамаарал улам бэхжсэн нь ажиглагдав. Энэ нь танин мэдэхүйн болон сэтгэл зүйн хүчин зүйлс хичээл дамнасан байдлаар бие биеэ дэмжиж байх талтайг харуулж байна.
5. Ерөнхийд нь дүгнэхэд, уншиж ойлгох чадварт суурилсан, хичээл хоорондын уялдаа холбоог дэмжсэн сургалтын арга зүй нь сурагчдын сурлагын амжилтыг нэмэгдүүлэх, чадварын ялгааг ойртуулах, суралцахуйн чанарыг сайжруулах практик ач холбогдолтой болохыг судалгааны үр дүн дэмжиж байна. Хэдийгээр судалгааны үр дүн нь эерэг нөлөөг харуулсан эмпирик нотолгоо болсон ч туршилтын үр дүнг макро түвшинд ерөнхийлөхийн тулд цаашид хяналтын бүлэгтэй, илүү өргөн хүрээний түүвэр хамруулсан харьцуулсан судалгаагаар дахин баталгаажуулах шаардлагатай.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Батцэцэг Э., нар (2025). Монгол сурагчдын байгалийн ухаан болон математикийн хичээлийн амжилтад нөлөөлөх хүчин зүйлсийн судалгаа, ШУТИС-ийн ЭШ-ний бүтээлийн эмхэтгэл /№25(15)362/, 70-76. <https://research.must.edu.mn/news/286>
- [2] Abbas Pourhosein Gilakjani & Narjes Banou Sabouri (2016). *A study of factors affecting EFL learners' reading comprehension skill and the strategies for improvement*. International Journal of English linguistics, 6(5), 180-187. <https://doi.org/10.5539/ijel.v6n5p180>
- [3] Caponera E., Sestito P., & Russo P.M. (2016). *The influence of reading literacy on mathematics and science achievement*. The Journal of Educational Research, 109(2), 197-204. <https://doi.org/10.1080/00220671.2014.936998>
- [4] Carnevale A.P., Smith N., & Strohl J. (2013). *Recovery: Job growth and education requirements through 2020*. Georgetown University, <http://hdl.handle.net/10822/559311>
- [5] Chung M. (2010). *The effect of a speed reading course: A Replication*. Asian Journal of English Language Teaching
- [6] DeVellis, R. F. (2017). *Scale development: Theory and applications* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications
- [7] Fredricks, Blumenfeld, & Paris (2004). *Three-Dimensional Model of Engagement*
- [8] Goodman M., Finnegan R., Mohadjer L., Krenzke T., & Hogan J. (2013). *Literacy, numeracy, and problem solving in technology-rich environments among US adults: Results from the Program for the International Assessment of Adult Competencies 2012*. First Look. NCES 2014-008. National center for education statistics. Institute of Education Sciences. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED544452.pdf>
- [9] Hanushek E. & Woessmann L. (2015). *Universal Basic Skills: What Countries Stand to Gain*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264234833-en>
- [10] Hirohito Kondo et al. (2003). *Reading comprehension and working memory: Structural equation modeling approach*, DOI: [10.4992/jipsy.73.480](https://doi.org/10.4992/jipsy.73.480)
- [11] John Clyde C. Goc-Ong et al. (2025). *Mathematical Reading Comprehension in Problem-Solving Skills of Students: An Experimental Study*, International Journal of Interdisciplinary Viewpoints, <https://doi.org/10.64612/ijiv.v1i3.21>
- [12] Karasu İ., & Haşiloğlu M.A. (2019). *The effect of reading comprehension, interpretation and four processing skills on student achievement in 6th grade science course speed*. Journal of Computer and Education Research, 8(15), 136-155. <https://doi.org/10.18009/jcer.649866>
- [13] Koyuncu İ. & Firat T. (2020). *Investigating reading literacy in PISA 2018 assessment*. International Electronic Journal of Elementary Education, 13(2), 263-275. DOI: [10.26822/iejee.2021.189](https://doi.org/10.26822/iejee.2021.189) <https://iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/1137/499>
- [14] Larwin K.H. (2010). *Reading is fundamental in predicting math achievement in 10th graders?* International Electronic Journal of Mathematics Education, 5(3), 131-145. <https://doi.org/10.29333/iejme/254>
- [15] Manuel Salas-Velasco & José Sánchez-Campillo (2018). *The knowledge and skills that are essential to make financial decisions: First results from PISA 2012*. FinanzArchiv: European Journal of Public Finance, 74(2018), 293-339. <https://doi.org/10.1628/fa-2018-0009>
- [16] Nouri J., Åkerfeldt A., Fors U., & Stockholm S.S. (2017). *Assessing collaborative problem solving skills in technology-enhanced learning environments-The PISA framework and modes of communication*. International Journal of Emerging Technologies in Learning, 12(4). <https://doi.org/10.3991/ijet.v12i04.6737>
- [17] Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- [18] OECD (2022). *PISA Data Results. Learning During and From Disruption* (2022), https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/12/pisa-2022-results-volume-ii_222a5ef6/a97db61c-en.pdf
- [19] OECD Education GPS (2022). *Mongolian Students Performance*, <https://gpseducation.oecd.org>
- [20] Ömer Cem Karacaoğlu & Yusuf Kasap (2023). *The Effect of Reading Comprehension Skills on Mathematics and Science According PISA Data*. <https://doi.org/10.24331/ijere.1246885>
- [21] Paul R. Pintrich et al. (1991). *Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*
- [22] Yasin Özkara, Senem Mergen Gürses, & Yasemin Bilişli (2025). *The effect of speed reading technique on second-grade students' reading comprehension Levels*, Sage Journals, <https://doi.org/10.1177/21582440251375366>

XX ЗУУНЫ МОНГОЛЫН МОДОН СИЙЛБЭРИЙН УРЛАГИЙН БҮТЭЭЛИЙН ХАРЬЦУУЛСАН ШИНЖИЛГЭЭ

М. МЭРГЭНБИЛЭГТ¹, Жалцавын ЭНХТҮВШИН²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, МУБИС, Дүрслэх урлаг технологийн сургууль, Дүрслэх урлагийн тэнхим

²Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга архитектурын сургууль, Архитектурын тэнхим

Холбоо барих зохиогч: enkhmg1@must.edu.mn²

Хураангуй: XX зуунд Монголын модон сийлбэрийн урлаг нь үндэсний уламжлалт гар урлал–дүрслэх урлаг болон социалист нийгмийн үзэл суртал–орчин үеийн урлагийн хэлний огтлолцол дээр эрчимтэй хөгжсөн онцгой үе байлаа. Энэхүү өгүүлэлд XX зууны Монголын нэрт сийлбэрчид болох Д.Гэлэгдандар, Д.Гэвшээхүү, С.Сэнгээ, Х.Монхоорой, Л.Чуваамэд (мөн харьцуулсан хэсэгт Д.Төртогтох)-ийн төлөөлөх бүтээл сонгон авч, зохиомж ба хэв маяг, бэлгэдэл ба утга агуулга, урлах арга техник, нийгэм-соёлын орчин гэсэн шалгуураар задлан шинжилж, хооронд нь харьцуулсан болно. Судалгаанд 15 бүтээлийг сонгон урлаг судлалын арга, харьцуулсан шинжилгээний матрицыг ашиглан бүтээлүүдэд “уламжлал → үзэл баримтлал → экологи, ахуй → орчин үеийн интеграц” гэсэн сэтгэлгээний хөгжлийн дараалал буйг тогтоолоо. Д.Гэлэгдандар, Д.Гэвшээхүү нарын бүтээлд үндэсний хэлбэр ба социалист реализмын синтез, С.Сэнгээгийн бүтээлд эх оронч үзэл, экологи ба амьтдын бэлгэдэл, Х.Монхооройн цуврал бүтээлүүдэд ажил хөдөлмөрийн, нүүдэлчин ахуйн бодит дүрслэл, Л.Чуваамэд, Д.Төртогтохын бүтээлд улс төрийн сэдэв ба гүн дотоод сэтгэлийн илэрхийлэл давамгайлж байгааг харуулсан. Судалгааны дүн XX зууны Монголын модон сийлбэрийн хөгжлийг зөвхөн стиль, техникээр бус, үндэсний өөрийн дүр төрх, нийгмийн өөрчлөлтийг тусгасан сэтгэлгээний хувьсан өөрчлөгдөх процессоор тайлбарлах боломж олгосон.

Түлхүүр үг: сийлбэр, үндэсний хэлбэр, социалист реализм, уран бүтээл

I. УДИРТГАЛ

Монголын модон сийлбэрийн урлаг нь хадны сүт зураг, хүн ба буган чулуун хөшөө, уламжлалт шашны сийлбэр, ахуйн модон эдлэл зэрэг эртний уламжлалтай, олон мянган жилийн түүхтэй урлагийн төрөл юм. XX зуунд Монгол Улсад социалист нийгмийн тогтолцоо төлөвшин, “үндэсний хэлбэр – социалист агуулга” хэмээх урианы дор дүрслэх урлаг, түүний дотор модон сийлбэрийн урлагийг идэвхтэй хөгжүүлэх бодлого баримталсан нь уран бүтээлийн сэдэв, хэлбэр, бэлгэдлийн тогтолцоонд гүн нөлөө үзүүлжээ.

Энэ үед модон сийлбэр нь зөвхөн шашны болон ахуйн хэрэглээний хүрээнээс гарч, улс төр, эх оронч үзэл, нийгмийн хөдөлмөр, байгаль-экологийн сэдэв бүхий том хэмжээний зурагт найруулга, монументаль уран сийлбэрийн хэлбэрт шилжиж эхэлсэн. Уран бүтээлчид уламжлалт хээ угалз, амьтны дүрслэл, ахуй соёлоо хадгалангаа, шинэ нийгмийн үзэл суртал, орчин үеийн урлагийн хэлээр илэрхийлэхийг эрэлхийлж байв.

XX зууны Монголын модон сийлбэрийн урлагийг тухайлсан уран бүтээлчид, тодорхой бүтээлийн түвшинд гүнзгийрүүлэн харьцуулсан судалгаа харьцангуй цөөн бөгөөд ихэнх нь намтарчилсан, танилцуулгын шинжтэй байдаг. Иймд урлагийн хөгжлийн чиг хандлагыг илүү системтэйгээр тодруулж өгөхийн тулд тухайн үеийн зарим уран бүтээлчдийн бүтээлийг харьцуулсан дүн шинжилгээ хийх шаардлага зүй ёсоор тулгарч байна.

Сийлбэрийн технологи нь хүрээлбэр, цоолбор, товгор, бүтэн сийлбэр байна.

Бүтэн сийлбэр: Тухайн эдлэл, хийцийг орон зайд дүрслэн сийлбэрлэж гаргадаг ба биет байдлаар, бүх талаас нь харж сийлнэ.

Хавтгай сийлбэр: Хавтгай модон дээр төрөл бүрийн дүрс хээ угалзыг гүнзгийрүүлэн ухах, цоолох зэргээр тодотгож, нэг түвшинд сийлж гаргасан сийлбэр юм.

Хавтгай сийлбэрийг дотор нь хүрээлбэр сийлбэр, нэвт цоолбор сийлбэр, товгор сийлбэр гэж ангилдаг.

Энэхүү өгүүллийн зорилго нь XX зууны Монголын нэрт модон сийлбэрчдийн төлөөлөх чанартай бүтээл уран сайхны хэв маяг, бэлгэдэл, урлах арга техникийг шинжилж тодорхойлох, эдгээр уран бүтээлчдийн бүтээлийг хооронд нь харьцуулан, XX зууны модон сийлбэрийн урлагийн хөгжлийн чиг хандлагыг тодорхойлоход оршино.

Дараах судалгааны асуултууд тавигдав. Үүнд:

- Д.Гэлэгдандар, Д.Гэвшээхүү, С.Сэнгээ, Х.Монхоорой, Л.Чуваамэд (мөн Д.Төртогтох)-ийн бүтээлүүдэд үндэсний уламжлал, социалист үзэл суртал, нүүдэлчин ахуй, байгаль-экологийн сэдэв хэрхэн туссан бэ?
- Зохиомж ба хэв маяг, бэлгэдэл ба утга агуулга, урласан арга техник, нийгмийн орчны хувьд эдгээр уран бүтээлийн хооронд ямар ижил болон ялгаатай талууд ажиглагдаж байна вэ?

XX зууны Монголын модон сийлбэрийн урлагт нэр хүндтэй байр суурь эзэлдэг таван сийлбэрчнийг сонгон, тэдний төлөөлөх, архив, музей, хэвлэл мэдээллээр түгээмэл ишлэгддэг бүтээлүүдийг голлож судалсан болно.

Судалгаанд XX зууны хоёрдугаар хагаст хамаарах дараах төлөөлөх чанартай уран сийлбэрчин бүтээлийг сонгосон. Үүнд:

- Д.Гэлэгдандарын “Банхар”, “Туйванч”, “Шанаган хуур”
- Д.Гэвшээхүүгийн “Найрамдал”, “Гэр”
- С.Сэнгээгийн “Баян байгаль”, “Хүрэн морь”, “Говийн малчин”, “Хургатай хонь”
- Х.Монхооройгийн “Чоно агнагч”, “Худаг гаргагч”, “Худаг дээр”, “Оёдлын машин”
- Л.Чуваамэдийн “БНМАУ мандтугай”, “Давшилт”
- (Харьцуулсан хэсэгт) Д.Төртогтохын “Хүсэл”, “Дурсамж”.

Судалгааны арга зүйн суурь нь урлаг судлалын дүн шинжилгээ болон харьцуулсан судалгааны арга юм.

Бүтээл бүрийг дараах дөрвөн үндсэн шалгуураар задлан шинжлэв. Үүнд:

- Зохиомж, хэв маяг (composition & style)
- Бэлгэдэл, утга агуулга (iconography & symbolism)
- Урлах арга техник, материал (technique & material)
- Нийгэм-соёлын орчин, үзэл суртал (socio-cultural & ideological context).

Уран бүтээлч бүрийн 3–5 түлхүүр бүтээлийг багтаасан харьцуулалтын матриц хүснэгт боловсруулж, хэв маяг–сэдэв–техник–утга агуулгын огтлолцлыг “ким-ким” байдлаар тэмдэглэн, нийтлэг ба онцгой шинжийг тодруулсан.

Ийнхүү объект, шалгуур, матрицын нийлбэр шинжилгээгээр XX зууны модон сийлбэрийн урлагийн дотоод логик, сэтгэлгээний хувьсал, уламжлал–орчин үеийн уялдаа зэргийг тодруулахыг зорив.

II. БҮТЭЭЛҮҮДИЙН ОНЦЛОГ

1. Д.Гэлэгдандар: Үндэсний уламжлал шингээсэн “Банхар”, “Туйванч”, “Шанаган хуур”

Д.Гэлэгдандарын “Банхар” модон сийлбэр нь мал-гэрээ манах банхар нохойг эвхэрч хэвтсэн дүрээр харуулсан, монгол ахуй–хамгаалагч сэтгэлийн бэлгэдэлтэй бүтээл юм. Дутуйрсан хэлбэр, хэтрүүлэгтэй нүд, ам, хамар нь ардын урлагийн стилийг илэрхийлж, модны ширхэг даган үс ноосыг гаргасан нь урлах арга техникийн өндөр түвшинг харуулна. [1]

“Туйванч” бүтээлд хүч чадал, булчингийн хөдөлгөөн, тамирчны эрч хүчийг реалист ба экспрессионист байдлаар нэгтгэн, орчин үеийн Монгол нийгмийн биеийн гоо зүй, төрийн хүчирхэг дүр төрхийг бэлгэджээ. Харин “Шанаган хуур” бүтээлд хуурын толгой хэсэгт луу, домогт амьтад, баатарлаг дүрсийг хийлж, шаманист, шашин-ёс заншлын бэлгэдлийг сөгжмийн зэмсгийн функцтэй хослуулсан нь онцгой.

Эдгээр бүтээлээр дамжуулан Д.Гэлэгдандар нь амьтны хөдөлгөөн, монгол ахуйн сэтгэлгээ, уламжлалт хээ-дүрслэлийг орчин үеийн хэлээр илэрхийлж, XX зууны модон сийлбэрийн үндэс суурийг тавигчдын нэг болох нь тодорхой болно.

2. Д.Гэвшээхүү: “Найрамдал” ба “Гэр” – Үндэсний хэлбэр, социалист агуулгын синтез

“Найрамдал” (1971) бүтээл нь цилиндр хэлбэрийн багана, орой дээрх гурван баримал бүхий зохиомжтой. Доод хэсгийн нам ба дундаж рельефээр Монгол–Зөвлөлтийн ард түмний нөхөрлөлийг дүрсэлж, орой хэсэгт гурван хүний баатарлаг дүрийг бүтээн сийлбэрээр шийдсэн нь зохиомжийг монументаль байдлаар илэрхийлж олон талт орон зайн хэмнэлийг бий болгодог. [2]

Үүл, цэцгэн хээ, уламжлалт угалз нь социалист реализмын бодит дүрслэлтэй хосолж, “найрамдал” гэх ойлголтыг үндэсний хэлбэртэй уялдаатай.

“Гэр” (1974) бүтээл нь Улаанбаатар хотын 50 жилийн ойд зориулсан түүхэн сэдэвтэй сийлбэр бөгөөд монгол гэрийн хэлбэрээр монгол түмний амьдралын хэв маягийг таван рельефээр тусган харуулдаг. Хана, дээврийн гадаргад тасралтгүй хээ угалз сийлж, хэсгүүдийг нэгэн цогц өгүүлэмж болгохдоо монгол зургийн “нэг хавтгайд олон үйл явдал зохиомжлох” уламжлалыг модон сийлбэрт хөрвүүлжээ.

Д.Гэвшээхүүгээр төлөөлөх энэ чиглэл үндэсний урлагийн орон зайн бүтэц (гэр, ханын хээ, угалз) нь социалист нийгмийн түүхэн өгүүлэмжтэй нягт холбогдож, XX зууны Монголын модон сийлбэрт “үндэсний хэлбэр – социалист агуулга”-ын сонгодог жишээ болсон байна.

3. С.Сэнгээ: “Баян байгаль”, “Хүрэн морь”, “Говийн малчин”, “Хургатай хонь” – Экологи, амьтны бэлгэдэл ба эх оронч сэтгэлгээ

С.Сэнгээгийн “Баян байгаль” (1974) бүтээл нь нэг самбар дээр хангай, тал хээр, говь нутгийн гурван бүсийн уул ус, ан амьтан, ургамлыг нэгтгэсэн том хэмжээгээр зохиомжилсон бүтээл юм. 2.2×1.45м хавтан дээр 90 гаруй амьтан, 500 гаруй дүрсийг барельефээр гаргасан нь материал, арга техникийн оргил түвшинд гүйцэтгэсэн, Монгол орны байгалийн баялаг, олон талт байдлыг магтан дуулсан экологийн уран сайхны сэдэвтэй бүтээл болжээ. [1]

“Хүрэн морь” цувралд яруу найрагч Ч.Лхамсүрэнгийн алдарт найраглалын үйл явцыг модон сийлбэрт хөрвүүлж, хүрэн морины давхих хөдөлгөөн, чонотой тулгарах, төрөлдөө тэмүүлэх агшныг динамик барельефээр шийдсэн. Энэ нь монгол адууны тэсвэр хатуужил, эзэндээ үнэнч байдал, эх нутаг руу тэмүүлэх хүслийг бэлгэдэн, социалист нийгмийн эх оронч үзэл, үндэсний бахархлыг урлагийн хэлээр илэрхийлсэн байна.

“Говийн малчин” (1974) бүтээлд говийн хатуу ширүүн нөхцөлд малаа маллаж буй малчны дүрээр хүн ба байгалийн шүтэлцээ, хөдөлмөрийг романтик маягаар дүрслэн гаргасан бол “Хургатай хонь” бүтээл

нь жижиг хэмжээний анималист сийлбэрээр эх мал, төл хоёрын энхрий холбоог, өвөрмөц монгол ахуйн аз жаргал, төлөөр мал өсөх бэлгэдлийг илэрхийлдэг.

Ийнхүү С.Сэнгээгийн сийлбэрүүдэд байгаль, амьтан, малчин хүн, эх орон гэсэн сэдвүүд холбогдож, ХХ зууны модон сийлбэрийн урлагт экологи, ахуйн философи, үндэсний бахархлыг нэгтгэсэн шинэ чиглэл бүрэлдэн тогтжээ.

4. Х.Монхоорой: “Чоно агнагч”, “Худаг гаргагч”, “Худаг дээр”, “Оёдлын машин” – Хөдөлмөр, ахуйн бодит дүрслэл

Х.Монхооройгийн “Чоно агнагч” нь чоно агнаж буй анчныг реалист байдлаар үзүүлсэн бүтээл бөгөөд социалист үед мал сүргээ хамгаалах явдлыг баатарлаг хөдөлмөр болгон харуулж байсан нийгмийн үзэл санаатай уялдана. Анчны хөдөлгөөн, хувцас хэрэгслийг энгийн, тод хэлбэрээр гаргасан нь ардын урлагийн примитив хэв шинжтэй хосолж, малчин хүний зориг, авхаалж самбааг бэлгэднэ.

“Худаг гаргагч” (1962) болон “Худаг дээр” (1962) бүтээлүүдэд гар худаг ухах, малаа усалж буй зураглалаар усны эх булаг, хөдөлмөрийн үр шим, мал, хүн, байгалийн уялдааг харуулсан. Эхний бүтээлд хүрз барьж газрын гүнд худаг ухаж буй хүн, газар дээр шороо гаргаж буй хүнийг зохиомжлон, хөдөлмөрийн процессыг уран сайхнаар илэрхийлжээ. Харин “Худаг дээр” бүтээлд худгийн дэргэд мал усалж буй малчны дүрээр усны буян, малчны энэрэнгүй сэтгэлийг онцолсон.

“Оёдлын машин” (1963) бүтээлд техник, тоног төхөөрөмжийг бодит хэмжээ, хэлбэрээр нь модоор бүтээж харуулсан. Энэ нь гар урлал ба технологийн огтлолцол, социалист нийгмийн шинэ ахуйг илэрхийлсэн өвөрмөц бүтээл болж, модон сийлбэрийн аргаар орчин үеийн объект, дизайныг харуулсан.

Х.Монхооройгийн цуврал бүтээлүүдийг нийтэд нь дүгнэхэд, малчин, ажилчин хүний хөдөлмөр, өдөр тутмын ахуйг бодитоор харуулсан бөгөөд ХХ зууны модон сийлбэрт “ээдрээ багатай зохиомж – гүн ахуйн сэтгэлгээ” хосолсон тусгай чиг хандлагыг бүрдүүлжээ.

5. Л.Чуваамэд (мөн Д.Төртогтох): Монуменаль улс төрийн сэдэв ба дотоод сэтгэлийн философи

Л.Чуваамэдийн “БНМАУ мандтугай” (1974) бүтээл нь хуш модоор өндөр товгор сийлбэр хийж, баатар цэрэг мангасын дээрээс дайснаа даран зогсож буй дүрслэлээр социалист нийгмийн ялалт, төрийн сүр хүчийг илэрхийлдэг. Туг, соёмбо, үйлдвэрийн барилга, сүм хийд, ардын амьдралын жижиг дүрслэлүүдийг тугны гадаргуу дээр шигтгэн гаргасан нь хуучин болон шинэ нийгмийн эсрэгцэл, түүхэн шилжилтийг нэг бүтээлд цогцоор нь үзүүлжээ.

“Давшилт” (1968) модон сийлбэр нь Монгол-Зөвлөлтийн хоёр морьт цэрэг нэг чиглэлд урагш давхиж буйг харуулсан, баатарлаг, динамик зохиомж бүхий бүтээл юм. Морьдын туурайнаас босох тоосыг угалзан хээгээр дүрслэж, уран сайхны чимэглэл ба бодит хөдөлгөөнийг нэгэн цул болгосон нь

Л.Чуваамэдийн уран бүтээлийн хэв маягийн гол онцлог болжээ, ялан дийлэх сүр хүч, хүн морьдын сэтгэл хөдлөлийг гайхалтай урлажээ. [3]

Үүний зэрэгцээ Д.Төртогтохын “Хүслэн”, “Дурсамж” зэрэг бүтээлүүд хувь хүн болон нийгмийн дотоод ертөнц, мөрөөдөл, дурсамжийг сэтгэл зүйн гүнзгий бэлгэдлээр илэрхийлсэн нь Л.Чуваамэдийн монументаль улс төрийн сэдэвтэй бүтээлээс сэдвийн хувьд өөр түвшинд орших ч, уламжлалт домог, ахуйн дурсамжийг урлагийн хэлээр дамжуулж байгаагаараа ойролцоо юм.

III. ХАРЬЦУУЛСАН ШИНЖИЛГЭЭ

Дээрх уран бүтээлчдийн хоорондын харьцуулалтын дүнд ХХ зууны Монголын модон сийлбэрийн урлагийн хөгжлийг дөрвөн үндсэн чиг хандлага болгон тоймлож болно.

- Уламжлалт ардын дүрслэл, амьтны бэлгэдэл (Д.Гэлэгдандар). Амьтан, хөгжмийн зэмсэг, ахуйн дүрслэлээр уламжлалт сэтгэлгээг орчин үеийн урлагт нэвтрүүлсэн.
- Үндэсний хэлбэр–социалист агуулгын синтез (Д.Гэвшээхүү, Л.Чуваамэд). Монгол гэр, хээ угалз, уламжлалт орон зайн бүтэц нь хувьсгал, ялалт, найрамдлын сэдэвтэй нягт холбогдож, социалист реализмын монгол хувилбарыг бүрдүүлсэн.
- Экологи, нүүдэлчин ахуй, амьтны ертөнц (С.Сэнгээ). Байгалийн баялаг, таван хошуу мал, малчны хөдөлмөрийг төвд тавьж, ХХ зууны модон сийлбэрийг байгаль–эх орон–хүн гэсэн гурвал холбоогоор тайлбарлах шинэ боломж нээсэн.
- Өдөр тутмын хөдөлмөр, орчин үеийн ахуй, технологийн интеграц (Х.Монхоорой, мөн Д.Төртогтохын зарим бүтээл). Худаг ухах, мал услах, оёдлын машин зэрэг сэдвээр дамжуулан социалист нийгмийн шинэ ахуй, ажилчин хүний дүрийг гаргасан; зарим бүтээлд техник, объект-дизайны сэдэв хүчтэй илэрсэн.

Эдгээр чиг хандлага нийлж “уламжлал → үзэл суртал → экологи, ахуй → орчин үеийн интеграц” гэсэн сэтгэлгээний дарааллыг илтгэнэ. Өөрөөр хэлбэл, ХХ зууны туршид модон сийлбэрийн урлаг уламжлалт ардын дүрслэлээс эхлэн социалист нийгмийн үзэл суртлыг урлагийн хэлээр илэрхийлэх замаар өргөжиж, улмаар байгаль, ахуй, технологи, дотоод сэтгэлийн философи зэргийг хамарсан олон төвтэй, давхар бэлгэдэлтэй урлагийн систем болж хөгжжээ.

БҮТЭЭЛИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ

1-р хүснэгт

Бүтээлч ийн нэр	Уран бүтээлийн хэв маяг	Бэлгэ- дэл	Бүтээл ийн сэдэв	Уран сайхны онцлог
Д.Гэлэг- дандар	Үндэсний уламжлалтай ясан/модон сийлбэр (реалист нөлөөтэй)	Ардын хувьсгалын баатар жанжин; тусгаар тогтнолын билэгдэл;	Түүхэн үйл явдал (байлдаан, жанжил); амьтан, ахуй амьдрал	Нарийн хийцтэй реалист дүрслэл; олон материал (яс, мод, чулуу);

		амьтны дүр (нашал, бүргэд)		хөдөлгөөнтэй амьд мэт
Д.Гэв- шээхүү	Ардын хэв маягт суурилсан модон сийлбэр (1970-аад он)	Монгол гэр, ардын ахуй (гэрийн хэв шинж)	Ардын ахуй (гэрийн зохион байгуулалт) ; хувьсгалын түүх (сонгодог дүрслэл)	Дүрсийн энгийн хэлбэр; гэрийн бүтэц, дотоод засал зэргийг төвөггүй харуулсан; рельеф хээ угалз
С.Сэнгээ	Ардын гар урлалын уламжлалтай ясан/модон сийлбэр (сэдэвт, бэлэг дурсгалын төрөл)	Байгалийн гоо үзэсгэлэн, ардын мэргэн ухаан (морь, тэмээ); язгуур домог	Нийгэм, түүх, байгаль, уран зохиол, домог	Том хэмжээний сэдэвт бүтээл; уламжлалт хээ угалзаар баяжсан; ясан рельефын шинэлэг туурвилт
Л.Чуваа мэд	Социалист реализм ба үндэсний хэв маягийг хослуулсан томоохон хэмжээний сийлбэр	Соёмбо, шашны бурхан; ард түмний өв соёл, хувьсгалын бахархал	Шашин, түүх, ард түмний ахуй, социалист хөгжлийн үйл явдал	Томоохон хэмжээний бүтээлүүд; олон төрөл материал (мод, яс, ганжи); тансаг хийц, өнгөний зохицол
Д.Төртөгтох	Үндэсний уламжлалт хэлбэр ба орчин үеийн уран сайхны шийдлийг хослуулсан; гүн ухмал хавтгай сийлбэрийн нарийн хийцтэй хэв маяг ("Хүсэл", "Дурсамж")	Морь, шувуу, эмэгтэй дүрийн нийлгэмжээр хүний хүсэл, мөрөөдөл, эрч хүч, дурсамжийг илтгэсэн бэлгэдэлтэй ("Хүсэл"); өнгөрсөн амьдрал, нүүдлийн дурсамж, ёс заншлыг сэргээн илэрхийлсэн ("Дурсамж")	Хүний дотоод сэтгэл, хүсэл тэмүүлэл, өнгөрсөн дурсамж; нүүдэлчдийн амьдрал, байгалийн уялдаа, түүхэн соёлын холбоо ("Хүсэл", "Дурсамж")	Гар сийлбэрийн өндөр ур чадвар; гэрэл- сүүдрийн гүн тоглолт; байгалийн модны өнгийг ашиглан гүн, дулаан сэтгэгдэл төрүүлсэн; хөдөлгөөн, зохиомжийн динамик сайтай уран найруулга

Судалгаанд Монголын орчин үеийн модон сийлбэрийн төлөөлөх уран бүтээлчдийн бүтээлийг сонгон авч, харьцуулсан задлан шинжилгээний аргаар судлав. Бүтээлүүдийг хэв маяг, бэлгэдэл, сэдэв, уран сайхны онцлог гэсэн шалгуураар ангилан, тэдгээрийн нийтлэг ба ялгаатай талыг тодруулсан.

Хүснэгт дэх өгөгдлийг нэгтгэн үзвэл дараах ерөнхий дүгнэлтэд хүрч байна:

- Уламжлал ба шинэчлэл: Монголын сийлбэрийн урлаг нь ардын уламжлалт арга барилыг (яс, модны сийлбэр) орчин үеийн реалист болон модерн шийдлүүдтэй чадварлаг хослуулан хөгжиж иржээ. Тухайлбал: Д.Төртөгтохын бүтээлүүдээс уламжлалт хэлбэр болон орчин үеийн гүн ухааны гүнзгий уялдааг харж болно.
- Сэдэв, агуулгын өргөн цар хүрээ: Уран бүтээлчид зөвхөн түүхэн үйл явдал, мал аж ахуйн сэдвийг бус, хүний дотоод сэтгэл, хүсэл мөрөөдөл, байгаль дэлхийн гоо үзэсгэлэнг гүнзгийрүүлэн тусгадаг болсон байна.
- Материал болон техникийн ур чадвар: Яс, мод, чулуу зэрэг олон төрлийн материалыг хослуулан ашиглаж, нарийн хийцтэй реалист дүрслэлээс эхлээд том хэмжээний

рельеф, хөдөлгөөнт динамик зохиомж хүртэлх уран сайхны өндөр түвшинд гүйцэтгэж байна.

АРГА ТЕХНИК БА МАТЕРИАЛ

2-р хүснэгт

Уран бүтээлч	Материал	Техник	Онцлог
Д.Гэлэгдандар	Зандан мод	Гар сийлбэр	Байгалийн өнгийг ашигласан
Д.Гэвшээхүү	Хус, зандан	Бүтэн ба барельеф хосолсон	3D найруулга
Л.Чуваамэд	Царс, хус	Барельеф	Хөдөлгөөн ба хээ угалзын зохицол
С.Сэнгээ	Царс, яс, соёо	Гүн сийлбэр	Материалын инноваци
Д.Төртөгтох	Монгол мод, нарс	Гүн хонхорт сийлбэр	Хавтгай, архитектурын уялдаа, гэрэл-сүүдрийн зохицол

Уран бүтээлчдийн бүтээлийг материал, техник, ур хийцийн онцлог гэсэн шалгуураар харьцуулан судалж, модон сийлбэрийн арга ажиллагаа, материалын сонголт, тэдгээрийн уран сайхны илэрхийлэлтэй хэрхэн холбогдож буйг задлан шинжилсэн.

Хүснэгтээс харахад Монголын орчин үеийн модон сийлбэрт материалын сонголт, сийлбэрийн техник, ур хийцийн шийдэл нь уран бүтээлч бүрийн онцлогийг тодорхойлж байна. Гар сийлбэр, барельеф, гүн хонхорт сийлбэр зэрэг арга нь байгалийн өнгө, бүтэн биет зохиомж, хөдөлгөөн, материалын мөн чанараар илэрхийлэхэд чухал үүрэгтэй байна.

СОЁЛ, НИЙГМИЙН ОРЧИН БА ҮЗЭЛ САНАА

3-р хүснэгт

Үе шат	Нийгмийн нөхцөл	Урлагийн чиг хандлага	Төлөөлөгчид
1930–1940	Үндэсний сэргэлт	Ардын сэтгэлгээ	Д.Гэлэгдандар
1950–1970	Социалист үзэл	Нийгмийн баатарлаг урлаг	Д.Гэвшээхүү, Л.Чуваамэд
1970–1990	Соёлын өргөжил	Байгаль, экологи, философи	С.Сэнгээ
1980–2000	Орчин үеийн архитектур, уран сайхны нэгдэл	Уламжлал + орчин үе	Д.Төртөгтох

Монголын модон сийлбэрийн хөгжлийн түүхэн-үе шатыг ангилан судалж, үе бүрийн нийгмийн нөхцөл, урлагийн чиг хандлага, төлөөлөл болгон уран бүтээлчдийн бүтээлийг харьцуулан шинжилсэн.

Монголын модон сийлбэрийн урлаг нь нийгэм, үзэл санааны өөрчлөлттэй уялдан үндэсний сэтгэлгээ → социалист агуулга → байгаль, философи →

уламжлал ба орчин үеийн нэгдэл гэсэн хөгжлийн үе шатыг дамжин хувьссан байна.

УРЛАГИЙН ОНЦЛОГ БА ХЭВ ШИНЖИЙН ХАРЬЦУУЛАЛТ

4-р хүснэгт

Харьцуулах үзүүлэлт	Эрт үеийн (шүтлэгийн)	Дунд үеийн (социалист реализм)	Сүүл үеийн (орчин үеийн чиглэл)
Сэдэв	Бурхны дүр, тахилгын эдлэл	Хөдөлмөрчин, баатар, эх орон	Хүн, байгаль, сэтгэл санаа
Хэлбэр	Канон дүрслэл, шашины хэмжээ харьцаа	Реалист хэлбэр, тод найруулга	Хураангуй, бэлгэдэлт хэлбэр
Чимэглэл	Буддын шашины хээ угалз	Ардын хээ угалзтай хосолсон	Модны фактур, орчин үеийн найруулга
Урлагийн үзэл	Гэгээрэл, буян номын үзэл	Улс төр, хөдөлмөрийн баатарлаг санаа	Хүний дотоод ертөнц, бэлгэдэл ба гоо зүй

Арга зүйн хувьд модон сийлбэрийн урлагийг түүхэн үе шат (эрт, дунд, орчин үе)-аар ангилан, сэдэв, хэлбэр, чимэглэл, урлагийн үзэл гэсэн шалгуураар харьцуулан задлан шинжилсэн.

Үүнээс харахад: Монголын модон сийлбэр нь эрт үед шашины дүрслэлд тулгуурлаж байсан бол дунд үед реалист, нийгмийн агуулгатай болж, орчин үед хүний дотоод ертөнц, гоо зүйн эрэлхийлэлд чиглэсэн байна. Ийнхүү хэлбэр, агуулга нь шашин → нийгэм → хувь хүн гэсэн чиглэлээр хувьссан байна.

УРАН БҮТЭЭЛИЙН ИЖИЛ БОЛОН ЯЛГААТАЙ ТАЛУУД

6-р хүснэгт

Шалгуур	Ижил тал	Ялгаатай тал
Зохиомж	Үндэсний хээ угалз, бэлгэдэл	Статик (уламжлалт) vs динамик (социалист) vs орон зайн (орчин үе)
Утга агуулга	Эх орон, байгаль, мал аж ахуй	Улс төрийн үзэл суртал vs экологи ба хувь хүний сэтгэлгээ
Техник	Модны шинж чанарыг ашиглах	Дан мод vs Холимог материал (яс, соёо) vs өнгөний эвлүүлэг
Орчин	Цаг үеийнхээ толь байх	Хувьсгалын өмнөх ба дараах vs социализмын оргил үе vs шинэчлэлийн үе

Уран бүтээлүүдийг зохиомж, утга агуулга, техник, нийгэм-соёлын орчин гэсэн шалгуураар ижил ба ялгаатай талыг харьцуулан задлан шинжилсэн. Монголын модон сийлбэр нь үндэсний

уламжлалд тулгуурласан нийтлэг шинжтэй боловч үе үеийн өөрчлөлтөөр зохиомж (статик → динамик), утга (нийгэм → хувь хүн), техник (дан мод → холимог материал), орчин (уламжлал → орчин үе) чиглэлээр ялгарал, хөгжил илэрч байна.

ЗОХИОМЖ БА ХЭВ МАЯГ, БЭЛГЭДЭЛ БА УТГА АГУУЛГА, УРЛАХ АРГА, ТЕХНИК, НИЙГЭМ-СОЁЛЫН ОРЧИН ГЭСЭН ШАЛГУУРААР ЗАДЛАН ШИНЖИЛСЭН БАЙДАЛ

5-р хүснэгт

Уран бүтээлч	Зохиомж ба хэв маяг	Бэлгэдэл ба утга агуулга	Урлах арга, техник	Нийгэм-соёлын орчин
Д.Гэлэгдандар	Үндэсний уламжлалт хэв маяг, амьтны хөдөлгөөний бодит дүрслэл	Үнэнч байдал, хамгаалалт, ардын уламжлал	Зандан мод, байгалийн ширхэг дагуу сийлэх гар арга	1930-1940 он, Үндэсний сэргэлт, ардын сэтгэлгээ
Д.Гэвшээхүү	Социалист реализмыг үндэсний (гэр) хэлбэртэй хослуулсан бүтэн сийлбэр	Эв нэгдэл, найрамдал, нийгэм-соёлын хөгжил	Мод (хус, зандан), бүтэн ба хавтгай сийлбэр, хээ угалзтай хоршуулах	1950-1970 он, Социалист хөгжил, уран сайхны хандлага
С.Сэнгээ	Бодит дүрслэл, олон дүрс бүхий уран сайхны асар том найруулга	Байгалийн баялаг, эх оронч үзэл, эхийн энэрэл, хөдөлмөр	Мод, яс, зааны соёо хослуулсан, тусгай багажаар өндөр/барельеф сийлэх, бүтэн сийлбэр болон хавтгай сийлбэр хосолсон	1970-1990 он, Байгаль хамгаалал, үндэсний бахархал
Х.Монхоорой	Ардын наив болон бодит реалист, динамик хөдөлгөөнт сийлбэр,	Хамтын хөдөлмөр, малчны эр зориг, амьдралын н ундарга (ус)	Хатуу (яшил) болон өөр өнгийн моднуудыг эвлүүлж, зүлгэж сийлэх	1960-аад он, Социалист бүтээн байгуулалт, хөдөөгийн аж байдал
Л.Чуваамэд	Монуменгал, диагональ/босоо динамик, соц реализм + домог ,	Тусгаар тогтнол, дайсныг дарах хүч, ах дүүгийн найрамдал	Өндөр рельеф, хөндийлж ухах, уламжлалт хээгээр орон зай үүсгэх, бүтэн сийлбэр болон хавтгай сийлбэр хосолсон,	1960-1970 он, Хувьсгалын сэдэв, улс төрийн уриаг урлагт шингээх
Д.Төртогтох	Уламжлалт хэлбэрийг орчин үеийн архитектур, орон зайтай хослуулсан,	Хүсэл мөрөөдөл, хүний дотоод ертөнц, өнгөрсөн үеийн дурсамж	бүтэн сийлбэр болон хавтгай сийлбэр,Өндөр болон намтовгор сийлбэр, гэрэл-сүүдрийн тоглолт, модны хайлмал өнгө	1980 оноос хойш, Орчин үеийн интеграц, философи-гоо зүйн эрэлхийлэл

Дээрх шинжилгээ болон эх сурвалжид дурдсан баримлуудад үндэслэн, XX зууны Монголын модон сийлбэрийн урлагийн хөгжил, түүний үр дүнг дараах байдлаар нэгтгэн тодорхойлсон.

Д.Гэлэгдандар, Д.Гэвшээхүү, Л.Чуваамэд, С.Сэнгээ, Д.Төртогтох нар Монголын уламжлалт сийлбэрийн өвийг орчин үеийн хэллэгт оруулсан байдаг. Д.Гэлэгдандар нь бэлэг дурсгал, амьтны дүрслэлд үндсэн анхаарлаа хандуулсан бол, Гэвшээхүү болон Чуваамэд нарыг бодвол социалист реализмтай уялдсан нийгэм, түүхийн сэдвийг илэрхийлэхэд голлон анхаарснаараа ялгарна. С.Сэнгээгийн уран бүтээлүүд экологийн үзэл баримтлал, байгалийн баялгийн уран яруу дүрслэл зонхилдог. Харин Д.Төртогтох нь уламжлалт бэлгэдэлтэй хослуулан хүний оюун санаа, хүсэл мөрөөдлийг гүн илэрхийлсэн нь түүний гол онцлог юм.

Судалгааны үндсэн үр дүнд Монголын модон сийлбэрийн уран бүтээлчид социализмын тусгалтай орчин үеийн урлагийн үзэл баримтлалтай цогцлоон ажилласан нь тодорхой байна. Тэдний бүтээлүүдэд ардын урлагийн уламжлалт хэлбэр, шашны бэлгэдэл, үндэсний сэтгэлгээтэй зохицсон, цогц утга бүхий шинжүүд давхар оршино. Д.Төртогтохын “Хүслэн”, “Дурсамж”, “Агт” бүтээлүүд нь ард түмний дурсамж, хүсэл мөрөөдлийг модон сийлбэрээр сэргээсэн өвөрмөц жишээ бөгөөд Монголын уран сийлбэрийн түүхэнд шинэ хуудас нээсэн хэмээн үздэг. Д.Төртогтох Монголын сийлбэрийн урлагийн үндэс нь эртний хадны зураг, хүн чулууны дурсгалтай салшгүй холбох нь зүйтэй хэмээсэн байдаг.

Д.Гэлэгдандар, Д.Гэвшээхүү, Л.Чуваамэд, С.Сэнгээ, Д.Төртогтох нар бол Монголын сийлбэрийн урлагийг уламжлалаас орчин үеийн уран сайхны шатанд хүргэсэн гол төлөөлөгчид юм.

Үр дүн

1. Уламжлалт гар урлалаас мэргэжлийн дүрслэх урлагт шилжсэн нь

Энэхүү судалгааны хамгийн том үр дүн бол Монголын модон сийлбэр нь зөвхөн ахуйн хэрэглээний (гэрийн мод, тавилга чимэглэх) түвшнээс хальж, бие даасан "Мэргэжлийн уран баримал"-ын түвшинд хүрснийг баталж байна, ардын гар урчууд академик боловсрол болон орчин үеийн урлагийн чиглэлүүдтэй (реализм) танилцсанаар дүр дүрслэлийн өндөр ур чадвартай, зохиомжийн нарийн шийдэлтэй бүтээлүүд төрөн гарсан.

2. "Үндэсний хэлбэр-Социалист агуулга"-ын төгс хослол

Уран бүтээлчид тухайн үеийн төр засгийн үзэл суртлыг (социализм, ажилчин анги, найрамдал) монгол үндэсний хээ угалз, бэлгэдэл (түмэн наст, үүлэн хээ, монгол гэр)-тэй чадварлаг хослуулж чаджээ, Л.Чуваамэд, Д.Гэвшээхүү нарын бүтээлээс харахад үзэл суртал нь сийлбрийн урлагийг баяжуулж, харин үндэсний хэв шинжийг хадгалсан шинэ хэлбэрийн монументал урлаг үүсэх хөшүүрэг болсон байна.

3. Техник болон материалын инноваци

Судалгаанаас харахад уран бүтээлчид зөвхөн модоор хязгаарлагдахгүй, материалыг гүнзгий судалж, шинэ техникүүдийг нээсэн байна. С.Сэнгээ яс, соёо, модыг хослуулж "холимог техник"-ийг хөгжүүлсэн.

- Х.Монхоорой модны төрөлхийн өнгийг ашиглан "будаггүй өнгөний зохицол"-ыг бий болгосон.
- Д.Төртогтох уламжлалт урлагийг ашиглан сийлбэрт "орон зайн мэдрэмж"-ийг шингээн тусгаж хөгжүүлжээ.

4. Нийгмийн сэтгэлгээний хувьсал ба экологийн чиг хандлага

Бүтээлүүдийн агуулга цаг хугацааны явцад өөрчлөгдөж, нийгмийн сэтгэлгээг түүчээлсэн үр дүн харагдаж байна. эхэн үедээ түүхэн баатрууд болон хувьсгалыг чухалчилж байсан бол (Л.Чуваамэд), яваандаа байгаль дэлхийгээ хайрлах экологийн гүн ухаан (С.Сэнгээ) болон хүний дотоод сэтгэл, хүсэл мөрөөдөл рүү чиглэсэн (Д.Төртогтох) утга уянгын сэдвээр гүнзгийрэн дүрслэх болжээ.

5. Үндэсний ижилсэл (Identity) ба Өв соёл

Эдгээр бүтээл нь өнөөгийн Монгол улсын дүрслэх урлагийн сан хөмрөгт үндэсний онцлогийг тодорхойлогч гол багана болж үлдсэн. Монгол модон сийлбэр нь дэлхийн бусад орны (Европ, Ази) сийлбэрээс ялгарах өөрийн гэсэн "Монгол дэг сургууль"-ийг бий болгож, хойч үеийн уран бүтээлчдийн суралцах суурь бааз болсон байна, XX зууны Монголын модон сийлбэр нь "Уламжлалаа хадгалсан шинэчлэл" Энэхүү үр дүн нь өнөөгийн орчин үеийн баримал сийлбэр, дизайн, чимэглэх урлагийн хөгжилд үнэ цэнэтэй туршлага, өв болж байна.

Дүгнэлт

XX зууны Монголын модон сийлбэрийн урлаг нь уламжлалт ардын гар урлалын суурин дээр тулгуурлан мэргэжлийн дүрслэх урлагийн бие даасан төрөл болон төлөвшиж, үндэсний хэлбэр, социалист агуулга, нүүдэлчин ахуй, байгаль-экологийн сэтгэлгээ, хүний дотоод ертөнцийн илэрхийллийг үе шаттайгаар шингээсэн хөгжлийн цогц үйл явц байсан нь тодорхой байна. Д.Гэлэгдандар, Д.Гэвшээхүү, С.Сэнгээ, Х.Монхоорой, Л.Чуваамэд, Д.Төртогтох нарын төлөөлөх бүтээлүүдийг зохиомж ба хэв маяг, бэлгэдэл ба утга агуулга, урлах арга техник, нийгэм-соёлын орчны шалгуураар харьцуулан шинжлэхэд Монголын модон сийлбэр нь зөвхөн хэлбэрийн хувьсал бус, харин нийгмийн үзэл санаа, үндэсний үнэт зүйл, уран сайхны сэтгэлгээний өөрчлөлтийг тусгасан соёл-урлагийн чухал үзэгдэл болох нь тогтоогдлоо.

Судалгааны үр дүнгээр XX зууны Монголын модон сийлбэрийн хөгжил нь уламжлал → үзэл суртал → экологи, ахуй → орчин үеийн интеграц гэсэн дотоод логик дарааллаар өрнөсөн гэж дүгнэж болно. Өөрөөр хэлбэл, эхэн үедээ ардын уламжлалт дүрслэл, амьтны бэлгэдэл, ахуйн хэрэглээ давамгайлж байсан бол дунд үед үндэсний хэлбэрийг социалист үзэл санаатай уялдуулсан монументал шинж хүчтэй болсон; улмаар хожуу үедээ байгаль, хөдөлмөр, хүний дотоод мэдрэмж, философилаг бэлгэдлийг илэрхийлэх олон төвт уран сайхны хэллэгт шилжсэн байна. Ийнхүү XX зууны Монголын модон сийлбэрийн урлаг нь уламжлалаа хадгалсан атлаа шинэ агуулга, шинэ техник, шинэ сэтгэлгээг шингээж чадсан бөгөөд өнөөгийн монгол дүрслэх урлагийн хөгжил, үндэсний ижилсэл, соёлын өвийн залгамж чанарыг тайлбарлах чухал онол-практикийн ач холбогдолтой гэж үзэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Монголын дүрслэх урлагийн түүх. XX–XXI зуун. /ред. Г.Чулуунбаатар. Улаанбаатар: Соёмбо принтинг, 2016.
- [2] Батмөнх, Ж. Монголын монументал уран баримал. Улаанбаатар: Улсын хэвлэлийн газар, 1989, х. 76.
- [3] Лэгшидийн Чуваамэд. /ред. Ч.Чинбат., Улаанбаатар: UCH, 2022
- [4] Сономцэрэн, Л. Монгол ардын сийлбэрийн урлагийн төрөл зүйл, онцлог. Монголын соёл урлаг судлал, 2005, 11(01), 78–85.
- [5] Цултэм, Н. Монголын орчин үеийн дүрслэх урлаг. Улаанбаатар. 1976
- [6] Пүрэвсүрэн, Ж. Модон сийлбэрийн арга техник. Улаанбаатар: Мөнхийн үсэг. 2020

ОНЦГОЙ БАЙДЛЫН БАЙГУУЛЛАГЫН ХОЛБООНЫ СИСТЕМИЙН ТӨЛӨВЛӨЛТИЙГ САЙЖРУУЛАХ АРГА ЗАМ

Гансүхийн ХАТАНТУУЛ¹, Шагдарын БОЛДБААТАР² Пүрэвдоржийн УУГАНБАЯР³

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ОБЕГ-ын Холбоо, мэдээллийн технологийн газар

²Монгол Улс, Улаанбаатар, Дэлхий банкны Монгол дахь суурин төлөөлөгчийн газар

³Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Мэдээлэл, холбооны технологийн сургууль, Холбооны инженерчлэлийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: hatanaa86@gmail.com¹

Хураангуй: Гамшиг, ослын үед удирдлагын холбооны найдвартай ажиллагааг хангах нь эрэн хайх, аврах ажиллагааны үр дүнтэй шууд уялдана. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Онцгой байдлын байгууллагын радио холбоог зохион байгуулах онол арга зүйг судалж, төлөвлөлтийн өнөөгийн байдалд шинжилгээ хийж, цаашид боловсронгуй болгох арга замыг тодорхойлсон болно. Судалгаагаар гамшгийн үеийн холбоо зохион байгуулалтын үр дүн хангалтгүй байгаа нь холбоо зохион байгуулалтын төлөвлөлт хангалтгүй байгаагаар холбоотой гэх үндэслэлтэй байна. Иймд радио холбоог зохион байгуулах төлөвлөлтийг нарийвчлан судалж, нөлөөлж буй хүчин зүйлүүдийг тодорхойлох шаардлагатай гэж үзлээ. Иймээс радио холбооны техник хэрэгслийн нөхөн хангалтыг нэмэгдүүлэх, дижитал системийг үе шаттайгаар нэвтрүүлж аналог системтэй уялдуулах, нөөцийн зохион байгуулалтыг бүрдүүлэх, хүний нөөцийн чадавхыг тасралтгүй дээшлүүлэх, засвар үйлчилгээний хүртээмжийг сайжруулах зэрэг цогц арга хэмжээг хэрэгжүүлэх нь зайлшгүй шаардлагатай байгааг тодорхойлсон. Энэхүү судалгаа нь дээрх асуудлыг бодлогын түвшинд шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр үзэж, холбооны тогтвортой ажиллагааг хангах шийдлийг тодорхойлох ач холбогдолтой юм.

Түлхүүр үг: Онцгой байдал, гамшиг, радио холбоо, төлөвлөлт, зохион байгуулалт

I. УДИРТГАЛ

Гамшгаас хамгаалах үйл ажиллагаанд удирдлагын найдвартай, тасралтгүй холбоо зохион байгуулалт нь хамгийн чухал байр суурь эзэлдэг. Онцгой байдлын байгууллагад одоогоор радио холбооны аналог систем зонхилон ашиглагдаж байгаа бөгөөд тоног төхөөрөмжийн хангалт 2025 оны байдлаар ердөө 35 хувьтай байгаа нь холбооны бэлэн байдал хангалтгүй байгааг илтгэнэ. Үүнээс улбаалан гамшиг, аюулт үзэгдэл, ослын үед холбооны шугам тасалдах, улмаар удирдлага, зохион байгуулалтын үйл ажиллагааг шуурхай зохион байгуулахад хүндрэл учрах эрсдэл хэвээр байна. Ялангуяа 2025 онд гарсан ой, хээрийн түймрийг унтраах явцад холбооны найдвартай ажиллагааны сул тал тодорхой ажиглагдсан нь энэхүү асуудлын бодит байдлыг нотолж байна. Эдгээрийг шийдвэрлэхийн тулд дараах чиглэлээр цогц арга хэмжээ шаардлагатай. Үүнд:

- Холбооны хөрөнгө оруулалтыг улсын төсөв болон олон улсын төсөл, хөтөлбөртэй уялдуулах;
- Шинэ үеийн дижитал системийг нэвтрүүлж, аналог буюу уламжлалт системтэй уялдуулан ашиглах;
- Нөөцийн зохион байгуулалт, хүний нөөцийн чадавх, засвар үйлчилгээний хүртээмжийг нэмэгдүүлэх.

Эдгээр арга хэмжээг үе шаттай хэрэгжүүлэх нь удирдлагын холбооны найдвартай ажиллагааг баталгаажуулж, гамшгийн үед шуурхай удирдлага, зохион байгуулалтыг сайжруулах стратегийн ач холбогдолтой юм.

1.1. Онцгой байдлын байгууллагын радио холбоог зохион байгуулах төлөвлөлтийн онол, арга зүй

Ном, судалгааны эх сурвалжуудад төлөвлөлтийн тухай ойлголт, онол, арга зүйн талаар дурдсан байдаг. 1930-аад онд Жене́рал Моторс компанийн захирал, менежментийн захиргааны сонгодог онолыг үндэслэгч Альфред Слоун төлөвлөлтийн үйл явцыг албан ёсоор томъёолон ашиглаж эхэлснээс хойш судлаачид төлөвлөлтийн талаар судалгаа хийх болсон байна. Тэд “Төлөвлөлт бол асуудлыг тунгаан бодож, түүнийг шийдвэрлэх, бэрхшээлийг даван туулах боломж, хувилбаруудыг боловсруулахад удирдагч, захирагч даргад туслах ухаан юм” гэж үздэг[1].

Харин төлөвлөлтийн арга зүй гэдэг нь зорилго тавьж түүнд хүрэх арга хэмжээг тодорхойлох, нөөцийг хуваарилахад ашигладаг бүтэцлэгдсэн үйл явцыг хэлнэ. Энэ нь шийдвэр гаргахад чиглүүлж, үр дүнтэй хэрэгжилтийг баталгаажуулах замын зураглалыг бүрдүүлдэг. Төлөвлөлтийн ерөнхий аргачлалын хувьд нөхцөл байдлын шинжилгээ, зорилгоо тодорхойлох, нөөц ба хязгаарлалтыг тодорхойлох, зорилгод хүрэх хувилбаруудыг боловсруулах, хамгийн сайн хувилбарыг үнэлж сонгох, үйл ажиллагааны төлөвлөгөө боловсруулах, хэрэгжилт, хяналт шинжилгээ үнэлгээ хийх гэсэн үе шатуудтай байна [3].

Холбооны системийг төлөвлөх гэдэг нь бэлтгэх ажиллагаатай нягт уялдаатай бөгөөд техник хэрэгслийг хэрхэн бэлтгэх, ашиглах, төрийн болон хувийн хэвшлийн тэрчлэн үндэсний аюулгүй байдлыг хангах тусгайлсан чиг үүрэг бүхий

байгууллагуудын техник хэрэгсэлтэй хэрхэн зохицож ажиллах талаар эрх зүйн хувьд зохицуулах үйл ажиллагаа юм[4].

Онцгой байдлын ерөнхий газрын хувьд гамшгаас хамгаалах радио холбооны системийг төлөвлөх нь нийтийн хэрэглээний систем (үүрэн/интернет) доголдож болзошгүй нөхцөлд тасралтгүй ажиллах, уян хатан, нөөцтэй, найдвартай дэд бүтцийг бүрдүүлэх явдал юм. Олон улсын судлаачдын үзэж байгаагаар гамшгийн үед радио холбооны систем нь мэдээлэл дамжуулах, зохицуулалт хийх, аврах ажиллагааг удирдах үндсэн хэрэгсэл болдог (ITU-R, 2023; Wang, 2023; Abdolahzadeh, 2023; Jiang, 2025) гэжээ.

Олон улсын судалгааны үр дүнгээс үзэхэд гамшгаас хамгаалах радио холбооны системийг оновчтой төлөвлөх нь нөөц системийг бий болгон нийтийн дэд бүтцээс хараат бус байдлыг хангах, Онцгой байдлын болон бусад хариу арга хэмжээний байгууллагуудын уялдаа холбоог бэхжүүлэх, алслагдсан болон эрсдэлтэй бүс нутгийг хамруулан улсын хэмжээнд сүлжээний хүртээмж, хамрах хүрээг нэмэгдүүлэх, хэрэглээний системийн тасралтгүй ажиллагааг хангах, мөн гадаадын шилдэг туршлага, дэвшилтэт технологийг нэвтрүүлэх зэрэг олон талын ач холбогдолтой болохыг нотолж байна.

Тиймээс Онцгой байдлын ерөнхий газраас радио холбооны системийг оновчтой төлөвлөх эрхзүйн баримт бичгийг боловсруулж, хэрэгжүүлэх нь зүйтэй юм. Гадаадын туршлагаас харахад энэхүү төлөвлөлт нь гамшгийн үед холбоо зохион байгуулалтын тасралтгүй, найдвартай ажиллагааг хангах, холбогдох байгууллагуудын хамтын ажиллагаа, уялдаа холбоог сайжруулах, нийтийн дэд бүтцээс үл хамаарах нөөц системийг бүрдүүлэх, алслагдсан болон эрсдэлтэй бүс нутгийг хамруулах, улмаар улсын хэмжээнд холбооны сүлжээний хүртээмж, хамрах хүрээг нэмэгдүүлэхэд чиглэгдсэн байдаг.

Энэхүү судалгаанд Онцгой байдлын байгууллагын радио холбоог төлөвлөх, хөгжүүлэх үр ашгийг үнэлэхэд матрицын арга болон SWOT шинжилгээг ашиглав.

1.2. Онцгой байдлын байгууллагын радио холбоог зохион байгуулах төлөвлөлтийн өнөөгийн байдал шинжилгээ

Онцгой байдлын байгууллагын холбоо зохион байгуулах төлөвлөлт нь 2020 оны А/232 дугаар тушаалаар батлагдсан “Онцгой байдлын байгууллагын радио холбоо зохион байгуулах журам”-д үндэслэн хэрэгжиж байна. Уг журам нь олон улсын харилцаа холбооны байгууллагуудын (ITU-R) зөвлөмж, стандартуудтай нийцсэн бөгөөд үндэсний аюулгүй байдал, систем хоорондын уялдаа, нийцлийг хангах, холбооны дэд бүтцийг бий болгож өргөтгөх, сайжруулахад чиглэсэн онол, арга зүйн баримт бичиг юм.

Онцгой байдлын ерөнхий газрын Холбоо, мэдээллийн технологийн газар (ХМТГ) нь холбоо, зарлан мэдээлэл, мэдээллийн технологийн бодлого,

стратегийг хэрэгжүүлэх үндсэн үүрэгтэй бөгөөд харин Холбоо зохион байгуулалтын хэлтэс нь холбоог зохион байгуулах төлөвлөлтийн баримт бичгүүдийг боловсруулах, хэрэгжүүлэх үйл ажиллагааг хянах, хариуцах чиг үүргийг хэрэгжүүлдэг байна.

Одоогийн байдлаар VHF аналог радио холбооны системийг голлон ашиглаж байгаа бөгөөд зарим анги, салбарт тоон радио холбооны төхөөрөмжийг нэвтрүүлэн ашиглаж байна. Гэсэн хэдий ч дэвшилтэт технологийн хяналт, удирдлагын иж бүрэн систем дутмаг, сүлжээний хамрах хүрээ хязгаарлагдмал, ярианы ачаалал их зэрэг хүндрэл байсаар байна. Түүнчлэн техник хэрэгслийн 70 орчим хувь нь ашиглалтын хугацаа дууссан, нөхөн хангалт 35 хувьтай байгаа нь холбооны бэлэн байдал хангалтгүйг илтгэнэ.

Хүний нөөцийн хувьд 2025 оны байдлаар 81 хувийн хангалттай боловч, орон нутгийн салбар, нэгжүүдэд мэргэжлийн мэргэшсэн холбоочин хомс, мэдээллийн технологийн чиглэлийн мэргэжилтэн давамгайлж байгаа нь холбоо зохион байгуулах чадавхыг сулруулж байна. Мөн засвар үйлчилгээний график төлөвлөгөөг жил бүр батлуулж хэрэгжилтийг хангадаг хэдий ч гамшгийн голомтод холбооны техникийн бэлэн байдлыг шуурхай хангах тусгай засвар, дэмжлэгийн бүтэц, бүлэг одоогоор байхгүй байна.

II. ОНЦГОЙ БАЙДЛЫН БАЙГУУЛЛАГЫН РАДИО ХОЛБООГ ЗОХИОН БАЙГУУЛАХ ТӨЛӨВЛӨЛТИЙН БАРИМТ БИЧГҮҮДЭД ХИЙСЭН ШИНЖИЛГЭЭ

Холбоо зохион байгуулах төлөвлөлтийн баримт бичгийн хүрээнд Онцгой байдлын ерөнхий газрын стратеги төлөвлөгөөнүүдэд холбоо, мэдээллийн технологийн чиглэлээр тодорхой зорилтууд тусгагдсан байдаг. Тухайлбал, 2021–2024 онд хэрэгжүүлсэн стратегийн төлөвлөгөөний 5 дугаар зорилтод “Гамшгийн мэргэжлийн нэгдсэн удирдлага, зохицуулалтыг сайруулах, холбоо, цахим мэдээллийн аюулгүй байдлыг хангах” гэж заасан бол, 2025–2028 оны стратегийн төлөвлөгөөнд “Гамшгийн үеийн холбоо, зарлан мэдээллийн тогтолцоонд дэвшилтэт технологи, инновацыг нэвтрүүлж, шинэ шатанд гаргах” зорилт туссан байна [7].

Төрөөс гамшгаас хамгаалах бодлогыг хэрэгжүүлэх хүрээнд дараах баримт бичгийг боловсруулан мөрдөж байна. Үүнд:

- 2020 оны А/232 тушаал – “Онцгой байдлын байгууллагын радио холбоо зохион байгуулах журам”;
- 2024 оны А/429 тушаал – “Холбооны техник хэрэгсэлд тавигдах ерөнхий шаардлага”;
- 2024 оны А/430 тушаал – “Гамшгийн голомтод радио холбоо зохион байгуулах заавар”;

Төлөвлөлтийн үр өгөөжийг матрицын аргыг ашиглаж, 10 үзүүлэлтээр үнэлэхэд нийт 50 оноо байхаас 25 онооны үнэлгээтэй буюу дунд түвшинтэй бол системийн үр ашиг 63.8 хувьтай гарсан нь нөөц,

хангалт, засвар үйлчилгээний үзүүлэлтүүд хангалтгүй байгааг харуулж байна. Энэ нь радио холбооны үр ашиг, найдвартай байдал нь төлөвлөлтийн чанар, хэрэгжилтийн түвшнээс шууд хамааралтай болохыг нотолж байгааг “Хавсралт 1, 2”-т харуулав.

Энэ нь төлөвлөлтийн чанар байдлаас радио холбооны үр ашиг шууд хамааралтай байдаг нь нотлогдож байна.

2.1. Онцгой байдлын байгууллагын радио холбооны төлөвлөлтийн СВOT шинжилгээ

Онцгой байдлын байгууллагын радио холбооны төлөвлөлтөд СВOT шинжилгээ хийхэд байгууллагын харилцаа холбооны системийн талаар удирдлагын баримт бичгүүдэд тусгаж, техник хэрэгслийг төсөл хөтөлбөр, зээл тусламжаар худалдан авах, холбооны системд орчин үеийн дэвшилтэд технологийг нэвтрүүлэх чиглэлээр төлөвлөдөг зэрэг давуу талууд байна.

Түүнчлэн гамшгаас хамгаалах төрийн бодлого, баримт бичгүүдэд холбооны системийг сайжруулах талаар тусгагдаж, үүнээс “Гамшгаас хамгаалах тухай хууль”-д төрийн захиргааны байгууллага нь гамшгийн эрсдэлийг бууруулах үйл ажиллагаанд тухайн жилийн төсвийн 1 хувийг зарцуулахаар заасан[8] байдаг. Мөн холбооны техник хэрэгслийг төсөл хөтөлбөр, зээл тусламжаар худалдан авах зэрэг боломжууд байна.

Гэсэн хэдий ч холбоо, зарлан мэдээллийн бүтэц, орон тоо төлөвлөсөн хэмжээнд хүрээгүй, радио холбооны аналог систем нь аврах ажиллагааны хувцас, техник хэрэгсэлтэй уялдан ашиглах боломжгүй, хэрэгцээ хангалтын тооцох арга аргачлалыг хэрэгжүүлдэггүй, холбоо зохион байгуулалтын хэрэгцээ шаардлага бүрэн хангагдаагүй зэрэг сул талууд оршиж байна.

Нөгөөтгээгүүр холбооны системийг бэхжүүлэх төсөв хөрөнгө, төлөвлөлт хангалтгүйгээс техник хэрэгслийн нийлүүлэлтийн эмх замбараагүй байдал үүсэх, байгууллагын харилцаа холбоо, мэдээллийн технологийн харилцан уялдаа алдагдах, үр ашиггүй систем, техникийн тоо олшрох зэрэг эрсдэл үүсэх магадлалтай байна. (Хүснэг 1-ийг үзнэ үү)

ОНЦГОЙ БАЙДЛЫН БАЙГУУЛЛАГЫН РАДИО ХОЛБООНЫ ТӨЛӨВЛӨЛТИЙН СВOT ШИНЖИЛГЭЭ I-P ХҮСНЭГТ

<u>Давуу тал</u>	<u>Сул тал</u>
- Онцгой байдлын байгууллагын холбооны системийн талаар удирдлагын баримт бичгүүдэд тусгагдсан. - Холбооны техник хэрэгслийг төсөл хөтөлбөр, зээл тусламжаар худалдан авалт хийдэг. - Холбооны систем орчин үеийн дэвшилтэд технологи нэвтэрч байгаа.	- Холбоо, зарлан мэдээллийн бүтэц, орон тоо хангалтгүй. - Радио холбооны аналог систем нь аврах ажиллагааны хувцас, техник хэрэгсэлтэй уялдан ашиглах боломжгүй. - Хэрэгцээ хангалтын тооцох арга, аргачлал байхгүй. - Холбоо зохион байгуулалтын хэрэгцээ, шаардлагыг бүрэн хангагдаагүй.
<u>Боломж</u>	<u>Аюул</u>
- Холбооны системийг сайжруулах талаар гамшгаас хамгаалах төрийн бодлого, баримт бичгүүдэд тусгагдсан. - Гамшгаас хамгаалах тухай хуульд төрийн захиргааны байгууллага нь гамшгийн эрсдэлийг бууруулах үйл ажиллагаанд тухайн жилийн төсвийн 1 хувийг зарцуулахаар заасан. - Холбооны техник хэрэгслийг төсөл хөтөлбөр, зээл тусламжаар худалдан авах боломжтой.	- Холбооны системийн төсөв хөрөнгө хангалтгүй. - Байгууллагын харилцаа холбоо, мэдээллийн технологийн харилцан уялдаа алдагдах, - Техник хэрэгслийн нийлүүлэлтийн эмх замбараагүй байдал үүсэж, үр ашиггүй систем, техникийн тоо ширхэг олшрох

Эдгээр сул талууд, аюул эрсдэлийг бууруулахын тулд радио холбооны төлөвлөлтөд Онцгой байдлын байгууллагын мэдээлэл, харилцаа холбооны системд бүхэлд нь хяналт шинжилгээ, үнэлгээ хийх, холбооны системийн бүтцийг зураглах, суурь сүлжээг байгуулах, орчин үеийн дэвшилтэд технологийг нэвтрүүлэх, холбогдох зохицуулалтын баримт бичгийг шинэчлэн нэмэгдүүлэх, алба хаагчдыг сургаж, чадавхжуулах, нөхөн хангалтыг хийх, засвар үйлчилгээний зардлыг жил бүрийн төсөвт нэмэгдүүлэх зэрэг арга хэмжээнүүдийг тусгаж бодиттойгоор хэрэгжүүлэх шаардлагатай.

2.2. Ой, хээрийн түймрийн үеийн холбоо зохион байгуулалт ба тулгамдсан асуудал

Ой, хээрийн түймрийн тоо, давтамж нэмэгдэж буй өнөөгийн нөхцөлд төв, орон нутгийн Онцгой байдлын байгууллагууд удирдлагын холбоог “Старлинк” хиймэл дагуулын интернэт болон сансрын холбооны утсаар, бүлгийн холбоог хэт богино долгионы радио станцаар ханган ажиллаж байсан. Гэсэн хэдий ч ой, хээрийн түймрийн үеийн газар, орон дээрх холбоо зохион байгуулалтын үр дүн хангалтгүй байгаа нь радио холбооны төлөвлөлт, дэд бүтцийн зохион байгуулалт сул байгаатай холбоотой байна.

Сэлэнгэ аймагт гарсан ой, хээрийн түймрийн үеийн хээрийн судалгаагаар гамшгийн голомтод холбоо зохион байгуулах томилгоожсон бүтэц, сүлжээний хүртээмж, хамрах хүрээ, тоног төхөөрөмжийн хангалт дутмаг, холбоочдын мэргэжлийн чадвар, бэлтгэл сул, эрчим хүчний хангалт хүрэлцээгүй зэрэг нийтлэг дутагдлууд илэрсэн юм. Мөн стандартын шаардлага хангаагүй холбооны техник хэрэгсэл нийлүүлэх, сэлбэг хэрэгслийн хомсдол, сансрын холбооны төхөөрөмжийн хүрэлцээ муу, газар орны уулархаг, бартаатай нөхцөлөөс шалтгаалан радио долгионы тархалт муу байх зэрэг нь бодит ажиллагаанд холбоо зохион байгуулах үр нөлөөг бууруулж байсан. Мөн түймрийн голомтод үүрэг гүйцэтгэж байгаа бүлгүүд холбоочингүй гарсан нь холбооны горим алдагдаж, удирдлага зохицуулалтад хүндрэл үүсдэг асуудлууд илэрч байв.

Иймд гамшгийн үед радио холбоог зохион байгуулах төлөвлөлтөд холбооны техник хэрэгсэл, гэжээл үүсгүүрийг стандартын дагуу бүрдүүлэх, судалгаанд үндэслэсэн хөрөнгө оруулалтыг улсын төсөвт тусгах, холбоо зохион байгуулалтын чиглэлийн орон тоог төрөлжүүлэх, сургалт, дадлагыг тогтмолжуулах шаардлагатай байгаа ажиглагдаж байна [12].

III. Онцгой байдлын байгууллагын холбоог зохион байгуулах төлөвлөлтийг боловсронгуй болгох арга зам

3.1. Онцгой байдлын байгууллагын холбоог зохион байгуулах төлөвлөлтийн арга хэмжээний тэргүүлэх ач холбогдлоор нь эрэмбэлсэн байдал

Онцгой байдлын байгууллагын холбооны төлөвлөлтийг боловсронгуй болгох нь гамшгийн үед цаг алдалгүй, найдвартай, уялдаа холбоотой хариу арга хэмжээ авах үндсэн нөхцөл юм. Онцгой байдлын байгууллагын холбооны системд хийсэн СВОТ шинжилгээгээр аюул, эмзэг, сул талыг бууруулахын тулд доорх арга хэмжээнүүдийг тусган хэрэгжүүлэх шаардлагатай. Үүнд:

1. Системийн үнэлгээ, зураглал (Онцгой байдлын байгууллагын холбооны системд иж бүрэн хяналт-шинжилгээ, үнэлгээ хийж, бүтцийг зураглах, хөгжүүлэх);
2. Суурь дэд бүтэц байгуулах (Нэгдсэн суурь сүлжээ байгуулах, холбооны системийг орчин үеийн ухаалаг технологиор шинэчлэх);
3. Бодлого, зохицуулалт (Холбооны үйл ажиллагааг зохицуулах дүрэм, журам, заавар, стандартыг боловсруулах, хэрэгжилтийг хангах);
4. Хүний нөөц, чадавх (Алба хаагчдыг сургах, чадавхжуулах, радио холбооны чиглэлээр мэргэшсэн хүний нөөцийг нэмэгдүүлэх);
5. Нөхөн хангалт, засвар үйлчилгээ (Системд тавигдах шаардлагын дагуу нөхөн хангалтыг тогтмол хийх, засвар үйлчилгээний зардлыг жилийн төсөвт тогтвортой тусгах).

Эдгээр шалгуурт нэн хэрэгцээтэй байдал буюу тулгамдсан асуудлыг хэр хурдан шийдвэрлэх шаардлагатай эсэх (жишээ нь: гамшгийн үеийн радио холбооны системийн доголдол), радио холбооны ашиглалтын найдвартай байдлын хангах шаардлага, гамшгийн үед үзүүлэх нөлөөлөл, үнэ өртөг, санхүү, нөөцийн хүртээмж зэрэг техник эдийн засгийн үндэслэл, насжилт, засвар үйлчилгээний хэрэгцээ зэрэг тогтвортой байдал, орон нутгийн, бүс нутгийн болон үндэсний системтэй харилцан ажиллах чадвар зэрэг зүйлүүд орно.

Онцгой байдлын байгууллагын холбооны системийг боловсронгуй болгох арга хэмжээг эрэмбэлэх нь шуурхай байдал, нөлөөлөл, техник эдийн засгийн үндэслэлийг тэнцвэржүүлбэл зохих бөгөөд одоогийн холбооны системд ямар байдалтай байгааг үнэлдэг.

Онцгой байдлын байгууллагын радио холбооны системийн төлөвлөлтийг сайжруулах тэргүүлэх арга хэмжээ

2-Р ХҮСНЭГТ.

д/д	Тэргүүлэх чиглэлийн арга хэмжээ	Зорилго, зорилт
1	Техник хэрэгслийн нөхөн хангалтыг нэмэгдүүлнэ.	Холбоо зохион байгуулалтын техникийн бэлэн байдал хангагдана.
2	Дижитал радио систем рүү шинэчилнэ. (жишээ нь, DMR эсвэл TETRA)	Тодорхой байдал, хүрээ, шифрлэлт, өгөгдлийн чадавхыг сайжруулна.

3	Нөөц холбоо зохион байгуулалтыг бүрдүүлнэ.	Гамшгийн үед ашиглах бие даасан нөөцийн сүлжээ (portable repeaters, mesh network)-тэй болж холбоо зохион байгуулалтын тасралтгүй байдал хангагдана.
4	Нэмэлт нөөц системийг бий болгоно (нарны эрчим хүчээр ажилладаг, хиймэл дагуулын радио).	Цахилгаан тасрах эсвэл системийн эвдрэлийн үед харилцаа холбоог хангана.
5	Харилцан ажиллах чадварыг үнэлэх, нэгтгэнэ.	Төрийн цэргийн болон хууль сахиулах байгууллага болон бусад яам агентлагуудтай уялдаа холбоотой ажиллах боломжийг олгоно.
6	Давтамжийн менежментийн төлөвлөгөө боловсруулж хэрэгжүүлнэ.	Хөндлөнгийн нөлөөллөөс урьдчилан сэргийлэх, хууль ёсны хэрэглээг хангах, спектрийг оновчтой болгоно.
7	Бүс нутгийн Шуурхай удирдлагын төвүүдийг бий болгоно (хөдөлгөөнт нэгжүүдтэй).	Хариу арга хэмжээний төвлөрлийг сааруулж, бүс нутгийн зохицуулалтыг илүү хурдан болгоно.
8	Засвар үйлчилгээний хүртээмжийг сайжруулна.	Холбооны техник хэрэгслийн бэлэн байдал хангагдаж, сэлбэг хэрэгслийн нөөцийг бүрдэнэ.
9	Дахин дамжуулагч станц, антены дэд бүтцэд үнэлгээ хийж, шинэчилнэ.	Хамрах хүрээг өргөтгөж, холбоо тогтоох зайг нэмэгдүүлнэ.
10	Эрсдэлийн үнэлгээ, төлөвлөлтийн тогтолцоог боловсронгуй болгоно.	Байршил, газар зүйн нөхцөл, гамшгийн төрөл бүрд тохирсон холбооны төлөвлөлтийн загвартай болно.
11	Холбооны үйл ажиллагааг зохицуулах дүрэм, журам, заавар, стандартыг боловсруулах, хэрэгжилтийг хангана.	Холбоо зохион байгуулалтын чиглэлийн хүч хэрэгслийг удирдан зохицуулна.
12	Хүний нөөцийн чадавхыг тасралтгүй дээшлүүлнэ.	Гамшгийн үед үр дүнтэй, шуурхай, найдвартай ажиллах хүний нөөцийн чадавхыг бүрдүүлнэ.

ОНЦГОЙ БАЙДЛЫН БАЙГУУЛЛАГЫН РАДИО ХОЛБООНЫ ТӨЛӨВЛӨЛТИЙН АРГА ХЭМЖЭЭНИЙ
АЧ ХОЛБОГДЛЫН ДАРААЛАЛ [14]

3-Р ХҮСНЭГТ

Сайжруулах арга хэмжээ	Нэн яаралтай байдал (1–5)	Үр нөлөөлөл (1–5)	Боломжит үндэслэл (1–5)	Харилцан ажиллах чадвар (1–5)	Жинлэсэн оноо (/100)	Эрэмбэл
	25%	30%	25%	20%		
Дижитал радио руу шинэчлэх (DMR/TETRA)	5	5	3	5	88	I
Нөөц систем (хиймэл дагуул, нарны) бий болгох	5	4	4	4	84	II
Хамтын ажиллагааны үнэлгээ + бусад агентлагуудтай нэгтгэх	4	5	3	5	82	III
Радио станцын нэвтрүүлгийн аудитыг тогтмол хийх	4	4	4	3	76	V
Харилцаа холбооны болон гамшгийн үеийн радио холбооны протоколуудыг боловсруулах	3	4	5	4	74	VI
Дуудлага хүлээн авагчийн сургалтын хөтөлбөр	4	4	5	3	78	VI
Дахин дамжуулалтын цамхаг, дэд бүтцийг шинэчлэх	4	5	2	3	70	X
Хөдөлгөөнт холбооны зангилгаануудын хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх	3	4	3	4	68	VIII
Тогтмол загварчлал, дасгал сургуулилт хийх	4	3	5	3	72	IX

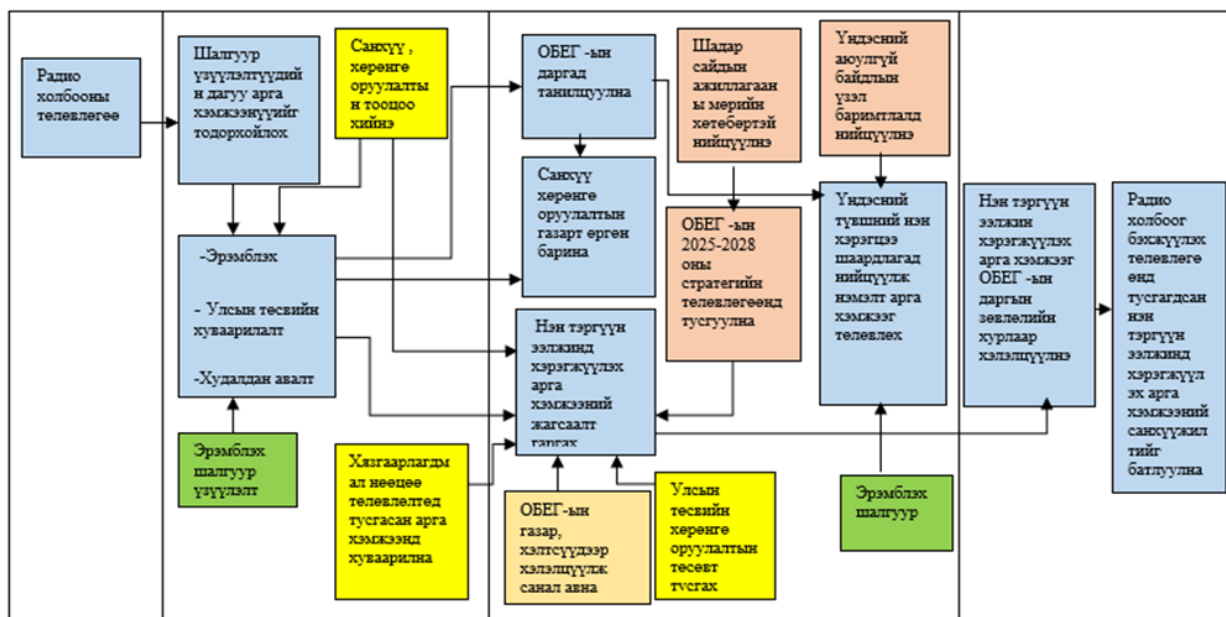
3.2 Онцгой байдлын байгууллагын холбоог үе шаттай хөгжүүлэх төлөвлөгөөний төсөл

Холбооны системийн шинэчлэл нь нийтээр хүлээн зөвшөөрөгдсөн байхын тулд бүх сонирхогч талуудыг холбооны агентлагууд, аймаг, орон нутгийн байгууллагууд, харилцаа холбооны зохицуулагчид болон салбарын ажилтнуудыг төлөвлөлтөд татан оролцуулна. Онцгой байдлын байгууллагын радио холбоог бэхжүүлэх үйл ажиллагааны төлөвлөгөө боловсруулах “2-р зураг”-т төлөвлөгөө боловсруулах арга зүйн дарааллыг харуулсан.

Өнөөгийн хийсэн төлөвлөгөөний биелэлт нь үр дүнд суурилагагүй учраас төлөвлөгөөний үр нөлөө, тулгарсан саад бэрхшээлийг тодорхойлох, сургамж дүгнэлт гаргах, зөвлөмж боловсруулах боломж хомс байна. Цаашид төлөвлөгөө боловсруулах эхний шатанд хэрэгжүүлэх арга хэмжээний төслийг ач холбогдлоор нь эрэмбэлэх, үнэлгээний шалгуурт суурилсан арга зүйг ашиглах нь байгууллагын стратегийн зорилт, нөөцийн оновчтой хуваарилалт, хэрэгжилтийн үр дүнгийн хоорондын уялдаа холбоог бодитоор хангах боломжтой болох нь онолын болон туршилтын үндэслэлээр нотлогдож байна.

Иймд үнэлгээ, дарааллын үр дүнд тулгуурлан шаардлагатай санхүүгийн болон хөрөнгө оруулалтын тооцоог гаргаж, хязгаарлагдмал нөөцийг оновчтой хуваарилах арга зүйг

боловсруулна. Ингэснээр төлөвлөгөөний хэрэгжилт нь байгууллагын стратегийн зорилт, бодит хэрэгцээ, нөөцийн оновчтой хуваарилалттай уялдах боломж бүрдэх боломжтой.



2-р зураг. Онцгой байдлын байгууллагын радио холбоог бэхжүүлэх үйл ажиллагааны төлөвлөгөө боловсруулах бүдүүвч

ОНЦГОЙ БАЙДЛЫН БАЙГУУЛЛАГЫН РАДИО ХОЛБООГ ҮЕ ШАТТАЙ ХӨГЖҮҮЛЭХ ТӨЛӨВЛӨГӨӨНИЙ ТӨСӨЛ[14]

4-Р ХҮСНЭГТ

Нэгдүгээр үе шат: Ойрын зорилт, нэг жилийн дотор хэрэгжүүлнэ				
Арга хэмжээ	Хариуцах газар хэлтэс	Хугацаа	Нөөц	Хүлээгдэж буй үр дүн
Радио холбооны системд техникийн үзлэг шалгалт хийх	Холбоо зохион байгуулах хэлтэс	Хагас жилд	Техникийн баг, зөвлөх инженерүүд	Одоогийн нөхцөл байдлыг тогтоож цаашид авах арга хэмжээг тодорхойлох
Радио холбооны стандарт үйл ажиллагааны журам (SOP) боловсруулж, гамшгийн үед мөрдөж ажиллах журмыг тодорхой болгох	Холбоо зохион байгуулах хэлтэс , Шуурхай удирдлагын төв,	Хагас жилд	Ажиллагааны газрын бие бүрэлдэхүүн, мэргэжилтнүүд	Эрэн хайх аврах ажиллагааны үед радио холбоог зохион байгуулах журмын төслийг боловсруулах холбогдох нэгжүүдээс санал авах
Холбоочид болон дуудлага хүлээн авагч нарын сургалт	Сургалтын хэлтэс, Холбоо зохион байгуулах хэлтэс	Хагас жилд	Холбооны мэргэжилтнүүд, сургагч багш нар	7 бүсийн 100 холбоочид, дуудлага хүлээн авагчдыг оролцуулна
Нөөц төхөөрөмж худалдан авах	Санхүү, ар талын газар	Хагас жилдээ	Улсын төсөв,	5 бүсийн шуурхай удирдлагын төвүүд нөөц радио станцтай болно.
Хоёрдугаар үе шат: Дунд шатны зорилт, 2-4 жилийн хугацаанд хэрэгжүүлнэ				
Одоо байгаа аналог радиог дижитал технологид шинэчлэх	Санхүү, ар талын газар	12-36 сар	Санхүүжилт, тоног төхөөрөмж	Дижитал радио суурилуулсан
Дахин дамжуулах станцуудын тархалтыг сайжруулах	Инженерчлэл	9-15 сар	Улсын төсөв, Дахин дамжуулах станцуудыг өргөтгөх багийн бие бүрэлдэхүүн	Хамрах хүрээг өргөтгөн
Бүс нутгийн хөдөлгөөнт радио холбооны хүчин чадлыг нэмэгдүүлэх	Холбоо зохион байгуулах хэлтэс	12-18 сар	Улсын төсөв, хөдөлгөөнт холбооны зориулалт бүхий техник хэрэгсэл, автомашин	Хөдөлгөөнт холбоны нэгж 6- 8 ангилаа байгуулсан байна.

Төрийн цэргийн байгууллагуудын агентлагуудтай харилцан ажиллах чадварыг нэгтгэж эхлэх	ҮАБЗ, ОБЕГ	15-18 сарын	Хэлэлцээр, технологийн интеграцчлал	Агентлагуудтай хамтарсан харилцаа холбооны протоколууд
Гуравдугаар үе шат: Урт хугацааны зорилт: 5-8 жилийн хугацаанд хэрэгжүүлнэ				
Радиод зориулсан GPS-тэй хяналт тавих	Холбоо зохион байгуулах хэлтэс	5-6 жилд	Худалдан авалт, хувийн хэвшлийн түншүүд	Хариулагчийн аюулгүй байдал, хяналтыг сайжруулах.
Төвлөрсөн холбооны хяналтын төвийг байгуулах	ЦХИХХЯ, ОБЕГ	5-8 жилд	Дэд бүтэц, программ хангамж	Улсын хэмжээнд хяналт, диспетчерийн төв
Тасралтгүй туршилт, загварчлал	Холбоо зохион байгуулах хэлтэс	Жил бүр	Радио холбооны журам, харилцан зохицуулалт	Жил бүрийн онцгой байдлын байгууллагын радио холбооны дадлага сургуулилт
Тогтвортой байдал, засвар үйлчилгээний төлөвлөгөөг гаргах	Бодлого, төлөвлөлтийн хэлтэс, Холбоо зохион байгуулах хэлтэс	5-6 жилд	Улсын төсөв, стратеги бодлого	Радио холбоог хөгжүүлэх замын зураглалтай болно.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Онцгой байдлын байгууллагын холбооны төлөвлөлт, хөгжлийн өнөөгийн байдал, асуудал, боломжийг шинжиллээ. Судалгааны үр дүн нь холбооны системийн найдвартай ажиллагаа нь гамшгийн үеийн мэдээлэл дамжуулалтад шууд нөлөөлдөг болохыг нотлов. Тухайлбал: Одоогийн байдлаар аналог радио холбооны систем зонхилж, техник хэрэгслийн нөхөн хангалт 35 хувьтай, дижитал систем бүрэн нэвтрээгүй байна.

Холбооны дэд бүтэц, хамрах хүрээ, хүний нөөцийн мэргэжлийн чадавх зарим бүсэд хангалтгүй, стандартын шаардлага дутмаг байна.

Гамшгийн үед холбоочдын бэлтгэл, сансрын болон эрчим хүчний нөөц дутагдалтайгаас удирдлага, зохицуулалтын тасралтгүй байдал алдагдах эрсдэлтэй байна. СВОТ шинжилгээний үр дүнд холбооны системийн давуу болон сул тал, боломж, аюулыг тодорхойлж, цогц арга хэмжээ хэрэгжүүлэх шаардлагатай болохыг тогтоолоо. Үүнд:

- Холбооны бүтцийг тодорхойлж, дэд бүтцийн хөгжлийн төлөвлөгөө гаргах;

- Нэгдсэн суурь сүлжээ байгуулж, дижитал, аналог системийг үе шаттай интеграцчлах;

- Дүрэм, журам, стандарт, зааврыг шинэчлэн хэрэгжүүлэх;

- Алба хаагчдыг тогтмол сургаж чадавхжуулах;

- Техникийн бэлэн байдлыг хангахын тулд жилийн төсөвт тогтвортой тусгаж, хэрэгжүүлэх.

Эдгээр арга хэмжээ нь холбооны системийг гамшгийн үед тасралтгүй, найдвартай ажиллах

нөхцөлийг бүрдүүлж, мэдээлэл дамжуулалтын үр ашиг, аврах ажиллагааны чанарыг дээшлүүлэхэд чиглэнэ. Судалгааны дүгнэлт нь онол, практикийн үндэслэлтэйгээр холбооны системийн төлөвлөлт, хөгжлийг үе шаттай сайжруулах стратегийн үндэс болно.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] П.Цэдэв, Гамшгаас хамгаалах төлөвлөлт, УБ хот, 2018 он, х-13.
- [2] П.Цэдэв, Гамшгаас хамгаалах төлөвлөлт, УБ хот, 2018 он, х-12.
- [3] https://www.researchgate.net/publication/280897254_a_new_methodology_on_strategic_planning.
- [4] Ч.Лхамжав, Холбоо зарлан мэдээллийн техник хэрэгсэл, тоног төхөөрөмжийн ашиглалт. УБ хот, 2018 он, х-2.
- [5] ОБЕГ-ын танилцуулга, 2025 он. <https://nema.gov.mn/>
- [6] ОБЕГ -ын Онцгой байдлын ерөнхий газрын 2021-2024 онуудад хэрэгжих стратеги төлөвлөгөө, 2021 он.
- [7] Онцгой байдлын ерөнхий газрын 2025-2028 онуудад хэрэгжих стратеги төлөвлөгөө, 2025 он.
- [8] Гамшгаас хамгаалах тухай хууль
- [9] Гамшгийн үеийн холбоо зохион байгуулах бэлэн байдлын төлөвлөгөөний төсөл, 2025 он.
- [10] ОБЕГ-ын хууль эрх зүйн баримт бичгүүд <https://nema.gov.mn/>
- [11] Гамшгаас хамгаалах цагаан ном, УБ хот, 2024 он.
- [12] “Ой, хээрийн түймрийн үед холбоо зохион байгуулалтад тулгамдаж буй асуудал, шийдвэрлэх арга замын тухай” Илтгэх хуудас, 2025 он.
- [13] Олон улсын цахилгаан холбооны холбооны (ITU) Конвенц <https://www.itu.int/en/ITU-R/Pages/default.aspx>
- [14] Boldbaatar Sh (Ph.D) Climate Resilience Expert, Consultant, WBG, Report on Mainstreaming climate resilience into capital investment planning in Ulaanbaatar city, Climate resilience criterion/criteria for climate-smart municipal CIP methodology, UB city, 2017.

Хавсралт 1.

ГАМШГИЙН ҮЕИЙН РАДИО ХОЛБООНЫ ТӨЛӨВӨЛТГИЙН ҮР ӨГӨӨЖИЙГ ҮНЭЛЭХ МАТРИЦ

Д/д	Шалгуур	Үзүүлэлтүүд	Оноо (1-5)*	Үнэлгээний тайлбар	Санал зөвлөмжүүд
1	Радио долгионы Хамрах хүрээ / хүртээмж	Радио холбооны хамрах хүрээний төлөвлөлт (газрын зураглал, бүсчлэл)	3	Голомтын хамрах хүрээ нь тухайн газар нутгийн онцлогоос хамаардаг	Холбоо зохион байгуулах холбооны тоног төхөөрөмжийн тоо ширхэг, дэвшилтэд техник технологийг нэвтрүүлэх, хэрэглээг сайжруулах
2	Нөөц хувилбаруудын төлөвлөлт	Радио холбоо тасарсан тохиолдолд нөөц технологийн хувилбар байгаа эсэх	3	Старлинок, үүрэн холбооны сүлжээ, сансрын иридиум утас зэрэг	Старлинок, үүрэн сүлжээ, иридиум утсыг салбар нэгжүүдэд байршуулан ашиглаж байна.
3	Давтамжийн зохицуулалт	Давтамжийн хуваарилалт, зөвшөөрөл, дахин давхцалгүй байдал	3	Радио долгионы хууль, ХХЗХ-оос баталгаажсан төлөвлөгөөний дагуу хэрэгждэг	Гамшгийн үед иргэдээс мэдээлэл хүлээн авах нээлттэй, нийтийн хэрэглээний радио давтамжийг тогтоох.
4	Харицан уялдаа	Төрийн цэргийн болон хууль сахиулах байгууллага болон хувийн хэвшлийн харицан ажиллагааны төлөвлөгөөнд туссан эсэх	3	Монгол Улсын Ерөнхийлөгчийн 2022 оны мн/07 дугаар зарлиг “Онцгой нөхцөл бий болсон үед байгууллагуудын харицан ажиллах журам”, Засгийн газрын 2023 оны мн/19 дүгээр тогтоол, “Онцгой нөхцөл бий болсон үед Төрийн цэргийн байгууллагуудтай харицан ажиллах Онцгой байдлын байгууллагын чиглэлийн төлөвлөгөө”	Нэгдсэн сургууль дадлагыг тогтмолжуулах
5	Сургалт, дадлага хийсэн байдал	Радио холбооны чиглэлээр сургалт, дадлага зохион байгуулсан эсэх	3	Танхимын болон хээрийн дадлага, сургалт, “Цогц сургалт”	Сургалтын хуваарь давтамжийг нэмэгдүүлэх
6	Тохиргоо, засвар үйлчилгээний тогтолцоо	Холбооны техник хэрэгслийн засвар, оношлогоо, хяналт	2	Холбоо зохион байгуулах болон засварын бүлэг,	Өнөөгийн байдлаар тусгайлсан засварын болон гамшгийн газар оронд холбоо зохион байгуулах бүлэг байхгүй
7	Дэд бүтцийн төлөвлөлт	Цамхаг, дахин дамжуулалт, шуурхай удирдлагын төвүүдийн хүрэлцээ, байршил	2	Бүсийн төвүүдэд шуурхай удирдлагын төвүүдийг байгуулж эхэлж байгаа. Шуурхай удирдлагын 119 анги байгуулагдсан.	Оновчлолын хувьд гео орон зайн шинжилгээ хийх
8	Яаралтай эрчим хүчний хангамж	Нөөц эрчим хүчний боломж ба хүчин чадал (жишээ нь, нарны эрчим хүч, генератор)	2	Эрчим хүчний нэгдсэн системд холбогдсон, бие даасан эрчим хүчний хангамж дутагдалтай	Бүх чухал станцуудад хамгийн багадаа 72 цагийн бие даасан байдлыг хангах
9	Төсвийн хуваарилалт ба зардлын үр ашиг	Шаардлагатай төслийн хэдэн хувь нь хуваарилагдсан; зардал-үр ашгийн тооцоо	2	Олон улсын байгууллагын хөнгөлттэй зээл, буцалтгүй тусламжаар төсөл хөтөлбөр хэрэгжиж байгаа. ОБЕГ -ын нийт төсвийн маш бага буюу 0,18 хувийг холбоо мэдээллийн тоног төхөөрөмжинд зарцуулдаг. Худалдан авалтын журам стандарт байхгүй.	Санхүүжилтийг нэмэгдүүлэх эсвэл худалдан авалтыг оновчтой болгох
10	Эрсдэлийн үнэлгээг тусгасан байдал	Гамшгийн эрсдэлийн ерөнхий үнэлгээнд харилцаа холбооны эрсдэлийг тусгах.	2	Үндэсний гамшгийн эрсдэлийн үнэлгээний тайланд харилцаа, холбооны эрсдэл эмзэг байдлын үнэлгээг тусгасан	Хамтын ажиллагааны төлөвлөлтийг үндэсний гамшгийн эрсдэлтэй уялдуулах
Үнэлгээ			25	ОББ-ын радио холбоог зохион байгуулах төлөвлөлт нь нийт 50 оноо байхаас 25 онооны үнэлгээ буюу дунд түвшинд байна. нөөцийн хангалт, засвар үйлчилгээ гэсэн үзүүлэлтүүд нь хангалтгүй гэсэн үнэлгээ авсан цаашид анхаарч ажиллах шаардлагатай.	

Жич: Үнэлгээний хуваарийн тайлбар (1-5):

- 1 – Муу: Төлөвлөгөөгүй эсвэл бүрэн хангалтгүй;
- 2 – Хангалтгүй: Хязгаарлагдмал төлөвлөлт, томоохон дутагдалтай;
- 3 – Хангалттай: Хангалттай, гэхдээ сайжруулах боломжтой;
- 4 – Сайн: Бага зэргийн хийдэлтэй сайн төлөвлөгдсөн;
- 5 – Маш сайн: Бүрэн төлөвлөгдсөн, ажиллагаатай.

Хавсралт 2.

Хавсралт 2.

ОВЕГ-ЫН РАДИО ХОЛБООНЫ СИСТЕМЫЙН ҮР АШИГТАЙ БАЙДЛЫН ҮНЭЛГЭЭНИЙ МАТРИЦ

Д/д	Үнэлгээний шалгуур үзүүлэлт	Үзүүлэлт	Хэмжих арга	Үзүүлэлтийн хэмжүүр	Бодит оноо	Шалгуур оноо	Жинлүүр	Тайлбар	Нийт оноо =Σ(Шалгуурын оноо×Жин)
1	Радио сүлжээний GIS зураглал	Радио сүлжээнд хамрагдсан газарзүйн бүсүүдийн хамрах хүрээ %	GIS байр зүйн зураг, хээрийн туршилт	0-100%	40-60%	3	0.2	Хөдөө, хотыг хамарсан байдал	0.6
2	Дохiony хүч	Бүх бүс нутагт дохионы дундаж чанар	Долгионы тархалтын хээрийн туршилт	Онц сайн- Маш муу	Дунд	3	0.15	Тодорхой, найдвартай байдалд нөлөөлдөг	0.45
3	Хариу өгөх хугацаа	Түгшүүрийн дохио өгсний дараах холбоо тогтоох хугацаа	Симуляци дадлага сургуулалт	<5с ->30сек	15 сек	3	0.15	Илүү хурдан хариу үйлдэл = өндөр үр ашиг	0.45
4	Системийн хүртээмж/ашиглах хугацаа	% систем бүрэн ажиллаж байна. бүртгэл	Системийн бүртгэл, засвар үйлчилгээ	0-100%	30%	3	0.1	Найдвартай байдлыг илэрхийлнэ	0.3
5	Харишан ажиллах чадвар	Бусад агентлагийн системтэй нийтлэй байх (жишээ нь: Цагдаа, Түргэн тусламж)	Харишан ажиллагааны дадлага сургуулийн үнэлгээ	Өндөр-Маш бага	Дунд зэрэг	3	0.1	Зохицуулсан хариу арга хэмжээг идэвхжүүлнэ	0.3
6	Нөөц систем	Нөөц системүүдийн бэлэн байдал	Нөөц системийн туршилт шалгалт	Бүрэн нөөц- Байхгүй	Байхгүй	1	0.1	Зохицуулсан хариу арга хэмжээг идэвхжүүлнэ	0.2
7	Хэрэглэгчийн сургалт ба ур чадвар	Системийг үр ашигтай ашиглаж чадах бэлтгэгдсэн боловсон хүчний %	Мэргэжлийн үнэлгээ, сургалтын бүртгэл	0-100%	30%	3	0.1	Үйл ажиллагааны амжилтад шууд нөлөөлөл	0.3
8	Засвар үйлчилгээ, дэмжлэг	Засвар үйлчилгээний шалгалтын давтамж ба хүрээлэх	Засвар үйлчилгээний бүртгэл	Тогтмол-ховор	Хааяа	3	0.1	Гэнэтийн алдаа гарахаас сэргийлнэ.	0.3
						22			22*2.9=63.8 Дунд зэрэг

- Оноо болон үр ашгийн үнэлгээ
- Та үр ашгийн ерөнхий оноог дараах байдлаар тооцоолж болно:
- Нийт оноо=Σ(Шалгуурын оноо×Жин)/текст {Нийт оноо} = нийлбэр (текст {Шалгуурын оноо} удаа текст {Жин}) Нийт оноо=Σ(Шалгуурын оноо×Жин)
- Онооны хүрээний үр ашгийн үнэлгээ
- 85-100% Маш сайн
- 70-84% Сайн
- 50-69% Дунд зэрэг
- 50%-нас доош Муу

НАЛАЙХЫН БАРИЛГЫН МАТЕРИАЛЫН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ТЕХНОЛОГИЙН ПАРКИЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНЫ ЭРСДЭЛИЙН ШИНЖИЛГЭЭ

Баастын БАТТУЛГА¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Менежментийн сургууль, Эдийн засаг, санхүүгийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: b.battulga7812@must.edu.mn¹

Хураангуй: Энэхүү эрдэм шинжилгээний өгүүлэлд Налайхын барилгын материалын үйлдвэрлэл, технологийн паркийн (ҮТП) үйл ажиллагаанд учирч болзошгүй эрсдэлийг системийн хандлагаар тодорхойлж, үнэлсэн судалгааны үр дүнг танилцуулсан болно. Судалгаанд санхүүгийн, үйл ажиллагааны, зах зээлийн, байгаль орчны, хууль эрх зүйн болон нийгмийн эрсдэлийг хамруулан авч үзэж, экспертний үнэлгээнд суурилсан тоон болон чанарын аргыг хослуулан ашиглав. Судалгааг ҮТП-ийн захиргаа, паркт нэгдэх үйлдвэрүүд болон холбогдох байгууллагын төлөөллөөс бүрдсэн 23 экспертнийг хамруулсан анкет, фокус бүлгийн ярилцлагын аргаар гүйцэтгэж, 6 бүлэг, 50 үзүүлэлт бүхий эрсдэлийн матрицыг боловсруулан үнэлгээ хийсэн. Экспертний үнэлгээний найдвартай байдлыг Кронбахын альфа коэффициент 0.95 байгаа нь судалгааны нийцэл өндөр байгааг харуулсан. Судалгааны үр дүнгээс харахад санхүүгийн болон зах зээлийн эрсдэл нь ҮТП-ийн үйл ажиллагаанд харьцангуй өндөр нөлөө үзүүлэх магадлалтай байгаа бөгөөд 3-аас дээш оноо авсан үзүүлэлтүүдийг бууруулах арга хэмжээ, зөвлөмжийг боловсруулсан. Судалгааны дүн нь Налайхын ҮТП-ийн тогтвортой хөгжил, эрсдэлийн удирдлагын шийдвэр гаргалтад онол, практикийн ач холбогдолтой болно.

Түлхүүр үг: Үйлдвэрлэл технологийн парк, эрсдэлийн үнэлгээ, Кронбах альфа, тогтвортой хөгжил, барилгын материал.

I. УДИРТГАЛ

Монгол Улсын эдийн засгийн бүтцийн өөрчлөлт, үйлдвэржилтийг дэмжих бодлогын хүрээнд үйлдвэрлэл, технологийн паркуудыг хөгжүүлэх нь бүс нутгийн эдийн засгийн өсөлт, ажлын байр нэмэгдүүлэх, импортыг орлох бүтээгдэхүүний үйлдвэрлэлийг дэмжих стратегийн ач холбогдолтой зорилт болж байна. Энэ хүрээнд Налайхын барилгын материалын үйлдвэрлэл, технологийн парк (ҮТП) нь нийслэл хотын барилгын салбарын хэрэгцээг хангах, үйлдвэрлэлийн төвлөрлийг бий болгох, дэд бүтцийн уялдааг сайжруулах чухал төсөл юм.

Үйлдвэрлэл, технологийн парк нь олон төрлийн үйлдвэр, дэд бүтэц, технологи, зах зээл, хүний нөөц, байгаль орчин, хууль эрх зүйн зохицуулалтыг нэг дор төвлөрүүлсэн цогц тогтолцоо тул үйл ажиллагааны явцад олон талт, харилцан хамаарал бүхий эрсдэл үүсэх магадлал өндөр байдаг. Эдгээр эрсдэлийг урьдчилан тодорхойлохгүйгээр хөгжлийн төлөвлөгөөг хэрэгжүүлэх нь санхүүгийн тогтвортой байдал алдагдах, үйл ажиллагаа доголдох, төсөл удаашрах, улмаар ҮТП-ийн зорилго, үр ашгийг бууруулах сөрөг үр дагаварт хүргэх эрсдэлтэй.

Эрсдэлийн онолын үүднээс авч үзвэл үйлдвэрлэл, технологийн паркийн эрсдэл нь зөвхөн нэг үйлдвэр, нэг технологийн процессоор хязгаарлагдахгүй, харин салбар хоорондын уялдаа, дэд бүтцийн хамаарал, зах зээлийн нөхцөл байдал, байгаль орчин, нийгмийн хүчин зүйлстэй нягт холбоотой цогц ойлголт болдог. Иймээс эрсдэлийн шинжилгээг системийн хандлагаар, олон үзүүлэлт бүхий нэгдсэн арга зүйд тулгуурлан гүйцэтгэх нь зайлшгүй шаардлагатай.

Энэхүү эрдэм шинжилгээний өгүүллийн зорилго нь Налайхын барилгын материалын үйлдвэрлэл,

технологийн паркийн үйл ажиллагаанд учирч болзошгүй эрсдэлийг санхүүгийн, үйл ажиллагааны, зах зээлийн, байгаль орчны, хууль эрх зүйн болон нийгмийн ангиллаар системтэй тодорхойлж, экспертний үнэлгээнд суурилан үнэлэх замаар ҮТП-ийн тогтвортой хөгжил, удирдлагын шийдвэр гаргалтад ашиглах онол, арга зүйн үндэслэл бүхий дүгнэлт боловсруулахад оршино.

II. НАЛАЙХЫН БАРИЛГЫН МАТЕРИАЛЫН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ТЕХНОЛОГИЙН ПАРКИЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНЫ ЭРСДЭЛИЙН ШИНЖИЛГЭЭ, СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Эрсдэл гэдэг нь тодорхой зорилго, төлөвлөгөөт үйл ажиллагааны явцад урьдчилан таамаглах боломжгүй нөхцөл байдал үүсэж, хүлээгдэж буй үр дүнгээс сөрөг хэлбэлзэл гарах магадлал бүхий үзэгдлийг илэрхийлнэ. Эдийн засаг, үйлдвэрлэл, менежментийн онолд эрсдэлийг тохиолдох магадлал болон үр дагавар гэсэн хоёр үндсэн хэмжигдэхүүний огтлолцлоор тодорхойлдог.

Эрсдэлийг ангилах онолын хувьд олон улсын судалгаанд дараах үндсэн бүлгүүдийг өргөн хэрэглэдэг.

ЭРСДЭЛИЙН ТӨРӨЛ, НӨЛӨӨЛӨЛ

I-Р ХҮСНЭГТ

Төрөл	Нөлөөлөл
Санхүүгийн эрсдэл	хөрөнгө оруулалт, санхүүжилт, валют, зээлийн хүү, зардлын хэлбэлзэлтэй холбоотой эрсдэл
Үйл ажиллагааны эрсдэл	тоног төхөөрөмж, технологи, хүний нөөц, процессын доголдлоос үүсэх эрсдэл

Зах зээлийн эрсдэл	бүтээгдэхүүний эрэлт, үнэ, өрсөлдөөн, экспорт, худалдааны бодлогын өөрчлөлтөөс үүсэх эрсдэл
Байгаль орчны эрсдэл	агаар, ус, хөрс, хаягдал, осол аваар, байгалийн хүчин зүйлтэй холбоотой эрсдэл
Хууль, эрх зүйн эрсдэл	лиценз, зөвшөөрөл, татвар, бодлого, эрх зүйн орчны тогтворгүй байдал
Нийгмийн эрсдэл	орон нутгийн иргэдийн хандлага, ажиллах хүч, нийгмийн хариуцлага, эсэргүүцэлтэй холбоотой эрсдэл

Эдгээр эрсдэл нь хоорондоо харилцан хамааралтай бөгөөд нэг эрсдэл үүсэхэд бусад эрсдэлийг өдөөх боломжтой байдаг.

Налахын УТП-ийн эрсдэлийн шинжилгээг дараах үе шаттай арга зүйгээр гүйцэтгэсэн.

Эрсдэлийг тодорхойлох; Энэ шатанд судалгааны объектын (үйлдвэрлэл, технологийн парк, үйлдвэрүүд) үйл ажиллагааны бүх үе шатыг хамруулан, эрсдэл үүсэх боломжит хүчин зүйлсийг дараах судалгаанд үндэслэн боловруулсан. Үүнд,

ТЭЗҮ болон төлөвлөлтийн баримт бичгийн шинжилгээ:

- Налайх дүүргийн Барилгын материалын УТП-ийн техник эдийн засгийн үндэслэлийг боловсруулах ЗҮ-ний эцсийн тайлан, “Арт констракшн” ХХК, 2015 он [1]
- Налайхын барилгын материалын үйлдвэрлэл, технологийн паркийн өргөтгөлийн 130 га газрын хэсэгчилсэн ерөнхий төлөвлөгөө, 2023 он [2]

Налайхын үйлдвэрлэл технологийн паркийн хөгжлийн төлөвлөгөөний эрсдэлийн үнэлгээг дараах загварын дагуу боловсруулсан [3].



1-р зураг. Эрсдэлийн үнэлгээний үе шат

Эрсдэлийг илрүүлэх, үнэлэх; Эрсдэлийг илрүүлэх гэдэг нь тулгарч болох асуудал бэрхшээл, түүний шалтгаан үр дагавар, нөлөөллийг судлах цогц үйл ажиллагаа юм. Эрсдэлийг илрүүлэх судалгааг дараах байдлаар явуулна.

1. Эрсдэлийн үүсэх нөхцөл байдлын шинжилгээ хийх
2. УТП-ийн үйл ажиллагаа, түүний эрсдэлийн нөлөөг тодорхойлох санал асуулга явуулах
3. Үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааны аль хэсэгт, ямар эрсдэл учирч болохыг ангилах
4. Эрсдэлээс хамгаалах арга хэмжээг тодорхойлох

Эрсдэлийг шинжилгээ нь эрсдэлийн болзолт хүрээг тогтоох, эрсдэлийн хүчин зүйлс, ажлын үе шат болон тэдгээрийн хоорондын хамаарлын шинжилгээ юм. Чанарын шинжилгээнд дараах аргуудыг хэрэглэнэ.

$$\text{эрсдэлийн түвшин} = \text{магадлал} * \text{үр дүн}$$

Олон үзүүлэлттэй, тоон мэдээлэл хязгаарлагдмал нөхцөлд экспертийн үнэлгээний арга нь хамгийн тохиромжтойд тооцогддог. Судалгаанд олон салбарын мэргэжилтнийг хамруулснаар эрсдэлийн үнэлгээний бодитой байдал, найдвартай байдлыг хангах боломж бүрдсэн.

УТП-ийн хөгжлийн төлөвлөгөөг хэрэгжүүлэх үед гарч болох эрсдэлийг дараах байдлаар ангилна [3].

Эрсдэлийн хэмжүүр

2-р хүснэгт

Тохиолдох магадлалыг хэмжих үзүүлэлт (жилд тохиолдох давтамжаар)		
Тоон хэмжээс	Чанарын хэмжээс	Тайлбар
5	Байнга тохиолдох	Нэгээс дээш удаа
4	Тохиолдох бүрэн боломжтой	Нэг удаа
3	Заримдаа тохиолдох	Нэг удаа байх магадлалтай
2	Тохиолдох боломж бага	Нэг удаа байх магадлал бага
1	Маш ховор тохиолдох	Нэг удаа байх нь ховор

Эрсдэлийн үзүүлэх нөлөөллийг хэмжих шалгуур үзүүлэлтийг төсөв, эрх зүйн, үйл ажиллагааны хэлбэрээр онооны үр дүнгийн ангиллаар авч үзнэ.

Эрсдэлийн нөлөөлөлийн магадлал

3-р хүснэгт

	Төсөв санхүү	Эрх зүйн зохицуулалт	Үйл ажиллагааны зохион байгуулалт
1	1 хувь доош дүнтэй (эрсдэл тооцох боломжгүй)	Ашиглагдах хууль, журам цөөн зохицуулалтын шаардлага бага	Бодит хор хөнөөл нь анзаарагдахгүй
2	1-5 хувь хооронд дүнтэй (эрсдэл тооцох боломжтой)	Ашиглагдах хууль, журам цөөн зохицуулалтын шаардлага өөрчлөгдөхгүй	Бодит хор нөлөө бага илэрдэг
3	5-10 хувь хооронд дүнтэй (эрсдэл тооцох боломжтой)	Ашиглагдах хууль, журам цөөн зохицуулалтын шаардлага гарах	Бодит хор нөлөө нь үе үе мэдрэгдэж, үйл ажиллагаанд заримдаа саад учруулах
4	10-20 хувь хооронд дүнтэй (эрсдэл тооцох боломжтой)	Үйл ажиллагаанд ашиглагдах хуулиуд байнга өөрчлөгдөж байдаг, зохицуулалтын шаардлага байнга гарах	Бодит хор нөлөө нь үргэлж илэрч, үйл ажиллагаанд байнга саад учруулах
5	20-дээш хувь хооронд дүнтэй (эрсдэл тооцох боломжтой)	Ашиглагдах хууль, журам байнга өөрчлөгдөж, зохицуулалтыг үндсээр нь өөрчилж шинэчлэх шаардлагатай	Бодит хор нөлөө нь ихсэж, үйл ажиллагаанд ноцтой саад учруулах

III. НАЛАЙХЫН БАРИЛГЫН МАТЕРИАЛЫН ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ТЕХНОЛОГИЙН ПАРКИЙН ЭРСДЭЛИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮН

Эрсдэлийн шинжилгээ, үнэлгээг “Налайхын Үйлдвэрлэл технологийн парк” ХК-ийн захиргаа, мэргэжилтнүүд, УТП-т нэгдэх үйлдвэрийн төлөөлөл, Хот байгуулалтын хөгжлийн газрын холбогдох мэргэжилтнүүд судлаачдаас бүрдсэн 23 экспертийг хамруулан судалгаа явууллаа.

УТП болон түүний бүтцэд нэгдэх үйлдвэр тус бүр 6 бүлэг, 50 үзүүлэлт бүхий судалгааны анкет боловсруулах, Фокус группийн ярилцлагын болон судалгааны анкетын санал асуулгын аргаар явуулсан.

Эрсдэлийн судалгааг хялбарчлахын тулд Налайхын барилгын материалын үйлдвэрлэл, технологийн паркийн өргөтгөлийн 130 га газрын хэсэгчилсэн ерөнхий төлөвлөгөө 2023 оны тайланд УТП-д нэгдэх үйлдвэр болон 2025 он байдлаар “Налайхын үйлдвэрлэл технологийн парк” ХК-тай гэрээ байгуулсан аж ахуй нэгжүүдийг дараах байдлаар ангилан авч үзсэн болно.

Налайхын УТП-ийн үйлдвэрийн бүлэглэл

4-Р ХҮСНЭГТ

Үйлдвэрийн нэгж (код)	Үйлдвэрүүд
УТП (A1)	УТП-ийн захиргаа, бүтээн байгуулалтын явц
Бетон хийцийн үйлдвэрүүд (B1)	Бетон зуурмагийн үйлдвэр
	Асгасан дулаалгын материалын үйлдвэр /Керамзит/
	Тоосго, керамик эдлэлийн үйлдвэр
	Угсармал кайзер системийн үйлдвэр
	Металл карказ, төмөр бетон эдлэлийн үйлдвэр
Хавтангийн үйлдвэрүүд (B2)	Хөнгөн блок, хуурай хольцын үйлдвэр
	Тусгаарлах материалын үйлдвэр
	Нунтаг материалын үйлдвэр
	Шингэн, нунтаг дулаалгын материалын үйлдвэр
	Чулуу, хиймэл чулуун эдлэлийн үйлдвэр
Метал хийцийн үйлдвэрүүд (B3)	Дулаалгын материалын үйлдвэр
	Металл, ган эдлэлийн үйлдвэр
	Машин механизм, сэлбэг, эд анги дахин боловсруулах үйлдвэр
	Хаягдал төмөр дахин боловсруулж усан онгоцны тэнцвэржүүлэгчийн үйлдвэр
	Барилгын металл хийц, тоног төхөөрөмж, шат тавцангийн үйлдвэр
Жижиг, дунд үйлдвэрийн бүс (B4)	Гагнуурын электродийн үйлдвэр
	Хаалга цонхны үйлдвэрүүд
	PVC үйлдвэр
	Төмөр эдлэлийн цех
	Мод, модон эдлэлийн цех
Хаягдал дахин боловсруулах үйлдвэр (B5)	Хуурай хольц үйлдвэр
	Хуванцар эдлэлийн үйлдвэр
	Хог хаягдал дахин боловсруулж, гипсийн үйлдвэр
	Хаягдал батареинаас хар тугалганы үйлдвэр
	Электроникийн хаягдал дахин боловсруулах үйлдвэр
	Хаягдал тос дахин боловсруулах үйлдвэр
	Хаягдал өнгөт металл боловсруулах үйлдвэр

Судалгааны үр дүнг боловсруулахдаа экспертийн санал нийцлийн Кронбах альфа коэффициент тооцвол дараах байдалтай байв.

ЭКСПЕРТЫН САНАЛ НИЙЦЛИЙН ИТГЭЛЦҮҮРИЙН ТООЦООЛОЛ

5-Р ХҮСНЭГТ

	Үзүүлэлт	Үр дүн
1	k items	50
2	$\sum s^2 y$ sum of the item variace	65.18
3	$s^2 x$ variance of total score	965.6574
4	α cronbach's alpha	0.952

Налайхын барилгын материалын УТП-ийн эрсдэлийн үнэлгээнээс 3 дээш онооны үр дүн үзүүлсэн хүчин зүйлд эрсдэл бууруулах санал зөвлөмжийг боловсруулсан. Үүнд,

НАЛАЙХЫН УТП-ИЙН ЭРСДЛИЙН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮН

6-Р ХҮСНЭГТ

Эрсдэлийн төрлүүд	Үйлдвэрлэлийн нэгж	Үр дүн
Санхүүгийн эрсдэл		
Хөрөнгө оруулалтын дутагдал, санхүүжилт тасралтаас үүсэх эрсдэл	A1, B3	3,4
Санхүү, хөрөнгө оруулалтын хэмжээ нэмэгдэх эрсдэл	B5	3
Зээлийн хүүгийн өсөлтийн эрсдэл	B5, B2	3
Дэд бүтэц болон ус, дулаан цахилгаан гэх мэт нийлүүлэгчдийн үнийн өөрчлөлтөөс үүсэх эрсдэл	B2, B3, B4, B5	3
Үйл ажиллагааны эрсдэл		
Тоног төхөөрөмж, технологийн эвдрэл, түүний эд ангийн олдцын дутагдлаас үүсэх эрсдэл	B1, B3	3
Тоног төхөөрөмжийн эвдрэл, эд ангийн чанар муу байгаагаас үүсэх эрсдэл	B1	3
Үйлдвэрлэлийн процессын төлөвлөлт үйл ажиллагааны явцад зөрчигдөх эрсдэл	B5	3
Үйлдвэрийн шат дамжлага, тоног төхөөрөмжүүдийн зөрүүтэй байдлаас үүсэх эрсдэл		3
Ижил төстэй үйлдвэрүүдийн нөөцийн төлөөх өрсөлдөөнөөс үүсэх эрсдэл		3
Зах зээлийн эрсдэл		
Эцсийн бүтээгдэхүүний эрэлт, үнийн бууралтаас үүсэх эрсдэл	B3, B4	3,4
Эцсийн бүтээгдэхүүний эрэлтийн тодорхойгүй байдлаас үүсэх эрсдэл	B2	3
Хэрэглэгчид бүтээгдэхүүний чанараас шалтгаалж, худалдан авагч буурах эрсдэл		3
Байгаль орчны эрсдэл		
Шугам хоолойн осол гэмтлээс үүсэх бохир ус алдагдах эрсдэл	B2, B5	3
Үйлдвэрээс аюултай, хортой хатуу болон шингэн материал алдагдах эрсдэл	B5	3
Хууль эрх зүйн эрсдэл		
Татвар, хөнгөлөлтийн өөрчлөлттэй холбоотой үүсэх эрсдэл	B3	3
Нийгмийн эрсдэл		
Бүс нутгийн ажиллах хүчний хүртээмж, мэргэжилтний дутагдлын эрсдэл	B3	3

Судалгааны үр дүнгийн нийт үзүүлэлтээр Налайхын УТП-ийн нөлөөлөлийн түвшний дулаан матрициар харуулбал:

Дулааны матрицаас хамгийн их эрсдэлээс, хамгийн бага эрсдлийг ангилж үзвэл дараах дүгнэлтийг өгч байна.

Тохиолдох магадлал	Байгаль орчны эрсдэл				
	Хүн амын эрсдэл				
	Замчлалын эрсдэл	Байгаль орчны эрсдэл (Магадлал 0.43, үр дагавар 2.7)	Зах зээлийн эрсдэл (Магадлал 0.45, үр дагавар 2.8)	Санхүүгийн эрсдэл (Магадлал 0.5, үр дагавар 3.1)	
	Бага тохиолдохгүй	Нийгмийн эрсдэл (Магадлал 0.38, үр дагавар 2.3)	Хууль эрх зүйн эрсдэл (Магадлал 0.38, үр дагавар 2.7)	Үйл ажиллагааны эрсдэл (Магадлал 0.4, үр дагавар 3.0)	
	Бага тохиолдохгүй				
		Маш бага	Бага	Дундаж	Их
		Үр дагавар			

2-р зураг. НҮТП-ийн эрсдэлийн үнэлгээний дулааны матриц

Санхүүгийн эрсдэлийн магадлалын коэффициент 0.5, үр нөлөө 3.1 оноо байна. Энэ үзүүлэлт нь УТП-ийн хэмжээнд хамгийн өндөр нөлөөтэй бөгөөд хамгийн их эрсдэлтэй хүчин зүйл болж байна. Санхүүгийн эрсдэл жилд нэг удаа бүрэн тохиолдох ба бодит нөлөө нь үйл ажиллагаанд саад учруулах магадлалтай.

Дулааны матрицын шинжилгээгээр дараах дүгнэлтийг өгч болно. УТП-ийн хэмжээнд байгаль орчны эрсдэлийн магадлалын коэффициент 0.43, үр нөлөө 2.7 оноо, зах зээлийн эрсдэлийн магадлалын коэффициент 0.45, үр нөлөө 2.8 оноо байна. Үүнээс байгаль орчны болон зах зээлийн эрсдэлийн тохиолдох магадлал (заримдаа) жилд 1 удаа тохиолдож болзошгүй.

Үйл ажиллагааны эрсдэл магадлалын коэффициент 0.4, үр нөлөө 3.0 оноо байна. УТП-ийн үйл ажиллагаанд нөлөөлөх эрсдэл нь жилд нэг удаа байх магадлалтай, үр нөлөө нь дундаж байна.

УТП-ийн эрсдэлийн үзүүлэлтээс хамгийн бага нөлөөг нийгмийн эрсдэлийн магадлалын коэффициент 0.38, үр нөлөө 2.3 оноо, хууль эрх зүйн эрсдэл магадлалын коэффициент 0.38, үр нөлөө 2.7 оноотойгоор дүгнэгджээ. УТП-ийн үйл ажиллагаанд нөлөөлөх эрсдэл нь жилд нэг удаа тохиолдол байх магадлал бага, бодит хор нөлөө бага илэрдэг байна.

Дүгнэлт

Налайхын барилгын материалын УТП-ийн үйл ажиллагаанд нөлөөлөх голлох үзүүлэлтээс сонгон авч УТП-ийн үйл ажиллагаанд сөрөг нөлөөг бууруулах арилгах зорилгоор дараах арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэх шаардлагатай гэж үзлээ.

УТП болон паркт нэгдэх санхүү, хөрөнгө оруулалтын эрсдэл, үйлдвэрийн бүтээн байгуулалт, үйл ажиллагаа доголдох эрсдэлээс сэргийлэхийн тулд

- Олон талт хөрөнгө оруулагчдыг татах

- Төр, хувийн хэвшлийн хамтын ажиллагаа, хөрөнгө оруулалтыг хослуулах
- Олон улсын санхүүгийн байгууллага болон хөнгөлөлттэй зээлийн сангаас хөрөнгө босгох

Санхүү, хөрөнгө оруулалтын хэмжээ нэмэгдэх нь эрсдэл ТЭЗҮ-д тогтоосон хөрөнгө оруулалтын дүн, бүтээн байгуулалт, үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа явцад санхүү хөрөнгө оруулалт дутах эрсдэлтэй. Эрсдэлээс сэргийлэхийн тулд:

- Эрсдэлийн үнэлгээ хийх, үйл ажиллагааны санхүүгийн нөхцөл байдлыг үнэлж байх, түүнд түшиглэсэн оновчлол бий болгох
- Тасралтгүй хяналт, санхүүгийн дутагдлыг урьдчилан тооцох
- Төсвийн сахилга бат ба зардлын хяналт

УТП болон түүнд нэгдэх үйлдвэрүүд техник, технологийн хамгийн сүүлийн үеийнхийг сонгоход онцгой анхаарч байх шаардлагатай. Үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаанд тоног төхөөрөмж, технологийн эвдрэл, түүний эд ангийн олдоцын дутагдлаас үүсэх эрсдэл нь тоног төхөөрөмжийн эвдрэл, түүний сэлбэг хэрэгслийн дутагдлаас үйлдвэрийн үйл ажиллагаа доголдох эрсдэл үүсгэх болзошгүй. Үүнээс сэргийлэхийн тулд:

- Тоног төхөөрөмжид тогтмол үзлэг шалгалт хийх, урьдчилан сэргийлэх засвар, тоног төхөөрөмжийн ашиглалтын зааврыг дагаж мөрдөх
- Найдвартай ханган нийлүүлэгчтэй хамтран ажиллах
- Эд ангийн оруулалтын шийдэл судлах, дотоодын хангамжийг судлах

Бүтээгдэхүүний эрэлт, зах зээлийн үнийн бууралтаас үүсэх эрсдэлээс сэргийлэхийн тулд

- Эрэлт, нийлүүлэлтийн хандлагыг судлах, шинэ боломжит зах зээлийг эрэлхийлэх
- Үнийн уян хатан стратеги хэрэгжүүлэх
- Үйлдвэрлэлийн процессыг оновчтой болгож, өртгийг багасгах замаар өрсөлдөх чадварыг нэмэгдүүлэх.

Байгаль орчны эрсдэлээс сэргийлэхийн тулд дэд бүтэц, бүтээн байгуулалтын явцад саатал учрах, эвдрэх гэмтэл үүсэх нөлөөг бууруулах дараах арга хэмжээг авч хэрэгжүүлнэ.

- Шугам хоолойн чанар, аюулгүй байдлыг сайжруулах
- Байгаль орчны стандарт, зөвлөмжийн дагуу суурилуулалт хийх
- Хоолойн системийг тогтмол хянах, засвар үйлчилгээ хийж байх

Нийгмийн эрсдэлд бүс нутгийн ажиллах хүчний хүртээмж, мэргэжилтний дутагдал нь хүчний тооны хязгаарлагдмал байдал, мэргэжилтэй ажиллах хүчний хомсдолоос үүсэх эрсдэл үүсэж болзошгүй.

- Мэргэжилтэй ажиллах хүчийг бэлтгэх орон нутгийн сургалтын байгууллагуудтай холбоотой ажиллах

- Ажилчдын ажиллах болон амьдрах орчин нөхцөлд анхаарч ажиллаж байх
- Шаардлагатай мэргэжилтнийг дотоодын болон гадаад улс оронд бэлтгэх, тэтгэлэг, урамшууллыг анхаарч ажиллах

Бүс нутгийн ажиллах хүчний хүртээмж, мэргэжилтний дутагдлын эрсдэл манай улсын хөгжлийн өнөөгийн шатанд үйлдвэржүүлэлтийн бодлогын хүрээнд өндөр технологид суурилсан аж үйлдвэрийг хөгжүүлэх нь дэлхийн улс орнуудтай эн зэрэгцэхүйц өрсөлдөх чадвараа нэмэгдүүлэх чухал алхам болж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Налайх дүүргийн Барилгын материалын үйлдвэрлэл, технологийн парк. (2015). Барилгын материалын

үйлдвэрлэл, технологийн паркийн техник эдийн засгийн үндэслэл боловсруулах зөвлөх үйлчилгээний эцсийн тайлан. Улаанбаатар: “Арт констракшн” ХХК.

- [2] Налайхын барилгын материалын үйлдвэрлэл, технологийн парк. (2023). Налайхын барилгын материалын үйлдвэрлэл, технологийн паркийн өргөтгөлийн 130 га газрын хэсэгчилсэн ерөнхий төлөвлөгөө. Улаанбаатар.
- [3] Монгол Улсын ХЗДХС-ийн тушаал А/120, “Эрсдлийн үнэлгээ хийх аргачлал батлах тухай”, 2022 он
- [4] Монгол Улсын ХС-ийн тушаал А/295, Ажлын байрны эрсдлийн үнэлгээ хийх аргачилсан зөвлөмж, 2015 он
- [5] Монголын Хөдөлмөрийн Аюулгүй Ажиллагаа Эрүүл Ахуйн Менежментийн Хүрээлэн, Олон Улсын Хөдөлмөрийн Байгууллагын Оффис, Женев хот, “Ажлын байрны эрсдэлийн үнэлгээ ба эрсдэлийн удирдлага”, 2013 он
- [6] ҮСХ, Статистикийн байгууллагын үйл ажиллагааны эрсдэлийн удирдлагын гарын авлага, 2022 он

НҮҮРС БАЯЖУУЛАХ, МЕТАЛЛУРГИЙН КОКС, ЦАХИЛГААН ЭРЧИМ ХҮЧНИЙ ҮЙЛДВЭРЛЭЛИЙН ЦОГЦОЛБОР ҮЙЛДВЭРЛЭЛ, ТЕХНОЛОГИЙН ПАРКИЙН ТЕХНОЛОГИЙН ТҮВШНИЙ ҮНЭЛГЭЭ

Баастын БАТТУЛГА¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Менежментийн сургууль, Эдийн засаг, санхүүгийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: b.battulga7812@must.edu.mn¹

Хураангуй: Монгол Улсын Засгийн газрын үйлдвэржилтийг дэмжих бодлого, үйлдвэрлэл-технологийн паркийг (ҮТП) кластерийн загвараар хөгжүүлэх чиглэлийн хүрээнд уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн салбарт суурилсан томоохон төслүүдийг хэрэгжүүлэх шаардлага улам бүр нэмэгдэж байна. Энэхүү судалгааны ажил нь Дорноговь аймгийн Хөвсгөл сумын нутагт хэрэгжих “Гэрэлт говь” үйлдвэрлэл, технологийн паркийн хүрээнд байгуулагдах нүүрс баяжуулах, металлургийн кокс, цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн цогцолборын технологийн түвшнийг үнэлэхэд чиглэв. Судалгаанд Монгол Улсын “Үйлдвэрлэл, технологийн паркийн эрх зүйн байдлын тухай” хууль болон Технологийн түвшний үнэлгээ хийх журам, аргачлалд нийцүүлэн харьцангуй ач холбогдлын индекс (RII)-ийн аргыг ашиглаж, нүүрс баяжуулах болон коксын үйлдвэрийн технологийн түвшинг тус тус үнэлсэн. Үнэлгээг бүтээгдэхүүн хөгжүүлэлт, үйлдвэрлэлийн нөөц, түүхий эдийн хангамж, үйлдвэрлэлийн процесс, технологийн хяналт, ажилтны мэргэжлийн түвшин, инновац ба үйлдвэрлэлийн шинэчлэлт зэрэг үндсэн шалгуур үзүүлэлтүүдээр хийж, SPSS-22 болон Excel програмыг ашиглан тооцоолол боловсруулав. Судалгааны үр дүнгээс харахад нүүрс баяжуулах болон коксын үйлдвэрийн технологийн түвшин “дундаж-өндөр” ангилалд багтаж, ялангуяа үйлдвэрлэлийн технологийн хяналт, үйлдвэрлэлийн нөөц, материалын хангамжийн үзүүлэлтүүд өндөр нөлөөлөлтэй гарсан байна. Энэхүү үнэлгээ нь төслийн ТЭЗҮ-ийн түвшинд технологийн шийдлүүд хангалттай боловсруулагдсан болохыг харуулж байгаа бөгөөд цогцолборыг бүрэн ашиглалтад оруулснаар технологийн түвшинг “өндөр” ангилалд хүргэх бодит боломжтойг нотолж байна.

Түлхүүр үг: технологийн түвшний үнэлгээ, үйлдвэрлэл-технологийн парк, нүүрс баяжуулалт, металлургийн кокс, харьцангуй ач холбогдлын индекс (RII) арга

I. УДИРТГАЛ

Технологийн түвшний үнэлгээг Дорноговь аймгийн Хөвсгөл сумын нутагт байгаа Айлбаян нүүрсний ордны нөөцийг түшиглэн байгуулагдах ба нүүрсийг баяжуулж, металлургийн коксын нүүрс үйлдвэрлэхээр төлөвлөгдөж байгаа нь манай улсын уул уурхай, хүнд үйлдвэрийн салбарын хөгжилд бодитой хувь нэмэр болох төсөөлөлтэй байна.

Айлбаянгийн уурхайн бүсэд 92 га талбай бүхий, үүнээс үйлдвэрийн барилга 25 га жилд 3 сая тонн нүүрс баяжуулах, 630 мянган тонн кокс боловсруулах хүчин чадалтай, төслийг хэрэгжүүлэх хугацаа 18 жил бөгөөд үйлдвэрлэл технологийн паркийн бүтээн байгуулалтын хугацаа 3 жил байхаар байгуулахаар төлөвлөсөн байна.

Технологийн түвшний үнэлгээ нь 2022 оны 06 сарын А135, А200 дугаар УУХҮЯ, ХХААХҮЯ-ны журам, аргачлал батлах тухай хамтарсан тушаалаар боловсруулагддаг. Мөн 1998 оны Технологи дамжуулах тухай хуулийн 7.3.6-д тухайн технологийн онцлогтой холбогдох бусад үзүүлэлтийг харгалзан үзэх гэсэн заалттай холбогдуулан технологийн хүчин зүйлийг тодорхойлсон. Нүүрс баяжуулах, металлургийн кокс, цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн технологийн хүчин зүйлсэд бүтээгдэхүүн хөгжүүлэлт, үйлдвэрлэлийн нөөц, түүхий эд материалын нөөцийн хангамж, үйлдвэрлэлийн процесс, үйлдвэрлэлийн технологийн хяналт, ажилтны мэргэжлийн түвшин, инновац ба үйлдвэрлэлийн шинэчлэлт зэрэг үзүүлэлтээр Нүүрс

баяжуулах үйлдвэр, Коксын үйлдвэрт тус тус үнэлгээ явуулсан болно.

II. НҮҮРС БАЯЖУУЛАХ, МЕТАЛЛУРГИЙН КОКСЫН ҮЙЛДВЭРИЙН ТЕХНОЛОГИЙН ТҮВШНИЙ ҮНЭЛГЭЭНИЙ СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Нүүрс баяжуулах, металлургийн кокс, цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн цогцолбор ҮТП-ийн Техник эдийн засгийн үндэслэл (ТЭЗҮ) үндэслэн тооцооллыг SPSS-22, Excel Data analysis программ ашиглан, харьцангуй ач холбогдолын индексийн аргын тооцооллоор боловсруулсан болно.

Харьцангуй ач холбогдлын индексээр хүчин зүйлүүдийн харьцангуй сул талуудыг харгалзан үзэхэд ашиглахад тохиромжтой байдаг. Харьцангуй ач холбогдлын индекс арга нь:

1. Үйл ажиллагаанд нөлөөлж буй хүчин зүйлийг үнэлэх
2. Хүчин зүйлийн хоцрогдлыг үнэлэх, эрэмбэлэхэд ашигладаг.

Хүчин зүйлийг эрэмбэлэх 1-5 хүртэл оноог 1 - “нөлөөгүй”, 2 - “сул нөлөөтэй”, 3 - “дунд”, 4 - “нөлөөтэй”, 5 - “маш их нөлөөтэй” гэж үзэж харьцангуй ач холбогдлоор нөлөөллийн хамгийн дээд хязгаарыг тогтоож өгдөг.

Ач холбогдолын харьцангуй индекс нь хүчин зүйлсийг ач холбогдолын зэргээр эрэмбэлэн харуулах бөгөөд дараах томъёогоор тооцоологдоно.

$$RII = \frac{5n_5 + 4n_4 + 3n_3 + 2n_2 + 1n_1}{5(n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5)} * 100$$

Энд,

- n -үнэлгээ өгсөн экспертын тоо

Харьцангуй w_j утгыг дараах хязгаарт оршино.

$$0 < w_j \leq 1$$

Үнэлгээний утгыг дараах байдлаар ашигласан.

Технологийн үнэлгээний тооцооллын утга

1-р ХҮСНЭГТ

Технологийн түвшин	Тэмдэглэгээ	Үнэлгээний утга
Өндөр	H	0.81-1
Дундаж өндөр	M-H	0.61-0.8
Дундаж	M	0.41-0.6
Дундаж нам	L-M	0.21-0.4
Нам	L	0-0.2

Технологийн түвшний үнэлгээг экспертийн үнэлгээний дараах бүрдэл хэсгүүдээр хийж гүйцэтгэсэн. Үүнд:

1. Технологийн түвшний үнэлгээний асуулгын анкет тодорхойлох
2. Экспертүүдийг бүрдүүлэх
3. Анкетын судалгаа явуулах
4. Үр дүнг тооцох

Технологийн түвшний үнэлгээний асуулгын анкет тодорхойлох. Технологийн түвшний үнэлгээний асуулгын анкет боловсруулахдаа УТП бүтээн байгуулагч болон хэрэгжүүлэгч компани тухайн үйлдвэрлэлийн ТЭЗҮ, компани үйл ажиллагааны мэдээлэлд үндэслэн боловсруулна. Технологийн түвшний үнэлгээ хийхийн өмнө дараах судалгаа, шинжилгээ хийсэн байх шаардлагатай. Үүнд,

1. УТП байгуулах, технологийн түвшний үнэлгээ хийх, аж үйлдвэрийг хөгжүүлэх бодлого, эрх зүйн орчны шинжилгээ
2. Уул уурхайн салбарын нөхцөл байдлын шинжилгээ
3. Дорноговь аймгийн Хөвсгөл сумын байгуулах газар зүй, байгаль орчны нөхцөл байдал
4. Дорноговь аймгийн Хөвсгөл сумын нийгэм эдийн засгийн нөхцөл байдал
5. Нүүрс баяжуулах, металлургийн кокс, цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн цогцолборын үйлдвэрлэлийн технологи, түүний онцлог, стандарт
6. Нүүрс баяжуулах, коксжуулах үйлдвэрийн цогцолборын өнөөгийн байдлын судалгаа

7. Уг цогцолборын инженерийн дэд бүтцийн судалгаа

Дээрх судалгааны үр дүнгийн боловсруулалтаар судалгааны анкет боловсруулж экспертын үнэлгээнд тулгуурлан судалгаа, шинжилгээг боловсруулсан.

Экспертүүдийг бүрдүүлэлт. Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээнд нүүрсний уурхайн удирдлагын 6, судалгааны багийн мэргэжлийн шинжээч 4, уул уурхайн салбарын мэргэжилтэн, шинжээч 5, нийт 15 эксперт, коксын үйлдвэрийн технологийн түвшний судалгаанд нүүрсний уурхайн удирдлагын 6, судалгааны багийн мэргэжлийн шинжээч 5, уул уурхайн салбарын мэргэжилтэн, шинжээч 5 нийт 16 экспертийг хамруулан судалгаа явуулсан. Тус судалгааны экспертийн мэдлэг туршлага, үр чадварын мэдээллийг доорх хүснэгтэд харуулав.

ЭКСПЕРТИЙН МЭДЭЭЛЭЛ

2-р ХҮСНЭГТ

Экспертийн мэдлэг, туршлага		Давтамж	Хувь
Боловсролын зэрэг	Бакалавр	6	31.6
	Магистр	6	31.6
	Доктор (Ph.D)	7	36.8
	Бүгд	19	100
Мэргэшлийн зэрэг	Инженер	8	42.1
	Бусад мэргэшлийн зэрэгтэй	3	15.8
	Мэргэшсэн инженер	6	31.6
	Зөвлөх инженер	2	10.5
	Бүгд	19	100
Ажилласан жилийн туршлага	1-2 хүртэл жил	5	26.3
	3-4 жил	4	21.1
	5-7 жил	7	36.8
	8 ба түүнээс дээш жил	3	15.8
	Бүгд	19	100

III. НҮҮРС БАЯЖУУЛАХ, МЕТАЛЛУРГИЙН КОКСЫН ҮЙЛДВЭРИЙН ТЕХНОЛОГИЙН ТҮВШНИЙ ҮНЭЛГЭЭ

Уг судалгааны зорилго нь “Нүүрс баяжуулах, коксжуулах үйлдвэрийн цогцолбор”-т байгуулагдах нүүрс баяжуулах болон коксын үйлдвэрийн технологийн түвшний өнөөгийн байдалд дүн шинжилгээ хийхэд чиглэгдэнэ. Мөн үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлэх, технологи ашиглалт, эзэмшилтийн байдалд дүн шинжилгээ өгөх, үйлдвэрүүдэд зэрэглэл тогтоох, санал зөвлөмж боловсруулах зорилгоор явуулав.

Судалгааны анкетыг технологийн онцлогтой харгалзан, дараах үзүүлэлтийг авч үзлээ.

“ГЭРЭЛТ ГОВЬ” УТП-ийн цогцолбор үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээний хүчин зүйлийн үзүүлэлтүүдийн тоо

3-Р ХҮСНЭГТ

Бүлэг	Нүүрс баяжуулах үйлдвэр		Коксын үйлдвэр	
	Дэд бүлэг	Шалгуур үзүүлэлт	Дэд бүлэг	Шалгуур үзүүлэлт
Бүтээгдэхүүн хөгжүүлэлт	3	11	3	10
Үйлдвэрлэлийн нөөц	1	6	1	6
Материалын нөөц	1	4	1	5
Үйлдвэрлэлийн процесс	1	4	1	5
Технологийн хяналт	1	9	1	9
Ажилчны мэргэжлийн түвшин	1	6	1	6
Инновац ба шинэчлэлт	1	7	1	6

Бүлэг тус бүрийн хүчин зүйлсийг дараах байдлаар харгалзан авч үзсэн.

Технологийн түвшний үнэлгээний хүчин зүйлийн үзүүлэлт

4-Р ХҮСНЭГТ

Бүлэг	Хүчин зүйл
Бүтээгдэхүүн хөгжүүлэлт	Үйлдвэрлэлийн гарцаас шинэ бүтээгдэхүүнийг хөгжүүлэх, үйлдвэрлэлийн явцад дайвар бүтээгдэхүүн гаргах, цаашид шинэ салбар төрөлжүүлэн хөгжүүлэх боломж
Үйлдвэрлэлийн нөөц	Үйлдвэрлэл явуулахад шаардлагатай тоног төхөөрөмжийн тохиромжтой байдал, шат дамжлага бүрийн техник, технологийн уялдаа холбоо, гүйцэтгэл үйлдвэрлэлийн хүчин чадал бодит гарцтай нийцэх байдал, үйлдвэрлэлийн зориулалттай ус, эрчим нөөцийн боломж
Материалын нөөц	Нөөцийн хангамж, тасалдалгүй байдал, үйлдвэрт хэрэглэгдэх урвалж, туслах материалын төлөвлөгдсөн байдал, процесс бүрт бүтээгдэхүүний бүрэн ашиглалт
Үйлдвэрлэлийн процесс	Технологи, тоног төхөөрөмж бүрэн байдал, удирдлагын автоматжуулалт,
Технологийн хяналт	Технологийн сонголт, тооцоо оновчтой байдал, лаборатори туршилт хангалттай хийгдсэн нөхцөл
Ажилчны мэргэжлийн түвшин	Мэргэжилтний хангамж, хүрэлцээ, ур чадварын үзүүлэлтүүд
Инновац ба шинэчлэлт	Тогтвортой хөгжлийн үзүүлэлтүүд, үйлдвэрлэлийн хэмнэлт, шинэ технологи ашиглалт

Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээ. Үнэлгээний нэгдсэн үр дүнгээр технологийн түвшний үнэлгээний бүлгийн нөлөөллийг тодорхойлж, эрэмбэ тогтоосон. Үүнийг дараах хүснэгтэд харуулав.

Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээний үр дүн

5-Р ХҮСНЭГТ

Бүлэг	RII утга	Технологийн түвшин
Бүтээгдэхүүн хөгжүүлэлт	0.72	Дундаж-Өндөр
Үйлдвэрлэлийн нөөц	0.80	Дундаж-Өндөр
Материалын нөөцийн бүрдүүлэлт	0.79	Дундаж-Өндөр
Үйлдвэрлэлийн процессын хэрэгжүүлэлт	0.78	Дундаж-Өндөр
Үйлдвэрлэлийн технологийн хяналт	0.81	Өндөр
Ажилчны мэргэжлийн түвшин, шаардлага	0.77	Дундаж-Өндөр
Инновац ба үйлдвэрлэлийн шинэчлэлт	0.80	Дундаж-Өндөр
Нийт дүн	0.78	Дундаж-Өндөр

Нөлөөллийн үзүүлэлтээр 1-рт үйлдвэрлэлийн технологийн хяналт (RII=0.81), 2-рт үйлдвэрлэлийн нөөц (RII=0.80), инновац ба үйлдвэрлэлийн шинэчлэлт (RII=0.80), 3-рт материалын нөөц бүрдүүлэлт (RII=0.79), 4-рт үйлдвэрлэлийн процесс хэрэгжүүлэлт (RII=0.78), 4-рт үйлдвэрлэлийн нөөц (RII=0.83), 5-рт ажилчны мэргэжлийн түвшин, шаардлага (RII=0.77), 6-рт бүтээгдэхүүн хөгжүүлэлт (RII=0.72) тус тус эрэмбэлэгджээ. Үйлдвэрлэлийн технологийн түвшинд хамгийн өндөр нөлөөтэй нь үйлдвэрлэлийн технологийн хяналт, инновац ба үйлдвэрлэл шинэчлэлт, үйлдвэрлэлийн нөөц хуваариалат зэрэг үзүүлэлтүүд багтсан байна. Уг үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээний нийт дүнгээр (RII=0.78) **дундаж-өндөр** түвшинтэй үнэлэгдсэн. Технологийн түвшний үзүүлэлтийг диаграммаар дүрслэн харуулбал дараах байдалтай байна.



1-р зураг. Нүүрс баяжуулах үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээний диаграмм

Коксжуулах үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээ. Үнэлгээний нэгдсэн үр дүнгээр технологийн түвшний үнэлгээний бүлгийн нөлөөллийг тодорхойлж, эрэмбэ тогтоосон. Үүнийг дараах хүснэгтэд харуулав.

Коксын үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээний үр дүн

6-Р ХҮСНЭГТ

Бүлэг	RII утга	Технологийн түвшин
Бүтээгдэхүүн хөгжүүлэлт	0.79	Дундаж-Өндөр
Үйлдвэрлэлийн нөөц	0.81	Өндөр
Материалын нөөцийн бүрдүүлэлт	0.82	Өндөр

Үйлдвэрлэлийн процессын хэрэгжүүлэлт	0.80	Дундаж-Өндөр
Үйлдвэрлэлийн технологийн хяналт	0.82	Өндөр
Ажилчны мэргэжлийн түвшин, шаардлага	0.77	Дундаж-Өндөр
Инновац ба үйлдвэрлэлийн шинэчлэлт	0.80	Дундаж-Өндөр
Ерөнхий түвшин	0.80	Дундаж-Өндөр

Нөлөөллийн үзүүлэлтээр 1-рт үйлдвэрлэлийн технологийн хяналт ($RPI=0.82$), материалын нөөц бүрдүүлэлт ($RPI=0.82$), 2-рт үйлдвэрлэлийн нөөц ($RPI=0.81$), 3-рт үйлдвэрлэлийн процесс хэрэгжүүлэлт ($RPI=0.78$), 4-рт бүтээгдэхүүн хөгжүүлэлт ($RPI=0.79$), 5-рт ажилчны мэргэжлийн түвшин, шаардлага ($RPI=0.77$) тус тус эрэмбэлэгджээ. Үйлдвэрлэлийн технологийн түвшинд хамгийн өндөр нөлөөтэй нь үйлдвэрлэлийн технологийн хяналт, материалын нөөц бүрдүүлэлт, үйлдвэрлэлийн нөөц зэрэг үзүүлэлтүүд багтсан байна. Уг үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээний нийт дүнгээр ($RPI=0.80$) **дундаж-өндөр** түвшинтэй үнэлэгдсэн. Коксын үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээний үр дүнг диаграммаар харуулбал дараах байдалтай байна.



2-р зураг. Коксын үйлдвэрийн технологийн түвшний үнэлгээний диаграмм

Дүгнэлт

Манай улсын хөгжлийн өнөөгийн шатанд үйлдвэржүүлэлтийн бодлогын хүрээнд өндөр технологид суурилсан аж үйлдвэрийг хөгжүүлэх нь дэлхийн улс орнуудтай эн зэрэгцэхүйц өрсөлдөх чадвараа нэмэгдүүлэх чухал алхам болж байна.

"Гэрэлт говь" УТП -ийн үйлдвэрлэлийн цогцолборын технологийн түвшний нэгдсэн үзүүлэлтээр үр дүнгээр дараах санал зөвлөмжийг өгч байна. "Нүүрс баяжуулах, коксжуулах үйлдвэрийн цогцолбор"-ын технологийн түвшин дундаж-өндөр үнэлэгдсэн. УТП байгуулан ажилласнаар салбарын хувьд дараах ач холбогдолтой байна.

Монгол Улсад нүүрс баяжуулах, коксжуулах үйлдвэрийн технологийг цогцолбороор нэвтрүүлэх, нутагшуулах, ашиглах боломжтой төдийгүй уул,

уурхайн салбарт туршлага хуримтлуулах бодит ач холбогдлыг бий болгож байна.

УТП байгуулан, үйл ажиллагааг жигдрүүлснээр нүүрс баяжуулах, коксжуулах үйлдвэрлэл эрхлэх чадвар байгааг нотлох, технологийн удирдлагын дөрвөн хүчин зүйлийн нөлөөллийг тодорхойлох боломжтой.

УТП байгуулан, амжилттай ажилласнаар дараах давуу талууд үүснэ гэж үзэж байна. Үүнд:

- Нүүрс баяжуулах, коксжуулах үйлдвэрийн цогцолбор байгуулах туршлага хуримтлуулах
- Эцсийн бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх технологийн мэдлэг, чадвар эзэмших
 - Үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагааны гарч болзошгүй хүндрэлийг тодорхойлох
 - Нүүрс коксжуулах, дайвар бүтээгдэхүүний жишиг үйлдвэрийг бий болгох
 - Кокс-химийн үйлдвэрлэл хөгжих үндэс суурь тавигдах
 - Шинээр хэрэгжих төслүүдэд сайн туршлага болох
 - Коксжуулах үйлдвэрт ажиллах хүний нөөцийг бэлтгэх, мэдлэгийн хуримлалтыг бий болгох

"Нүүрс баяжуулах, коксжуулах үйлдвэрийн цогцолбор"-т байгуулагдах нэгжүүдийн технологийн түвшин нь **"дундаж-өндөр"** гэж үнэлэгдсэн. Энэ нь **"хангалттай сайн"** гэсэн үнэлгээ ба тухайн цогцолборт төлөвлөгдсөн нэгжүүд нь ТЭЗҮ, төслийн хэмжээнд боловсруулагдсан байгаатай холбоотой юм. Өөрөөр хэлбэл, төслийн бүтээн байгуулалт хийгдсэнээр энэхүү технологийн түвшин хамгийн дээд буюу **"өндөр"** үнэлгээ авах боломжтой юм. Ийм учраас тус судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн судлаачдын зүгээс өгч байгаа дүгнэлт зөвлөмж нь технологийн түвшнийг илүү сайжруулахад чиглэгдсэн.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Баттулга Б., "Технологийн түвшний үнэлгээний арга зүйн асуудал" (Ноос, ноолуурын үйлдвэрүүдийн жишээн дээр) докторын диссертаци, УБ.: ШУТИС, хэвлэлийн газар 2020
- [2] "Дорноговь аймгийн Хөвсгөл сумын нутагт хэрэгжих жилийн 3 сая тонн нүүрс баяжуулж, 600 мянган тонн металлургийн кокс үйлдвэрлэх хүчин чадалтай цогцолбор" үйлдвэрийн ТЭЗҮ, 2022 он
- [3] Mamata Rajgor, Chauhan Pareshe. (2016). RPI & IMPI: effective techniques for finding delay in construction project. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 03(01), 1173-1177.
- [4] "Эрдэнэс үндэсний судалгаа хөгжлийн төв" ХХК, Си Оү Эй Эл ХХК, Дорноговь аймгийн Хөвсгөл сумын нутагт хэрэгжих "Гэрэлт говь" үйлдвэрлэл, технологийн паркийн технологийн түвшний үнэлгээ (Нүүрс баяжуулах, металлургийн кокс, цахилгаан эрчим хүчний үйлдвэрлэлийн цогцолбор) 2022 он

АВТОМАШИН ДАВАМГАЙЛСАН КАМПУСТ СУРАЛЦАХ БОЛОМЖИТ ОРОН ЗАЙГ ЗАН ҮЙЛИЙН ЗУРАГЛАЛААР ТОДОРХОЙЛОХ НЬ (ШУТИС-ИЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР)

Алтангэрэлийн ӨЭЛҮН¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга архитектурын сургууль, Хот төлөвлөлтийн тэнхим

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

Хураангуй: Их сургуулийн кампус нь зөвхөн сургалтын барилга байгууламжаар хязгаарлагдахгүй, оюутнуудын нийгмийн харилцаа, албан бус суралцах үйл ажиллагааг дэмжих "амьд экосистем" байх учиртай. Энэхүү судалгаа нь ШУТИС-ийн төв кампусын гадна орчны ашиглалтын өнөөгийн байдлыг тодорхойлж, автомашины зогсоол давамгайлсан орон зайд суралцахуйг дэмжих "боломжит" нөөц талбайг илрүүлэх зорилготой. Судалгаанд талбайн биечлэн ажиглалт, орон зайн тоон шинжилгээ болон хэрэглэгчийн зан үйлийн зураглалын аргуудыг ашигласан. Шинжилгээний үр дүнд кампусын нийт талбайн 64.2%-ийг барилга болон авто замын дэд бүтэц эзэлж байгаа нь нийтийн орон зайн хүртээмжийг хязгаарлаж байгааг тогтоов. Гэвч нийт талбайн 11.1%-ийг ашиглалтгүй сул зай болон орхигдсон нөөц эзэлж байгаа нь дахин программчлал хийх функциональ боломжийг олгож байна. Судалгаагаар 6 байршилд боломжит бүсийг илрүүлж, тэдгээрийг суралцах болон харилцааны зангилаа болгон идэвхжүүлэх 798.55 м² талбай бүхий дизайны нэгдсэн шийдлийг боловсруулсан. Энэхүү ажил нь хотын төвд байршилтай их сургуулиудын гадна орчныг авто замын бүтцийг өөрчлөхгүйгээр, ашиглалтгүй үлдэгдэл талбайг стратегийн нөөц болгон ашиглах замаар суралцах орчны чанарыг сайжруулах боломжтойг нотолж байна.

Түлхүүр үг: Их сургуулийн кампус, гадна орчин, албан бус суралцах орон зай, зан үйлийн зураглал, ашиглалтгүй үлдэгдэл талбай

I. УДИРТГАЛ

Их сургуулийн кампусын гадна орчин нь барилга хоорондын дэд бүтэц төдийгүй оюутнуудын харилцаа, суралцах үйл явц өрнөдөг нийгмийн орон зай юм. Гэвч хотын төвийн сургуулиудын хувьд энэ талбай автомашины зогсоолд давамгайлсан зориулагдсанаас үүдэн оюутнуудын идэвхтэй ашиглалт хязгаарлагдаж, кампус нь зөвхөн дамжин өнгөрөх талбай болон хувирч байна.

Нөгөө талаас, орчин үеийн их сургуулиудын сургалтын орчин анги танхимаас хальж, оюутнуудын албан бус харилцаа, хамтын ажиллагаа, өөрийн хэмнэлээр суралцах үйл явц өрнөх орон зайг шаарддаг болж байна. Ийм нөхцөлд кампусын гадна орчныг суралцах үйл ажиллагааг дэмжих боломжит орон зай болгон дахин харах хэрэгцээ үүсэж байна.

Орчин үеийн боловсролын чиг хандлага сургалтын орчныг анги танхимаас хальж, албан бус сургалтын орчин байхыг шаардаж байна. Иймд энэхүү судалгаагаар ШУТИС-ийн жишээн дээр гадна орчны ашиглалтыг үнэлж, автомашины зогсоол давамгайлсан талбайг суралцахуйд чиглэсэн орон зай болгон өөрчлөх боломжийг эрэлхийлнэ.

Иймээс энэхүү судалгаа нь ШУТИС-ийн кампусын гадна орчны одоогийн ашиглалтын байдлыг бодитоор тодорхойлж, бүрэн ашиглагдаагүй болон боломжит орон зайг илрүүлэн, суралцах үйл ажиллагааг дэмжих гадна орчны зохион байгуулалтын боломжийг судлахад чиглэнэ.

II. СУДЛАГДСАН БАЙДАЛ

1. Кампусын гадна орчин ба оюутны туршилага

Алнусайрат [1] нарын судалгаагаар их сургуулийн задгай орон зайн чанар буюу тохижилт,

аюулгүй байдал нь оюутнуудын тухайн орчинд тогтож суух хугацаа болон идэвхтэй ашиглалтад шууд нөлөөлдөг болохыг тогтоожээ.

Үүнтэй ижил дүгнэлтийг Агхейси болон Эбинум гаргасан бөгөөд тэдний судалгаанд автомашины хөдөлгөөн давамгайлсан, тохижилт сул орчинд оюутнуудын байрлах хугацаа богино, орон зайг зөвхөн дамжин өнгөрөх байдлаар ашиглах хандлага ажиглагддаг гэжээ [2]. Харин явган хөдөлгөөнд ээлтэй, суух боломж бүхий орчин нь оюутнуудын харилцаа, хамтын үйл ажиллагааг нэмэгдүүлдэг байна.

2. Ногоон орчин ба оюутны сайн сайхан байдал

Кампусын гадна орчны ногоон байгууламж нь оюутнуудын сэтгэл зүй, эрүүл мэнд, сайн сайхан байдалд эерэг нөлөө үзүүлдэг болохыг сүүлийн үеийн судалгаанууд онцолж байна. Фелмер [3], Сейтц [4] нарын ногоон орчныг стресс бууруулах, анхаарал төвлөрлийг сайжруулах "эмчилгээний шинжтэй" орон зай гэж тодорхойлсон. Үүнтэй уялдан "ногоон кампус"-ын үзэл баримтлал нь байгаль орчны тогтвортой байдлаас гадна оюутны хэрэглээ, оролцоог нэмэгдүүлэх чухал хүчин зүйл болохыг Бакхши нарын судалгаа харуулжээ [5].

3. Албан бус суралцах орчин ба суралцахуйн орон зайн ойлголт

Облингер [6] болон ЮНЕСКО-ийн тайланд [7],[8] суралцах орчныг физик орон зай, технологи, арга зүйн цогц систем (суралцахуйн экосистем) гэж үзэн, уян хатан байдлыг чухалчилдаг.

Кенни нар кампусын орон зайг их сургуулийн эрхэм зорилготой уялдуулах нь суралцах болон олон нийтийн мэдрэмжийг бэхжүүлэх боломж олгодог гэж

дүгнэжээ [9]. Эдгээр судалгаа нь кампусын гадна орчныг албан бус суралцах үйл ажиллагаа явагдах боломжит суралцахуйн экосистемийн нэг хэсэг болгон авч үзэх онолын үндэслэл болж байна.

4. Орон зайн чанар, ашиглалтын зан үйл

Ян Гейл орон зайн чанар нь үйл ажиллагааны эрчимд (зайлшгүй, сонголттой, нийгмийн) шууд нөлөөлдөг бөгөөд суух, тогтох боломжгүй орчинд нийгмийн харилцаа үүсдэггүй болохыг тогтоожээ [10], [11]. Мөн Олденбургийн "гуравдагч орон зай" ойлголтоор кампусын гадна талбай нь нийгмийн холбоог бэхжүүлэх чөлөөт бүс юм [12]. Эдгээр онол нь автомашины зогсоол давамгайлсан орчныг тав тухтай, суралцахуйд чиглэсэн орон зай болгон идэвхжүүлэх онолын үндэслэл болно.

5. Судлагдсан байдлын нэгтгэл

Дээрх онол болон олон улсын судалгаанд тулгуурлан, их сургуулийн гадна орчныг суралцахуйн орон зай талаас нь үнэлэх 7 үндсэн шалгуурыг тодорхойлж, 1-р хүснэгтээр нэгтгэв.

ИХ СУРГУУЛИЙН ГАДНА СУРГАЛТЫН ОРЧНЫ ҮНЭЛГЭЭНИЙ ҮНДСЭН ШАЛГУУР БА ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮД

1-р ХҮСНЭГТ.

№	Үнэлгээний шалгуур	Үзүүлэлт (ажиглалт ба хэмжилт)
1	Тогтож суух боломж	Суух элементүүд (сандаг, хашлага, ирмэг), саатах хугацаа болон давтамж
2	Тав тух ба бичил уур амьсгал	Сүүдэрлэлт, салхинаас хамгаалагдсан байдал, нарны тусгалын зохицуулалт
3	Ногоон орчин	Ногоон байгууламжийн төрөл, хэмжээ, байгалийн элементүүдийн идэвхтэй оролцоо
4	Аюулгүй байдал	Явган замын тасралтгүй байдал, авто хөдөлгөөнөөс тусгаарлагдсан байдал
5	Албан бус суралцах боломж	Багаар болон бие даан ажиллах нөхцөл, 'learning space' үүсэх боломж
6	Уян хатан ашиглалт	Олон төрлийн үйл ажиллагаа (амрах, уулзах, сурах) зэрэгцэн өрнөх чадвар
7	Нийгмийн харилцаа	Хамтын үйл ажиллагаа, нийгмийн харилцааны эрчим, соёлын хэрэглээ

Өмнөх судалгаануудын ихэнх нь гадаадын их сургуулиудын жишээнд тулгуурласан бөгөөд Монголын их сургуулийн кампус, ялангуяа автомашины зогсоол давамгайлсан орчны бодит ашиглалт, түүнийг суралцахуйд чиглэсэн орон зай болгон идэвхжүүлэх боломжийг судалсан ажил ховор байна. Иймд энэхүү судалгаагаар ШУТИС-ийн гадна орчны ашиглалтыг шинжилж, бүрэн ашиглагдаагүй талбайг суралцах үйл ажиллагааг дэмжих орон зай болгон тодорхойлохыг зорилоо.

III. МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

1. Судалгааны ажлын хамрах хүрээ

Судалгаанд ШУТИС-ийн төв кампусын 21,062.7 м² талбай бүхий гадна орчныг (1, 2, 8, Т-байр, Номын

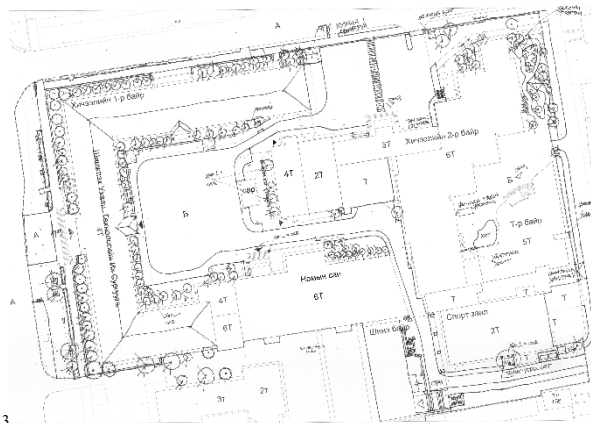
сан) хамруулсан (1-р зураг). Үүнд автомашины зогсоол, явган зам, ногоон байгууламж болон ашиглалтгүй сул орон зайнуудын өнөөгийн байдлыг 2025-2026 оны хичээлийн жилд бичлэг, ажиглалтын аргаар судалсан. Судалгаа нь одоо байгаа орон зайн зохион байгуулалтад дүн шинжилгээ хийж, оюутнуудын суралцах, харилцах боломжит орон зайг тодорхойлоход чиглэнэ.



1-р зураг. Судалгааны хамрах хүрээ (Судалгааны хамрах хүрээ нь Сүхбаатар дүүргийн 8-р хороонд байрлах ШУТИС-ийн төв кампус бөгөөд улаан шугамаар судалгааны хил хязгаарыг тэмдэглэв)

2. Мэдээлэл цуглуулах

Мэдээллийг талбайн биечилсэн ажиглалт, гэрэл зураг, видео баримтжуулалт болон хэрэглэгчийн зан үйлийн зураглалын аргаар цуглуулсан. Ажиглалтыг хичээлийн идэвхтэй цагуудаар (өглөөний оргил ачаалал, завсарлага, тарах цаг) хийж, хөдөлгөөний чиг хандлага, саатах цэгүүд болон физик нөхцөл байдлыг (сүүдэр, тохижилт, аюулгүй байдал) М1:500 масштабтай байр зүйн зураг дээр тэмдэглэн баталгаажуулав (2-р зураг).



2-р зураг. Одоогийн нөхцөл байдлын гар зураг (Талбайн биечлэн ажиглалтын явцад кампусын биет орчны элементүүдийг (мод, сандаг, хашлага, зогсоол, замын гадаргуу, ашиглалтгүй орон зай гэх мэт) гар зураглалын аргаар бүртгэсэн)

Цуглуулсан мэдээлэл нь орон зайн ашиглалтын түвшинг үнэлэх, суралцах үйл ажиллагааг дэмжих боломжит талбайнуудыг илрүүлэх үндэслэл болсон.

3. Орон зайн ангилал ба үнэлгээний арга.

Кампусын гадна талбайг ашиглалтын түвшнээр нь дараах 3 хэсэгт ангилав:

- Идэвхтэй: Тогтмол төвлөрдөг, ашиглалт өндөр талбай,
- Сул: Нээлттэй боловч зөвхөн дамжин өнгөрөх хөдөлгөөн давамгайлсан талбай.
- Боломжит (Potential): Одоогоор ашиглалтгүй боловч байршил, холболтын хувьд суралцах орчин болох нөөцтэй талбай.

Орон зайн чанарын үнэлгээг 1-р хүснэгтэд заасан 7 шалгуураар (тогтож суух боломж, тав тух, ногоон орчин, аюулгүй байдал, суралцах боломж, уян хатан ашиглалт, нийгмийн харилцаа) гүйцэтгэж, ажиглалтын тэмдэглэл болон зураглалтай уялдуулан баталгаажуулсан.

IV. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

1. Орон зайн бүтэц: Тоон шинжилгээ

ШУТИС-ийн төв кампусын гадна орчны талбай ашиглалтын бүтцийг тооцон үзэхэд нийт орон зайн 64.2% нь барилга болон авто замын дэд бүтцэд хамаарч байна (2-р хүснэгт, 3-р зураг). Судалгаагаар нийт талбайн 9.1%-ийг инженерийн шугам сүлжээний үлдэгдэл, траншейны цооног зэрэг ашиглалтгүй сул зай эзэлж байгаагаас гадна 2%-ийн ямар ч ашиглалтгүй орхигдсон нөөц байгаа нь тогтоогдсон. Эдгээр нь кампусын орчныг дахин программчилж, суралцахуйг дэмжих функциональ нөөц болох боломжтойг илтгэж байна.

ТАЛБАЙ АШИГЛАЛТЫН БҮТЭЦ

2-р ХҮСНЭГТ.

№	Бүрэлдэхүүн хэсэг	Талбай, м ²	Хувь (%)
1	Барилгажсан талбай	9,388.80	44.6%
2	Автомашинны зам	4,120.20	19.6%
3	Явган хүний зам	2,569.65	12.2%
4	Ногоон байгууламж	2,632.84	12.5%
5	Ашиглалтгүй үлдэгдэл талбай	1,909.83	9.1%
6	Орхигдсон талбайн нөөц	421.25	2.0%
	Нийт	21,062.76	100%

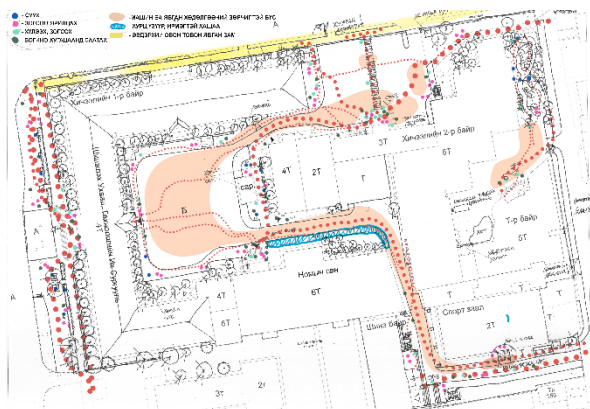


3-р зураг. ШУТИС-ийн төв кампусын Ерөнхий төлөвлөгөө M1:500

2. Кампусын гадна орчны ашиглалт, зан үйлийн нэгдсэн шинжилгээ

Кампусын зан үйлийг тодорхойлох зорилгоор хичээлийн идэвхтэй цагуудад хийсэн 24 удаагийн зан үйлийн зураглалыг нэгтгэн, хөдөлгөөн ба тогтож суух хандлагын нэгдсэн ерөнхий зураглалыг гаргав (4-р зураг).

- Хөдөлгөөний эрчим: Хөдөлгөөний хамгийн өндөр эрчим 1 болон 2-р байрны гол орц, кампусын гадаад гарцууд дээр төвлөрч байна. Энэ нь тухайн бүсүүд зөвхөн дамжин өнгөрөх шинжтэй байгааг илтгэнэ. Харин ногоон байгууламж бүхий задгай талбайнууд хөдөлгөөн сул байгаа нь эдгээр орон зайд төвлөрөх хандлага тогтвортой бүрдээгүйг харуулж байна.
- Тогтож суух зан үйл: Оюутнуудын суух, хүлээх, ярилцах үйл ажиллагаа нь орчны чанараас бус, зөвхөн нөхцөлт хэрэгцээнээс (орц орчим, сүүдэр, тамхи татах цэг) хамааралтай байна. Тодорхой функцгүй, тохижилт сул нээлттэй талбайнуудад төвлөрөх зан үйл хамгийн бага илэрсэн.
- Орчны эрсдэл: Явган болон автомашины урсгал давхацсан зангилаанууд, эвдэрхий гадаргуу, аюултай ирмэг бүхий хашаа зэрэг нь орчны аюулгүй байдлын эрсдэлийг үүсгэж, оюутнуудын чөлөөтэй саатах боломжийг хязгаарлаж байна.



4-р зураг. ШУТИС-ийн төв кампусын гадна орчны хөдөлгөөн, саатал болон орчны эрсдэлийн нэгдсэн зураглал, М 1:500 (Судалгааны ажлын хүрээнд хийсэн талбайн ажиглалт, 2025–2026)

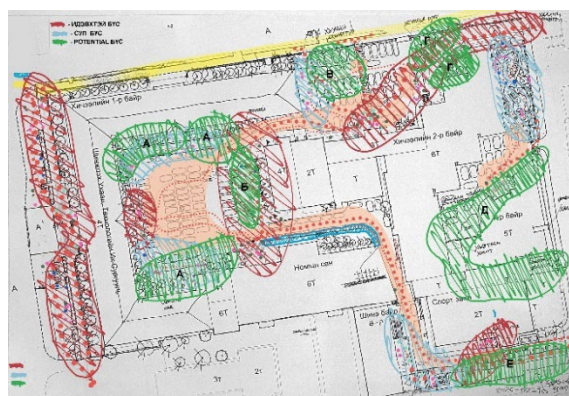
Шинжилгээний үр дүнгээс үзэхэд кампусын гадна орчин нь хөдөлгөөний логигоор зохион байгуулагдсан боловч нийгмийн харилцаа, албан бус суралцах зан үйлийг дэмжих тогтож суух логигоор төлөвлөгдөөгүй байна.

3. Орон зайн ангиллын үр дүн

Кампусын гадна орчныг хөдөлгөөн болон төвлөрөх хандлага, орчны аюулгүй байдал, физик нөхцөлд тулгуурлан идэвхтэй (улаан), сул (цэнхэр), болон боломжит буюу potential (ногоон) гэсэн гурван үндсэн бүсэд ангилав (5-р зураг).

- Идэвхтэй бүс (Улаан): Оюутнуудын тогтмол төвлөрөх, уулзах үйл ажиллагаа болон дамжин өнгөрөх хөдөлгөөний эрчим хамгийн өндөр байгаа талбайнууд.
- Сул ашиглалттай бүс (Цэнхэр): Биет орчны хувьд нээлттэй боловч тогтвортой суух хандлага сул, зөвхөн хөдөлгөөн давамгайлсан эсвэл тодорхой үйл ажиллагаа тогтмол явагддаггүй талбай.
- Боломжит бүс (Ногоон): Одоогоор идэвхтэй ашиглагдахгүй байгаа боловч байршил, орон зайн хэмжээ, явган хөдөлгөөний холболт болон аюулгүй байдлын нөхцөлөөрөө албан бус суралцах, харилцах үйл ажиллагааг дэмжих хамгийн өндөр нөөцтэй талбайнууд.

Боломжит бүсийг тодорхойлоход орон зайн тохиромжит байдал, хөдөлгөөний хүртээмж, орчны тав тух бүрдэх боломж гэсэн гурван шалгуурын огтлолцолд үндэслэсэн бөгөөд эдгээр бүс нь дараагийн шатны дизайны сайжруулалтын үндэслэл болно.



5-р зураг. Кампусын гадна орчны орон зайн ангилал (идэвхтэй, сул, боломжит бүс), М 1:500. (Кампусын гадна орчныг хөдөлгөөний зан төлөв, саатах зан төлөв, орчны аюулгүй байдал болон физик нөхцөлд тулгуурлан идэвхтэй (улаан), сул (цэнхэр), боломжит (ногоон) бүсүүдэд ангилан харуулав.)

4. Зан үйлийн шинжилгээгээр илэрсэн асуудлууд

Ажиглалтын 24 зураглалын хөдөлгөөний эрчим болон төвлөрөх хандлагын давхар шинжилгээгээр кампусын гадна орчинд дараах 4 үндсэн асуудал илрэв:

1. Хөдөлгөөний хэт төвлөрөл: Үндсэн урсгал барилгын гол орц болон кампусын периметрт төвлөрч, орон зайн дотоод хэсгүүд урсгалаас тусгаарлагдсан байна. Энэ нь функциональ холболт хангагдсан ч нийгмийн идэвх, төвлөрлийн зангилаа системтэйгээр дэмжигдээгүйг харуулж байна.
2. Түр зуурын зогсолт: Оюутнуудын цаг өнгөрөөх үйлдэл нь орчны чанараас бус, зөвхөн нөхцөлд хэрэгцээ (тамхины цэг, хүлээлт) дагуу бичил хэмжээнд илэрч байна. Зориуд дэмжигдсэн харилцааны зангилаа орон зай байхгүй байна.
3. Урсгалын давхцал: Явган болон автомашины хөдөлгөөн зангилаа цэгүүдэд огтлолцож байгаа нь орчны аюулгүй байдлын эрсдэлийг үүсгэж байна.
4. Идэвхжээгүй нөөц: Боломжит бүсүүдэд бичил уур амьсгалын суурь нөхцөл бүрдсэн ч орон зайн программчлал сул байгаагаас зан үйлийн хувьд идэвхжээгүй байна.

Иймд кампусын гадна орчин нь хөдөлгөөний логигоор зохион байгуулагдсан боловч орон зайн идэвхтэй ашиглалт, нийгмийн харилцаа өрнөх логигоор төлөвлөгдөөгүй бөгөөд нийгмийн зангилаа үүсгэх дизайны стратеги шаардлагатай байна.

5. Орон зайн зохион байгуулалтын үндсэн чиглэл

Орон зайн зан үйлийн шинжилгээгээр илэрсэн дээрх асуудлуудыг шийдвэрлэхийн тулд кампусын гадна орчныг дараах 5 чиглэлээр сайжруулах шаардлагатай гэж үзлээ:

1. Зарим урсгалыг төвлөрлийн цэг рүү шилжүүлэх: Хөдөлгөөн давамгайлсан бүсүүдийг харилцах, албан бус суралцах орчин болгон идэвхжүүлэх.

2. Урсгалын ялгарал: Явган болон автомашины урсгалын давхцалыг орон зайн аргаар тодорхой зааглах.

3. Ашиглалт сул орон зайг дахин идэвхжүүлэх: Биет орчны нөөцтэй хэсгүүдийг орон зайн дахин програмчлалаар олон талт ашиглалттай болгох.

4. Бичил орчны чанарыг нэмэгдүүлэх: Сүүдэр, ногоон байгууламж, суух элементээр оюутнуудын тухайн орчинд өнгөрүүлэх хугацааг уртасгах.

5. Тасалдсан бүсүүдийн уялдааг сайжруулах: Хаалттай хэсгүүдийг нээж, урсгалын логик холбоог тасралтгүй болгох.

6. Орон зайн сайжруулалтын нэгдсэн санал

Судалгааны үр дүнд тодорхойлогдсон А–Е боломжит бүсүүдэд тулгуурлан кампусын гадна орчныг хүн төвтэй, албан бус суралцах үйл ажиллагааг дэмжих чиглэлд сайжруулах дизайны нэгдсэн санал боловсруулав. Сайжруулалтын хүрээнд нийт 798.55 м² талбайг дахин зохион байгуулах бөгөөд дараах шийдлүүдийг нэгтгэн төлөвлөв:

- Төвлөрөх зангилаа орон зай бий болгож, олон талт ашиглалттай (multi-functional) задгай талбай үүсгэх;
- Явган болон автомашины урсгалыг орон зайн аргаар тодорхой ялгах;
- Бичил уур амьсгалын чанарыг нэмэгдүүлэх ногоон байгууламж болон сүүдрийн зохион байгуулалт хийх.

Дээрх зарчмын хүрээнд боломжит бүсүүдийг дараах байдлаар идэвхжүүлэв (6-р зураг):

А бүс (A1, A2, A3): Өндөр ачаалалтай дамжин өнгөрөх урсгалтай ч оюутнууд тогтож суух, төвлөрөх орчингүй байсан асуудлыг шийдвэрлэхийн тулд 1-р байрны гаднах ногоон зурвасыг түшиглэн модуляр суудал болон хоолны газрын нээлттэй тавцанг уялдуулан төлөвлөх шийдэл боловсруулав. Ингэснээр хөдөлгөөний урсгалыг саадгүй нэвтрүүлэхийн зэрэгцээ оюутнууд ганцаараа эсвэл багаар хичээллэх, уулзах, цагийг үр дүнтэй өнгөрөөх олон талт орчин бүрдэх боломжтой.

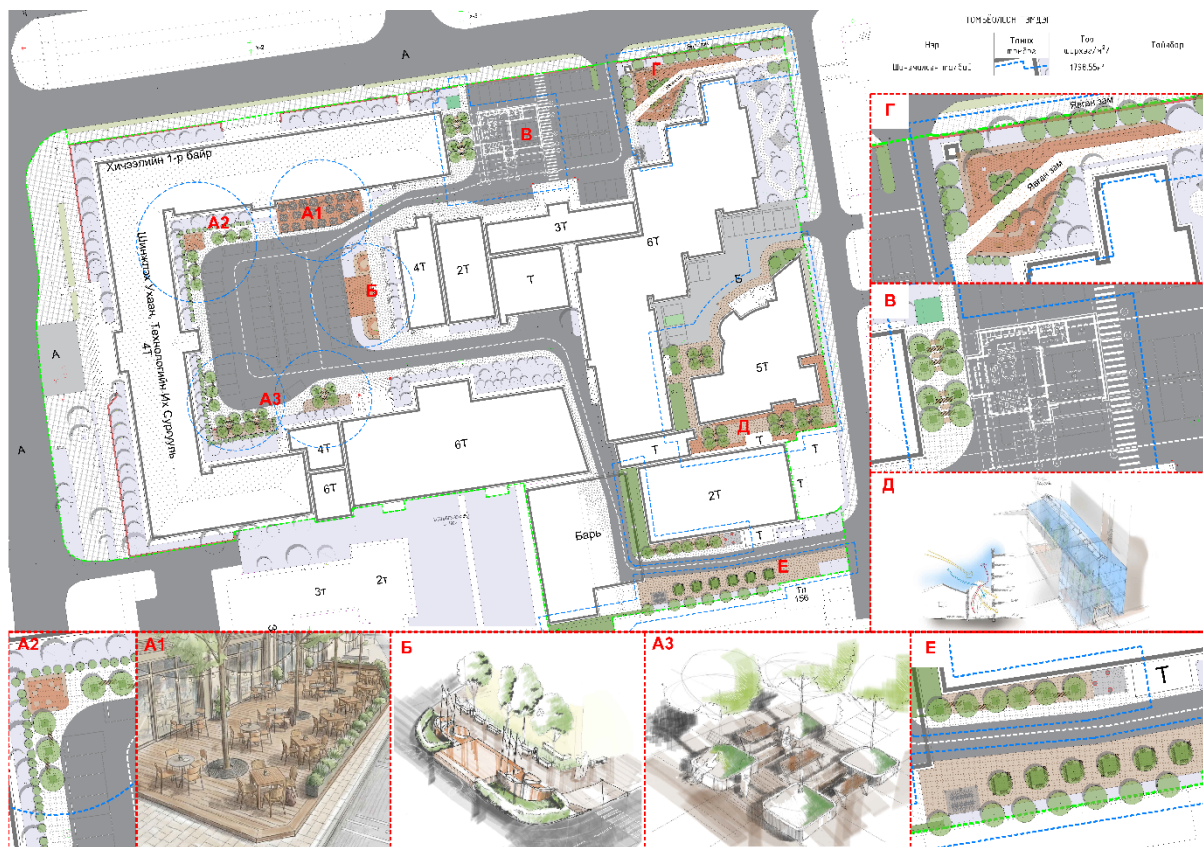
Б бүс: Зөвхөн дулааны улиралд болон төгсөлтийн зэрэг тодорхой арга хэмжээний үед ашиглагддаг тайз бүхий энэ хэсэгт өдөр тутмын нийгмийн идэвх сул байсан дутагдлыг нөхөх зорилгоор одоогийн тайзны бүтцийг эвдэхгүйгээр түүнийг түшиглэсэн хагас дугуй хэлбэрийн суудал нэмж төлөвлөхөөр дизайны саналд тусгав. Уг шийдэл нь орон зайн зориулалтыг илүү уян хатан болгож, хичээлийн завсарлагаанаар оюутнууд ярилцах, хэлэлцүүлэг өрнүүлэх нийгмийн харилцааны өдөр тутмын идэвхтэй төв болгон өөрчлөх давуу талтай.

В бүс: Автомашины зогсоолд давамгайлан ашиглагдаж буй хатуу хучилттай талбайг сургалтын үйл ажиллагаатай холбох хэрэгцээнд үндэслэн зогсоолын талбайн гадаргуу дээр 1:1 масштабтай орон сууцны давхрын байгуулалтыг зурж идэвхжүүлэх санал дэвшүүллээ. Энэ нь архитектур, барилгын чиглэлийн оюутнуудад танхимд үзсэн онолоо бодитоор алхаж хэмжих, орон зайн бодит мэдрэмж, дадлагаа хөгжүүлэх "задгай сургалтын лаборатори" болох ач холбогдолтой.

Г бүс: Оюутнуудын эрчимтэй хөдөлгөөний урсгалд байршилтай боловч орон зайн зориулалт нь тодорхой бус байсан ногоон зурвасыг идэвхжүүлж, явган хүний хөдөлгөөнийг хязгаарлахгүйгээр ногоон байгууламжтай хослуулан суудал, ширээнүүдийг байрлуулах концепц гаргав. Дамжин өнгөрөх талбайг албан бус суралцах, богино хугацааны харилцаа үүсгэх уян хатан зурвас болгон идэвхжүүлснээр бичил уур амьсгалыг сайжруулах нөхцөл бүрдэнэ.

Д бүс: Т байр болон спорт заалны дунд урсгал тасалдсан, хаагдмал, эзэнгүй (dead space) орон зай орхигдсон байсан асуудлыг цогцоор нь шийдэхийн тулд хоёр барилгын завсрын энэхүү хөндийг шилэн фасадаар битүүлж, нарны эрчим хүчний хавтан болон температурын зөрүүг ашигласан байгалийн агаар сэлгэлт бүхий эко-атриум (өвлийн цэцэрлэг) төлөвлөх шийдэл боловсрууллаа. Хүйтний улиралд ч оюутнууд дулаан, тав тухтай орчинд багаар ажиллах боломжтой дөрвөн улирлын тогтвортой орон зайг бий болгож, кампусын эрчим хүчний хэмнэлтийг дэмжих боломжтой. Үүний зэрэгцээ Т байрны орчны орчимд явган хүний орон зай маш нарийхан бөгөөд автомашины урсгалтай шууд огтлолцдог аюулгүй байдлын эрсдэлтэй байсан тул орчны хэсгийн явган хүний талбайг өргөтгөж, урсгал тусгаарлах ногоон байгууламжтай модуляр суудлуудыг цуваагаар байрлуулах санал гаргав. Автомашин болон явган хүний урсгалыг орон зайн аргаар аюулгүй зааглахын зэрэгцээ, орчны хүлээлтийн бүсийн багтаамжийг нэмэгдүүлж, оюутнуудад ээлтэй, хүртээмжтэй орчинг бүрдүүлэх юм.

Е бүс: Кампусаас автомашин гарах гарц болон тамхилах цэг байрладаг 8-р байрны зүүн талын энэ хэсэгт явган хүний болон автомашины урсгал шууд огтлолцдог аюулгүй байдлын эрсдэлтэй байсан тул замын хучилтын материалыг ялгаж, ногоон зурвасаар урсгал тусгаарлалт хийх санал гаргав. Ингэснээр оюутнуудын төвлөрдөг бүсийг автомашины хөдөлгөөнөөс орон зайн хувьд бүрэн тусгаарлаж, аюулгүй байдлыг хангасан, эмх цэгцтэй хүлээлтийн болон харилцааны орчин бүрдэх юм.



6-р зураг. Кампусын гадна орчныг сайжруулах дизайны нэгдсэн шийдэл, М 1:500 (Тайлбар: Зурагт боломжит талбайнуудыг (А-Е) суралцах болон нийгмийн харилцааны орон зай болгон идэвхжүүлсэн цогц төлөвлөлтийг харуулав. Автомашины дэд бүтцийг өөрчлөхгүйгээр, ашиглалтгүй сул орон зайг стратегийн нөөц болгон ашиглаж, модуляр суудал, нээлттэй тавцан, архитектурын туршилтын талбай болон битүү атриум зэрэг олон төрөлт (multi-functional) орчныг бүрдүүлсэн)

ДҮГНЭЛТ

ШУТИС-ийн төв кампусын гадна орчны ашиглалтын байдалд хийсэн судалгаагаар дараах үндсэн дүгнэлтэд хүрэв:

1. Орон зайн бүтэц: Кампусын нийт талбайн 64.2%-ийг барилга болон авто замын дэд бүтэц эзэлж байгаа нь оюутны нийтийн орон зайн хүртээмжийг суурь түвшинд хязгаарлаж байна. Гэвч нийт талбайн 9.1% нь ашиглалтгүй сул зай, 2% нь орхигдсон нөөц талбай байгаа нь тэдгээрийг дахин программчилж, суралцахууд чиглэсэн орон зай болгон идэвхжүүлэх функциональ нөөц байгааг харууллаа.

2. Зан үйлийн шинж чанар: Одоогийн гадна орчин нь хөдөлгөөний логигоор зохион байгуулагдсан тул оюутнуудын тогтож суух хандлага зөвхөн нөхцөлт хэрэгцээ (орц, тамхины цэг) дагуу илэрч, албан бус суралцах үйл ажиллагааг дэмжих зангилаа бүсүүд төлөвшөөгүй байна.

3. Дизайны боломж: Илрүүлсэн зургаан боломжит бүсэд суурилсан дизайны шийдлээр 798.55 м² талбайг идэвхжүүлснээр автомашины урсгал болон дэд бүтцийг өөрчлөхгүйгээр суралцах орчны чанарыг сайжруулах боломжтойг нотлов.

Энэхүү судалгаа нь зөвхөн ШУТИС-ийн төв кампусын гадна орчны ашиглалтын зан төлөв, биет орон зайн нөөцийг тодорхойлоход чиглэсэн бөгөөд улирлын нөлөөлөл болон оюутнуудын сэтгэл ханамжийн асуулгын судалгааг хамруулаагүй болно.

Цаашид кампусын гадна орчны бичил уур амьсгалын нөлөөлөл болон сургалтын үр дүнд үзүүлэх шууд хамаарлыг илүү нарийвчлан судлах шаардлагатай.

Уг судалгаа нь хотын төвд байршилтай, автомашины зогсоол давамгайлсан их сургуулиудын кампусыг суралцахуйн экосистем болгон өөрчлөхөд ашиглагдахгүй байгаа үлдэгдэл орон зайг (residual spaces) хэрхэн стратегийн нөөц болгон ашиглаж болохыг онол болон практикийн хувьд нотолж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] S.Alnusairat, Y.Ayyad and Z.Al-Shatnawi, "Towards Meaningful University Space: Perceptions of the Quality of Open Spaces for Students," *Cities*, vol. 89, p. 54–65, 2019.
- [2] J. E. Agheyisi and G. O. Ebinum, "Students' perception and use of open spaces in a university campus," *Journal of Environmental Design and Management*, vol. 11, no. 1, p. 1–14, 2019.
- [3] J.Foellmer, T.Kistemann and C.Anthonj, "Academic greenspace and well-being: Can campus landscape be therapeutic? Evidence from a German university.," *Wellbeing, Space and Society*, vol. 2, 2021.
- [4] C.Seitz, R. Reese, R. Strack, S. Frantz and B. West, "Identifying and Improving Green Spaces on a College Campus: A Photovoice Study," *Ecopsychology*, vol. 6, pp. 98–108, 2014.
- [5] M.Bakhshi, N.Othman and M. H. Wahab., "Green Campus in Promoting Green Open Spaces in University Technology Malaysia Kuala Lumpur Campus," in *International Joint-Conference SENVAR-iNTA-AVAN 2015At: Faculty of Built*

- Environment, Universiti Teknologi Malaysia, Johor, Malaysia, 2015.
- [6] D.G.Oblinger, Learning Spaces, Washington, DC: EDUCAUSE, 2006.
- [7] UNESCO, "Rethinking Education: Towards a Global Common Good?," UNESCO Publishing, Paris, France, 2015.
- [8] UNESCO, "Reimagining Our Futures Together: A New Social Contract for Education.," UNESCO Publishing, Paris, France, 2021.
- [9] R.D.G.K.Daniel R.Kenney, Mission and Place: Strengthening Learning and Community through Campus Design, vol. 29, Washington, DC: American Council on Education, 2005, pp. 545-546.
- [10] J.Gehl, Life Between Buildings: Using Public Space, Washington, DC: Island Press, 2011.
- [11] J.Gehl, Cities for People, Washington, DC: Island Press, 2010.
- [12] R.Oldenburg, The Great Good Place, Philadelphia: Da Capo Press, 1999.

ХИЙМЭЛ ОЮУНЫ БОЛОВСРОЛЫН САЛБАРТ ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨЛЛИЙН СУДАЛГАА

Болдын ГҮНДСАМБУУ¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Мэдээлэл, холбооны технологийн сургууль, Компьютерын ухааны тэнхим

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

Хураангуй: Өнөө үед хиймэл оюун (AI) нь дэлхий даяар олон салбарт шинэчлэл авчирч буй томоохон технологийн нэг бөгөөд боловсролын салбар ч энэ хувьслагаас хоцрохгүй байна. 2023 оны байдлаар хиймэл оюуны дэлхийн зах зээл 189 тэрбум ам.долларт хүрсэн бол 2033 он гэхэд 4.8 их наяд ам.долларт хүрч, огцом тэлэх төлөвтэй байна. [1] Энэ хурдацтай өсөлтөд боловсролын салбар чухал үүрэгтэй оролцох болно. AI нь сургалтын үйл явцыг илүү үр дүнтэй, хүртээмжтэй болгох, багш, суралцагчдын ачааллыг хөнгөлөх, хичээлийн агуулгыг хувийн хэрэгцээнд нийцүүлэх зэрэг олон боломжийг нээж байна. Гэвч давуу талын зэрэгцээ ёс зүй, өгөгдөл хамгаалалт зэрэг шинэ сорилтууд ч тулгарч байгаа билээ. Энэ өгүүлэлд бид хиймэл оюуны боловсрол дахь үүрэг, боломж, сорилт, Монголын нөхцөлд нийцсэн хэрэглээг судалж, цаашдын хөгжлийн чиг хандлагын талаар дүн шинжилгээ хийнэ.

Түлхүүр үг: хиймэл оюун, боловсролын технологи, ухаалаг сургалтын систем

I. УДИРТГАЛ

Технологийн хурдацтай хөгжил бидний өдөр тутмын амьдрал, ажиллах арга барил, харилцааны хэлбэрийг эрс өөрчилж, бараг бүх салбарт хиймэл оюун нэвтэрч байна. Гэрээсээ хүссэн бараа бүтээгдэхүүнээ захиалах, ухаалаг утсаараа дэлхийн мэдээг агшин зуурт мэдэж, тэр ч байтугай өөрийгөө жолооддог автомашин ашиглах боломжтой болсон энэ цаг үед боловсролын салбар ч энэхүү дэвшилээс хоцрохгүй байна. ЮНЕСКО-гийн 2023 оны судалгаагаар дэлхий даяар боловсролын байгууллагын 72% нь хиймэл оюуныг сургалтын процесст туршиж эсвэл хэрэглэж эхэлсэн байна. [2] Хиймэл оюун боловсролын салбарт олон талын шинэчлэл, боломж авчирч байгаа бөгөөд түүний гол чиглэлүүдийг авч үзье.

A. Хувь хүнд чиглэсэн сургалт

Хиймэл оюун нь суралцагчийн мэдлэгийн түвшин, суралцах хурд, сонирхол, суралцах хэв маягийг тодорхойлсны үндсэн дээр тухайн суралцагчид тохирсон хичээлийн агуулгыг санал болгох боломжийг бүрдүүлдэг. Тухайлбал: Khan Academy платформ хиймэл оюун ашиглан, суралцагчийн сул талыг тодорхойлж, түүнд тохирсон дасгал ажлуудыг автоматаар санал болгох функцтэй. Мөн хэлний сургалтад чиглэсэн Duolingo аппликейшн хувь хүний сонирхол, түвшинд нийцүүлэн хичээлээ боловсруулдгаараа олонд танигдаж, дэлхий даяар 500 сая хэрэглэгчтэй болсон байна. 2023 оны судалгаагаар ийм төрлийн систем ашигласан суралцагчдын сурлагын гүйцэтгэл дунджаар 35 хувиар нэмэгдсэн [3] нь хувь хүнд чиглэсэн сургалтын үр нөлөөг харуулж байна.

B. Багийн ажлыг хөнгөвчлөх автоматжуулалт

Багш нар хиймэл оюун ашиглан хичээлийн төлөвлөгөө боловсруулах, бичвэр, тестийг автоматаар засах, суралцагчийн ахиц дэвшлийг шинжлэх боломжтой болж байна. Grammarly,

Turnitin зэрэг платформ хиймэл оюун ашиглан суралцагчийн бичсэн эсээг шалгаж, үг хэллэг, өгүүлбэрийн бүтэц, логик дараалал, найруулгын алдааг дүгнэх чадвартай. Мөн AI-тай тестийн системүүд ч суралцагчийн гүйцэтгэлийг автоматаар үнэлэн оноо гаргах боломж олгож байна. Үүнээс гадна GradeScope зэрэг систем шалгалтыг автоматаар засаж, багш нарын ажлын ачааллыг 70 хүртэлх хувиар бууруулсан тухай судалгаа гарсан байна. [4] Энэ нь багш нарт суралцагч бүрд илүү анхаарал хандуулж, зөвлөгөө өгөх боломжийг нэмэгдүүлж байна.

C. Виртуал туслах, чатботын дэмжлэг

Хиймэл оюунд суурилсан виртуал туслахууд нь суралцагчдад 24/7 тусламж үзүүлж, асуултад шуурхай хариулах, нэмэлт мэдээлэл өгөх боломжийг олгож байна. Тухайлбал: Испанийн Мурсиагийн Их Сургууль хиймэл оюунт чатбот нэвтрүүлснээр 38,708 асуултад 91 хувийн нарийвчлалтай хариулж, оюутны суралцах идэвхийг нэмэгдүүлжээ. [4]

Khan Academy-ийн Khanmigo AI, ChatGPT, Egune, Socratic, Google Bolo зэрэг систем сурагчдад виртуал туслахын үүргийг гүйцэтгэж байна. Эдгээр хиймэл оюуны туслах нь суралцагчийн тавьсан асуултад хариулах, тодорхой сэдвийг ойлгоход нь дэмжлэг үзүүлэх, нэмэлт дасгал ажил санал болгох зэргээр олон талын туслалцаа үзүүлдэг. Энэ нь суралцагч бүр өөрийн хэмнэлээр, өөрт тохирсон хэлбэрээр хичээллэх боломжийг бүрдүүлж байна.

D. Хүртээмжтэй байдал

Хиймэл оюун нь алслагдсан бүс нутагт амьдарч буй суралцагчид болон гадаад хэлний мэдлэггүй, хараа, сонсголын бэрхшээлтэй хүмүүст боловсролыг хүртээмжтэй хүргэхэд чухал үүрэг гүйцэтгэж байна. Google Translate, Speech-to-Text AI зэрэг систем нь орчуулга хийх, аудио мэдээллийг текст болгох боломжийг олгож, хэлний бэрхшээлийг даван туулахад дэмжлэг үзүүлдэг. OpenAI Whisper, Чимэгэ

бичээч зэрэг технологи нь аудио бичлэг, видеог текст болгон хөрвүүлж, сонсголын бэрхшээлтэй хүмүүст мэдээлэл авах нөхцөлийг бүрдүүлж байна. Харин Microsoft-ийн Seeing AI апп нь харааны бэрхшээлтэй суралцагчдад бичвэр, дүрсийг дуудан тайлбарлаж, тэдний суралцах үйл явцыг дэмжиж байна. Энэ мэт технологийн дэвшил нь боловсролыг хүн бүрд тэгш хүртээмжтэй хүргэхэд үнэтэй хувь нэмэр оруулж байна

II. ХИЙМЭЛ ОЮУНЫ БОЛОВСРОЛЫН САЛБАРТ ҮЗҮҮЛЭХ ДАВУУ ТАЛ

Хиймэл оюун нэвтэрч буй салбар бүрдээ ахиц дэвшил, давуу тал, өөрчлөлтийг авчирч байна. Боловсролын салбар ч үүнээс үл хоцорч, сургалтын чанар, хүртээмж, үр дүнд чухал хувь нэмэр оруулж байна. Юуны өмнө хиймэл оюун нь багш нарын ажлын ачааллыг бууруулж, заах арга зүйг шинэ түвшинд хүргэхэд дэмжлэг үзүүлж байна. Тухайлбал: автомат үнэлгээ, шалгалт, бодлогын даалгавар засах системүүд нь багшийн цагийг хэмнэхээс гадна үнэлгээний алдааг бууруулж, нийт суралцагчид ижил стандартаар оноо өгөх боломжийг бүрдүүлдэг. Мөн хиймэл оюунд суурилсан аналитик системүүд нь суралцагчийн гүйцэтгэлд дүн шинжилгээ хийж, анхаарал хандуулах шаардлагатай агуулгыг тодорхойлсноор багш нар тухайн суралцагчид чиглэсэн арга хэмжээг авах нөхцөл бүрдэнэ.

Үүнээс гадна онлайн болон алсын зайн сургалт хиймэл оюуны тусламжтайгаар илүү хүртээмжтэй болж, боловсролын тэгш бус байдлыг бууруулахад хувь нэмэр оруулж байна. Ялангуяа Монголын хөдөө орон нутагт хүн ам сийрэг суурьшсан байдлаас шалтгаалж үүсдэг боловсролын тэгш бус байдлыг шийдвэрлэхэд энэхүү технологи чухал үүрэг гүйцэтгэнэ. ЮНЕСКО-гийн зүгээс интернэт сүлжээнд холбогдох боломжгүй бүс нутгийн суралцагчдад зориулан Kolibri гэх офлайн горимд ажилладаг боловсролын платформыг нэвтрүүлэх ажлыг дэмжиж байгаа бөгөөд уг платформ өнөөдрийн байдлаар дэлхийн 200 гаруй улс оронд 10 гаруй сая хүүхдэд хүрчээ. [2]

Мөн хиймэл оюуны технологи нь гадаад хэл, программчлал, STEM хичээлүүдийг илүү сонирхолтой, үр дүнтэй сурах боломжийг бүрдүүлж байна. Тухайлбал: Duolingo, Khan Academy зэрэг платформууд нь хиймэл оюуны тусламжтайгаар суралцагчийн сонирхлыг татахуйц, идэвхтэй оролцоог дэмжсэн сургалтын орчин бүрдүүлснээр сая сая хэрэглэгчдэд боловсролыг хүртээмжтэй хүргэж байна. [5]

III. ХИЙМЭЛ ОЮУНЫ БОЛОВСРОЛЫН САЛБАРТ ҮЧРҮҮЛЖ БУЙ СОРИЛТ БЭРХШЭЭЛ

Хиймэл оюун боловсролын салбарт олон боломжийг нээж байгаа ч үүний зэрэгцээ тодорхой сорилт, бэрхшээлүүдийг ч дагуулж байна. Технологийн хурдацтай хөгжил, хүртээмжийн ялгаа, ёс зүйн болон мэдээллийн нууцлалтай холбоотой асуудлууд нь хиймэл оюуныг боловсролд үр дүнтэй, шударга ашиглахад саад болж байна.

A. Ёс зүй, оюуны өмчийн асуудал

Хиймэл оюуныг даалгавар, бие даалт, тайлан бичихэд зохисгүй ашиглах тохиолдол өсөж буй нь боловсролын ёс зүйд сөргөөр нөлөөлж байна. 2023 онд Turnitin компани хиймэл оюунаар бичигдсэн агуулгыг илрүүлэх шинэчлэлтээ танилцуулж, 200 сая гаруй бичвэрийг шалгасан бөгөөд тэдгээрийн 11 хувь нь 20-иос дээш хувьтайгаар AI-аар бичигдсэн болохыг тогтоосон байна. [6]

B. Мэдээллийн нууцлал, хамгаалалт

Суралцагчдын хувийн мэдээлэл, сурах хэв маяг, гүйцэтгэл зэрэг мэдээллийг AI системүүд цуглуулж, боловсруулж байдаг. Гэвч эдгээр өгөгдөл хэрхэн хадгалагдаж, хамгаалагдаж байгаа нь тодорхойгүй байгаа нь мэдээллийн нууцлалын эрсдэлийг бий болгож байна. Жишээ нь: 2022 онд АНУ-ын нэгэн боловсролын платформ кибер халдлагад өртөж, 820,000 хэрэглэгчийн мэдээлэл алдагдсан тохиолдол гарсан байна. [7]

C. Хүртээмжийн ялгаа ба дэд бүтцийн хомсдол

Хиймэл оюуныг үр дүнтэй ашиглахад өндөр хурдны интернэт болон технологийн төхөөрөмж зайлшгүй шаардлагатай. Харамсалтай нь, хөгжиж буй орнууд, хөдөө орон нутгийн сургуулиудын хувьд энэ нь томоохон бэрхшээл хэвээр байна. ЮНЕСКО-гийн судалгаагаар дэлхий даяар сурагчдын 46% нь AI ашиглахад шаардлагатай интернэт болон төхөөрөмжгүй орчинд амьдардаг гэжээ. [8] Мөн Дэлхийн банкны 2023 оны тайланд хөгжиж буй орнуудын 60% нь сургуулийн орчинд интернэтийн хүртээмж хангалтгүй хэмээн дурдсан байна. [9]

D. Багш нарын ур чадварын бэлтгэл хангалтгүй байдал

Хиймэл оюуны технологийг үр дүнтэй ашиглахад багш нарын мэдлэг, ур чадвар маш чухал. Гэсэн ч олон багш хиймэл оюуныг сургалтад ашиглах боломжтой гэж үзсэн ч хэрхэн зөв ашиглах талаарх арга зүй, сургалт дутагдалтай байна. EdTech Hub-ийн 2023 оны судалгаанд оролцсон багш нарын олонх нь хиймэл оюуны хэрэгслүүдийг ашиглах хэрэгцээг хүлээн зөвшөөрсөн ч, үр дүнтэй хэрэглээний талаарх хангалттай мэдээлэлгүй байгаагаа илэрхийлжээ. [10]

Эдгээр сорилтыг төр засгийн бодлого, сургалт, хамтын ажиллагааны түвшинд шийдвэрлэх нь AI-г боловсролд үр дүнтэй нэвтрүүлэх үндэс болох юм.

IV. МОНГОЛ УЛСЫН БОЛОВСРОЛЫН САЛБАР ДАХЬ ХИЙМЭЛ ОЮУНЫ НЭВТРЭЛТ

Манай улсад үндэстний онцлогт тохирсон хиймэл оюун бүхий системүүд аль хэдийн хэрэглээнд нэвтрээд эхэлсэн. Тухайлбал: Болор софт компаниас хөгжүүлсэн ярианаас текст рүү буулгах, текстийг дуу бичлэг болгож хувиргах программууд зах зээлд гарч, хэрэглэгчдэд нээлттэй болсон. Хиймэл оюуны технологи нь салбар бүрд шинэ боломж үүсгэж, боловсролын салбарт нэвтрүүлэх нь тэргүүлэх ач холбогдолтой. Гэвч үүнийг хэрэгжүүлэхэд тодорхой

сорилт, бэрхшээлүүдийг даван туулах шаардлагатай байна.

Монгол Улсын өргөн уудам газар нутаг, хүн амын тархай бутархай байршил нь боловсролын тэгш хүртээмжийг хангахад хүндрэл учруулж байна. Хиймэл оюуны технологи ашигласнаар алслагдсан бүс нутгийн суралцагчдад цахим сургалтад хамрагдах боломжийг олгож, боловсролын чанар, хүртээмжийг сайжруулах боломжтой. Гэхдээ хиймэл оюуныг үр дүнтэй ашиглахын тулд өндөр хурдны интернэт, ухаалаг төхөөрөмжүүд шаардлагатай. Тухайлбал: манай зарим бүс нутагт дэд бүтцийн хүртээмж хангалтгүй байгаа нь асуудал болж байна. Монгол Улсын Боловсролын Яамны 2024 онд зохион байгуулсан “Боловсролын салбарын цахим хуваагдал” уулзалтад сургуулийн 77.5% нь интернэтэд холбогдсон [11] гэж мэдээлсэн. Гэвч холбогдсон сүлжээний хурд, тогтвортой байдал нь бүс нутгаас хамааран харилцан адилгүй байна. Иймд Засгийн газар бүх боловсролын байгууллагыг өндөр хурдны интернэтээр хангах, сурагч бүрийг ухаалаг төхөөрөмжөөр хангах зорилт тавьж, энэ чиглэлд ажиллаж байна. Хэрэв энэхүү төлөвлөгөө амжилттай хэрэгжвэл, оршин суугаа газраас үл хамааран, хиймэл оюунд суурилсан системийг ашиглах боломж бүрдэнэ.

Хиймэл оюунд суурилсан сургалтын хөтөлбөр, виртуал туслахуудыг хөгжүүлснээр багш нарын ажлыг хөнгөвчилж, сургалтын чанарыг дээшлүүлэх боломж бүрдэнэ. Боловсролын яам нь багш нарт хичээл төлөвлөх, үнэлгээ хийх, нэмэлт контент боловсруулахад туслах AI виртуал туслах хөгжүүлэх төслийг хэрэгжүүлж, үүнийг хариуцан ажиллах үндэсний багийг бүрдүүлэн ажлыг эхлүүлжээ. [12] Мөн хиймэл оюуныг боловсролын системд нэвтрүүлэх хөтөлбөрт хамрагдахаар олон улсын Code.org байгууллагын төлөөлөлтэй уулзалт хийсэн байна. [13] Эдгээр төслийн үр дүн амжилттай хэрэгжвэл, хиймэл оюуны нөлөө манай улсын боловсролын салбарт үр дүнтэй байх нь дамжиггүй. Нөгөө талаас хиймэл оюуныг сургалтад үр дүнтэй ашиглахын тулд багш нарын мэдлэг, ур чадварыг дээшлүүлэх шаардлага тулгарч байна. Багш нарт зориулсан дижитал ур чадварын сургалтуудыг зохион байгуулж эхэлсэн ч, энэ чиглэлээр илүү өргөн хүрээтэй, тогтвортой сургалтууд хэрэгтэй байна.

Мөн их, дээд сургуулиудад хиймэл оюуны хөтөлбөрүүдийг шинээр боловсруулж, оюутнуудыг уг салбарт бэлтгэх ажил эхэлсэн нь хиймэл оюуны салбарыг хөгжүүлэхэд чухал хувь нэмэр оруулах боломж бүрдүүлж байна. Тухайлбал: эдгээр хөтөлбөр нь оюутнуудад хиймэл оюуны үндсэн мэдлэг, ур чадварыг олгохоос гадна, түүнийг практик ашиглалтад хэрхэн зөв хэрэглэх талаар зааварчилгаа өгч, салбарын хөгжилд шинэ залуу мэргэжилтнүүдийг бэлтгэх ач холбогдолтой.

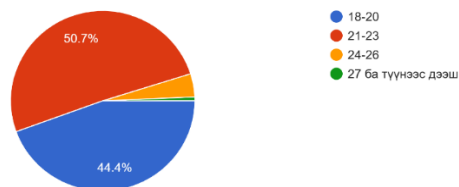
Хэдий улсын хэмжээнд хиймэл оюуны хөгжлийг дэмжих үндэсний стратеги боловсруулах ажил эхэлсэн [14] ч, боловсролын салбарт энэ технологийг хэрхэн зөв зохицуулах, хэрэглээтэй холбогдох бодлого, аргачлал, зохицуулалт нь хараахан тодорхой

биш байна. Боловсролын салбар дахь хиймэл оюуны нэвтрэлтийг үр дүнтэй болгож, зөв зохицуулалт хийх нь тухайн салбарын хөгжлийг түргэтгэх гол түлхүүр болно.

V. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Боловсролын салбарт хүчтэй нэвтэрч, сургалтын чанар, хүртээмжид шинэ боломжуудыг авчирсан хиймэл оюуны технологи нь манай улсын их, дээд сургуулийн оюутнуудын дунд өргөнөөр ашиглагдаж байна. Энэхүү судалгаа нь оюутнууд хиймэл оюуныг хичээлдээ хэрхэн, ямар түвшинд ашиглаж буйг тодорхойлох, түүний үр нөлөө, давуу болон сул талыг судлахад чиглэсэн. Энэхүү судалгааг 2025 оны 4-р сарын эхний долоо хоногт цахимаар авсан бөгөөд нийт 144 оюутан оролцов. Судалгааг ерөнхий мэдээлэл, хиймэл оюун ашиглах байдал, хиймэл оюуны үр нөлөө, хиймэл оюун ашиглахтай холбоотой бэрхшээл, ёс зүйн асуудал гэсэн дөрвөн хэсэгт хувааж, нийт 15 асуулгатайгаар авав. Судалгааны асуулгын агуулгыг мэргэжлийн багш нарын хяналтаар баталгаажуулсан бөгөөд асуулгын найдвартай байдлыг Кронбах Альфа коэффициентээр шалгахад дундаж үзүүлэлт 0.72 гарсан. Судалгаанд оролцогчдын ихэнх нь 21–23 насны бакалаврын түвшний оюутан (Зураг 1) бөгөөд инженер, технологи, компьютерын ухааны чиглэлээр 1-5-р курсийн суралцагч байв. Ерөнхий мэдээллийн хэсгээс насны харьцаа харуулсан үзүүлэлтийг дараах зурагт

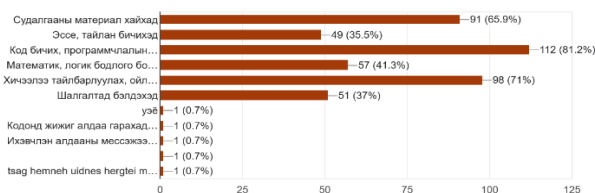
Таны нас?
144 responses



1-р зураг. Судалгаанд оролцогчдын насны харьцаа

Хиймэл оюун ашиглах байдал хэсэгт AI хичээлдээ ашиглаж байсан эсэх (Зураг 2), ямар зорилгоор ашигладаг, ашиглалтын давтамж, ямар AI хэрэгсэл ашигладаг талаар асуув. Оролцогчдын 95.1 хувь нь хиймэл оюуныг хичээлдээ ашиглаж байсан гэж хариулсан бөгөөд нийтлэг зорилго нь код бичих, программчлалын тусламж авах (81.2%), хичээлээ тайлбарлуулах ойлгох (71%), судалгааны материал хайх (65.9%), шалгалтад бэлдэх (37%) эсээ, тайлан бичих (35.5%) зэрэг байв. AI-г өдөр бүр (50%) болон долоо хоногт хэд хэдэн удаа (43.5%) хэрэглэдэг байна.

Хэрэв тийм бол AI-г ямар зорилгоор ашигладаг вэ?
138 responses

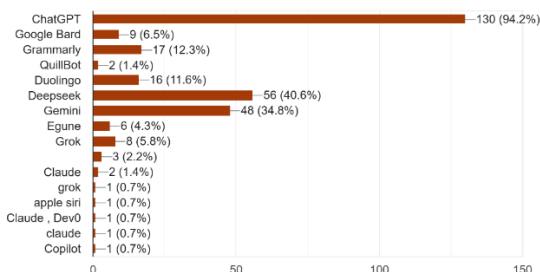


2-р зураг. AI-г ашиглах зорилго

Хамгийн өргөн хэрэглэгддэг хиймэл оюуны хэрэгслүүд (Зураг 3) нь ChatGPT (94.2%), Deepseek (40.6%), Gemini (34.8%), Grammarly (12.3%), Duolingo (11.6%) бөгөөд Google bard, Grok, Copilot, Egune зэрэг бусад платформыг давхар ашигладаг байна.

Та ихэвчлэн ямар AI хэрэгсэл ашигладаг вэ?

138 responses



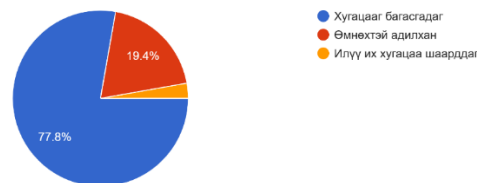
3-р зураг. Ашигладаг AI хэрэгслүүд

Хиймэл оюуны үр нөлөө хэсэгт AI хичээлд хэр үр дүнтэй тусалдаг, AI ашиглах нь хичээлд зарцуулах хугацаанд хэрхэн нөлөөлдөг (Зураг 4), AI ашигласнаар суралцах арга барилд ямар өөрчлөлт гарсан талаар судалсан бөгөөд AI-ийн хичээлд үзүүлэх нөлөөллийг оролцогчдын 52.8% нь эергээр буюу маш үр дүнтэй гэж үнэлсэн байна. Пирсоны корреляцын шинжилгээгээр AI-ийн хэрэглээний давтамж болон хичээлд зарцуулах цаг хэмнэлтийн хооронд сул эерэг хамаарал ($r = 0.31$, $p < 0.05$) ажиглагдлаа. Энэ нь AI ашиглах нь цаг хэмнэхэд тодорхой хэмжээгээр нөлөөлж байгаа боловч энэ нь шийдвэрлэх цорын ганц хүчин зүйл биш болохыг харуулж байна. Инженерийн чиглэлийн оюутнуудын хувьд AI-ийг нарийн төвөгтэй кодчиллын даалгаварт ашиглах үед эргээд шалгах, засах ажиллагаа нь цаг хэмнэлтийн коэффициентийг бууруулахад нөлөөлсөн байх магадлалтай юм. Хиймэл оюун ашиглан хичээлээ тайлбарлуулснаар 77.1% нь хичээл илүү ойлгомжтой болсон гэж үзжээ. Үүний үр дүнд 77.8% нь хичээлд зарцуулах хугацаа багассан, 41% нь бүтээлч байдал сайжирсан гэх эерэг өөрчлөлт гарсан хэдий ч зарим оюутан бие дааж хийх чадвар буурсан гэж тэмдэглэсэн нь анхаарал татаж байна. Судалгааны хүрээнд AI-ийн үр дүнтэй байдал болон хичээлд зарцуулах хугацааны хэмнэлтийн хоорондын хамаарлыг шалгахад $r = 0.44$ гарсан нь статистик ач холбогдол бүхий дунд зэргийн эерэг хамаарал болохыг харуулж байна. Энэхүү үр дүн нь AI-ийг сургалтын үйл ажиллагаанд зөвөөр нэгтгэж чадвал оюутны цаг төлөвлөлтийг сайжруулж, бие даан суралцах процессыг хурдасгах боломжтойг харуулж буй хэрэг юм. Дээрх хариултуудыг үндэслэн, AI нь оюутнуудад багшийн тайлбарыг авах боломжгүй үед хурдан хариулт авч, цаг хэмнэхэд

туслах хэрэгсэл болж байна.

AI ашиглах нь таны хичээлдээ зарцуулах хугацаанд хэрхэн нөлөөлдөг вэ?

144 responses

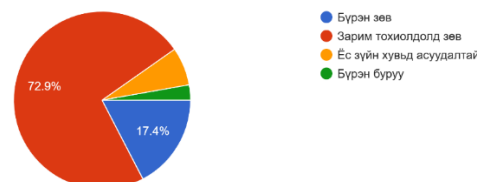


4-р зураг. AI хичээлд зарцуулах хугацаанд нөлөөлөх байдал

AI ашиглахтай холбоотой бэрхшээл, ёс зүйн талаарх хэсэгт AI ашиглах нь ёс зүйн хувьд хэр зөв тухай (Зураг 5), AI-с хамааралтай болох эрсдэл, ямар ашиглалтын эрсдэл байгаа талаар (Зураг 6) мөн AI-г боловсролын салбарт хэрхэн сайжруулж ашиглах талаар ямар саналтай байгаа тухай тандав. Асуултад нийт оролцогчдын 72.9% нь зарим тохиолдолд ашиглах нь зүйтэй гэж үзсэн бол 34.7% нь хиймэл оюунаас их хэмжээгээр хамааралтай болох эрсдэлтэй гэж тэмдэглэсэн байна. Оролцогчид гарч болох гол эрсдэлүүдэд бие даан сэтгэх чадвар буурах, баталгаагүй мэдээлэл авах, хуулбарлалт гэх мэтийн ёс зүйн асуудал, бичиж буй кодоо ойлгохгүй хиймэл оюунаар бичүүлэх зэрэг асуудлыг дурдсан байна. Хиймэл оюуны хэрэглээг сургуулийн орчин хааж хорих бус амжилттай туршлагуудыг хэрэгжүүлж суралцагчдын чадамжийг илүү тэлэх талаас нь дэмжихийг хүссэн саналыг гаргасан байна.

Та AI ашиглах нь ёс зүйн хувьд хэр зөв гэж боддог вэ?

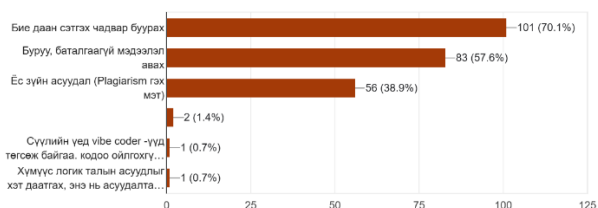
144 responses



5-р зураг. AI ашиглах ёс зүйн асуудал

Таны бодлоор AI ашиглалтын ямар эрсдэлүүд байдаг вэ?

144 responses



6-р зураг. AI ашиглалтын эрсдэлт хүчин зүйлс

Дүгнэлт

Монгол Улс боловсролын салбарт хиймэл оюуны технологийг нэвтрүүлснээр боловсролын чанар, хүртээмжийг сайжруулах өргөн боломж бүрдэж байна. Гэвч энэхүү боломжийг бүрэн хэрэгжүүлэхэд дэд бүтэц, хүний нөөцийн чадавх, бодлогын тодорхойгүй байдал зэрэг сорилтууд тулгарсаар байна. Хураангуйд дурдсан “Монголын нөхцөлд нийцсэн хэрэглээ” гэдэг нь Монгол хэл дээрх сургалтын эх сурвалжийн хомсдолыг AI ашиглан нөхөж буй байдал, хэлний бэрхшээлийг давах

технологийн шийдэл болон манай улсын боловсролын салбарт AI-ийн ёс зүйн хяналтын систем хараахан бүрдээгүй байгаа өнөөгийн нөхцөл байдлыг цогцоор нь илэрхийлсэн болно.

AI технологи нь оюутнуудын суралцах үйл явцыг хялбар, хүртээмжтэй болгох боломжийг олгож байгаа ч, түүнтэй зэрэгцэн хэт хамаарал, ёс зүйн зөрчил, мэдээллийн үнэн зөв байдал зэрэг эрсдэлүүдийг дагуулж байна. Тиймээс оюутнуудад AI-г зохистой ашиглах талаар бодлого, сургалт, зааварчилгаа хэрэгтэй байна.

Судалгаанаас харахад, Монгол оюутнууд AI-ийг виртуал туслах хэрэгсэл байдлаар ихэвчлэн ашиглаж байна. AI-ийг шууд шийдэл гаргагч бус, туслах хэрэгсэл болгон ашиглаж, хувьчлагдсан сургалт, ёс зүйн хяналтыг нэвтрүүлбэл боловсролд илүү үр дүнтэй хувьсгал авчирч чадна.

Судалгаанаас харахад AI нь оюутнуудад цаг хэмнэж, хичээлийг хялбар, ойлгомжтой болгох давуу талтай ч бие даан сэтгэх чадвар буурах, баталгаагүй мэдээлэл, ёс зүйн асуудал зэрэг эрсдэл дагуулж байна. Оюутнуудын 94.2% ChatGPT-г ашигладаг нь энэ хэрэгслийн түгээмэл байдлыг харуулж байгаа ч түүний хэрэглээг тэнцвэржүүлэх шаардлага тодорхой байна.

Цаашид төгсөх курсын оюутнуудын хувьд AI-ийг ажлын байран дээрх бүтээмжийг нэмэгдүүлэх үндсэн хэрэгсэл болгон нутагшуулах, харин доод курсын оюутнуудын хувьд бие даан сэтгэх чадварыг нь хамгаалах “холимог сургалтын” (Blended learning) загвар хамгийн оновчтой чиг хандлага болохоор байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] UNCTAD, "AI market projected to hit \$4.8 trillion by 2033, emerging as dominant Frontier Technology," 2025. [Online]. Available: <https://unctad.org/news/ai-market-projected-hit-48-trillion-2033-emerging-dominant-frontier-technology>.
- [2] UNESCO, Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education: A tool on whose terms?, 2023.
- [3] HolonIQ, "Global Education Outlook," 13 1 2023. [Online]. Available: <https://www.holoniq.com/notes/2023-global-education-outlook>.
- [4] V. Nikita and A. Park, "How effective is AI in education? 10 case studies and examples," 8 2 2023. [Online]. Available: <https://axonpark.com/how-effective-is-ai-in-education-10-case-studies-and-examples/>.
- [5] Z. J, Z. Y and Z. M, "The application of AI in online learning and its impact on student engagement," *Int. Conf. on Artificial Intelligence and Education (ICAIE)*, pp. 35-40, 2021.
- [6] S. A, "Turnitin Wrapped," Turnitin, 12 2023. [Online]. Available: <https://www.turnitin.com/blog/2023-turnitin-wrapped>.
- [7] C. B and J. O, "Personal data of 820,000 NYC students compromised in Hack," New York Post, 2022. [Online]. Available: <https://nypost.com/2022/03/26/nyc-students-have-personal-data-hacked>.
- [8] UNESCO, "Artificial Intelligence in education: Challenges and opportunities," UNESCO, 2022.
- [9] W. Bank, "Digital Progress and Trends report," World Bank, 2023.
- [10] E. Hub, "Teachers' readiness for using AI in education: Survey results," EdTech Hub Research, 2023. [Online]. Available: <https://edtechhub.org/research/teachers-ai-education-2023>.
- [11] БШУЯ, "Боловсролын салбарын цахим хуваагдал' уулзалтыг зохион байгуулж байна.," Монгол улсын засгийн газар, Боловсролын яам, 23 8 2024. [Online]. Available: <https://moe.gov.mn/post/158018>.
- [12] БЕГ, "Хиймэл оюунд суурилсан багшийн виртуал туслахыг хөгжүүлэх, өгөгдөл, мэдээллийг боловсруулах үндэсний баг ажлаа эхэллээ.," Боловсролын ерөнхий газар, 4 7 2024. [Online]. Available: <https://edu.gov.mn/public/article/2495>.
- [13] БШУЯ, "Хиймэл оюуныг боловсролын системд нэвтрүүлэх хөтөлбөрт хамрагдахаар ярилцав.," Монгол улсын засгийн газар, Боловсролын яам, 22 9 2023. [Online]. Available: <https://moe.gov.mn/post/132776>.
- [14] UNDP, "НҮБ-ын Хөгжлийн хөтөлбөр Монгол Улсын их өгөгдөл, хиймэл оюуны үндэсний стратегийн анхны чуулга уулзалтыг хамтран зохион байгууллаа.," НҮБ-ын хөгжлийн хөтөлбөр, 13 2 2025. [Online]. Available: <https://www.undp.org/mn/mongolia/press-releases/nub-yn-khogzhliyn-khotolbor-mongol-ulsyn-ikh-ogogdol-khiymel-oyuuny-undesniy-strategiyn-ankhny-chuulga-uulzaltyg-khamtran>.

ИХ СУРГУУЛИЙН БАЙГУУЛЛАГЫН СОЁЛЫН ҮНЭЛГЭЭ: ШИНЖЛЭХ УХААН, ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛИЙН ЖИШЭЭН ДЭЭР

Доржготовын ЭРДЭНЭТУЯА¹, Балжиннямын ТҮМЭНДЭЛГЭР², Хашхүүгийн АРИУНАА³

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Захиргааны удирдлагын газрын мэргэжилтэн, Менежментийн сургууль, Менежмент стратегийн тэнхим

²Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Захиргааны удирдлагын газар

³Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Менежментийн сургууль, Менежмент стратегийн тэнхим

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

Хураангуй: Энэхүү судалгаанд их сургуулийн байгууллагын соёлын өнөөгийн төлөв, дотоод бүтэц, системийн сорилтуудыг эмпирик байдлаар шинжиллээ. Судалгааг холимог аргын загвараар гүйцэтгэж, Шинжлэх ухаан, технологийн их сургуулийн 11 бүрэлдэхүүн сургууль болон захиргааны нэгжийн 840 багш, ажилтны (хамрагдалт 64.6%) тоон болон чанарын өгөгдлийг ашиглав. Байгууллагын соёлыг Денисоны байгууллагын соёлын загварт тулгуурласан 12 үзүүлэлтээр таван онооны Лайкертын шатлалаар үнэлж, 100 оноонд хөрвүүлсэн индексээр харьцуулсан шинжилгээ хийсэн. Мөн ажилтнуудын сэтгэл ханамж, удирдлагын үнэлгээ, ажлын стресс, ажлын байрны ёс зүйтэй холбоотой үзүүлэлтүүд болон нээлттэй асуултын өгөгдөлд сэдэвчилсэн дүн шинжилгээ хийв. Судалгааны үр дүнгээс харахад байгууллагын соёлын дундаж үнэлгээ 3.58 (71.55) байгаа нь дунд түвшний төлөвшилийг илтгэнэ. Өөриймсөг хандлага 3.88 (77.62), үнэнч шударга зарчим 3.75 (74.93), багийн сэтгэл 3.73 (74.62), зэрэг үнэт зүйлд суурилсан үзүүлэлтүүд харьцангуй өндөр үнэлэгдсэн бол цалин хангамж 3.18 (63.51), эрх мэдэл шилжүүлэлт 3.38 (67.61), олон ургалч үзэл 3.46 (69.26) зэрэг гүйцэтгэлүрамшуулалтай холбоотой хэмжээснүүд харьцангуй доогуур үнэлэгдсэн байна. Ажилласан жилийн хувьд шинээр орсон болон 16-20 жил ажилласан бүлэгт соёлын үнэлгээ харьцангуй өндөр, харин 1-15 ба 21-ээс дээш жил ажилласан бүлэгт байгууллагын соёлын үнэлгээ харьцангуй бага байна. Эдгээр үр дүн нь байгууллагын соёлыг хувь хүн, нэгжийн түвшний асуудал бус, институтийн тогтолцооны хүрээнд тайлбарлах шаардлагатайг харуулж байна

Түлхүүрүг: байгууллагын соёл, их сургууль, манлайлал, хүний нөөц

I. УДИРТГАЛ

Сүүлийн хоёр арван жилд их, дээд сургуулиудын өрсөлдөх чадвар, тогтвортой хөгжилд байгууллагын соёл чухал нөлөөтэй хүчин зүйл болохыг онолын болон эмпирик судалгаанууд тогтмол нотолж байна.¹ Байгууллагын соёл нь байгууллагын албан ёсны бүтэц, дүрэм журмаар зохицуулагдахгүй бөгөөд багш, ажилтны үнэт зүйл, итгэл үнэмшил, зан үйлийн хэвшил, манлайллын харилцаагаар дамжин байгууллагын бодит гүйцэтгэлд нөлөөлдөг цогц тогтолцоо гэж үздэг.²

Коттер 11 жилийн хугацаанд 200 гаруй байгууллагад судалгаа хийж соёл нь урт хугацаанд эдийн засгийн гүйцэтгэлд хүчтэй нөлөөлдөг гэж нотолсон.³ Их сургуулиуд нэгэн зэрэг институтийн шинэчлэл, төрийн зохицуулалт, олон улсын өрсөлдөөнд дасан зохицох шаардлагатай тулгарч байна.⁴ Соёл нь бүтэц зохион байгуулалт, ажилтан

буюу хүмүүс, ажлын агуулгатай нийцэж байж байгууллагын үр ашиг, өрсөлдөх чадвар нэмэгдэнэ.⁵ Ийм нөхцөлд байгууллагын соёл нь стратеги, хүний нөөцийн бодлого, удирдлагын тогтолцооны амжилтыг тодорхойлох гол хүчин зүйл болно гэж үзэж байна. Шинжлэх ухаан, технологийн их сургууль (ШУТИС) нь Монгол Улсын инженер, технологийн боловсролын тэргүүлэх байгууллагын хувьд олон бүрэлдэхүүн сургууль, олон үе давхаргатай хүний нөөцийн бүтэцтэй. 2025 онд хэрэгжүүлсэн байгууллагын соёлын судалгаа нь ШУТИС-ийн багш, ажилтнуудын 64.6 хувийг хамарсан, институтийн дотоод орчныг оношлох өргөн цар хүрээтэй судалгаа болсон байна.⁶ Энэхүү өгөгдөл нь байгууллагын соёлыг академик түвшинд шинжилж, онолын хүрээнд тайлбарлах боломжийг бүрдүүлж байна. Гэвч бусад их сургуулийн орчинд институтийн бодлогын уялдаатай холбон системтэй шинжилсэн эмпирик судалгаа харьцангуй хомс байна.⁷ Иймд энэхүү өгүүллийн зорилго нь ШУТИС-ийн байгууллагын соёлын өнөөгийн төлөв,

¹W. G. Tierney, *Organizational culture in higher education, The journal of higher education*, vol. 59, no. 1, pp 2-21, 1988; K.S. Cameron & R. E. Quinn, *Diagnosing and changing organizational culture: Based on the competing values framework*, 3rd ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2011

²E. H. Schein, *Organizational culture and leadership*, 4th ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2010

³J. P. Kotter & J. L. Heskett, *Corporate Culture and Performance*. New York, NY, USA: Free Press, 1992

⁴W. R. Scott, *Institutions and organizations: Ideas, interests, and identities* (4th ed.) Thousand Oaks, CA, USA: Sage, 2014

⁵D. A. Nadler and M. L. Tushman, "A model for diagnosing organizational behavior" *Organizational Dynamics*, vol. 9, no. 2, pp. 35-51, 1980

⁶Шинжлэх ухаан, технологийн их сургууль, Байгууллагын соёлын судалгааны тайлан. Улаанбаатар, Монгол Улс, 2025.

⁷D. R. Denison, S. Haaland, and P. Goelzer, "Corporate culture and organizational effectiveness: Is Asia different from the rest of the world?" *Organizational Dynamics*, vol. 33, no. 1, pp. 98-109, 2004.

илэрч буй хэв шинжүүдийг эмпирик өгөгдөлд тулгуурлан институтийн түвшинд шинжилж, байгууллагын хөгжлийн бодлогын онол, практикийн ач холбогдлыг тодорхойлох явдал юм.

II. ОНОЛЫНҮНДЭСЛЭЛ БА СУДАЛГААНЫ АСУУДАЛ

Байгууллагын соёл нь удирдлага, зохион байгуулалт, байгууллагын гүйцэтгэл, хүний нөөцийн тогтвортой байдал, инновацын чадавхыг тайлбарлах суурь ойлголт болж ирсэн.⁸ Судлаачид байгууллагын соёлыг хамтын үнэт зүйл, итгэл үнэмшил, зан үйлийн хэвшил, албан ба албан бус дүрмийн нийлбэр хэмээн тодорхойлж, эдгээр нь байгууллагын стратеги болон бодит гүйцэтгэлийн хооронд зуучлагчийн үүрэг гүйцэтгэдэг гэж үздэг.⁹ Денисоны байгууллагын соёлын загвар нь соёлыг байгууллагын үр дүнтэй холбон тайлбарлах боломж олгодог тул эмпирик судалгаанд өргөн ашиглагддаг.¹⁰ Тус загвар нь байгууллагын соёлыг оролцоо, тууштай байдал, дасан зохицох чадвар, зорилго чиглэл гэсэн дөрвөн үндсэн талбараар тодорхойлж, эдгээрийг илэрхийлэх 12 хэмжээсээр хэмжих боломжийг олгодог. Энэ нь соёлын “зөөлөн” шинж чанарыг тоон өгөгдөлд хөрвүүлэх, нэгж болон бүлгүүдийн хооронд харьцуулах давуу талтай.¹¹ Энэ судалгаа нь соёл ба гүйцэтгэл гэсэн холбоог онцолсон.¹² Шайны онолын хандлагаар байгууллагын соёл нь ил харагдах илрэл, тунхагласан үнэт зүйлс, суурь таамаглал гэсэн гурван түвшинд оршдог гэж үздэг. Энэхүү хандлага нь байгууллагын соёлын ил болон далд түвшний уялдааг тайлбарлахад чухал ач холбогдолтой бөгөөд тоон судалгааны үр дүнг тайлбарлах онолын суурь болдог.¹³ *Жижиг байгууллагыг эзэн нь, дунд байгууллагыг менежмент нь, том байгууллагыг СОЁЛ нь удирддаг.*¹⁴ Байгууллагын соёл нь хамтын ойлголт, хамтын үнэт зүйлс, хамтын итгэл найдвар бөгөөд эдгээр зүйл нь байгууллагад хүмүүс хэрхэн ажиллах, харилцах зан үйлийг чиглүүлж байдаг биет бус хөрөнгө юм.¹⁵ Их, дээд сургуулийн орчинд Камерон ба Куинны үнэт зүйлсийн өрсөлдөх чадвар

нь байгууллагын соёлын дотоод нэгдэл гадаад чиг баримжаа, уян хатан байдал, хяналтын тэнцвэрийг тайлбарлахад өргөн хэрэглэгддэг.¹⁶ Энэхүү өрсөлдөх чадвар нь их сургуулийн дотоод хамтын ажиллагаа, инновац, тогтвортой байдал зэрэг заримдаа зөрчилдөх үнэт зүйлс зэрэгцэн оршдогийг ойлгоход тустай.¹⁷ *Их сургуулиуд нь нэг талаас төрийн бодлого, зохицуулалтын хатуу хүрээнд, нөгөө талаас олон улсын чанарын шалгуур, өрсөлдөөнд дасанзохицох шаардлагатай байдаг.*¹⁸ Энэ давхар дарамт нь байгууллагын соёлын институтчилэлд онцгой нөлөө үзүүлдэг. Судалгаанд их сургуулийн үнэт зүйлс тогтвортой боловч тэдгээрийг гүйцэтгэл, урамшуулал, хүний нөөцийн бодлоготой уялдуулах механизм харьцангуй доогуур байх хандлага ажиглагдлаа.¹⁹ Монголын их дээд сургуулиудын хувьд хүний нөөцийн шилжилт хөдөлгөөн, багш ажилтнуудын нас, хүйсийн харьцаа, олон шатлалтай бүтэц, карьерын тодорхой бус байдал нь байгууллагын соёлын судалгааг институтийн түвшинд авч үзэх шаардлагыг улам нэмэгдүүлж байна.

Дээрх онолын хүрээнд тулгуурлан энэхүү судалгаа нь байгууллагын соёлыг “сайн/муу” гэсэн үнэлгээний түвшинд бус, харин хэв шинж, ялгаа, институтийн уялдааны түвшинд шинжлэхийг зорив. Судалгааны үндсэн асуудлыг дараах асуултуудаар тодорхойлов:

1. ШУТИС-ийн байгууллагын соёлын ерөнхий түвшин, дотоод бүтэц ямар хэв шинжтэй байна вэ?
2. Соёлын 12 үзүүлэлтийн үнэлгээ байгууллагын нэгж болон ажилласан жилийн ялгаагаар хэрхэн өөрчлөгдөж байна вэ?
3. Илэрсэн үр дүн нь байгууллагын хөгжлийн бодлогын институтийн ямар сорилтуудыг илэрхийлж байна вэ?

Эдгээр асуултад хариулахдаа судалгааны үр дүнг хувь хүн, тодорхой нэгжид чиглэсэн дүгнэлт хийхээс зайлсхийж, их сургуулийн зохион байгуулалт, хүний нөөцийн бодлогын хүрээнд тайлбарлана.

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Энэхүү судалгааг байгууллагад суурилсан эмпирик судалгааны загвараар гүйцэтгэж, тоон ба чанарын өгөгдлийг хослуулсан холимог аргын хандлагыг ашиглав. Холимог аргыг сонгосон үндэслэл нь байгууллагын соёлын олон хэмжээс бүхий,

⁸D. R. Denison and A. K. Mishra, “Toward a theory of organizational culture and effectiveness,” *Organization Science*, vol. 6, no. 2, pp. 204–223, 1995.

⁹K. S. Cameron and R. E. Quinn, *Diagnosing and Changing Organizational Culture: Based on the Competing Values Framework*, 3rd ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2011.

¹⁰R. Jacobs & D. R. Denison. How do leaders influence organizational culture? *Leadership & Organization Development Journal*, vol. 28(6), no. 7, pp. 523–529, 2007

¹¹D. R. Denison, *Corporate Culture and Organizational Effectiveness*. New York, NY, USA: Wiley, 1990

¹²D. R. Denison & A. K. Mishra, Toward a theory of organizational culture and effectiveness, *Organization Science*, vol. 6, no. 2, pp. 204–223, 1995

¹³E. H. Schein, *Organizational Culture and Leadership*, 4th ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2010.

¹⁴H. Mintzberg, *The Structuring of Organizations*. Englewood cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 1979

¹⁵E. H. Schein, *Organizational culture and leadership*, 4th ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2010

¹⁶K. S. Cameron & R. E. Quinn, *Diagnosing and changing organizational culture: Based on the competing values framework* 3rd ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2011

¹⁷W. G. Tierney, *Organizational culture in higher education: Defining the essentials*. *The Journal of Higher Education*, vol. 59(1), pp. 2–21, 1988

¹⁸B. R. Clark, *The higher education system: Academic organization in cross-national perspective*. Berkeley, CA, USA: University of California Press, 1983

¹⁹R. D. Denison, S. Haaland and P. Goelzer, *Corporate culture and organizational effectiveness: Is Asia different from the rest of the world?* *Organizational Dynamics*, vol. 33, no. 1, pp. 98–109, 2004

субъектив шинж чанартай үзэгдлийг зөвхөн тоон хэмжилтээр тайлбарлах боломж хязгаарлагдмал байдагтай холбоотой.²⁰ Судалгааг Шинжлэх ухаан, технологийн их сургуулийн арван нэгэн бүрэлдэхүүн сургуулиуд болон захиргааны нэгжийг хамруулан хэрэгжүүлсэн. Судалгаанд нийт 840 багш, ажилтан оролцсон нь байгууллагын нийт багш ажилтны 64.6 хувийг эзэлж байна.²¹ Ийм хамрагдалт нь судалгааны үр дүнг тухайн байгууллагын хүрээнд төлөөлөхүйц гэж үзэх боломжийг олгодож байна. Түүврийн бүтцийг ажилласан жилийн ангиллаар авч үзэхэд 21-ээс дээш жил болон 11-20 жил ажилласан ажилтнуудын эзлэх хувь харьцангуй өндөр байгаа нь байгууллагын соёлыг карьерын үе шаттай уялдуулан шинжлэх боломж бүрдүүлсэн. Байгууллагын соёлыг хэмжихдээ Денисоны байгууллагын соёлын загварт суурилсан 12 үзүүлэлтийг таван онооны Лайкертын шатлалаар үнэлж, 100 оноонд хөрвүүлсэн индексээр харьцуулан ашиглав. Тоон өгөгдлийг стандартчилсан асуумжийн аргаар цуглуулж, чанарын өгөгдлийг нээлттэй асуултаар авсан. Чанарын өгөгдлийг сэдэвчилж кодчиллын аргаар боловсруулж, тоон үр дүнг тайлбарлахад ашиглав.²² Өгөгдөлд тайлбарлах статистик болон харьцуулсан шинжилгээ хийж, байгууллагын нийт түвшин, нэгж болон ажилласан жилийн ялгааг тодорхойлов. Судалгааны зорилго нь шалтгааны хамаарлыг тогтоох бус, харин институтийн түвшний хэв шинж, хандлагыг илрүүлэхэд чиглэсэн болно. Судалгаанд оролцогчдын оролцоо сайн дурын үндсэн дээр явагдсан бөгөөд өгөгдлийг нэр нууцлан боловсруулсан. Судалгааны үр дүнг хувь хүн, тодорхой нэгжийг тодорхойлох байдлаар ашиглаагүй бөгөөд байгууллагын хөгжлийн зорилгод чиглүүлсэн. Энэхүү судалгаа нь нэг байгууллагын жишээнд тулгуурласан тул үр дүнг бусад байгууллагад шууд ерөнхийлөхөд болгоомжтой хандах шаардлагатай. Гэсэн хэдий ч түүврийн хэмжээ, хамрагдалт өндөр байгаа нь институтийн дотоод түвшинд тайлбар хийхэд хангалттай суурь болно гэж үзэж байна.

IV. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Судалгаанд ашигласан байгууллагын соёлын 58 асуулт бүхий хэмжүүрийн дотоод нийцтэй байдлыг Кронбахын альфа коэффициентоор үнэлэв. Найдвартай байдлын шинжилгээнд нийт 840 оролцогчоос бүрэн мэдээлэлтэй 799 тохиолдлыг (95.1%) хамруулж, 41 тохиолдлыг (4.9%) бүх хувьсагчид дутуу хариулттай байсан тул бүрэн

тохиолдлын аргаар (бүрэн хариулттай өгөгдлийг сонгон) хассан болно.

Шинжилгээний үр дүнд Кронбахын альфа коэффициент $\alpha = 0.976$ гарсан нь хэмжүүрийн дотоод нийцтэй байдал маш өндөр түвшинд байгааг илтгэж байна. Судалгааны арга зүйн нийтлэг шалгуураар $\alpha \geq 0.70$ бол хүлээн зөвшөөрөхүйц, $\alpha \geq 0.80$ бол сайн, $\alpha \geq 0.90$ бол маш сайн найдвартай байдалд тооцогддог. Иймд энэхүү судалгаанд ашигласан хэмжүүр нь статистикийн хувьд тогтвортой, дотоод бүтэц сайтай, судалгааны зорилгод нийцсэн хэмжилтийн хэрэгсэл болох нь батлагдав. Кронбахын альфа коэффициент 0.95-аас дээш гарсан тохиолдолд зарим асуулт агуулгын хувьд давхцах магадлалтай байдгийг судлаачид тэмдэглэдэг. Гэвч энэхүү судалгаанд байгууллагын соёлын олон талт хэмжээсийг цогцоор нь үнэлж байгаа тул өндөр альфа коэффициент нь хэмжүүрийн ерөнхий нэгдмэл байдлыг илтгэж байна. Цаашид хэмжүүрийн бүтэцлэгдсэн хүчин зүйлийн шинжилгээ хийж баталгаажуулснаар хэмжилтийн оновчтой байдлыг улам нарийвчлан тодорхойлох боломжтой. Ийнхүү найдвартай байдлын шинжилгээний үр дүн нь судалгаанд ашигласан асуулгын дотоод нийцтэй байдал хангалттай өндөр, өгөгдөлд үндэслэн хийсэн дүгнэлт статистикийн хувьд итгэлтэй болохыг харуулж байна.

Ажилтнуудын сэтгэл ханамжийн ерөнхий төлөв, ажилтны сэтгэл ханамж ба байгууллагын үнэт зүйл, оролцоотой холбон ангилах Спекторын аргаар өөрийн хийж байгаа ажилдаа сэтгэл ханамжтай байх, ажиллаж байгаа байгууллагадаа сэтгэл ханамжтай байх тухай ойлголт нь хоорондоо ялгаатай ойлголтыг хооронд нь харьцуулан аль алинд нь сэтгэл ханамжтай буюу байгууллагадаа үнэ цэнтэй, оролцоо сайтай “Амбасадор” бүлэг, нөгөө талд оролцоо муу, сэтгэл ханамжгүй, хортой “Малконтент” бүлгийг тодорхойлсон.²³ Судалгаанд оролцсон багш, ажилтнуудын ажлын болон байгууллагад хандах сэтгэл ханамжийг үнэлэхэд байгууллага болон ажилдаа аль алинд нь сэтгэл ханамжтай “Амбасадор” бүлэгт судалгаанд хамрагдсан нийт ажилтны 78.1%, байгууллагадаа сэтгэлханамжтай боловч, хийж байгаа ажилдаа сэтгэл ханамж багатай “Компани орендэд” бүлэгт 4.9% байна. Харин хийж байгаа ажилдаа сэтгэл ханамжтай боловч ажиллаж байгаа байгууллагадаа сэтгэл ханамж багатай “Карьер орендэд” бүлэгт 5.7% байгаа бол, ажиллаж байгаа байгууллагадаа ч, хийж байгаа ажилдаа ч аль алинд нь сэтгэл ханамжгүй “Малконтент” бүлэгт 11.3% байна. (1-р зургаас харна уу.)

²⁰ J. W. Creswell & V. L. Plan, *Clark, Designing and conducting mixed methods research*, 3rd ed, Thousand Oaks, CA, USA: Sage, 2018

²¹ Шинжлэх ухаан, технологийн их сургууль, Байгууллагын соёлын судалгааны тайлан, Улаанбаатар, Монгол улс, 2025

²² V. Braun, & V. Clarke, *Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology*, vol. 3(2), pp. 77–101, 2018

²³ P. E. Spector, *Job satisfaction: Application, assessment, cause, and consequences*. Thousand Oaks, CA, USA: Sage, 1997



1-р зураг. Сэтгэл ханамжийн ерөнхий хандлага

“Амбасадор” бүлэг дэх ажилтнуудыг хадгалах, тогтоон барих, илүү олон болгох бодлого хэрэгтэй бол “Малконтент” бүлэг дэх ажилтнуудыг цөөлөх хэрэгтэй. Одоо ажиллаж байгаа энэ байгууллагыг карьер хийхдээ ашиглан өндөр “Карьер оролцол” бүлэг дэх ажилтнуудын сэтгэл дундуур байгаа шалтгааныг олох хэрэгтэй. Харин байгууллагадаа сэтгэл хангалуун боловч хийж байгаа ажилдаа сэтгэл дундуур “Компани оролцол” бүлэг дэх ажилтнуудын хувьд энэ хэвээр үргэлжилбэл ажлын гүйцэтгэлд сөргөөр нөлөөлж болошгүй, бүтээмжид нөлөөлөх учир ажил үүргийг нь солих, шилжүүлэх, ротаци хийх хэрэгтэй байна.

Байгууллагын соёлын ерөнхий индекс ба дотоод бүтэц - Байгууллагын соёлыг үнэлэхэд нийт дундаж үнэлгээ 3.58 (71.55) байна. Судалгааны үр дүнгээс харахад өөриймсөг хандлага 3.88 (77.62), үнэнч шударга зарчим 3.75 (74.93), багийн сэтгэл 3.73 (74.62) зэрэг үнэт зүйлд суурилсан үзүүлэлтүүд харьцангуй өндөр үнэлэгдсэн бол цалин хангамж 3.18 (63.51), эрх мэдэл шилжүүлэлт 3.38 (67.61), олон ургалч үзэл 3.46 (69.26) зэрэг гүйцэтгэл, урамшуулалтай холбоотой хэмжээснүүд доогуур үнэлэгдсэн байна. (1-р хүснэгтээс харна уу.)

ШУТИС-ийн 2025 ОНЫ БАЙГУУЛЛАГЫН СОЁЛЫН ОНОО

1-р ХҮСНЭГТ			
№	Үзүүлэлт	Тоон үзүүлэлт	Хувилсан үзүүлэлт
1	Олон ургалч үзэл	3.46	69.26
2	Багийн сэтгэл	3.73	74.62
3	Коучинг	3.58	71.69
4	Гүйцэтгэлийн үнэлгээ	3.60	72.06
5	Эрх мэдэл шилжүүлэлт	3.38	67.61
6	Мэргэшсэн өндөр чадавх	3.50	70.03
7	Цалин хангамж	3.18	63.51
8	Санал санаачилга	3.52	70.37
9	Өөриймсөг хандлага	3.88	77.62
10	Ажлын зохион байгуулалт	3.72	74.35
11	Итгэл үнэмшил	3.63	72.55
12	Үнэнч шударга зарчим	3.75	74.93
Дундаж		3.58	71.55

Тайлбар: Дундаж үзүүлэлтээс доогуур оноотой үзүүлэлтүүдийг улаан өнгөөр тэмдэглэв.

Эдгээр үзүүлэлтүүд нь Денисоны загварт тодорхойлсон “тууштай байдал” болон “оролцоо”

чиглэлтэй нийцэж байна.²⁴ Харин цалин хангамж 3.18 (63.51), эрх мэдэл шилжүүлэлт 3.38 (67.61), олон ургалч үзэл 3.46 (69.26) зэрэг үзүүлэлт харьцангуй доогуур үнэлэгдсэн нь байгууллагын соёлын “үнэт зүйл, урамшуулал, шийдвэр гаргалт” хоорондын уялдаа харьцангуй доогуур байгааг харуулж байна. Энэ нь байгууллагын соёлын дасан зохицох чадвар институтын түвшиндсорилт болж болзошгүйг илтгэнэ.²⁵ Судалгаанд хамрагдсан бүрэлдэхүүн сургуулиудын дунд судалгааны хугацаанд бүтэц, зохион байгуулалтын өөрчлөлт хийгдсэн нэгжүүд байсан бөгөөд энэ нь байгууллагын соёлын үнэлгээнд тодорхой хэмжээгээр нөлөөлөх боломжтойг харгалзан үзэх шаардлагатай. ШУТИС-ийн бүрэлдэхүүн сургуулиудын соёлын үнэлгээнүүд 3.25–3.83 хооронд байна. (2-р хүснэгтээс харна уу.)

БҮРЭЛДЭХҮҮН СУРГУУЛИУДЫН БАЙГУУЛЛАГЫН СОЁЛЫН ОНОО

2-р ХҮСНЭГТ	
Код	Тоон үзүүлэлт
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-01	3.57
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-02	3.38
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-03	3.42
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-04	3.83
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-05	3.25
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-06	3.72
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-07	3.75
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-08	3.62
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-09	3.66
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-10	3.38
Бүрэлдэхүүн сургууль 25-11	3.67

Тайлбар: ШУТИС-ийн дундаж үзүүлэлтээс доогуур оноотой үзүүлэлтүүдийг улаан өнгөөр тэмдэглэв.

Энэхүү судалгаанд бүрэлдэхүүн сургуулиудын байгууллагын соёлын үнэлгээг харьцуулан шинжилсэн боловч судалгааны ёс зүйн шаардлага болон дотоод мэдээллийн нууцлалыг хамгаалах зорилгоор бүрэлдэхүүн сургуулиудын нэрийг шууд дурдаагүй болно. Шинжилгээний үр дүнг танилцуулахдаа бүрэлдэхүүн сургуулиудыг кодчилсон хэлбэрээр (жишээлбэл: бүрэлдэхүүн сургууль 25-01, 25-02 гэх мэт) тэмдэглэн ашиглав. Ийнхүү кодчилсон хэлбэрээр илэрхийлэх нь судалгаанд оролцсон байгууллагын нэр хүндийг хамгаалах, судалгааны ёс зүйн нийтлэг зарчмыг баримтлахыг хичээлээ. Ингэснээр тухайн судалгааны зорилго болох байгууллагын соёлын ерөнхий төлөв, дотоод ялгаатай хэв шинжийг институцийн түвшинд тайлбарлахад саад учруулахгүй бөгөөд судалгааны дүгнэлт нь тодорхой нэгжийг үнэлэх бус, байгууллагын соёлын

²⁴ D. R. Denison, S. Haaland & P. Goetze, *Corporate culture and organizational effectiveness: Is Asia different from the rest of the world?* *Organizational Dynamics*, vol. 33, no.1, pp. 98–109, 2004

²⁵ D. R. Denison, *Corporate Culture and Organizational Effectiveness*. New York, NY, USA: Wiley, 1990

нийтлэг хандлагыг тодорхойлоход чиглэсэн болно. Эндээс байгууллагын соёл нэгдмэл боловч нэгжүүд ялгаатай байгааг харуулж байна. Судалгааны үр дүнгээс харахад бүх нэгжид цалин хангамж, эрх мэдэл шилжүүлэлт, олон ургалч үзэлтэй холбоотой үзүүлэлтүүд нийтлэг харьцангуй доогуур үнэлгээтэй байгаа нь энэхүү асуудал системийн шинжтэй болохыг нотолж байна. Ажилласан жилийн хувьд шинээр орсон 1 жил хүртэл болон ахмад 16-20 жил ажилласан бүлэгт соёлын үнэлгээ харьцангуй өндөр байгаа бол 1-15 жил ажилласан 21-ээс дээш жил ажилласан бүлэгт харьцангуй доогуур үнэлгээ давамгайлж байна. Энэ нь карьерын замналын тодорхой бус байдал, ажлын ачаалал, урамшууллын хүлээлт энэ түвшинд хуримтлагдах эрсдэлтэй байгааг илтгэнэ.²⁶

Удирдлагын үйл ажиллагааны дундаж үнэлгээ 3.52 (70.39) байгаа нь удирдлагын гүйцэтгэлийн суурь ойлгомжтой боловч өдөр тутмын эргэх холбоо, коучинг харьцангуй доогуур байгааг харуулж байна. Тухайлбал: “сүүлийн нэг сарын хугацаанд ажлаа сайн гүйцэтгэсний төлөө сайшаал магтаал авсан сонссон” 3.06 (61.18) гэж үнэлэгдсэн нь удирдлагын харилцааны институтчилэл харьцангуй доогуур байгааг илтгэнэ.²⁷ Мөн судалгаанд оролцогчдын ойролцоогоор 40 хувь нь ажлын стресс мэдэрч буйгаа илэрхийлсэн нь байгууллагын соёлын сэтгэл зүйн аюулгүй байдал, стресс менежментийн бодлогын сорилтыг харуулж байна. Ёс зүйн хувьд ажлын байрны таагүй зохисгүй үг яриа, үйлдэл тодорхой хувьд ажиглагдсан нь институтийн эрсдэлийг эрт илрүүлэх шаардлагатайг нотолж байна.²⁸

V. Хэлэлцүүлэг

Судалгааны үр дүн нь ШУТИС-ийн байгууллагын соёл үнэт зүйл, ёс зүй, хамтын ажиллагаанд суурилсан бат бөх суурьтайг харуулж байна. Энэ нь Денисоны байгууллагын соёлын загварт тодорхойлсон “тууштай байдал” болон “оролцоо” чиглэл тогтвортой байгааг илтгэх бөгөөд их сургуулийн институтийн хувьд эерэг суурь нөхцөл гэж үзэж байна.²⁹ Ажилласан жилийн хувьд илэрсэн “хоёр туйлт” хэв шинж нь байгууллагын соёлыг үе шаттай уялдуулан тайлбарлах шаардлагатайг харуулж байна. Камерон ба Куинны өрсөлдөх үнэт зүйлсийн хүрээгээр авч үзвэл, ШУТИС дотоод нэгдэл, тогтвортой байдалд илүү төвлөрсөн боловч уян хатан байдал, хувь хүний хөгжлийг дэмжих механизм харьцангуй доогуур

байгааг илтгэж байна.³⁰ Үүний үр дүнд багш ажилтнуудын ажлын ачаалал, карьерын тодорхой бус байдал, сэтгэл ханамжид нөлөөлөх сорилт байна. Мөн ажлын стресс, ёс зүйн эрсдэлийн илрэлүүд нь байгууллагын соёлыг зөвхөн гүйцэтгэл, үр ашигтай холбон тайлбарлах нь хангалтгүй бөгөөд сэтгэл зүйн аюулгүй байдал, ёс зүй нь байгууллагын тогтвортой хөгжлийн салшгүй хэсэг болохыг харуулж байна. Энэ нь их сургуульд хүний нөөцийн бодлого, институтийн дэмжлэгийг уялдуулах шаардлагатайг нотолж байна. Иймд энэхүү судалгааны хэлэлцүүлэг нь ШУТИС-ийн байгууллагын соёлыг хувь хүн, нэгжийн түвшинд бус, харин их сургуулийн зохион байгуулалт, бодлогын орчны хүрээнд авч үзэх нь онолын болон практик ач холбогдол үндэслэлтэй болохыг харуулж байна.

VI. Сайжруулах санал

Энэхүү судалгааны үр дүн нь ШУТИС-ийн байгууллагын соёлыг хөгжүүлэхэд институтийн түвшний уялдаа, механизм, бодлогын зохицуулалт чухал болохыг харуулж байна. Иймд доорх сайжруулалтын саналуудыг бодлогын чиглэл хэлбэрээр дэвшүүлж байна.

➤ *Манлайлал ба коучинг, эрх мэдэл шилжүүлэлтийн тогтолцоог институтчилэх*

Удирдлагын коучинг, эрх мэдэл шилжүүлэлт, өдөр тутмын сайшаал, магтаал харьцангуй доогуур үнэлэгдсэн нь манлайллын харилцаа хувь хүний хэв маягт хэт их тулгуурлаж байгааг илтгэнэ. Иймд манлайллыг хувь хүний чадварын асуудал бус, институтийн чадавхын асуудал болгон авч үзэх шаардлагатай. Судалгаанд тулгуурлан шууд удирдлагуудад чиглэсэн коучинг, менторшип, манлайллын хөгжлийн тогтолцоог байгууллагын стандарт процессын түвшинд нэвтрүүлэхийг санал болгож байна. Эрх мэдэл шилжүүлэлттэй холбоотой харьцангуй доогуур үнэлгээ нь шийдвэр гаргалтыг нэмэгдүүлэх институтийн механизм (жишээлбэл: тодорхой процессын түвшинд оролцооны эрх, үүргийг тодорхойлох) нь байгууллагын дасан зохицох чадвар, инновацийн суурийг бэхжүүлэх ач холбогдолтой учраас санал болгож байна.

➤ *Гүйцэтгэлийн үнэлгээ, карьер хөгжил, цалин урамшууллын бодлогын уялдааг сайжруулах*

Цалин хангамж, урамшуулал, карьерын дэмжлэгтэй холбоотой харьцангуй доогуур үнэлгээ нь гүйцэтгэлийн үнэлгээ бодит карьерын ахицтай хангалттай уялдаагүй байгааг илтгэнэ. Иймд гүйцэтгэлийн үнэлгээг зөвхөн тайлагналын хэрэгсэл бус, карьерын хөгжил, урамшуулалтай институтийн түвшинд уялдсан тогтолцоо болгон хөгжүүлэхийг санал болгож байна.

²⁶K. S. Cameron and R. E. Quinn, *Diagnosing and Changing Organizational Culture: Based on the Competing Values Framework*, 3rd ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2011.

²⁷E. H. Schein, *Organizational Culture and Leadership*, 4th ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2010.

²⁸M. Israel & I. Hay, *Research ethics for social scientists*. London, U.K.: Sage, 2006

²⁹D. R. Denison, S. Haaland & P. Goelzer, *Corporate culture and organizational effectiveness: Is Asia different from the rest of the world? Organizational Dynamics*, vol. 33, no. 1, pp. 98-109, 2004

³⁰K. S. Cameron and R. E. Quinn, *Diagnosing and Changing Organizational Culture: Based on the Competing Values Framework*, 3rd ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2011.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгаа нь их сургуулийн байгууллагын соёлыг институтийн түвшинд эмпирик байдлаар шинжилж, Шинжлэх ухаан, технологийн их сургуулийн жишээнд суурилан соёлын төлөв, дотоод бүтэц, системийн сорилтуудыг тодорхойлов. 840 багш, ажилтны өгөгдөлд тулгуурласан нь судалгааны үр дүнг тухайн байгууллагын хэмжээнд төлөөлөхүйц суурь болгож байна.

Онолын хувьд: энэхүү судалгаа нь Денисон, Шайн, Камерон Куинны байгууллагын соёлын онолын хүрээг их сургуулийн бодит өгөгдөлтэй уялдуулан шалгасан институтийн кейс болж байна. Судалгааны үр дүн нь байгууллагын соёлын тунхагласан үнэт зүйлс тогтвортой боловч тэдгээрийг гүйцэтгэл, урамшуулал, карьер хөгжлийн бодлоготой уялдуулах, соёлын институтчиллийн асуудлыг онолын түвшинд баталгаажуулж байна.

Практик хувь нэмрийн хувьд, судалгааны үр дүн нь байгууллагын соёлыг хувь хүний гүйцэтгэлтэй холбон дүгнэхээс илүүтэйгээр хүний нөөц, удирдлага, урамшуулал, шийдвэр гаргалтын тогтолцооны бодлогын уялдаатай институтийн түвшинд авч үзэх шаардлагатайг харуулж байна. ШУТИС-ийн хувьд үнэт зүйлд суурилсан соёлын бат бөх суурь нь байгууллагын хөгжлийн чухал нөөц байна. Түүнийг бодит менежментийн практикт бүрэн шингээх нь цаашдын гол сорилт болохыг энэхүү судалгаа нотолж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Шинжлэх ухаан, технологийн их сургууль, Байгууллагын соёлын судалгааны тайлан. Улаанбаатар, Монгол Улс, 2025.
- [2] D. R. Denison, Corporate Culture and Organizational Effectiveness. New York, NY, USA: Wiley, 1990.
- [3] E. H. Schein, Organizational Culture and Leadership, 4th ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2010.
- [4] K. S. Cameron and R. E. Quinn, Diagnosing and Changing Organizational Culture, 3rd ed. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass, 2011.
- [5] B. R. Clark, The Higher Education System: Academic Organization in Cross-National Perspective. Berkeley, CA, USA: University of California Press, 1983.
- [6] J. W. Creswell and V. L. Plano Clark, Designing and Conducting Mixed Methods Research, 3rd ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage, 2018.
- [7] D. R. Denison and A. K. Mishra, "Toward a theory of organizational culture and effectiveness," Organization Science, 1995.
- [8] D. R. Denison, S. Haaland, and P. Goelzer, "Corporate culture and organizational effectiveness: Is Asia different from the rest of the world?" Organizational Dynamics, 2004.
- [9] W. R. Scott, Institutions and Organizations: Ideas, Interests, and Identities, 4th ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage, 2014.
- [10] D. A. Nadler and M. L. Tushman, "A model for diagnosing organizational behavior," Organizational Dynamics, 1980.
- [11] P. E. Spector, Job Satisfaction: Application, Assessment, Causes, and Consequences. Thousand Oaks, CA, USA: Sage, 1997.
- [12] M. Israel and I. Hay, Research Ethics for Social Scientists. London, U.K.: Sage, 2006.
- [13] J. P. Kotter and J. L. Heskett, Corporate Culture and Performance. New York, NY, USA: Free Press, 1992.

- [14] H. Mintzberg, The Structuring of Organizations. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 1979.
- [15] R. Jacobs and D. R. Denison, "How do leaders influence organizational culture?" Leadership & Organization Development Journal, 2007.
- [16] W. G. Tierney, "Organizational culture in higher education," The Journal of Higher Education, 1988.
- [17] F. J. Fowler, Survey Research Methods, 5th ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage, 2014.
- [18] R. K. Yin, Case Study Research and Applications: Design and Methods, 6th ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage, 2018.

PYTHON ПРОГРАММЧЛАЛЫН ХИЧЭЭЛЭЭР АСУУДАЛ ШИЙДВЭРЛЭХ, ДҮН ШИНЖИЛГЭЭ ХИЙХ УР ЧАДВАРЫГ НЭЭН ИЛРҮҮЛЭХ СУДАЛГАА

Амарсайханы ТҮВШИНБАЯР¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Мэдээлэл, холбооны технологийн сургууль, Мэдээллийн технологи тэнхим
Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: tuvshinbayar@must.edu.mn¹

Хураангуй: Алгоритм ба программчлалын хичээлийг сонгон судалж буй оюутнуудын асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадвар нь орчин үеийн мэдээллийн технологи, инженерчлэл, өгөгдлийн шинжилгээ зэрэг олон салбарт чухал ач холбогдолтой үндсэн чадваруудын нэг юм. Эдгээр ур чадвар нь зөвхөн онолын мэдлэг эзэмшихээс гадна бодит асуудлыг логик дараалалд оруулан задлан шинжлэх, оновчтой шийдэл боловсруулах, алдааг илрүүлж засах чадвараар дамжин илэрдэг. Иймээс программчлалын сургалтын явцад оюутнуудын энэхүү чадварууд хэрхэн хөгжиж, илэрч байгааг судлах нь сургалтын чанарыг дээшлүүлэхэд чухал ач холбогдолтой. Энэхүү судалгааны ажлын гол зорилго нь алгоритм ба программчлалын хичээлийн хүрээнд өгөгдсөн лабораторийн даалгавруудыг оюутнууд ганцаарчилсан болон хосоор гүйцэтгэх үед асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадвар нь хэрхэн илрэн хөгжиж байгааг тодорхойлох явдал юм. Даалгаврыг ганцаарчилж гүйцэтгэх нь оюутны бие даасан сэтгэлгээ, логик дараалал, хариуцлагыг тодруулж өгдөг бол хосоор ажиллах нь хамтын шийдвэр гаргалт, санал солилцох, харилцааны чадварыг илүүтэй илэрхийлдэг. Судалгааны хүрээнд эдгээр хоёр өөр гүйцэтгэлийн хэлбэрийн ялгааг харьцуулан шинжилснээр оюутнуудын асуудалд хандах арга барил, шийдэл боловсруулах стратеги, дүн шинжилгээний түвшнийг илүү бодитой үнэлэх боломж бүрдэнэ. Улмаар судалгааны үр дүн нь алгоритм ба программчлалын сургалтын арга зүйг боловсронгуй болгох, лабораторийн ажлын зохион байгуулалтыг сайжруулах, оюутны суралцах үр дүнг нэмэгдүүлэхэд онолын болон практик ач холбогдолтой болно.

Түлхүүр үг: асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх, зөөлөн ур чадвар, алгоритм ба программчлал

I. УДИРТГАЛ

Сургалтын үйл ажиллагаанд сурагч ямар ч ур чадварыг эзэмших оролдлогыг ажиглах, ямар нэг стандарттай харьцуулж сул гүйцэтгэлийн шалтгааныг үнэлэх, сайжруулах арга замыг санал болгох замаар сургалтыг удирдан заадаг. Сурагчийн асуудал шийдвэрлэх арга барилыг ажиглахын тулд тэдний гүйцэтгэлийг хэмжигдэхүйц байдлаар харагдуулах шаардлагатай. Энэ нь сурагч болон багш аль аль нь хувьд маш их хөдөлмөр шаардагдах процесс юм. Ажилд шаардагдах ур чадварын шинж чанарт болж буй тасралтгүй өөрчлөлтийг шинэ технологийн өргөн хүрээний өөрчлөлтүүд болон компаниуд бүтээгдэхүүн, үйлчилгээнийхээ чанар, ялгааг тасралтгүй сайжруулж, шинэчлэл хийх шаардлагад тулгуурласан өрсөлдөөн хөдөлгөж байна.

Программчлал гэдэг нь тодорхой компьютер программыг бүтээх кодыг бичих, турших, засварлах, хадгалах үйл явцын цогц юм. Кодыг янз бүрийн программчлалын хэлээр бичдэг. Мөн программчлал нь зөвхөн код бичихээс давсан ойлголт бөгөөд энэ нь хэн нэгнийг компьютерын шинжлэх ухааны ойлголтуудыг ашиглан асуудал шийдвэрлэх ур чадварыг шаарддаг тоон сэтгэхүй юм [6]. Зөөлөн ур чадвар гэдэг нь хүнийг бусадтай үр дүнтэй харилцахад тусалдаг зан чанарын болон хүн хоорондын ур чадваруудыг хэлнэ. Ажлын байранд зөөлөн ур чадвар нь тухайн хүний мэдлэг, мэргэжлийн ур чадварыг илэрхийлдэг хатуу ур чадварыг нөхөн дэмждэг чухал чадварууд гэж үздэг. Сэтгэл судлаачид “зөөлөн ур чадвар” гэдэг нэр томъёог хүний оюуны чадварыг илэрхийлдэг IQ-оос

ялгаатайгаар, сэтгэл хөдлөлийн оюуны чадварын түвшин буюу EQ-ийг тодорхойлоход ашиглах нь бий.

Хөдөлмөрийн зах зээл өндөр өрсөлдөөнтэй нөхцөлд хатуу болон зөөлөн ур чадварын зөв хослолыг эзэмшсэн хүмүүсийн хөдөлмөрийн эрэлт ихэвчлэн өндөр байдаг [12].

Хатуу ур чадвар гэдэг нь ажлыг гүйцэтгэхэд зайлшгүй шаардлагатай, тухайн ажил мэргэжилтэй шууд холбоотой мэдлэг, чадваруудыг хэлнэ. Харин зөөлөн ур чадвар нь таны ажлыг хэрхэн хийж гүйцэтгэхэд нөлөөлдөг хувь хүний чанар, зан төлөвийн онцлогууд юм. Хатуу ур чадвар нь ихэвчлэн тодорхой нэг мэргэжил, карьерын хүрээнд ашиглагддаг бол зөөлөн ур чадвар нь ямар ч төрлийн ажил, албан тушаалд шилжин ашиглах боломжтой байдаг [13].

Асуудал шийдвэрлэх ур чадвар гэдэг нь асуудлыг тодорхойлох, боломжит шийдлүүдийг сэдэж гаргах болон дүн шинжилгээ хийх, улмаар хамгийн оновчтой шийдлийг хэрэгжүүлэх чадварыг хэлнэ. Асуудал шийдвэрлэх ур чадвар сайтай ажилтан нь бие даан санаачилгатай ажилладаг төдийгүй хамт олонтойгоо үр дүнтэй хамтран ажилладаг. Тэд асуудлын үндсэн шалтгааныг ойлгохдоо идэвх санаачилгатай хандаж, цаашид хэрхэн шийдвэрлэхээ тодорхойлохын өмнө бусадтай хамтран олон талын боломжит шийдлүүдийг авч үздэг [14]. Асуудал шийдвэрлэх ур чадвар нь 2022 онд хамгийн их эрэлттэй байсан зөөлөн ур чадвар юм. Үнэн хэрэгтээ, АНУ-ийн үндэсний коллеж, ажил олгогчдын холбооноос явуулсан “Job Outlook 2022” судалгааны үр дүнгээс харахад ажил олгогчдын 86% нь оюутнуудын намтраас асуудал шийдвэрлэх ур чадварыг чухалчлан хардаг байна [15].

Дүн шинжилгээ хийх ур чадвар гэдэг нь даалгаврыг гүйцэтгэх явц болон байгууллагын үйл ажиллагааг илүү хялбар, үр ашигтай болгоход тусалдаг ур чадваруудыг ерөнхийд нь хэлнэ. Ажлын байран дээр тодорхой асуудлуудад оновчтой шийдэл олох, зөв зүйтэй шийдвэр гаргах зэрэгт эдгээр аналитик ур чадварыг ашиглах шаардлагатай байдаг. Ийм ур чадваруудыг бараг бүх байгууллага шаарддаг бөгөөд хөгжүүлэгч, шалгагч, судлаач зэрэг ямар ч төрлийн ажлын байр, албан тушаалд адилхан хэрэгтэй байдаг [16].

Математикийн асуудал шийдвэрлэх ур чадвар нь сурагчдын математикийн ерөнхий амжилтын суурь болдог бөгөөд ялангуяа дунд ангийн сурагчид ахисан түвшний математик ойлголтуудын үндсийг тавьж буй энэ үед онцгой ач холбогдолтой юм [7].

Асуудал шийдвэрлэх чадвар нь хувь хүний өсөлт, амжилтын гол хүчин зүйл төдийгүй нийгмийн дэвшил, хөгжилд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Эдийн засгийн хамтын ажиллагаа, хөгжлийн байгууллага нарийн төвөгтэй асуудлыг шийдвэрлэх чадварыг гол чадамжийн нэг гэж тодорхойлсон бөгөөд ирээдүйн ажлын байрны хувьд чухал ур чадвар гэж үзсэн [9].

Гэвч уламжлалт хичээлийн хөтөлбөрт суурилсан сургалт нь мэдлэгийг урт хугацаагаар тусдаа академик салбарууд болгон ангилж, бодит амьдралын асуудлууд ба тэдгээрийг шийдвэрлэх аргаас хөндийрүүлж ирсэн. Энэ арга нь сургуульд заасан мэдлэгийг бодит амьдралын нарийн төвөгтэй асуудлуудад уян хатан хэрэглэх боломжийг хязгаарлаж, сургууль боловсрол ба бодит ертөнцийн хоорондын зөрүүг бий болгожээ. Уламжлалт сургалтын процесс энэ логик давамгайлдаг учраас сурагчдын асуудал шийдвэрлэх чадварыг хөгжүүлэхэд тусалдаггүй. Асуудал шийдвэрлэх үйл ажиллагааг хичээлд өндөр үнэлдэг боловч [4], уламжлалт хичээлийн суурьтай заах арга нь асуудал шийдвэрлэх ур чадварыг зөвхөн тухайн салбарын хүрээнд тусгаарлаж хөгжүүлэх хандлагатай байдаг. Асуудал шийдвэрлэх гэдэг нь ихэвчлэн асуудлыг удирдах, үнэлэх болон шийдэлд хүрэх үйл явцыг хэлдэг [3]. Сүүлийн үеийн судалгааны дүгнэлтүүдээс харахад, асуудал шийдвэрлэх процессын чухал нэг тал нь мэддэг зүйлсийг мэддэггүй зүйлсээс ялгаж салгах явдал юм [2].

Олон судлаач [8,5,10] мэдээллийн системийн (IS) боловсролын хөтөлбөрүүд нь бодит ертөнцийн шаардлагатай нийцдэггүй гэж үздэг.

II. СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮНДЭС

1. Судалгааны ажлын зорилго

Алгоритм ба программчлалын хичээлийг сонгон судалж буй оюутнууд лабораторийн даалгаврыг ганцаарчилсан болон хосоор гүйцэтгэх үед асуудал шийдвэрлэх болон дүн шинжилгээ хийх ур чадвар хэрхэн илэрч байгааг тодорхойлон судлах нь энэхүү судалгааны ажлын үндсэн зорилго болно.

2. Судалгааны ажлын зорилт

Судалгааны ажлын зорилгыг хэрэгжүүлэхийн тулд дараах зорилтуудыг дэвшүүлэв. Үүнд:

- Оролцогчдыг санамсаргүй түүврийн аргаар тэнцүү тоогоор хоёр бүлэгт (хяналтын болон туршилтын) хуваах
- Туршилтын өмнө оролцогчдоор асуудал шийдвэрлэх болон дүн шинжилгээ хийх ур чадварыг үнэлэх тест бөглүүлэх
- Лабораторийн даалгаврыг ганцаарчилсан болон хосоор гүйцэтгүүлэх
- Туршилтын дараа асуудал шийдвэрлэх болон дүн шинжилгээ хийх ур чадварыг дахин тестээр үнэлэх
- Туршилтын дараа оролцогчдын аман асуулгын аргаар python программчлалын лабораторийн ажлын гүйцэтгэлийг шалгах зорилгоор асуудал шийдвэрлэх болон дүн шинжилгээ хийх ур чадварын илрэлийг тодорхойлох
- Туршилтаас цуглуулсан өгөгдөлд тоон боловсруулалт хийж, үр дүнг шинжлэн тайлбарлах

3. Судалгааны ажлын хамрах хүрээ

Энэхүү судалгаанд ШУТИС-ийн инженерийн мэргэжлээр суралцаж буй 1, 2, 3-р курсийн оюутнууд хамрагдсан.

4. Судалгааны ажлын таамаглал

- Таамаглал 1: Хяналтын болон туршилтын бүлгийн оролцогчдын асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын түвшинд статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаа байна.
- Таамаглал 2: Асуудал шийдвэрлэх болон дүн шинжилгээ хийх ур чадварын түвшнээс хамааран хяналтын ба туршилтын бүлгийн гүйцэтгэлийн оноонд ялгаа илэрнэ.
- Таамаглал 3: Хяналтын болон туршилтын бүлгийн оролцогчдоос гүйцэтгэлийн даалгаврыг хэрхэн гүйцэтгэсэн талаар асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын аман асуулгаар авсан хариултын үр дүнд ялгаа ажиглагдана.

5. Судалгааны арга зүй

Энэхүү судалгааны ажилд гадаадын эрдэмтдийн асуудал шийдвэрлэх болон дүн шинжилгээ хийх ур чадварын онол, холбогдох туршилтын материалуудыг баримт бичгийн судалгааны аргаар системтэйгээр шинжилсэн. Туршилт судалгааны үр дүнг line график хэлбэрээр дүрслэн, тоон өгөгдлийн шинжилгээнд математик статистикийн хоёр талт t-тестийг хэрэглэж, мөн Cronbach's alpha коэффициентийг ашиглан найдвартай байдлын үнэлгээг явуулсан. Оролцогчдыг нэрсийг MS Excel дараалуулан бичиж random функцээр санамсаргүй байдлаар сонгосон. Хяналтын ба туршилтын бүлэг тус бүрт 60 оролцогчтой байхаар хоёр бүлэг хуваасан. Туршилт 10 долоо хоног үргэлжилсэн.

III. СУДАЛГААНЫ АЖИЛ

Судалгааны ажлыг гүйцэтгэхийн тулд хяналтын бүлэг (цаашид

ХБ), туршилтын бүлэгт (цаашид ТБ) оролцогчдыг хуваасан.

Судалгааны ажлын туршилтын бүтцийг 1-р хүснэгтэд харуулав.

ТУРШИЛТЫН БҮТЭЦ

1-Р ХҮСНЭГТ

	Туршилтын өмнө	Лабораторийн ажил	Туршилтын дараа
ХБ	Тест	Гүйцэтгэлийн оноо	Тест
ТБ			Аман асуулга

Туршилтад оролцогчид

Туршилтад ШУТИС-ийн инженер мэргэжлээр суралцаж буй оюутнуудаас 120 оюутан судалгаанд оролцсон. Өгөгдөл цуглуулахын тулд судалгаанд хамрагдсан оюутнуудын хэддүгээр курс, аль тэнхим, мэргэжлээр нь ялгаагүй. Оролцогчдыг нэрсийг MS Excel дараалуулан бичиж random функцээр санамсаргүй байдлаар сонгосон. Ингэснээр судалгааны үр дүн үнэн бодит байна.

Бид зөөлөн ур чадварыг олж илрүүлэх судалгааны асуулгуудыг судалж үзсэний үр дүнд Ballymun Job Center зөөлөн ур чадварыг тодорхойлсон асуулгаас асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадваруудын асуулгыг сонгон авсан. Асуулга нь 10 асуулттай. 2-р хүснэгтэд асуулт тус бүрийг дотор нь гурван түвшинд хувааж, оноонуудын аль нэгээр нь ур чадварын түвшинг тодорхойлно [1].

АСУУЛТУУДЫН ОНОО, ТҮВШИН

2-Р ХҮСНЭГТ

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

Судалгааны өгөгдөлд боловсруулалт хийхийн тулд хамааралтай хувьсагч, бие даасан хувьсагчийг тодруулж, таамаглал дэвшүүлж, дэвшүүлсэн таамаглалыг батлах математик статистикийн хоёр талт т тестийн аргийг ашигласан. Бие даасан хувьсагч, хамааралтай хувьсагчийг 3-р хүснэгт харуулав.

ХАМААРАЛТАЙ БОЛОН БИЕ ДААСАН ХУВЬСАГЧИД

3-Р ХҮСНЭГТ

Бие даасан хувьсагч	Хамааралтай хувьсагч
Лабораторийн ажлын хэлбэр	- Асуудал шийдвэрлэх ур чадварын оноо - Дүн шинжилгээ хийх ур чадварын оноо - Лабораторийн гүйцэтгэлийн оноо - Аман асуулга
ганцаарчилсан,	
хосоор	

Асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварыг тодорхойлох асуултууд:

- Q1. Би асуудлыг хөгжих, суралцах боломж гэж хардаг

- Q2. Би шийдэл хайхаасаа өмнө асуудлын үндсэн шалтгааныг олохыг хичээдэг
- Q3. Үгийн оньсого, тоон бодлого, эвлүүлдэг зураг, таавар бодох дуртай
- Q4. Асуудал шийдэхдээ логик дараалал бүхий үе шатуудыг тогтоож, дагаж мөрддөг
- Q5. Би асуудлыг шийдэхээсээ өмнө түүний жинхэнэ шалтгааныг илрүүлэхийг хичээдэг.
- Q6. Би бүтээлчээр сэтгэж, бусад хүний санаанд ороогүй шийдлүүдийг гаргадаг
- Q7. Яагаад юмс ийм байдлаар оршиж байгааг байнга асууж, ойлгохыг хичээдэг
- Q8. Олон мэдээллийг ойлгож, санаануудын хоорондын холбоог олж хардаг
- Q9. Асуудал шийдэхдээ тууштай байж, анхаарлаа сарниулдаггүй
- Q10. Асуудал тулгарахад өөрийн хязгаарлалтыг мэддэг бөгөөд шаардлагатай үед тусламж хүсэхэд бэлэн байдаг

Туршилтын дараа судалгаанд оролцогчдын аман асуулгын аргаар python программчлалын лабораторийн ажлын гүйцэтгэлийг шалгах зорилгоор асуудал шийдвэрлэх болон дүн шинжилгээ хийх ур чадварын илрэлийг тодорхойлох зорилгоор гүйцэтгэсэн. Туршилтын дараах аман асуултууд:

A1. data = [5, 3, 5, 2, 3, 8, 1]

- Давхардсан утгуудыг илрүүлэхийн тулд ямар логик ашиглах вэ?
- set ашиглах ба ашиглахгүй хувилбарын ялгаа юу вэ?
- Аль арга нь том өгөгдөлд илүү тохиромжтой вэ?
- A2. scores = [45, 67, 89, 90, 54]
- Тэнцсэн ба тэнцээгүй оюутнуудыг яаж ялгах вэ?
- if-else ашиглахгүйгээр шийдэх боломж байна уу?
- Шийдлийг яагаад ингэж сонгосон бэ?

A3. numbers = [1, 2, 3, 4]

total = 1

for n in numbers:

total += n

- Алдаа хаана байна вэ?
- Ямар үр дүн гарах ёстой вэ?
- Ийм төрлийн алдааг яаж эрт илрүүлэх вэ?

A4. Жагсаалтад байгаа бүх тэгш тоог буцаана

- Функцийн оролт, гаралтыг яаж тодорхойлох вэ?
- Edge case гэж юу вэ? Энэ тохиолдолд жишээ хэлнэ үү.
- Код бичихээс өмнө ямар тест хийх вэ?

A5. Та 1–100000 хоорондох тэгш тоонуудыг олох гэж байна.

- for давталт ба list comprehension аль нь илүү оновчтой вэ?
- Гүйцэтгэлийг яаж хэмжиж болох вэ?

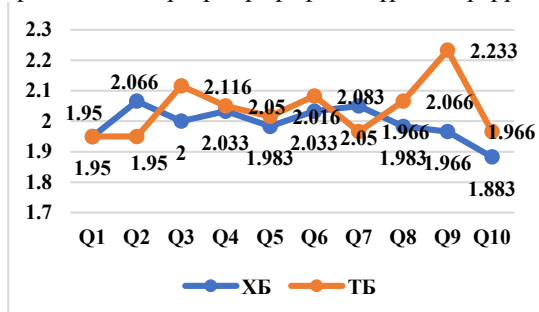
A6: names = ["Bat", "", "Saraa", None, "Tuvshin", ""]

- Хоосон болон буруу утгуудыг яаж цэвэрлэх вэ?
- None ба ""-ийн ялгаа юу вэ?

- Яагаад өгөгдөл цэвэрлэх нь чухал вэ?
- A7. Та жагсаалтын хамгийн их утгыг олох алгоритм бичсэн гэж бодъё.
- Алгоритмыг алхамчилж тайлбарлана уу
 - Python-д бэлэн max() ашиглах нь ямар давуу, сул талтай вэ?
 - Өөрөөр яаж хэрэгжүүлж болох вэ?
- A8. Хэрэглэгч нас оруулах ёстой боловч текст оруулж магадгүй.
- Программыг унахгүй байлгахын тулд яах вэ?
 - try-except-ийг яагаад ашиглах хэрэгтэй вэ?
 - Хэрэглэгчид ойлгомжтой алдааны мэдэгдэл яаж өгөх вэ?
- A9. values = [12, 4, 7, 19, 2, 10]
- Өгөгдлийг өсөх дарааллаар эрэмбэлэх логик тайлбарла
 - sort() ба sorted()-ийн ялгаа юу вэ?
- Аль нөхцөлд аль нь тохиромжтой вэ?
- A10: Анги дотор 30 оюутны ирцийн мэдээлэл байна (ирсэн / ирээгүй).
- Өгөгдлийг яаж төлөөлүүлэх вэ?
 - Ирцийн хувийг яаж тооцох вэ?
 - Хэрэв өгөгдөл буруу байвал яах вэ?

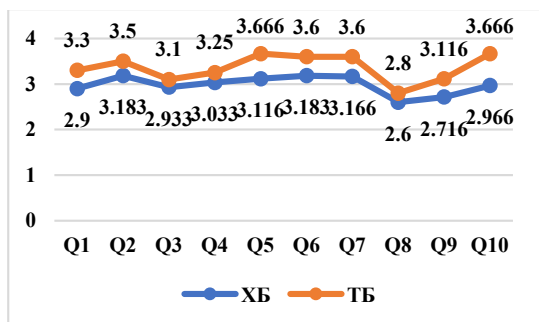
IV. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Судалгаанд оролцогчдын туршилтын өмнөх асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын асуулгын тестийн өгөгдлийн дундаж оноонд тоон боловсруулалт хийж, үр дүнг line графикийн хэлбэрээр 1-р графикт дүрсэлж үзүүлээ.



1-р график. Туршилтын өмнөх асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээний ур чадварын асуулгын дундаж

Судалгаанд оролцогчдын туршилтын дараах асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын асуулгын тестийн өгөгдлийн дундаж оноонд тоон боловсруулалт хийж, үр дүнг line графикийн хэлбэрээр 2-р графикт дүрсэлж үзүүлээ.



2-р график. Зургийн нэр Туршилтын дараах асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээний ур чадварын асуулгын дундаж

1-р графикийн үр дүнг сайтар ажиглавал ХБ-ээс ТБ-ийн оролцогчид асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын дунджийн зөрүү 0.045 байгаа нь ойролцоо болох нь ажиглагдаж байна.

2-р графикийн үр дүнг сайтар ажиглавал ХБ-ээс ТБ-ийн оролцогчид асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын дунджийн зөрүү 0.4 илүү байгаа нь асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадвар ялгаатай буюу илүү болох нь ажиглагдаж байна.

Гэхдээ судалгаанд оролцогчид өөрсдийгөө өндрөөр үнэлэх тохиолдол байдаг хэмээн судлаачдын дүгнэлтэд тулгуурлаж, математик статистикийн буюу тоон судалгааны аргыг ашиглан үнэн бодиттой үр дүн гаргах нь чухал юм.

Таамаглал 1: ХБ, ТБ-ийн оролцогчдын асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын түвшинд статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаа байна. Энэхүү таамаглалыг туршилтын өмнөх, туршилтын дараах асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын тестийг авч хоёр хэсэгт хувааж судлав.

1-р таамаглалыг батлахын тулд судалгааны өгөгдөлд боловсруулалт хийхийн тулд хамааралтай хувьсагч, бие даасан хувьсагчдад тулгуурлан туршилтын өмнөх асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын асуулгын тестээр авсан өгөгдөлд математик, статистикийн хоёр талт т тестийн аргаар тооцоолсны үр дүнг 4-р хүснэгтэд үзүүлээ.

ТУРШИЛТЫН ӨМНӨХ ТЕСТ

4-р ХҮСНЭГТ

	Group	Mean	Variance	p	t
Q1	ХБ	2.9	3.4	0.0999**	1.9802*
	ТБ	1.79	1.6		
Q2	ХБ	3.18	3.5	0.2064**	
	ТБ	2.05	1.678		
Q3	ХБ	2.93	3.1	0.5436**	
	ТБ	2.27	2.2271		
Q4	ХБ	3.03	3.7167	0.437**	
	ТБ	1.96	2.1048		
Q5	ХБ	1.73	1.9209	0.0277**	
	ТБ	3.12	3.6667		
Q6	ХБ	3.18	3.85	0.1307**	
	ТБ	2.39	1.7907		
Q7	ХБ	3.17	3.8	0.1332**	
	ТБ	2.31	2.3322		
Q8	ХБ	2.6	2.8	0.4495**	
	ТБ	2.04	2.1288		
Q9	ХБ	1.87	1.7997	0.0236**	
	ТБ	2.72	3.2833		
Q10	ХБ	1.9	1.887	0.0062**	
	ТБ	2.97	3.6667		

* $t > 1.671$ утгаас их

** ач холбогдлын утга $p < 0.05$ -с бага байх

1, 2-р графикийн үр дүнд тулгуурлан 4-р хүснэгтэд харуулснаар судалгаанд оролцогчдын туршилтын өмнөх өгөгдөлд математикийн статистикийн хоёр талт т тестийн аргаар тооцоолоход $t > 1.671$ утгаас их, ач холбогдлын утга $p < 0.05$ -с бага байх ёстой учир статистик ач холбогдол бүхий

ялгаатай буюу асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын Q5, Q9, Q10-р асуулгад статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай, Q1, Q2, Q3, Q4, Q6, Q7, Q8-р асуулгад ижилхэн төлөвшсөн, төлөвших үедээ суралцаж байгаа буюу статистик ач холбогдолгүй, аль эсвэл ялгаагүй буюу төлөвшөөгүй, ур чадварт суралцаж байгаа болохыг илтгэнэ.

1-р таамаглалыг шалгахын тулд туршилтын дараах асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын тестийг авсан өгөгдөлд математик, статистикийн хоёр талт т тестийн аргаар тооцоолсны үр дүнг 5-р хүснэгт үзүүлээ.

ТУРШИЛТЫН ДАРААХ ТЕСТ

5-Р ХҮСНЭГТ

	Group	Mean	Variance	P	t
Q1	ХБ	1.908	3.046	0.025**	1.980*
	ТБ	3.083	3.733		
Q2	ХБ	2.376	3.135	0.003**	
	ТБ	2.783	3.683		
Q3	ХБ	2.163	3.406	0.026**	
	ТБ	2.8	3.483		
Q4	ХБ	1.981	4.134	0.194**	
	ТБ	2.95	3.367		
Q5	ХБ	2.118	4.209	0.013**	
	ТБ	3.017	3.833		
Q6	ХБ	ТБ	1.592	4.206**	
	ТБ	3.033	3.617		
Q7	ХБ	2.029	4.637	0.010**	
	ТБ	2.933	3.8		
Q8	ХБ	2.983	3.85	0.017**	
	ТБ	2.983	3.85		
Q9	ХБ	2.609	2.139	0.022**	
	ТБ	2.967	3.617		
Q10	ХБ	3.068	6.733	0.072**	
	ТБ	3.017	3.75		

* $t > 1.671$ утгаас их** ач холбогдлын утга $p < 0.05$ -с бага байх

5-р хүснэгтэд харуулснаар судалгаанд оролцогчдын өгөгдөлд математикийн статистикийн хоёр талт т тестийн аргаар тооцоолоход $t > 1.671$ утгаас их, ач холбогдлын утга $p < 0.05$ -с бага байх ёстой учир статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай буюу асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын Q1, Q2, Q3, Q5, Q7, Q8, Q9-р асуулгад, Q4, Q6, Q10-р асуулгуудад ижилхэн төлөвшсөнийг илтгэнэ.

Таамаглал 2: Асуудал шийдвэрлэх болон дүн шинжилгээ хийх ур чадварын түвшнээс хамааран ХБ ба ТБ-ийн гүйцэтгэлийн оноонд ялгаа илэрнэ. Энэхүү таамаглалыг батлахын тулд Python программчлалын хичээлийн 10-н лабораторийн ажлыг туршилтад оролцогчдын гүйцэтгэсэн оноонд математик статистикийн хоёр талт т тестийн аргаар боловсруулалт хийсэн үр дүнг 6-р хүснэгтэд харуулав.

ГҮЙЦЭТГЭЛИЙН ОНОО

6-Р ХҮСНЭГТ

	ХБ	ТБ
Mean	5.63	6.65
Variance	8.01	6.33

Observations	60	60
p	0.034**	
t	1.9806*	

* $t > 1.671$ утгаас их** ач холбогдлын утга $p < 0.05$ -с бага байх

6-р хүснэгтэд харуулснаар судалгаанд оролцогчдын өгөгдөлд математикийн статистикийн хоёр талт т тестийн аргаар тооцоолоход $t > 1.671$ утгаас их, ач холбогдлын утга $p < 0.05$ -с бага байх ёстой учир статистик ач холбогдол бүхий ялгаатай байгаа нь туршилтын лабораторийн ажлыг ганцаарчилсан болон хосоор гүйцэтгэх үед ялгаатай болох нь ажиглагдаж байна.

Таамаглал 3: Хяналтын болон туршилтын бүлгийн оролцогчдоос гүйцэтгэлийн даалгаврыг хэрхэн гүйцэтгэсэн талаар асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх ур чадварын аман асуулгаар авсан хариултын үр дүнд ялгаа ажиглагдана.

Cronbach's alpha нь дотоод нийцтэй байдлын хэмжүүр бөгөөд өөрөөр хэлбэл асуултууд нэг бүлэг болж хоорондоо хэр зэрэг ойр, уялдаатай байгааг илэрхийлдэг. Үүнийг ихэвчлэн хэмжээсний найдвартай байдлын үзүүлэлт гэж үздэг. Техникийн үүднээс авч үзвэл, Cronbach's alpha нь статистик тест биш, харин найдвартай байдлын коэффициент юм. Cronbach's alpha 1-р томъёонд харуулав.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_{y_i}^2}{\sigma_x^2} \right) \quad (1)$$

- k нь хэмжүүр дэх “хэсгүүдийн” тоог (асуултууд, тестийн хэсгүүд гэх мэт) илэрхийлнэ;
- $k / (k - 1)$ гишүүн нь хэсгүүд хоорондоо параллель эсвэл үндсэндээ тау-эквивалент үед альфаг найдвартай байдлын хазайлтгүй үнэлгээ болгодог;
- $\sigma_{y_i}^2$ нь i дэх хэсэг бүртэй холбоотой дисперс;
- σ_x^2 нь ажиглагдсан онооны дисперс (өөрөөр хэлбэл, нийт тестийн оноонуудтай холбоотой дисперс) юм.

George ба Mallery (2003)-ийн санал болгосон шалгуурын дагуу Cronbach-ийн альфа коэффициентыг дараах түвшнээр үнэлж, тайлбарладаг болохыг 7-р хүснэгтэд харуулав [11].

CRONBACH'S ALPHA ТАЙЛБАР

7-Р ХҮСНЭГТ

Cronbach's Alpha	Тайлбар
> .9	Маш сайн
> .8	Сайн
> .7	Хүлээн зөвшөөрөхүйц
> .6	Эргэлзээтэй
> .5	Сул
< .5	Хүлээн зөвшөөрөх боломжгүй

Хяналтын болон туршилтын бүлгийн оролцогчдоос гүйцэтгэлийн даалгаврыг хэрхэн гүйцэтгэсэн талаар асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх үр чадварын аман асуулгаар авсан хариултын үр дүнд математик статистикийн Cronbach's alpha аргаар боловсруулалт хийсэн үр дүнг 8-р хүснэгтэд харууллаа.

ТУРШИЛТЫН ДАРААХ АМАН АСУУЛГЫН ХООРОНДЫН ХАМААРАЛ
8-Р ХҮСНЭГТ

	К	$\sigma^2_{y_i}$	σ^2_x	Cronbach alpha
ХБ	10	3.9494	2.4652	0.66
ТБ	10	4.0149	2.1729	0.94

8-р хүснэгтэд харуулснаар Python программчлалын лабораторийн ажлыг гүйцэтгэсэн байдалд тандах зорилгоор туршилтын дараа асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх үр чадварын аман асуулгын найдвартай байдлын үзүүлэлтийг шалгаж үзэхэд ХБ-ийн хувь 0.66 буюу эргэлзээтэй, ТБ-ийн хувьд 0.94 буюу маш сайн нийцтэй байгааг илтгэнэ.

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлаар алгоритм ба программчлалын хичээлийн хүрээнд оюутнуудын асуудал шийдвэрлэх, дүн шинжилгээ хийх үр чадвар хэрхэн илэрч, хөгжиж байгааг туршилт судалгааны аргаар тодорхойллоо. Судалгаанд ШУТИС-ийн инженерийн мэргэжлээр суралцаж буй 120 оюутан хамрагдаж, тэднийг санамсаргүй байдлаар хяналтын (ганцаарчилсан гүйцэтгэл) болон туршилтын (хосоор гүйцэтгэл) бүлэгт хуваан судалсан. Туршилтын өмнөх ба дараах тест, гүйцэтгэлийн оноо, аман асуулгын аргаар өгөгдөл цуглуулж, математик статистикийн хоёр талт t тест болон Cronbach's alpha коэффициентээр найдвартай байдлыг шалгасан.

Туршилтын өмнөх тестийн үр дүнгээс харахад зарим асуултууд дээр (Q5, Q9, Q10) бүлгүүдийн хооронд статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаа илэрсэн боловч ихэнх үзүүлэлт ижил түвшинд байсан нь судалгааны эхлэлд бүлгүүд харьцангуй адил нөхцөлөөс эхэлснийг харуулж байна. Харин туршилтын дараах тестийн үр дүнгээр Q1, Q2, Q3, Q5, Q7, Q8, Q9 асуулгад $p < 0.05$ түвшинд статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаа илэрч, туршилтын бүлгийн дундаж оноо өссөн нь хосоор ажиллах хэлбэр нь асуудалд логик дараалал тогтоох, шалтгаан үр дагаврын холбоо олох, мэдээлэл хоорондын уялдаа илрүүлэх зэрэг чадварыг илүү хөгжүүлж байгааг нотолж байна.

Лабораторийн ажлын гүйцэтгэлийн онооны хувьд туршилтын бүлгийн дундаж (Mean=6.65) нь хяналтын бүлгээс (Mean=5.63) өндөр гарч, $t=1.9806$, $p=0.034$ (<0.05) үзүүлэлтгүйгээр статистикийн ач холбогдол бүхий ялгаа илэрсэн. Энэ нь хамтын ажиллагаанд суурилсан сургалтын арга зүй нь оюутны гүйцэтгэлд эерэг нөлөө үзүүлж байгааг илтгэнэ.

Мөн аман асуулгын найдвартай байдлыг Cronbach's alpha коэффициентээр үнэлэхэд

туршилтын бүлгийн үзүүлэлт $\alpha=0.94$ буюу “маш сайн” түвшинд, харин хяналтын бүлгийнх $\alpha=0.66$ буюу “эргэлзээтэй” түвшинд гарсан нь хосоор ажилласан оюутнуудын хариулт илүү уялдаа холбоотой, тогтвортой байгааг харуулж байна.

Иймээс Python программчлалын сургалтад лабораторийн ажлыг хосоор гүйцэтгүүлэх нь оюутнуудын асуудал шийдвэрлэх болон дүн шинжилгээ хийх үр чадварыг хөгжүүлэхэд илүү үр дүнтэй болох нь энэхүү судалгаагаар батлагдлаа. Судалгааны үр дүн нь программчлалын сургалтын арга зүйг боловсронгуй болгох, хамтын суралцах орчныг системтэй нэвтрүүлэх, зөөлөн үр чадварыг хөгжүүлэхэд онолын болон практик ач холбогдолтой юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] А.Түвшинбаяр, Инженерийн мэргэжлээр суралцаж буй оюутнуудын soft skill тодорхойлох судалгаа, ШУТИС ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ БҮТЭЭЛИЙН ЭМХЭТГЭЛ №23(14)320, 2023, 78-83x
- [2] DeBellis, V. A., & Goldin, G. A. The affective domain in mathematical problem solving. In E. Pchkonen (Ed.). Proceedings of the 21st Annual Conference of PME, 1997, Vol. 2, pp. 209-216
- [3] Heppner, P. P., & Petersen, C. H. The development and implications of a personal problem solving inventory. Journal of Counselling Psychology, 1982, 29, 66-75.
- [4] Heyworth, R. M. Procedural and conceptual knowledge of expert and novice students for the solving of a basic problem in chemistry. Int. J. Sci. Educ. 1999, 21, 195-211
- [5] Lee, D. M. S., Nielsen, S., Trauth, E. M., and Venkatesh. V. (2000), “Panel: Addressing the IT Skills Crisis: Gender and the IT Profession,” Proceedings of the 21st International Conference on Information Systems, Sydney, Australia, 2000, pp. 727-732.;
- [6] S. Y. Lye and J. H. L. Koh, “Review on Teaching and Learning of Computational Thinking through Programming: What is next for K12?,” Comput. Human Behav., vol. 41, no. C, pp. 51-61, Dec. 2014
- [7] Suparman, S., Juandi, D., & Herman, T. Achievement emotions of female students in mathematical problem-solving situations, 2021
- [8] Tang, H. L., Lee, S., and Koh, S. (2000), “Educational Gaps as Perceived by IS Educators: A Survey of Knowledge and Skill Requirements,” Journal of Computer Information Systems, Vol. 41, No. 2, Winter 2000-2001, pp. 76-84.
- [9] The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary [EB/OL, Ananiadou, K., and Claro, M. 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. OECD Education Working Papers, 2009, No. 41
- [10] Weber, J. E., McIntyer, V.J., and Schmidt, M., “Explaining Is Student and IS Industry Differences in Perceptions of Skill Importance,” Journal of Computer Information Systems, Vol. 41, No. 4, 2001, pp. 79-83
- [11] George, D., & Mallery, P. SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference. 11.0 Update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon. 2003
- [12] <https://www.investopedia.com/terms/s/soft-skills.asp>
- [13] <https://lifelonglearning.waldenu.edu/resource/what-is-the-difference-between-hard-skills-and-soft-skills.html>
- [14] <https://www.theforage.com/blog/skills/problem-solving-skills>
- [15] <https://www.theforage.com/blog/skills/problem-solving-skills>
- [16] <https://www.geeksforgeeks.org/blogs/analytical-skills/>

УЛААНБААТАР ХОТЫН ХӨРШ ОРЧНЫ НИЙГМИЙН ЭВ НЭГДЛИЙГ ҮНЭЛЖ, САЙЖРУУЛАХ БОЛОМЖИЙН СУДАЛГАА

Наянбуу ШААРИЙБУУ¹, Эршүү ПҮРЭВ-ЭРДЭНЭ²

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Хот төлөвлөлтийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: N.Shaariibuu.11@gmail.com¹

Хураангуй: Монгол Улсын 1990 оноос хойших нийгэм эдийн засгийн шилжилт, хурдацтай хотжилт нь уламжлалт хөршийн харилцааг сулруулж, орон зайн ялгарал, нийгмийн бүлэг хоорондын ялгарлыг гүнзгийрүүлсэн нь хөрш орчны нийгмийн эв нэгдэлд сөргөөр нөлөөлсөөр байна. Улаанбаатар хотын ялгаатай төлөвлөлтийн хэв шинж бүхий хөрш орчинд нийгмийн эв нэгдэл хэрхэн илэрч буйг үнэлэх, түүнд нөлөөлж буй орон зайн болон нийгмийн хүчин зүйлсийг тодорхойлж, хот төлөвлөлтийн бодлогод тусгах боломжийг судлах шаардлага үүссэн. Судалгааг хотын макро түвшнээс илүүтэй иргэдийн өдөр тутмын харилцаанд төвлөрдөг хөрш орчны микро түвшинд явуулах нь илүү бодитой үр дүн гаргах боломжтой гэж үзэн тоон, чанарын болон орон зайн дүн шинжилгээ хослуулсан холимог арга зүй ашиглан гүйцэтгэв. Р.Форрест, А.Кирнс нарын дэвшүүлсэн нийгмийн эв нэгдлийн таван хэмжигдэхүүнд тулгуурлан Улаанбаатар хотын 1-р хороолол болон Яармагийн шинэ суурьшлын бүсийг сонгон, тус бүр 100 оршин суугчаас асуумжаар судалгаа авахаас гадна орон зайн ажиглалт болон чанарын судалгаа хийв. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд социалист үеийн нээлттэй төлөвлөлттэй 1-р хороололд нийтийн үнэт зүйл, харилцан дэмжлэг, нийгмийн сүлжээ, харьяалагдах мэдрэмж зэрэг үзүүлэлтүүд харьцангуй өндөр илэрсэн бол Яармагийн шинэ, хаалттай төлөвлөлт бүхий бүсэд орон зайн аюулгүй байдлын субъектив мэдрэмж өндөр боловч хөршийн харилцаа сул, нийгмийн капитал бүрэлдээгүй байна. Энэ нь биет орчны аюулгүй байдал ба нийгмийн эв нэгдэл заавал давхцах ойлголт биш болохыг харуулав. Судалгааны дүнд Улаанбаатар хотын цаашдын хот төлөвлөлтийн бодлогод нийгмийн эв нэгдлийг дэмжих зорилгоор нээлттэй нийтийн орон зай, холимог ашиглалт, явган хүний хөдөлгөөнийг хангах төлөвлөлтийг чухалчлах шаардлагатайг онцолж байна.

Түлхүүр үг: Хөршийн харилцаа, хотжилт, хамтын ажиллагаа, ялгарал, тогтвортой байдал

I. УДИРТГАЛ

1990 оноос хойш Монгол Улс төвлөрсөн төлөвлөгөөт эдийн засгийн тогтолцооноос чөлөөт зах зээлийн эдийн засагт шилжсэн нь нийгмийн бүтэц, иргэдийн амьдралын хэв маяг, үнэт зүйлийн тогтолцоонд гүнзгий өөрчлөлт авчирсан бөгөөд энэхүү шилжилт нь нийгмийн эв нэгдэлд богино болон урт хугацаанд олон талт нөлөө үзүүлсэн. Зах зээлийн шилжилтийн эхэн үед явагдсан өмч хувьчлал, үйлдвэрлэлийн бүтцийн задрал, ажилгүйдлийн огцом өсөлт нь нийгмийн эмзэг бүлгийг шинээр бий болгож, нийгмийн тогтвортой байдлыг сулруулах нөхцөлийг бүрдүүлсэн [1].

Эдийн засгийн бүтцийн өөрчлөлт нь хотын орон зайн зохион байгуулалтад шууд тусгалаа олж, ялангуяа Улаанбаатар хотод хүн амын шилжин ирэх хөдөлгөөн эрчимжихэд хүргэсэн. Хөдөө орон нутаг дахь амьжиргааны эх үүсвэрийн хомсдол нь нийслэл рүү чиглэх шилжилт хөдөлгөөнийг нэмэгдүүлж, хот төлөвлөлтийн бодлого, дэд бүтцийн хөгжил нь хүн амын өсөлтийн хурдыг гүйцэхгүйд хүрчээ [2]. Үүний үр дүнд хотын бүтэц “инженерийн дэд бүтэц, үйлчилгээ төвлөрсөн төв хэсэг” болон “инженерийн дэд бүтэц сул, үйлчилгээний хүртээмж муутай захын бүс” гэсэн орон зайн ялгаатай шинж бий болж, амьдрах орчны ялгарал гүнзгийрсэн.

Энэхүү амьдрах орчны чанарын ялгаа нь нийгмийн статусын ялгарлыг улам бүр гүнзгийрүүлж, нийгмийн бүлгүүд хоорондын харилцааг хязгаарлан, нийгмийн эв нэгдлийг сулруулах гол хүчин зүйл болж байна. Үүнтэй зэрэгцэн нийгмийн сэтгэл зүй, үнэт зүйлийн тогтолцоонд гарсан өөрчлөлт нь хамтын хариуцлага,

харилцан тус хүргэдэг уламжлалт харилцааг сулруулж, хувь хүний ашиг сонирхол давамгайлах хандлагыг бий болгосон. Түүнчлэн төрийн байгууллагын чадавхын сулрал, засаглалын чанарын асуудлууд нь иргэдийн хоорондын болон төрд итгэх итгэлийг бууруулж, нийгмийн үнэт зүйлийг алдагдуулсан нь нийгмийн эв нэгдэлд сөргөөр нөлөөлөв [2].

Хот төлөвлөлтийн салбарт өргөн хэрэглэгддэг “Сошиал кохейшн” гэсэн ойлголтыг монгол хэлнээ нэгдсэн, академик утгаар хэрэглэх шаардлага тулгарч байна. Мерриам-Вэбстерийн толь бичигт уг ойлголтыг “нийгмийн нэгэн бүхэл байдал, нягт уялдаа” хэмээн тайлбарласан бол “Эдийн засгийн хамтын ажиллагаа, хөгжлийн байгууллага”-ын судалгаанд нийгмийн эв нэгдлийг “иргэд хоорондын итгэлцэл, хамтын оролцоо, нийтлэг үнэт зүйл болон хамтын зорилгод чиглэсэн оролцоог дэмждэг нийгмийн төлөв байдал” гэж тодорхойлжээ [3].

Нийгмийн эв нэгдэл гэдэг нь нийгмийн гишүүд хоорондын (хэвтээ) болон нийгэм ба төр хоорондын (босоо) харилцааны цогц бөгөөд эдгээр харилцаа нь нийгмийг бүхэлд нь нэгтгэн барьж байдаг [3]. Энэхүү судалгаанд нийгмийн бүлэг хоорондын харилцааг голчлон судлав.

Өнөөгийн Монгол Улсын хот төлөвлөлтийн тулгамдсан асуудлууд нь дээрх нийгмийн эв нэгдлийн ойлголттой салшгүй холбоотой. Хот төлөвлөлтийн бодлого нь зөвхөн инженерийн дэд бүтэц, барилгажилтад төвлөрөх бус, иргэдийн оролцоотой хот төлөвлөлт, хүртээмжтэй орон зайг бий болгох замаар амьдрах орчин болон нийгмийн

ялгарлыг бууруулж, нийгмийн эв нэгдлийг бэхжүүлэхэд чиглэх шаардлагатай байна.

Хотын орон зайн зохион байгуулалт нь тухайн нийгмийн харилцааны чанарт шууд нөлөөлдөг бөгөөд нийгмийн эв нэгдлийг хотын түвшинд судлах нь ерөнхий шинжтэй, тодорхой бус үр дүн гарах магадлалтай. Харин хөрш орчны түвшинд нийгмийн эв нэгдлийг судлах нь орон зайн төлөвлөлт, нийгмийн үнэт зүйл оролцооны механизм, орон зайн ялгарал зэрэг хүчин зүйлсийн нөлөөг бодитоор илрүүлж мэдрэх боломжийг олгоно.

Иймээс энэхүү судалгаа нь хөрш орчны түвшинд нийгмийн эв нэгдлийг тодорхойлох, түүнд нөлөөлж буй орчны болон нийгмийн хүчин зүйлсийг шинжлэх, цаашдын хот төлөвлөлтийн бодлого, интервенцийн боломжийг тодорхойлоход чиглэсэн бөгөөд онолын болон практикийн хувьд өндөр ач холбогдолтой юм.

II. ОНОЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ

Нийгмийн эв нэгдэл нь үндэстэн болон хотын түвшинд илэрдэг нийгмийн төлөв байдал бөгөөд тухайн нийгэм тогтвортой орших, иргэд нийгмийн тогтолцоондоо итгэх, нийгмийн бүлгүүдийн хоорондын ялгарал хэт гүнзгийрэхгүй байх нөхцөлөөр тодорхойлогддог [4]. Нийгмийн эв нэгдэл өндөр түвшинд байхад иргэд харилцан ойлголцож, нийтлэг үнэт зүйлийг хүндэтгэн, нийтийн асуудлыг шийдвэрлэх үйл явцад идэвхтэй оролцдог бол эв нэгдэл сул үед нийгэмд үл итгэлцэл, ялгарал, нийгмийн бүлгүүдийн хоорондын зөрчил нэмэгдэж, тогтвортой хөгжлийн суурь алдагддаг [3].

Нийгмийн эв нэгдлийн онолын суурийг Францын нийгэм судлаач Эмиль Дюркгейм 1893 онд тавьсан бөгөөд тэрээр нийгмийн эв нэгдлийг “тухайн нийгмийг тогтоон барьж байдаг үндсэн хүч” хэмээн тодорхойлсон. Эмиль Дюркгейм нийгмийн хөгжлийн явцад эв нэгдлийн хэлбэр өөрчлөгддөг гэж үзэж, уламжлалт нийгэмд нийтлэг итгэл үнэмшил, зан заншилд тулгуурласан **механик эв нэгдэл**, харин орчин үеийн нийгэмд иргэдийн харилцаа, хөрш орчны харилцан хамаарал, институтийн итгэлцэлд суурилсан **органик эв нэгдэл** давамгайлах болсныг онцолжээ [5].

Орчин үеийн судалгаанд нийгмийн эв нэгдлийг илүү олон хэмжигдэхүүн болон тодорхой ойлголтоор тайлбарлах болсон. Женнифер Чан, Хо Лун Тоу, Эрик Чан нар нийгмийн эв нэгдлийг иргэд өөрсдийгөө нийгмийн нэг хэсэг гэж мэдрэх, хүлээн зөвшөөрөгдөх, институтууд шударга ажиллаж байна гэж итгэх, нийгмийн дэг журамд итгэх зэрэг субъектив болон объектив хүчин зүйлсийн нийлбэр байдлаар илэрдэг [4] гэж тодорхойлжээ. Тэдний онол нь нийгмийн эв нэгдэл нь зөвхөн хүмүүсийн хоорондын харилцаанд бус, засаглалын чанар, шударга байдал, нийгмийн бүтцийн зохион байгуулалттай салшгүй уялдаатай болохыг тодотгодог.

Хот төлөвлөлтийн салбарт нийгмийн эв нэгдлийг **хөрш орчны түвшинд** авч үзсэн Рэй Форрест, Адриан Кирнс [6] нарын судалгаа онцгой байр суурь эзэлдэг. Тэд хотын доторх хаалттай хотхон, хуучин

орон сууцны хороолол, шинэ суурьшлын бүсүүдийн хооронд үүсэж буй биет болон сэтгэлзүйн тусгаарлалт нь хүмүүсийн өдөр тутмын харилцааг сулруулж, хөршүүдийн хоорондын итгэлцэл, хамтын хариуцлага, харьяалагдах мэдрэмжийг бууруулдаг болохыг харуулсан. Тэдний үзэж буйгаар нийгмийн эв нэгдэл нь бодитоор **хөрш орчны түвшинд** илэрч, тэнд л хэмжигдэх боломжтой юм.

Хөрш орчны түвшинд суурилсан үнэлгээ нь тухайн газрын орон зайн төлөвлөлт, инженерийн дэд бүтэц, нийгмийн зан төлөв, бүлгийн ялгарал, оролцооны механизм зэрэг олон хувьсагчийн харилцан үйлчлэлийг бодитоор илрүүлэх давуу талтай тул бодлогын түвшинд илүү бодитой дүгнэлт, зөвлөмж боловсруулах боломжийг олгодог.

Хөрш орчин. Америк архитектор, хот төлөвлөгч Кларенс Перри 1929 онд хөрш орчны нэгжийн төлөвлөлт, дизайны арга зүй боловсруулжээ. Энэ үзэл санаа, алсын хараа нь дэлхий дахинд хүчтэй нөлөө үзүүлсэн юм. К.Перри бага сургууль бол бага насны хүүхэдтэй гэр бүлийн амьдралд чухал үүрэгтэй байгууллага хэмээн үзэж, энэ санаанд тулгуурлан хөрш орчныг бага сургуулийг тойруулан төлөвлөх ёстой гэж үзсэн. Нэгж хөрш орчны хэмжээ нь 800 метрийн радиуст багтсан хэмжээтэй байна. Энэ хамрах хүрээнд орон сууц, дэлгүүр, нийгмийн дэд төвүүд, бага болон дунд сургууль цэцэрлэг мөн иргэдийн эв нэгдлийг дэмжих олон нийтийн орон зайг тусгасан. Эдгээр хөрш орчин нь нэгдэж томоохон хотыг бий болгосноор илүү сайхан нийгэм үүснэ гэх онол боловсруулсан. Энэ онолыг бусад хот төлөвлөгч нар тусган авч, өөрсдийн нөхцөлд тохирсон орчин үеийн шинэ хувилбарыг боловсруулсаар байна [7].

Гэвч Улаанбаатар хотын хувьд К.Перригийн нэгж хөрш орчны үзэл санаа агуулгын хувьд гажиж, орчин үеийн хотжилтын явцад **хаалттай, нэг төрлийн орон сууцны цогцолбор** хэлбэрээр хэрэгжих хандлага давамгайлж байна. Ийм хаалттай төлөвлөлт нь орон зайн аюулгүй байдлыг тодорхой хэмжээнд нэмэгдүүлж буй мэт харагдавч бодит нөхцөлд хөршийн харилцааг хязгаарлаж, “доторх бид” ба “гаднах тэд” гэсэн сэтгэхүйг бий болгож, нийгмийн эв нэгдэлд сөргөөр нөлөөлөх эрсдэлтэй.

Хот төлөвлөлтөөр дамжуулан нийгмийн эв нэгдлийг хэрхэн бэхжүүлдэг талаарх үндсэн ойлголт онол. Социологич Рэй Олденбургийн тодорхойлсноор хүнд гэр (1-р орон зай) ба ажил (2-р орон зай)-аас гадна “Гуравдагч орон зай” заавал хэрэгтэй байдаг. Үүнд цэцэрлэгт хүрээлэн, номын сан, талбай, кафе зэрэг багтдаг. Эдгээр газар нь нийгмийн өөр давхаргын хүмүүс (баян, ядуу, хөгшин, залуу) нэг дор, ямар нэг шалтгаангүйгээр уулзах боломжийг олгодог. Нийтийн эзэмшлийн талбай бага байвал хүмүүс зөвхөн “Гэр-Ажил-Гэр” гэсэн тусгаарлагдсан тойрогт орж, хөршийн холбоо тасардаг [8].

Урбанист Жейн Жейкобсын тодорхойлсон “Гудамж дах хараа, хяналт” [9] гэх ойлголт нь нийгмийн эв нэгдэлд чухал үзэл санаа юм. Хүний хөдөлгөөн ихтэй гудамж талбай, 1-р давхрын дэлгүүр, үйлчилгээний хэсгүүдийг хүнд ээлтэй байдлаар төлөвлөх нь гудамж дах хараа, хяналтыг

бий болгож иргэд орчиндоо аюулгүй байдлыг мэдрэх, нэг нэгнээ таньж эхлэх, улмаар хөршийн холбоо бэхэждэг [9]. Мөн өндөр хашаа бүхий харуул хамгаалалттай хотхонууд ихээр баригдах нь БИД-хотхон доторх ба ТЭД хотхоны гаднах гэсэн сэтгэхүйг үүсгэдэг. Хотын гудамж талбайг хашаагаар хязгаарлах нь иргэдийн чөлөөтэй шилжих нийгмийн харилцааг хаадаг сул талтай. Хөрш орчинд зөвхөн орон сууцууд ихээр байхаас илүүтэй сургууль, цэцэрлэг, ажлын байр, үйлчилгээг цогцоор төлөвлөх нь эв нэгдэлд сайнаар нөлөөлдөг.

Судлагдсан байдлын тойм

Нийгмийн эв нэгдэл нь орчин үеийн хот төлөвлөлтийн онол, практикт чухал байр суурь эзлэх болсон олон талт ойлголт юм. Энэхүү ойлголт нь анх XIX зууны сүүлчээр Францын социологич Эмиль Дюркхаймын [5] нийгмийн интеграцийн онолд суурилан шинжлэх ухааны эргэлтэд орсон. Тэрээр нийгмийн хөдөлмөрийн хуваарь хөгжихийн хэрээр нийгмийн нэгдмэл байдал шинэ хэлбэрт шилждэг болохыг тайлбарлаж, эв нэгдлийг нийгмийн тогтвортой байдлын суурь нөхцөл хэмээн үзсэн.

XX зуунд нийгмийн эв нэгдлийн ойлголт институтын тогтвортой байдал, нийгмийн капитал, иргэний оролцоо, харилцан итгэлцэл зэрэг ойлголттой уялдан өргөжсөн. Судлаачид иргэдийн хоорондын итгэлцэл, хамтын ажиллагаа, нийтийн амьдралд оролцох идэвх нь нийгмийн тогтвортой хөгжлийн чухал нөхцөл болохыг тэмдэглэсэн. Ийнхүү эв нэгдэл нь зөвхөн нийтлэг үнэт зүйлийн нэгдэл бус, харин бодит харилцаа, сүлжээ, хамтын үйл ажиллагаанд илэрдэг нийгмийн бүтэц хэмээн тодорхойлогдох болсон.

Хот төлөвлөлтийн салбарт нийгмийн эв нэгдлийг орон зайн бүтэцтэй холбон судлах хандлага сүүлийн үед эрчимжсэн. Судлаачид эв нэгдэл нь улс орны хэмжээнд яригдах ерөнхий ойлголтоос илүүтэйгээр иргэдийн өдөр тутмын амьдрал өрнөдөг хөрш орчны түвшинд хамгийн тод илэрдэг болохыг онцолсон. Нийтлэг үнэт зүйл, оролцоо, нийгмийн дэг журам, тэгш боломж, хөршүүдийн харилцаа зэрэг хэмжээсээр эв нэгдлийг задлан шинжилж, хэмжих оролдлого хийсэн нь хот төлөвлөлтийн судалгаанд арга зүйн шинэ чиглэл бий болгосон.

Нийгмийн эв нэгдэл ба орчны аюулгүй байдлын хамаарлыг эмпирик судалгаагаар баталсан бүтээлүүдэд хөршүүдийн харилцан итгэлцэл болон албан бус нийгмийн хяналт нь гэмт хэргийн түвшнийг бууруулахад чухал үүрэгтэйг тогтоосон байдаг. Хөршүүд бие биедээ итгэдэг, нийтийн орон зайн асуудалд оролцдог орчинд нийгмийн эмх журам тогтвортой хадгалагддаг болохыг эдгээр судалгаа харуулсан. Эв нэгдэл нь зөвхөн сэтгэл зүйн ойлголт бус, харин хотын аюулгүй байдлыг хангах бодит нийгмийн механизм болохыг илтгэнэ.

Хотын орон зайн зохион байгуулалт, архитектурын шийдэл нь нийгмийн эв нэгдэлд шууд нөлөөлдөг болохыг олон судалгаа харуулсан. Ялангуяа өндөр хашаа, хаалттай зохион байгуулалт бүхий орон сууцны хороолол нь аюулгүй байдлын субъектив мэдрэмжийг нэмэгдүүлдэг боловч урт хугацаанд нийгмийн тусгаарлалтыг бий болгож,

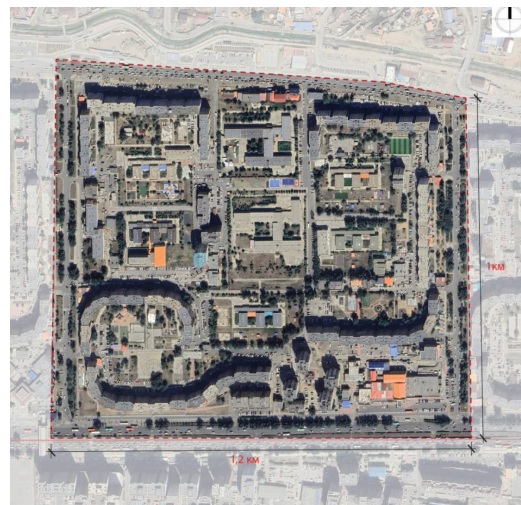
хөршүүдийн хоорондын харилцааг сулруулдаг гэж үздэг [2]. Мөн зах зээлийн шилжилтийн үеийн хотуудын жишээн дээр орлогын ялгарал нэмэгдэхийн хэрээр оршин суугчид орон зайн хувьд зааглагдаж, ерөнхий итгэлцэл буурч байгааг тогтоосон. Энэ нь хотын морфологи буюу хэлбэр бүтэц, өмчлөлийн зохион байгуулалт, төлөвлөлтийн бодлого нь нийгмийн эв нэгдлийн түвшинд нөлөөлөх хүчин зүйл болохыг баталж байна.

Монгол Улсын хувьд нийгмийн эв нэгдлийг нийгмийн капиталын үзүүлэлтээр авч үзсэн судалгаанд гэр бүл, төрөл төрөгсдийн хүрээнд нэгдмэл байдал өндөр боловч хөрш болон танихгүй хүмүүсийн хоорондын итгэлцэл сул байгаа нь ажиглагдсан [1]. Энэ нь манай улсын хотжилтын нөхцөлд нийтийн орон зай, хөршийн харилцаа, иргэний оролцоог дэмжих бодлогын хэрэгцээ байгааг илтгэнэ.

Судлагдсан байдлыг нэгтгэн үзвэл, нийгмийн эв нэгдэл нь хот төлөвлөлтийн хүрээнд орон зайн зохион байгуулалт, хөрш орчны харилцаа, аюулгүй байдал, институтын оролцоо зэрэг хүчин зүйлсийн огтлолцолд бүрэлддэг цогц үзэгдэл болох нь тодорхой байна. Тиймээс хот төлөвлөлтийн бодлого, ерөнхий төлөвлөгөө, орон зайн шийдлийг боловсруулахдаа нийгмийн эв нэгдлийг бэхжүүлэх зорилтыг стратегийн түвшинд тусгах шаардлага улам бүр нэмэгдэж байна.

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Хөрш орчинд дахь нийгмийн эв нэгдлийг бодитоор үнэлж, дүгнэлт боловсруулахын тулд Улаанбаатар хотод баригдсан өөр өөрийн онцлог бүхий дараах 2 хөрш орчныг сонгон субъектив болон объектив арга ашиглан судалгааг боловсруулав. Судалгааны байршлаар 1-р хороолол болон Яармагийн бүсийг сонгосон нь социалист үеийн нээлттэй төлөвлөлт болон орчин үеийн хаалттай хотхоны загвар нь нийгмийн эв нэгдэл, хөршийн итгэлцэлд хэрхэн ялгаатай байдлаар нөлөөлж буйг харьцуулан шинжлэх боломжийг олгож байна.



1-р зураг. Сонгосон байршил 1: Сонгинохайрхан дүүргийн 14, 15-р хороонд байрлах 1-р хороолол

Байршлын онцлог (1-р хороолол): Тухайн он цагт баригдсан бусад нэгж хөрш орчнуудтай харьцуулахад анхны төлөвлөлтийн зарчим алдагдаагүй, нэмж барилга баригдаагүй анхны төлөвлөлт хадгалагдсан тул уламжлагдаж ирсэн хөрш орчны эв нэгдлийг мэдрэх, биет орчныг судлахад хамгийн тохиромжтой нэгж орчин тул тухайн байршлыг сонгосон.



2-р зураг. Сонгосон байршил 2: Хан-Уул дүүргийн 23-р хороонд байрлах Яармагийн шинэ суурьшлын бүс

Байршлын онцлог (Яармагийн шинэ суурьшлын бүс): Сүүлийн жилүүдэд Яармаг шинэ суурьшил болон дахин төлөвлөлийн байршлуудад хаалттай нэг маягийн хотхонууд ихээр баригдаж байгаа ба цаашил ч энэ хэвээр баригдах хандлагатай байгаа тул энэ хөрш орчны загварт нийгмийн эв нэгдэл ямар түвшинд байгааг судлах шаардлагатай тул тухайн байршлыг сонгосон.

1. Нийгмийн судалгаа – Субъектив арга

Тоон судалгаа. Рэй Форрест, Адейр Кернс нь нийгмийн эв нэгдлийг хөрш орчны түвшинд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг хэмжих [6] үзүүлэлтийг тодорхойлсны дагуу сонгосон 2 байршилд тус бүр 100 оршин суугчаас дараах 5 бүлгийн хүрээнд 25 асуулт бүхий асуумжийн судалгаа авсан.

- Нийтлэг үнэт зүйл ба иргэний соёл
- Нийгмийн дэг журам ба орон зайн аюулгүй байдал
- Харилцан дэмжлэг ба нийгмийн тэгш хүртээмж
- Нийгмийн сүлжээ, оролцоо ба нийгмийн капитал
- Харьяалагдах мэдрэмж, орон зайн хамаарал, тогтвортой суурьшил

Судалгааг 5 шатлалт Лайкертын шкал ашиглан биет болон онлайн хэлбэрээр авсан. Лайкертын арга нь хувь хүний хандлага, үнэлэмж, итгэлцэл, зан төлөвийн чиг хандлагыг тоон үзүүлэлт болгон

хэмжихэд түгээмэл хэрэглэгддэг арга зүй юм. Судалгаанд оролцогчид мэдээлэлд өгөгдсөн хэр зэрэг санал нийлж байгаагаа 1-5 онооны шатлалаар илэрхийлнэ.

1- Огт санал нийлэхгүй эсрэг байр суурьтай, 2 - Ихэнхдээ санал нийлэхгүй, 3 - Тодорхой байр суурьгүй, дунд зэрэг, 4 - Ерөнхийдөө санал нийлж байна, 5 - Бүрэн санал нийлж байна

Чанарын судалгаа. СӨХ-ны дарга болон тухайн орчинд нэг жилээс дээш хугацаанд амьдарсан 10 оршин суугчтай ганцаарчилсан ярилцлага хийсэн. Ярилцлага нь хөршийн харилцааны давтамж, харилцан итгэлцэл, хамтын оролцоо, аюулгүй байдлын мэдрэмж, орчны зохион байгуулалтын нөлөө зэрэг сэдвийг хамарсан бөгөөд тоон судалгааны үр дүнг тайлбарлах, баталгаажуулах нэмэлт эх сурвалжийн үүргийг гүйцэтгэнэ.

2. Орон зайн дүн шинжилгээ -Объектив арга

Орон зайн ажиглалт. Сонгосон байршилд эв нэгдлийн бүрэлдэх үйл явцыг орон зайн морфологитой уялдуулан шинжилсэн. Нийтийн талбайн ашиглалт, явган хүний хөдөлгөөн, хүүхдийн тоглоомын талбайн идэвхжил, автомашины давамгайлал зэрэг үзүүлэлтүүдийг ажиглалтын аргаар тэмдэглэн баримтжуулж дүгнэсэн. Ингэхдээ “Эдийн засгийн хамтын ажиллагаа, хөгжлийн байгууллага”-ын судалгаанд дурдсан орон зайн чанарын дараах шалгуур үзүүлэлтийг баримталсан [3].

1. Нийтийн орон зайн хүртээмж
2. Явган холболт ба замын сүлжээ
3. Барилгажилтын төрөл ба нягтрал
4. Нээлттэй байдал ба харагдац
5. Холимог ашиглалт
6. Орон сууцны орц, нийтийн хэсгийн зохион байгуулалт
7. Танигдах байдал
8. Ногоон байгууламж ба амрах орчин
9. Аюулгүй байдал
10. Орон нутгийн дэд бүтэц ба үйлчилгээний хүртээмж

Судалгаанд оролцогчдоос судалгаанд сайн дурын үндсэн дээр оролцох зөвшөөрөл авч, хувийн мэдээллийг нууцалсан. Ашигласан судалгааны арга зүй нь хоёр өөр хөрш зохион байгуулалт бүхий орчны загварт нийгмийн эв нэгдэл хэрхэн илэрч буйг гүнзгий тайлбарлах, бодлогын түвшний дүгнэлт боловсруулахад онол аргазүйн чухал үндэслэл болж байна.

IV. ҮР ДҮН

Судалгаанд сонгосон байршил тус бүрээс 100 оршин суугчаас Р.Форрест, А. Кернсийн [6] дэвшүүлсэн нийгмийн эв нэгдлийн таван хэмжигдэхүүний дагуу асуумжийн судалгаа авч, 1–5 онооны Лайкертын шатлалаар үнэлж, сонгосон байршлын дундаж утгуудыг харьцуулсан үр дүнг доор нэгтгэн үзүүлэв.

Судалгаанд оролцогчдын дундаж нас 36.3 байсан бөгөөд оршин суусан дундаж хугацаа 1-р хороололд 8 жил, Яармагт 3.1 жил байна. Сонгосон байршилд оршин суугчдын амьдарсан дундаж хугацаа ялгаатай байдлаас үүдэн хөршийн эв нэгдлийн үзүүлэлтэд тодорхой хэмжээнд нөлөөлөх сул талтай хэдий ч энэ нь зөвхөн асуумж судалгааны үр дүнд нөлөөлнө. Судалгааны найдвартай байдал, үнэн зөвийг хангах зорилгоор мэдээллийн гурвалжилсан аргыг ашигласан бөгөөд тоон судалгааны үр дүнг ярилцлага болон орон зайн ажиглалттай харьцуулан уялдуулан шинжилсэн. Ингэснээр нэг судалгааны үр дүнгээс үүсэх боломжтой хазайлтыг бууруулж, илэрсэн дүгнэлтийн баталгаатай байдлыг нэмэгдүүлэв.

Нийгмийн эв нэгдлийн үзүүлэлт дундаж оноогоор
1-Р ХҮСНЭГТ.

№	Үзүүлэлт	1-р хороолол	Яармаг
1	Нийтлэг үнэт зүйл, иргэний соёл	3.96	3.45
2	Нийгмийн дэг журам ба орон зайн аюулгүй байдал	3.49	4.02
3	Харилцан дэмжлэг ба нийгмийн тэгш хүртээмж	4.04	3.33
4	Нийгмийн сүлжээ ба нийгмийн капитал	4.2	3.09
5	Харьяалагдах мэдрэмж ба тогтвортой суурьшил	4.25	3.2
	Нийт индекс	3.98	3.41

Судалгаанд оролцогчдын өгсөн тоон утгыг онолын тайлбартай уялдуулан үр дүнг тайлбарлав.

1. Нийтлэг үнэт зүйл ба иргэний соёл. Судалгааны үр дүнгээс харахад 1-р хорооллын оршин суугчид нийтийн эзэмшлийн орон зайг ашиглах соёл, хамтын өмчид хандах хандлагаараа Яармагийн бүсийн оршин суугчдаас илүү өндөр үнэлгээ авсан. Энэ нь тухайн орчинд удаан хугацаанд суурьшсан иргэдийн дунд хамтын хэм хэмжээ, бие биедээ шаардлага тавих болон иргэний сайн дадал төлөвшиж бидний дундын өмч гэсэн нэгдсэн ойлголттой холбоотой гэж үзэж байна.

2. Нийгмийн дэг журам ба орон зайн аюулгүй байдал. Орон зайн аюулгүй байдлын субъектив мэдрэмжийн хувьд Яармагийн шинэ суурьшлын бүс илүү өндөр үнэлгээтэй гарсан. Барилгын стандарт, технологийн дэвшил, гэрэлтүүлэг, харуул хамгаалалт, хаалттай зохион байгуулалт зэрэг биет орон зайн хүчин зүйлс нь иргэдийн аюулгүй байдлын мэдрэмжид эерэг нөлөө үзүүлж байгааг харуулж байна. Гэсэн хэдий ч энэ үзүүлэлт нь нийгмийн харилцааны түвшинтэй шууд хамааралгүй байгааг үр дүнгээс харж болно.

3. Харилцан дэмжлэг ба нийгмийн тэгш хүртээмж. Хөршүүдийн хоорондын итгэлцэл, харилцан бие биедээ туслахад бэлэн байдлын түвшин 1-р хороололд илүү өндөр илэрсэн. Оршин суугчид бие биедээ тулгамдсан асуудлаар хандах, өдөр тутмын түвшинд дэмжлэг үзүүлэх боломж Яармагийн бүстэй харьцуулахад илүү байгааг судалгааны дүн харууллаа. Энэ нь албан бус

нийгмийн сүлжээ болон уламжлалт хөршийн харилцаа хадгалагдаж үлдсэн байгааг илтгэж байна.

4. Нийгмийн сүлжээ, оролцоо ба нийгмийн капитал. Хоёр байршлын хооронд хамгийн их зөрүүтэй гарсан үзүүлэлт нь нийгмийн сүлжээ болон хамтын оролцооны түвшин байв ($\Delta\text{Mean} = 1.02$, $p < 0.001$). 1-р хороололд оршин суугчид бие биеэ таних, хөршийн уулзалт, хамтын үйл ажиллагаанд оролцох түвшин харьцангуй өндөр байгаа бол Яармагийн бүсэд хөршийн харилцаа хараахан бүрэн төлөвшөөгүй, харилцаа тасрас шинжтэй байна.

5. Харьяалагдах мэдрэмж ба тогтвортой суурьшил. “Энэ бол миний хөрш орчин” гэх харьяалагдах мэдрэмж 1-р хороололд илүү хүчтэй илэрсэн бол Яармагийн бүсэд оршин суугчдын нүүх, орчноо солих төлөвлөгөө харьцангуй өндөр хувьтай байв. Энэ нь шинэ суурьшлын бүсэд орон зайн танигдалт, суурьшлын тогтвортой байдал хараахан бүрэлдээгүй байгааг илтгэнэ.

Орон зайн ажиглалт.Тухайн хөрш орчны иргэд өөрийгөө “БИД” гэж мэдрэх, хамтын зорилготой байх, харилцан тусалцах, итгэлцэл ба хамааралтай байх түвшин. Энэ нь зөвхөн сэтгэл зүйн ойлголтоос гадна орон зайн бүтэц, барилгажилтын төрөл, нийтийн орон зай зэрэг биет орчны хүчин зүйлүүд энэ мэдрэмжийг бий болгож, бэхжүүлж чаддаг.

Байршил-1 (1-р хороолол) К.Перригийн нэгж хөрш орчны зарчимд тулгуурлан [7] 1970-1980 онд социализмын үеийн микрорайон зарчмаар төлөвлөгдсөн. Төвлөрсөн төлөвлөгөөнт бодлогын хүрээнд 5-9 давхар, задгай зохион байгуулалттай байна. Авто машины хөдөлгөөн ихэвчлэн гадна периметрийн дагуу төвлөрч, дотор хэсэгт оршин суугчдын орон зай давамгайлсан. Нээлттэй гудамж замын сүлжээ, орон сууцны төрөлжилт, сургууль, цэцэрлэг, худалдаа үйлчилгээний хүртээмж, ногоон байгууламжийг нэгтгэн төлөвлөсөн нь оршин суугчдын өдөр тутмын харилцааг нэмэгдүүлж, нийгмийн холбоосыг бэхжүүлж уламжлалт хөршийн холбоог хадгалж үлдсээр байгаа нь ажиглагдав.

Байршил-2 (Яармагийн шинэ суурьшлын бүс) Сүүлийн жилүүдэд барилгажилт хурдацтай явагдаж буй Яармагийн шинэ суурьшлын бүс дэх хөрш орчин. Барилгууд нь 12-16 давхар өндөр нягтралтай блокийн зохион байгуулалт бүхий хагас хаалттай, торон бүтэцтэй, явган хүний нэвтрэх чөлөөтэй холбоос хязгаарлагдмал, хотхоны дотор зохион байгуулалт нь авто машин давамгайлсан төлөвлөлттэй байна. Дотор хашаандаа тоглоомын талбай, ногоон байгууламж төлөвлөсөн боловч хотхонууд хоорондоо нэгдсэн коридор, явган холболт, хөрш орчны олон нийтийн орон зай дутмаг байгаа нь нийгмийн харилцаа бүрэлдэн тогтоход хүндрэлтэй байгаа нь ажиглагдав.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгаагаар Улаанбаатар хотын ялгаатай хэв шинж бүхий хөрш орчинд нийгмийн эв нэгдэл харилцан адилгүй түвшинд илэрч буйг тогтоож дараах үндсэн дүгнэлтүүдийг гаргав.

Суурьшлын хугацаа нь нийгмийн капитал бүрэлдэхэд шийдвэрлэх үүрэгтэй болох нь тодорхой

болов. 1-р хорооллын жишээнээс харахад удаан хугацаанд хамтран амьдарсан оршин суугчдын дунд хөршийн итгэлцэл, харилцан дэмжлэг, хамтын оролцоо илүү бат бөх байна. Харин Яармагийн бүсэд оршин суусан дундаж хугацаа богино байгаа нь нийгмийн нягтрал бүрэлдэхэд саад болж байна.

Физик аюулгүй байдал ба нийгмийн эв нэгдэл нь хоорондоо заавал давхцах ойлголт биш болох нь тодров. Хаалттай хотхоны зохион байгуулалт нь аюулгүй байдлын субъектив мэдрэмжийг нэмэгдүүлж байгаа ч, хөршүүдийн хоорондын харилцаа, хамтын оролцоог сулруулж, харьяалагдах мэдрэмжийг бууруулах хандлагатай байна.

Орон зайн тусгаарлалт нь нийгмийн эв нэгдлийг сулруулах хүчин зүйл болох нь илэрлээ. Яармагийн бүс дэх өндөр хашаа, хаалттай зохион байгуулалт нь “доторх” ба “гаднах” гэсэн сэтгэл зүйн зааг үүсгэж, хөршийн холбоо тогтох нөхцөлийг хязгаарлаж байна.

Иймд Улаанбаатар хотын цаашдын хот төлөвлөлтийн бодлогод нийгмийн эв нэгдлийг дэмжих зорилгоор нийгмийн холимог бүтэц, нээлттэй орон зайн төлөвлөлт, нийтийн эзэмшлтийн ногоон байгууламж зайлшгүй төлөвлөх, хаалттай орон зайг багасгаж, явган хүний өдөр тутмын харилцааг дэмжсэн гудамж, талбайн зохион байгуулалтыг хэрэгжүүлэх, мөрдүүлэх шаардлагатай гэж үзэв. Эдгээр арга хэмжээ нь хөрш орчны түвшинд нийгмийн эв нэгдлийг бэхжүүлж, улмаар Улаанбаатар хотын тогтвортой, хүртээмжтэй хөгжлийн нийгмийн суурийг бий болгоход чухал ач холбогдолтой юм.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] IRIM судалгааны хүрээлэн. Монгол дахь нийгмийн капиталын судалгаа. Улаанбаатар, 2021
- [2] Үндэсний статистикийн хороо. Монгол Улсын нийгэм, эдийн засгийн үндсэн үзүүлэлтүүд. Улаанбаатар, 2020
- [3] OECD. Perspectives on Global Development 2012: Social Cohesion in a Shifting World. Paris: OECD Publishing. 2011
- [4] Chan, J., To, H.-P., & Chan, E. (2006). Reconsidering social cohesion: Developing a definition and analytical framework. *Social Indicators Research*, 75(2), 273–302.
- [5] Durkheim, É. (1893). *The Division of Labour in Society*. New York: Free Press
- [6] Forrest, R., & Kearns, A. (2001). *Social cohesion, social capital and the neighbourhood*. Bristol: Policy Press.
- [7] Perry, C. A. (1929). *The Neighborhood Unit*. In *Regional Survey of New York and Its Environs* (Vol. 7). New York: Russell Sage Foundation.
- [8] Oldenburg, R. (1999). *The Great Good Place*. New York: Marlowe & Company.
- [9] Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. New York: Random House.

ЗАХ ЗЭЭЛ ҮҮСГЭГЧИЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНД ҮНЭТ ЦААСНЫ НОМИНАЛ НЭВТРҮҮЛЭХ, ХӨРӨНГИЙН ЗАХ ЗЭЭЛИЙН ХӨРВӨХ ЧАДВАРЫГ САЙЖРУУЛАХ

Очирбатын ГАНЖИГҮҮР¹, Бямбадоржийн ЦЭРЭГМАА²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Менежментийн сургууль, Эдийн засаг, санхүүгийн тэнхим

Холбоо барих зохиогчийн и-мэйл хаяг: ganjiguur.ochir1122@gmail.com¹

Хураангуй: Хөрөнгийн зах зээлийн тогтвортой байдал хувьцааны хөрвөх чадварыг нэмэгдүүлэх зорилгоор, Санхүүгийн зохицуулах хорооны “Үнэт цаасны бүртгэлийн журам”-ын 8.5-д “Андеррайтер, зах зээл үүсгэгч нь хувьцааны үнийн хэт өндөр өсөлт, бууралтаас хамгаалах, хөрвөх чадварыг нэмэгдүүлэх, үнийн тогтвортой байдлыг хангах зорилгоор хувьцаа худалдан авах, зарах ажиллагааг гүйцэтгэж, эрэлт нийлүүлэлтийн зарчмыг үйл ажиллагаандаа мөрдөнө” (тогтоол 2021) гэж заасны дагуу хувьцааны үнийн тогтвортой байдлыг хангах зорилгоор зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагааг идэвхжүүлэх хэрэгцээ шаардлага үүсээд буй учир үнэт цаасны хөрвөх чадварыг сайжруулах эрэлт, нийлүүлэлтийг нэмэгдүүлэхийн тул үнэт цаасны номинал ашиглан, хөрөнгийн зах зээлийг идэвхжүүлэх боломжийг судлахад орших юм.

Түлхүүр үг: Бирж, хөрөнгийн зах зээл, зах зээл үүсгэгч, үнэт цаасны номинал, монголын хөрөнгийн бирж

I. УДИРТГАЛ

Зах зээл үүсгэгчдийн үйл ажиллагаанд олон улсын биржийн зах зээлд амжилттай хэрэгжүүлж буй зохицуулалтыг нэвтрүүлэх боломжийг судалж олон улсын стратеги, туршлагыг ашиглан, Монголын хөрөнгийн зах зээлийн үйл ажиллагааг идэвхжүүлж, тогтвортой байлгахад оршино.

Монголын хөрөнгийн зах зээлд үнэт цаасны арилжааны идэвх, тогтвортой байдал хангалтгүй учраас зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагаа нэвтрүүлэх хэрэгтэй байна. Зах зээл үүсгэгч нь зах зээлд урьдчилан тогтоосон үнэт цаасны үнэ болон тоо хэмжээгээр оролцож, арилжааны идэвхийг нэмэгдүүлэх замаар хөрвөх чадварыг сайжруулдаг.

Үнэт цаасны компаниудыг зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагаанд татан оруулж, Хөрөнгийн зах зээлийн тогтвортой байдлыг хангах нөхцөл байдлыг тодорхойлох юм.

II. МОНГОЛ УЛСЫН ХӨРӨНГИЙН ЗАХ ЗЭЭЛИЙН ӨНӨӨГИЙН ТӨЛӨВ БАЙДАЛ

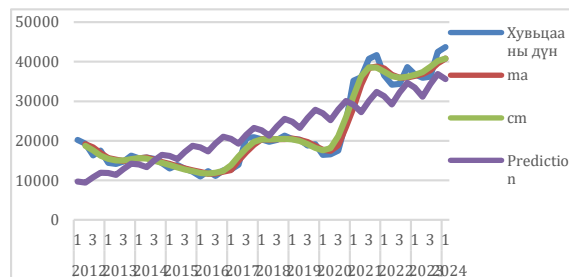
Хөрөнгийн зах зээлийн хөрвөх чадварыг арилжааны үнийн дүн зах зээлийн үнэлгээний харьцаагаар хэмждэг билээ. Энэхүү үзүүлэлт нь дэлхийн улс орнуудын хувьд хангалттай өндөр байна. Харин манай улсын хөрөнгийн зах зээлийн хөрвөх чадвар сул хэдий ч 2021 онд өмнөх онтой нь харьцуулахад 945%-аар буюу 10 дахин өсөж, 23%-д хүрсэн үзүүлэлттэй байна.



1-р зураг. Арилжааны дүн (эзлэх хувь)

Монголын хувьцааны зах зээлийн хөрвөх чадвар ийнхүү бага байгаа нь хувьцааны хэт төвлөрөлтэй

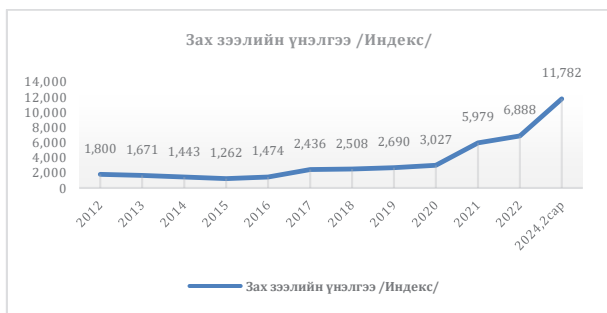
холбоотой. Түүнчлэн 2021-2023 онд цар тахлын дараах бизнес, эдийн засгийн сэргэлт эрчимжиж, хөрөнгийн зах зээлд оролцогч талуудын идэвх нэмэгдсэн ч мэргэжлийн хөрөнгө оруулагчийн хомс байдал болон зах зээлд урт хугацааны хөрөнгө оруулалт дутмаг байгаагаас шалтгаалан 2023 оны 3-р улирлын зах зээлийн хөрвөх чадвар 4%-д хүрсэн.



2-р зураг. Зах зээл үүсгэгчийн индексийн нөлөө

Монгол улсын хөрөнгийн зах зээлд үүсмэл үнэт цаасны хэрэгслийг ашигласнаар зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагаа идэвхжиж, хөрөнгийн зах зээлд оролцогчдын эрэлт нэмэгдэн гэж үзэж байгаа билээ. Иймд дээрх графикаас харж үзвэл Монголын хөрөнгийн зах зээлийг илтгэгч ТОП-20 индекс нь хугацааны цуваан шинжилгээгээр таамаглагдсан байгаа нь өнөөгийн хөрөнгийн зах зээлийн төлөв байдлыг харуулж байна.

Энэхүү зах зээлийн индексээс харж үзэхэд МХБ-д бүртгэлтэй компаниудын зах зээлийн үнэлгээ 2022 оноос 4 их наяд 894 тэрбум буюу 71.05%-аар өссөн харагдаж байна. Мөн энэ график тогтмол өсөлттэй байгаа нь Монгол Улсад арилжаа эрхлэгчдийн зах зээл дэх идэвхтэй байх хандлага нь улам идэвхжиж байгаа нь харагдаж байна. Олон нийтэд арилжаалагдах хувьцааны зах зээл өсөлттэй эрэлттэй идэвхжиж байгаа нь сайн хэрэг гэж харагдаж байна.



3-р зураг. Зах зээлийн үнэлгээ

1. Зах зээл үүсгэгч

А.Зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагаа

Зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагаа нь үнэт цаас гаргагч болон биржтэй гэрээ байгуулсны үндсэнд тодорхой үнэт цаасны худалдах, худалдан авах үнийн саналыг энэхүү журамд заасан нөхцөлийн дагуу нэгэн зэрэг гаргах замаар өөрийн хөрөнгийг эсвэл урьдчилан тогтоосон этгээдийн хөрөнгөөр арилжаанд оролцож, тухайн үнэт цаасны эрэлт, нийлүүлэлтийг хангах үйл ажиллагааг хэлнэ (бирж, "Зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагааны журам" 2021).

Биржид бүртгэлтэй хувьцаа, өрийн хэрэгсэл хөрөнгө оруулалтын сангийн нэгж эрх, хөрөнгөөр баталгаажсан үнэт цаас болон бусад санхүүгийн хэрэгслийн хоёрдогч зах зээлийн арилжаанд зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагааг явуулна (бирж, "Зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагааны журам" 2021).

Б.Зах зээл үүсгэгчийн хүлээх үүрэг хариуцлага

Худалдах болон худалдан авах захиалгын үнийн түвшин тухайн үнэт цаасны сүүлийн ханшаас дараах хязгаарыг хүртэлх хүрээнд тогтооно. Үүнд:

Хөрвөх чадвар харьцангуй сайн /1-ангилал, өрийн хэрэгсэл, ХБҮЦ, бусад санхүүгийн хэрэгсэл/: 2%

Хөрвөх чадвар дунд /2-р ангилал, сангийн нэгж эрх/: 3%

Хөрвөх чадвар сул /3-р ангилал/: 5%

Арилжааны өдөр бүр энгийн арилжааны цагийн 50%-аас доошгүй хугацаанд зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагааг гүйцэтгэнэ.

Арилжааны системд оруулж буй худалдах болон худалдан авах захиалгын дүн нь хэт зөрүүгүй байх нөхцөлийг хангана. Арилжааны системд оруулах захиалгыг бусад энгийн захиалгаас ялгагдахуйц тусгай тэмдэглэгээтэй оруулах эсхүл гишүүний өөрийн нэр дээр тусгайлан нээсэн данснаас арилжаанд оролцоно.

2. Үнэт цаасны номиналаар хөрөнгө оруулалтын сан байгуулах механизм

Энэ механизм нь Portfolio Theory, Liquidity Preference Theory, болон Market Microstructure Theory зэрэг санхүүгийн онол дээр тулгуурласан. Хөрөнгө оруулалтын сан нь олон жижиг хөрөнгө оруулагчдын хөрөнгийг нэгтгэн нэг тогтвортой,

менежменттэй сангийн хөрөнгө бий болгодог. Энэ нь хөрөнгө оруулагчдын хөрөнгийг нэгтгэн номиналын системээр нэгжлэх замаар арилжааны хүртээмжийг нэмэгдүүлэх, хөрвөх чадварыг сайжруулах онолын механизм юм. Жижиг, хүртээмжтэй номиналын нэгжүүд нь зах зээлд тогтмол оролцох боломжийг олгож, үнэт цаасны эрэлт нийлүүлэлтийг зохицуулж, үнийн тогтвортой байдлыг дэмждэг.

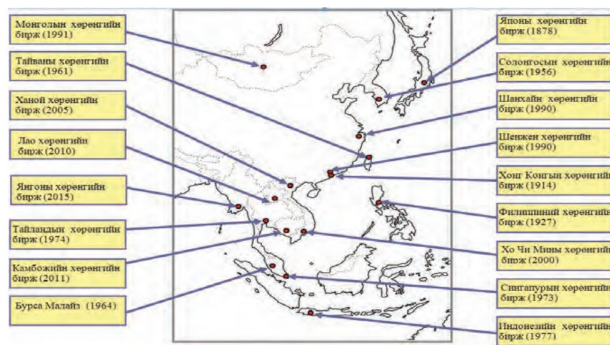
Энэ үйл ажиллагааг хөрөнгө оруулалтын менежментийн компани (ХОМК) мэргэжлийн түвшинд зохицуулан удирдаж, сангийн хөрөнгийг портфелийн онол, эрсдэлийн удирдлагын зарчимд тулгуурлан хөрөнгө оруулалт хийх, номиналын нэгжүүдийг зохицуулах, тайлагнал гаргах замаар зах зээл үүсгэгчийн стратегийг дэмжих юм. Ийнхүү зах зээл үүсгэгч, хөрөнгө оруулалтын сан, номиналын систем, ХОМК, нь харилцан уялдаатай механизмийг бүрдүүлж Монголын хөрөнгийн зах зээлд үнэт цаасны хөрвөх чадварыг нэгдүүлэх, үнийн тогтвортой байдлыг хангах боломж бүрдэнэ (Fama 1970).



4-р зураг. Үнэт цаасны номинал механизм

III. Олон улсын хөрөнгийн зах зээл болон зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагааг хөрөнгийн зах зээлийг идэвхжүүлдэг улс орнуудын кейс, туршлагын судалгаа

Зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагаа нь хөрөнгийн зах зээлийн хөрвөх чадвар, үнийн тогтвортой байдал, арилжааны идэвхи зэрэг олон үзүүлэлтэд шууд нөлөөлдөг. Гэвч эдгээр үзүүлэлтүүд нь хувьцааны тоо хэмжээ, арилжааны давтамж, авах/зарах захиалгын зөрүү (bid-ask spread) зэрэг олон хэмжигдэх хувьсагчтай тул нэгтгэн үнэлэхгүй үр дүн тодорхой бус байдаг. Иймд зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагааг олон улсад индексээр хэмждэг, үнэлдэг. Үүнийг ихэвчлэн хөрөнгийн биржүүдэд "Liquidity Provision Index", "Market Maker Performance index", "ETF Market Making index (Tokyo 2019)" гэх нэршлээр индекс үзүүлэлтийг гаргадаг байна. Энэ нь захиалгын тоо хэмжээ, арилжааны давтамж, авах/зарах үнийн зөрүү (bid-ask spread) зэрэг үзүүлэлтээр тухайн зах зээл үүсгэгчийн гүйцэтгэлийг үнэлдэг.



5-р зураг. Олон улсын хөрөнгийн бирж

Хөрвөх чадварын индекс

Liquidity index-Өдөр тутмын арилжааны дүн буюу тухайн үнэт цаасны дундаж өдрийн арилжааны нийт хэмжээгээр нь харуулдаг (Madhavan 2000). Мөн Bid-ask spread нь худалдан авах болон худалдах үнийн зөрүүгээр нь хэмждэг байна. Арилжааны давтамж нь өдөрт хэдэн удаа арилжаа хийгдсэн, захиалгын идэвхийн үзүүлэлтээр гээд үзүүлэлтүүдийг харуулдаг индекс юм. Portfolio Theory ба market Microstructure Theory дээр суурилдаг ба зах зээл үүсгэгчид энэ индексээр хөрвөх чадварын динамикийг хэмжиж эрэлт нийлүүлэлтийн тэнцвэрийг хангаж ажиллагаараа онцлогтой. Мөн үүгээрээ үнийн тогтвортой байдлыг дэмждэг.

Order-to-Trade Ratio (OTR)

Захиалгын тоо ба биелэгдсэн арилжааны харьцаан дээр суурилсан индекс юм.

Өндөр OTR-Захиалаа арилжааны харьцаа өндөр, захиалгыг олон удаа шинэчилж буйг харуулна.

Доод OTR-Захиалга багатай, зах зээл сул байгааг харуулна.

Market Microstructure Theory-д захиалга ба арилжааны харьцаа нь хөрвөх чадвар, үнийн тогтвортой байдлын чухал үзүүлэлт. Хөрвөх чадвар сул үнэт цаасны арилжааг сайжруулах, зах зээлийн үнийн хэлбэлзлийг бууруулах ач холбогдолтой.

1. Сангийн нэгж эрхийн арилжааны индекс*ETF trading index.*

Portfolio Theory-ийн онолд суурилсан, олон жижиг хөрөнгө оруулагчдын хөрөнгийг нэгтгэж, стабил портфель бий болгож, зах зээлийн хүртээмж, эргэлтийг нэмэгдүүлдэг.

Үндсэн үзүүлэлт нь:

- Арилжааны дундаж дүн
- Сар тутмын арилжааны нийт дүн
- Нэгж эрхийн хөрвөх чадвар

Сангийн нэгж эрхийн арилжааны индексээр гүйцэтгэлийг үнэлэх нь зах зээл үүсгэгчийн идэвхийг бодитой үнэлэх, урамшууллыг системтэй олгох

боломжийг бүрдүүлдэг. Нэгжүүдийн жижиг номинал нь зах зээлд тогтмол оролцох боломжийг дэмждэг ач холбогдолтой индекс юм. (Kong 2020)

IV. ЗАХ ЗЭЭЛ ҮҮСГЭГЧИЙН ҮЙЛ АЖИЛЛАГААНД ХӨНГӨЛТ ОЛГОЖ ТААТАЙ ОРЧИНГ БҮРДҮҮЛЭХ СУДАЛГАА

Судалгааны хүрээнд авч үзсэн биржүүд бүгд зах зээл үүсгэгчийн тодорхой программ, хөтөлбөр хэрэгжүүлдэг, төрөл бүрийн урамшууллын тогтолцоог нэвтрүүлж арилжааны шимтгэлийг 100 хүртэл хувиар чөлөөлдөг бөгөөд зарим тохиолдолд мөнгөн урамшуулал олгодог. Эдгээр урамшууллыг биржүүд бүгд зах зээл үүсгэгчтэй байгуулсан гэрээний үүргийн хэрэгжилтэд үндэслэн олгож байна.

Гонгконгийн Хөрөнгийн бирж групп

Тус бирж нь төрөл бүрийн санхүүгийн хэрэгсэлд суурилсан зах зээл үүсгэгчийн болон хөрвөх чадвар хангагчийн программуудыг хэрэгжүүлдэг.

Үүргийн хэрэгжилтийг сар бүрийн эцэст дүгнэн арилжааны шимтгэлийн хөнгөлөлт эдлэх эсэхийг шийдвэрлэдэг.

Арилжааны шимтгэлийн хөнгөлөлтөөс гадна OMnet Application Programming Interface (OAPI) буюу Арилжааны системд хандах терминалын сарын төлбөрөөс чөлөөлдөг (Kong 2020).

Токиогийн хөрөнгийн бирж

Үүсгэсэн зах зээлийн хэмжээнээс хамаарч урамшууллын дүн хэлбэлздэг буюу Арилжааны үнийн дүнтэй пропорционалаар урамшуулах тогтолцоог хэрэгжүүлдэг. Урамшууллын уг тогтолцооны дагуу Бирж үүргээ биелүүлсэн зах зээл үүсгэгчид мөнгөн урамшуулал олгох бөгөөд “олон төрлийн санхүүгийн хэрэгсэл”-д хөрөнгө оруулах Биржээр арилжаалагддаг сангийн нэгж эрхийг үүсгэх ажиллагааг дэмжих замаар захиалгын хэмжээг нэмэгдүүлж, цаашид арилжааны өртгийг бууруулах зорилгоор нэвтрүүлсэн байна.

Үүний дагуу зах зээл үүсгэгч нь бусад хэрэгсэлтэй харьцуулахад харьцангуй богино хугацаанд, доорх хүснэгтэд заасан индексийн бүрэлдэхүүнд багтах үнэт цаасны хувьд 10-500 сая иенийн үнийн дүн бүхий авах, зарах захиалгыг оруулах юм.

Гүйцэтгэлийг улирлаар үнэлж, сангийн нэгж эрхийн 3-сарын өдрийн дундаж арилжааны дүнгээр нэгж эрхийн хөрвөх чадварыг хэмжин 1-5 гэсэн үзүүлэлтээр эрэмбэлж, хөрвөх чадварын эрэмбээс хамааруулан урамшууллыг тооцох суурь нэгжийг тодорхойлдог байна (Tokyo 2019):

ХӨНГӨЛӨЛТ ТООЦОХ СУУРЬ НЭГЖ

1-р хүснэгт

3-сарын өдрийн дундаж арилжааны дүн /иен/		Хөрвөх чадвар	Суурь хэрэгсэл нь төрөлжсөн эсэх	Урамшуулал тооцох суурь нэгж (bps)
Доод	Дээд			
доош	100,000,000	1	Тийм	0.9
			Үгүй	0.7
100,000,000	500,000,000	2	Тийм	0.5
			Үгүй	0.3
500,000,000	1,000,000,000	3	-	0.2
1,000,000,000	5,000,000,000	4	-	0.1
5,000,000,000	дээш	5	-	0

Түүнчлэн, биржээр арилжаалагддаг сангийн нэгж эрхийн хөрвөх чадвар сайжирсан үед мөн зах зээл үүсгэгч нь тодорхой нэг сангийн нэгж эрхийн тухайн өдөр хийгдсэн 5 тэрбум төгрөг хүртэлх үүсгэсэн зах зээлд ногдох урамшууллыг авах боломж олгодоггоороо уг тогтолцоо онцлогтой.

Мөн хөрвөх чадварын 1-4 гэсэн эрэмбэд хамаарах нэгж эрхийн зах зээл үүсгэгчийн сервер ашигласны нэг сарын төлбөр болох 90,000 иенийг чөлөөлдөг.

Үүнээс гадна зах зээл үүсгэгчдийн 1 жилийн үр дүнг гаргаж, эрэмбэлэн дараах төрлүүдээр шилдгүүдийг шалгаруулж, өөрийн цахим хуудсаараа дамжуулан сурталчилдаг байна. Үүнд:

СУРТАЛЧИЛАХ ХЭЛБЭР

2-р хүснэгт.

Эрэмбэлэх үзүүлэлт	Ялагчийн шагнал	Ялагч зах зээл үүсгэгчдийн тоо
Үүсгэсэн зах зээлийн хэмжээ эсхүл арилжаалсан нэгж эрхийн тоо хэмжээ	The Best Market Makers	3
Хонконгийн зах зээлд арилжаалсан нэгж эрхийн дээрх үзүүлэлт	The Best Market Makers for CONNEQTOR	1
Үйл ажиллагааны тогтвортой байдал	The Good Market Makers	5

“Sponsored market making” буюу үнэт цаас гаргагч сангийн нэгж эрхийн зах зээл үүсгэх хүсэлтийг биржид гаргаж, зөвшөөрлийн үндсэн дээр уг ажиллагааг гүйцэтгүүлж, тогтмол дүнтэй урамшууллыг олгодог тогтолцоог мөн хэрэгжүүлдэг. Энэ тохиолдолд зах зээл үүсгүүлэх хүсэлт гаргагч нь биржийн журмаар тавигдах шаардлагаас гадна нэмэлт чиг үүргийг хэрэгжүүлэх саналаа гаргах боломжтой. Уг тогтолцоог хэрэгжүүлж буй жишээг хүснэгтээр үзүүлэв:

SPONSORED MARKET MAKING

3-р хүснэгт.

Хөрөнгө оруулалтын менежментийн компани	Сангийн нэр	Үүрэг				Нэг зах зээл үүсгэгчид олгох сар бүрийн урамшууллын хэмжээ /иен/
		Авах, захирах үнийн зөрүү (тик)	Авах, захирах үнийн зөрүү (сая иен)	Тоо хэмжээ (сая иен)	Захиалга оруулах хугацаа	
Blackrock	iShares Core Nikkei225 ETF	2	10	50	80%	150,000
Nomura	NEXT FUNDS Solactive Japan ESG Core Index Exchange Traded Fund	3	30	10	80%	100,000
Nomura + Exchange	NEXT FUNDS TOPIX-17 BANKS ETF	3	25	30	80%	150,000
Daiwa	iFreeETF TOPIX High Dividend Yield 40 Index	3	15	10	80%	200,000
Mitsubishi UFJ	MAXIS NASDAQ 100 ETF	2	30	100	80%	100,000
Global X Japan	Global X SuperDividend U.S. ETF	3	40	30	80%	300,000
Nikko + Exchange	Listed Index Fund US Bond (Currency Hedge)	2	20	500	60%	500,000

Идэвхжүүлэлтийн хэлбэр

Энэхүү үйл ажиллагааг өмнө нь хэрэгжүүлээгүй тул зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагаанд бодит дэмжлэг болох урамшууллуудыг нэвтрүүлж, үнэт цаасны компаниудыг татан оролцуулах ажил тулгамдаад байна.

Иймд гэрээний үүргийн хэрэгжилтэд үндэслэн урамшууллыг олгох нь оролцогч талуудад харилцан ашигтай гэж үзэн урамшууллын дараах механизмыг хэрэгжүүлэх саналыг дэвшүүлж байна.

Гэрээний үүргийн хэрэгжилтэд үндэслэн шимтгэл, хураамжийн хөнгөлөлт үзүүлэх:

Гишүүнчлэлийн болон терминалын хураамжаас бүрэн чөлөөлөх; Арилжааны шимтгэлийг 50-100 хүртэл хувиар бууруулах:

Зах зээл үүсгэгчийн хөнгөлөлтийн хэмжээ

4-р хүснэгт

	Хөрвөх чадвар	Үнэт цаас	Хөнгөлөлтийн хувь хэмжээ
1	Харьцангуй сайн	Биржийн бүртгэлийн 1-р ангилал, өрийн хэрэгсэл, ХБҮЦ, бусад санхүүгийн хэрэгсэл	50% хүртэл
2	Дунд	Биржийн бүртгэлийн 2-р ангилал, сангийн нэгж эрх	50-100% хүртэл
3	Сул	Биржийн бүртгэлийн 3-р ангилал	100% хүртэл

Бүртгэлтэй үнэт цаасны хөрвөх чадварыг хэмжих

Хөрвөх чадвар хангалтгүй үнэт цаасны жагсаалтыг гарган хөрвөх чадварыг сайжруулах зорилгыг хэрэгжүүлэх хүрээнд үнэт цаасны хөрвөх чадварыг дараах гурван үзүүлэлтээр хэмжинэ:

-Үнэт цаасны эргэц: Үнэт цаасны өгөгдсөн хугацаанд арилжигдсан үнийн дүнг гаргасан нийт үнэт цаасны тоонд харьцуулсан харьцаа;

-Үнэт цаасны арилжааны дүн: Хоёрдогч зах зээлд арилжигдсан нийт хэмжээ, үнийн дүн;

-Үнэт цаасны авах, зарах захиалгын үнийн зөрүү: Арилжаанд оролцогчдын ирүүлсэн хамгийн сайн авах болон зарах захиалгын үнийн зөрүү.

$$\text{Turnover} = \frac{\text{Арилжааны нийт үнийн дүн}}{\text{Зах зээлийн үнэлгээ}} \quad (1)$$

Энэхүү үзүүлэлт нь тухайн үнэт цаасны арилжааны идэвх болон хөрвөх чадварыг хэмжихэд өргөн хэрэглэгддэг бөгөөд зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагааны үр нөлөөг үнэлэхэд ашиглах боломжтой.

Дүгнэлт

Монголын хөрөнгийн зах зээл нь хөрвөх чадвар сул, үнэт цаасны арилжааны идэвхи хязгаарлагдмал байгаа нь зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагааг нэвтрүүлэх шаардлагыг бий болгож байна. Олон улсын туршлагаас харахад зах зээл үүсгэгчийн гүйцэтгэлийг индекс, хөрвөх чадварын үзүүлэлт, OTR, сангийн нэгж эрхийн арилжааны хэмжээ зэрэг хэмжүүрээр үнэлж, урамшуулал, шимтгэл хөнгөлөлт зэрэг дэмжлэгийг олгодог нь хөрөнгийн зах зээлийг тогтвортой болгоход үр дүнтэй механизм болж байна.

Үнэт цаасны номиналд суурилсан хөрөнгө оруулалтын сангийн механизм нь жижиг хөрөнгө оруулагчдыг оролцоход дэмжлэг үзүүлэхнэгж номинал нь хүртээмжтэй, арилжаанд тогтмол оролцох боломжийг олгодог.

Хөрвөх чадварын сайжруулалт – сангийн хөрөнгө, зах зээл үүсгэгчийн оролцоо, номиналын нэгжүүдийн зохицуулалт нь үнэт цаасны эргэлтийг нэмэгдүүлж, үнийн тогтвортой байдлыг хангана.

Идэвхжүүлэх урамшууллын систем – гүйцэтгэлийг индексээр үнэлж урамшуулал олгох нь зах зээлд оролцогчдын идэвхийг нэмэгдүүлдэг.

Системийн ил тод байдал – индекс болон хэмжүүрүүд нь хөрөнгө оруулагч, зохицуулагч, биржийн удирдлага зэрэг талуудын гүйцэтгэлийг үнэлэх ил тод хэрэгсэл болдог.

Монголын нөхцөлд Санхүүгийн зохицуулах хороо, Монголын хөрөнгийн биржийн зохицуулалт, дэд бүтэц, технологийн боломжууд нь уг механизмыг хэрэгжүүлэх таатай орчин бүрдүүлэх боломжтой. Гэсэн хэдий ч, гүйцэтгэлийн үр дүн, урамшууллын тогтолцоо, хөрөнгө оруулагчдын боловсрол зэрэг хүндрэлүүдийг арилгах, боловсронгуй болгох шаардлага үүсэж байна.

Эцэст нь, индекс болон хөрвөх чадварын үзүүлэлтээр үнэлэгдэх зах зээл үүсгэгчийн механизмийг нэвтрүүлэх нь Монголын хөрөнгийн зах зээлийн идэвх, хөрвөх чадвар, үнэт цаасны үнийн тогтвортой байдлыг сайжруулах системийн ач холбогдолтой алхам болох нь тодорхой байна. Энэ механизм нь хөрөнгө оруулагчдын итгэлийг нэмэгдүүлж, зах зээлийн тогтвортой өсөлтийг дэмжих боломжийг бүрдүүлдэг. Зах зээл үүсгэгчийн оролцоо нь зах зээлийн микро бүтэц (market microstructure)-ийн онолд тайлбарлагддаг бөгөөд арилжааны захиалгын урсгалыг тогтворжуулж, bid-ask spread-ийг бууруулах замаар зах зээлийн хөрвөх чадварыг нэмэгдүүлэхэд чухал үүрэгтэй.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Amihud, Y, and H Mendelson. 1986. "Asset Pricing and the Bid-Ask Spread." *Journal of Financial Economics* 223-249.
- [2] Fama, E. F. 1970. "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work." *Journal of Finance* 383-417.
- [3] Kong, Hong. 2020. *HKEX*. https://www.hkex.com.hk/-/media/HKEX-Market/Services/Rules-and-Forms-and-Fees/Rules/SEHK/Stock-Options/Rule-UpdateOperational-Trading-Procedures-for-Options-Trading-Exchange-Participants-of-the-Stock/18-10-OTP-ETFs_e.pdf.
- [4] London. 2021. *London Stock Exchange*. <https://docs.londonstockexchange.com/sites/default/files/documents/marketmakingscheme.pdf>.
- [5] Madhavan, A. 2000. "Market Microstructure: A Survey." *Journal of Financial Markets* 205-258.
- [6] Tokyo. 2019. *Japan Exchange Group*. <https://www.jpx.co.jp/english/>.
- [7] бирж, Монголын хөрөнгийн. 2021. "Зах зээл үүсгэгчийн үйл ажиллагааны журам". Улаанбаатар: Монголын хөрөнгийн бирж.
- [8] бирж, Монголын хөрөнгийн. 2025. *Гишүүнчлэлийн журам*. Улаанбаатар: Монголын хөрөнгийн бирж.
- [9] [тогтоол, СЗХ. 2021. *Үнэт цаасны бүртгэлийн журам*. Улаанбаатар: Санхүүгийн зохицуулах хороо.



БАЙГАЛИЙН УХААН, ХЭРЭГЛЭЭНИЙ ШИНЖЛЭХ УХААН



СУРГАЛТЫН БИЕТ ОРЧИН ОЮУТНЫ БҮТЭЭЛЧ ЧАДВАРТ ҮЗҮҮЛЭХ НӨЛӨӨ

Ганболдын ХАЛИУНАА¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга архитектурын сургууль, Архитектурын тэнхим

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

Хураангуй: Энэхүү судалгаа нь архитектурын сургалтын биет орчин оюутнуудын бүтээлч чадварт хэрхэн нөлөөлж буйг тодорхойлох зорилготой. Харьцуулсан кейс судалгааны хүрээнд Монгол Улсын Шинжлэх ухаан, технологийн их сургууль (ШУТИС) болон АНУ-ын Майамигийн их сургуулийн архитектурын тэнхимийн сургалтын орчныг хамруулж, оюутнуудын субъектив үнэлгээ ба бодит орон зайн шинж чанаруудын уялдаа холбоог шинжилсэн. Судалгаанд холимог арга зүй хэрэглэж, авто-фотографи^{*} судалгаа болон асуулгын судалгаагаар сайн дурын үндсэн дээр өгөгдөл цуглуулсан. Өгөгдлийг чанарын ба тайлбарлан задлах шинжилгээний (interpretive analysis) аргаар боловсруулж, гэрэл, дуу чимээ, харах орчин (view/vision), орон зайтай холбогдох холбоо (connection), урам зориг (inspiration) гэсэн таван параметрийн хүрээнд нэгтгэн дүгнэв. Үр дүнгээс харахад байгалийн гэрэлтүүлгийн хүртээмж, тааламжтай харах орчин байдал, хамтран ажиллах боломж олгодог уян хатан төлөвлөлт нь бүтээлч сэтгэлгээг дэмжихэд мэдрэг хүчин зүйлс бөгөөд харин гадаад/дотоод дуу чимээний саад нь анхаарал төвлөрөл, ажлын тасралтгүй байдалд сөргөөр нөлөөлөх нийтлэг асуудал болох нь тогтоогдлоо. Судалгааны үр дүнд тулгуурлан Монголын архитектурын сургалтын орчны төлөвлөлт, ашиглалтын бодлогод хэрэгжүүлэх боломжтой орон зайн сайжруулалтын чиглэлүүдийг санал болгов.

Түлхүүр үг: бүтээлч чадвар (creativity), сургалтын биет орчин (physical learning environment), архитектурын боловсрол (architectural education), авто-фотографи (auto-photography), кейс судалгаа (case study)

I. УДИРТГАЛ

Сургалтын биет орчин нь оюутнуудын суралцах үйл явц, сэтгэл зүйн байдал, бүтээлч чадварт олон түвшинд нөлөөлдөг чухал хүчин зүйл юм. Ялангуяа архитектурын боловсролын хувьд орон зай нь зөвхөн сургалтын үйл ажиллагаа явагдах өрөө тасалгаа бус, харин бүтээлч сэтгэлгээ төлөвшүүлэх, мэргэжлийн чадвар бүрэлдэхэд шууд оролцдог идэвхтэй орчин болдог.

Монгол Улс зах зээлийн эдийн засагт шилжсэнээс хойш дээд боловсролын тогтолцоо, түүний дотор сургалтын барилга байгууламжийн төлөвлөлт, ашиглалт нь олон улсын жишигтэй харьцуулахад харьцангуй хоцрогдсон хэвээр байна. Сүүлийн жилүүдэд боловсролын салбарт бодлогын түвшинд анхаарал хандуулж эхэлсэн хэдий ч дээд боловсролын сургалтын орчны чанар, ялангуяа архитектур, урлагийн чиглэлийн сургалтын биет орчны асуудал хангалттай судлагдаагүй байна.

Оюутнуудын бүтээлч чадвар нь зөвхөн хувь хүний төрөлхийн авьяас, ур чадвараар хязгаарлагдахгүй бөгөөд тэднийг хүрээлж буй орчин, сургалтын орчны төлөвлөлт, уур амьсгалаас ихээхэн хамаардаг. Иймээс бүтээлч чадварыг дэмжих сургалтын орчныг шинжлэх нь архитектурын боловсролын чанарыг сайжруулахад чухал ач холбогдолтой.

Олон улсын судалгаануудад сургалтын орчны гэрэлтүүлэг, дуу чимээ, харах орчин, орон зайн төлөвлөлт, нийгэмших боломж зэрэг хүчин зүйлс нь суралцах үйл явц болон бүтээлч сэтгэлгээнд нөлөөлдөг болохыг дурдсан байдаг. Гэвч эдгээр судалгааны ихэнх нь барууны орнуудын жишээнд

тулгуурласан бөгөөд Монгол Улсын дээд боловсролын орчны бодит нөхцөлд суурилсан эмпирик судалгаа харьцангуй цөөн байна.

Энэхүү судалгааны зорилго нь архитектурын сургалтын биет орчин нь оюутнуудын бүтээлч чадварт хэрхэн нөлөөлж буйг эмпирик судалгааны аргаар тодорхойлох, мөн тухайн нөлөөлөл нь ямар орон зайн хүчин зүйлсээр дамжин илэрч байгааг илрүүлэхэд оршино. Судалгаанд Монгол Улс болон АНУ-ын хоёр их сургуулийн архитектурын тэнхимийг харьцуулан судалж, оюутнуудын орон зайн талаарх субъектив үнэлгээ болон бодит хэрэглээний туршлагыг нэгтгэн шинжилсэн.

Энэхүү судалгааны үр дүн нь Монгол Улсын дээд боловсролын байгууллагын архитектурын сургалтын орчныг төлөвлөх, сайжруулахад анхаарах үндсэн чиглэлүүдийг тодорхойлох, цаашлаад оюутнуудын бүтээлч чадварыг дэмжих сургалтын биет орчныг хөгжүүлэхэд онолын болон практик ач холбогдолтой гэж үзэж байна.

II. ОНОЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ

1. Бүтээлч чадвар

Бүтээлч чадвар нь шинэ санаа, хэлбэр, бүтээгдэхүүн бий болгох чадвар бөгөөд үр дүнгээс гадна үйл явц гэж ойлгогдоно [1]. Бүтээлч чадвар нь зөвхөн төрөлхийн авьяас бус, сургалтын орчин, байгууллагын соёл, урамшууллын систем зэрэг гадаад нөхцөлөөс хамааран хөгжих боломжтой гэж судлаачид тэмдэглэсэн байдаг [3].

Амэбил (Amabile) бүтээлч чадварын үндсэн бүрэлдэхүүнийг мэргэшсэн мэдлэг, бүтээлч сэтгэлгээний ур чадвар, урам зориг/сэдэл

^{*} Авто-фотографи судалгаа гэдэг нь оролцогч өөрөө зураг авч, түүнийгээ тайлбарлах замаар өөрийн туршилага, орчны талаарх ойлголт, хандлагыг илрүүлдэг чанарын судалгааны арга юм.

(inspiration/motivation) гэсэн гурван бүлэгт авч үзсэн бөгөөд орчны дэмжлэг, удирдлагын арга барил нь эдгээр хүчин зүйлсийг нэмэгдүүлэх эсвэл бууруулах боломжтойг онцолсон [4], [5]. Сүүлийн хэдэн арван жилд даяаршлын чиг хандлага нь хүмүүсийн юу мэддэгт бус, юу бүтээж, юу зохион байгуулж байгаад илүү ач холбогдол өгөх болсон. Иймээс бүтээлч чадвар урьд өмнөхөөс илүү чухал болсон бөгөөд сургууль, байгууллагууд багаар ажиллах чадвар, ажилтаны бүтээлч хандалга болон оюутныг идэвхжүүлэх бүтээлч орчинд илүү анхаарах болсон.

2. Бүтээлч орчин

Бүтээлч орчин нь мэдлэг бүтээх, туршлага солилцох, хамтын суралцах үйл явцыг дэмжих биет болон сэтгэлзүйн хүчин зүйлсийн нийлбэр юм [2]. Архитектурын боловсролын хувьд дизайн студи, анги танхим, лекцийн өрөө, хамтран ажиллах орон зай зэрэг нь оюутны өдөр тутмын бүтээлч ажиллагаанд шууд оролцдог бөгөөд эдгээрийн төлөвлөлт нь асуудлыг тодорхойлох, санаа боловсруулах, турших, нөхөрсгөөр шүүмжлэх үйл явцыг дэмжих шаардлагатай.

Төсөл-суурьтай сургалтын орчинд уян хатан төлөвлөлт, хамтын ажиллагааны бүс, үзүүлэх/танилцуулах орон зай зэрэг нь суралцах явц, үр дүн, оролцоог сайжруулах хүчин зүйл байж болохыг Wolff тэмдэглэсэн [8].

3. Сургалтын биет орчны аналитик параметрууд

Энэхүү судалгаанд сургалтын биет орчны нөлөөллийг задлан шинжлэх зорилгоор таван параметрийг сонгон авч үзэв: гэрэл, дуу чимээ, харах орчин, орон зайтай холбогдох холбоо, урам зориг. Эдгээр параметр нь орчны мэдрэхүйн ба нийгмийн талуудыг нэгтгэн тайлбарлах боломжтой бөгөөд архитектурын студийн төлөвлөлт, бүтээлч чанарын холбоосын талаарх судалгаануудтай нийцнэ [2].

III. СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

1. Судалгааны дизайн

Судалгааны дизайн нь харьцуулсан кейс судалгаанд тулгуурласан. Кейс сонголт нь архитектурын боловсрол олгодог, сургалтын орчны төлөвлөлт ба барилгын шийдлийн хувьд ялгаатай хоёр байгууллагыг хамруулах зарчимд үндэслэв.

2. Өгөгдөл цуглуулалт

Судалгаанд холимог арга зүй хэрэглэж, чанарын судалгааны (qualitative) аргыг давамгайл ашигласан. Өгөгдөл цуглуулахдаа авто-фотограф болон асуулгын судалгаа (questionnaire survey)-г хослуулсан. нэгдүгээрт оролцогч бүрээс суралцах орчныг төлөөлөх 10 фото зургийг өөрөө сонгон тухайн орон зайн нөлөөллийн тайлбарын хамт ирүүлэхийг хүссэн. Хоёрдугаарт, боловсролын орчны талаарх ерөнхий, богино асуулгыг бөглүүлж, 5 шатлалт Лайкертын шатлал (Likert scale)-тай үнэлгээ авсан. Оюутнууд 1-ээс 5 хүртэл үнэлгээ өгсөн. (5 = бүрэн санал нийлнэ, 4 = санал нийлнэ, 3 = саармаг, 2 = санал нийлэхгүй, 1 = огт санал

нийлэхгүй). Өгөгдлийн шинжилгээ нь гэрэл зургуудын утга, тайлбар бичвэр, асуулгын үр дүнд төвлөрөн судлаачийн тайлбарлан шинжилгээнд тулгуурласан.

3. Оролцогчид ба ёс зүй

Судалгаанд архитектурын чиглэлээр суралцаж буй 18 наснаас дээш, ахлах курсийн (4 ба 5 курсийн) 20 оюутан сайн дурын үндсэн дээр оролцсон. Учир нь энэ түвшний оюутанууд бусад түвшний оюутнуудаас илүүтэйгээр суралцаж буй биет орчноо тодорхой үнэлэж, илэрхийлж чадна гэж үзсэн. Оролцогчдын мэдээллийг нууцлах, фото зурагт хувийн мэдээлэл илрэхээс сэргийлэх, судалгааны зорилгыг урьдчилан танилцуулах зэрэг ёс зүйн үндсэн шаардлагыг мөрдсөн.

4. Өгөгдөл боловсруулах ба шинжилгээ

Цуглуулсан өгөгдлийг фото зургийн агуулга, бичгэн тайлбар, асуулгын хариултыг уялдуулан тайлбарлах шинжилгээний (interpretive analysis) аргаар боловсруулсан. Фото зураг, тайлбаруудыг дээрх таван параметрийн хүрээнд ангилж, давтамж ба утгын түвшинд задлан шинжилсэн.

IV. ЭМПИРИК СУДАЛГАА

1. Кейс 1: ШУТИС-ийн архитектурын сургалтын биет орчин

ШУТИС-ийн архитектурын сургалтын биет орчин нь ихэвчлэн уламжлалт зохион байгуулалттай анги танхим, лекцийн өрөөнүүдээс бүрддэг. Архитектурын тэнхим нь сургуулийн үндсэн хичээлийн барилгад байрладаг бөгөөд барилга нь хотын төвийн нягт өндөртэй орчинд байршилтай. Үүний улмаас гадаад дуу чимээ, харааны орчны ачаалал ихтэй байдал ажиглагдсан.

Судалгаанд хамрагдсан оюутнуудын авсан фото зургууд болон тайлбаруудаас харахад байгалийн гэрэлтүүлэг хангалтгүй, цонхны хэмжээ бага, байрлалын хувьд тааламжгүй анги танхим цөөнгүй байгааг онцолсон. Зарим дизайн студи нь подвалын түвшинд байх өрөөнд орж, байгалийн гэрэл хязгаарлагдмал, өрөөний агааржуулалт муу байгаагаас оюутнуудын сэтгэл зүйд дарамттай мэдрэмж төрүүлдэг гэж үнэлэгдсэн.

Дуу чимээний хувьд гадаад орчноос үүдэлтэй саад илүү давамгайлж байв. Замын хөдөлгөөн, автомашины дуу чимээ, явган хүний хөдөлгөөн нь лекц, семинарын үеэр анхаарал төвлөрөхөд хүндрэл учруулж байгааг оюутнууд тэмдэглэсэн. Харах орчны хувьд цонхоор харагдах орчин нь ихэвчлэн автомашины зогсоол, барилга байгууламж давамгайлсан тул тайвшруулах, урам өгөх нөлөө багатай байв.

Орон зайд холбогдох холбоо (connection)-ны хувьд ШУТИС-ийн оюутнууд хамтран ажиллах, харилцах зориулалттай тусгай орон зай хомс байгааг онцолсон. Үүний улмаас оюутнууд коридор, номын сан, сул анги танхим эсвэл сургуулийн орчноос гадуур хамтран ажиллах шаардлагатай болдог байна.

2. Кейс 2: Майами Их Сургуулийн архитектурын сургалтын биет орчин

Майами Их Сургуулийн архитектурын тэнхим нь тусгай зориулалтын барилгад байрладаг бөгөөд студи төвтэй зохион байгуулалттай. Барилгын дотоод орон зай нь байгалийн гэрэл сайтай, харагдцын нээлттэй, оюутнуудын хоорондын харилцаа, хамтын ажиллагааг дэмжих байдлаар төлөвлөгдсөн.

Судалгаанд хамрагдсан оюутнууд байгалийн гэрэлтүүлэг сайтай, том цонхтой студи орчныг бүтээлч чадварыг дэмжих чухал хүчин зүйл гэж үнэлсэн. Гэсэн хэдий ч зарим ахлах курсийн студи нь байгалийн гэрэл дутмаг, нам таазтай байдлаас шалтгаалан сөрөг үнэлгээ авсан нь анхаарал татаж байна.

Дуу чимээний хувьд гадаад орчны нөлөө бага боловч дотоод орон зай дахь хүмүүсийн яриа, хөдөлгөөн, материалын дуу чимээ нь тодорхой хэмжээнд саад учруулж байгааг оюутнууд тэмдэглэсэн. Харах орчны хувьд байгалийн элементүүд харагдах боломж, дотоод орон зайн нээлттэй байдал нь бүтээлч сэтгэлгээнд эерэг нөлөө үзүүлдэг гэж үнэлэгдсэн.

Майами Их Сургуулийн оюутнууд студийг зөвхөн хичээл хийх орон зай бус, харилцах, хамтран ажиллах, бүтээлээ хуваалцах үндсэн орон зай гэж үздэг нь орон зайн өөриймшлийн мэдрэмж (sense of ownership)-ийг сайтайг илтгэж байна.

3. Параметруудийн харьцуулсан ажиглалт

Хоёр кейсийн харьцуулсан шинжилгээнээс харахад сургалтын биет орчны параметрууд нь оюутнуудын бүтээлч чадварт өөр өөр байдлаар нөлөөлж байв. ШУТИС-ийн хувьд байгалийн гэрэл, дуу чимээ, хамтран ажиллах орон зайн дутагдал нь бүтээлч үйл ажиллагаанд саад болж байхад, Майами Их Сургуулийн хувьд орон зайн нээлттэй байдал, студи төвтэй төлөвлөлт нь бүтээлч сэтгэлгээг дэмжиж байв.

Фото зураг болон асуулгын судалгааны үр дүнг нэгтгэн үзэхэд оюутнуудын бүтээлч чадварт хамгийн мэдрэг нөлөө үзүүлж буй хүчин зүйлс нь гэрэл, харагдах орчин, орон зайтай холбогдох холбоос болох нь тодорхой болсон.

V. Хэлэлцүүлэг

Энэхүү судалгааны зорилго нь биет орчин нь оюутнуудын бүтээлч байдалд ямар байдлаар нөлөөлдөг, мөн орон зайн ямар тодорхой шинжүүд нь бүтээлч байдлыг дэмжих эсвэл саатуулахад нөлөө үзүүлдэг талаар илүү гүнзгий ойлголтод хүрэхэд оршино. Судалгааны эмпирик үр дүнгээс харахад архитектурын сургалтын биет орчин нь оюутнуудын бүтээлч чадварт олон түвшинд нөлөөлж байгааг баталж байна. Энэ нь сургуулийн ширээнээс эхлэн өрөөний төлөвлөлт, цаашлаад барилгын түвшний хэмжээнд хүртэл илэрч байна. Оюутнууд орчноосоо юу харж, түүнийг хэрхэн хүлээн авч, өөрсдийн дотоод мэдрэмж, ойлголттойгоо хэрхэн уялдуулан тайлбарлаж байгаа нь харилцан адилгүй байв.

Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд сөрөг болон эерэг тайлбарын тоо хоорондоо нэлээд ойролцоо байна. Ерөнхийдөө хоёр улсын хоорондын гол ялгаа нь оюутан тус бүрийн өгж буй эерэг болон сөрөг гэрэл зургийн тоон харьцаанд илэрч байна. Тухайлбал Америкийн #3-р оюутан есөн эерэг, зөвхөн нэг сөрөг зураг авсан байна. Харин Монголын #10-р оюутан найман сөрөг зураг авчээ. Мөн, зарим оролцогчид сайн болон муу гэж үнэлсэн орчны дүрслэлээ тэнцвэртэйгээр сонгосон нь ажиглагдсан бөгөөд энэ талаар судлаачийн зүгээс урьдчилсан чиглэл, заавар өгөөгүй болно.

Нийт гэрэл зургийн тоо 194 боловч зарим оюутан тухайн орон зайд яагаад зураг авснаа тайлбарлахдаа нэгээс олон тайлбар бичсэн байна. Иймд таамагласан параметруудад тулгуурлан үр дүнг ангилахад нийт 194 гэрэл зураг 232 үр дүн болгон шилжүүлэн тооцогдсон болно (1-р хүснэгт). Оюутнуудын гэрэл зурагт студи, коридор, лекцийн танхим, семинарын өрөө, мөн интерьерийн нарийвчилсан элементүүд багтсан байв. Оюутнуудын асуумжийн судалгаа болон биет орон зай авто-фотограф судалгаанд дүн шинжилгээ хийх явцад гарж ирсэн бүтээлч байдлын параметрууд нь урьдчилсан таамаглалтай нийцэж (а) гэрэл, (b) дуу чимээ, (c) харах орчин, (d) орон зайтай холбогдох холбоо, (e) урам зориг гэсэн таван параметр нь бүтээлч үйл ажиллагааг дэмжих эсвэл саатуулахад харилцан уялдаатайгаар оролцож байгааг судалгааны үр дүн харуулсан. (1-р хүснэгт).

ГЭРЭЛ ЗУРАГ, ТҮҮНИЙ ТАЙЛБАРУУДЫГ ПАРАМЕТРУУДИЙН ДАГУУ АНГИЛСАН ХҮСНЭГТ

1-Р ХҮСНЭГТ.

Угс / Сургууль	Оюутан	Гэрэл				Дуу чимээ		Харах орчин		орон зайд холбогдох холбоос		Урам зориг						өнгө температур	Бусад	Нийт тайлбар																				
		Байгалийн		Зохомол		Дуу чимээ / Аусгив	Авто замын тугарал	Гоё харагдан	муу харагдан	Партиш/Бюжолсон	Хувийн орон зай	Цугларх орон зай	Пин-ап орон зай	Архитектурын мэдрэмж	Уралтын бүтээлч үг өгөх	Балхарал	Эвэрэл				Сурамшлал саалтай																			
		сайн	муу	сайн	муу																																			
АНУ, Майами Их сургуулийн оюутнууд	#1	2	1	2			2	1	1	1									10																					
	#2	3	2	4			2												11																					
	#3	2	1				1		1	2	1	1	1						10																					
	#4	2	3		2			2					1	1					12																					
	#5	4	1	2	1			1	1				2						13																					
	#6	3	2	4			2												11																					
	#7	2	1	2			2	1	1	1	1								10																					
	#8	4	1	2	1			1	1				2						13																					
	#9	2	1				1		1	2	1	1	1						10																					
	#10	2	3		2			2					1	1					12																					
Майами оюутанууд																			4	112																				
Монгол, ШУТИС-и оюутнууд	#11	1	1	1		4			1			3							11																					
	#12				1	1	2		3				1	1	1	1			10																					
	#13									1	1	1	1	1	1	1			9																					
	#14	1	1			1	1	2		2		4			2	2	1		17																					
	#15		1	1	2	4	1			2					1		1		13																					
	#16		1	1	2	4	1			2							1		13																					
	#17	1	1	1		4			1				3						11																					
	#18	1	1			1	1	2		2		4			2	2	1		17																					
	#19									1	1	1	1	1	1	1			9																					
	#20				1	1	2		3			1			1	1			10																					
ШУТИС-и оюутанууд																			4	120																				
																			30	22	2	18	12	20	12	12	6	6	18	10	6	18	6	2	4	10	4	2	6	6
Нийт тайлбар																			72	32	30	34	48	4	6	6	4	10	4	6	6	232								

1. Гэрэл

1-р хүснэгтээс харахад гэрэл нь хамгийн олонтоо дурдагдсан параметр байв. Майами Их сургуулийн оюутнууд таатай байгалийн гэрлийг 26 (*1-р хүснэгт*), таагүй байгалийн гэрлийг 16 удаа тэмдэглэсэн бол ШУТИС-ийн оюутнууд байгалийн гэрэлтэй холбоотой нийт 10 зураг (*1-р хүснэгт*) авчээ. Оюутнууд гялбаалт, бүгчим харанхуй өрөө, цонх, хаагдсан харагдац, гэрэлтүүлгийн хэрэгсэл, зохимжит сүүдрийг гэрлийн нөлөөтэй холбон тайлбарласан.

Таагүй байгалийн гэрэл нь хоёр үндсэн хэлбэртэй байв. Нэгдүгээрт, гэрлийн дутагдал. Майами Их Сургуулийн таван оюутан хоёр цонхтой ахлах курсын студийг “агүй” хэмээн нэрлэж, харанхуй, бүгчим, тухгүй орчин гэж үнэлсэн. ШУТИС-ийн хоёр оюутан подвалын түвшний ангид жижиг цонхны улмаас байгалийн гэрэл хангалттай нэвтэрдэггүйг онцолсон. Хоёрдугаарт, хэт их байгалийн гэрэл нь гялбаалт, халалт үүсгэж, ажиллах эрч хүчийг бууруулж байв.

Гэсэн хэдий ч оюутнууд нарны гэрэл, том цонхыг эергээр үнэлсэн бөгөөд сайн байгалийн гэрлийн талаар 30 удаа (*1-р хүснэгт*) дурдсан нь хамгийн өндөр давтамжтай үзүүлэлт байв. Муу зохиомол гэрлийг 16 удаа (*1-р хүснэгт*) шүүмжилж, ялангуяа флюоресцент гэрлийг ядаргаа, идэвхгүй байдалтай холбон тайлбарласан. Иймээс байгалийн гэрлийн зохистой хэмжээ, чанар нь бүтээлч гүйцэтгэл, төвлөрөлд чухал нөлөөтэй байна.

2. Дуу чимээ

Дуу чимээ нь оюутнуудын анхаарал төвлөрөлд сөргөөр нөлөөлдөг хүчин зүйл болох нь судалгаагаар тогтоогдсон. Дуу чимээтэй холбоотой нийт 32 гэрэл зургийн 26- ШУТИС-ийн оюутнууд авсан нь энэ асуудал тухайн орчинд илүү хүчтэй мэдрэгдэж байгааг харуулна (*1-р хүснэгт*). Хоёр сургуулийн хувьд дуу чимээний эх үүсвэр өөр өөр байсан боловч бүтээлч үйл ажиллагаанд үзүүлэх нөлөө ижил төстэй байв.

ШУТИС-ийн оюутнууд гадаад орчны дуу чимээ, тухайлбал замын хөдөлгөөн, автомашины дуу чимээ нь лекц, семинарын үеэр төвлөрөхөд саад болдог гэж



1-р зураг. ШУТИС, 2-р байрны, 5 давхрын цонхоор орж ирэх дуу чимээ

үзсэн. Оюутан #15 лекц, семинарын үеэр замын хөдөлгөөн, дуут дохионы чимээнээс шалтгаалан оюутнуудын төвлөрөл алдагддаг гэж тэмдэглэсэн (*1-р зураг*). Харин Майами Их Сургуулийн хувьд дотоод орчны дуу чимээ, хүмүүсийн хөдөлгөөн, материалын дуу чимээ нь анхаарал сарниулах хүчин зүйл болж байв. Тухайлбал, оюутан #4 атриум дахь илтгэлийн үеэр төмөр шалтай тавцангийн чимээ анхаарал сарниулдаг гэж тэмдэглэсэн. Энэ нь сургалтын барилгын байршил, орон зайн төлөвлөлтөд дуу чимээний нөлөөг тодорхойлох нь чухал хүчин зүйл болохыг харуулж байна.

3. Харах орчин

Харах орчин нь оюутнуудын бүтээлч сэтгэлгээнд чухал нөлөө үзүүлдэг болох нь судалгаагаар илэрсэн. Харах нь хүний орон зайн талаарх мэдээллийг хүлээн авах үндсэн сувгуудын нэг бөгөөд энэ нөлөө нь цонхоор харагдах гаднах орчноос эхлээд дотоод орон зайн харааны холбоо, харагдцыг блоклох тусгаарлах зэрэг олон түвшинд илэрч байна. Майами Их Сургуулийн оюутнууд таатай харагдацтай холбоотой 12 гэрэл зураг (*1-р хүснэгт*) авсан бол ШУТИС-ийн оюутнууд сэтгэл дундуур харагдацтай холбоотой 12 зураг (*1-р хүснэгт*) авчээ. Оюутнуудын тайлбараас үзэхэд байгалийн элементүүд, ногоон байгууламж, нээлттэй харагдац бүхий орчин нь тайвшруулах, эерэг уур амьсгал бүрдүүлэх, улмаар бүтээлч сэтгэлгээг өдөөх нөлөөтэй байна. Майами Их Сургуулийн оюутнууд байгаль, ногоон байгууламж (*2-р зураг*) зэрэг харагдах орчныг бүтээлч сэтгэлгээний эх үүсвэр гэж үнэлсэн бол, ШУТИС-ийн оюутнуудын хувьд автомашины зогсоол, барилга байгууламж давамгайлсан харагдах орчин нь тайвшруулах нөлөө багатай гэж үзсэн.

Мөн дотоод орон зайн хэт их тусгаарлалт нь оюутнуудын хоорондын санаа идеа солилцоог хязгаарлаж байгааг зарим оролцогч тэмдэглэсэн. Иймээс харах орчны чанар нь зөвхөн цонх, барилгын зохиомжийн асуудал төдий бус, мөн бүтээлч суралцах орчныг дэмжих сэтгэл зүй, харилцааны чухал нөхцөл болохыг энэхүү судалгаа харуулж байна.



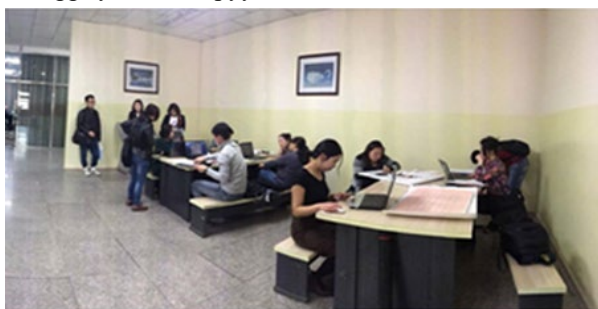
2-р зураг. Майами Их Сургуулийн цонхоор харагдах орчин

4. Орон зайтай холбогдох холбоо

Орон зайтай холбогдох холбоос гэдгийг оюутан тухайн орон зайг өөриймсгөөр мэдрэх, бүтээлч

туурьвах хэмжээний итгэлцэл төрж, тав тухтай санагдах гэж тайлбарлаж болно.

Орон зайтай холбогдох холбоо нь оюутнуудын хамтран ажиллах, харилцах, бүтээлч санаа солилцох боломжийг тодорхойлдог чухал параметр юм. Энэ хүчин зүйл нь хувь хүний ажлын орон зай, хамтын цугларах бүс, бүтээлээ дэлгэн хэлэлцэх орчин зэргийг хамардаг. Судалгааны үр дүнгээс харахад хоёр сургуулийн хооронд энэ үзүүлэлт дээр тодорхой ялгаа ажиглагдсан. ШУТИС-ийн оюутнууд коридор, (3-р зураг) сул анги танхим, номын санг цуглах, суралцах орчин болгон ашигладаг гэж тэмдэглэсэн боловч эдгээр нь тогтвортой, хангалттай, чөлөөтэй харилцах боломжтой орон зай биш байв. Зарим тохиолдолд оюутнууд нэгнийхээ гэрт цуглан хамтран ажиллах шаардлагатай болдог нь зориулалтын хамтын суралцах орон зай дутмаг байгааг илтгэнэ. Харин Майами Их Сургуулийн оюутнууд студийг (4-р зураг) өөрсдийн үндсэн суралцах, хамтран ажиллах, ярилцах, санал солилцох орчин гэж үзсэн бөгөөд энэ нь тухайн орон зайд харьяалагдах, өөриймшүүлэн эзэмших мэдрэмжийг төрүүлж байв. Иймээс студи төвтэй төлөвлөлт нь оюутнуудын харилцаа, хамтын ажиллагаа бүтээлч оролцоог дэмждэг бол ШУТИС-нхувд зориулалтын уян хатан хамтын орон зай хомс байгаа нь бүтээлч үйл ажиллагаанд саад болж байгааг энэхүү судалгаа харуулж байна.



3-р зураг. ШУТИС, коридорт хичээлээ хийж буй оюутнууд

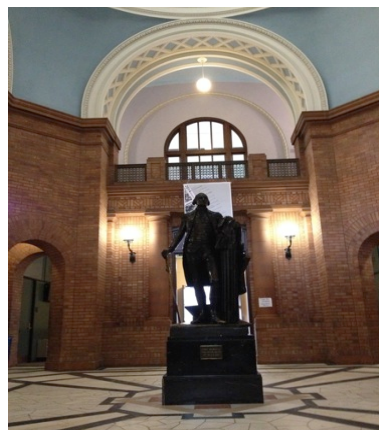


4-р зураг. Майами Их Сургуулийн 3-р курсийн студи

5. Урам зориг

Урам зориг нь судалгааны эхний таамаглалд тусгагдаагүй боловч гэрэл зураг, тайлбарын шинжилгээнээс бие даасан параметр хэлбэрээр тодорсон бөгөөд нийт 26 зурагт илэрсэн нь байгалийн гэрлийн дараах хоёр дахь өндөр үзүүлэлттэй параметр болсон (1-р хүснэгт). Энэ параметр нь бусад орчны хүчин зүйлсийн нөлөөг нэгтгэн илэрхийлэх сэтгэл зүйн шинжтэй бөгөөд

оюутнуудын бүтээлч сэтгэлгээ, мэргэжлийн өөрийн үнэлэмжтэй нягт холбоотой байв. Оролцогчид урам зориг төрүүлэх орчныг архитектурын онцлог шинжийг илтгэсэн барилгын элементүүд, бүтээлч уур амьсгал, урлагийн бүтээл, эшлэл самбар, пин-ап (оюутаны ажлын үзэсгэлэн)-н самбар, бусад оюутнуудын ажлыг харах боломж зэрэгтэй холбон тайлбарласан. Майами Их Сургуулийн хувьд архитектурын түүхэн элементүүд, олон үеийн хэв маяг шингэсэн орчин (5-р зураг), нээлттэй төлөвлөлт нь урам зориг өгөх гол хүчин зүйл болж байсан бол ШУТИС-ийн оюутнууд урам зоригийг илүүтэй мэргэжлийн шинж тэмдэг бүхий хэрэгсэл, ялангуяа зургийн ширээ (6-р зураг), сургалтын орчны элементүүдтэй холбон ойлгож байв. Өөрөөр хэлбэл, өргөн зургийн ширээ зэрэг энгийн хэрэглэгдэхүүн хүртэл өөрийгөө архитектурын оюутан гэдгийг мэдрүүлэх, мэргэжлийн уур амьсгал бүрдүүлэх, бүтээлч мэдрэмжийг дэмжих хэрэгсэл болж байв. Мөн бусдын бүтээлийг харах боломж нь өрсөлдөх сэдэл, өөрийн чадавхыг ухамсарлах мэдрэмжийг өдөөж байсан. Иймээс орчны ялгаа нь урам зоригийг өөр өөр хэлбэрээр илэрхийлж байгаа боловч аль алинд нь бүтээлч уур амьсгал бүрдүүлэх орон зайн ач холбогдол өндөр байна.



5-р зураг. Майами Их Сургуулийн үүдний танхим



6-р зураг. ШУТИС, подвальд байдаг архитектурын ангид оюутнууд хичээлээ хийгээд сууж байна.

6. Дизайны практик зөвлөмж

Судалгааны үр дүнг сургалтын орчны төлөвлөлт ба ашиглалтын шийдвэрт тусгах зорилгоор дараах

практик зөвлөмжийг санал болгов. Эдгээр нь барилгын шинэ төлөвлөлтөөс гадна одоо байгаа орон зайг сайжруулах нөхцөлд мөн хэрэглэгдэх боломжтой.

- Гэрэлтүүлэг: студи болон хамтын бүсүүдэд байгалийн гэрлийн хүртээмжийг нэмэгдүүлэх; хиймэл гэрлийг ажлын төрөлд нийцүүлэн тохируулгатай болгох.
- Акустик бүсчлэл: төвлөрлийн бүс (focus zone) болон нөхөрсөг шүүмжлэл/хамтын бүсийг салгаж, дуу шингээлттэй материал, хаалгын зохистой шийдэл хэрэглэх.
- Харах орчин: дотоод орон зайд харааны тасралтгүй байдал (visual continuity)-ыг хангаж, байгалийн элемент харагдах боломжтой цэгүүдэд 'харааны тайвшрал' (visual relief) олгохоор төлөвлөлтөд тусгах.
- Орон зайтай холбогдох холбоо: студийн дотор богино хугацааны уулзалт/санаа бодол солилцох 'микро-орон зай' бий болгож, оюутанд орон зайн харьяалал/өөриймшлийн мэдрэмж төрүүлэх уян хатан төлөвлөлтийн арга хэрэглэх.
- Урам зориг: оюутны бүтээлийг ил тод харагдахуйц байршуулж, бүтээлч уур амьсгалыг дэмжих бодлого (бүтээлийн үзэсгэлэн, өдөр тутмын нөхөрсөг шүүмжлэл, нийтийн бүсийн ашиглалт)-той уялдуулах.

Дүгнэлт

Архитектур нь урлагийн сэтгэлгээ, бүтээлч санааг цаг хугацаа, орон зайн хэмжээсээр бодит хэлбэрт шилжүүлдэг төсөөллийн үйл ажиллагаа гэж үзэж болно. Nurbin Paker-Kahvecioglu-гийн тэмдэглэснээр [9], “бүтээлч байдал нь хэрэглээтэй, үнэ цэнтэй санааг бий болгох үйл явц бөгөөд суралцах, мэдлэг бүтээх үйлийн эхлэл гэж авч үзэж болно” гэжээ. Иймээс энэхүү судалгаанд архитектур, дизайн, урлагийн боловсролын орчинд бүтээлч байдлыг дэмжих параметруудийг хувийн ажиглалт болон бүрдүүлсэн өгөгдөлд тулгуурлан урьдчилсан байдлаар тодорхойлж, цааш хөгжүүлэн авч үзэв.

Судалгааны үр дүнгээс харахад сургалтын биет орчин нь оюутнуудын бүтээлч үйл ажиллагаанд эерэг болон сөрөг нөлөө үзүүлж болох бөгөөд энэхүү нөлөөлөл нь гэрэл, дуу чимээ, харах орчин, орон зайтай холбогдох холбоос, урам зориг гэсэн таван үндсэн параметрээр дамжин илэрч байна. Ялангуяа хангалттай байгалийн гэрэлтүүлэг, зохистой хиймэл гэрэлтүүлэг, нээлттэй бөгөөд тайвшруулах харах орчин, уян хатан хамтын ажиллагааны орон зай нь бүтээлч сэтгэлгээ, төвлөрөл, харилцан үйлчлэлийг дэмждэг нь тогтоогдлоо. Харин дотоод болон гадаад эх үүсвэртэй дуу чимээ, харагдац блокдох, орон зайн хомсдол, урам өгөх орчны дутагдал нь бүтээлч гүйцэтгэлд саад учруулж байв.

Харьцуулсан шинжилгээнээс үзэхэд Майами их сургуулийн студи төвтэй, уян хатан төлөвлөлт бүхий сургалтын орчин нь оюутнуудын хамтын ажиллагаа, харьяалагдах болон эзэмших өөриймсөг мэдрэмжийг дэмжиж, бүтээлч үйл ажиллагаанд илүү таатай нөхцөл бүрдүүлж байв. Харин ШУТИС-ийн хувьд байгалийн гэрэлтүүлгийн хүрэлцээ, гадаад дуу чимээний нөлөө, хамтран ажиллах зориулалтын орон зайн хомсдол зэрэг нь бүтээлч сургалтын орчны чанарт нөлөөлж буй гол асуудлуудын нэг болох нь оюутнуудын үнэлгээгээр илэрсэн. Энэ нь бүтээлч сургалтын орчны чанар нь зөвхөн барилгын биет нөхцөлөөр хязгаарлагдахгүй, мөн тухайн орон зайд үүсэх сэтгэлзүйн тав тух, мэргэжлийн уур амьсгал, харилцааны боломжтой салшгүй холбоотойг харуулж байна.

Иймээс архитектурын сургалтын орчныг төлөвлөхдөө функциональ шаардлагаас гадна бүтээлч сэтгэлгээг өдөөх, төвлөрлийг дэмжих, хамтын ажиллагааг идэвхжүүлэх орон зайн чанаруудыг цогцоор нь авч үзэх шаардлагатай. Судалгаанд тодорхойлогдсон дээрх таван параметр нь архитектурын боловсролын орчныг үнэлэх, сайжруулах суурь шалгуур болох боломжтой бөгөөд ялангуяа байгалийн гэрэлтүүлэг, харах орчин, уян хатан хамтын ажлын орон зай, урам өгөх визуал болон мэргэжлийн орчныг бодит хэрэглээнд нийцүүлэн төлөвлөх нь оюутнуудын бүтээлч чадварыг дэмжихэд чухал ач холбогдолтой гэж дүгнэж байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Merriam-Webster, "Creativity," Merriam-Webster.com Dictionary. [Online]. Available: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/creativity> (accessed 2026-02-07).
- [2] N. Paker-Kahvecioglu, "Architectural design studio organization and creativity," ITU A/Z Journal of the Faculty of Architecture, vol. 4, no. 2, pp. 6-26, 2007.
- [3] K. Robinson, Unlocking Creativity: A Strategy for Development (Consultation Document). Belfast: Department of Culture, Arts and Leisure, 2000.
- [4] T. M. Amabile, "How to Kill Creativity," Harvard Business Review, vol. 76, no. 5, pp. 76-87, Sep-Oct 1998.
- [5] T. M. Amabile, Creativity in Context. Boulder, CO: Westview Press, 1996.
- [6] Miami University, College of Creative Arts, Department of Architecture & Interior Design, "About." [Online]. Available: <https://miamioh.edu/cca/departments/arch-id/about/index.html> (accessed 2026-02-07).
- [7] A. Strickland and T. Hadjiyanni, "My School and Me - Exploring the Intersections of Insideness and Interior Environments," Journal of Interior Design, vol. 38, no. 4, pp. 18-34, 2013.
- [8] S. J. Wolff, "Design Features for Project-Based Learning," DesignShare, Feb. 2002. [Online]. Available: http://www.designshare.com/ResearchWolff/Wolff_DesignShare_3_7_02.pdf (accessed 2026-02-07).
- [9] Nurbin Paker-Kahvecioglu, Architectural design studio organization and creativity (ITU. Vol4. No2. 2007), 10.

ТӨМРИЙН ХАЯГДАЛ ХҮДРЭЭС КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ, ЗЭС АГУУЛСАН СУЛЬФИДЫН БАЯЖМАЛ ГАРГАН АВАХ СУДАЛГАА

Донжоогийн МӨНХБАЯР^{1,2}, Бямбасүрэнгийн ӨЛЗИЙДЭЛГЭР¹, Бадгаагийн АМАРСАНАА³, Зоригийн АРИУНТУНГАЛАГ¹, Алтансүхийн ДОРЖГОТОВ¹

¹Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Хэрэглээний шинжлэх ухааны сургууль, Химийн инженерчлэлийн тэнхим

² Монгол Улс, Улаанбаатар, Минлаб ХХК

³ Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУА-ийн Хими, химийн технологийн хүрээлэн, Органик хими технологийн салбар

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

Хураангуй: Төмрийн хүдрээс соронзон баяжуулалтын үр дүнд магнетитын баяжмалыг гарган авснаар хаягдал хүдэрт пирит, пирротин, халькопирит, сфалерит зэрэг хүдрийн сульфидын эрдсүүд агуулагдана. Тус судалгаагаар пиритын эрдсийн төмрийн орон зайд кобальт, пирротины төмрийн орон зайд никель агуулагдаж байгааг спектрийн шинжилгээгээр тогтоож, химийн шинжилгээгээр баталгаажуулав. Мөн зэс нь халькопирит байдлаар байхаас гадна зарим тохиолдолд пиритын эрдсийн орон торонд агуулагдаж байна. Түүнээс гадна цайр нь сфалеритын эрдсээр байхаас гадна зарим тохиолдолд пириттэй ассоциаци байдлаар, мөн карбонатын эрдэс байдлаар бас оршиж байна. Тус судалгааны ажлаар төмрийн хүдрийн хаягдлыг флотацийн баяжуулалтад оруулж үнэт өнгөт металл агуулсан сульфидын баяжмал гарган авах тохиромжтой нөхцөлийг тогтоов. Флотацын тохиромжтой нөхцөл тогтоох туршилтаар идэвхжүүлэгч (CuSO_4) 100г/т, цуглуулагч PBX 100 г/т, pH=7, хөөсрүүлэгч (pine oil) 40 г/т байх нь тохиромжтой болохыг тогтоов. Цэвэрлэгчээс гарч буй баяжмал нь ойролцоогоор 0.32% кобальт, 0.87% зэс, 0.19% никель агуулсан байна. Баяжмал болон хаягдлын гарц, найрлагаас тооцож үзвэл кобальт авалт 81.77%, зэс авалт 76.56% байгаа бол никель харьцангуй бага буюу харгалзан 47.22% байна. Туршилтаар үндсэн, цэвэрлэгч болон хяналтын флотац явуулснаар технологийн оновчтой горимыг тогтоож, технологийн схемийг боловсруулж, үр дүнг индукцийн холбоот плазмын (ICP), рентген дифрактометрийн (XRD) аргын шинжилгээгээр баталгаажуулав.

Түлхүүр үг: пирит, пирротин, флотац, ксентогенант, хам баяжмал

I. УДИРТГАЛ

Сүүлийн үед ашигт малтмалыг үр ашигтай, цогцоор нь ашиглах шаардлага зүй ёсоор тавигдаж байна. Төмрийн хүдрийн соронзон баяжуулалтаар баяжмалыг гарган авснаар хаягдал хүдэрт өнгөт болон чухал ашигт малтмалын эрдсүүд сульфид хэлбэрээр хаягдаж үлддэг [1]. Тус баяжуулалтын үр дүнгээр төмрийн баяжмалыг гарган авснаар үлдэгдэж буй хаягдал хүдрээс өнгөт, чухал ашигт малтмалын эрдсүүдийг ялган авахад анхдагч хүдэртэй харьцуулахад бага зардал гарна [2]. Ялангуяа энэ нь одоо үед чухал бүтээгдэхүүн болох батарейн түүхий эдийн гол материалд орох харьцангуй өндөр үнэтэй кобальт, никель ба өнгөт металлууд болох зэс, цайрын хувьд ч илүү ашигтайгаар ялган авах бололцоог бүрдүүлнэ [3]. Хаягдал хүдэрт хаягдаж буй пиритэд кобальт, пирротинд никель агуулагдаж байгаа бол, зэс нь халькопиритийн эрдэст болон пириттэй ассоциаци байдлаар, харин цайр нь сфалеритын эрдэст, мөн пириттэй ассоциаци байдлаар оршихоос гадна карбонат хэлбэрээр агуулагдаж байна [4]. Эдгээр нь сульфидын эрдсүүд байх ба хамгийн оновчтой баяжуулалтын арга нь флотац юм [5].

Тус судалгааны ажлын зорилт нь эдийн засгийн хувьд ач холбогдолгүй хэмээн үзэж буй хаягдал хүдрийг баяжуулж үнэт өнгөт метал агуулсан сульфидын баяжмал гарган авах байв. Флотацын оновчтой цуглуулагч сонгох, цуглуулагч болон идэвхжүүлэгчийн зохистой орц, орчны тохиромжтой

утгыг тогтоож металл авалт хамгийн өндөр байх нөхцөлийг бүрдүүлэх зорилгоор судалгааг гүйцэтгэв.

II. СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА

1. Судалгааны материал

Тус судалгааны ажлыг Сэлэнгэ аймгийн Ерөө сумын Баянголын төмрийн ордын сульфид агуулсан хүдрийн нойтон соронзон баяжуулалтын хаягдал хүдэр дээр явууллаа. Тус хүдрийн химийн шинжилгээний үр дүнг 1-р хүснэгтэд, пирит болон пирротины фазын химийн шинжилгээг 1-р зураг ба 2-р, 3-р хүснэгтэд тус тус тус үзүүлэв. Цуглуулагчийн хувьд калийн бутилын ксентогенант (PBX), калийн этилийн ксентогенант (PEX), калийн амилын ксентогенант (PAX), натрийн бутилын ксентогенантын (NBX) 4 төрлөөс сонгож ашиглав. Идэвхжүүлэгчээр зэсийн байван (CuSO_4), орчин тохируулагчаар хүхрийн хүчил, хөөсрүүлэгчээр нарсны тос (pine oil), дарагчаар шингэн шилийг тус тус ашиглав.

2. Судалгааны арга зүй

Туршилт явуулах магнетитын баяжмалыг флотацын туршилт явуулахаас өмнө -0.074 мм фракц 80%-аас дээш болгож, бөмбөлөгт тээрмээр нунтаглав. Флотацын туршилтыг XFD маркийн флотацын машинд 3 л багтаамж бүхий камерт явууллаа.

ТӨМРИЙН ХАЯГДАЛ ХҮДРИЙН ХИМИЙН ШИНЖИЛГЭЭНИЙ ҮР ДҮН

1-Р ХҮСНЭГТ

Элемент, %					Элемент, мг/кг								
Fe _{пийт}	S _{пийт}	Al	Ca	Mg	As	Co	Cu	Mn	Ni	P	Ti	V	Zn
27.69	2.14	4.59	4.33	3.11	14.88	136	391	909	187	1750	2297	215	376

Пирротины эрдсийн химийн агуулга

2-Р ХҮСНЭГТ

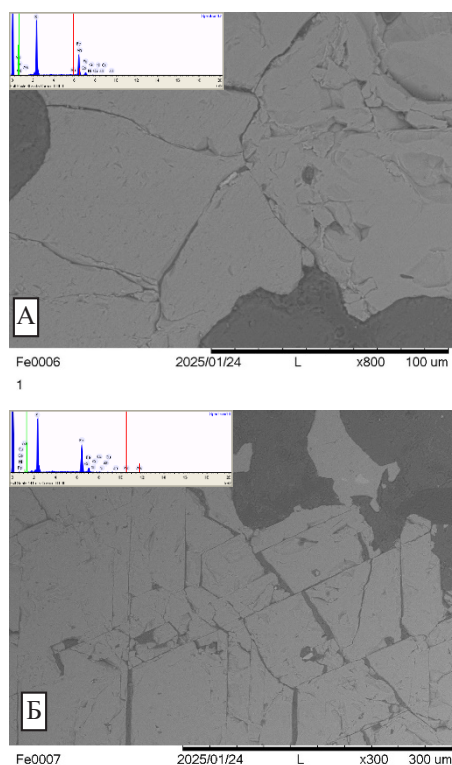
Элемент	S	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As
Агуулга, %	36.5	0.0	62.7	0.0	0.5	0.0	0.1	0.1

Пиритийн эрдсийн химийн агуулга

3-Р ХҮСНЭГТ

Элемент	S	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As
Агуулга, %	30.5	67.7	0.3	0.0	1.0	0.8	0.0

Цуглуулагчийн төрөл, флотацын баяжмал болон хаягдлын гарцыг 2-р зураг ба 4-р хүснэгтэд үзүүлэв. Туршилтын үр дүнгээс үзвэл баяжмалын гарц, металл авалт, хамгийн өндөр буй цуглуулагч нь калийн бутилын ксантогенант байна. Иймд уг цуглуулагчийг тохиромжтой цуглуулагч хэмээн үзэж дараагийн туршилтад ашиглав. Цуглуулагчаар калийн бутилын ксантогенант ашигласан нөхцөлд үл соронзон фракцаас хүхрийн 57.43%, кобальтын 61.14%, зэсийн 69.37%, никелийн 35.97%, цайрын 33.89% нь сульфидын баяжмалд шилжиж байна.



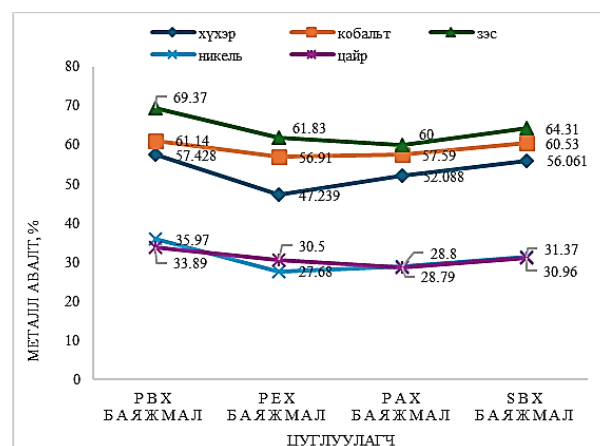
1-р зураг. SEM-EDS шинжилгээний үр дүн

А. Пирротины мөхлөг. Б. Пиритийн мөхлөг

III. ФЛОТАЦЫН ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

1. Флотацын тохиромжтой цуглуулагчийн сонголт

Төмрийн хүдрийн хаягдлаас сульфидын хэсгийг ялган авах тохиромжтой нөхцөлийг тогтоохын тулд тохиромжтой цуглуулагчийг сонгох туршилт гүйцэтгэв. Үүний тул 4 төрлийн цуглуулагч авч дараах нөхцөлөөр флотацын туршилт гүйцэтгэв. Үүнд: идэвхжүүлэгч (CuSO_4) 100 г/т, цуглуулагч 100 г/т, $\text{pH}=9$, хөөсрүүлэгч (pine oil) 40 г/т байв.



2-р зураг. Цуглуулагч болон эрдсийн металл авалтын хамаарал

2. Флотацын тохиромжтой рН сонголт

Флотацын үр ашигт нөлөөлөх дараагийн чухал параметр бол түүний орчин буюу рН байна. Орчноос ихээхэн хамаарч пирит болон пирротины эрдсүүдийн идэвх дарагдах боломжтой тул $\text{pH}=7-10$ хязгаарт өөрчилж туршилт гүйцэтгэв. Туршилтад дараах нөхцөлийг ашиглав. Үүнд: идэвхжүүлэгч (CuSO_4) 100г/т, РВХ 100 г/т, $\text{pH}=7-10$, хөөсрүүлэгч (pine oil) 40 г/т байв. Туршилтын үр дүнгээс үзвэл $\text{pH}=7$ нөхцөлд баяжмалын гарц болон чанар хамгийн өндөр байна. Эндээс үзвэл рН-ийн утгыг үүнээс багасгаж туршилт хийх ёстой байгаа боловч нэмэлтээр зарцуулагдаж буй хүхрийн хүчил нь дээжтэй харилцан үйлчилснээр рН-ийг бууруулах боломжгүй болж байна. Иймд флотац явуулж болох рН-ийн боломжит хамгийн бага утга буюу тохиромжтой нөхцөл нь $\text{pH}=7$ хэмээн үзэв.

3. Идэвхжүүлэгчийн тохиромжтой орц тогтоох

Зэсийн сульфат нь сульфидын эрдэс дээр цуглуулагч урвалж адсорбцлох идэвхийг сайжруулахад ашиглагдах үндсэн урвалж юм. Идэвхжүүлэгчийн тохиромжтой орцыг тогтоох зорилгоор түүний зарцуулалтыг 50-200 г/т хязгаарт өөрчилж туршилтыг дараах нөхцөлд гүйцэтгэв.

Үүнд: идэвхжүүлэгч (CuSO_4) 50-200 г/т, PBX 100 г/т, pH=7, хөөсрүүлэгч (pine oil) 40 г/т байв. Туршилтын үр дүнгээс үзвэл идэвхжүүлэгчийн орц 100 г/т нөхцөлд баяжмалын гарц болон чанар хамгийн өндөр байна. Идэвхжүүлэгчийн орц үүнээс их үед хоосон чулуулгийн агуулга баяжмалд өсөж баяжмалын чанарыг муутгаж, металл авалтыг бууруулж байгаа болно. Идэвхжүүлэгчийн орц 100 г/т нөхцөлд нөхцөлд хүхэр авалт 68.32% хүрч хаягдал дахь хүхрийн агуулга 0.52% хүртэл буурч, кобальт авалт 67.22%, зэс авалт 68.39% хүртэл өссөн эерэг үр дүн гарч байна.

4. Цуглуулагчийн тохиромжтой орц тогтоох

Цуглуулагчийн тохиромжтой орцыг тогтоох зорилгоор түүний зарцуулалтыг 25-200 г/т хязгаарт өөрчилж туршилтыг дараах нөхцөлд гүйцэтгэв. Үүнд: идэвхжүүлэгч (CuSO_4) 100 г/т, PBX 25-200 г/т, pH=7, хөөсрүүлэгч (pine oil) 40 г/т байв. Туршилтын үр дүнгээс үзвэл цуглуулагчийн орц 100г/т хүртэл нэмэгдэхэд хүхэр болон бусад металлын авалт эрс сайжирсан байна. Иймд цуглуулагчийн орц 100 г/т байх нь тохиромжтой нөхцөл хэмээн сонгож авав.

5. Хяналт болон цэвэрлэгээний флотацын үр дүн

Өмнө бүлгүүдэд өгүүлсэн флотацын тохиромжтой нөхцөл тогтоох туршилтаар идэвхжүүлэгч (CuSO_4) 100 г/т, цуглуулагч PBX 100 г/т, pH=7, хөөсрүүлэгч (pine oil) 40 г/т байх нь тохиромжтой болохыг тогтоов. Энэхүү тохиромжтой нөхцөлийг үед төмрийн үл соронзон фракц буюу баяжмал дахь хүхрийн агуулга 2.14%-оос 0.74% хүртэл буурсан, анхны баяжмал дахь хүнцлийн агуулга олон дахин буурсан, ихэнх чухал, өнгөт металлууд флотацын (сульфидын) баяжмалд шилжсэн сайн тал ажиглагдаж байна. Гэвч нөгөө талаас флотацын үлдэгдэл тодорхой хэмжээний хүхэр сульфид хэлбэрээр агуулагдаж түүнтэй хамт тодорхой хэмжээний чухал, өнгөт металл үлдэж байгаа учир металл авалтыг нэмэгдүүлэхийн тулд хяналтын флотацыг 2 шаттай гүйцэтгэв.

Энэхүү туршилтад анхны дээжийг -74мкм >80% хүртэл нэг шаттай нунтаглалт гүйцэтгэсэн ба флотацаар гарган авсан сульфидын баяжмал нь тодорхой хэмжээний хоосон чулуулгийг агуулж байгаа ба хатуулаг багатай эрдсүүд хэт нунтаглалтад орж нарийн ширхэг шаварлаг хэсэг үүсгэж, флотацын хөөстэй хамт баяжмалд шилжиж, түүнийг бохирдуулж байгаа нь туршилтын явцад ажиглагдсан болно. Иймд баяжмалын чанарыг дээшлүүлэх, түүнээс хоосон чулуулгийг зайлуулах зорилгоор шингэн шил ашиглан цэвэрлэгээний флотац гүйцэтгэсэн болно. Үндсэн, хяналтын, цэвэрлэгээний флотацын схемийг 5-р зурагт үзүүлэв.

Шинжилгээний дүнгээс үзвэл анхны хаягдал (үл соронзон фракц) нь 2.14% хүхэр агуулж байсан бөгөөд үндсэн флотацаар баяжмалд 14.56% болж

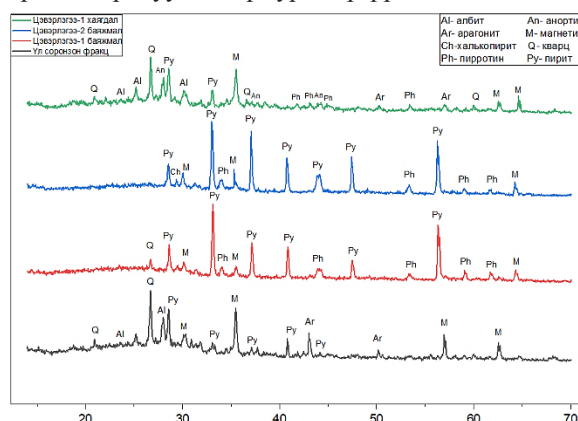
баяжигдсан байна. 2 шатат цэвэрлэгээний флотацын дараа түүний агуулга баяжмалд 40.66% болтол нэмэгдсэн байна. Харин 2 шатат хяналтын флотацын хаягдалд хүхрийн агуулга 0.66% болтол буурч байна.

Анхны хүдэрт агуулагдаж буй чухал, өнгөт металлууд болох кобальт, зэс, никель, цайрын хувьд дийлэнх хувь нь баяжмалд шилжсэн байна. Тухайлбал 2 шатны цэвэрлэгээнээс гарч буй баяжмал нь ойролцоогоор 0.32% кобальт, 0.87% зэс, 0.19% никель, 0.32% цайр агуулсан байна. Баяжмал болон хаягдлын гарц, найрлагаас тооцож үзвэл кобальт авалт 81.77%, зэс авалт 76.56% байгаа бол никель болон цайрын авалт харьцангуй бага буюу харгалзан 47.22% ба 38.06% байна. 2 шатат цэвэрлэгээний флотацын үр дүнд үндсэн баяжмалд агуулагдаж буй хоосон чулуулгийг илэрхийлэгч элементүүд болох хөнгөнцагаан, кальци, магнийн агуулга ихээхэн хэмжээгээр буурч, баяжмалын чанар сайжирсан байна. Цэвэрлэгээний флотацыг 2 шаттай явуулснаар тус бүр 5.6% ба 4.6% гарцтай хаягдал гарах бөгөөд уг хаягдал нь ихээхэн хэмжээний чухал, өнгөт металлууд агуулж буй тул “завсрын хаягдал”-т тооцож үндсэн флотац руу дахин өгөх нь зүйтэй болно (5-р зураг). 2 шатат хяналтын флотацын үр дүнд хаягдал дахь хүхэр болон бусад чухал, өнгөт металлын агуулга буурч металл авалт нэмэгдсэн сайн үр дүнтэй байна [6,7].

6. Үндсэн, хяналт болон цэвэрлэгээний флотацын XRD шинжилгээний үр дүн

6.1. Флотацын баяжмалын XRD шинжилгээний дүн

Флотацын баяжуулалтын явц дахь эрдсийн шилжилт, түүний механизмыг тогтоох зорилгоор цэвэрлэгээний шатуудаас гарган авсан баяжмал, уг шатны хаягдлын рентген дифракцын шинжилгээний дүнд анхны дээж (анхны үл соронзон фракц)-ийн дүнтэй харьцуулан 3-р зурагт үзүүлэв.



3-р зураг. Анхны дээж болон цэвэрлэгээний шатуудаас гарсан баяжмал болон хаягдлын рентгендифрактограмм

ФЛОТАЦИЙН ТОХИРОМЖТОЙ ЦУГЛУУЛАГЧИЙН СОНГОХ ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

4-Р ХҮСНЭГТ

Цуглуулагч	Товчилсон нэр	Цуглуулагч, г/г	Идэвхжүүлэгч, г/г	pH	Хоёрсүүлэгч, г/г	Анхны дээж, гр	Баяжмал		Хаягдал	
							масс, гр	гарц, %	масс, гр	гарц, %
Калийн бутилын ксантогенант	PBX	100	100	9	40	2000	135.7	6.78	1864.3	93.21
Калийн этилийн ксантогенант	PEX	100	100	9	40	2000	99	4.95	1901	95.05
Калийн амилын ксантогенант	PAX	100	100	9	40	2000	98	4.90	1902	95.10
Натрийн бутилын ксантогенант	SBX	100	100	9	40	2000	111	5.55	1889	94.45

- **Анхны дээж:**

Анхны дээж нь ихэнхдээ үл соронзон фракцаас бүрдэх тул түүнд кварц, альбит, пирит болон магнетитын пикүүд өндөр эрчимтэй, тод ажиглагдаж байна.

- **Цэвэрлэгээ-1 баяжмал:**

Цэвэрлэгээ-1 баяжмалын XRD үр дүнд пирит болон пирротинд харгалзах пикүүдийн эрчим нэмэгдэж, харин магнетит, альбит, кварцын пикийн эрчим буурч байна. Энэ нь бидний тогтоосон тохиромжтой нөхцөлд пирит болон пирротины эрдсүүд флотацаар хөвж сульфидын баяжмалд шилжиж буйг харуулах бөгөөд дарагч (шингэн шил)-ын нөлөөгөөр хоосон чулуулаг баяжмалаас зайлуулагдаж буйг илтгэнэ.

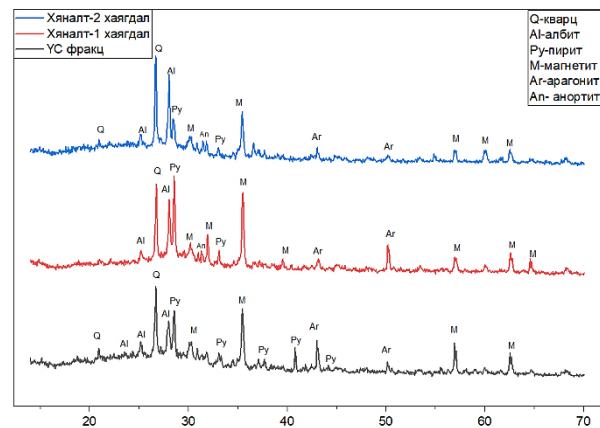
- **Цэвэрлэгээ-2 баяжмал:**

Цэвэрлэгээ-2 баяжмалд пирит, пирротинийн пикүүд илүү тод, хурц хэлбэртэй болж, шинээр халькопиритийн пик илэрч эхэлсэн байна. Харин кварц, альбитын пикүүд илрэхгүй болсон байна. Энэ нь давтан цэвэрлэгээний үр дүнд сульфидын эрдсийн сонгомол баяжуулалт сайжирч, баяжмалын цэвэршилт нэмэгдсэнийг харуулж байна. XRD болон элементийн шинжилгээний дүнгээс үзвэл анхны дээжид агуулагдаж байсан чухал, өнгөт металлууд болох кобальт, никель, зэс, цайр нь энэхүү сульфидын эрдэстэй ассоциац үүсгэсэн, сульфидын эрдсийн талст торонд суусан байгаа тул пирит, пирротинтой баяжигдаж сульфидын баяжмалд шилжиж байна хэмээн дүгнэж болохоор байна.

- **Цэвэрлэгээ-1 хаягдал:**

Цэвэрлэгээ-1-ийн хаягдалд кварц, альбит, пирит, магнетитын пикүүд давамгайлж байна. Энэ нь ашигт сульфидын эрдсүүдийн ихэнх нь баяжмалд шилжиж, хаягдалд голчлон хоосон чулуулаг эрдсүүд хуримтлагдсаныг илтгэнэ. Гэвч түүнд тодорхой хэмжээний пирит, пирротин илэрч байгаа энэ нь өмнөх элементийн шинжилгээгээр батлагдсан тул

түүнийг үндсэн флотац руу буцаан өгч металл авалтыг дээшлүүлэх нь зүйтэй болно.



4-р зураг. Анхны дээж болон хяналтын шатуудаас гарсан хаягдлын рентгендифрактограмм

6.2. Хяналтын флотацаас гарсан баяжмал болон хаягдлын XRD шинжилгээний үр дүн

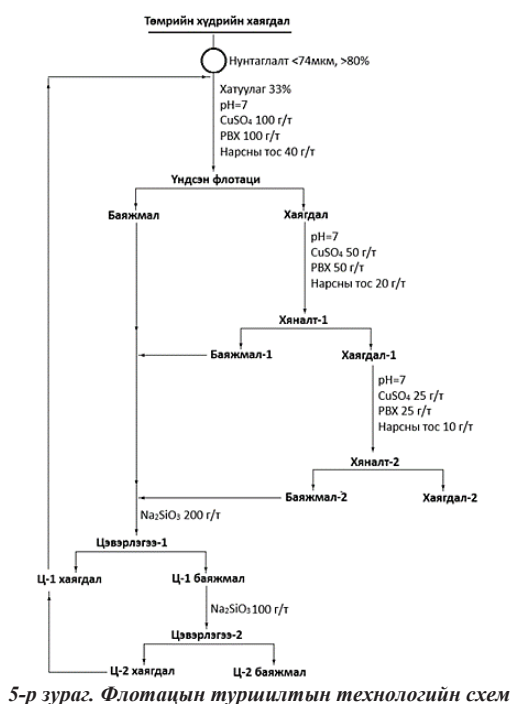
Металл авалтыг нэмэгдүүлэх, хаягдалд алдаж буй үнэт металлын алдагдлыг бууруулах зорилгоор үндсэн флотацын шатнаас гарах хаягдлыг 2 шаттай хяналтын флотацад оруулав. Хяналтын флотацын шатнаас үүсэж буй хаягдлын XRD шинжилгээний дүнг үзүүлэв. Анхны үл соронзон фракц, хяналтын шатны хаягдлын XRD зураг нь хоорондоо ихээхэн төстэй байна. Ажиглагдаж буй гол ялгаа гэвэл 2 шаттай хяналтын флотацын дараа пиритийн пикийн эрчим нэлээд суларч, кварц болон бусад эрдсүүдийн пикийн эрчим нэмэгдсэн байна. Үүнийг хяналтын флотацаар хаягдал дахь үлдэгдэл сульфидын хэсгийг ялган авснаар тайлбарлаж болно.

Флотацын шат бүрээс гарах баяжмал болон хаягдлын найрлага, шинж чанарыг 5-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Үндсэн, хяналтын болон цэвэрлэгээний флотацын баяжмал болон хаягдлын найрлага, шинж чанар

5-Р ХҮСНЭГТ

Дээжийн нэр	Элемент, %					Элемент, мг/кг								
	Фенийт	Снийт	Al	Ca	Mg	As	Co	Cu	Mn	Ni	P	Ti	V	Zn
Анхны дээж	27.69	2.14	4.59	4.33	3.11	14.88	136	391	909	187	1750	2297	215	376
Үндсэн флотаци баяжмал	29.47	14.56	3.54	3.19	3.03	44.25	1423	4326	796	889	1548	1882	120	1715
Цэвэрлэгээ-1 баяжмал	43.15	37.73	0.76	0.66	1.07	64.1	3049	8135	328	1658	162	472	41.21	3180
Цэвэрлэгээ-2 баяжмал	46.41	40.66	0.26	0.32	0.6	55.04	3157	8716	259	1859	89	190	26.36	3192
Цэвэрлэгээ-1 хаягдал	18.13	6.15	4.8	3.37	4	18.73	132	1082	1036	289	335	2705	158	697
Цэвэрлэгээ-2 хаягдал	23.21	4.11	3.96	2.68	3.99	22.16	320	2309	982	413	174	2381	160	1057
Үндсэн флотаци хаягдал	27.69	0.74	4.49	4.15	3.05	10.82	54.78	150	910	149	1557	2246	218	270
Хяналт-1 хаягдал	27.19	0.71	4.36	3.94	2.83	20.93	38.14	133	921	111	1550	2057	207	260
Хяналт-2 хаягдал	27.19	0.66	4.36	3.96	2.82	15.36	34.55	131	921	102	1565	2038	210	255



5-р зураг. Флотацын туршилтын технологийн схем

ДҮГНЭЛТ

1. Төмрийн анхдагч хүдрийн соронзон баяжуулалтын хаягдал нь үнэт металлуудыг сульфид хэлбэрээр агуулж байна. Уг хаягдлаас үнэт металл агуулсан сульфидын баяжмал гарган авах нь ихээхэн ач холбогдолтой юм.

2. Үндсэн шатны флотацын тохиромжтой нөхцөл тогтоох туршилтаар идэвхжүүлэгч (CuSO_4) 100г/т, цуглуулагч PBX 100 г/т, pH=7, хөөсрүүлэгч 40 г/т байх нь тохиромжтой болохыг тогтоов.

3. Цэвэрлэгээний шатнаас гарч буй баяжмал нь ойролцоогоор 0.32% кобальт, 0.87% зэс, 0.19% никель агуулсан байна. Баяжмал болон хаягдлын

гарц, найрлагаас тооцож үзвэл кобальт авалт 81.77%, зэс авалт 76.56%, никель авалт 47.22% байна.

5. Флотацын баяжуулалтын явц дахь эрдсийн шилжилтийг XRD шинжилгээгээр баталгаажуулсан бөгөөд анхны хаягдал хүдэр дэх сульфидын эрдсийн дийлэнх хувь нь сульфидын баяжмалд шилжиж, сульфидын бус эрдсүүд хаягдалд төвлөрч үлдсэн байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Sun, X.; Han, H.; Liu, Z.W.; Zhao, F.Q.; Song, J.N. Tracing global cobalt flow: 1995–2015. *Resour. Conserv. Recycl.* 2019, 149, 45–55. [CrossRef]
- [2] Tijsseling, L.T.; Dehaine, Q.; Rollinson, G.K.; Glass, H.J. Flotation of mixed oxide sulphide copper-cobalt minerals using xanthate, dithiophosphate, thiocarbamate and blended collectors. *Miner. Eng.* 2019, 138, 246–256. [CrossRef]
- [3] Dong, J.X.; Li, S.J.; Ding, Y. Rational design of copper-cobalt sulfide anchored on Ni-foam as high-performance supercapacitor electrode. *Mater. Lett.* 2020, 274, 128033. [CrossRef]
- [4] Michel Shengo Lutandula*, Banza Maloba. Recovery of cobalt and copper through reprocessing of tailings from flotation of oxidised ores. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 1 (2013) 1085–1090
- [5] Meschack Mukunga Muanda, Pele Pascal Daniel Omalanga, and Vanessa Mwambaie Mitonga. Comparative Cleaning Stages in Recovery of Copper and Cobalt from Tailings using Potassium Amyl xanthate as Collector. *EJERS, European Journal of Engineering and Technology Research* Vol. 6, No. 2, February 2021
- [6] Junhui Xiao and Yushu Zhang. Recovering Cobalt and Sulfur in Low Grade Cobalt-Bearing V–Ti Magnetite Tailings Using Flotation Process. *Processes* 2019, 7, 536; doi:10.3390/pr7080536. www.mdpi.com/journal/processes
- [7] J. Xiao and Y. Zhang, “Recovering Cobalt and Sulfur in Low Grade Cobalt-Bearing V–Ti Magnetite Tailings Using Flotation Process,” *Processes*, vol. 7, pp. 1–20, August 2019.

УЛААНБААТАР ХОТЫН ХОТЖИЛТООС НӨЛӨӨЛӨГДСӨН УНДНЫ УСНЫ ЧАНАРЫН ДОРОЙТОЛ, БАЙГАЛЬ ОРЧИНД НӨЛӨӨЛӨХ БАЙДЛЫН ҮНЭЛГЭЭ

Энэбишийн ЭРДЭНЭБУЛГАН¹, Эршүүгийн ПҮРЭВ-ЭРДЭНЭ²

^{1,2} Монгол Улс, Улаанбаатар, ШУТИС, Барилга, архитектурын сургууль, Хот төлөвлөлтийн тэнхим

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

Хураангуй: Улаанбаатар хотын ундны усны гол эх үүсвэрүүдийн нэг болох төвийн эх үүсвэрийн талбайд газар ашиглалт, хотжилтын өөрчлөлт нь ундны усны чанарт үзүүлэх нөлөөлөл, бохирдлын тархалтын орон зай-цаг хугацааны хамаарал болон геоэкологийн нөхцөлтэй уялдуулан үнэлэх зорилгоор энэхүү судалгааг хийв. Судалгаанд Ус сувгийн удирдах газрын Усны төв лабораторийн 2013-2014 оны 14 гүний худгийн физик, химийн болон микробиологийн шинжилгээний архивын мэдээллийг ашиглан, ундны усны чанарыг MNS 0900:2018 стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнд харьцуулан үнэлэв. Гүний худгуудын байршлыг GIS-д суурилан 300 м болон 500 м радиуст буфер бүс үүсгэж, суурьшлын (ойрын), зам тээврийн (өргөтгөсөн) болон ногоон байгууламжийн (голын татмын) бүсэд байрлах газар ашиглалттай уялдуулан, орон зайн харьцуулсан шинжилгээ хийсэн. Үүний үр дүнд суурьшлын буюу ойрын бүс болон зам тээврийн нөлөөлөл ихтэй бүсэд байрлах худгуудад булингар, өнгө, фтор, хүнцэл, кадмий зэрэг үзүүлэлт харьцангуй давтамжтай хэтрэлт илэрч байгаа бол зарим худагт молибден, селен, никель зэрэг микроэлементүүдийн агууламж стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс давсан тохиолдлууд бүртгэгдсэн. Энэ нь ундны усны аюулгүй байдалд нөлөөлж, хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэлтэй нөхцөл байдал байгааг харуулж байна. Хугацааны шинжилгээгээр (2013-2016, 2017-2020, 2021-2024) зарим худагт химийн болон физик хэлбэлзэл өсөх хандлагатай байдал ажиглагдсан. Мөн судалгааны талбайд хөрсний мониторингийн олон цэгийн судалгаануудаар нэвчилт өндөртэй хөрсний хэв шинж давамгайлж байгаа бөгөөд хөрсөнд Cr, B, Cd зэрэг элемент илэрсэн нь бохирдуулагч бодис хөрсөөр дамжин газрын доорх усанд шилжих боломжтой, геоэкологийн эмзэг нөхцөл бүрдсэн байгааг тогтоов. Иймд ундны усны чанарын орон зайн ялгаатай байдал, хугацааны өөрчлөлт болон хөрс-усны геоэкологийн нөхцөлийг нэгтгэн үнэлэхэд хүн амын өсөлт, газар ашиглалт, барилгажилтын эрчимтэй өсөлт нь ундны усны чанарт нөлөөлөх боломжтой гол хүчин зүйлсийн нэг болох нь тогтоогдож, ундны усны эх үүсвэрийн хамгаалалтын бүс, хот төлөвлөлтийн зохистой бодлогыг хэрэгжүүлэх, тогтмол мониторингийнг сайжруулах шаардлагатай байна.

Түлхүүр үг: Ундны усны чанар, хотжилт, газар ашиглалт, гүний ус, хүнд металл, GIS орон зайн шинжилгээ, хамгаалалтын бүс,

I. УДИРТГАЛ

Монгол Улсын нийгэм-эдийн засаг, улс төрийн тогтолцооны өөрчлөлттэй уялдан, хөдөө, орон нутаг дахь ган зудын давтамжтай нөлөөгөөр нийслэл рүү чиглэсэн хүн амын дотоод шилжилт, хөдөлгөөн огцом өсөж, хотжилтын үйл явц эрчимтэй явагдсан.

Үүнтэй зэрэгцэн иргэдэд газар өмчлүүлэх бодлого хэрэгжсэн нь хотын захын суурьшлын бүсийн орон зайн тэлэлтийг эрчимжүүлсэн.

Үүний үр дүнд Улаанбаатар хотын хүн ам 2001 онд 781,220 байсан бол 2023 онд 1,640,781 болж 2.1 дахин өссөн бөгөөд улсын нийт хүн амын 48.1 хувь нь нийслэл хотод амьдарч байна [1].

Нийслэл хотын хүн ам ийнхүү өсөн нэмэгдэхийн хэрээр төлөвлөлтгүй суурьшил, дэд бүтэцгүй орон зайн тэлэлт, эмх замбараагүй газар ашиглалт, гэр хорооллын бүсийн хэт тэлэлтийг бий болгосон [13], [14].

Үүний улмаас хүрээлэн буй орчны доройтол нэмэгдэж, ялангуяа хөрс, усны бохирдлын ачаалал ихсэж байгааг хотын хэмжээний мониторингийн судалгаанууд баталдаг [5], [13], [14].

Нийслэл Улаанбаатар хотын суурьшлын бүс нь сүүлийн хэдэн арван жилийн хугацаанд хүн амын төвлөрөл, хотжилт, техноген нөлөөлөлд өртөж, байгалийн үндсэн хэв шинжээ алдаж, хүний үйл

ажиллагааны нөлөөгөөр бүрэлдсэн техноген гаралтай хөрсний (техносол) шинжийг агуулж байна. Үүний үр дүнд байгалийн шүүх чадвар сулран, шүүрэлтийн талбай багасгаж, бохирдол гадаргын болон газрын гүний усанд нэвчих эрсдэл нэмэгдэж байна [11].

Улаанбаатар хотын хөрс, усны бохирдлын эх үүсвэр нь гэр хороолол болон зах худалдааны төв, авто машины зогсоол, үнсэн сан, төвлөрсөн хогийн цэг, оршуулгын газар байгаа бөгөөд эдгээрээс үүссэн бохирдуулагч бодис нь үерийн ус, гадаргын урсац, салхи, тоосжилтоор дамжин тархаж, улмаар ундны усанд нэвтрэх замаар халдварт өвчин үүсгэж байгаа талаар судалгаанд дурдсан байдаг. Нийслэл хотод 2021 оны байдлаар 144,992 нүхэн жорлон тоологдсон бөгөөд нүхэн жорлонгийн шингэн бохирдол нь газрын доорх ус болон хөрснийг бохирдуулагч томоохон эх үүсвэр болжээ [14].

Улаанбаатар хотын хүн амын унд ахуйн усыг Туул голын хөндийн ай савд хуримтлагдсан газрын доорх гүний усны 7 эх үүсвэрээс хангадаг бөгөөд төвийн эх үүсвэр нь дангаараа нийслэлийн ундны усны хэрэглээний 46 хувийг нийлүүлдэг. Туул гол нь жил ирэх тусам байгалийнхаа аясаар цэвэрших чадамж нь буурч, голын усны бохирдлын үзүүлэлт зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс олон дахин давж, бохирдлын орон зайн тархалт ихсэж байгаа нь ундны усны чанар, аюулгүй байдалд сөргөөр нөлөөлөх

хэмжээнд хүрснийг олон судалгааны үр дүн харуулсан [10].

Энэхүү судалгааны зорилго нь хотжилт, суурьшлын нөлөөгөөр ундны усны эх үүсвэрт агуулагдаж буй бохирдлын түвшин, орон зайн тархалт болон хүний эрүүл мэндэд үзүүлж болзошгүй эрсдэлийг тодруулан, хөрс-усны харилцан хамаарлыг судалж, хүнд металл болон микробиологийн агууламжуудыг төвийн эх үүсвэрийн жишээн дээр судалж, бохирдлын тархалтын зам, нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тогтоон тодорхойлоход оршино.

II. СУДЛАГДСАН БАЙДЛЫН ТОЙМ

Улаанбаатар хотын усны нөөц, газрын доорх усны чанар, хотжилтын нөлөөллийг гадаад, дотоодын судлаачид олон талаас нь судалж ирсэн байдаг. Усны нөөцийн хайгуул болон судалгааны ажлууд анх 1956 оноос эхлэн Монгол, Зөвлөлтийн эрдэмтэд, мэргэжлийн байгууллагууд нөөц эх үүсвэрийг тогтоож, үүний үр дүнд өнөөгийн ус хангамжийн эх үүсвэрийн систем, төвлөрсөн гүний худгуудын анхдагч суурийг тавьсан [5].

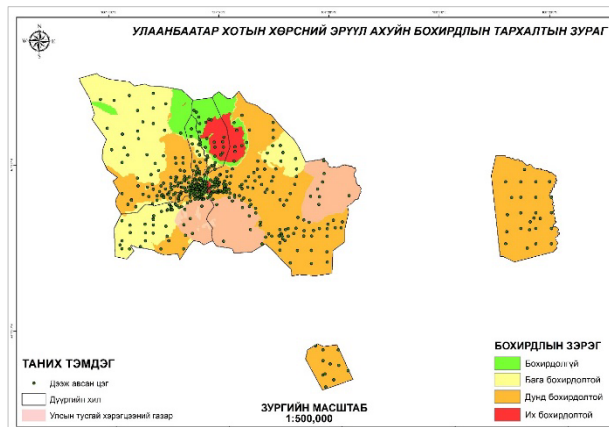
Түүнээс хойш улсын захиалгаар дотоодын компаниудын гүйцэтгэсэн усны нөөцийн хайгуул, судалгааны ажлуудыг үндэслэн Жайка, Коика зэрэг байгууллагуудын буцалтгүй тусламжаар Гачуурт, Яармагийн эх үүсвэрт гүний худгуудыг барьж, ашиглалтад оруулжээ.

Мөн 2014-2015 онд БОНХЯ (хуучин нэрээр)-ны захиалгаар “Улаанбаатар хотын төвлөрсөн ба төвлөрсөн бус ус хангамжийн газрын доорх усны нөөцийг дахин үнэлж, ашиглалтын зохистой горим тогтоох” тухай томоохон судалгааны ажил хийгдэж, түүний үр дүнд нийслэл хотын 7 эх үүсвэрийн газрын доорх усны нөөцийг тогтоож, ашиглалтын зэргийг үнэлэн батлуулж, “Улаанбаатар хотын ус хангамжийн эх үүсвэрийн хамгаалалтын бүс”-ийг шинэчлэн тогтоосон.

Дээрх судалгааны ажлаар бохирдуулагч эх үүсвэрүүдийн байршил, сөрөг нөлөөллийг тогтоож, эх үүсвэрийн гүний худгийн уснаас хүнд металлын болон бактериологийн шинжилгээ авсан байдаг. Уг шинжилгээгээр 7 эх үүсвэрийн гүний худгийн усанд бохирын нэгдсэн системд холбогдоогүй гэр хороолол, суурьшил, аялал жуулчлалын цогцолбор, үнсэн сан, арьс шир, ноос, ноолуурын үйлдвэрлэл, авто засвар, агуулах газрууд, шатахуун түгээх станц, хуучин карьерын ухсан цүнхээл зэрэг бохирдуулагч эх үүсвэрээс үүдэлтэй төмөр (1.3 дахин их), аммоний (1.33-6.67 дахин их), манган (2.7 дахин их) зэрэг элементүүдийн агууламж ундны усны стандарт хэмжээнээс давсан үзүүлэлттэй гарсан. Зарим ундны усны эх үүсвэрийг унд ахуйн хэрэглээнд бус үйлдвэрлэлийн зориулалтаар ашиглахыг, мөн суурьшлын бүсийн тэлэлт, бохир ус зайлуулах системгүй барилгажилт нэмэгдэх нь ирээдүйд ахуйн болон биологийн эрсдэлийг нэмэгдүүлж болзошгүйг зөвлөжээ [5].

Мөн Туул голын сав газрын усны чанарын судалгааны дүнгээс харахад голын эхний хэсэгт усны чанар харьцангуй сайн, харин хот орчмын бүсэд эрдэсжилт нэмэгдэж, бохир ус нийлдэг хэсэгт

бохирдлын үзүүлэлт огцом өсөж буй зүй тогтоол ажиглагдсан тул эрүүл ахуйн хамгаалалтын бүсэд



шинэ суурьшлыг хязгаарлах шаардлагатай гэж зөвлөсөн [10].

Улаанбаатар хотын хэмжээнд хийгдсэн хөрсний бохирдлын талаарх судалгаануудын дүнгээс харахад хотжилт, хүн амын төвлөрөл, үйлдвэрлэл болон авто тээврийн нөлөөгөөр хөрсний чанар доройтож, Pb, Cr, Zn, Cd зэрэг хүнд металл алаг цоог тархалттайгаар илэрч, зарим цэгт стандарт (MNS 5850:2019)-ын стандартын зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс давсан үзүүлэлт бүртгэгдсэн [14].

1-р зураг. Улаанбаатар хотын хөрсний эрүүл ахуйн бохирдлын тархалтын орон зайн зураг (Эх сурвалж: НБОГ, “Улаанбаатар хотын хотын хөрсний эрүүл ахуйн бохирдлын тархалтын судалгаа, 2023)

Нийслэлийн хэмжээнд 500 цэгийн мониторингийн судалгааны дүнгээр хөрсний бохирдол хотын төв болон суурьшлын нягтрал ихтэй бүсэд өндөр тархалттай байгааг харуулсан [14].

Мөн нийслэлийн 9 дүүргийн хэмжээнд хийгдсэн хөрсний байнгын хяналтын 500 цэгийн судалгааны мониторингийн цэгээс ундны усны төвийн эх үүсвэр (БЗД)-ийн дотоод мужид авсан дээжид Бор (B) 112 мг/кг, Хром (Cr) 813 мг/кг зэрэг хэмжээтэй илэрсэн нь стандартын зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс давсан үзүүлэлттэй гарч, тухайн бүсэд техноген нөлөөлөл давамгайлсан хөрсний бохирдлын шинж илэрч байгааг харуулсан. Эдгээр нь төвийн эх үүсвэрийн дотоод мужид суурьшил, үйлдвэрлэл, тээврийн нөлөөлөл давамгайлсан техноген шинж бүрэлдсэнийг илтгэнэ [14].

Нийслэлийн 7 дүүргийн хот тосгон, бусад суурин газрын мониторингийн 301 цэгийн судалгааны дүнгээр 232 цэгт хүнд металлын бохирдол илэрч, кадмий (Cd) нь хот суурин газрын бараг бүх төрлийн газар ашиглалтад өндөр давтамжтай илэрч, хотын суурь бохирдлын шинжтэйг тогтоосон [13].

Хот суурин газрын хөрсөнд илэрч буй хүнд металлуудын ийм өндөр тархалт нь хөрсөөр дамжин газрын доорх усанд нэвчих, улмаар ундны усны эх үүсвэрийн чанарт сөргөөр нөлөөлөх эрсдэлийг нэмэгдүүлж болзошгүйг илтгэж байна.

Хөрс нь гүний усыг бохирдлоос хамгаалах байгалийн шүүлтүүрийн үүрэгтэй боловч бохирдлын ачаалал удаан үргэлжилбэл шингээх чадвар буурч, гүний усанд нэвчих эрсдэлтэй.

Хүнд металлууд нь байгаль орчинд удаан хадгалагдаж, амьд организмд хуримтлагдах чадвартай бөгөөд Pb, Cd, Hg, As зэрэг нь өндөр хоруу чанартайд тооцогддог бол Cu, Zn, Cr, Ni зэрэг элемент нь бага хэмжээгээр биологийн үүрэгтэй боловч их хэмжээгээр хуримтлагдвал эрүүл мэндэд сөрөг нөлөөтэй [12].

Ийм хөрсөөр дамжин усанд шилжих бохирдуулагчдын агууламж, илрэх хэлбэр нь орчноосоо хамааран ялгаатай байдаг тул хөрс болон усны стандартуудын онцлог, зориулалттай нь уялдуулан үнэлэх нь чухал ач холбогдолтой юм.

Гэвч өнөөдрийн байдлаар хөрс-усны харилцан хамаарлыг нэг дор, нэг ижил орон зайд хамтатган үнэлсэн иж бүрэн судалгаа харьцангуй хомс байна.

Олон улсын туршлагаас харахад ундны усны гүний худгийн хамгаалалтын бүсийг усны эх үүсвэрийг бохирдлоос урьдчилан сэргийлэх зорилгоор шатлалтайгаар тогтоодог. Жишээлбэл: Европын холбооны болон ДЭМБ-ын зөвлөмжид ундны усны эх үүсвэрийн ойрын хамгаалалтын бүсэд бохирдлын шууд эх үүсвэрийг хориглох, өргөтгөсөн бүсэд газар ашиглалтын зохицуулалт, тогтмол мониторинг хэрэгжүүлэх зарчмыг баримталдаг. АНУ, Герман зэрэг оронд гүний худгийн хамгаалалтын бүсийг гидрогеологийн нөхцөлөөс хамааруулан, хэд хэдэн радиустайгаар тогтоож, суурьшлын болон тээврийн нөлөөлөл ихтэй бүсэд бохирдлын эрсдэл өндөр байдгийг орон зайн шинжилгээгээр үнэлдэг туршлага түгээмэл байдаг [16-19].

IV. ОНОЛЫН ҮНДЭСЛЭЛ

Хотжилт, газар ашиглалтын өөрчлөлт нь хөрс-усны системд бохирдуулагч бодисын хуримтлал, шилжилтийн нөхцөлийг өөрчилдөг. Хот суурин газрын нягтрал, дэд бүтцийн алдагдал, ахуйн болон үйлдвэрлэлийн бохир ус, зам тээврийн ачаалал нэмэгдэхийн хэрээр хөрсөнд хүнд металл болон бусад бохирдуулагч бодис хуримтлагдах эрсдэл нэмэгддэг.

Хөрс нь бохирдуулагч бодисын дамжуулах орчин бөгөөд хур тунадас, нэвчилтийн үйл явцаар дамжин эдгээр бодис газрын доорх усанд шилжих боломжтой. Харин ус нь тухайн бүсийн бохирдлын нөлөөллийг илэрхийлэх хүлээн авагч орчин юм.

Иймд хөрсний механик бүрэлдэхүүн, шингээх ба нэвчүүлэх шинж чанар, мөн геоэкологийн нөхцөл нь газрын доорх усны бохирдлын эмзэг байдлыг тодорхойлох үндсэн хүчин зүйлс болдог. Шаварлаг хөрс нь хүнд металлыг илүү барих чадвартай бол элсэрхэг, сайргархаг хөрс нь нэвчилт ихтэй тул бохирдуулагч бодис газрын доорх усанд шилжих эрсдэл өндөр байдаг. Судалгааны талбайд нугат-намгийн цэвдэгт, ердийн болон сайргархаг хар хүрэн зэрэг нэвчилт өндөртэй хөрсний хэв шинжүүд тархсан нь өмнөх судалгааны дүнгээр тогтоогдсон [5].

Улаанбаатар хотын ундны ус нь газрын доорх усанд тулгуурладаг тул хотжилтын нөлөөгөөр хөрсөнд хуримтлагдсан бохирдуулагч бодисууд гүний усанд нэвчих эрсдэлийг онолын түвшинд авч үзэх шаардлагатай. Усны чанарыг физик, химийн

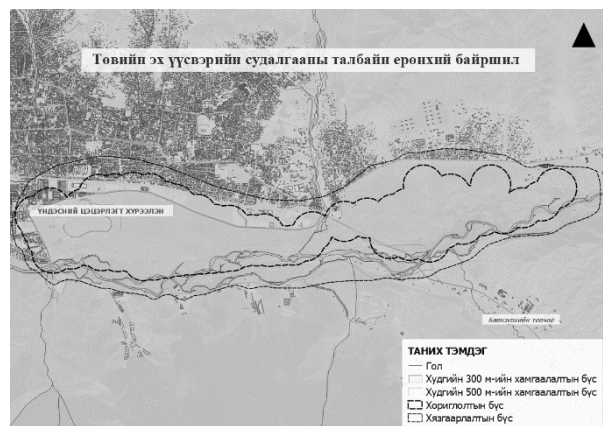
болон микробиологийн үзүүлэлтүүдээр үнэлэх бөгөөд эдгээр нь бохирдлын эх үүсвэр, шилжилтийн зам, тархалт болон хүлээн авагч орчны эмзэг байдлыг илэрхийлэх үндсэн индикатор болдог [8, 9].

Ундны усны чанарын үнэлгээг MNS 0900:2018, мөн хөрсний бохирдлын үнэлгээг MNS 5850:2019 стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнд тулгуурлан гүйцэтгэнэ.

III. АРГА ЗҮЙ

Судалгааны талбай, байршил

Энэхүү судалгааг Улаанбаатар хотын ундны усны 46 хувийг бүрдүүлдэг төвийн эх үүсвэрийн талбайд гүйцэтгэсэн. Төвийн эх үүсвэр нь нийслэлийн хүн амыг ундны усаар хангах үндсэн эх үүсвэр бөгөөд хүн амын нягтрал, газар ашиглалтын нөлөөлөлд өртөх бүс нутаг юм.



2-р зураг. Төвийн эх үүсвэрийн судалгааны талбайн ерөнхий байршил

Судалгааны талбайд байрлах гүний худгуудын байршил нь нууцын зэрэглэлд хамаарах тул шууд тэмдэглэхгүйгээр, 300 м болон 500 м-ийн хамгаалалтын бүсийн давхцалын хэлбэрээр ерөнхийлөн илэрхийлсэн.

Судалгааны талбай нь Туул голын хөндийн аллювийн гаралтай сэвсгэр хурдас бүхий бүсэд орших ба хотын барилгажсан болон гэр хороолол, суурьшлын бүсүүдтэй ойр байрлаж, олон төрлийн газар ашиглалт давхцан оршдог. Иймд энэхүү талбай нь хотжилтоос үүдэлтэй хөрс-усны бохирдлын нөлөөллийг ундны усны чанарт хэрхэн илэрч байгааг үнэлэхэд төлөөлөх чадвартай судалгааны объект гэж сонгон авч үзсэн.

Судалгаанд Ус сувгийн удирдах газар (УСУГ)-ын харьяа Усны төв лабораторид хийгдсэн төвийн эх үүсвэрийн 14 гүний худгийн усны 2013-2024 оны физик, химийн болон микробиологийн шинжилгээний архивын мэдээллийг ашиглан, хугацааны өөрчлөлтийг шинжилж, өмнөх судалгааны дүгнэлт, зөвлөмжид тулгуурлан бохирдлын тархалтын боломжит нөхцөл, бохирдуулагч бодисын зөөгдөх болон дамжин нэвчих эрсдэлийг харгалзан үзэв [16]. Судалгаанд хамрагдсан 14 гүний худгийн байршлын мэдээллийг газар зүйн мэдээллийн систем (GIS)-ийн орчинд оруулж, ArcGIS программыг ашиглан, 300 м болон 500 м радиуст буфер бүс үүсгэн орон зайн шинжилгээ хийсэн.

Дээж авах, шинжилгээ хийх үйл ажиллагаа нь УСУГ-ын Усны төв лабораторид мөрдөгдөж буй ундны усны чанар, аюулгүй байдлыг хянах, дээж авах, шинжилгээ хийх дотоод журам болон холбогдох үндэсний стандартын шаардлагын дагуу гүйцэтгэгдсэн.

Дээж авах арга зүйг усны төв лабораториос авсан шинжилгээг үндэслэн физик, хими болон микробиологийн доорх үзүүлэлтүүдээр шинжилсэн.

- Физик үзүүлэлтүүдэд: өнгө, булингар, pH, цахилгаан дамжуулах чанар
- Химийн үзүүлэлтүүд: үндсэн ионууд, азотын нэгдлүүд, хүнд металлууд, ууссан бодисууд
- Микробиологийн үзүүлэлтүүд: нийт нянгийн тоо, гэдэсний бүлгийн нян, *E. Coli*

Ялангуяа *E.coli* илэрсэн тохиолдолд ундны усанд шинэ ялгасны гаралтай бохирдол орсныг харуулах индикатор үзүүлэлтэд тооцогдож, халдварт өвчний эрсдэл нэмэгдэх боломжтойг харуулдаг.

Ундны усны чанарын үнэлгээг стандартад заасан зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнд тулгуурлан гүйцэтгэж, лабораторийн үр дүнг ундны усны стандарттай харьцуулан үнэлэв. Энэхүү судалгаанд ундны усны чанарын үзүүлэлтийг MNS 0900:2018 стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ (ЗДХ)-тэй харьцуулан үнэлсэн. Стандартад зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ тогтоогоогүй зарим элементийг (Al, Co, Cr) усны эрдэсжилт болон геохимийн найрлагыг тодорхойлох нэмэлт индикатор үзүүлэлт болгон ашигласан.

Хүнд металл (As, Cd, Pb, Cr, Ni, Sb) болон микроэлементүүд (Ag, Al, B, Ba, Be, Co, Cu, Mo, Se, Sr, Zn)-ийн агууламжийг тодорхойлон, стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнд харьцуулан үнэлсэн[8].

Судалгаанд ашигласан үзүүлэлтүүдийн хэмжсэн утгыг стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнд тулган, худгийн байршил болон он цагийн хүрээнд ундны усны чанарын өөрчлөлтийг тодорхойлсон.

Өгөгдлийн боловсруулалтыг хугацааны цувааны аргаар (2013-2024) хийж, худгуудын хоорондын ялгаа болон өөрчлөлтийг харьцуулан шинжилсэн.

Үзүүлэлт бүрийн дундаж утга, хамгийн их утга, стандарт хэтэрсэн эсэх гэсэн шалгуураар үнэлгээ хийсэн. Зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээнээс хэтэрсэн эсэхийг хамгийн их утгаар, харин чанарын ерөнхий түвшин болон үе хоорондын өөрчлөлтийг дундаж утгаар авч үзсэн.

Хотжилтын нөлөөлөл ундны усны чанарт хэрхэн үе шаттай илэрч байгааг тодруулах зорилгоор гурван цувааны интервалд бүлэглэн боловсруулав. (2013-2016, 2017-2020, 2021-2024он)

Үзүүлэлт бүрийн дундаж утга, хамгийн их утга, стандарт хэтэрсэн эсэх гэсэн шалгуур үнэлгээ болон стандартын зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэтэрсэн эсэхэд үндэслэн ундны усны чанарыг стандарт хангасан, эрсдэлтэй, стандартаас хэтэрсэн гэсэн ангиллаар үнэлэн, хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх боломжит эрсдэлийг чанарын аргаар тодорхойлов.

Ингэснээр 2013-2024 оны хугацаанд төвийн эх үүсвэрийн гүний худгуудын ундны усны чанарт

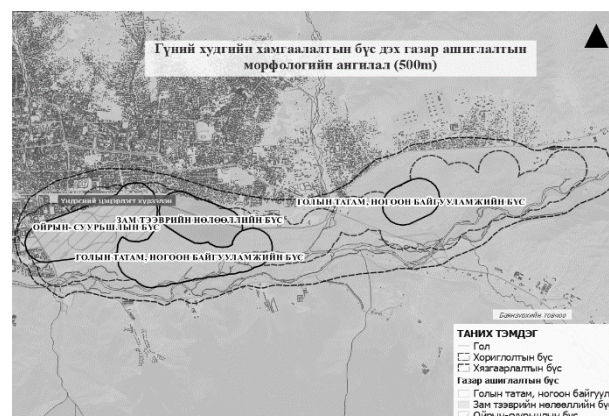
хотжилт болон хөрсний бохирдлын нөлөөлөл хэрхэн илэрч байгааг нэгтгэн дүгнэсэн.

Лабораторийн шинжилгээний зарим үр дүнд хүнд металлын агууламжийг мкг/л нэгжээр илэрхийлсэн тул стандарттай харьцуулах зорилгоор шаардлагатай тохиолдолд мг/л нэгжид шилжүүлэн үнэлсэн.

Хөрс нь бохирдуулагч бодисыг шингээх, барих, удаан хугацаанд хадгалах чадвартай хатуу орчин бол ус нь шингэн, хүний биед шууд дамждаг орчин тул бохирдолд илүү мэдрэмтгий байдаг. Иймд ундны усны эх үүсвэрийн аюулгүй байдлыг үнэлэхдээ хөрсөнд хуримтлагдсан бохирдуулагч бодис газрын доорх усанд дамжин нэвчих боломжтойг харгалзан, хөрс-усны харилцан хамаарлыг хамтад нь авч үзэв.

V. ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Судалгаанд хамрагдсан төвийн эх үүсвэр талбай нь хотжилтын нөлөөлөлд өртөх өндөр магадлалтай бүсэд байрлаж байгаа бөгөөд энэ нь ундны усны чанарын үзүүлэлтүүдэд илэрсэн өөрчлөлтүүдийг орон зайн хүчин зүйлтэй уялдуулан үнэлэхдээ дөхөмтэй байв. Төвийн эх үүсвэрийн 14 гүний худгийн байршлын мэдээллийг газар зүйн мэдээллийн систем (GIS)-д суурилан боловсруулж, ArcGIS программыг ашиглан суурьшлын бүсээс алслагдсан зайн хэмжээгээр тооцоход суурьшлын бүсэд суурьшлын нөлөөллийн бүсэд ойр, зам тээврийн нөлөөлөлд, голын татам бүхий ногоон байгууламж буюу харьцангуй хамгаалагдсан бүсэд байрлаж байв. Үүнд, суурьшлын бүсэд ойр 47, 39, 9, 8, 6 дугаар худагт, харин зам тээврийн нөлөөллийн бүсэд 33, 32, 29 дүгээр худагт, мөн голын татмын ойр буюу харьцангуй хөндөгдөөгүй ногоон байгууламжийн бүсэд 1, 2, 21, 53, 54 дүгээр худаг байрласан байна.



3-р зураг. Төвийн эх үүсвэрийн гүний худгийн 500 м хамгаалалтын бүс дэх газар ашиглалтын морфологийн ангилал

Судалгаанд хамрагдсан худгуудын 500 м хамгаалалтын бүсийг нэгтгэн нэгдсэн орон зайн хүрээ үүсгэж, уг хүрээний доторх газар ашиглалтыг суурьшлын нөлөөллийн бүс, зам тээврийн нөлөөллийн бүс, голын татам-ногоон байгууламжийн бүс гэсэн морфологийн ангиллаар ялган тодорхойлов.

ГҮНИЙ ХУДГИЙН ХАМГААЛАЛТЫН БҮС ДЭХ ГАЗАР АШИГЛАЛТЫН ОРОН ЗАЙН ТАРХАЛТ

1-Р ХҮСНЭГТ.

Бүсийн нэр	Нэгж талбарын тоо	Хэмжээ /га/
Суурьшлын нөлөөллийн бүс	162	25.8
Зам тээврийн нөлөөллийн бүс	178	134.8
Голын татам-ногоон байгууламжийн бүс	1	76.4
Нийт		237.0

Судалгааны 500 метрийн хамгаалалтын бүсийн нэгтгэсэн орон зайд нийт 237.0 га талбай хамрагдаж байна. Үүнээс зам тээврийн нөлөөллийн бүс 134.8 га (56.9%), суурьшлын нөлөөллийн бүс 25.3 га (10.9 %), голын татам-ногоон байгууламжийн бүс 76.4 га (32.29%) эзэлж байна. Үүнээс харахад хамгаалалтын бүсэд техноген болон суурьшлын зориулалт давамгайлж байна.

ГҮНИЙ ХУДГИЙН 300 М БА 500 М ХАМГААЛАЛТЫН БҮС ДЭХ ГАЗАР АШИГЛАЛТ

2-Р ХҮСНЭГТ.

Газар ашиглалтын ангилал	Нэгж талбарын тоо	Хэмжээ /га/
300 м бүс	37	1080.4
500 м бүс	340	1214.4
Нийт	377	2295

Гүний худгуудын 300 м болон 500 м хамгаалалтын бүсэд нийт 377 нэгж талбар хамрагдаж байна. Үүнээс 300 метрийн суурьшлын буюу ойрын бүсэд 37 нэгж талбарын 1080.4 га, 500 метрийн өргөтгөсөн бүсэд 340 нэгж талбарын 1215.4 га талбайг эзэлж байна. 500 м буюу өргөтгөсөн бүс дэх нэгж талбарын тоо болон талбайн хэмжээ нэмэгдэж байгаа нь хамгаалалтын бүс тэлэх тусам газар ашиглалт илүү олон төрөл, илүү өргөн орон зайг хамарч байгааг илтгэнэ.

Судалгааны талбай орчмын бохирдлын эх үүсвэрийг үйлдвэрлэл-техноген, зам тээврийн болон гадаргын урсцын гаралтай бохирдлын эх үүсвэр гэсэн шатлалтайгаар ангилж үнэлэв. Энэхүү ангилал нь ундны усны чанарт орон зайн ялгааг тайлбарлах үндсэн хүрээ болж, суурьшлын нягтрал ихтэй, тээврийн ачаалал өндөр бүсэд химийн болон микробиологийн үзүүлэлтийн хэлбэлзэлтэй байгааг харуулсан [13].



4-зураг. Хот суурин газрын бохирдлын эх үүсвэрийн ангилал (Эх сурвалж: НБОГ, “Улаанбаатар хотын хөрсний эрүүл ахуйн бохирдлын тархалтын судалгаа, 2023)

Судалгаагаар ахуйн, үйлдвэрлэл-техноген болон зам тээврийн гаралтай эх үүсвэрүүд хот суурин газарт хүнд металл болон микробиологийн бохирдлын эх үүсвэр болж байна.

Ахуйн гаралтай бохирдолд нүхэн жорлон, ахуйн бохир ус, хатуу хог хаягдлын цэгүүд хамаарах бол үйлдвэрлэл-техноген нөлөөлөлд дулааны цахилгаан станц авто засвар, жижиг үйлдвэрлэл, шатахуун түгээх станц зэрэг эх үүсвэр багтана [14].

Зам тээврийн бүс нь хүнд металлын хуримтлалын чухал эх үүсвэр болж болох бөгөөд гадаргын урсцын нөлөөгөөр бохирдуулагч бодис хөрсөөр дамжин газрын доорх усанд нэвчих эрсдэл үүсгэдэг.

Ундны усны чанарын үзүүлэлтүүд

Лабораторийн шинжилгээгээр төвийн эх үүсвэрийн 14 гүний худгийн ундны усны физик, химийн болон микробиологийн үзүүлэлтүүдийг үнэлэхэд зарим үзүүлэлт стандартын зөвшөөрөгдсөн дээд хэмжээнээс давсан тохиолдлууд бүртгэгдсэн [8, 16]. Тухайлбал:

Физикийн үзүүлэлтүүд

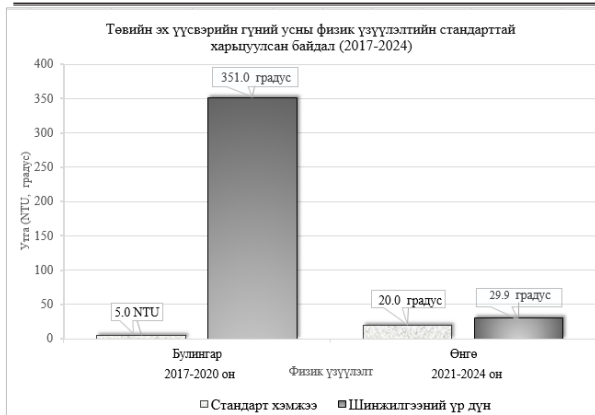
Өнгө: 2021-2024 оны хугацаанд А г/х-21 гүний худгийн сорьцод өнгөний үзүүлэлтийн хамгийн их утга 29.9 хүрч, зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ (≤ 20 градус)-ээс 1.5 дахин давсан [8,16].

Булингар : 2017-2020 оны хугацаанд А г/х-39 гүний худгийн сорьцод булингарын хамгийн их утга 351.0 NTU хүрч, ундны усны стандарт (≤ 5 NTU)-аас 70.2 дахин хэтэрсэн [8,16].

УНДНЫ УСНЫ ФИЗИК ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮДИЙН СТАНДАРТТАЙ ХАРЬЦУУЛСАН БАЙДАЛ

3-Р ХҮСНЭГТ.

Хугацаа	Гүний худгийн №	Өнгө (Градус)		Булингар (NTU)	
		ЗДХ	Мах утга	ЗДХ	Мах утга
2021-2024	21	≤ 20	29.9	-	-
2017-2020	39	-	-	≤ 5	351.0



5-зураг. Гүний худгийн усны физик үзүүлэлтүүдийн стандарттай харьцуулсан байдал

Судалгааны үр дүнгээс харахад 2017-2020 оны хугацаанд гүний худгийн усны булингарын хэмжээ 351.0 NTU хүрч, ундны усны стандарт (≤ 5 NTU)-аас үлэмж хэмжээгээр давсан. Энэ нь тухайн хугацаанд усанд механик хольц, бохирдол их агуулагдаж байсныг илтгэнэ. Харин 2021-2024 онд усны өнгө 29.9 градус хүрч, стандарт хэмжээнээс (≤ 20 градус) давсан үзүүлэлт бүртгэгдсэн. Улмаар судалгаанд хамрагдсан хугацаанд усны чанарын физикийн 2 үзүүлэлт стандартын шаардлагыг хангахгүй, тодорхой үзүүлэлтүүдээр бохирдол өндөр түвшинд илэрч буйг харуулна.

Эдгээр үзүүлэлтүүдийн огцом өсөлт нь усанд хөвмөл бодис, органик нэгдлийн агууламж нэмэгдсэн, мөн орчны бохирдлын нөлөөлөл байх боломжтойг харуулж байна.

Химийн үзүүлэлтүүд

Судалгааны үр дүнгээс харахад ундны усны эх үүсвэрийн зарим цэгт химийн үзүүлэлт стандарт хэмжээнээс давсан. Тухайлбал:

Фтор (F): 2021-2024 оны хугацаанд судалгаанд хамрагдсан №47 дугаар гүний худгийн сорьцод фторын агууламж 2.0 мг/л хүрч, зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ 1.5 мг/л-ээс 0.5 мг/л-ээр (1.33 дахин) хэтэрсэн [8,16].

Хүнцэл (As): 2013-2016 оны хугацаанд №29 дүгээр гүний худгийн сорьцод хүнцлийн агууламжийн 16.3 мкг/л хүрч, зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ болох 10 мкг/л-ээс 1.63 дахин давсан [8,16].

Кадмий (Cd): 2021-2024 оны хугацаанд №9 дүгээр гүний худгийн сорьцод кадмийн агууламж 5 мкг/л хүрч, стандартаас 1.67 дахин их давсан үзүүлэлт бүртгэгдсэн [8,16].

Молибден (Mo): 2017-2020 он хугацаанд №32 дугаар гүний худгийн сорьцод молибдений агууламжийн хамгийн их утга 88.0 мкг/л хүрч, стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ болох 70 мкг/л-ээс 18 мкг/л-ээр (1.26 дахин) давсан [8,16].

Селен (Se): 2017-2020 оны хугацаанд №6 дугаар гүний худгийн сорьцод селений агууламж 123.5 мкг/л хүрч, стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ болох 40 мкг/л-ээс 3.1 дахин давсан [8,16].

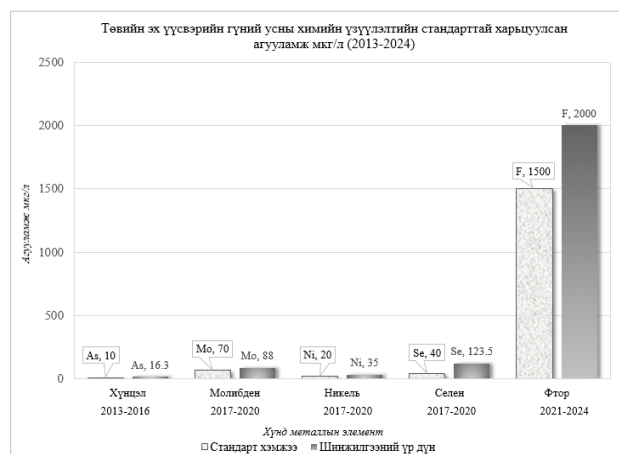
Никель (Ni): 2017-2020 оны хугацаанд №33 дугаар гүний худгийн сорьцод никелийн агууламж 35.0 мкг/л хүрч, зөвшөөрөгдөх хэмжээ болох 20 мкг/л-ээс 1.75 дахин давсан үзүүлэлт бүртгэгдсэн [8,16].

Дээрх үр дүнгээс харахад ундны усны эх үүсвэрийн зарим цэгүүдэд фтор болон хүнцэл, кадмий (F, As, Cd) зэрэг онцгой хортой элементүүд, мөн молибден, селен, никель (Mo, Se, Ni) зэрэг микроэлементүүдийн агууламж стандартын зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс давсан тохиолдол илэрч, усны чанарт геохимийн болон антропоген нөлөөлөл хавсарсан байж болзошгүйг илтгэнэ [16]. Эдгээр элементүүд нь хүний биед удаан хугацаанд хуримтлагдах шинж чанартай бөгөөд ялангуяа хүнцэл (As) нь хавдар үүсгэх өндөр эрсдэлтэй, кадмий (Cd) нь бөөр болон элэгний үйл ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлөх, фтор (F) нь яс, шүдний эмгэг үүсгэх эрсдэлтэй гэж ДЭМБ тогтоосон [17]. Иймд дээрх үзүүлэлтүүдийн стандарт хэтрэлтийн түвшинг харгалзан үзэхэд ундны усны чанарт хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөх эрсдэл үүсэх нөхцөл бүрдсэнийг харуулж байна.

УНДНЫ УСНЫ ХИМИЙН ҮЗҮҮЛЭЛТҮҮДИЙН СТАНДАРТТАЙ ХАРЬЦУУЛСАН ДҮН

4-Р ХҮСНЭГТ.

Хугацаа	Гүний худгийн №	Үзүүлэлт	ЗДХ (мкг/л)	Мах утга
2013-2016	29	As	10	16.3
2017-2020	32	Mo	70	88
	33	Ni	20	35
	6	Se	40	123.5
	47	F	1.5 мг/л	2
2021-2024	9	Cd	3	5

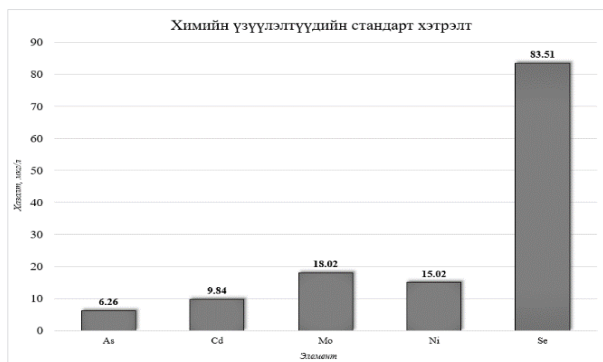


6-р зураг. Гүний худгийн усны химийн үзүүлэлтүүдийн стандарттай харьцуулсан байдал

Судалгааны үр дүнгээс харахад 2013-2024 оны хугацаанд гүний худгийн усанд агуулагдах зарим хүнд металл болон микроэлементийн агууламж ундны усны стандарт хэмжээнээс давсан байна. Тухайлбал. 2013-2016 онд хүнцэл (As) 16.3 мкг/л хүрч стандарт (10 мкг/л)-аас давсан үзүүлэлттэй байна. 2017-2020 онд молибден (Mo) 88 мкг/л (стандарт 70 мкг/л), никель (Ni) 35 мкг/л (стандарт 20 мкг/л), селен (Se) 123.5 мкг/л (стандарт 40 мкг/л) тус тус стандарт хэмжээнээс давсан байна. Харин 2021-2024 онд кадмий (Cd) 5 мкг/л болж стандарт (3 мкг/л)-аас давсан үзүүлэлттэй, Фтор (F)-ын агууламж 2 мг/л

орчим байгаа нь стандарт хэмжээтэй ойролцоо буюу зарим тохиолдолд давсан байж болзошгүй үзүүлэлт юм. Ийнхүү судалгааны хугацаанд гүний усанд агуулагдах зарим хортой элементийн хэмжээ стандартын шаардлага хангахгүй байгаа нь усны чанарт сөргөөр нөлөөлж, хүн амын эрүүл мэндэд эрсдэл үүсгэх боломжтойг харуулсан.

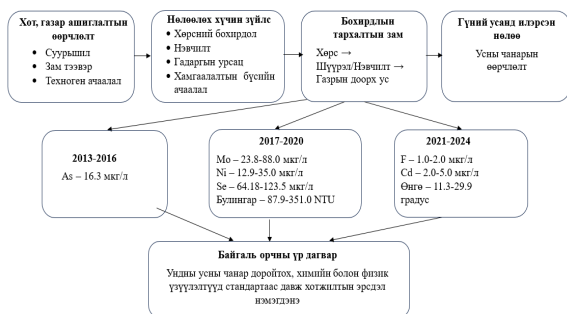
Мөн судалгааны үр дүнгээс харахад гүний усанд агуулагдах химийн зарим элемент стандарт хэмжээнээс харилцан адилгүй түвшинд хэтэрсэн байна. Тухайлбал: селен (Se)-ий хэтрэлт хамгийн өндөр 83.51 мкг/л байгаа нь бусад элементтэй харьцуулахад илүү ноцтой бохирдол үүссэнийг илтгэж байна. Үүний дараа молибден (Mo) 18.02 мкг/л, никель (Ni) 15.02 мкг/л, кадмий (Cd) 9.84 мкг/л, хүнцэл (As) 6.26 мкг/л-ийн хэтрэлтүүд тус тус бүртгэгдсэн байна. Эдгээр үзүүлэлтийн стандарт хэмжээнээс давсан байдал нь гүний усны чанарт химийн бохирдол үүсэж, зарим элементийн агууламж эрс нэмэгдсэнийг харуулж байна. Ялангуяа селен, никель, кадмий зэрэг элементүүдийн өндөр хэтрэлт нь хүний эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэх эрсдэлтэйг харуулсан.



7-р зураг. Гүний усны химийн үзүүлэлтүүдийн стандарт хэтрэлт

Бохирдлын тархалт ба нөлөөлөх хүчин зүйлс

Судалгааны үр дүнгээс харахад хотжилт, газар ашиглалтын өөрчлөлт, техноген ачаалал зэрэг хүчин зүйлс нь хөрсний бохирдлыг нэмэгдүүлж, улмаар нэвчилт, шүүрлээр дамжин гүний усанд нөлөөлж байна. Үүний үр дүнд судалгааны хугацаанд химийн болон физикийн зарим үзүүлэлт стандарт хэмжээнээс давсан үзүүлэлттэй гарч, усны чанарт сөргөөр нөлөөлж байгааг доорх схем зургаар харуулав. (Зураг-8)



8-р зураг. Гүний усны бохирдлын тархалтын зам ба нөлөөлөх хүчин зүйлсийн уялдаа

Доорх хүснэгтээс харахад 2013-2024 оны хугацаанд гүний усанд агуулагдах хүнцэл,

молибден, никель, селен, кадмий, фтор болон физикийн үзүүлэлтүүд болох булингар, өнгө нь тухайн үеийн шатуудад стандарт хэмжээнээс давсан байна. Энэ нь бохирдлын тархалт хугацааны хувьд өөрчлөгдөж, тодорхой үед тодорхой үзүүлэлт давамгайлсан илэрч байгааг харуулж байна.

5-р ХҮСНЭГТ.

№	Хугацаа (онуд)	Стандарт хэмжээнээс хэтэрсэн элемент
1	2013-2016	As
2	2017-2020	Mo
		Ni
		Se
		Булингар
		F
3	2021-2024	Cd
		Өнгө

Судалгаанд хамрагдсан худгийн орчмын талбайд нугат-намгийн болон цэвдэгт төрлийн чийг ихтэй хөрс, мөн сайргархаг хар хүрэн зэрэг нэвчилт өндөртэй хөрсний хэв шинж тархсан нь өмнөх судалгаануудаар тогтоогдсон. Энэ бохирдуулагч бодисууд хөрсөөр дамжин газрын доорх усанд нэвчих геоэкологийн эмзэг байдлыг нэмэгдүүлдэг.

Ундны усны чанарын зарим үзүүлэлт стандартын зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс давсан нь ундны усны аюулгүй байдал алдагдаж, улмаар хүн амын эрүүл мэндэд урт хугацаанд сөрөг нөлөө үзүүлэх эрсдэлтэй байна. Ялангуяа фтор болон хүнд металлын агууламж нэмэгдэх нь архаг хордлого, дотоод эрхтэн болон мэдрэлийн тогтолцоонд нөлөөлөх боломжтой. Иймд ундны усны эх үүсвэрийн хамгаалалтын бүсийн дэглэм, газар ашиглалтын зохистой төлөвлөлтийг сайжруулах шаардлагатай. Мөн селен, никель, молибден зэрэг микроэлементүүдийн үзүүлэлтийн тоо, хэмжээ стандартын зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс хэтэрсэн нь суурьшил, зам тээврийн болон техноген нөлөөлөл бүхий бүсүүдтэй орон зайн хувьд давхцалтай байгааг харуулав. Эдгээр бодисын (Se, Ni, Mo) өндөр агууламж нь удаан хугацаанд хэрэглэхэд дотоод эрхтэн, мэдрэлийн болон бодисын солилцооны тогтолцоонд сөргөөр нөлөөлөх боломжтой.

Хотжилтын нөлөөллийг орон зай, хугацааны болон геоэкологийн гурван түвшинд баталгаажуулсан. Гүний худгуудын байршлыг GIS-д суурилан 300 ба 500 м буфер бүсэд газар ашиглалтын зориулалттай харьцуулан үзэхэд суурьшлын болон зам тээврийн нөлөөлөл ихтэй бүсэд стандарт хэтрэлт харьцангуй давтамжтай илэрч байна.

Мөн 2013-2024 оны хугацааны өөрчлөлт болон хөрсний нэвчилт өндөртэй геоэкологийн нөхцөл байдал нь бохирдуулагч бодисууд газрын доорх усанд шилжих боломжтойг харуулж байна.

Судалгаанд ашигласан ундны усны чанарын үзүүлэлтүүдийн өгөгдөл нь УСҮГ-ын усны төв лабораторийн архивын мэдээлэлд үндэслэсэн бөгөөд үнэлгээг MNS 0900:2018 стандартын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ (ЗДХ)-тэй харьцуулан гүйцэтгэсэн [8,16].

ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгаагаар төвийн эх үүсвэрийн гүний худгуудын ундны усны чанарт хотжилт, газар ашиглалтын нөлөөлөл орон зайн болон цаг хугацааны хувьд илэрч байгааг тогтоов. Судалгаанд хамрагдсан 14 гүний худгийн усанд химийн болон физикийн зарим үзүүлэлтүүд стандарт хэмжээнээс 1.3-3.1 дахин давсан бөгөөд ялангуяа селен (Se)-ийн агууламж хамгийн өндөр хэтрэлттэй (3.1 дахин) бүртгэгдсэн [8,16].

Орон зайн шинжилгээгээр суурьшлын болон зам тээврийн нөлөөлөл ихтэй бүсэд байрлах гүний худагт стандарт хэтрэлт илүү давтамжтай илэрч, харин харьцангуй хамгаалагдсан ногоон байгууламж бүхий бүсэд бохирдлын түвшин бага байсан нь тогтоогдсон. Хотжилтын морфологийн өөрчлөлт болон газар ашиглалтын бүтэц нь ундны усны чанарт нөлөөлөх үндсэн хүчин зүйл болох нь орон зайн шинжилгээгээр тогтоогдов.

Мөн 2013-2024 оны хугацааны өөрчлөлтөөс харахад усны чанарын зарим үзүүлэлт өсөх хандлагатай байгаа нь хотжилтын эрчимжилттэй уялдаж байна. Геоэкологийн нөхцөлийн хувьд судалгааны талбайд нэвчилт өндөртэй хөрсний хэв шинж давамгайлж байгаа нь бохирдуулагч бодис хөрсөөр дамжин газрын доорх усанд шилжих таатай нөхцөлийг бүрдүүлж, бохирдлын тархалтын үндсэн механизм болж байна.

Судалгааны үр дүнгээс харахад Төвийн эх үүсвэрийн хамгаалалтын бүс дэх гэр хорооллын суурьшлын бүсээс үүдэлтэй нүхэн жорлон, ахуйн бохир ус нь хөрсөөр дамжин газрын доорх усанд нэвчих замаар бохирдлын гол эх үүсвэр болж, ундны усны чанарт сөргөөр нөлөөлж байгааг тогтоов.

Иймд хамгаалалтын бүсэд бохирдуулах эх үүсвэрүүдийг бууруулах, нүхэн жорлонг үе шаттайгаар доторлогоотой, хөрсөнд нэвчилгүй эко ариун цэврийн байгууламжаар солих шаардлагатай.

Мөн Ундны усны эх үүсвэрийн ойрын болон өргөтгөсөн хамгаалалтын бүсэд суурьшлын нягтрал ихэссэн нь бохирдлын эрсдэлийг нэмэгдүүлж байгаа тул суурьшлыг хязгаарлах, дахин төлөвлөх, сийрэгжүүлэх бодлогыг хэрэгжүүлэх нь зүйтэй байна. Нөгөө талаас ундны усанд илэрч буй зарим химийн үзүүлэлтийн стандарт хэтрэлт нь ус цэвэршүүлэх технологийн шаардлагыг нэмэгдүүлж байгаа тул ус гүн цэвэршүүлэх орчин үеийн технологийг төвийн эх үүсвэрийн ус хангамжийн системд үе шаттайгаар нэвтрүүлэх шаардлагатай байна.

Ийнхүү хотжилт, хөрс-усны харилцан хамаарал, бохирдлын эх үүсвэр, тархалтын зам болон хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэлийг уялдуулан үнэлэхэд төвийн эх үүсвэрийн хамгаалалтын бүс нь геоэкологийн хувьд эмзэг орчинд хамаарах бөгөөд цаашид газар ашиглалтын зохистой төлөвлөлт, инженерийн шийдэл, байгаль орчны менежментийг уялдуулсан цогц арга хэмжээг хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна.

АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ, НОМ ЗҮЙ

- [1] Үндэсний статистикийн хороо.(2023). Улаанбаатар хотын хүн амын статистик. 1212.mn нээлттэй мэдээллийн сан. <http://www.1212.mn>

- [2] Усны тухай хууль 2012
- [3] О.Батхшиг, “Улаанбаатар хотын хөрсний бохирдол” ШУА-ын газар зүйн хүрээлэн, 2013 он
- [4] Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яам, Дэлхийн байгаль хамгаалах сан (WWF)-н Монгол дах хөтөлбөрийн газар “Гол мөрний татам”-ын зураглал 2014 он
- [5] Хишиг юнивэрс ХХК, Эко трейд ХХК, Цэнгэг ус, экосистемийн судалгааны хүрээлэн ТББ-ын түншлэл, “Улаанбаатар хотын ус хангамжийн эх үүсвэрүүдийн Байгаль орчны төлөв байдал, Хотжилтын сөрөг нөлөөлөл, хомстох ба бохирдох эрсдэлийн судалгааны тайлан” 2015 он
- [6] Байгаль орчин аялал, жуулчлалын сайд, Барилга хот байгуулалтын сайд “Усны сан бүхий газар, Усны эх үүсвэрийн онцгой болон энгийн хамгаалалтын эрүүл ахуйн бүсийн дэглэмийг мөрдөх журам” 2015 он
- [7] Байгаль орчин аялал, жуулчлалын сайд, Барилга хот байгуулалтын сайд “ Улаанбаатар хотын ус хангамжийн эх үүсвэрийн эрүүл ахуйн бүс, тэжээгдлийн мужийн заагийг тогтоох тухай журам” 2018
- [8] Хүрээлэн буй орчин. Эрүүл мэндийг хамгаалах. Аюулгүй байдал. Ундны ус. Эрүүл ахуйн шаардлага, чанар, аюулгүй байдлын үнэлгээ. MNS 0900:2018
- [9] Хөрсний чанар. Хөрсөнд агуулагдах бохирдуулах бодисын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ MNS 5850:2019
- [10] Хими, хими технологийн хүрээлэн, “Улаанбаатар хот орчмын Туул голын усны чанарын судалгаа” 2021 он
- [11] Туул голын сав газар “Мэдээлэл, Санал, Зөвлөмж хүргүүлэх тухай албан бичиг” 2021, 2022, 2023
- [12] П.Оюунбат, “Улаанбаатар хотын хөрсний бохирдол, бууруулах арга зам” 2022 он
- [13] Газар зохион байгуулалт, геодези зураг зүйн газар “Нийслэлийн Хот тосгон, бусад суурин газрын мониторингийн 301 цэгт хийсэн хөрсний эрүүл ахуй, хүнд металлын бохирдлын судалгааны ажлын тайлан” 2023
- [14] Нийслэлийн Байгаль орчны газар, “Улаанбаатар хотын хэмжээнд шинэчлэн тогтоох хөрсний байнгын хяналтын 500 цэгийг тогтоох бохирдлын тодорхойлох ажлын тайлан” 2023 он
- [15] “Улаанбаатар хотын 2040 он хүртэлх хөгжлийн ерөнхий төлөвлөгөө” 2024
- [16] “УСҮГ”-ийн Усны төв лабораторийн шинжилгээний архивын мэдээлэл 2026 он
- [17] Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага (WHO). World Health Organization. 2017. *Guidelines for Drinking-water Quality, 4th ed Geneva.*
- [18] Federal Environment Agency (UBA).2013. *Drinking Water Protection Zones and Land Use Regulation in Germany.* Dessau-Röbley
- [19] European Union.2020. *Directive (EU) 2020/2184 on the Quality of Water intended for Human Consumption.* Brussels
- [20] U.S.Environmental Protection Agency (EPA).1997. *Guidelines for Delineation of Wellhead Protection Areas.* Washington, DC