

МОНГОЛ УЛСЫН БОЛОВСРОЛЫН ИХ СУРГУУЛЬ
МАТЕМАТИК, БАЙГАЛИЙН УХААНЫ СУРГУУЛЬ

**МАТЕМАТИК, БАЙГАЛИЙН УХААН
ЭРДЭМ ШИНЖИЛГЭЭНИЙ СЭТГҮҮЛ**

ДУГААР 11/2025

ННА-72
ДАА-378.121
М-294

МАТЕМАТИК, БАЙГАЛИЙН УХААН
Эрдэм шинжилгээний сэтгүүл 11/2025

СЭТГҮҮЛИЙН РЕДАКЦЫН ЗӨВЛӨЛ

Ерөнхий редактор:

Э.Азжаргал Доктор (Ph.D.)

МУБИС-ийн Математик, Байгалийн ухааны сургуулийн Математикийн тэнхим
azjargal@msue.edu.mn

Гишүүд:

Р.Мижиддорж, Доктор (Sc.D.), дэд профессор

МУБИС-ийн Математик, Байгалийн ухааны сургуулийн Мэдээлэл зүйн тэнхим

Ц.Лувсандорж, Доктор (Ph.D.), профессор

МУБИС-ийн Математик, Байгалийн ухааны сургуулийн Дидактикийн тэнхим

Д.Цэдэвсүрэн, Доктор (Ph.D.), профессор

МУБИС-ийн Сургалт цахим шилжилтийн хэлтсийн дарга

Б.Жаргалсайхан, Доктор (Ph.D.), дэд профессор

МУБИС-ийн Математик, Байгалийн ухааны сургуулийн Химийн тэнхим

С.Хадбаатар, Доктор (Ph.D.), профессор

МУБИС-ийн Математик, Байгалийн ухааны сургуулийн Газар зүйн тэнхим

Н.Наранцогт, Доктор (Ph.D.), профессор

МУБИС-ийн Математик, Байгалийн ухааны сургуулийн Химийн тэнхим

В.Гүндэгмаа, Доктор (Ph.D.), дэд профессор

МУБИС-ийн Математик, Байгалийн ухааны сургуулийн Биологийн тэнхим

Б.Гантуяа, Доктор (Ph.D.)

МУБИС-ийн Математик, Байгалийн ухааны сургуулийн Физикийн тэнхим

Техникийн редактор:

Д.Буянтогтох, Магистр

МУБИС-ийн Математик, Байгалийн ухааны сургуулийн Мэдээлэл зүйн тэнхим

Хэвлэлийн эх бэлтгэсэн:

А.Төрбат, Магистр

Ж.Дашдэмбэрэл, Магистр

МУБИС-ийн Математик, Байгалийн ухааны сургуулийн Мэдээлэл зүйн тэнхим

© Монгол Улсын Боловсролын Их Сургуулийн Математик, Байгалийн Ухааны Сургууль, 2025

ISSN 2709-2259

Гарчиг

I ХЭСЭГ МАТЕМАТИК, МЭДЭЭЛЭЛ ЗҮЙН ШИНЖЛЭХ УХААН, ДИДАКТИК	4
р-эдик анализын зарим үр дүнгүүд	
<i>Т.Гансүх, Д.Батхуяг.....</i>	<i>5</i>
Esp32 хавтанд суурилсан бүтээлийг блүтүүт андройд аппликэйшнээр дэмжих боломж	
<i>Т.Ганзориг.....</i>	<i>10</i>
Импортын барилгын материалаас ялгарах формальдегидийг спектрофотометрийн аргаар шинжлэн судлах	
<i>Б. Алтангадас, Э. Золжаргал, Н. Наранцогт.....</i>	<i>17</i>
Энгийн хара (Chara vulgaris) замгийн антиоксидант идэвхийн судалгаа	
<i>Ө. Мөнхтуяа, Б.Ариунзул.....</i>	<i>32</i>
Үетний овгийн (Poaseae Barnhart) ургамлыг таньж тодорхойлоход навчны эпидермисийн шинжийг ашиглах нь	
<i>Т.Баянмөнх, Т.Мөнхзул, Т.Амин-Эрдэнэ.....</i>	<i>39</i>
II ХЭСЭГ БАЙГАЛИЙН ШИНЖЛЭХ УХААН, ДИДАКТИК.....	46
Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи, туршилт, үр дүн	
(Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн жишээн дээр)	
<i>Ц.Лувсандорж, Ц.Мөнхсайхан, Б.Лхагвабаяр.....</i>	<i>47</i>
Сенсор болон секундомер ашиглан чөлөөт уналтын хурдатгалыг тодорхойлох лаборатори ажлын үр дүнгийн харьцуулсан судалгаа	
<i>О.Алтангоо, Б.Гантуяа.....</i>	<i>65</i>
Хөдөө орон нутгийн ерөнхий боловсролын сургуулийн математикийн багш нарын судалгаа	
<i>Б.Сандагдорж, Д.Хишигжаргал.....</i>	<i>13</i>
Саарал хамаарлын шинжилгээг боловсролын судалгаанд ашиглах нь	
<i>Д. Оюунчимэг.....</i>	<i>80</i>
Ерөнхий боловсролын сургуулийн физикийн туршилтат хичээлийн орчны судалгаа	
<i>А.Нэргүй, Т.Батболд,</i>	<i>87</i>
ЕБС-ийн физикийн сурах бичгүүдэд хийсэн анализ	
<i>М.Мөнхболд, Д.Пүрэвдорж, Ц.Содов.....</i>	<i>95</i>
ЕБС-ийн биологийн хичээлийн гэрийн даалгаврын үр дүнг дээшлүүлэх асуудалд	
<i>Т.Мөнхзул, Д.Сайндовдон, А.Ариунжаргал, Т.Баянмөнх.....</i>	<i>102</i>

I ХЭСЭГ

МАТЕМАТИК, МЭДЭЭЛЛИЙН ТЕХНОЛОГИ, БАЙГАЛИЙН УХААН

p-эдик анализын зарим үр дүнгүүдТ.Гансүх^а, Д.Батхуяг^б^аМУБИС, МБУС, Математикийн тэнхим^бОюуны Тулга сургууль

Холбоо барих зохиогч: t.gansukh@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0009-0001-8443-3246>

Хүлээн авсан: 2025.04.10

Засварласан: 2025.09.23

Хэвлэлтэд авсан: 2025.09.26

Хураангуй

Бидний сайн мэдэх бодит болон комплекс анализын үндсэн тоон олонлог нь бодит тоон талбар байдаг. Тэгвэл бодит тоон талбарыг p -эдик тоон талбараар соливол үндсэн анализын үр дүнгүүд хадгалагдах уу, эсвэл өөрчлөгдөх үү гэдэг асуудал сонирхолтой. Бид энэхүү өгүүлэлдээ p -эдик тоон талбар түүний чанарууд, бодит тоон талбараас ялгагдах онцлог шинжүүд, бодит анализ дээр бидний сайн мэдэх зарим үр дүнгүүд p -эдик анализ дээр хэрхэн өөрчлөгдөх талаар авч үзсэн.

Түлхүүр үгУльтраметрик огторгуй, p -эдик тоон талбар, p -эдик анализ**1. p -эдик тоон талбар, түүний зарим чанар**

Энэ хэсэгт p -эдик тоон талбарын тухай үндсэн ойлголтуудыг баталгаагүйгээр товч авч үзсэн. Баталгааг сонирхож байвал ном зүй дэх номнуудаас дэлгэрүүлэн үзэж болно.

1.1. Ультраметрик огторгуй ба Архимедийн бус талбар. X олонлогийн декарт үржвэр дээр тодорхойлогдсон $p: X \times X \rightarrow \mathbb{R}$ функц дараах чанаруудыг хангаж байвал түүнийг Ультраметрик гэнэ.

- Дурын $x, y \in X$ элементүүдийн хувьд $p(x, y) \geq 0$ ба тэнцэлдээ хүрэх гарцаагүй бөгөөд хүрэлцээтэй нөхцөл нь $x = y$.
- Дурын $x, y \in X$ элементүүдийн хувьд $p(x, y) = p(y, x)$.
- Дурын $x, y, z \in X$ элементүүдийн хувьд $p(x, z) \leq \max\{p(x, y), p(y, z)\}$ байна. (strong triangle inequality)

Ультраметрик тодорхойлогдсон олонлогийг *Ультраметрик огторгуй* гэнэ.

Өгүүлбэр 1.1. [2] *Ультраметрик огторгуйн бүх гурвалжнууд адил хажуут байна. Үнэхээр, X нь p ультраметриктэй, ультраметрик огторгуй бол $a, b, c \in X$ -ийн хувьд $p(a, b) \neq p(b, c)$ гэдгээс $p(a, c) = \max\{p(a, b), p(b, c)\}$ байхаас өөр боломжгүй. Гурвалжны тэнцүү биш тал, нөгөө 2 талаасаа их байж чадахгүй*

X огторгуйн дугуйн зарим шинж чанарыг дараах өгүүлбэрүүдэд үзүүлэв.

Өгүүлбэр 1.2. [2]

- *Дугуйн цэг бүр түүний төв болж чадна.*
- *Задгай дугуй бүр задгай болон битүү олонлог болно.*
- *Битүү дугуй бүр мөн задгай болон битүү олонлог болно.*

Өгүүлбэр 1.3. [2] *X огторгуйн B_1, B_2 дугуйнууд өгөгдөв. Тэгвэл B_1 ба B_2 дугуйнууд бие биедээ агуулагдана ($B_1 \subseteq B_2 \vee A = \pi r^2 B_2 \subseteq B_1$), эсвэл үл огтлолцоно.*

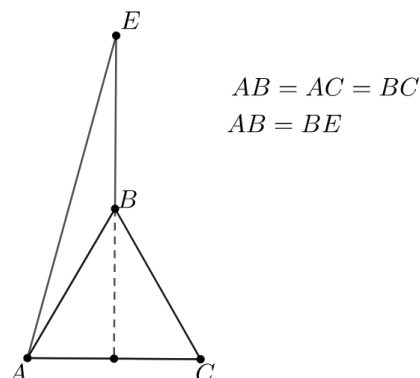
Теорем 1.4. [2] *Ультраметрик огторгуй нь бүрэн тусгаарлагдсан огторгуй байна.*

Жишээ 1.5 (Ultrametric spaces).

- Ультраметрикийн хамгийн энгийн жишээ бол дискрет метрик юм.

$$d(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } x \neq y \\ 0, & \text{if } x = y \end{cases}$$

- Ердийн метрик ашиглан, ультраметрикийн чанарыг хангасан цэгүүдийг хавтгай дээр байгуулъя гэвэл $n > 3$ цэгийг байгуулах боломжгүй.



Жишээ 1.6 (Ultrametric spaces). *Амьтны ангилал зүйн жишээ авч үзье. X нь бүх амьтны олонлог ба түүн дээр дараах байдлаар "зай" тодорхойлж. Үүний тулд $d: X \times X \rightarrow \mathbb{R}^+$ байх (x, y) зайн функц оруулж ирье.*

$$d(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{if } x = y \\ 0, & \text{if } x, y \text{ нь нэг зүйл боловч ялгаатай} \\ 2, & \text{if } x, y \text{ нь нэг төрөл боловч нэг зүйлд ордоггүй} \\ 3, & \text{if } x, y \text{ нь нэг бүл боловч нэг төрөлд ордоггүй} \end{cases}$$

Тэгвэл (X, d) нь Ультраметрикт огторгуй болно.

Тодорхойлолт 1.7. [2] F талбар дээр тодорхойлогдсон $\|\cdot\|: F \rightarrow \mathbb{R}^+$ функц дараах 3 чанарыг хангаж байвал түүнийг абсолют хэмжээ гэдэг.

- (1) Дурын $x \in F$ -ийн хувьд $\|x\| \geq 0$; тэнцэлдээ хүрэх нөхцөл нь $x = 0$.
- (2) Дурын $x, y \in F$ -ийн хувьд $\|xy\| = \|x\|\|y\|$.
- (3) Дурын $x, y \in F$ -ийн хувьд $\|x + y\| = \|x\| + \|y\|$.

Хэрэв сүүлийн чанарыг гурвалжны хүчтэй тэнцэтгэл биш буюу $x + y \leq \max\{\|x\|, \|y\|\}$ -аар солиод тэр нь биелж байвал F -ийг Архимедийн бус талбар гэдэг.

Архимедийн бус талбар дээр $p(x, y) = \|x - y\|$ гэж метрик тодорхойлбол Ультраметрикт огторгуй үүснэ.

1.2 p -эдик тоон талбар, түүний чанарууд. p нь бэхлэгдсэн анхны тоо. Тэгвэл Арифметикийн үндсэн теорем [1] ёсоор n бүхэл тоо бүрийг

$$n = p^{\text{ord}_p(n)} n^*$$

хэлбэрт бичиж болно. Энд n^* нь $p \nmid n^*$ байх тэгээс ялгаатай бүхэл тоо, $\text{ord}_p(n)$ нь нэг утгатай тодорхойлогдох сөрөг биш бүхэл тоо. $\text{ord}_p: \mathbb{Z} \setminus \{0\} \rightarrow \mathbb{N}$ тоог p -эдик эрэмбэ гэж нэрлэдэг.

$x = \frac{a}{b}$; $a, b \in \mathbb{Z}^+$ тооны p -эдик эрэмбийг дараах байдлаар тодорхойлдог.

$$\text{ord}_p(x) = \text{ord}_p(a) - \text{ord}_p(b).$$

Дээрхийг ашиглан дараах тодорхойлолтыг өгөх боломж үүсдэг.

Тодорхойлолт 1.8. [2] $x \in \mathbb{Q} \setminus \{0\}$ тооны p -эдик абсолют хэмжигдэхүүн гэж дараах тоог хэлнэ.

$$\|x\|_p = p^{-\text{ord}_p(x)}$$

0-ийн хувьд $\|x\|_p = 0$ гэж үздэг.

Теорем 1.9. [4][5] p нь $\mathbb{Q}$ дээрх p -эдик абсолют хэмжигдэхүүнээр тодорхойлогдсон метрик байг. Тэгвэл $(\mathbb{Q}, p)$ нь гүйцэд биш огторгуй байна.

$\mathbb{Q}$ -ийн p метрикээрх гүйцээлт нь талбар болдог ба түүнийг p -эдик тоон талбар гээд $\mathbb{Q}_p$ гэж тэмдэглэдэг нь $\mathbb{Q}$ -д нягт байх нь ойлгомжтой.

$$\|x\|_p: x \in \mathbb{Q}_p = \{\|x\|_p \mid x \in \mathbb{Q}\} = \{p^m \mid m \in \mathbb{Z}\} \cup \{0\}.$$

Теорем 1.10. [2][3] $\mathbb{Q}_p$ талбар нь $\mathbb{R}$ -тай изоморф биш.

Теорем 1.11. (i) Аливаа $x \in \mathbb{Z}_p$ элемент дараах хэлбэрт бичигдэнэ.

$$x = x_0 + x_1p + x_2p^2 + \dots + x_jp^j + \dots$$

(ii) Аливаа $x \in \mathbb{Q}_p$ элемент p сууриар дараах хэлбэрт бичигдэнэ.

$$x = \sum_{j \geq k} x_j p^j$$

where $\text{ord}_p(a) = k \in \mathbb{Z}$ and $0 \leq x_j \leq p - 1$ for $j \geq k$.

2. Р-эдик анализ, зарим үр дүнгүүд

Энэ хэсэгт p -эдик анализийн зарим үр дүнгүүдийг баталгааны хамтаар авч үзсэн. Бодит анализаас маш их ялгаатай гэдэг нь үр дүнгүүдээс шууд харагдана.

Өмнөх хэсэгт $\mathbb{Q}_p$ талбарыг гүйцэд огторгуй болохыг дурдсан. Иймд Кошийн дараалал бүр нь нийлдэг дараалал байна гэсэн үг. $(x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in \mathbb{Q}_p$ дараалал нь Кошийн дараалал байх гарцаагүй бөгөөд хүрэлцээтэй нөхцлийн дараах теоремоор авч үзнэ.

Теорем 2.1.[4] $(x_n)_{n \in \mathbb{N}} \in \mathbb{Q}_p$ дараалал нь Кошийн дараалал байх гарцаагүй бөгөөд хүрэлцээтэй нөхцөл нь

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_{n+1} - x_n\|_p = 0.$$

Баталгаа. Ердийн бодит анализтай төстэйгээр Кошийн дарааллыг томъёолбол

$$\lim_{m, n \rightarrow \infty} \|x_m - x_n\|_p = 0.$$

гэж бичигдэнэ. Энд $m = n + 1$ гэж авахад зайлшгүй нөхцөл шууд батлагдана. Одоо урвууг нь харуулъя. Бодит анализийн хувьд энэ урвуу өгүүлбэр биелэхгүй бөгөөд эсрэг жишээг хялбар байгуулж болдог.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|x_{n+1} - x_n\|_p = 0.$$

нөхцөлөөс дурын $\varepsilon > 0$ тоо авахад $n > N$ байх бүх n -үүдийн хувьд $\|x_{n+1} - x_n\|_p < \varepsilon$ байх N тоо олдох ёстой. Тэгвэл $m > n > N$ байх тоонуудын хувьд $\|x_m - x_n\|_p$ -ийг үнэлье.

$$\begin{aligned} \|x_m - x_n\|_p &= \|x_m - x_{m-1} + x_{m-1} - x_{m-2} + \dots + x_{n+1} - x_n\|_p \\ &\leq \max\{\|x_m - x_{m-1}\|_p, \dots, \|x_{n+1} - x_n\|_p\} < \varepsilon \end{aligned}$$

болж батлагдлаа.

Одоо $\mathbb{Q}_p$ дээрх $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ цувааны чанаруудыг авч үзье. Хэрэв уг цувааны хэсгийн нийлбэрийн дараалал гэж нэрлэгдэх $S_n = \sum_{i=1}^n a_i$, $n \in \mathbb{N}$ дараалал нийлдэг бол цувааг нийлж байна гэнэ. Мөн $\sum_{n=1}^{\infty} \|a\|_p$ цуваа нийлдэг бол түүнийг абсолют нийлдэг цуваа гэнэ.

Өгүүлбэр 2.2. Хэрэв $\sum_{n=1}^{\infty} \|a\|_p$ цуваа $\mathbb{R}$ дээр нийлдэг бол $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ цуваа $\mathbb{Q}_p$ дээр нийлнэ.

Баталгаа. $\sum_{n=1}^{\infty} \|a\|_p$ нийлдэг гэдгээс хэсгийн нийлбэрийн дараалал нь Кошийн дараалал байна гэсэн үг. Иймд дурын $\varepsilon > 0$ тоо авахад $m > n > N$ байх бүх m, n -үүдийн хувьд $\sum_{i=n+1}^m \|a_i\|_p < \varepsilon$ байх N тоо олдох ёстой. Гурвалжны тэнцэтгэл биш ёсоор

$$\|S_m - S_n\|_p = \left\| \sum_{i=n+1}^m a_i \right\|_p \leq \sum_{i=n+1}^m \|a_i\|_p < \varepsilon.$$

Эндээс S_n дараалал Кошийн дараалал болох тул $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ цуваа $\mathbb{Q}_p$ дээр нийлнэ.

Дараах өгүүлбэр өмнө баталсан теоремоос шууд мөрдөн гарах ба хэрэглэх боломжоороо өмнөх өгүүлбэрээс давуу чанартай гэж харагддаг.

Өгүүлбэр 2.3. $\sum_{n=1}^{\infty} a_n \in \mathbb{Q}_p$ цуваа нийлэх гарцаагүй бөгөөд хүрэлцээтэй нөхцөл нь

$$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$$

байх ба энэ үед

$$\left\| \sum_{i=1}^{\infty} a_i \right\|_p \leq \max_n \|a_n\|_p$$

байна.

Баталгаа. Цуваа нийлэх гарцаагүй бөгөөд хүрэлцээтэй нөхцөл ёсоор хэсгийн нийлбэрийн дараалал S_n нийлнэ. Иймд өмнө баталсан теорем ёсоор $a_n = S_{n+1} - S_n$ гэдгээс цуваа нийлэх гарцаагүй бөгөөд хүрэлцээтэй нөхцөл нь $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$ болно.

Одоо сүүлийн тэнцэтгэл биш биелэхийг харуулья. $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ цуваа нийлнэ гэж үзье. Хэрэв $\sum_{n=1}^{\infty} a_n = 0$ бол илэрхий. Эсрэг тохиолдолд дурын хэсгийн нийлбэрийн хувьд гурвалжны хүчтэй тэнцэтгэл биш ёсоор

$$\left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n \right\|_p \leq \max_{1 \leq n \leq N} \|a_n\|_p$$

байх хангалттай их N олдоно. $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$ гэдгээс

$$\max_{1 \leq n \leq N} \|a_n\|_p = \max_n \|a_n\|_p$$

тул

$$\left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n \right\|_p = \left\| \sum_{n=1}^N a_n \right\|_p$$

болж батлах тэнцэтгэл биш батлагдлаа.

Энэхүү өгүүлбэр нь нийлдэг цувааны нийлбэрийг үнэлэхэд маш чухал үнэлгээ болж өгдөг. $\sum_{i=1}^{\infty} a_i$ цувааны гишүүдийн байрыг $a_n \rightarrow a'_n$ гэж дураар сэлгэхэд үүсэх бүх цуваа нь нийлдэг бол түүнийг "нөхцөлт бус" нийлдэг цуваа гэдэг. Дараах теорем нөхцөлт бус нийлдэг цувааны тухай маш том дүгнэлтийг өгнө. Бодит анализийн хувьд доорх теорем биелэх боломжгүй гэдгийг эсрэг жишээгээр харуулж болдог.

Теорем 2.4.[4] $\sum_{n=1}^{\infty} a_n$ цуваа нөхцөлт бус нийлдэг бол түүний нийлбэр нь цувааны гишүүдийн эрэмбээс үл хамаарна. Өөрөөр хэлбэл гишүүдийг дураар сэлгэхэд нийлбэр нь тогтмол байна.

Баталгаа. Дурын $\varepsilon > 0$ тоо сонгон авбал теоремийн нөхцөл ёсоор $n > N$ байх бүх n -ийн хувьд $\|a_n\|_p \leq \varepsilon$, $\|a'_n\|_p \leq \varepsilon$ ба

$$\left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n - \sum_{n=1}^N a_n \right\|_p \leq \varepsilon$$

байх N тоо олдоно. $S = \sum_{n=1}^{\infty} a_n$, $S' = \sum_{n=1}^{\infty} a'_n$ гэе. Мөн S_1, S'_1 -ээр S, S' -ийн $\|a_n\|_p \geq \varepsilon$, $\|a'_n\|_p \geq \varepsilon$ байх гишүүдийн нийлбэрийг харгалзан тэмдэглэе. S_1, S'_1 -ийн гишүүд нь адилхан тул $S_1 = S'_1$ байх нь ойлгомжтой. Иймд S ба S_1 , S' ба S'_1 -ийн зөрүү нь харгалзан $\|a_n\|_p \leq \varepsilon$, $\|a'_n\|_p \leq \varepsilon$ байх гишүүдээс л хамаарна гэсэн үг. Иймээс $\|S' - S_1\|_p \leq \varepsilon$ буюу $\|S - S_1\|_p \leq \varepsilon$ болно. Үүнийг өмнө бичсэн $\left\| \sum_{n=1}^{\infty} a_n - \sum_{n=1}^N a_n \right\|_p \leq \varepsilon$ тэнцэтгэл биштэй хамт авч үзэн $\varepsilon \rightarrow 0, N \rightarrow \infty$ үед $\sum_{n=1}^{\infty} a'_n$ цуваа нийлэх бөгөөд

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n = \sum_{n=1}^{\infty} a'_n$$

болох нь батлагдана.

Дүгнэлт

Энэхүү өгүүлэлд бид p -эдик тоон талбар түүний чанарууд, бодит тоон талбараас ялгагдах онцлог шинжүүд, бодит анализ дээр бидний сайн мэдэх тоон дарааллын хязгаар, цувааны нийлэлтийн тухай зарим үр дүнгүүд p -эдик анализ дээр хэрхэн өөрчлөгдөх талаар баталгааны хамт авч үзсэн. Эдгээр теоремууд нь цоо шинэ үр дүнгүүд биш боловч p -эдик анализын суурь үр дүнгүүд учраас баталгааг өөрөөр хийн энэхүү өгүүлэлд багтаасан болно. p -эдик анализын чиглэлээр цаашид хийж болох судалгааны өргөн боломжууд бий. Тухайлбал p -эдик функцийн дифференциал болон интеграл тооллын үр дүнгүүд бодит анализын үр дүнгүүдээс эрс өөр гарах нь ойлгомжтой юм.

Acknowledgment

This work was supported by research fund of Mongolian National University of Education (Funder ID.100020678, Grant No.MNUE2025C001)

Ном

- T. W. Hungerford, Algebra, Springer-Verlag New-York, Inc, 1974.
 S. Katok, p-adic analysis compared with Real, American Mathematical Society, 2007.
 K. Mahler, p-adic Numbers and Their Applications, second edition, Cambridge University Press, 1981.
 A. M. Robert, A Course in p-adic Analysis, Graduate Texts in Mathematics 198, Springer, 2000.
 W. H. Schikhof, Ultrametric Calculus, An Introduction to p-adic Analysis, Cambridge University Press, Cambridge, 1984.

Some results in p-adic analysis

T.Gansukh^a, D.Batkhuu^b

^aDepartment of Mathematics, SMNS, MNUE

^bOyuny Tulga secondary school

Corresponding author: t.gansukh@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0009-0001-8443-3246>

Abstract

It is well known that the foundational results of real and complex analysis are established on the field of real numbers. It is an interesting question whether the fundamental results of analysis remain valid or change when the field of real numbers is replaced by the field of p-adic numbers. In this paper, we consider the p-adic number field, its properties, and the distinctive features that differentiate it from the real number field. We also examine how familiar results from real analysis change in p-adic analysis.

Keywords: ultrametric space, p-adic number field, p-adic analysis

Esp32 хавтанд суурилсан бүтээлийг блүтүүт андройд аппликэйшнээр дэмжих боломж

Т.Ганзориг

МУБИС, МБУС, Мэдээлэл зүйн тэнхим

Холбоо барих зохиогч: ganzorig.t@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0002-1682-2266>

Хүлээн авсан: 2025.05.10

Засварласан: 2025.09.09

Хэвлэлтэд авсан: 2025.09.26

Хураангуй

Суралцагчийн авьяас чадвар, бүтээлч байдалд дэмжлэг үзүүлэх олон хэрэглэгдэхүүн боловсролын технологид байдаг тэдгээрийн нэг нь Arduino, ESP32 микроконтроллер бүхий программчлагддаг хавтангууд юм. Эдгээрийг ашиглан олон төрлийн бүтээл (project) хөгжүүлэх, программчлах боломжтой боловч хэрэгслийн онцлог, модуль, материал зэргээс хамаарч харилцан адилгүй түвшинд ашиглагдаж байна. Илүү хямд, хүртээмжтэй, хялбар аргаар бүтээлийг хөгжүүлэхэд бидний боловсруулсан андройд аппликэйшнийг хэрхэн ашиглаж болох арга зүйн туршилт судалгааны үр дүнг энд авч үзнэ. Судалгаанд программ хангамжийн ангийн 40 оюутан бүхий 2 групп хамрагдаж тодорхой бүтээл хөгжүүлсэн ба бүтээлд ашигласан блүтүүт андройд аппликэйшн, бүтээлийн тоо, зарцуулсан хугацаа, сайжруулалт зэргийг судалж дүн шинжилгээ хийсэн үр дүнг өгүүлэх болно.

Түлхүүр үг

Блүтүүт андройд аппликэйшн, ESP32 хөгжүүлэлт, Боловсрол, Бүтээлч байдал

Удиртгал

Нийгмийн хэрэгцээ шаардлага, техник технологийн хөгжилтэй уялдаж Боловсролын ерөнхий хуулийн өөрчлөлт 17.2 дахь заалт, Засгийн газрын 2020-2024 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөрийн 2.3.12 заалт, Боловсролын шинжлэх ухааны сайдын 2002 оны “цахим сургалт зохион байгуулах, зардал батлах тухай” А/143 тоот тушаал зэргийг үндэслэн ерөнхий боловсролын сургуулийн сонгон судлах хичээлийн хөтөлбөр, суралцахуйн удирдамж гарсан. Үүнтэй холбоотой сургалтын хөтөлбөрийг боловсролын судалгааны үндэсний хүрээлэнгийн захирлын 2023.12.07 өдрийн А/108 тоот тушаал гарч ахлах ангийн мэдээллийн технологийн сонгон судлах хичээлийн хүрээнд ухаалаг төхөөрөмжийн программчлал буюу 5 заалт бүхий удирдамж баталсан. Сургалтын хөтөлбөр батлагдсанаар Боловсролын ерөнхий газар, “Medle” цахим сургуулийн дэмжлэгтэй сонгон судлах хичээлийн багш нараас сонгож суралцагч өөрийн байгаа газраас суралцах боломжтой болсон нь илүү давуу талтай. Гэвч ухаалаг төхөөрөмжийн программчлалын гол зорилго, алсын хараа нь МХТ, робот, ухаалаг системээр дамжуулан сурагчдын бодит бүтээл бүтээх, бүтээлч байдлыг хөгжүүлэх нэмэгдүүлэхэд чиглэх учиртай. Иймд бүтээлч байдлыг нэмэгдүүлэх олон арга хэрэгслийн нэг нь программчлагдах боломжтой ESP32 бүхий хавтан юм. ESP32 нь одоогоор түгээмэл ашиглагдаж буй Arduino хавтангаас хурд, санах ой, бусад төхөөрөмжтэй холбогдон ажиллах боломжоор илүү хүчин чадалтай сүүлийн үеийн боловсролын технологийн нэг шийдэл болж чадсан [1]. Давуу тал болох интернэт орчинд олон төрлийн өгөгдлийн сан, веб сайтуудтай холбогдож төрөл бүрийн өгөгдөл дамжуулах улмаар IoT бүхий өргөн хүрээний эмбеддэд систем хөгжүүлэх боломжийг олгодог [2]. Асуудал нь микроконтроллерт суурилсан сайн бүтээл бүтээхэд илүү нарийн мэдлэг, холболт, нэмэлт модуль, программчлал шаардлагатай тэгвэл ухаалаг төхөөрөмжийн программчлал хөтөлбөрийн хэрэгжилтэд дэмжлэг үзүүлэх ESP32-той холбогдож бүтээлч байдлыг дэмжихэд блүтүүт аппликэйшн ашиглаж болох уу?

Олон улсын судалгаанаас үзэхэд ESP32-ийг ухаалаг утастай холбож бүтээл хөгжүүлэх боломж ихээхэн байдаг ч зөвхөн вэб интерфэйсээр удирдлага, хяналтын үүрэгтэй ашиглах нь түгээмэл байна. Блүтүүт аппликэйшнаар дээрх хэрэглээг өргөтгөн андройд утасны үндсэн функцтэй холбогдон дуудлага, мессеж, интернэт ашиглах боломжийг олгож байгаа нь ухаалаг утастай суралцагч бүрт тэгш хүртээмжтэй манай улсын нөхцөлд илүү тохирох шийдэл байх бололцоотой юм.

Судлагдсан байдал

Ухаалаг төхөөрөмжийн программчлал хөгжүүлэхэд тохиромжтой үнэ хямд, хүртээмжтэй микроконтроллер бол Arduino [3], ESP32 [4]. Эдгээр хавтан чанар, үйл ажиллагаа үндсэн үзүүлэлтээр хоорондоо ялгаатай боловч олон төрлийн бүтээл хөгжүүлэх, боловсролын зорилгоор ашиглах нь илүү тохиромжтой. Судлаачид блүтүүт холболтын дэмжлэгтэй хиймэл оюун, юмсын интернэт (IoT), virtual reality (VR), augmented reality (AR) ашиглах цаашлаад сургуулийн хичээлийн хөтөлбөрт оруулах санал гаргасан [5]. Холболтын давуу тал нь ойрын зайнд утасгүйгээр олон төрлийн төхөөрөмжтэй холбогдох боломжтой суурь технологи тул ямар ч зорилгоор ашиглах боломжтой. Иймд цахим сургалтын системд ашиглах [6], хүүхдэд зориулсан цахим тоглоом [7], түүнчлэн нэгдмэл арга зүй буюу STEM [8] боловсролоор ч хэрэглэж байна.

Асуудал нь хэдхэн төрлийн мэдрэгч, мотор ашиглан зөвхөн робот хөгжүүлэх биш бусад төхөөрөмжтэй холбогдон илүү өргөн хүрээнд ажиллах боломжийг судлах. Төхөөрөмж хооронд холбогдон ажилласнаар илүү олон төрлийн модуль хэрэгтэй болж үнэ өртгийг өсгөх сул талтай.

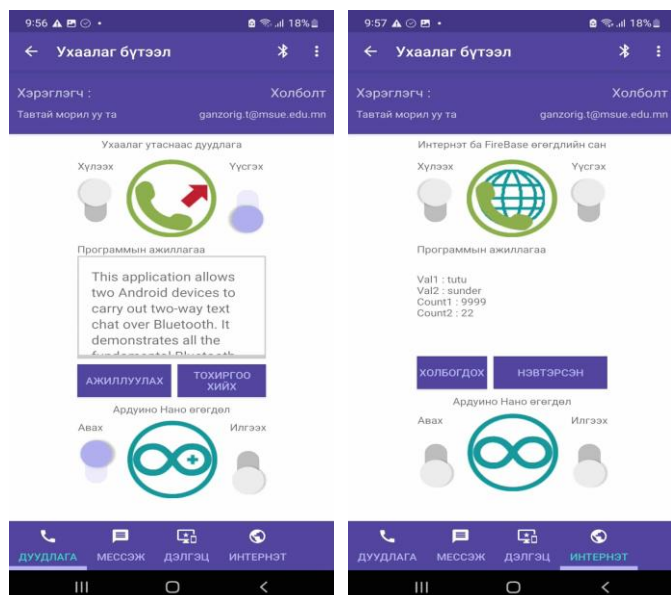
Судалгааны хэсэг

“Ухаалаг бүтээл” аппликэйшн:

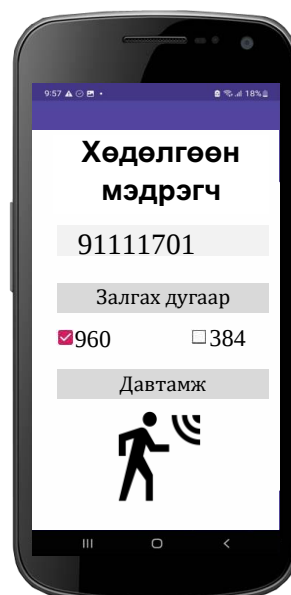
“Ухаалаг бүтээл” аппликэйшний анхны хувилбар 2021 онд зөвхөн usb холболтоор өгөгдөл дамжуулах боломжтой байхаар хөгжүүлж байсан [9]. Аппликэйшн нь холбогдсон Arduino Uno-д өгөгдөл илгээх, хүлээн авах үед харгалзах дугаар бүхий хэсэгт дуудлага үүсгэх, хүлээн авах үйлдэл гүйцэтгэнэ. Түүнчлэн өгөгдсөн дугаарт мессеж илгээх, хүлээн авах замаар Arduino-д өгөгдөл илгээх, хүлээн авах боломжийг ч давхар олгоно. Аппликэйшний үйл ажиллагааг сайжруулан илүү олон үйлдэл гүйцэтгэх боломжтой болгож өргөтгөсөн. Шинэчлэгдсэн аппликэйшн дараах үйлдлийг гүйцэтгэнэ:

- Usb ба блүтүүт холболтыг дэмжин ажиллах
- Өгөгдсөн дугаарт мессеж илгээх, хүлээн авах
- Өгөгдсөн дугаарт дуудлага үүсгэх, хүлээн авах
- Usb, блүтүүт холболтоор мэдээлэл дамжуулах, хүлээн авах, дүрслэх
- Интернэт орчинд RealTime Database систем буюу бодит хугацааны орчинд Firebase өгөгдлийн санд мэдээлэл хадгалах, хүлээн авах
- Firebase өгөгдлийн сантай холбогдох хэрэглэгчийн эрх үүсгэх, удирдах

Аппликэйшнд ашиглаж буй дээрх сайжруулалтыг андройд программчлалын Fragment, Telephony, Firebase ба Auth API, Bluetooth API технологи болоод USB-ээр өгөгдөл дамжуулах com.felhr.usbserial санг ашигласан. Программчлалын хувьд эх код-24, хэмжээс ба өнгө-30, дэлгэцийг дүрслэх XML файл-16 мөн меню, текст зэргийг тодорхойлох-18 файл үүсгэж программчилсан. ESP32 бүхий хавтан нь usb, блүтүүт холболтоор андройд утастай холбогдох боломжтой. Холболт үүсгэснээр өгөгдөл дамжуулах, программчлах, интернэт ба сүлжээний орчинд хандалт үүсгэх, ухаалаг утасны үндсэн функцийг ашиглаж болно. Иймд судалгаанд зөвхөн блүтүүт холболт үүсгэж бүтээл хөгжүүлэхэд бүтээлч байдалд хэрхэн нөлөөлж буйг илрүүлэхийг зорилго болгож дээрх судалгааг авсан. “Ухаалаг бүтээлийн” аппликэйшний шинэчилсэн ба өмнөх хувилбарын харьцуулалт:



Зураг 1. Шинэчилсэн хувилбар



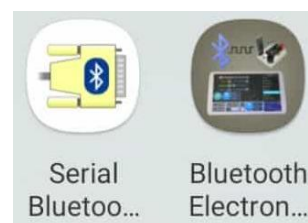
Зураг 2. Өмнөх хувилбар

Микроконтроллерийн ажиллагааг дэмжих бусад аппликэйшн:

Сургалтын зориулалттай Arduino¹, ESP32² микроконтроллер usb, bluetooth, wifi холболтоор өөр хоорондоо болоод ухаалаг утастай өгөгдөл дамжуулах боломжтой. Зарим сургалтын орчин, гэрийн автоматжуулалтад интернэт холболттой үед нэмэлт свич төхөөрөмж шаардаж болно [10]. Харин usb бүхий сериал холболтоор өгөгдөл дамжуулах нь тусгай хувиргагч OTG ашиглаж Type-C, micro usb холболт үүсгэж өгөгдөл дамжуулж болно. Андроид төхөөрөмжийн хувьд usb холболтоор бүтээл хөгжүүлэх нь хялбар боловч цахилгаан зарцуулалт их, суурилуулалт уян хатан бус, өгөгдөл дамжуулах хурд, гүйцэтгэлд алдаа гарах магадлал ихтэй зэрэг сөрөг талууд ихтэй [11].

Блютүүт холболт нь холболтын утас ашиглахгүй ойрын зайнд өгөгдөл солилцох технологи боловч Arduino uno, Nano, Mega төрлийн хавтанд нэмэлт блүтүүт модуль шаарддаг. Харин ESP32 блүтүүт модулийг өөртөө агуулдаг учир шууд өгөгдөл солилцох боломжийг олгодог онцлогтой. Иймд андроид систем бүхий аппликэйшний судалгааг Google playStore үйлчилгээнд байх олон төрлийн аппликэйшнийг харьцуулан судалсан³. Тэдгээрийг зөвхөн микроконтроллерт холбогдож үйлдэл гүйцэтгэх үүргээр нь ангилбал:

- BLE блүтүүт удирдлагатай машин
- Гэрийн хяналтын систем
- Тээврийн хэрэгсэл хянах
- Байрлал тогтоох
- Робот удирдах систем
- Хичээл сургалтын зориулалттай
- IoT төхөөрөмжүүдийн хэрэглээ



Зураг 3. Бусад блүтүүт аппликэйшн

¹ <https://www.arduino.cc/>

² <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>

³ <https://play.google.com/>

Эдгээрээс онцлон сургалтад шууд хэрэглэж, үр дүнгээ харж болох Bluetooth Electronics ба Serial Bluetooth Terminal аппликэйшн байсан тул сургалтын явцад туршсан.

Bluetooth electronics: Аппликэйшн олон төрлийн удирдлагыг өөрийн хүссэн тоо, хэлбэр, хэмжээгээр үүсгэн авч тохируулж болдог. Зөвхөн өгөгдөл дамжуулах, хүлээн авах, дүрслэх үүрэгтэй, хэрэглэхэд хялбар.

Serial Bluetooth terminal: Аппликэйшн блүтүүтээр дамжих өгөгдлийг хүссэн өгөгдлийн төрөл болох byte, char, String, int хэлбэртэй илгээх, хүлээн авах ба дүрслэх боломжтой хэрэглэхэд хялбар аппликэйшн.

Арга зүй

Судалгаанд программ хангамжийн II курсийн 40 оюутан бүхий 2 групп хамрагдсан. Оюутнууд эмбеддэд систем хөгжүүлэлт хичээлээр ESP32 хавтанд суурилсан тодорхой лаборатори ажлуудыг бүтээж байсан туршлагатай. Судалгааг өөрсдийн бүтээсэн блүтүүт холболт бүхий “Ухаалаг бүтээл” андройд аппликэйшний ашиглалт үр дүнг илрүүлэх зорилгоор гэрэл мэдрэгч (LDR), температур ба чийг мэдрэгч (DHT11), товч, серво мотор, лед гэрэл зэргийг ашиглан өөрийн сонирхсон бүтээлийг бүтээх даалгавар өгч ажилласан. Даалгаврын эцэст нээлттэй 12 асуулт бүхий асуулгын аргаар судалгаа авч SPSS программд статистик боловсруулалт хийж, үр дүнг эргэцүүлэн дүгнэлт хийх аргыг ашиглав.

Үр дүн

Судалгаанд оролцогчдын iPhone- 67.5%, Android-32.5% үйлдлийн систем бүхий гар утас байсан бөгөөд өмнө нь “Ухаалаг бүтээл” аппликэйшнийг хэрэглэж байгаагүй 45% байна. Аппликэйшн ашигласнаар бүтээлийн тоо нэмэгдсэн 92%, зарцуулсан хугацааг багасгаж чадсан 42% байгаа нь судалгаа үр дүнтэй байгааг илтгэж байна.

Блүтүүт аппликэйшн ашигласнаар таны бүтээлийн тоо нэмэгдсэн үү ?

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	3	7.5	7.5	7.5
	Тийм	37	92.5	92.5	100.0
Total		40	100.0	100.0	

Бүтээлд зарцуулагдах нийт хугацааг багасгаж чадсан гэж бодож байна уу?

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	2	5.0	5.0	5.0
	Тийм	17	42.5	42.5	47.5
	Үгүй	9	22.5	22.5	70.0
	Мэдэхгүй	12	30.0	30.0	100.0
	Total	40	100.0	100.0	

Блүтүүт аппликэйшн ашигласнаар бүтээлийг яаж сайжруулсан бэ?

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Өгөгдөл дүрслэх	1	2.5	2.5	2.5
	удирдах, хянах	5	12.5	12.5	15.0
	Утасны нэмэлт боломж	2	5.0	5.0	20.0
	Интернэттэй үед өгөгдөл солилцох	7	17.5	17.5	37.5
	Бүгд чухал	21	52.5	52.5	90.0
	Мэдэхгүй	4	10.0	10.0	100.0
	Total	40	100.0	100.0	

Аппликэйшн ашигласнаар өгөгдөл дамжуулах, солилцох боломж илүү өргөн хүрээнд нээгдэж хэрэглээ, ач холбогдол ихтэй бүтээл гаргах боломж бүрддэг. Иймд оролцогчдын ихэнх буюу 52% бүгд чухал гэж хариулсан нь ямар нэг байдлаар өгөгдсөн даалгаврыг өөрчлөн сайжруулсан туршлагатай болсныг илэрхийлж байна.

Блүтүүт аппликэйшн ашиглах нь ямар давуу талтай вэ ?

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Санхүү хэмнэх	3	7.5	7.5	7.5
	Цаг хугацаа хэмнэх	4	10.0	10.0	17.5
	Илүү олон бүтээл гаргах	13	32.5	32.5	50.0
	Бүгд	19	47.5	47.5	97.5
	Мэдэхгүй	1	2.5	2.5	100.0
	Total	40	100.0	100.0	

“Ухаалаг бүтээл” аппликэйшнийг ESP32 хавтантай хослуулснаар нэмэлт блүтүүт модуль худалдаж авах шаардлагагүй, холболт үүсгэж цаг алдахгүй, илүү олон бүтээл гаргах болох давуу талтайг оролцогчдын 47.5% бүгд гэж хариулсан нь нэг давуу тал болохыг илтгэж байна.

Блүтүүт аппликэйшн ашиглах нь ямар бэрхшээлийг үүсгэдэг вэ ?

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Андройд утас шаардах	30	75.0	75.0	75.0
	Холболт үүсгэж өгөгдөл солилцох	2	5.0	5.0	80.0
	Илүү их код бичих	3	7.5	7.5	87.5
	Бэрхшээл байхгүй	5	12.5	12.5	100.0
	Total	40	100.0	100.0	

Блүтүүт аппликэйшн ашиглахад гарч буй бэрхшээлийг андройд утастай байх шаардлагатай – 75% үзсэн бөгөөд iPhone утас зөвхөн өөр хоорондоо холболт үүсгэдэг тул бусад төрлийн төхөөрөмжтэй холбогдох боломжгүй байдал нь аппликэйшн ашиглахад хязгаарлагдмал байдал үүсгэж байна.

Дүгнэлт

Судалгааны ажлын зорилго “Ухаалаг бүтээл” андройд аппликэйшний үйл ажиллагааг сайжруулан дахин программчилж оюутны бүтээлч байдалд дэмжлэг үзүүлэх. Хөгжүүлсэн аппликэйшний хэрэглээ, гүйцэтгэлийг илрүүлэх зорилгоор тодорхой туршилт, судалгаа авч үр дүнг хэлэлцэх. Судалгаанаас блүтүүт холболт бүхий бусад аппликэйшнаас ялгагдах онцлог нь ухаалаг утасны өөрийн боломж болох мессеж, дуудлага, сериал, интернэт болоод блүтүүт холболтыг цогцоор нь ашиглаж бүтээлээ сайжруулах боломжийн талаар ойлголттой болсон нь харагдаж байна.

Үр дүнд нь ухаалаг утас хэрэглэгчдийн ихэнх iPhone утас байсан боловч блүтүүт холболт бүхий “Ухаалаг бүтээл” аппликэйшн бүхий утсыг хуваан хэрэглэх замаар маш богино хугацаанд тодорхой үр дүнгүүдийг гаргаж чадсан. Учир нь аппликэйшнтэй холбогдож өгөгдөл илгээх, хүлээн авах тохиргоо болоод холбогдох утасны дугаар, интернэт мэйл хаягуудтай байснаар шууд ашиглаж байсан нь хэрэглэхэд хялбар хурдан шуурхай байсан болохыг судалгаанаас (давуу тал) харж болно. Үр дүнд нь бүтээлийн тоо нэмэгдсэн, нийт зарцуулсан хугацаа багассан зэрэг эерэг үр дүнгүүд гарснаар судалгааны ажил амжилттай болсныг илтгэж байна.

Цаашид блүтүүт холболт ашигласан бүтээл бүтээх сонирхол байгаа эсэхийг тодруулахад 77.5% тийм хариулснаас харахад судалгааны ажлыг OECD-ийн гаргасан бүтээлч байдлыг(creativity) үнэлэх шалгуур үзүүлэлтэд тулгуурлан үргэлжлүүлэн судлах суралцагчдын бүтээлч байдалд аппликэйшн хэрхэн нөлөөлж буйг илрүүлэх судалгааны ажил үүсэж байна.

Ном зүй

- Z. Didi and I. Azami, "IoT, Comparative Study Between the Use of Arduino Uno, Esp32, and Raspberry pi in Greenhouses," *Digital Technologies and Applications. ICDTA 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 455, Springer, 2022.
- D. Hercog, T. Lerher, M. Truntiĉ and O. Težak, "Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. Sensors," *MDPI, Sensors*, 23, 6739, 2023.
- L. Eunsang , "Developing a Low-Cost Microcontroller-Based Model for Teaching and," *European Journal of Educational Research*, pp. 921 - 934, 2020.
- C. Tarek , S. Aicha and K. Slimane, "Development of an educational low-cost and ESP32-based platform for fundamental physics," *Computer Applications in Engineering Education, Volume31, Issue6*, pp. 1796-1807, 2023.
- O. Marin and M. Mariana, "Bluetooth Communications in Educational Robotics," in *2021 23rd International Conference on Control Systems and Computer Science (CSCS)*, Bucharest, Romania, 2021.
- Z. Yonghong , Z. Shiying, V. Son and M. Kamran, "Mobile learning with bluetooth-based E-learning system," in *Proceedings of the 2006 international conference on Wireless communications and mobile computing*, British Columbia, Vancouver, Canada, 2006.
- M. Valdrin , E. Markus and E. Martin , "A Mobile Application for School Children Controlled by," *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 12(5), p. 81–96, 2018.
- Y. Man-Ching , C. Ka Kei and L. Kwok Shing , "Mobile App Controlled Modular Combat Robot for STEM Education," in *International Conference on COMmunication Systems & NETworkS (COMSNETS)*, Bangalore, India, 2021.
- T. Ganzorig, "СУРГАЛТЫН ХЭРЭГЛЭГДЭХҮҮН ХӨГЖҮҮЛЖ, ХАРЬЦУУЛСАН," in *“ЦАХИМ ҮНДЭСТЭН” 100 Эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэл*, Улаанбаатар, 2021.

- K. Ankit, G. Rahul , J. Farman , K. Kamaldeep and K. Vikram , "Home Automation System Using ESP32 and Firebase," in *Seventh International Conference on Parallel, Distributed and Grid Computing (PDGC)*, Solan, Himachal Pradesh, India, 2022.
- A. M, M. B and I. C, "Development of a Novel Android Controlled USB File Transfer Hub," *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, , pp. 9(2-8), 1–5., 2017.
- S. Vincent-Lancrin, "Fostering Students' Creativity and Critical Thinking: What it," OECD Publishing, Paris, 2019.

Development of projects based ESP32 with bluetooth android application

Ganzorig.T

Department of Informatics, SMNS, MNUE

Corresponding author: ganzorig.t@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0002-1682-2266>

Abstract

One of the many educational technologies that support students' talents and creativity is programmable boards such as Arduino and ESP32 microcontrollers. Using these, it is possible to develop and program a variety projects, but the level of use varies depending on the characteristics of the tools, modules, and materials. Here we have explored the results of the methodology based on embedded system that our solution of Android application to make products in a more affordable, accessible, and easy way. In research involved two groups of 40 students in the software engineering and the results of the study will describe the Bluetooth Android application used in the project, it's count, execution time, update, usage, and others.

Keywords

Bluetooth android application, development ESP32, Education, Creativity

Импортын барилгын материалаас ялгарах формальдегидийг спектрофотометрийн аргаар шинжлэн судлах

Б. Алтангадас^а, Э. Золжаргал^б, Н. Наранцогт^б^аНогоон титэм" ХХК, Байгаль орчны шинжилгээний лаборатори^бМУБИС, МБУС, Химийн тэнхим

Холбоо барих зохиогч: Narantsogt@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0002-1040-1276>

Хүлээн авсан: 2025.04.15

Засварласан: 2025.09.18

Хэвлэлтэд авсан: 2025.09.26

Хураангуй

Энэхүү судалгааны ажлаар Монгол Улсад өргөн хэрэглэгддэг барилгын материалуудаас ялгарах формальдегид (CH_2O)-ийн хэмжээг спектрофотометрийн аргаар тодорхойлж, түүний ялгаралд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг температур болон хугацааг хамааруулан судаллаа. Судалгааны хэмжилтийг "Ногоон титэм" ХХК-ийн Байгаль орчны шинжилгээний лабораторид гүйцэтгэж, лабораторийн хэмжилтийн өгөгдөл мэдээлэлд статистик шинжилгээ хийсэн.

Судалгаанд зах зээл дээр худалдаалагдаж буй 36 төрлийн барилгын материалыг сонгон авч, хэмжилт гүйцэтгэсэн. Үүнд:

11 төрлийн будаг, 2 төрлийн эмульс, 3 төрлийн цавуу, лак болон паркет,

9 төрлийн хавтан (ОСБ, ДСП, ЮБ хавтан),

3 төрлийн полиуретан хөөс, 1 төрлийн вакум цонхны хүрээ ба силикон материал багтав.

Формальдегидын ялгаралтыг 30°C , 50°C температурын нөхцөлд будах үеийн болон будсанаас хойш 3, 10, 28 хоногийн дараах сорьцлолт дээр хэмжилт гүйцэтгэж, ялгарлын динамикийг судалсан. Хэмжилтийг 0.036 м^3 эзлэхүүнтэй хатаах зуух буюу туршилтын битүү системд гүйцэтгэж, 60 минутын турш агаараас сорьц авч концентрацийг стандарт жиших муруй ашиглан, 580 нм долгионы урт дээр спектрофотометрийн аргаар тодорхойлсон. Судалгааны үр дүнгээс харахад:

1. Температур нэмэгдэхийн хэрээр формальдегидын ялгаралт ихэссэн.

2. Формальдегидын ялгаралт эхний өдрүүдэд өндөр байсан ба хугацаа өнгөрөх тусам буурсан.

3. Хятад улсад үйлдвэрлэсэн дулаалгын хөөс, Хятад болон ОХУ-ын ОСБ хавтангийн формальдегидын ялгаралт Монгол Улсын (50 мкг/м^3) болон ДЭМБ-ын (100 мкг/м^3) хүлцэх хэмжээнээс хэт өндөр байсан.

➤ 30°C -д:

- Хятад дулаалгын хөөс- 159 мкг/м^3

- Хятад ОСБ хавтан- 169 мкг/м^3

- Орос ОСБ хавтан- 148 мкг/м^3

➤ 50°C -д:

- Хятад дулаалгын хөөс- 190 мкг/м^3

- Хятад ЮБ хавтан- 129 мкг/м^3

- Хятад ба Орос ОСБ хавтан ($229, 212 \text{ мкг/м}^3$)

4. Будаг, лак, эмульс, цавуу зэрэг дээжүүдийн хувьд формальдегидын ялгаралт харьцангуй бага агууламж илэрсэн.

Энэхүү судалгааны үр дүн нь Монгол Улсад дотоод орчны агаарт барилгын материалаас ялгарах формальдегидын нөлөөллийг үнэлэх, стандартыг боловсронгуй болгох, хэрэглэгчдэд эрүүл ахуйн аюулгүй байдлыг хангах зөвлөмж боловсруулах үндэс суурь болох ач холбогдолтой юм.

Түлхүүр үг

Дотоод орчны бохирдол, мочевино-формальдегидын давирхай, эрүүл мэндийн эрсдэл

Удиртгал

Хүн хоногийн 80-90 хувийг дотоод орчинд өнгөрүүлдэг бөгөөд хүний эрүүл мэндэд дотоод орчны агаарын чанар ихээхэн нөлөө үзүүлдэг (Indoor Pollutants, 1981). Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллага (2018)-ын мэдэгдсэнээр, дотоод орчны бохирдлоос үүдэн жил бүр 3.8 сая орчим хүн нас бардаг гэж тооцоолсон. Үүнээс хамгийн аюултай бохирдуулагчдын нэг нь формальдегид юм.

Формальдегид нь **бага молекул масс бүхий органик нэгдэл бөгөөд өрөөний температурт дэгдэмхий, шатамхай, өнгөгүй, хурц үнэртэй бөгөөд уусах чанар ба химийн идэвх өндөр хортой хий юм.** Арьс, салстаар өртөхөд цочрол, тууралт, харшил үүсдэг бол амьсгалын замаар өртөхөд амьсгалын дээд зам гэмтээж үрэвсүүлэх, дархлааг дарангуйлах, мэдрэлд саад учруулах, толгой өвтгөдөг бол залгих замаар хоол боловсруулах эрхтэн системийн үрэвсэл, хорт хавдар үүсгэдэг ба удаан хугацаагаар өртсөнөөр хамар залгиурын хорт хавдар, цусны хорт хавдар, хөхний хорт хавдар үүсгэдэг (NTP, 1999; WHO, 2010). Формальдегид нь уургийн бүтцийг өөрчилж, ДНХ-г гэмтээн генетикийн өөрчлөлтөд хүргэх замаар хорт хавдар үүсгэгч нөлөө үзүүлдэг тул хүн төрөлхтөнд хорт хавдар үүсгэгч бодис хэмээн бүртгэж, 1 дүгээр бүлэгт ангилсан (IARC, 2004, 2006; NTP, 2011; ECHA, 2014).

Дотоод орчинд **барилгын материал, тавилга, будаг, лак, ханын цаас, шалны хучилт, хивс, цэвэрлэгээний бодис, принтер зэрэг эх үүсвэрүүд** их хэмжээгээр формальдегид ялгаруулдаг (WHO, 2010).

2018 оны байдлаар нийт барилгын хийцийн материалын 65%-ийг БНХАУ, 15%-ийг ОХУ, 10%-ийг БНСУ, 10%-ийг бусад орнуудаас тус тус импортоор худалдан авсан гэсэн мэдээлэл “Таалийн мэдээллийн сан”-д бүртгэгдсэн байна. Ялангуяа, БНХАУ-д үйлдвэрлэсэн барилгын материалыг шинэ барилгад түгээмэл ашиглаж байна. БНХАУ-д ДОН-үүдийн тархалт бусад улс орнуудаас 2-3 дахин өндөр байгааг тогтоожээ (Dai et al. 2017, Kim et al. 2017).

ДЭМБ-аас формальдегидын зөвлөмжөөр Формальдегидын 30 минутын хугацаанд өртөх зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ нь 0.1 мг/м^3 (100 мкг/м^3) байна (World Health Organization, 2010).

ДЭМБ-ын зөвлөмжийг үндэслэн 2016 оны Эрүүл ахуйн тухай хууль, Эрүүл Мэндийн Сайд (ЭМС)-ын 2018 оны А/0508 тушаалын дагуу формальдегидын дотоод орчны агаар дахь хүлцэх хэмжээг 50 мкг/м^3 хэмээн заасан байна.

Монгол улсын хэмжээнд дотоод орчинд хэрэглэгддэг барилгын материалуудаас ялгарах формальдегидын түвшин хүний эрүүл мэндэд эрсдэл учруулахаар хэмжээний өндөр байж болох юм. Гэтэл энэ төрлийн **судалгаа хомс** байгаа нь энэ чиглэлийн судалгааг зайлшгүй хийх шаардлагатайг харуулж байна. **Ингэснээр улсын хэмжээнд дотоод орчны бохирдолд стандарт бий болгох, түүнд хяналт, шалгалт хийх, цаашлаад иргэдийн эрүүл мэндэд учруулах эрсдэлийг бууруулах чухал ач холбогдолтой.**

Энэхүү судалгааны зорилго нь **Монгол Улсад өргөн хэрэглэгддэг барилгын материалуудаас ялгарах формальдегидын хэмжээг спектрофотометрийн аргаар тодорхойлж, температур болон хугацааны хамаарлыг судлахад оршино.** Энэхүү зорилгын хүрээнд дараах зорилтуудыг тавин ажиллав.

1. Судалгаанд ашиглах **барилгын материалын дээжийг** сонгон авч, хэмжилтийн нөхцлийг бүрдүүлэх
2. **Формальдегидын ялгарлыг агаараас сорьцлон авч, спектрофотометрийн аргаар шинжилгээ хийж** концентрацийг тогтоох
3. Формальдегидын ялгаралтын хэмжээнд температур болон хугацааны нөлөөллийг судлах
4. Монгол Улсын болон ДЭМБ-ын дотоод орчны агаарын чанарын **стандартад харьцуулан үнэлэх**

Судалгааны аргачлал: Судалгаанд **барилгын материалын 36 дээжийг** ашигласан бөгөөд хэмжилтийг 0.036 м^3 эзлэхүүнтэй хатаах зууханд 30°C болон 50°C температурын нөхцөлд гүйцэтгэсэн. Дээжийг $25 \times 30 \text{ см}$ хэмжээтэй шилэн гадаргууд түрхэж, тодорхой хугацааны дараа

(будах үеийн үеийн болон будсанаас хойш 3, 10, 28 хоногийн дараах хэмжилтээр) туршилтанд зориулж бүрдүүлсэн битүү системийн агаарт ялгарсан формальдегидийг сорьцлон авч, спектрофотометр ашиглан шинжилсэн.

Судалгааны материал, арга зүй

1. Дээж цуглуулалт

Судалгаанд Монгол Улсын барилгын материалд өргөн хэрэглэгддэг хэд хэдэн төрлийн будаг, лак, эмульс, цавуу, паркет, хавтан, хөөс, цонхны хүрээ, силикон болох 9 төрлийн нийт 36 дээж сонгон авсан бөгөөд 1-р хүснэгт дээжүүдийг дэлгэрэнгүй харууллаа.

Хүснэгт 1

Судалгаанд хамрагдсан барилгын материалын дээжүүд

№	Бүтээгдэхүүний нэр	Үйлдвэрлэсэн улс	Шинж чанар	Найрлага
Будаг				
1	Formula Q8	Орос	Үнэртэй	Грунт тосон суурьтай
2	Солонго	Хятад	Үнэртэй, удаан хатна	Тосон суурьтай
3	Нитро эмаль	Казахстан	Үнэртэй, Хурдан хатна	Лактай
4	Palish	Орос	Үнэргүй, усаар шингэлнэ	Усан суурьтай
5	Шинэ хос гялбаа	Хятад	Үнэртэй, удаан хатна	Тосон суурьтай
6	Dongkyu	Солонгос	Үнэр бага, хурдан хатна	Усан суурьтай
7	Krasava	Орос	Үнэртэй, удаан хатна	Лактай
8	Noroo	Солонгос	Үнэртэй, удаан хатна	Тосон суурьтай
9	Samhwa	Солонгос	Үнэртэй, удаан хатна	Тосон суурьтай
10	Тиккурила Tech	Орос	Үнэртэй, удаан хатна	Тосон суурьтай
11	Ilsin	Солонгос	Үнэртэй, хурдан хатна	
Лак				
1	Нитра лак	Орос	Үнэртэй	Хурдан хатдаг
2	Chulei	Хятад	Үнэртэй	Тосон суурьтай
3	Расцвет	Орос	Үнэртэй	Тосон суурьтай
Эмульс				
1	Dongkyu	Солонгос	Үнэртэй	Усан суурьтай
2	Krasava	Орос	Үнэртэй	Усан суурьтай
Цавуу				
1	HYUNGJAE Тарган цавуу	Солонгос	Бага зэрэг үнэртэй	Усан суурьтай модны цавуу
2	HUAXIA тарган цавуу	Хятад	Бага зэрэг үнэртэй	Усан суурьтай модны цавуу
3	DSP хавтангийн ирмэг наах цавуу	Хятад	Үнэртэй	Органик найрлагатай.
Паркет				
1	Хямд үнэтэй паркет	Хятад	Үнэртэй	Модны үртэс, цавуу
2	Дундаж үнэтэй паркет	Хятад	Үнэртэй	Модны үртэс, цавуу
3	Үнэтэй паркет	Герман	Үнэртэй	Модны үртэс, цавуу
Хавтан (ОСБО, ДСП, ЮБИ)				
1	OSB хавтан 1.2	Орос	Үнэртэй	Модны нимгэн зоргодос цавуу
2	OSB хавтан 1.8	Орос	Үнэртэй	Модны нимгэн зоргодос цавуу
3	OSB хавтан 2 талдаа лактай	Хятад	Үнэртэй	Модны нимгэн зоргодос цавуу
4	OSB хавтан 1.8	Хятад	Үнэртэй	Модны нимгэн зоргодос цавуу
5	ДСП хавтан	Хятад	Үнэртэй	Модны үртэс цавуу
6	ДСП хавтан	Орос	Үнэртэй	Модны үртэс цавуу
7	МДФ хавтан	Хятад	Үнэртэй	Модны үртэс цавуу
8	ЮБ хавтан	Солонгос	Үнэртэй	Модны үртэс цавуу
9	Өнгөт аргалет	Хятад	Үнэртэй	Модны үртэс цавуу
Полуритан хөөс				
1	TRIS	Орос	Үнэртэй	
2	Smart Foam	Солонгос	Үнэртэй	
3	LU WANG	Хятад	Үнэртэй	
Цонхны хүрээ, Силикон				
1	Вакум цонхны хүрээ	Хятад	Үнэр багатай	Хуванцар
2	Силикон SR	Хятад	Үнэр багатай	

Дээжүүдийн хатах хугацаа харилцан адилгүй, зарим тохиолдолд үйлдвэрлэгчээс тодорхой хугацааг заасан байдаг ба хатах хугацаа заасан дээжүүдийг доор жагсаав.

- **24 цаг** – Нитро эмаль будаг, Dongkyu болон Krasara эмульс, Tris, Smart foam, Lu wang полуретан хөөс
- **10 минут** – IIsin будаг
- **2 цаг** – Нитра лак, DSP цавуу
- **4 цаг** – Hyungjae, Huaxia цавуу
- **7 хоног** – Chulei, Расцвет лак

2. Дээж бэлтгэл

Судалгаанд ашиглах будаг, лак, эмульс, цавуу, силиконы дээжийг 25×30 см² хэмжээтэй шилэн хавтан дээр жигд түрхэж, хатаах хугацааг барилгын материалын хэрэглээний нөхцөлтэй уялдуулан тогтоосон. Дулаалгын хөөсийг стандартын дагуу шүршиж хөөслөн, тогтвортой болсны дараа хэмжилт хийсэн. Хавтан, паркет зэрэг хатуу материалын гадаргууг механик аргаар цэвэрлэн хэмжилтийн нөхцөлд тохируулан бэлтгэсэн.

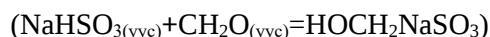
Хэмжилтийн нөхцөл: Хатаах зуухыг ашиглан лабораторийн нөхцөлд шаардлагатай багаж төхөөрөмжийг угсран туршилтад битүү системийг бүрдүүлсэн.

Энэ арга нь хаалттай битүү орчинд формальдегид ялгарлыг сорьцлон авч тодорхойлох боломжийг олгодог бөгөөд 1-р зурагт туршилтын нөхцөлийг бүрдүүлсэн системийг харууллаа.

Зураг 1
Туршилтын битүү систем



Дээжүүдээс ялгарах формальдегидыг шингээн авч сорьц бэлтгэх зорилгоор дараах туршилтыг гүйцэтгэсэн. Бэлтгэсэн дээжийг 1, 3, 10 болон 28 хоногийн дараа, харьцангуй чийгшил 0%, атмосферын даралт 86.76 гПа орчмын нөхцөлд, 0.036 м³ эзлэхүүн бүхий битүү туршилтын системд байрлуулж, 30°C болон 50°C-ийн температурт тус бүр 60 минутын турш системд ялгарсан агаараас сорьц авсан. Энэхүү туршилтын явцад агаар сорогч насосыг ашиглан 250 мл/минутын тогтмол хурдтайгаар дээжээс ялгарсан агаарыг импинжерт нэвтрүүлж, 20 мл хэмжээтэй 1%-ийн натрийн бисульфидын (NaHSO₃) уусмалд шингээсэн. Энэ үйл явцын үр дүнд формальдегид нь натрийн бисульфидтэй урвалд орж, натрийн формальдегид бисульфатын тогтвортой нэгдэл (HOCH₂NaSO₃) үүсгэнэ. Үүссэн нэгдлийг агуулсан уусмалыг зориулалтын битүүмжилсэн хуванцар саванд хийж, цаашдын шинжилгээний хүртээмжийг хангах зорилгоор зохих нөхцөлд хадгалсан.



3. Спектрофотометрийн арга зүй

Хадгалсан дээжээс 4 мл-ийг авч 50мл хэмжээст колбо руу хийж тус бүрт 0.1мл 1% хромотропийн уусмал нэмнэ. Дараа нь 96%-ийн концентрацитай хүхрийн хүчил 6 мл нэмж, усан ваннд 95°C-д 15

минут халааж, 1 цаг хөргөнө. Формальдегид нь хүчтэй хүчиллэг орчинд хромотропын хүчилтэй халаалтаар нэгдэж нил ягаан өнгийн нэгдэл үүсгэдэг. Спектрофотометрийн тэг цэгийг хяналтын хоосон дээжээр тохируулсны дараа 580 нм-ийн долгионы уртад формальдегид агуулагдсан дээжийн гэрэл шингээлтийн хэмжээг 3 удаа авч, арифметик дунжийг тооцно. Үүний дараа жиших муруйгаас концентрацийг тодорхойлно.

3.1 Жиших муруй байгуулах арга зүй

Алхам 1. Формальдегидын стандарт уусмал бэлтгэх

Жиших муруй байгуулахын тулд формальдегидын үндсэн стандарт уусмал бэлтгэх ба түүний концентрацийг тогтооно.

А. Формальдегидын үндсэн стандарт уусмал-1 бэлтгэх (C_1)

Формальдегидын 37%-ийн концентрацитай уусмалаас 0.675мл-ийг авч 250мл хэмжээст колбонд хийж хэмжээс хүртэл нэрсэн усаар шингэлж бэлтгэнэ. Энэ уусмалын концентраци 0.1мг/мл болно.

Б. Жиших муруй байгуулах формальдегидын стандарт серийн уусмал бэлтгэх

1. Формальдегидын үндсэн стандарт уусмал-2 бэлтгэх (C_2)

- Формальдегидын үндсэн стандарт уусмал-1 (1мг/мл)-аас 1 мл авч,
- 100 мл хэмжээст колбонд хийж,
- **1%-ийн натрийн бисульфитын шингээх уусмалаар** шингэлнэ.
- **Концентраци: 0.01 мг/мл (10 мкг/мл). [$C_2=C_1 \times 1/100$]**

2. Стандарт уусмалын цуврал бэлтгэх

- C_2 уусмалаас 50 мл хэмжээст колбонд **0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 1.0, 2.0** мл таслан авч,
- Тус бүрт нь **4 мл шингээх уусмал (NaHSO_3)** нэмнэ.
- Зэрэгцүүлэн **бланк буюу хяналтын сорьцыг** бэлтгэнэ. Бланк нь хяналтын хоосон дээж бөгөөд энд формальдегидын уусмал нэмэхгүй.

3. Өнгө үүсгэх урвал явуулах

- Уусмал тус бүрт 1%-ийн **0.1 мл хромотропын хүчил** нэмж хутгана.
- **96%-ийн хүхрийн хүчлээс 6 мл** нэмнэ.
- **95°C-д 15 минут халааж, дараа нь тасалгааны температурт 1 цаг хөргөнө.**

4. Шингээлтийн хэмжилт хийх

- Бэлтгэсэн уусмал бүрийн гэрэл шингээлтийг **580 нм долгионы уртад** хэмжинэ.
- **Жиших муруй байгуулж**, формальдегидын концентрацийг тодорхойлно. (Хялбарчилсан арга зүйг 2-р хүснэгтээс харна уу.)

Хүснэгт 2

Стандарт уусмал бэлтгэх аргазүйн загвар

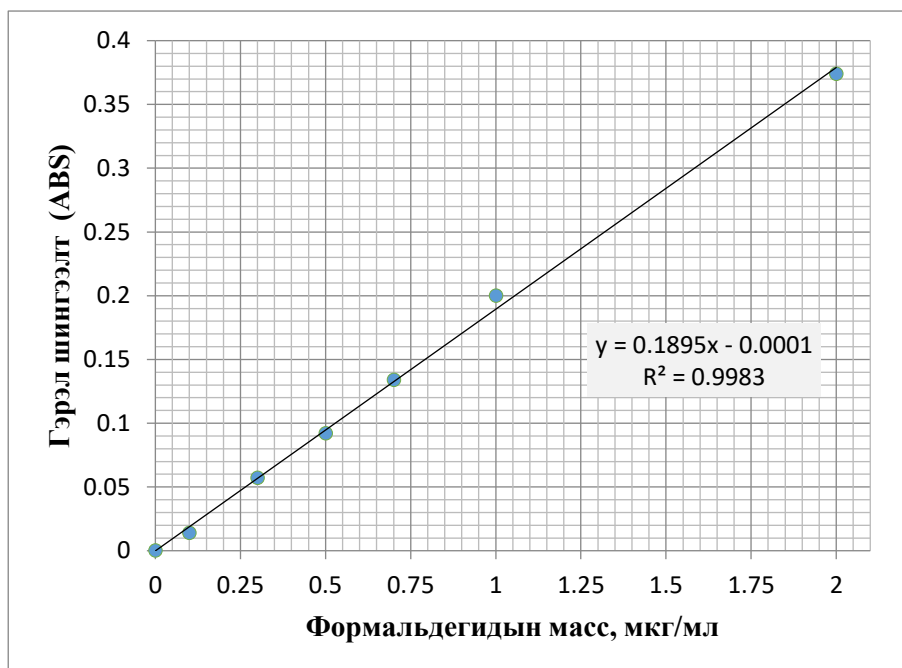
Урвалж	Хэмжих нэгж	50 мл хэмжээст колбоны дугаар					
		0	1	2	3	4	5
Стандарт уусмал (1мг/мл)	мл	0.1	0.3	0.5	0.7	1.0	2.0
Шингээх уусмал (NaHSO_3 -ийн 1%-ийн уусмал)	мл	Тус бүрт + 4 мл хүртэл					
Хромотрофын хүчил (1%-ийн $\text{C}_{10}\text{H}_8\text{O}_8\text{S}_2$ -ийн уусмал)	мл	Тус бүрт + 0.1					
Хүхрийн хүчил (96%-ийн H_2SO_4 -ийн уусмал)	мл	Тус бүрт + 6					
Хэмжилт		95°C-д 15 минутын турш халаагаад хэрэглэнэ.					
Формальдегидын хэмжээ	мг	0.001	0.003	0.005	0.007	0.010	0.020

2-р хүснэгт жиших муруй байгуулахын тулд формальдегидын стандарт серийн уусмал бэлтгэх арга зүйг хялбарчилж гаргасан ба эдгээр уусмалуудад агуулагдах формальдегидын хэмжээ тодорхой харагдана. Энэ өгөгдлөөр жиших муруй байгуулах стандарт уусмалын шинжилгээг спектрофотометр дээр 3 зэрэгцээ хэмжсэн утга болон арифметик дундаж, бланк, гэрэл шингээлтийн утгыг харуулсан.

Алхам 2. Формальдегидын жиших муруй байгуулах

График 1-т бэлтгэсэн стандарт серийн уусмалуудаар ехел программ жиших муруй байгуулсан бөгөөд уг муруйн босоо тэнхлэгт гэрэл шингээлтийн утгыг, хэвтээ тэнхлэгт формальдегидын массыг харгалзуулан дүрсэлсэн болно.

График 1
Формальдегидын жиших муруй



Бланк буюу хяналтын хоосон дээж болон формальдегид агуулсан концентраци ялгаатай стандарт серийн 6 уусмал бүхий нийт 7 уусмалын гэрэл шингээлтийн утгыг харгалзуулж шугаман регрессийн графикийг ехел программ дээр байгуулсан. Графикийн шулуун шугам нь хоёр хувьсагчийн хоорондын шугаман хамаарал, $R^2 = 0.9983$ утга нь муруйн өгөгдөлтэй маш сайн нийцэж байгааг харуулж, үр дүнгийн өндөр нарийвчлалтай болохыг баталж байна.

Алхам 3. Өгөгдөл боловсруулах аргачлал

1. Формальдегидын масс тодорхойлох: Агаараас сорьц цуглуулсан дээжийн гэрэл шингээлтийн утгад харгалзах формальдегидын агуулгыг жиших муруйгаас олно.

2. Формальдегидын концентраци тооцох: 1 м^3 агаарт агуулагдах формальдегидын хэмжээг дараах томъёогоор тооцно. Нэгж нь $\text{мг}/\text{м}^3$ байна.

$$C(\text{мг}/\text{м}^3) = (M_{\text{сорьц}} - M_{\text{бланк}}) / V_{\text{сорьц}}$$

C – Сорьцонд илэрсэн формальдегидын агууламжийн хэмжээ, $\text{мг}/\text{м}^3$

$M_{\text{сорьц}}$ – Дээж дэх формальдегидын масс, мг

$M_{\text{бланк}}$ – Бланк сорьц дахь формальдегидын масс, мг

$V_{\text{сорьц}}$ – Сорилт авсан агаарын сорьцын эзлэхүүн, л

Судалгааны үр дүн

Монгол Улсын барилгын материалын зах зээлд ихэвчлэн хэрэглэгддэг 11 төрлийн будаг, 3 төрлийн лак, цавуу, паркет ба хөөс, 2 төрлийн эмульс, 9 төрлийн хавтан, 1 төрлийн вакуум цонхны хүрээ болон силикон тус тусын формальдегидын ялгарлын хэмжилтийн үр дүнг 4р хүснэгт харууллаа.

Хүснэгт 4

Судалгаанд хамрагдсан материалын формальдегидын хэмжилтийн үр дүн (мкг/м³)

№	Дээжийн нэр	Будах үе		3 хоног		10 хоног		28 хоног	
		30°C	50°C	30°C	50°C	30°C	50°C	30°C	50°C
1	Formula-Q8	0.53	17.18	0.29	7.52	0.31	2.57	0.30	0.73
2	Солонго	1.95	2.51	1.63	2.08	0.92	1.04	0.55	0.79
3	Dongkuu	1.83	2.02	1.28	1.90	0.79	0.98	0.49	0.67
4	Нитра эмаль	0.37	1.10	0.37	0.73	0.31	0.61	0.23	0.31
5	Усан суурьтай орос будаг	1.47	1.83	1.04	1.47	0.73	1.10	0.29	0.98
6	Шинэ хос гялбаа	7.70	9.23	2.65	6.97	0.79	2.69	0.35	1.83
7	Krasava будаг	2.13	2.45	1.65	2.08	0.86	1.22	0.37	0.67
8	Samhwa	2.93	3.30	2.02	2.26	0.67	1.22	0.55	0.79
9	Nogoo	1.83	2.14	1.47	1.83	0.79	1.47	0.73	0.98
10	Тиккурила (Tech)	1.77	2.14	1.47	1.65	0.55	0.98	0.18	0.55
11	Солонгос шүршдэг будаг	7.40	11.25	6.79	7.64	1.16	3.85	0.31	0.67
1	Нитра лак	0.71	1.28	0.31	0.86	0	0	0	0
2	Хятад тосон лак	5.38	8.86	3.12	3.67	0.98	2.02	0.55	1.04
3	Орос тосон лак	6.05	11.00	5.87	7.95	1.10	2.51	0.37	0.86
1	Dongkuu Солонгос эмульс	3.18	4.95	0.71	2.75	0.43	0.92	0	0
2	Красава Орос эмульс	4.40	4.71	3.30	3.91	0.92	2.38	0	0
1	Huungjai Солонгос тарган цавуу	0.35	0.86	0.18	0.79	0	0	0	0
2	Huaxia Хятад тарган цавуу	1.41	1.65	1.34	1.41	0	0	0	0
3	ДСП цавуу	6.79	8.19	3.30	2.57	0	0	0	0
1	Хятад хямд паркет	57.34	74.83	48.60	62.72	29.89	32.11	11.19	24.71
2	Хятад дундаж паркет	33.87	42.93	25.86	31.14	13.76	20.69	6.97	13.53
3	Үнэтэй паркет	24.39	30.84	13.57	22.01	9.35	12.99	3.30	6.85
1	ОСБ Орос 1.8 см	148.0	183.1	135.9	153.9	126.2	80.99	73.73	50.26
2	ОСБ Орос 1.2 см	124.3	212	102.2	140.3	102.2	93.97	36.86	39.92
3	ОСБ Хятад 1.8 см	168.8	228.9	150.1	158.7	83.51	93.55	46.28	52.19
4	ОСБ Хятад 1.2 см	153.8	212.5	133.1	154.9	100.7	94.52	65.23	47.5
5	ДСП-Хятад	26.17	70.85	25.55	63.37	19.07	34.15	15.41	8.9
6	ДСП-Орос	22.74	33.79	19.07	25.01	15.41	16.96	7.58	11.24
7	ЮБ-Хятад	99.95	128.6	74.04	90.85	41.69	45.39	10.82	13.53
8	ЮБ-Солонгос	39.06	45.51	20.97	23.99	10.70	14.85	6.79	8.66
9	Өнгөт аргалет	6.97	11.19	6.05	6.60	4.59	4.95	4.22	4.40
1	TRIS хөөс	86.51	119.5	12.30	14.13	7.52	8.24	3.20	4.87
2	Smart foam	55.57	65.30	12.01	13.89	7.89	9.92	6.54	7.46
3	Хятад хөөс	159.2	190	56.94	63.13	25.61	27.6	6.57	8.42
4	Вакуум цонх хүрээ	0.92	2.2	0.55	1.38	0.49	0.96	0.37	0.54
5	Хятад силикон SR	13.76	15.99	7.70	8.66	4.22	5.23	1.28	1.98

4-р хүснэгт үзүүлсэн үр дүнгээс харахад дараах зүй тогтлыг ажиглагдаж байна. Үүнд:

1. Температур ба хугацааны нөлөө:

❖ Температурын өсөлт (30°C → 50°C): Бүх материалд 50°C-ийн орчинд формальдегидын ялгаралт 1.2–3.5 дахин өссөн.

Жишээ нь: Хятад ОСБ 1.8 см хавтан (168.8 → 228.9 мкг/м³), Хятад хямд паркет (57.34 → 74.83 мкг/м³).

❖ Хугацааны уртасгал (3 хоног → 28 хоног): Ялгаралт буурсан боловч зарим материалд аюултай түвшин хадгалагдсан.

Жишээ нь: Хятад хөөс (159.2 → 6.57 мкг/м³), Орос ОСБ 1.8 см (148.0 → 73.73 мкг/м³).

2. Материалын төрөл ба ялгаралтын түвшин:

- Өндөр эрсдэлтэй бүлэг:

ОСБ/ДСП хавтангууд (Орос, Хятад): 124–228.9 мкг/м³ (50°C-ийн эхний үе).

Хятад хөөс: 190 мкг/м³ (50°C, 3 хоног) → ДЭМБ-ын зөвлөмжөөс 1.9 дахин давсан.

- Дунд эрсдэлтэй бүлэг:

Лак, эмульс: Хятад тосон лак (8.86 мкг/м³), Красава эмульс (4.71 мкг/м³).

- Бага эрсдэлтэй бүлэг:

Вакуум цонхны хүрээ, силикон: $0.54\text{--}15.99\text{ мкг/м}^3 \rightarrow$ Монгол улсын хүлцэх хэмжээнд нийцсэн.

3. Харьцуулсан стандартууд:

- Монгол улсын хүлцэх хэмжээ (50 мкг/м^3): 28 хоногийн дараа ч ОСБ, ЮБ хавтангууд ($30\text{--}73.73\text{ мкг/м}^3$) стандартыг давсан.
- ДЭМБ-ын зөвлөмж (100 мкг/м^3): Хятад хөөс, ОСБ хавтангууд эхний 10 хоногт 2 дахин илүү ялгаруулсан.

4. Онцгой ажиглалт:

- Хямд материал = Өндөр эрсдэл: Хятад улсын хямд паркет, хөөс нь үнэтэй материалтай харьцуулахад ялгаралт 2–4 дахин их.
- Чийгшилд тэсвэргүй орц: Мочевин-формальдегид цавуу ашигласан материал (ОСБ, ДСП) нь температур нэмэгдэхэд тогтворгүй байна.

Формальдегидын ялгаралтад нөлөөлөх хүчин зүйлсийн судалгааг авч үзвэл: Барилгын материалын дээжүүдээс ялгарах формальдегидын хэмжээ орчны температур нэмэгдэхийн хэрээр нэмэгдэх, харин хугацаа өнгөрөхийн хэрээр буурах хандлагатай байгааг тодорхой ажиглаж болохоор байна. Энэ нь температур нэмэгдсэн үед материалын дотоод молекул хөдөлгөөн эрчимжиж, формальдегидын дэгдэлт нэмэгддэг бол хугацааны явцад эхний шатанд их хэмжээгээр ялгарсан формальдегид багасч, тогтворжих чиг хандлага үүсдэгтэй холбоотой байж болох юм. Иймд температур болон хугацааны нөлөөллийг нарийвчлан судлах үүднээс график 2-т температурын, график 3-т хугацааны хамаарлыг тус тус харьцуулан дүрсэлж, дээжүүдийн ялгарлын зүй тогтлыг харьцуулан дүн шинжилгээ хийлээ.

Формальдегидын ялгаралт үзүүлэх температурын нөлөө

Туршилтыг 30°C болон 50°C температурт хийсэн хэмжилтийн үр дүнг харьцуулан авч үзсэн бай үүнийг График 2-аар харуулбал:

График 2

Температураас хамаарсан формальдегидын ялгарлын хэмжээ

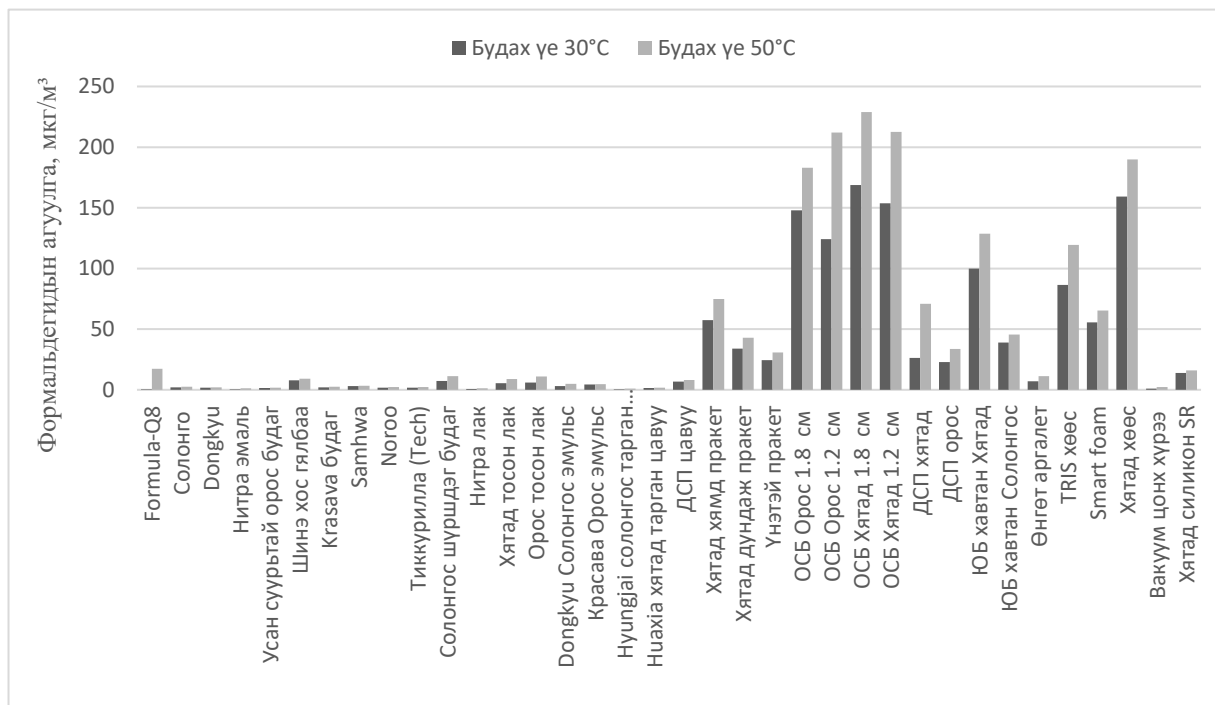


График 2-т 30°C болон 50°C температурт хийсэн хэмжилтийн үр дүнг харьцуулан үзүүлсэн бөгөөд эдгээр үр дүнгээс температур нэмэгдэхийн хэрээр барилгын материалуудаас ялгарах формальдегидын хэмжээ мэдэгдэхүйц нэмэгдэж буй хандлага тодорхой ажиглагдаж байна.

30°C температурт хийсэн хэмжилтийн үр дүн: 30°C температурт хийсэн хэмжилтээр дараах барилгын материалуудаас ялгарч буй формальдегидын агууламж нь Монгол Улсад мөрдөгдөж буй дотоод орчны агаар дахь хүлцэх хэмжээ болох **50 мкг/м³**-аас давсан байна. Үүнд:

- Хятад хямд үнэтэй паркет: **57.34 мкг/м³**
- Орос ОСБ хавтан: **148 мкг/м³**
- Хятад ОСБ хавтан: **168.8 мкг/м³**
- Хятад ЮБ хавтан: **99.95 мкг/м³**
- TRIS хөөс: **86.51 мкг/м³**
- Smart foam хөөс: **55.57 мкг/м³**
- Хятад хөөс: **159.2 мкг/м³**

Мөн Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагын (ДЭМБ) богино хугацаанд буюу 30 минутын туршид хүний өртөж болох дээд хэмжээ болох **100 мкг/м³**-аас давсан дээжүүд нь:

- Орос ОСБ хавтан
- Хятад ОСБ хавтан
- Хятад ЮБ хавтан
- TRIS хөөс
- Хятад хөөс

Эдгээр үр дүн нь тухайн барилгын материалууд дунд формальдегидын өндөр агууламжтай, эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлэх эрсдэлтэй бүтээгдэхүүн оршиж байгааг илтгэж байна.

50°C температурт хийсэн хэмжилтийн үр дүн: Температур 50°C болж нэмэгдэхэд бүх дээжүүдийн формальдегидын ялгаралт эрс өссөн байна. 50 мкг/м³ хүлцэх хэмжээнээс хэтэрсэн дээжүүд:

- Хятад хямд үнэтэй паркет: **74.83 мкг/м³**
- Орос ОСБ хавтан: **212 мкг/м³**
- Хятад ОСБ хавтан: **228.9 мкг/м³**
- Хятад ДСП хавтан: **70.85 мкг/м³**
- Хятад ЮБ хавтан: **128.6 мкг/м³**
- TRIS хөөс: **119.5 мкг/м³**
- Smart foam хөөс: **65.3 мкг/м³**
- Хятад хөөс: **190 мкг/м³**

Мөн ДЭМБ-ын **100 мкг/м³** дээд хэмжээг давсан онц аюултай дээжүүд нь:

- Орос ОСБ хавтан
- Хятад ОСБ хавтан
- Хятад ЮБ хавтан
- TRIS хөөс
- Хятад хөөс

Эдгээр үр дүн нь орчны температур нэмэгдэхэд формальдегидын ялгарал аюултай түвшинд хүрч байгааг харуулж байна.

Температур нэмэгдэхэд илэрсэн зүй тогтол: Температур 30°C-оос 50°C болж нэмэгдэхэд формальдегидын ялгаралт бүх дээжүүдэд нэмэгдсэн бөгөөд зарим материалд **1.2–3.5 дахин** өсөлт ажиглагдсан. Энэ нь **10°C тутамд ялгаралт дунджаар 0.6–1.8 дахин нэмэгдэж** байгааг илтгэж байна. Иймээс өндөр температурын орчинд, ялангуяа нарны гэрэлд байнга өртдөг өрөө тасалгаанд эдгээр материалуудыг ашиглах нь хүний эрүүл мэндэд **богино хугацаанд хор нөлөө үзүүлэх өндөр эрсдэлтэй** болохыг харуулж байна.

Формальдегидын ялгаралт үзүүлэх хугацааны нөлөө

Барилгын материалуудаас ялгарах формальдегидын хэмжээг будах үеэс хойш хугацааны хувьд 4 өөр мөчлөгөөр хэмжсэн үр дүнг График 3-д харууллаа.

График 3

Хугацаанаас хамаарсан формальдегидын ялгарлын хэмжээ

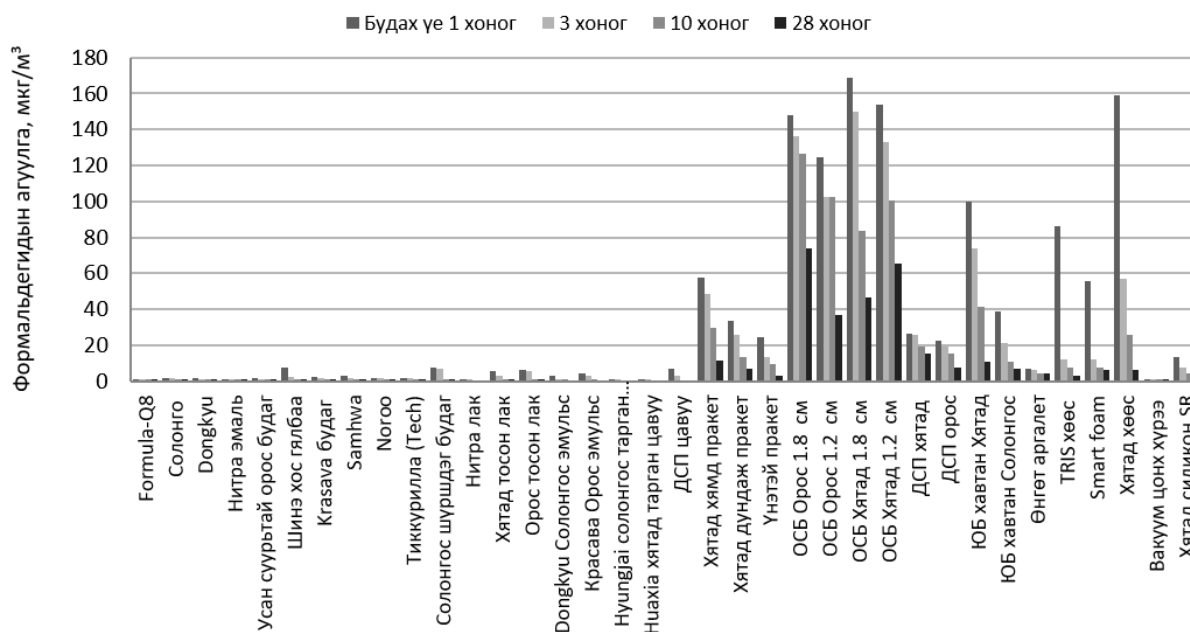


График 3-д барилгын материалуудаас ялгарах формальдегидын хэмжээг будах үеэс хойш хугацааны хувьд 4 өөр мөчлөгөөр хэмжсэн үр дүнг харуулсан бөгөөд нийтлэг ажиглагдсан хандлага нь хугацаа өнгөрөхийн хэрээр формальдегидын ялгарлын хэмжээ тасралтгүй буурч байгаа үзүүлэлт юм. Энэхүү бууралтын хандлага нь судалгаанд хамрагдсан бараг бүх материалд ижил чиглэлтэй ажиглагдсан бөгөөд энэ нь материалын найрлага дахь холбогч, давирхай зэрэг органик нэгдлүүдийн бүрэлдэхүүнд агуулагдах формальдегид аажмаар задарч, чөлөөт хэлбэрээр ялгарч дуусахтай холбоотой гэж үзэж байна.

Будах үеийн болон будсанаас хойших 28 хоногийн дараах хэмжилтийн үр дүнгээс дараах бууралтын хэмжээ ажиглагджээ. Үүнд:

- Хятад хямд үнэтэй паркет: $74.83 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 50.26 \text{ мкг/м}^3$ (1.5 дахин буурсан)
- Орос ОСБ хавтан: $212 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 39.92 \text{ мкг/м}^3$ (5.3 дахин буурсан)
- Хятад ОСБ хавтан: $228.9 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 52.19 \text{ мкг/м}^3$ (4.4 дахин буурсан)
- Хятад ДСП хавтан: $70.85 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 8.9 \text{ мкг/м}^3$ (8 дахин буурсан)
- Хятад ЮБ хавтан: $128.6 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 13.53 \text{ мкг/м}^3$ (9.5 дахин буурсан)
- TRIS хөөс: $119.5 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 4.87 \text{ мкг/м}^3$ (24.5 дахин буурсан)
- Smart foam хөөс: $65.3 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 7.46 \text{ мкг/м}^3$ (8.8 дахин буурсан)
- Хятад хөөс: $190 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 8.42 \text{ мкг/м}^3$ (22.6 дахин буурсан)

Дээрх үр дүнгээс харахад хугацаа өнгөрөхийн хэрээр ялгарах формальдегидын хэмжээ эрс буурч, зарим материалуудын хувьд анхны агууламжтай харьцуулахад 20 гаруй дахин багассан байна. Ялангуяа TRIS болон Хятад хөөс зэрэг хөөсөнцөр материалуудын ялгарлын бууралтын хэмжээ хамгийн өндөр байгааг онцлон тэмдэглэх хэрэгтэй.

Хэлэлцүүлэг

Өмнөх судалгаануудаар ДСП болон ДВП хавтангууд формальдегид ялгаруулж, дотоод орчны агаарын чанарт сөргөөр нөлөөлдөг болохыг олон судлаачид тэмдэглэсэн байдаг (Рудаков и др., 2016). Kelly et al. (1999), Maria (2003), Que et al. (2013) нарын судалгаагаар мочевин-формальдегидын давирхайгаар наагдсан хавтангууд хамгийн их формальдегид ялгаруулдаг нь туршилтаар нотлогдсон. Тухайлбал, Que et al. (2013)-ын судалгаанд мочевин-формальдегидын давирхайтай MDF (дундаж нягттай ширхэглэгт хавтан) нь бусад материалуудтай харьцуулахад 5 дахин их формальдегид ялгаруулж, хэмжээ нь 630 мкг/м^3 хүрсэн байна.

Рудаков et al. (2016)-ын судалгаанд барилгын материалуудаас ялгарах химийн бодисуудын хэмжээг тодорхойлох зорилгоор ДСП (бөөмийн хавтан), ДВП (шилэн хавтан), фенопласт, резинэн линолеум, поливинилхлорид (PVC) зэрэг материалыг хамруулан судалжээ. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд EN 717-1 Европын холбооны стандартын дагуу 0.1 ppm (0.12 мг/м^3) хэмжээг хэтэрсэн формальдегидын ялгарал хамгийн өндөр гарсан материалууд нь дараах байдалтай байв.

Фенолформальдегидын давирхайгаар наасан ДСП, ДВП:

Ялгарах бодисууд: Формальдегид, фенол, метанол, аммиак

Формальдегидын агууламж: Стандартын түвшнээс 1.5-2 дахин их

Шалтгаан: Давирхайн найрлага дахь чөлөөт формальдегид болон түүний задралын бүтээгдэхүүнүүд их хэмжээтэй байдаг.

Карбамидын давирхайгаар наасан ДСП, ДВП:

Ялгарах бодисууд: Формальдегид, метанол, аммиак

Формальдегидын агууламж: Стандартын зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс 3-4 дахин их

Шалтгаан: Карбамидын давирхай нь температур, чийгшлийн нөлөөнд задарч, формальдегид ялгаруулдаг.

Бидний хийсэн судалгаанд будаг, эмульс, цавуу, лак, паркет, полиуретан хөөс, вакум цонхны хүрээ, силикон, хавтан зэрэг 9 төрлийн барилгын материалыг шинжилсэн. Үүнээс ОСБ, ДСП, ЮБ хавтангууд болон дулаалгын хөөс хамгийн их буюу Монгол Улсын (МУ), Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллагын (ДЭМБ) стандартаас давсан үзүүлэлт үзүүлсэн нь дээрх судалгаануудын дүгнэж буйгаар мочевин-формальдегидын цавуу нь хялбар задардаг бөгөөд агаарт их хэмжээний чөлөөт формальдегид ялгаруулдаг болохыг баталж байна.

Формальдегидын ялгаралт нөлөөлөх хүчин зүйлс: Бид судалгаандаа дээжүүдийн формальдегид ялгарах хэмжээг температур болон хугацааны хамаарлаар судлахад температур ихсэхэд нэмэгдэж, хугацаа өнгөрөх бүрт багасдаг нь дараах судалгаануудтай нийцэж байна.

1. UF давирхайны найрлага, химийн тогтворгүй байдал: Que et al. (2007) UF давирхайны молекул харьцаа нь формальдегидын ялгаралтыг нэмэгдүүлэх гол хүчин зүйл гэдгийг судалгаандаа дурдсан. UF давирхайн найрлага дахь чөлөөт формальдегидын хэмжээ их байх тусам ялгаруулалт өндөр байдаг.

2. Үйлдвэрлэлийн процесс - Температур ба даралт: Nordenskjöld and Östman (1981) өндөр даралт, температурын нөлөөг судалж, модон хавтангуудыг шахах явцад формальдегид ялгарах нь нэмэгддэг болохыг тогтоожээ. Энэхүү судалгаанд хамрагдсан MDF болон ширхэглэг хавтангууд нь $180-220^\circ\text{C}$ температурт шахагддаг бөгөөд энэ нь давирхайн задралд нөлөөлж байв.

3. Насжилт ба агуулах нөхцөл: Que et al. (2013) судалгаагаар 10 жилийн настай ширхэглэг хавтангийн формальдегидын ялгаруулалт 2 долоо хоногийн настай хавтантай харьцуулахад 4 дахин бага байсан нь тогтоогджээ. Энэ нь хугацааны явцад формальдегид агаарт дэгдэж, ялгаралтын хэмжээ багасдагтай холбоотой гэж судлаачид тайлбарласан байна.

Бидний судалгаанд хамгийн их формальдегид ялгаруулсан хавтангуудын дэлгэрэнгүй тайлбарыг доор жагсаав.

1. ОСБ хавтан (OSB - Oriented Strand Board):

Бүтэц: Модны зоргодос (голдуу нарс, гацуур зэрэг зөөлөн мод) дээр усанд тэсвэртэй давирхай болон наалдамхай бодис ашиглан үйлдвэрлэдэг. Зоргодсыг тодорхой хэмжээтэй хэрчиж, наалдамхай бодистой хольж, үе давхаргаар шахаж, халуун аргаар нааж хавтан болгодог.

Наалдамхай бодисын төрөл, хэмжээ: ОСБ хавтан үйлдвэрлэлд фенол-формальдегид (PF) болон изоцианат (MDI) давирхайг ашигладаг бөгөөд наалдамхай бодисын хэмжээ нь хавтангийн жингийн 3-5% орчим байдаг.

Үйлдвэрлэлийн температур, даралт: ОСБ хавтанг үйлдвэрлэхэд 180-220 °C температур, 3-5 МПа даралт шаардлагатай (Maloney, 1993).

2. ДСП хавтан (DSP -Древесно-Стружечная Плита):

Бүтэц: Модны зоргодос, үртэсийг наалдамхай бодистой хольж, шахаж хавтан хэлбэрт оруулна.

Наалдамхай бодисын төрөл, хэмжээ: ДСП хавтан үйлдвэрлэлд фенол-формальдегид (PF) болон мочефин-формальдегид (UF) давирхайг ашигладаг бөгөөд наалдамхай бодисын хэмжээ нь хавтангийн жингийн 6-10% орчим байдаг.

Үйлдвэрлэлийн температур, даралт: ДСП хавтанг үйлдвэрлэхэд 160-180 °C температур, 2-4 МПа даралт шаардлагатай (Moslemi, 1974).

3. ЮБ хавтан (Gypsum Board буюу гипсэн хавтан):

Бүтэц: Гипсийг картон цаасны хооронд байрлуулж, хатааж шахаж хавтан болгодог.

Үйлдвэрлэлийн температур, даралт: Гипсэн хавтанг үйлдвэрлэхэд 150-180 °C температурт хатааж, 1-2 МПа даралт ашигладаг (Gypsum Association, 2014).

Иймд бидний судалгаагаар хавтангууд хэт өндөр формальдегид ялгаруулсан нь өмнөх судалгаануудтай харьцуулж үзэхэд мочефин-формальдегидын давирхай ашигласан учраас их хэмжээний ялгарал үүсч байгааг нотолж байна. Энэ нь дараах бүтэц, урвалтай холбоотой. Мочефин-формальдегидын (UF) давирхайнууд нь модон хавтан, тавилга үйлдвэрлэлд хамгийн өргөн хэрэглэгддэг наалдамхай бодисууд хэвээр байна. Учир нь эдгээр давирхайнууд нь хурдан хатдаг, нэмэлт бодистой сайн нийцдэг, бас үнэ хямд байдаг. Уг давирхайг хийхэд формальдегидыг мочефинтэй урвалд оруулдаг ба үүссэн C-N хоорондох холбоо нь бэхжил муутай бөгөөд амархан задардаг бөгөөд чийгтэй нөхцөлд гидролизд орж задардаг байна (Tunga Salthammer, Sibel Mentese, Rainer Marutzky, 2010). UF давирхайн гидролизын урвал нь формальдегидыг ялгаруулдаг бөгөөд энэ нь дотоод орчны агаарын чанарыг бууруулж, хүний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлдөг.

Дүгнэлт

Энэхүү хэлэлцүүлэг нь өмнөх судалгаануудын үр дүнг бидний судалгааны үр дүнтэй харьцуулан, формальдегидын ялгаралтын шалтгаан, нөлөөллийг гүнзгийрүүлэн ойлгоход тусаллаа. Мочефин-формальдегидын давирхай ашигласан материалууд нь формальдегидын ялгаралтын гол эх үүсвэр болж байгааг нотолж, цаашид энэ чиглэлээр судалгаа хийх, зохицуулалт хийх шаардлагатайг харуулж байна.

Монгол Улсын барилгын салбарт өргөн хэрэглэгддэг 9 төрлийн, нийт 36 барилгын материалын дээжинд формальдегидын ялгарлыг тодорхойлох зорилгоор туршилт судалгааг гүйцэтгэв. Судалгааны хүрээнд, дээжүүдийн формальдегидын ялгарлыг хатаах шүүгээ ашиглан туршилтын битүү систем бүрдүүлсэн орчинд хэмжилт хийж үзэхэд:

Судалгаанд хамрагдсан нийт 36 дээжээс 8 дээж нь Монгол Улсын дотоод орчны агаарт формальдегидын зөвшөөрөгдөх дээд хэмжээ (50 мкг/м^3) болон Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллагаас (ДЭМБ) гаргасан зөвлөмжийн хэмжээг (100 мкг/м^3) тус тус давсан үзүүлэлттэй байв. Үүнд:

- * Хятад улсад үйлдвэрлэгдсэн хямд үнэтэй паркетан шал: $57.34 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 74.83 \text{ мкг/м}^3$
- * ОХУ-д үйлдвэрлэгдсэн ОСБ хавтан: $148 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 212 \text{ мкг/м}^3$
- * Хятад улсад үйлдвэрлэгдсэн ОСБ хавтан: $168.8 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 228.9 \text{ мкг/м}^3$
- * Хятад улсад үйлдвэрлэгдсэн ДСП хавтан: $26.17 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 70.85 \text{ мкг/м}^3$
- * Хятад улсад үйлдвэрлэгдсэн ЮБ хавтан: $99.95 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 128.6 \text{ мкг/м}^3$
- * TRIS хөөс: $86.51 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 119.5 \text{ мкг/м}^3$

* Smart foam хөөс: $55.57 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 65.3 \text{ мкг/м}^3$

* Хятад улсад үйлдвэрлэгдсэн хөөс: $159.2 \text{ мкг/м}^3 \rightarrow 190 \text{ мкг/м}^3$

Дээрх үр дүнгээс үзэхэд формальдегидын ялгаралтын хэмжээ өндөр байгаа ОСБ, ДСП, ЮБ хавтангуудын хувьд мочефин-формальдегидын цавууг ашигладаг нь тэдгээрийн тэсвэр муутай, амархан задардаг шинж чанартай холбоотой юм. Энэ нь агаарт чөлөөт формальдегид ихээр ялгаруулах нөхцөлийг бүрдүүлж байгаа бөгөөд температурын өсөлт нь формальдегидын ялгаралтыг улам эрчимжүүлж байгаа нь судалгааны үр дүнг баталгаажуулж байна. Харин хугацаа өнгөрөх тусам ялгарах хэмжээ багасаж байгаа нь формальдегид аажмаар задарч, чөлөөт хэлбэрээр ялгарч дуусахтай холбоотой юм.

Судалгааны ажлын үр дүнгээр эдгээр материалууд дулаан, агааржуулалт муутай орчинд ашиглагдах үед орчны агаарт формальдегидын ноцтой бохирдол үүсгэх эрсдэлтэй болохыг тогтоолоо.

Цаашдын судалгаанд формальдегидын ялгарлыг бодит орчин нөхцөлд илүү ойртуулан, харьцангуй чийгшил 40–50%-ийн орчин бүрдүүлдэг Тест Чамберын аргыг ашиглах шаардлагатай. Гэсэн хэдий ч, Монгол Улсад Тест Чамберын төхөөрөмж нэвтрүүлэх нь өртөг өндөртэй тул одоогийн судалгаанд хатаах зуух ашиглан чийгшилгүй орчин (0%) бүрдүүлсэн нь бодит орчны нөхцөлийг бүрэн төлөөлөхгүй бөгөөд формальдегидын агууламж чийглэг орчинд илүү нэмэгдэх магадлалтай. Учир нь мочефин-формальдегидын холбогч бодисууд нь ус чийгэнд мэдрэмтгий, тэсвэр муутай учир чийгтэй нөхцөлд задарч, агаар дахь формальдегидын ялгарал эрс ихсэх хандлагатай байдаг.

Талархал

Энэхүү судалгааны ажлыг санхүүгийн болон техникийн дэмжлэгээр хангаж, хэрэгжүүлэхэд үнэтэй хувь нэмэр оруулсан Барилгын хөгжлийн төв болон "Ногоон титэм" ХХК-ийн Байгаль орчны шинжилгээний лабораторийн хамт олонд гүн талархал илэрхийлье. Тус лабораторийн судалгааны орчин, тоног төхөөрөмж, хэмжилтийн дэмжлэг нь энэхүү ажлын үр дүнг үнэн зөв, найдвартай гаргахад чухал үүрэг гүйцэтгэсэн билээ.

Ном зүй

- Belman, S. (1963). The fluorimetric determination of formaldehyde. *Analytical Chemistry*, 35(3), 348–350.
[https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(00\)88591-8](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(00)88591-8)
- Dai, H., Wang, H., Ma, Y., Li, L., Song, W., & Kan, H. (2017). VOC characteristics and inhalation health risks in newly renovated residences in Shanghai, China. *Science of the Total Environment*, 577, 73–83.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.071>
- de Andrade, J. B., & Tanner, R. L. (1992). Determination of formaldehyde by HPLC as the DNPH derivative following high-volume air sampling onto bisulfite-coated cellulose filters. *Atmospheric Environment. Part A. General Topics*, 26(5), 819–825. [https://doi.org/10.1016/0960-1686\(92\)90242-D](https://doi.org/10.1016/0960-1686(92)90242-D)
- Jianrong, Z., et al. (2011). Spectrophotometric determination of formaldehyde in air using chromotropic acid method. *Environmental Monitoring and Assessment*, 183(1–4), 351–356.
- Kim, H. T., Kim, T. W., Hong, W. H., & Tanabe, S. I. (2017). Concentration of formaldehyde, acetaldehyde, and five volatile organic compounds in indoor air. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 16(3), 633–639. <https://doi.org/10.3130/jaabe.16.633>
- Maloney, T. M. (1993). *Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing*. Miller Freeman Publications.
- Moslemi, A. A. (1974). *Particleboard: Volume 1. Materials*. Southern Illinois University Press.
- Nag, S., Roy, R. B., Das, D., & Tudu, B. (2021). Multivariate analysis of formalin using UV-Vis spectroscopy. In *2021 IEEE Second International Conference on Control, Measurement and Instrumentation (CMI)* (pp. 1–5). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/CMI50323.2021.9362970>
- Nielsen, G. D., Larsen, S. T., & Wolkoff, P. (2016). Recent trend in risk assessment of formaldehyde exposures from indoor air. *Archives of Toxicology*, 91(1), 35–61. <https://doi.org/10.1007/s00204-016-1733-8>
- Que, Z.-L., Wang, F.-B., Li, J.-Z., & Furuno, T. (2013). Assessment on emission of volatile organic compounds and formaldehyde from building materials. *Composites: Part B*, 49, 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2013.01.008>

- Salthammer, T. (1993). Photophysical properties of 3,5-diacetyl-1,4-dihydrolutidine in solution: Application to the analysis of formaldehyde. *Journal Name*, Volume(Issue), Page range. [https://doi.org/10.1016/1010-6030\(93\)80117-R](https://doi.org/10.1016/1010-6030(93)80117-R)
- Salthammer, T., Mentese, S., & Marutzky, R. (2010). Formaldehyde in the indoor environment. *Chemical Reviews*, 110(4), 2536–2572. <https://doi.org/10.1021/cr800399g>
- Sandner, F., Dott, W., & Hollander, J. (2001). Sensitive indoor air monitoring of formaldehyde and other carbonyl compounds using the 2,4-dinitrophenylhydrazine method. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 203(3), 275–279. [https://doi.org/10.1078/S1438-4639\(04\)70038-3](https://doi.org/10.1078/S1438-4639(04)70038-3)
- U.S. Environmental Protection Agency. (1999). *Method TO-11A: Determination of formaldehyde in ambient air using adsorbent cartridge followed by high-performance liquid chromatography (HPLC)* [Active]. EPA/625/R-96/010b. <https://www.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/airtox/to-11ar.pdf>
- WHO. (1987). *Air Quality Guidelines for Europe*. WHO Regional Office for Europe: Copenhagen.
- Wittmann, O. (1962). Die nachträgliche Formaldehydabspaltung bei Spanplatten. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 20, 221–224. <https://doi.org/10.1007/BF02616050>
- World Health Organization. (2010). *WHO guidelines for indoor air quality: Selected pollutants*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138711/>
- Zhang, Y., & Li, P. (2014). *Formaldehyde emission from building materials and its impact on indoor air quality*. Springer.

Spectrophotometric analysis of formaldehyde released from imported building materials

Altangadas.B^a, Zoljargal.E^b, Narantsogt.N^b

^a Green Crown LLC, Environmental Analysis Laboratory

^b Department of Chemistry, SMNS, MNUE

Corresponding author: Narantsogt@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0002-1040-1276>

Abstract

This study aimed to determine the concentration of formaldehyde (CH₂O) emissions from commonly used construction materials in Mongolia using the spectrophotometric method and to investigate the factors influencing its release, specifically temperature and time. The experimental measurements were conducted at the Environmental Testing Laboratory of "Green Crown" LLC, and the obtained laboratory data were statistically analysed.

A total of 36 types of construction materials available on the market were selected and tested. These included:

- 11 types of paints, 2 types of emulsions, 3 types of adhesives, lacquers, and parquet flooring,
- 9 types of panels (OSB, chipboard, fibreboard),
- 3 types of polyurethane foam, and 1 type of vacuum window frame and silicone material.

Formaldehyde emissions were measured under conditions of 30°C and 50°C, both during application and after 3, 10, and 28 days of drying. The testing was carried out in a closed system with a volume of 0.036 m³ using a drying oven. Air samples were collected over 60 minutes, and the formaldehyde concentration was determined using a standard calibration curve and spectrophotometric analysis at a wavelength of 580 nm. The results revealed the following:

1. Formaldehyde emissions increased with temperature.
2. The highest emissions occurred in the early days and decreased over time.
3. Polyurethane foams produced in China and OSB panels from China and Russia exceeded the acceptable exposure limits established by Mongolia (50 µg/m³) and the WHO (100 µg/m³):

➤ **At 30°C:**

- Chinese insulation foam: **159 µg/m³**
- Chinese OSB board: **169 µg/m³**
- Russian OSB board: **148 µg/m³**

➤ **At 50°C:**

- Chinese insulation foam: 190 µg/m³
- Chinese fiberboard: 129 µg/m³
- Chinese and Russian OSB boards: **229 µg/m³ and 212 µg/m³** respectively.

4. Paints, lacquers, emulsions, and adhesives showed relatively low levels of formaldehyde emissions. The results of this study provide essential data for assessing indoor air pollution caused by construction materials in Mongolia, improving national standards, and developing health and safety recommendations for consumers.

Keywords

Indoor air pollution, urea-formaldehyde resin, health risks.

Энгийн хара (Chara vulgaris) замгийн антиоксидант идэвхийн судалгааӨ.Мөнхтуяа^а, Б.Ариунзул^б^аМУБИС, МБУС, Химийн тэнхим^бОюунлаг сургууль, Хими-биологийн багш

Холбоо барих зохиогч: munkhtuya.u@msue.edu.mn

Хүлээн авсан: 2025.04.10

Засварласан: 2025.05.19

Хэвлэлтэд авсан: 2025.08.29

Хураангуй

Энэхүү судалгаагаар Монгол орны Архангай аймгийн Өгийнуурт ургадаг Chara vulgaris зүйлийн замгийг сонгон авч, түүний антиоксидант идэвх, фенолт нэгдлийн агууламж, мөн биологийн идэвхт бодисуудын (БИБ) чанарыг үнэлэхэд оршино. Chara vulgaris нь манай орны нутагт ховор ургадаг, хара замгийн хүрээнд багтдаг зүйл бөгөөд гадаадын олон судалгаагаар антиоксидант нэгдэл агуулдаг нь тогтоогдсон ч Монголд энэ чиглэлийн судалгаа ховор байдаг. Судалгаанд замгийн дээжийг хатааж, этанолоор хандаж, нимгэн үеийн хроматографийн (TLC) аргаар БИБ-уудыг ялган, 254 нм ба 365 нм долгионы уртад үзэгдэх болон хэт ягаан туяаны дор шинжилсэн. Нийт фенолт нэгдлийг Фолин-Чикольте урвалж ашиглан, спектрофотометрийн аргаар 760 нм долгионы уртад тодорхойлж, галлын хүчлийг стандарт болгон жиших муруй байгуулан тооцоолсон. Мөн антиоксидант идэвхийг хоёр аргаар тодорхойлсон. DPPH радикал дарангуйлах сорил нь 517 нм, ABTS+ катион радикал дарангуйлах сорил нь 734 нм долгионы уртад тус тус хийгдсэн. Янз бүрийн концентраци бүхий хандтай урвал явуулж, чөлөөт радикалын дарангуйлалтын хувийг тооцсон. Судалгааны үр дүнд Chara vulgaris нь нийт фенолт нэгдлээр баялаг, антиоксидант идэвх өндөртэй болох нь тогтоогдсон. Энэ нь уг замгийг эрүүл мэндийн нэмэлт бүтээгдэхүүн, эмийн түүхий эд, хүнсний бүтээгдэхүүн болгон ашиглах боломжтойг харуулж байна. Түүнчлэн манай орны биологийн төрөл зүйл дээр үндэслэсэн судалгааг өргөжүүлэх, байгальд ээлтэй хэрэглээний шинэ чиглэлд хувь нэмэр оруулах ач холбогдолтой юм.

Түлхүүр үг

Замаг, Chara vulgaris, антиоксидант, фенолт нэгдэл, DPPH, ABTS

Удиртгал

Бодисын солилцооны явцад хүний биед маш олон тооны чөлөөт радикалууд үүсч байдаг ба үүнийг хүчилтөрөгчит урвал гэж нэрлэдэг. Бие махбод өөрөө чөлөөт радикалуудыг зайлуулах каталаза, супер оксидесмутаза зэрэг олон ферментийн системүүдтэй байдаг. Гэсэн хэдий ч орчин үед хүрээлэн буй орчны бохирдол болон амьдралын буруу хэв маягаас үүдэлтэй олон өвчин энэхүү чөлөөт радикалууд үүсч байна. Иймээс хүн исэлдэлтийн эсрэг үйлдэлтэй бодисыг гаднаас зохих тунгаар хэрэглэх зайлшгүй шаардлагатай юм. Антиоксидант гэдэг нь "исэлдэлтийн эсрэг" гэсэн утгатай исэлдэн ангижралтын потенциал маш багатай ангижруулагч бөгөөд чөлөөт радикалуудад дутагдаж байгаа электроныг нөхөж өгснөөр хялбар исэлдэж тухайн эс болон организмыг бүхэлд нь аюулгүй болгож хамгаалдаг. Ийм шинж чанартай бодис нь бага концентрацид уураг, нүүрс ус, липид, ДНХ-ийн исэлдэлтийг саатуулж, дарангуйлдаг. Амьд бие махбодын эд дэх физиологийн исэлдэх процессын дүнд үүссэн чөлөөт радикалыг саатуулах антиоксидант хамгаалалтын механизм нь аэроб организмд хөгжсөн байдаг. Организмд антиоксидантаар баялаг хоол тэжээл, хүнсний бүтээгдэхүүн хэрэглэх шаардлагатай болж байна. Бусад судалгааны материалд тулгуурлан (Al-Sultan et al., 2021) (Asmaa, 2021 vol1) замгийг антиоксидантаар баялаг хэмээн үзэж дараах судалгааг хийсэн. Замгийг бүтэц зохион байгуулалтаар нь макро ба микро замаг гэж ангилдаг. Микро буюу бичил замаг нь экологийн янз бүрийн нөхцөлд дасан

зохицож, хөрс, ургамал, амьтан, шавжтай симбиоз харилцан үйлчлэлд оршиж, хөрсний үржил шимийг сайжруулах, ургамлыг шим тэжээлээр хангах, газрын баялаг бүрдүүлэх, бодисын эргэлтэд оролцох, агаарыг цэвэршүүлэх зэрэг чухал үүрэгтэйгээс гадна үйлдвэрлэлийн микробиологид уураг витамин, аминхүчил, антибиотик, ферментийн гол нийлэгжүүлэгч болгон ашигладаг. (Mata et al., 2010). Учир нь бичил замгийг дээд ургамалтай харьцуулахад богино хугацаанд их хэмжээний бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэх чадвартай, фотосинтезийн эрчимжилт болон тэжээллэг чанараараа илүү өндөр байдаг учир дэлхий нийт олон төрлийн зорилгоор судлаж байна. Монгол орны замгийн судалгааны хувьд замгийн төрөл зүйлийн хамгааллын статусыг тогтоох, экологийн ач холбогдлыг үнэлэх ажлууд хийгдэж байна. (Dorofeyuk, Tsetsegmaa D, 2002). Манай монгол Хара замгийн 60 зүйл олон улсын улаан дансны зүйлийн шалгуураар үнэлсэн. (Ц.Бөхчулуун, Монгол орны ургамлын улаан данс, 2019) *Chara vulgaris* нь хар замгийн хүрээнд багтах бөгөөд химийн найрлага антиоксидант нэглийн судалгаа хийгдэж байгаагүй нь энэхүү сэдвийг сонгох үндэслэл болсон. Уг судалгааны үр дүн нь замгийн эрүүл мэнд болон ХАА-д шинэ эх үүсвэрийн боломж, байгалийн нөөцийг ухаалгаар ашиглах боломж бусад судалгааны харьцуулах материал болно гэж үзэж байна.

Судалгааны арга зүй

Судалгааны дээжийг Өгий нуурын Урд мэргэн шанаа хэсгээс усан захаас дотогш дөрвөн метр хүртэлх зайгаас Хара замгийг муур хэмээх багажаар болон усны хүчтэй давалгаанд эрэгт хөвж гарсан бодгалиудыг мөн цуглуулсан бөгөөд зориулалтын дагуу хадгалан тээвэрлэн зүйл тодорхойлох түлхүүр бичиг ашиглан ангилан цаашдын судалгаанд ашигласан. *Chara vulgaris* замгийн биологийн идэвхт бодисуудыг нимгэн үеийн хроматографийн аргаар (TLC) ялгасан. Силикагель 60 F254 (Merck, Darmstadt, Germany) хроматографийн ялтсан дээр шинжилгээнд бэлдсэн уусмалыг 2 см зайтай шингээж, сэнсээр хатаав. Дараа нь ялтсыг **хлороформ:метанол (8:2)** уусмал бүхий TLC камерт байрлуулж, уусгагч 10–15 см зам туулсны дараа гаргаж авсан. Хроматограмыг 5% H_2SO_4 , мөн 1% дифенилборилэтиламин (NP) ба 5% полиэтиленгликол (PEG) урвалжуудаар дараалуулан үйлчилж, үзэгдэх гэрэл болон хэт ягаан туяаны 254 нм, 365 нм долгионы урттай гэрэлд тус тус шинжилсэн..

Замгийн дээжид агуулагдах нийт фенолт нэгдлийг Фолин-Чикольте урвал болон спектрофотометрийн аргаар тодорхойлов (Maurya S). Шингэн хандыг бэлтгэхдээ 1 г нунтагласан түүхий эдийг 70%-ийн этанолаар хоёр удаа хандалж, нийт хэмжээг 100 мл болгож **А уусмал** хэмээн тэмдэглэв. А уусмалаас 2 мл авч, нэрмэл ус, 0.2N Фолин-Чикольте урвалж болон 10% Na_2CO_3 уусмал нэмэн урвалыг 30–40 минут явуулсны дараа **760 нм** долгионы уртад шингээлтийг хэмжив.

Галлын хүчлийг стандарт болгон ашиглаж, 15–250 мкг/мл концентраци бүхий уусмалууд бэлтгэн, жиших муруй байгуулж, дээжийн фенолт нэгдлийн хэмжээг тооцоолсон.

Замгийн дээжийн антиоксидант идэвхийг DPPH радикал болон ABTS⁺ катион радикал зайлуулах аргуудаар харьцуулан судлах нь аргыг илүү баталгаатай нарийвчлалтай болгож өгч байна..

Антиоксидантууд нь DPPH-д электрон өгснөөр нил ягаан өнгө бүхий DPPH уусмал шар болж өнгөө хувирган ангижирдаг буюу чөлөөт радикалыг дарангуйлах чадварыг тодорхойлох түгээмэл арга бөгөөд энэ өнгөний өөрчлөлтийг спектрометр 517 нм-д хэмжин тодорхойлдог. Хуруу шилэнд тус бүр 1.5 мл метанол хийж дээр нь 4.0, 2.0, 1.0, 0.5, 0.25 мг/мл концентрацитай байхаар тооцоолон метанолд уусган бэлтгэсэн судалж буй ханднаас 1.5 мл-ийг тус тус нэмнэ. Үүний дараа хуруу шил тус бүрд 1.5×10^{-5} М DPPH-ийн уусмалыг 3-5 минутын зайтай нэмж сайтар холиод харанхуй газар, тасалгааны температурт 30 минут байлгаж урвалыг явуулна. Дараа нь гэрэл шингээлтийг долгионы уртын 517 нм-ийн утгад спектрофотометрээр харгалзах концентрацитай харьцуулах уусмал тус бүртэй харьцуулан хэмжинэ.

Харьцуулах уусмалын шингээлт: хуруу шилэнд тус бүр 1.5 мл метанол дээр нь тохирох концентрацитай судалж буй ханднаас 1.5 мл-ийг нэмж гэрэл шингээлтийг хэмжинэ.

DPPH радикалын шингээлт: хуруу шилэнд 1.5 мл метанол авч дээр нь 6×10^{-5} М DPPH нэмээд гэрэл шингээлтийг хэмжинэ.

ABTS арга нь радикалын дарангуйлах идэвхийг өнгөний өөрчлөлтөөр тодорхойлдог. Замгийн дээжийн метилийн спиртэн хандыг $ABTS^+$ катион радикалтай үйлчлэлцүүлж гэрэл шингээлтийг гэрлийн долгионы 734 нм-н утгад спектрофотометрээр хэмжин антиоксидант идэвхийг тодорхойлов (Pellegrini N).

Ажлын уусмал бэлтгэх: 7.4 мМ $ABTS^+$ ба 2.6 мМ калийн персульфатын ($K_2S_2O_8$) усан уусмалаас тус бүр 5 мл-ийг авч холиод тасалгааны температурт, харанхуй газар 12-16 цагийн турш байлган урвал явуулна. Үүний дараа энэ уусмалаас тагтай шилэн саванд 1 мл-ийг авч долгионы уртын 734 нм-т 0.7 ± 0.02 шингээлттэй байхаар тохируулан 96 %-ийн этанол нэмж шингэлнэ.

Судалж буй замгийн метилийн спиртэн ханднаас 4.0, 2.0, 1.0, 0.5, 0.25 мг/мл концентрацитайгаар 96 %-ийн этанолын спиртэнд уусган бэлтгэнэ. Хуруу шилэнд дээж тус бүрээс 300 мкл-ийг авч, дээр нь 3000 мкл $ABTS^+$ -ийн ажлын уусмалаас нэмж, тасалгааны температурт, харанхуй газар 6 минут байлган урвал явуулсны дараа уусмалын гэрэл шингээлтийг долгионы уртын 734 нм-ийн утгад спектрофотометрээр харгалзах концентраци бүхий харьцуулах уусмал тус бүртэй харьцуулан хэмжинэ.

Судалгааны үр дүн

Замгийн дээжийн чанарын шинжилгээний үр дүн

Замгийн метанолон хандны чанарын шинжилгээг НҮХ-н аргаар туйл багатай хлороформ : метанол - 8 : 2 уусгагчийн системд явуулж, хроматограмуудыг үзэгдэх гэрэл болон хэт ягаан туяанд шалгаж, 5 % H_2SO_4 болон NP/PEG оношлуур урвалжуудаар үйлчлэн химийн бүрэлдэхүүн, найрлагын талаар анхан шатны мэдээлэл авлаа (Зураг 1).

Замгийн метанолон хандны чанарын шинжилгээг нимгэн үеийн хроматографийн (НҮХ) аргаар



Зураг 2. Замгийн метанолон хандны нимгэн үеийн хроматограмм

явуулсан бөгөөд шинжилгээгээр замгийн ханданд хлорофил, терпен, танниний төрлийн нэгдлүүд болон фенол хүчил, энгийн фенол, моно болон ди сахар агуулсан байж болзошгүйг харууллаа. Энэ нь замгийн биологийн идэвхтэй нэгдлүүд болох фенолт нэгдлүүд, терпенүүдийг агуулж байгааг гэрчилж байна. Тиймээс замгийн ханд нь антиоксидант идэвхийг үзүүлэх боломжтой эх сурвалж юм.

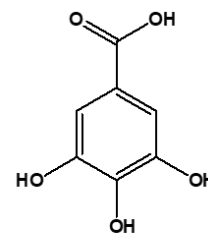
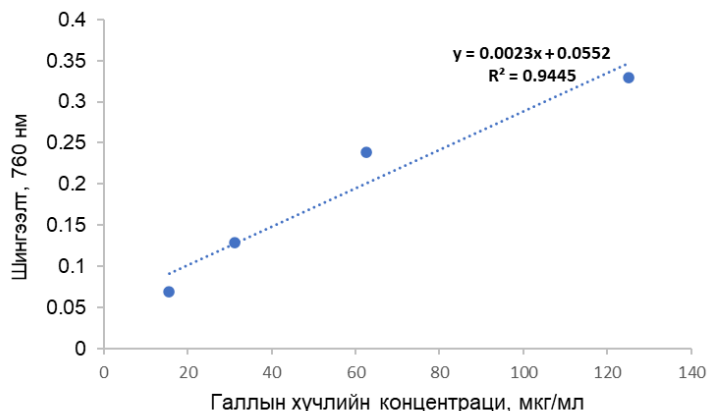
Хүснэгт 1. Биологийн идэвхт бодис НҮХ-д илрэх өнгө

НҮХ-д илэрсэн толбоны өнгө	БИБ
Ногоон өнгө	Хлорофил
Улаан өнгө	Терпен
Шар өнгө	Таннин
Хөх цэнхэр өнгө	Фенолын хүчил, энгийн фенолт нэгдэл

Хар өнгө	Моносахар, диасахар
----------	---------------------

Нийт фенолт нэгдлийн хэмжээг тодорхойлсон үр дүн

Замгийн дээжид агуулагдах нийт фенолт нэгдлийн хэмжээг спектрофотометрийн аргаар галлын хүчилд шилжүүлэн тодорхойлж үр дүнг Хүснэгт 2-т нэгтгэн харууллаа.



Галлын хүчил

Зураг 3. Стандарт галлын хүчлийн жиших муруй

Шилжилтийн шугамын тэгшитгэл нь $y = 0.0023x + 0.0552$ байна. Энэ нь галлийн хүчлийн концентрац 1 мг/мл-р нэмэгдэхэд лигнины хэмжээ 0.0023 л/100 г-р нэмэгдэж байна. График дээрээс харахад галлийн хүчлийн концентраци ба лигнины хэмжээ хоорондын хамаарал нь линейн буюу шууд пропорциональ байна. График дээрх R-квадрат нь 0.9545 буюу өгөгдлийн 95.45%-ийг тайлбарлаж чаддаг.

Хүснэгт 2. Замгийн дээж дэх нийт фенолт нэгдлийн хэмжээ

Дээж	Нийт фенолт нэгдэл, мг/г (галлын хүчилд шилжүүлснээр)
Chara замаг	15.258±0.287

Замгийн дээжид агуулагдах нийт фенолт нэгдлийн хэмжээг спектрофотометрийн аргаар тодорхойлсон бөгөөд 15.258±0.287 мг/г галлын хүчилд шилжүүлэн хэмжигдсэв. Энэ нь замгийн ханданд фенолт нэгдэл тодорхой хэмжээгээр агуулагддаг бөгөөд эдгээр нь антиоксидант үйлдэл үзүүлэх гол нэгдлүүд болохыг нотоллоо.

Антиоксидант идэвхийн үр дүн

Замгийн дээжийн антиоксидант идэвхийг DPPH радикал болон ABTS⁺ катион радикал зайлуулах аргуудаар харьцуулан судлаж үр дүнг Хүснэгт 3-т харууллаа.

Хүснэгт 3. Замгийн дээжийн антиоксидант идэвх

Дээж хэмжээ мг/мл	ABTS ⁺ радикал зайлуулах идэвх, %	Дундаж идэвх, %	IC ₅₀ , мг/мл	DPPH радикал зайлуулах идэвх, %	Дундаж идэвх, %	IC ₅₀ , мг/мл
0.25	19.124	18.63±0.532	2.881±0.696	12.037	12.51±0.56	1.041±0.873
	18.248			12.977		
	19.270			12.624		
	18.394			11.802		
	18.102			13.094		

0.5	24.233	24.87±0.479		36.347	35.36±0.630	
	25.401			35.525		
	25.109			35.291		
	25.109			34.821		
	24.525			34.821		
1	36.642	36.72±1.045		49.612	49.73±0.484	
	35.912			50.557		
	38.540			49.383		
	36.351			49.384		
	36.204			49.736		
2	47.299	46.39±0.551		61.244	59.13±1.91	
	46.423			60.18		
	46.131			59.953		
	45.839			56.664		
	46.277			57.604		
4	58.102	57.72±0.873		66.294	66.13±0.76	
	57.956			66.177		
	58.686			66.294		
	57.518			64.885		
	56.350			66.991		
Рутин			0.418±0.94			0.266±0.16

Судалгааны дүнд бид замгийн ханд бүрийн чөлөөт радикалыг дарангуйлах идэвх (%), IC50 (радикалыг 50% саатуулах концентраци)-г тогтоосон ба IC50 < 200 мг/мл замгийг антиоксидант идэвхтэй гэж үзлээ. Мөн дээжийн хэмжээ ихсэхэд антиоксидант идэвх нэмэгдэж байгаа нь туршилтаар тогтоогдлоо.



Зураг 4. DPPH болон ABTS аргаар хэмжсэн антиоксидант хэмжээ

Судалгаагаар замгийн дээжүүд өндөр антиоксидант идэвх үзүүлж байгаа нь тодорхой болов. Ялангуяа, 2 мг/мл концентрацитай дээжийн антиоксидант идэвх ABTS+ радикал зайлуулах аргаар 46.39% хүрч, DPPH радикал зайлуулах аргаар 59.13% байлаа. Үүний зэрэгцээ, IC50 утга нь 2 мг/мл дээжид 57.72% (ABTS+) ба 66.13% (DPPH) байх бөгөөд энэ нь замгийн ханд өндөр тундаа хүчтэй антиоксидант үйлдэл үзүүлж байгааг илтгэнэ. Судалгааны үр дүнгээс харахад, замгийн ханд өндөр концентрацитай байх үед антиоксидант идэвх нэмэгдэж, энэ нь ургамлын химийн бүрэлдэхүүнтэй холбогдож байгаа нь тодорхой болсон. Рутин хувьд DPPH болон ABTS+ радикал зайлуулах идэвх нь хүчтэй идэвхтэй буюу 0.418% (ABTS+) ба 0.266% (DPPH) байсан бол замгийн дээжийн идэвх илүү өндөр байсан. Иймд замгийн ханд нь рутинтай харьцуулахад үр дүнтэй антиоксидант эх сурвалж болох боломжтой. Үр дүнг ижил төрлийн ялгаатай зүйлийн замаг болох *Chara hispida*-тай харьцуулав. *Chara hispida*-гийн метанолын хандны ABTS сорилын дарангуйлалтын хувь нь ойролцоогоор 2.014 мг/мл байсан. Үүнээс үзэхэд *Chara hispida* нь антиоксидант чанар өндөртэй гэдгийг харуулсан судалгаа юм. (Asmaa, 2021 vol1)

	Судалгааны арга		<i>Chara vulgaris</i>	<i>Chara hispida</i>
1	DPPH	IC ₅₀ (мг/мл)	1.041±0.873	18.728
2	ABTS		2.881±0.696	2.014

Үүнээс үзэхэд **Chara** овгийн замгууд нь антиоксидант өндөр идэвхтэй байна. Өмнө нь бид дээд ургамлууд, жимс жимсгэнэ зэргээс антиоксидант чанарыг судалж, тэдгээрийг эрүүл мэндийн бүтээгдэхүүн, хоол хүнсэнд өргөнөөр ашигладаг байсан. Харин усан орчны экосистем дэх замганд ч мөн адил олон төрлийн антиоксидант идэвхтэй бодис агуулагдаж байгаа нь байгальд асар их нөөц байгааг харуулахын зэрэгцээ судалгаа, ашиглалтын шинэ боломжийг нээж байна. Мөн замгийн биологийн олон янз байдлыг илүү өргөнөөр судлах шаардлагатайг харуулж байна. Замгуудын антиоксидант шинж чанар нь хүний биед чөлөөт радикалуудын сөрөг нөлөөг бууруулах, эсийн гэмтлийг багасгах, хөгшрөлтийн үйл явцыг удаашруулахад туслах боломжтой тул байгалийн гаралтай эмчилгээний болон гоо сайхны бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэлд чухал ач холбогдолтой юм.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгаагаар Өгийнуур сумын нуурын эрэгт ургамал болон замгийн дээжийн антиоксидант идэвхийг тодорхойлох, химийн найрлагыг шинжилж дараах үр дүнгүүдийг гаргасан.

- *Chara vulgaris* замгийг ерөнхий шинжид тулгуурлан бусад замаг болон дээд ургамлуудаас ангилан зүйлийн түвшинд тодорхойлсон.
- Өгийнуурын замгийн дээжинд өндөр хэмжээний фенолт нэгдлүүд (15.258±0.287 мг/г) илэрсэн. Энэхүү фенолт нэгдэл нь биологийн идэвхийн гол эх үүсвэр болж байна. Замгийн метилийн спиртийн ханд нь хлорофил, терпен, таннин, фенол хүчил, моносахар, дисахар зэрэг биологийн идэвхт нэгдлүүдийг агуулж байна.
- Антиоксидант идэвх нь DPPH 0.41±0.873 аргаар ABTS+ аргаар 2.881±0.696 хүрч, стандарт антиоксидант болох рутинтай харьцуулж идэвхтэй үзүүлэлт үзүүлсэн. Замгийн дээж өндөр тундаа буюу концентраци ихсэхэд антиоксидант ихсэж байна.

Талархал

Судалгааны ажлыг хэрэгжүүлэхэд удирдамж өгсөн ШУА-ийн Хими, Химийн Технологийн хүрээлэнгийн Э.Пүрэвдорж Ph.D, Байгалийн нэгдлийн хүрээлэнгийн Ц.Бөхчулуун Ph.D, талархал илэрхийлье.

Ном зүй

Asmaa, S. (2021 vol1). Antioxidant and Antibacterial activities of the methanol extract of *Chara hispida* freshwater green algae of characea. *Pharmacology online*, 464-471.

- D.Dorothee Tshilanda K.Paulin Mutwale V.Damase B.Philippe. (2016). Chemical Fingerprint and Anti-Sickling Activity of Rosmarinic Acid and Methanolic Extracts from Three Species of Ocimum from DR Congo. *Journal of Biosciences and Medicines* .
- Dorofeyuk, Tsetsegmaa D. (2002). *Conspectus of algae flora in Mongolia*. Moscow.
- L.Luciana Mensor S.Fabio G.Glida. (2001). Screening of Brazilian Plant Extracts for Antioxidant by the Use of DPPH free radicals. *National Center of Biotechnology Information* , 127-130.
- Rajan Singh Sandeep Stand Upadhyay. (2019). Chara as potential source of bioactive compounds . *International Conference on Global Research initiatives for sustainable Agricultural and Allied Sciences*.
- Romanow R.E, L. Z. (2014). The charophytes of Mongolia. *Nova Hedwiga Vol.98*, 127-150.
- Sviridenko. (2005). The macro algae of the Lake Tolbo-Nuur (western Mongolia). *The natural conditions, history and culture of Western Mongolia and neighboring regions*, 283-286.
- Ц.Батсүх. (2011). *Зохицуулах үйлчилгээтэй хүнс судлал*. Улаанбаатар .
- Ц.Бөхчулуун. (2019). *Монгол орны ургамлын улаан данс* . Улаанбаатар .
- Ц.Бөхчулуун. (2019). *Монгол орны ургамлын улаан данс*. Улаанбаатар.
- Ц.Бөхчулуун. (2020). *Монгол орны усны сав газар ба замгийн зүйлийн баялаг*. Улаанбаатар .
- Цэцэгмаа. (2006). *Замгийн ургах эвшил, тархац нөөцийн судалгаа*. Улаанбаатар.
- Цэцэгмаа, Д. (2005). *Монгол орны замгийн хүрээ, зарим төрлийн таних товч түлхүүр бичиг*. Улаанбаатар хот.

Antioxidant activity of *Chara vulgaris*, a Green Alga

Munkhtuya.U^a, Ariunzul.B^b

^a Department of Chemistry, SMNS, MNUE

^bOyunlag School

Corresponding author: munkhtuya.u@msue.edu.mn

Abstract

This study aimed to investigate the antioxidant activity, total phenolic content, and biologically active compounds (BACs) of *Chara vulgaris*, a species of green algae collected from Ögii Lake, Arkhangai Province, Mongolia. *Chara vulgaris*, a member of the Charophyceae group, is a rare freshwater alga in Mongolia. While numerous international studies have confirmed its antioxidant potential, research on this species within Mongolia remains limited.

Dried algal samples were extracted with ethanol. Thin-layer chromatography (TLC) was used to isolate BACs, which were then analyzed under visible and ultraviolet (UV) light at wavelengths of 254 nm and 365 nm. The total phenolic content was determined using the Folin–Ciocalteu reagent and measured spectrophotometrically at 760 nm, using gallic acid for the calibration curve.

Antioxidant activity was assessed using two methods: the DPPH radical scavenging assay at 517 nm and the ABTS⁺ cation radical scavenging assay at 734 nm. Algal extracts of various concentrations were tested, and the percentage of free radical inhibition was calculated.

The results indicated that *Chara vulgaris* possesses high total phenolic content and strong antioxidant activity. These findings suggest its potential as a raw material for health supplements, pharmaceuticals, and functional foods. Moreover, this study highlights the importance of expanding research on Mongolia's native biological resources and supports the development of sustainable and eco-friendly applications.

Keywords: Algae, *Chara vulgaris*, antioxidant, phenolic compounds, DPPH, ABTS⁺

Үетний овгийн (Poaceae Barnhart) ургамлыг таньж тодорхойлоход навчны эпидермисийн шинжийг ашиглах нь

Т.Баянмөнх, Т.Мөнхзул, Т.Амин-Эрдэнэ
МУБИС, МБУС, Биологийн тэнхим
Холбоо барих зохиогч: tmunhzul93@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0002-9795-2539>

Хүлээн авсан: 2025.04.10

Засварласан: 2025.05.23

Хэвлэлтэд авсан: 2025.08.29

Хураангуй

Энэхүү судалгаагаар Монгол орны дорнод бүсийн хуурай хээрийн нөхцөлд тархдаг үетний овгийн 30 зүйлийн ургамлын навчны эпидермисийн бичил морфологи, анатомийн шинжүүдийг судлав. Ургамлыг Тосон Хулстай байгалийн нөөц газраас цуглуулж, микроскопийн аргаар эпидермисийн эсийн хэлбэр, хажуугийн ханын бүтэц, амсрын төрөл, хэмжээ, өргөс зэргийг харьцуулав. Эпидермисийн эсийн хэлбэр нь сунасан, тэгш өнцөгт болон жигд бус хэлбэртэй, гол үр дүн нь бүх зүйлийн амсар нь парацидик төрөлтэй байв. Хажуугийн (антиклиналь) хана нь долгиотсон хэлбэртэй, харин цөөн ургамлын хана нь шулуун эсвэл тахир хэлбэртэй байв. Судалгаанд хамрагдсан зүйлүүд эс болон амсрын хэмжээ статистикийн хувьд ялгаатай байв ($P < 0.0001$). Зарим зүйлд өргөсөнцөр бүхий үс илэрсэн бол цахиурын биет огт ажиглагдаагүй. Энэхүү судалгаа нь манай орны үетний овгийн ургамлыг таньж тодорхойлох арга зүйд дутагдалтай байгаа навчны эпидермисийн шинжүүдийг судлан цаашид ашиглах боломжтойг харуулж байна.

Түлхүүр үг

Үетэн, навчны эпидермис, амсар, эсийн хэмжээ

Удиртгал

Үетний овгийн (Poaceae Barnhart.) ургамлууд нь дэлхийд өргөн тархсан (cosmopolitan), дасан зохицох чадвар өндөртэй, амжилттай хөгжсөн цэцэгт ургамлын бүлгүүдийн нэгэнд тооцогддог. Эдгээр ургамлууд нь уур амьсгалын нөхцөл, олон янзын экологийн нөхцөлд дасан зохицох чадвартай бөгөөд ургамлын газарзүйн бүхий л бүсэд тархсан байдаг (Oyediran et al. 2004). Дэлхийд үетний овгийн 855 төрлийн 12379 зүйл бүртгэгдсэн байдаг (<https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/627FW>).

Монгол орны ургамлын аймагт үетний овог нь зүйл, тархац, экологи-эдийн засгийн ач холбогдлоороо чухал байр суурь эзэлдэг. Энэ овгийн ургамлууд нь хуурай хээрийн бүс нутгийн ургамлан нөмрөгт зонхилох үүрэг гүйцэтгэдэг, хадлан бэлчээрийн чухал нөөц болдог төдийгүй хээрийн экосистемийн голлох бүлгэмдлийг бүрдүүлдэг (Түвшинтогтох, 2014).

Үетний овгийн ангилал зүйд олон жилийн судалгаа хийгдэж ирсэн ч генератив, вегетатив эрхтнүүдийн гадаад морфологийн шинж чанар зарим тохиолдолд зөрчилдөөнтэй, ялгахад төвөгтэй байдаг. Ийм тохиолдолд нарийвчилсан тодорхойлолт хийхийн тулд микроскопын бүтэц, тухайлбал анатомийн болон эпидермийн шинжүүдийг судлах нь таксономийн оновчтой тодорхойлолтод чухал дэмжлэг болдог (Gilani et al. 2003; Yousaf et al. 2008; Birjees et al. 2021; Khan et al. 2021).

Үетний овгийн ургамлууд нь хувьслын явцдаа цэцгийн бүтэц, зарим морфологийн шинжүүд багасаж, гадаад шинжээр ялгахад хүндрэлтэй болсон нь судлаачдад олон төрлийн шинжилгээний аргыг ашиглах шаардлага урган гарчээ

Иймд навчны эпидермисийн бүтэц, морфологи нь ургамлыг тодорхойлох, ангилах, филогенетик хамаарлыг үнэлэхэд хэрэгцээтэй найдвартай шинж чанар болж өгдөг (Prat 1936; Stebbins 1956; Metcalfe 1960; Ellis 1986; Mejia-Saules & Bisbey 2003; Khan et al. 2020).

Навчны эпидермис нь усны зохицуулалт, гадны нөлөөллөөс хамгаалах үүрэгтэй олон янзын эсүүдээс бүрддэг бөгөөд эдгээрийн бүтэц, төрөлжилт нь таксономийн хувьд онцгой ач холбогдолтой (Khan et al. 2011). Судалгаагаар эдгээр шинжүүд нь ургамлын төрөл зүйл хоорондын ялгаа, төрөл зүйлийн хамаарлыг илрүүлэхэд чухал баримт болох нь батлагдсан (Chaudhary et al. 2001).

Манай орны үетний овгийн ургамлыг таньж тодорхойлох арга зүйд дутагдалтай байгаа навчны эпидермисийн шинжүүдийг судлах нь зөвхөн ургамлыг тодорхойлоход төдийгүй энэ аргаар ургамлыг

тодорхойлох зурган түлхүүрийг боловсруулсан байхад цаашид зэрлэг туруутан амьтдын идэш тэжээлийн бүтцийг харьцуулахад үнэтэй мэдээлэл болох юм.

Судалгааны материал, арга зүй

Судалгаанд хуурай хээрийн бүсэд байрлах Тосон Хулстай байгалийн нөөц газар (БНГ)–аас Үетний овгийн нийт 22 төрлийн 30 зүйлийн ургамлыг цуглуулсан. Ургамлын дээжийг 2013-2023 оны VII–VIII сард цуглуулсан бөгөөд байршил, гербарийн кодыг Хүснэгт 1–д тусгасан болно.

Хүснэгт 1

Судалгаанд хамрагдсан ургамлуудын нэр, цуглуулсан газар, код

No	Зүйлийн нэр	Өргөрөг	Уртраг	Гербарийн код
1	<i>Achnatherum splendens</i> (Trin.) Nevski	48.08735	113.48802	TKH20140878
2	<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn.	48.25703	113.23159	TKH20200895
3	<i>Agrostis divaricatissima</i> Mez	48.35217	112.98073	TKH20200897
4	<i>Agrostis vinealis</i> Schreb.	47.83967	112.72434	TKH20140881
5	<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fern.	48.01059	112.72426	TKH20140883
6	<i>Bromus inermis</i> Leyss.	47.83987	112.59615	TKH20140885
7	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	48.09589	112.59615	TKH20208101
8	<i>Chloris virgata</i> Sw.	47.92511	112.46907	TKH20140887
9	<i>Cleistogenes squarrosa</i> (Trin.) Keng	48.01052	112.46916	TKH20210861
10	<i>Elymus gmelinii</i> (Ledeb.) Tzvelev	48.09589	112.46905	TKH20136102
11	<i>Enneapogon desvauxii</i> P.Beauv.	48.18131	112.46908	TKH20136104
12	<i>Eragrostis minor</i> Host	48.26661	112.46916	TKH20136106
13	<i>Hordeum brevisubulatum</i> Link	48.18123	112.3402	TKH20210862
14	<i>Koeleria macrantha</i> (Ledeb.) Schult.	48.08657	113.73338	TKH20208105
15	<i>Leymus chinensis</i> (Trin.) Tzvelev	48.0957	112.3403	TKH20210865
16	<i>Melica virgata</i> Turcz. ex Trin.	48.01048	112.34033	TKH20140890
17	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	47.9251	112.34033	TKH20140892
18	<i>Poa argunensis</i> Roshev	48.17198	113.6166	TKH20210866
19	<i>Poa attenuata</i> Trin. subsp. <i>attenuata</i>	48.25714	113.61652	TKH20210868
20	<i>Poa attenuata</i> subsp. <i>botryoides</i> (Trin.) Tzvelev	48.25708	113.48842	TKH20210869
21	<i>Poa versicolor</i> Besser subsp. <i>versicolor</i>	48.35217	112.98073	TKH20210871
22	<i>Puccinellia macranthera</i> V.I.Krecz.	47.83967	112.72434	TTKH20140894
23	<i>Puccinellia tenuiflora</i> Scribn & Merr.	48.0875	113.85	TKH20140896
24	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	48.25703	113.23159	TKH20136109
25	<i>Stipa baicalensis</i> Roshev.	48.2579	113.1032	TKH20208108
26	<i>Stipa grandis</i> P.A.Smirt.	48.08657	113.73338	TKH20208110
27	<i>Stipa krylovii</i> Roshev.	48.0957	112.3403	TKH20210877
28	<i>Stipa sibirica</i> (L.) Lam.	48.08657	113.73338	TKH20208113
29	<i>Tripogon chinensis</i> Hack.	48.0957	112.3403	TKH20136110
30	<i>Trisetum sibiricum</i> Pupr.	48.17262	113.10273	TKH20136111

Тосон Хулстай БНГ нь Монгол орны дорнод хэсэгт Улаанбаатар хотоос зүүн тийш 500 км–т орших ба Хэнтий аймгийн Баян-Овоо, Норовлин; Дорнод аймгийн Баянтүмэн, Цагаан-овоо, Хөлөнбуйр сумдын нутгийг хамарсан нийт 469.928 мянган га газрыг хамран оршдог.

Ургамал таньж тодорхойлохдоо Монгол орны гуурст ургамал таних бичиг, Flora of China зэрэг тодорхойлох бичгүүдийг ашиглав. Зүйл бүрийн нэршлийг International Code Botanical Nomenclature (ICBN; Vienna code, 2016), World Checklist of Selected Plant (WCSP, 2021) зэрэг олон улсын ангилал зүйн веб сайтуудын дагуу хүлээн зөвшөөрөгдсөн нэршилээр тэмдэглэв.

Навчны эпидермисийг судлахдаа тодорхойлсон ургамлын гербариаас дээжийг авч буцалсан усанд 24 цаг дэвтээв. Дэвтээсэн навчны доод гадаргуугаас ойролцоогоор 1 см² талбай бүхий хэсгийг сахлын хутга эсвэл залуур зүү ашиглан хуулж авна (Korschgen, 1977). Бэлдсэн дээжүүдийг ургамлын эдээр байнгын бэлдмэл бэлтгэх арга зүйд тулгуурлан боловсруулав (Myers–Smith et al. 2015; Young et al. 2016). Эпидермисийн эс болон амсрын бүтэц, хэлбэрийг Bondada нарын (1994) арга зүйн дагуу ажиглаж, амсрын төрлийг тодорхойлохдоо Metcalfe (1960), Van Cotthem (1970)–ийн нэр томъёоны ангиллыг ашиглав. Эсийн бичиглэл болон хэмжилтийг Olympus CX21 микроскоп, түүнд холбодог

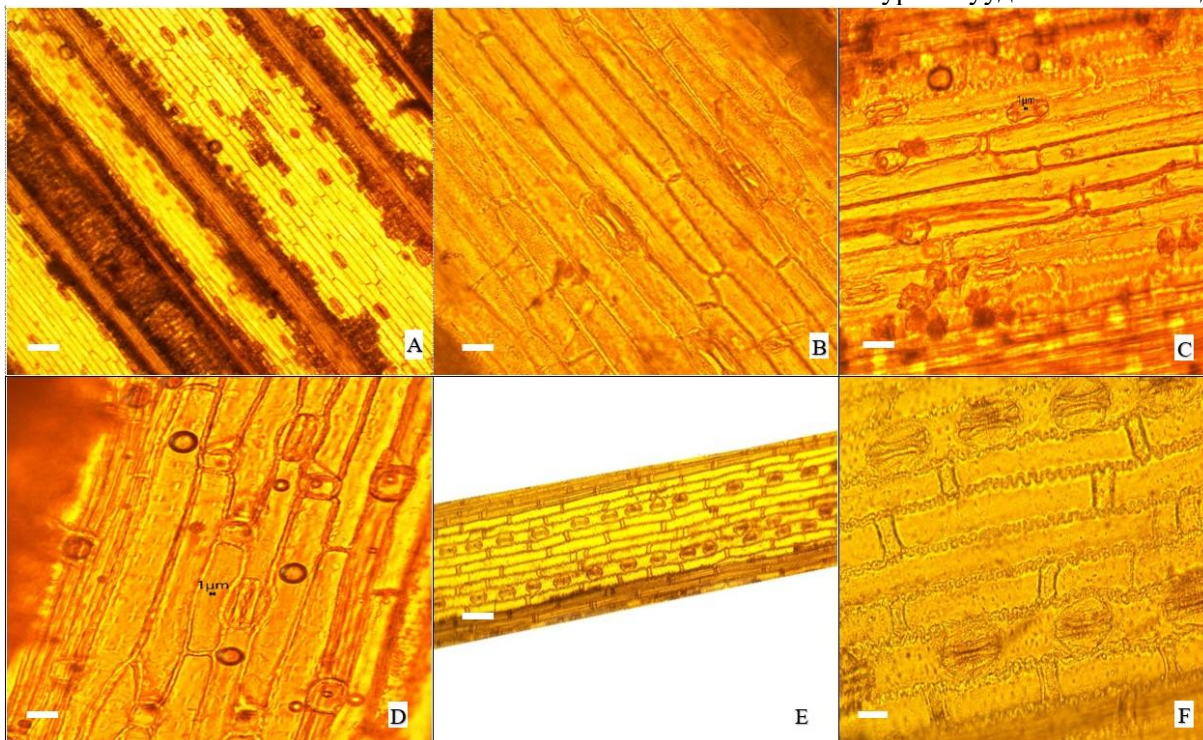
камер (OMAX A35180U3), Touch view программын тусламжтай хийж, зургийг баталгаажуулсан. Эсийн хэмжээг нэг дээж дээр 5 удаа давтан хэмжих аргыг хэрэглэж, статистик боловсруулалтыг JMP 10 программыг ашиглан нэг хүчин зүйлт вариацийн шинжилгээ (One-way ANOVA) хийх замаар гүйцэтгэсэн болно.

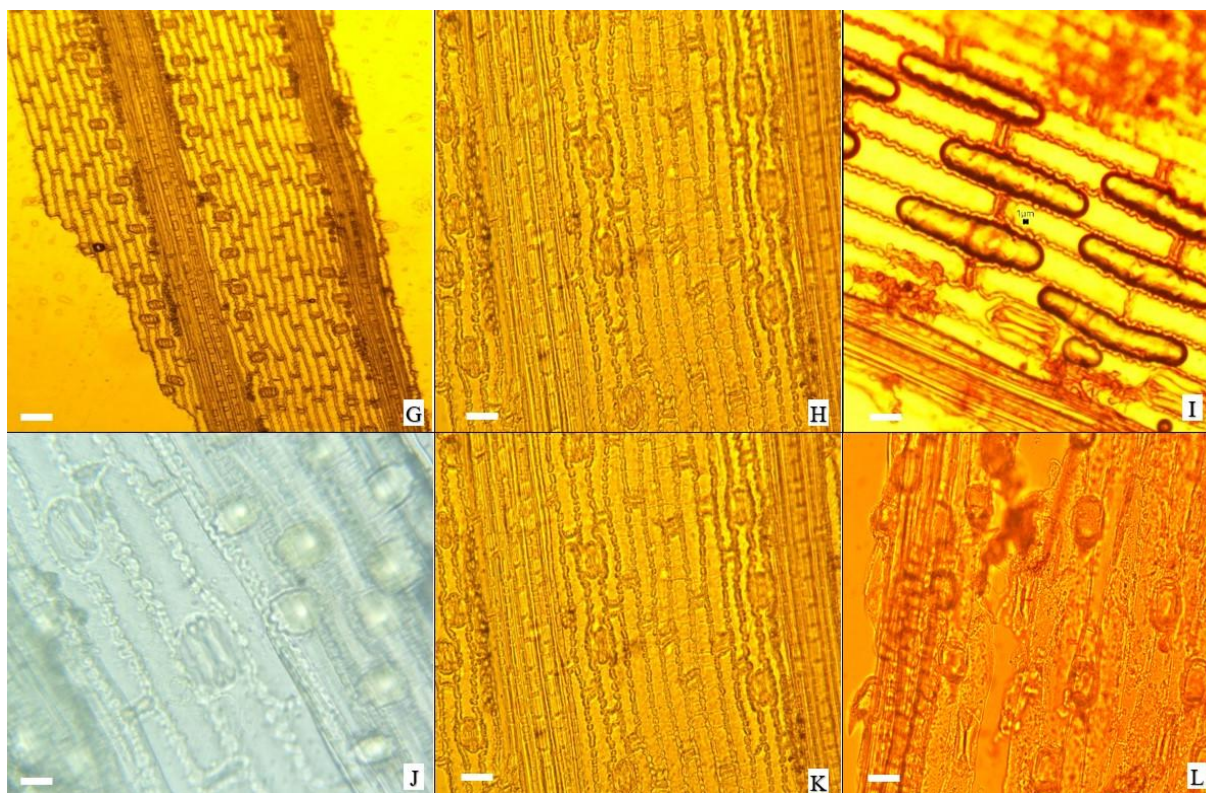
Судалгааны үр дүн

Эпидермисийн эсийн онцлог шинж. Судалгаанд хамрагдсан үетний овгийн ургамлуудын навчны эпидермисийн эсүүдийг хэлбэрийн онцлогоор нь гурван төрөлд ангилав. Үүнд: Сунасан, тэгш өнцөгт болон жигд бус хэлбэртэй эсүүд байв. Сунасан хэлбэртэй эсүүд бүхий зүйлд *Bromus inermis*, *Poa attenuata* subsp. *botryoides*; тэгш өнцөгт хэлбэртэй эсүүдтэй нь *Koeleria macrantha* ажиглагдсан бол бусад зүйлүүд нь (*Leymus chinensis*, *Elymus gmelinii*, *Agropyron cristatum*, *Tripogon chinensis*, *Hordeum brevisubulatum* гэх мэт) жигд бус хэлбэрийн эсүүдтэй байна. Эпидермисийн эсийн хажуугийн ханын (антиклинал хана) хэлбэрээр ялгаатай бөгөөд долгиотсон (sinuous), тахир (undulating), шулуун (straight) хана бүхий эсүүдтэй байв. Хажуугийн хана долгиотсон хэлбэр түгээмэл тохиолдсон ба тухайлбал: *Leymus chinensis*, *Stipa sibirica*, *Elymus gmelinii*, *Agropyron cristatum*, *Tripogon chinensis*, харин тахир хэлбэр *Koeleria macrantha* шулуун хэлбэр *Bromus inermis*, *Poa attenuata* subsp. *botryoides* байв (Зураг 1).

Зураг 1

Үетний овгийн ургамлуудын навчны эпидермис

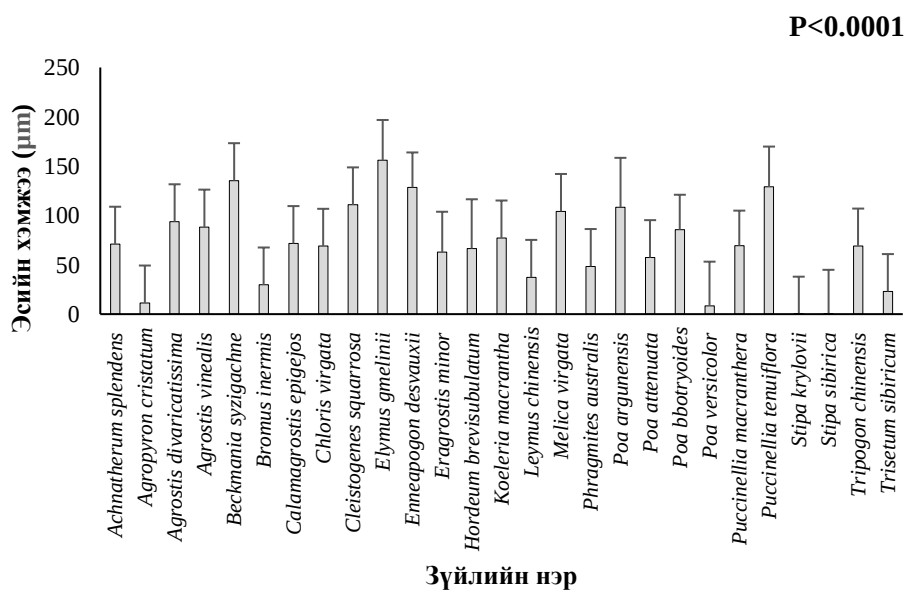




Bromus inermis (A–B), *Poa attenuata* subsp. *botryoides* (C), *Koeleria macrantha* (D), *Leymus chinensis* (E–F); *Stipa sibirica* (G–H); *Elymus gmelinii* (I); *Agropyron cristatum* (J); *Tripogon chinensis* (K); *Hordeum brevisubulatum* (L)

Эпидермисийн эсүүдийн хэмжээ зүйлийн хувьд ялгаатай ($F=6.34$; $DF=26$; $P<0.0001$) байв. Хамгийн урт хэмжээтэй эс *Elymus gmelinii* зүйлд илэрсэн ба хэмжээ нь $156.0\ \mu\text{m}$ байсан бол хамгийн бага хэмжээтэй эс *Poa versicolor* subsp. *versicolor* зүйл байна (Зураг 2).

Зураг 2
Судалгаанд хамрагдсан ургамлын эсийн хэмжээ



Амсар ба хамгаалагч эсүүдийн онцлог. Судалгаанд хамрагдсан бүх ургамлын навчинд паразитик (parasutic) хэлбэрийн амсар илэрсэн. Амсрын хэмжээ зүйлийн хооронд ялгаатай байв. Том

амсартай зүйл нь *Koeleria macrantha* зүйлд 35.6 μm урт, 3.2 μm өргөнтэй байсан (Зураг 1). Харин хамгийн жижиг амсар нь *Tripogon chinensis* зүйлд илэрч, урт нь 18.1 μm , өргөн нь мөн 3.2 μm байв.

Ихэнх үетний овгийн ургамалд үс (трихом) илрээгүй боловч *Hordeum brevisubulatum* зүйл нь жижиг өргөсөнцөр бүхий бүтэцтэй байснаараа бусдаас ялгарч байв (Зураг 1).

Хэлэлцүүлэг

Бид энэ судалгаагаар хуурай хээрийн бүсэд өргөн тархсан үетний овгийн зарим ургамлын навчны эпидермисийн бичил бүтцийн онцлогийг илрүүлэх ажлыг хийв.

Навчны эпидермисийн бичил морфологийн онцлогийг нарийвчлан судлах нь ургамлын ангилал зүйд маш чухал ач холбогдолтой болохыг өмнөх олон судалгаагаар онцлон тэмдэглэсэн байдаг (Ashfaq et al. 2019; Nameed et al. 2020). Эдгээр судалгаанд эпидермисийн эсийн хэлбэр, амсрын төрөл, байрлал, хэмжээ зэрэг шинж чанарууд нь зүйлийн түвшинд ялгаатай байж, ангилал зүйн шалгуур үзүүлэлт болох боломжтойг харуулсан байдаг (Ahmad et al. 2009; Chaudhary et al. 2001; Keshavarzi & Seifali 2005; Khan et al. 2017b, 2017c; Reimer & Cota-Sánchez 2007; Sharma & Kalia 1983). Манай судалгааны үр дүн ч эдгээр дүгнэлттэй нийцэж, үетний овгийн ургамлын дотор төрлийг ялган танихад навчны эпидермисийн бичил бүтэц үр ашигтайг харуулж байна. Ялангуяа Khan et al. (2022)-ын судалгаанд үетний овгийн ургамлыг таних түлхүүр боловсруулахдаа эпидермисийн шинжүүдийг гол үзүүлэлт болгон ашигласан нь энэхүү арга зүйн чухлыг баталж байна.

Манай судалгаанд хамрагдсан бүх ургамалд паразитик (paracytic) хэлбэрийн амсар ажиглагдсан бөгөөд энэ нь уг овгийн нийтлэг, оношлох шинж болохыг дахин нотолж байна. Уг үр дүн нь Khan нарын (2022) судалгааны үр дүнтэй бүрэн нийцэж байв.

Мөн Thompson & Estes (1986) нарын үетний овгийн ургамлын навчны эпидермисийн бүтцийн тухай судалгаанд цахиурын биет илрээгүй тухай дурдсан байдаг. Манай судалгаагаар ч цахиурын биет ажиглагдаагүй нь өмнөх судалгааны үр дүнг баталгаажуулж байна. Энэ нь хуурай хээрийн нөхцөлд ургадаг зарим үет ургамалд цахиурын биет байхгүй байх нь нийтлэг шинж байж болохыг илэрхийлж байна.

Дүгнэлт

Роасеае овгийн нийт 30 зүйлийг хуурай хээрийн бүс нутгаас цуглуулан, навчны эпидермисийн анатоми дээр тулгуурласан судалгаа хийлээ. Судалгаанд хамрагдсан зүйлүүд чанарын болон тоон үзүүлэлтүүдээрээ ялгарах анатомийн олон янз байдалтай байгааг харуулсан.

Эпидермисийн эсийн хэлбэр, амсрын эсийн төрөл, өргөсний орших байдал зэрэг чанарын шинжүүд дээр тулгуурлан төрлийг зөв тодорхойлох, ангилахад үр дүнтэй хэрэгсэл болж байна.

Навчны эпидермисийн шинж дээр үндэслэн манай орны үетний овгийн ургамлыг таних тодорхойлох боломжтойг харуулж байна.

Ном зүй

- Грубов, В.И. (1982). Определитель сосудистых растений Монголии. Л.: Наука. 442.
- Түвшинтогтох, И. (2014). Монгол орны хээрийн ургамалжил. УБ.: Бэмби сан. 206–345.
- Ahmad, F., M.A. Khan, M. Ahmad, M. Zafar, A. Nazir and S.K. Marwat. 2009. Taxonomic studies of grasses and their indigenous uses in the salt range area of Pakistan. Afri. J. Biotech., 8: 231–249. <http://www.academicjournals.org/AJB/PDF/pdf2009/19Jan/Farooq%20et%20al.pdf>
- Ashfaq, S., M. Ahmad M. Zafar S. Sultana, S. Bahadur, F. Ullah and M. Nazish. 2019. Foliar micromorphology of Convolvulaceae species with special emphasis on trichome diversity from the arid zone of Pakistan. Flora, 255: 110–124. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2019.04.007>
- Bondada, B.R. D.M. Oosterhuis, S.D. Wulschleger, K.S. Kim and W.M. Harris. 1994. Anatomical considerations related to photosynthesis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves, bracts, and the capsule wall. J. Exp. Bot., 45: 111–118. <https://doi.org/10.1093/jxb/45.1.111>
- Birjees, M., M. Ahmad, M. Zafar, A.S. Khan and I. Ullah. 2021. Palyno-anatomical characters and their systematic significance in the family Apiaceae from Chitral, eastern Hindu Kush, Pakistan. Microscopy Res. & Technol., 1–16. <https://doi.org/10.1002/jemt.23967>
- Chaudhary, M.I., A.S. Mumtaz and M.A. Khan. 2001. Leaf epidermal anatomy of medicinal grasses of Islamabad, Attock and Mirpur (Azad Kashmir). Pak. J. Biol. Sci., 4: 1466–1469.

- eFloras 2008. Published on the Internet. Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO & Harvard University Herbaria, Cambridge, MA. Available from: <http://efloras.org/>.
- Ellis, R.P. 1986. A review of comparative leaf blade anatomy in the Systematics of Poaceae. The past twenty five years. In: (Eds.): Soderstrom, T.R. et al., Grass systematics and evolution. Smithsonian Institute, Washington, DC, 3–10 p. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1573950400049078016>
- Gilani, S.S., M. Khan, Z. Shinwari, F. Hussain and Z. Yousaf. 2003. Taxonomic relationship of the genus Digitaria in Pakistan. Pak. J. Bot., 35: 261–278.
- Hameed, A., M. Zafar, R. Ullah, A.A. Shahat, M. Ahmad, S.I. Cheema and S. Majeed. 2020. Systematic significance of pollen morphology and foliar epidermal anatomy of medicinal plants using SEM and LM techniques. Microscopy Res. & Technol., 83(8): 1007–1022. <https://doi.org/10.1002/jemt.23493>
- ICBN; Vienna code, 2016. <https://www.iapt-taxon.org/nomen/main.php>
- Khan, I., K.B. Marwat, I.A. Khan, I.J. Khan, H. Ali, K. Dawar and H. Khan. 2011. Invasive weeds of southern districts of Khyber Pakhtunkhwa-pakistan. Pak. J. Weed Sci. Reswar., 17(2): 161–174.
- Khan, R., M. Ahmad, M. Zafar and A. Ullah. 2017b. Scanning electron and light microscopy of foliar epidermal characters: A tool for plant taxonomists in the identification of grasses. Microscopy Res. & Technol., 80: 1123–1140. <https://doi.org/10.1002/jemt.22909>
- Khan, R., A. Ullah, B. Khan, S.M. Khan and A. Rashid. 2017c. Comparative foliar micro morphological studies of tribe Arundinacea, Aristideae and Chlorideae from Malakand Agency, Khyber Pakhtunkhwa. Pak. J. Bot., 49: 33–42.
- Khan, A.S., M. Ahmad, M. Zafar, M. Athar, F.A. Ozdemir, S.A.A. Gilani and S.U. Khan. 2020. Morphological characterization of Hypnaceae (Bryopsida, Hypnales): Investigating four genera from Western Himalayas by using LM and SEM techniques. Microscopy Res. & Technol., 83(6): 676–690. <https://doi.org/10.1002/jemt.23458>
- Khan, A.S., M. Ahmad, S.A.A. Gilani, M. Zafar, M.A. Butt, M. Birjees, W. Akhtar, A. Waheed and M. Kaleem. 2021. Taxonomic implications of macro and micromorphological characters in the genus Brachythecium (Brachytheciaceae, Bryopsida) from the Western Himalayas: A combined light and scanning electron microscopic analysis. Microscopy Res. & Technol., 84: 3000–3022. <https://doi.org/10.1002/jemt.23859>
- Khan, A.S., M.A. Butt, SN. Shah, M. Ahmad, S. Kayani, M. Birjees. 2022. Leaf epidermal morphology and its systematic implications in poaceae: investigating 15 taxa from wetland areas. Pak. J. Bot., 54(6): 2281–2289. [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022-6\(26\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2022-6(26)).
- Keshavarzi, M. and M. Seifali. 2005. Value of anatomical structures of dorsal epidermis of Setaria (Poaceae) in Iran. Sci. & Technol. J., 1–10.
- Korschgen, Carl E. (1977). *Breeding Stress of Female Eiders in Maine*. p. 360–373. <https://www.jstor.org/stable/3800505>
- Meija, T. and F.A. Bisbey. 2003. Silica bodies and hooked papillae in lemmas of Melica species (Gramineae: Pooideae) Bot. J. Linn. Soc., 141: 447–463.
- Metcalf, C.R. 1960. Anatomy of the monocotyledons. I. Gramineae. Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19610700925>
- Myers-Smith, I., S. Elmendorf, P. Beck and M. Wilms. 2015. Climate sensitivity of shrub growth across the tundra biome. <https://www.researchgate.net/>
- Oyediran, I.O., B.E. Hibbard and T.L. Clark. (2004). Prairie grasses as hosts of the western corn rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae). Environ. Entomol. 33:740–747. <https://doi.org/10.1603/0046-225X-33.3.740>
- Prat, H. 1936. La Systematique des Graminees. Annals des Sciences Naturelles. Botanique 10(18):165–258.
- Reimer, E. and Cota-Sánchez J.H. (2007). An SEM survey of the leaf epidermis in danthonioid grasses (Poaceae: Danthonioideae). Systematic Bot. 32:60–70. <https://doi.org/10.1600/036364407780360139>
- Sharma, M. and B. Kalia. 1983. Leaf epidermal studies in Gramineae. II. Genus Setaria P. Beauv. Research bulletin Panjab University. Science.
- Stebbins, G.L. 1956. Cytogenetics and evolution of the grass family. Amer. J. Bot., 43: 890–905. <https://www.jstor.org/stable/2439006>
- Thompson R.A. and J.R. Estes. 1986. Anthecial and foliar micromorphology and foliar anatomy of Brachiaria (Poaceae: Paniceae). Amer. J. Bot., 73: 398–408. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1986.tb12053.x>
- Van Cotthem W. 1970. A classification of stomatal types. Bot. J. Linn. Soc., 63: 235–246. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1970.tb02321.x>
- WCSP, 2021. <http://www.ic-wcsp.org/2021/>
- Young, A.B., D.A. Watts, A.H. Taylor, and Post E. 2016. Species and site differences influence climate-shrub growth responses in West Greenland. *Dendrochronologia*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/>
- Yousaf, Z., Z.K. Shinwari, R. Asghar and A. Parveen. 2008. Leaf epidermal anatomy of selected Allium species, family Alliaceae from Pakistan. Pak. J. Bot., 40: 77. <https://www.catalogueoflife.org/data/taxon/627FW> <https://chatgpt.com/c/67fe2db6-8d98-8005-b134-33a87daef4c9>

Using leaf epidermis characteristics to identify and define the plant of the Poaceae (Barnhart)

Bayanmunkh.T, Munkhzul.T, Tumurkhuyag.A

Department of Biology, SMNS, MNUE

Corresponding author: tmunhzul93@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9795-2539>

Abstract

This study investigates the micro-morphological and anatomical characteristics of the foliar epidermis in 30 species of the Poaceae family that grow in the dry steppe conditions of the eastern region of Mongolia. The plants were collected from the Toson Hulstai Nature Reserve, and light microscopy was used to examine variations in the qualitative features of epidermal cell shape, wall structure, stomatal type, size, and presence of prickles. The shape of the epidermal cells was observed to be elongated, rectangular, and irregular, with the key finding that the stomata in all species were of the paracytic type. The anticlinal walls were mostly undulating, though a few species exhibited straight or angular walls. Significant statistical differences were observed in cell and stomatal size ($P < 0.0001$). Some species displayed hairs with inflated bases, while no silica bodies were found. The study highlights the potential use of leaf epidermal characteristics as diagnostic features for identifying Poaceae species in Mongolia, addressing a current gap in taxonomic methodology.

KeywordsPoaceae, leaf epidermis, stomata, cell size

II ХЭСЭГ

МАТЕМАТИК, БАЙГАЛИЙН УХААНЫ БОЛОВСРОЛ

Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи, туршилт, үр дүн (Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн жишээн дээр)

Ц.Лувсандорж^а, Ц.Мөнхсайхан^б, Б.Лхагвабаяр^в^а МУБИС, МБУС, Дидактикийн тэнхим^бМУБИС, МБУС, Сургалт, цахим шилжилтийн хэлтэс^вМУБИС, МБУС, Чанарын баталгаажуулалт, хяналт шинжилгээний алба

Холбоо барих зохиогч: luvсандорж@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0009-0005-5317-6549>

Хүлээн авсан: 2025.05.01

Засварласан: 2025.09.22

Хэвлэлтэд авсан: 2025.09.26

Хураангуй

Энэхүү илтгэлээр бид их сургуулийн уламжлалт танхимын хичээлд цахим объект, платформ, апп, өргөн хэрэглээний программыг сургалтын хэрэглэгдэхүүн болгон ашигласан нэгэн туршилтын үр дүн болох “антисимметр-хайбрид технологи” гэж нэрлэвэл зохих хичээлийн нэгэн технологийг түүний туршилтын үр дүнгийнх нь хамт танилцуулах болно.

Түлхүүр үг:

Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи

Удиртгал

Их сургуулийн хичээлээр профессор багш тухай цагийн утгаар хамгийн шинэ хийгээд дээд зиндааны эрдэм ухааныг оюутанд багшлах ухаан, хөтөлбөр судлал, эдийн засаг, сэтгэл зүй, нийгэм зүй, хэмжилзүй, гүн ухаан, менежментийн үндэслэл бүхий боловсролын технологиор дамжуулж тодорхой орчин, тодорхой хуваарь, тодорхой арга, хэрэгсэл, тодорхой нөөцөөр мэргэжлийн хөндлөнгийн хяналтын дор үр дүнтэйгээр хүртээн⁴ хүргэж байдаг. Ийм учраас профессор багш өөрийнх нь үндсэн ажил болох их сургуулийн хичээлийн агуулгыг “тухайн цагийн хамгийн шинэ хийгээд дээд зиндааны” эрдэм ухаанаар баяжуулж байх үндсэн шаардлагын дагуу тасралтгүй шинэ болгон хөгжүүлж, түүний технологийг нь шинжлэх ухааны ололт дэвшилттэй уялдуулан байнга сайжруулж явдаг.

Мэдлэг, мэдээлэл хүн бүрт нээлттэй болчихсон, боловсролын үйлчилгээ бүхэлдээ цахимжчихсан өнөөгийн дижитал энэ цаг үед их сургуулиуд дижитал суугуул профессор нь дижитал уугуул оюутанд хичээлийг тэдний суралцахуйн өвөрмөц онцлогийг харгалзан үр дүнгийн хэмжүүр болох сурлагын амжилттай, чанарын илэрхийлэл болох сэтгэл ханамжтай байхаар дээд боловсролын хөдөлмөрийн зах зээлийн эрэлт, нийлүүлэлтийн хуульд нийцүүлж удирдан явуулж чаддаг байх бодит хэрэгцээ шаардлагатай тулгарч байна. Их сургуулийн боловсролын дижитчилал, дижиталчилал, виртуалчилалтай уг чанараар холбогддог их сургуулийн хичээлийг өөрчлөн сайжруулах тэрхүү бодит хэрэгцээ шаардлага нь түүний технологийн шинэчлэлд хөтөлдөг. Их сургуулийн хичээлийг технологийнх нь хувьд эрс шинэчилж сайжруулахад чиглэсэн оролдлогууд олонтоо, хувилбар сургалтын хэлбэр, технологи цөөнгүй байдаг. Гэвч тэдгээрийн аль нь ч их сургуулийн тухайн онцлогтой нөхцөлжсөн утгаар төгс төгөлдөр биш. Их сургуулийн хичээлийн технологийн шинэчлэл, хөгжлийн ийм нөхцөл байдал дор МУБИС-ийн оюутнуудын сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийг дижитал уугуул оюутнуудад сурлагын амжилттай, сэтгэл ханамжтайгаар удирдан явуулах нь онолын хувьд ч, практикийн хувьд асуудал болж дэвшигдсэн.

⁴ эзэмших, эзэмшүүлэх; сурах, багшлах үйлийн нэгслийн үр дүн

Их сургуулийн хичээлийн агуулга, аргазүй, технологийн өсөлт хөгжлийг нийгмийн сэтгэлгээ, хандлагад гаргасан өөрчлөлтийнх нь утгаар ерөнхийд нь ковидын өмнөх, ковидын үеийн, ковидын дараах гэж 3 ангилан үзэж болно. Их сургуулийн ковидын өмнөх үеийн хичээлийн технологид танхимын сургалтын шинж нь хэт давамгайлж, харин цахимынх нь хомс байсан бол ковидын үеийнхэнд нь цахим сургалтын шинж нь хэт давамгайлж, танхимынх нь хомс болсон байдаг. Харин ковидын дараах үеийн их сургуулийн хичээлийн технологид танхим болон цахим сургалтын шинж холилдож зэрэгцсэн хайбрид⁵ байдал нь цахим сургалтыг танхимынхтай хослуулж явуулах, мөн танхимийн сургалтад цахим сургалтын хэрэглэгдэхүүнийг ашиглах практикт илт ажиглагддаг.

Их сургуулийн хичээлийн уламжлалт танхимын сургалтад цахим сургалтыг бүхэлд нь хичээлийн хэрэглэгдэхүүн болгон хэрэглэхэд түүний уламжлалт тогтсон хэв маяг, жаяг, технологи нь бодсоноос эсрэг (анти) байдлаар илт эвдэрч хэмнэлжин (симметр), танхимжсан цахим, цахимжсан шинжтэй болж, ингэснээрээ танхим болон цахим сургалтын онцлог, давуу талыг хайбрид байдлаар өөртөө шингээсэн өөр нэгэн технологит өөрөө аяараа хувирдаг. Танхимын хичээл, сургалтын уламжлалт технологиос тийнхүү хувирч төрдөг, танхим сургалтынхаа хувьд антисимметр⁶, түүнд цахим сургалтыг бүхэлд хэрэглэгдэхүүн болгон хэрэглэж байгаагийн хувьд хайбрид шинжтэй байдаг энэ технологийг их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи гэж нэрлэж болох талтай.

Энэхүү өгүүллээр их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийг МУБИС-ийн оюутнууд сонгон судалдаг “Боловсролын хэмжилзүй” хичээл дээр хичээлийн 6 жил, 14 улирал туршсан туршилтын үр дүнг хуваалцах болно.

Судалгааны асуудал

Мэдлэг улам л нээлтэй болж, нийгэм тун хурдтай дижиталчилагдаж буй үеийн өнөөгийн дээд боловсролын шинэлэг шаардлага, онцлог нөхцөл дор багш мэргэжлийг эзэмшихээр МУБИС-д суралцаж буй дижитал уугуул оюутнуудын сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийг тэдэнд сурлагын амжилттай, сэтгэл ханамжтайгаар удирдан явуулах нь онолын хувьд ч, практикийн хувьд ч асуудал болж дэвшигдсэн.

Судалгааны асуулт 1: МУБИС-ийн оюутны сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн оюутны сурлагын амжилтад үзүүлэх нөлөөлөлд мэргэжлийн ялгаа байгаа юу?

Судалгааны асуулт 2. Их хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн дагуу явагддаг Боловсролын хэмжилзүй хичээлээр үзүүлэх оюутны сурлагын амжилт, сэтгэл ханамжийн хооронд хүчтэй тоон харьцаа (корреляци) байгаа юу?

Судалгааны асуулт 3. Их сургуулийн хичээлийн антисимметр технологи нь оюутны хичээлийн болон багшийн үнэлгээнд эерэг нөлөөллийг үзүүлэх үү?.

Судалгааны таамаглал

Таамаглал 1: МУБИС-ийн оюутны сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн оюутны сурлагын амжилтад үзүүлэх нөлөөлөлд мэргэжлийн ялгаа байхгүй.

Таамаглал 2. Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн дагуу явагддаг Боловсролын хэмжилзүй хичээлийн оюутны сурлагын амжилт, мөн сэтгэл ханамжийн хооронд хүчтэй эерэг тоон уялдаа бий.

⁵Hybrid

⁶ уламжлалт тогтсон хэв маяг, жаяг, технологи нь бодсоноос эсрэг (анти) байдлаар илт эвдэрч хэмнэлжин (симметр)

Таамаглал 3. Их сургуулийн хичээлийн антисимметр технологи нь оюутны хичээлийн болон багшийн үнэлгээнд эерэг нөлөөллийг үзүүлнэ.

Судалгааны зохиомж

Үйлийн судалгаа, хувьсагч хоорондын корреляцийн тооцоололтой судалгааны зохиомжийн дагуу энэхүү ажлыг гүйцэтгэв.

Судалгааны аргазүй

Судалгаанд тоон ба чанарын шинжилгээний арга техникийг хэрэглэнэ. Тоон шинжилгээний аргыг нийлүүлэлтийн талыг харуулах үр дүнгийн хэмжүүр болох сурлагын амжилтыг эрэлтийн талыг илтгэх чанарыг илэрхийлэл болох оюутны сэтгэл ханамж гэсэн хувьсагчийн хоорондын корреляцийг Пиарсоны томъёогоор бодож, их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн мэргэжлийн бүлгүүдийн сурлагын амжилтад нөлөөлөх нөлөөлөлд дисперсийн шинжилгээ ('ANOVA')-хийж F-сорилын утгыг тооцоолон тогтооно. Харин оюутны багшийн үнэлгээний асуулгын задгай асуултын хариултад чанарын шинжилгээ хийж тема ялгаж, онолын загвар санал болгоно.

Сэдвийн судлагдсан байдлын шинжилгээ

Хичээл, сургалтын зохион байгуулахад уламжлалт ба хувилбарт (уламжлалт биш) гэсэн хоёр үндсэн хэлбэр, хоёр үндсэн технологи байна. Сургалтын уламжлалт хэлбэр нь нийтээр бичиг үсэгт тайлагдсан байхыг шаардсан аж үйлдвэржилтийн хувьсгалаас үүсэлтэйгээр боловсрол, сургалтыг нийгмийн хэрэгцээнд нийцүүлэхэд илүү чиглэдэг бол хувилбарт нь уламжлалт сургалтын энэхүү сул талыг сайжруулах зорилгоор үүсэж бий болсон байдаг юм. Уламжлалт сургалт, технологитой уламжлалт сургууль нь “хүйтэн”⁷, “хүмүүнлэг биш”⁸, нийцэлгүй институтчлалтай⁹; хүүхдийн ялгаатай байдлыг үл тоомсорлосон, хувь хүний “хувийнх” гэх чанарыг үгүйсгэсэн¹⁰ байдаг (Raywid 1981, cited in Langel & Sletten). Уламжлалт сургалтын энэхүү сул талыг засах зорилготой хувилбарт сургалттай, уламжлалт биш технологитой сургууль нь хувь хүний ялгаатай байдал, ялгаатай хэрэгцээг хичээл, сургалтаар хүндэтгэн үзэхийг чухалчлан үздэг.

Уламжлалт сургалттай сургуульд хоёр үндсэн сул тал байдаг. Нэг нь нийгмийн захиалга, шаардлагыг хангах зорилгын дор хувь хүний “хувийнх” гэх онцлогийг орхигдуулдаг явдал бол нөгөө нь шинжлэх ухаан, технологийн дэвшилтэд санаа сургуулийн хуучинсаг байдал, хандлагаас болж тэр бүр сургалтад нэвтэрч ордоггүй явдал юм. Уламжлалт сургалтын энэ хоёр сул талыг засаж сайжруулахад уламжлалт бус буюу хувилбарт сургалтын мөн чанар оршдог. Үүгээрээ чухамдаа хувилбарт нь уламжлалт сургалттай сургуулиас мөн чанарынхаа хувьд ялгагдана, ялгарна.

Хувилбарт сургалт, хувилбарт сургалттай сургуулийн онцлог, ялгагдах шинж байдлыг Лангел, Слеттен (2002, р.6) нар дараах байдлаар тодорхойлсон байна. Үүнд:

- Анги, бүлгийн хүүхдийн тоо цөөн байх
- Багш, суралцагчийн хооронд харилцах боломж ихтэй байх
- Сурах, багшлах үйлийг дэмжих орчинтой байх
- Суралцагчийн ирээдүйн нөхцөл байдалтай нь суралцагчийн амжилтыг холбох боломж их байх
- Бүтцийн хувьд уян хатан байх
- Суралцагчдад шийдвэр гаргах нөхцөл бололцоо хангагдсан байх.

Энэ байдлаас шинжвэл хувилбарт сургалттай сургууль нь суралцагчдын хувь хүнийх нь ялгаатай байдал, ялгаатай хэрэгцээ, суралцагчийн эрх чөлөө, эрхийг илүүтэйгээр хүндэтгэн үздэг болох нь

⁷ cold

⁸ dehumanized

⁹ irrelevant institutions

¹⁰ largely indifferent to the humanity and the 'personhood'

харагддаг. Ийм учраас хувилбар сургалттай сургуульд сургалтын төлөвлөгөө, хөтөлбөр, сурах хугацаа уян хатан, харилцан адилгүй байдаг юм (Raywid 1994, cited in Langel & Sletten).

Хувилбарт сургалтын нэгэн хэлбэр болох Ю-сургалт¹¹-ын онцлог дараах шинж нь мөн хувилбарт сургалтын шинж байдлыг тодорхой хэмжээгээр тодорхойлогдож харуулж байдаг юм (Ogata & Yano 2003). Үүнд:

- Тасралтгүй байх¹²,
- Хүртээмжтэй байх¹³,
- Шуурхай байх¹⁴,
- Харилцаатай байх¹⁵,
- Нөхцөлжсөн байх,¹⁶
- Дасан зохицдог байх¹⁷.

Хувилбарт сургалтын олон янзын хэлбэр уламжлалт сургуулийн дотоодод болон гадна талд бий болсоор байна. Сургуулийн дотоодод хувилбарт хөтөлбөр (Langel & Sletten 2002), хувилбарт боловсрол (Nagata 2004), хувилбарт боловсролын хөтөлбөр (Tobin & Sprague 1999) гэсэн хэлбэртэйгээр орших нь байхад түүний гадна талд зайн сургалт (Christopher 1989); нээлттэй сургалт (Lewis, R 1986), и-сургалт (Waterhouse 2005); и-боловсрол (Ghaoui 2004); онлайн сургалт (Shank 2007); ю-сургалт (Ogata & Yano 2003), албан бус боловсрол болон амьдралаас олох боловсрол (Colardyn & Bjornavold 2004) гэх зэргээр хувилбарт сургалтын хэлбэрүүд бий болсоор.

Давид нар “Сургалтын цахим объектыг арга зүйг бүтээх онолтой холбох нь” судалгааны өгүүлэгт дор дурдсан тодорхойлолт дэвшүүлжээ.

“Технологиор дэмжих сургалтад хэрэглэх, мөн дахин хэрэглэх боломжтой цахим болон цахим бус хэлбэртэй объектыг сургалтын цахим объект гэнэ (LOM, 2000)”

ЮНЕСКО-ийн дэргэдэх Боловсролын товчоо¹⁸-ноос 2009 онд явуулсан “Сурах бичиг болон сургалтын цахим материал хөгжил” сэдэв судалгааны тайланд цахим сургалт гэдгийг тодорхойлох хүрээнд цахим объектыг тодорхойлох хэд хэдэн хандлага, оролдлого байгааг дурдсан байна. Үүнд:

“Багш суралцагч, эсвэл суралцагчдын хооронд үүсэх сургалтын харилцааг дэмжих, туслахад чиглэсэн цахим агуулга, нөөц.(Education Bureau 2009, p11)”

“Хийсвэр ухагдахууныг тодорхой арга замаар илэрхийлэх сургалтын цахим хэрэгсэл, нөөц...(Education Bureau 2009, p 13)”

Агуулгын багтаамж харьцангуй бага хэдий ч олон нөхцөлд “дахин хэрэглэгдэх” чанартай объектыг бүтээж ашиглах нь компьютерт суурилсан сургалтын уламжлалт ангийнхаас ялгагдах гол онцлогийн нэг. Дахл нар компьютер ашиглан явуулах сургалтын хэрэглэгдэхүүний энэхүү онцлогийг харгалзан ерөнхий байдлаар сургалтын цахим объектыг ийнхүү тодорхойлжээ.

“Компьютерт суурилсан шинэ хэлбэрийн сургалтын хэрэглэгдэхүүнийг сургалтын цахим объект гэнэ (Dahl&Nygaard, 1966)”

“Интернэтээр дамжуулан олон хүн зэрэг хүртэж, ашиглаж болох цахим бүрдлийг сургалтын цахим объект гэнэ (David A & Wiley, I (2009)”

“Цахилгаан, Электроникийн Инженерийн Хүрээлэн” хэмээх байгууллагын Сургалтын технологийн стандартын хорооны сайтад сургалтын цахим объектыг ийнхүү тодорхойлсон байна.

¹¹ u-learning

¹² permanency

¹³ accessibility

¹⁴ immediacy

¹⁵ interactivity

¹⁶ situating instructional activities

¹⁷ adaptability

¹⁸ Боловсролын товчоо –Education Bureau

“Технологиор сургалтын дэмжихэд дахин дахин хэрэглэгдэх боломжтой цахим болон цахим бус хэлбэрийн хэрэглэгдэхүүн...(ЛОМ 2000)”

БШУЯ, АХБ хамтран хэрэгжүүлж байгаа “Боловсролын салбарын шинэчлэл-MON 0125” төсөл (БШУЯ-АХБ-БСШТ)-ийн хүрээнд зарласан зөвлөх үйлчилгээний ажлын даалгаварт сургалтын цахим объектын дараахь тодорхойлолтыг ишлэн оруулжээ.

“Сургалтын нэг зорилгын дор нэгдсэн агуулга, дадлага, үнэлгээний хэсэг бүхий бүрдлийг сургалтын цахим объект гэнэ. Сургалтын цахим объект нь сургалтын үйл ажиллагааг дэмжих модулан нөөц бөгөөд ихэвчлэн веб суурилсан, цахим хэлбэртэй байдаг (en.wikipedia.org/wiki/learning_objects)”

Сургалтын цахим объект, үзүүлэнгийн дор дурдсан ерөнхий шинж чанартай (Andrew S. Gibbons Jon Nelson, 2023). Үүнд:

1. Хүртгээмжтэй байдал (Accessibility): СЦО нь нийгмийн давхарга, нас хүйс, соёл, хөгжлийн бэрхшээлтэй байдал тэр байтугай газар зүйн байрлал зэргээс нь үл хамааран бүх хүмүүст ижил тэгш, хүртгээмжтэй байх.
2. Хэрэглэхэд хялбар байдал (Usability): СЦО нь төрөл бүрийн төхөөрөмж дээрээс багш, сурагч хэн ч хандан ашиглах боломжтой байх. СЦО нь эмх цэгцтэй, ойлгомжтой, хэрэглэхэд хялбар харагдах талбартай байх.
3. Зохицолдоо (Interoperability): СЦО нь олон улсын стандартыг баримтлан хийгдсэн аливаа програм, техник хангамж болон үйлдлийн системтэй таарч тохирон ажилладаг байх.
4. Уян хатан байдал (Flexibility): СЦО болон түүний бүрэлдэхүүн хэсгүүд нь зөв тодорхойлогдон багцлагдсан байх. Ингэснээр СЦО-ыг өөр програм болон орчинд хялбархан дахин ашиглах, мөн түүний бүрэлдэхүүн хэсгүүдийг өөр СЦО-д дахин хэрэглэх боломжтой байх.
5. Тогтвортой байдал (Durability): СЦО нь технологийн аливаа өөрчлөлтөнд зохицох чадвартай байх. Өөрөөр хэлбэл хадгалсан эх медиагаа шинэ форматад хөрвүүлэх замаар технологийн дэвшилээс хоцрохгүй байх боломжтой байх.
6. Чадлын цар (Scalability): СЦО нь түүнийг цаашид хөгжүүлж, сайжруулах боломжтой технологийг хэрэглэсэн байх

Андрей, Гиббон (2003) нар сургалтын цахим объектын ерөнхий шинж байдлыг илтгэсэн байдлаар нь түүнийг үндсэн, хосолсон-хаалттай, хосолсон-нээлттэй, ерөнхийлсөн-слайд, ерөнхийлсөн-зааварчилсан гэж ангилсан байдаг.

Англи хэлний “виртуал”¹⁹ гэдэг үг нь “тодорхойлогдсондоо их дөхсөн”²⁰ гэсэн утгыг илэрхийлнэ. Харин “виртуалчилал” гэдэг нь ямар нэгэн зүйлийг виртуал байдлаар буюу бодит бусаар бүтээх²¹ үйл явц юм (<https://www.paessler.com>).

Компьютер, интернет ашиглан явагдах сургалтыг виртуал сургалт гэнэ. Виртуал сургалтаар багшийн хэрэгцээ багасаж, суралцагч бодит анги танхимд хамтаар суралцах шаардлага буурна (Michael Van Beek, 2011). Симонсон²² (2006) нар виртуал сургалт²³-ыг “Уламжлалт анги танхимын орчин байхгүй байхад үр дүнтэйгээр явагдах сургалт” гэж тодорхойлсон бол Вероник Рачева²⁴ (2017) “Суралцагч өөрт таарсан алхмаар суралцахад нь зориулсан цахим агуулгатай, виртуал сургалтын орчинд онлайн багшлахуй, онлайн зөвлөн туслах дэмжлэгтэйгээр явагдах зайн сургалт” гэж тус тус мөн тодорхойлсон байдаг.

Хүнийг сурахад нь туслах зорилготойгоор бүтээгдсэн, харагдах байдлаараа хүнтэй төсөөтэй агентийг виртуал хүн багш гэдэг²⁵. Боловсролын талбарт судалгааны түвшинд туршилтаар хэрэглэгдэж

¹⁹ Virtual

²⁰ Almost near as described

²¹ Virtual rather than actual

²² Simonson

²³ Virtual learning

²⁴ Veronica Racheva

²⁵ agent

буй аватар²⁶, педагогийн агент²⁷, хиймэл оюунд суурилсан туслах багш²⁸ нь виртуал хүн багшийн жишээ юм.

Дижитчлагдсан цахим агуулгад зориулагдсан вебэд суурилсан платформыг виртуал сургалтын орчин²⁹ гэнэ. Боловсролын дижиталчиллын нэгэн үр дүн болох виртуал сургалтын орчинтой цахим платформ нь уламжлалт анги, сургуулийн цахим, виртуал хувилбар, хэлбэр болно. Виртуал орчинтой, виртуал дэмжлэгтэй цахим хичээл, сургалтыг явуулахад шаардагдах бүхий л үйлчилгээг дэмжих боломжтой, мөн түүнд шаардагдах программ, апп³⁰-ыг хөгжүүлэх дотоод чадамжтай цахим дэд бүтцийг цахим хичээл, сургалтын онлайн буюу цахим платформ гэж тодорхойлж болно (Лувсандорж, 2021).

Уламжлалт анги танхим явагдах сургалтын бүхий үйл ажиллагааны виртуал дүйцэлтийг виртуал сургалтын орчин бүрдүүлдэг. “Office 365 Education”, “Google Classroom, Moodle нь виртуал сургалтын орчинг бүрдүүлсэн цахим платформын жишээ болно.

Цахим дидактик гэдэг нь багш агуулгыг дижитал дидактик хувиргалтаар дижитал, цахим хэлбэрт хувирган цахим платформ ашиглан зайнаас үл хамааралтайгаар суралцагчдад мэдлэг, чадварыг эзэмшүүлэхэд үүсэх цахим дидактик үзэгдлийн мөн чанарыг судалдаг ухаан юм. Багш, сурагч, цахим агуулга гэсэн цахим дидактик гурвал нь виртуал орчинтой цахим платформоор хоорондоо шүтэн барилдан нөхцөлдөхөд цахим хичээл, сургалтын явагдана. Иймд виртуал орчинтой цахим платформтой байх, цахим агуулгатай байх, цахим платформоор сургах багш, сурах суралцагчтай байх нь цахим хичээл, сургалт явагдахын зайлшгүй нөхцөл мөн.

Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн тодорхойлолт, утга, агуулга, онцлог

Их сургуулийн хичээлийн уламжлалт танхимын сургалтад цахим сургалтыг бүхэлд нь хичээлийн хэрэглэгдэхүүн болгон хэрэглэхэд багш, суралцагчийн үйл ажиллагааны уламжлалт тогтсон хэв маяг, жаяг, арга, аргазүй, технологи нь тогтсноос өөр, эсрэг байдлаар эвдэрч (анти) хэмнэлжин (симметр), танхимжсан цахим шинжтэй, цахимжсан танхим шинжтэй болж өөр нэгэн технологид өөрөө аяараа хувирдаг. Танхимын хичээл, сургалтын уламжлалт технологиос тийнхүү хувирч төрдөг, антисимметр, хайбрид шинжээрээ ялгагдах энэхүү технологийг их сургуулийн антисимметр-хайбрид технологи гэнэ.

Их сургуулийн уламжлалт танхимын сургалтад цахим сургалтыг бүхэлд нь хичээлийн хэрэглэгдэхүүн болгон хэрэглэхийн тулд танхимд явагдах уг хичээл бүхэлдээ дижитчилагдах, дижиталчилагдах, виртуалчилагдах (цахимжуулах) шаардлагатай болдог. Их сургуулийн хичээлийн цахимжуулалт нь язгуур уг чанараараа хичээлийн агуулгыг *цахим дидактик хувиргалтаар* хувиргаж цахим болгохоос эхэлнэ.

Дижитчилал³¹ гэдэг нь аналог мэдээллийг тэг болон нэгийн цифрүүд болгох кодчилал юм (Jason Bloomberg, 2018). Дижитчилалаар физик объект болон тэдгээрийн мөн чанарын дижитал илэрхийлэл бүтээгддэг (Jens-Uwe Meyer, 2017, innolytics-innovation.com, 2017). Дижитчлагдсан мэдээлэл болох дижитал өгөгдлийг компьютерт хадгалах, мөн түүгээр боловсруулах, дамжуулах боломж бий болно.

Дижиталчилал³² гэдэг нь дижитал мэдээллийн технологийн ашиглан бизнесийн загвараа өөрчлөх, шинээр орлого олох, үнэт зүйлийг бүтээх бололцоог бүрдүүлэх хувиргалт юм. Энэ нь компани

²⁶ avatars

²⁷ pedagogy agent

²⁸ “AI” associated assistants

²⁹ A virtual learning environment (VLE)

³⁰ App- Applications гэсэн үгийн эхний гурван үсгээр товчилж үүсгэсэн шинэ үг. Англи хэлний олон тооны хэлбэр нь “Apps”. Америкийн Аялгын Нийгэмлэгээс “Апп”-ыг 2010 оны жилийн үгээр зарлаж байв.

³¹ Digitization

³² Digitalization

дигитал бизнес рүү орох үйл явц болж байдаг (Gartner, <https://www.gartner.com>). Дигиталчилал нь дижитчлагдсан мэдээлэл, дижитал технологийг хэрэглэснээр гэнэтийн шинэ санаа, шинэ арга замыг олж ингэснээр тухайн бизнес шинээр хувирч өөрчлөгдөнө. Ийм дижиталчилалаар дижитал хувиргалт явагдана.

Дигитал хувиргалт³³ гэдэг нь дижитал технологиор тухайн бизнесийг эрхлэх арга хийгээд тухайн бизнесийн хэрэглэгчдэд үнэт зүйлийг хүргэхэд суурь (фундаментал) өөрчлөлтийг бий болгох дижиталчилал юм (<https://www.i-scoop.eu>). Дигитал хувиргалт нь бизнесийг дижитал хувиргах стратегийг шаарддаг.

Дигитал хувьсгал³⁴ гэдэг нь механик, аналог электроник технологиос дижитал технологид шилжих шилжилт юм. 20 дугаар зууны хоёрдугаар хагасаас эхэлсэн энэхүү шилжилтийг аж үйлдвэрийн гурав дахь хувьсгал³⁵ гэж мөн ярьдаг. Дигитал хувьсгал нь мөн мэдээллийн зууны эхлэлийг³⁶ илтгэдэг (<https://en.wikipedia.org>).

Дигитал уугуул³⁷ гэдэг мэдээллийн технологи, компьютер, интернетээр тоноглогдсон орчинд төрж өссөн нийгмийн бүлгийн хэлнэ (А.Дингли, Д. Сеучелл, 2015). Энэ нэр томъёог 2001 онд боловсролын зөвлөх Марк Пренски³⁸ анх бий болгосон. Хэн дижитал уугуулд хамаарах талаар олон янзын үзэл байдаг. Интернет, мэдээллийн технологи нь хэрэглээ, соёл болж ирсэн 1990 оноос хойш цаг хугацаанд төрж, тийм орчинд өссөн үеийхэн эхний дижитал уугуул юм үзэх юм. Z-үеийнхэн, мэдээж, жишээ нь, дижитал уугуул юм. Дигитал уугуул нь бодох, мэдээллийг боловсруулахдаа бусдаасаа зарчмын ялгаатай байдаг.

Дигитал суугуул³⁹ нь дижитал уугуулийнх шиг мэдээллийн технологи мэдээллийн технологи, компьютер, интернетээр тоноглогдсон орчинд төрж өсөөгүй боловч тэдгээрт хожмоо суралцаж буй нийгмийн бүлэг юм. Багш нарын ихэнх нь, жишээ нь, дижитал уугуул бус харин дижитал суугуул юм.

“Дижитал уугуул ч биш, дижитал суугуул биш”⁴⁰ нь дижитал уугуулийнх шиг мэдээллийн технологи мэдээллийн технологи, компьютер, интернетээр тоноглогдсон орчинд төрж өсөөгүй хирнээ дижитал суугуул шиг тэдгээрт хожмоо ч гэсэн суралцаагүй нийгмийн бүлэг юм (*налуулсан минийх*).

Их сургуулийн багш нь ихэнхдээ “дижитал суугуул” бүлэг хамрагддаг бол харин оюутан нь дижитал уугуул байдаг. Энэ байдал нь их сургуулийн хичээлд танхим, цахим сургалтын хайбрид технологийг хэрэглэхийн бас нэг нь шалтгаан болно.

Их сургуулийн хичээлийн антисимметр хайбрид технологиор хичээл танхимд явагдаж байгаагаараа дижитал суугуул багшид ээлтэй байдаг бол тэр нь түүний цахим хэлбэрийг бүхэлд нь танхимын сургалтын хэрэглэгдэхүүн болгон хэрэглэж байгаагаараа дижитал уугуул болох оюутанд ээлтэй байж, тэдэнд тасралтгүйгээр, хүртээмжтэйгээр, шуурхай, харилцаатай, нөхцөлжин, уян хатан байдлаар суралцах боломжийг бий болгож байдаг юм.

Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи нь дор дурдсан үе шат, үйлийн дарааллаас тогтоно. Үүнд:

Нэгдүгээр шат: Танхим хичээлийн цахим хувилбарыг бэлдэх

Энэ шатанд профессор багш танхимд явуулах хичээлийнхээ цахим хувилбарыг агуулгын цахим дидактик хувиргалт, дижитчилал, дижиталчилал, виртуалчиллаар хичээлийн үйл явцынх нь дагуу бэлтгэж бэлдэнэ. Үүний тулд дор дурдсан үйлийг гүйцэтгэнэ: Үүнд:

³³ Digital transformation

³⁴ Digital revolution

³⁵ The third industrial revolution

³⁶ Information age

³⁷ Digital Natives (DNs)

³⁸ Marc Prensky

³⁹ Digital Immigrants

⁴⁰ *Neither Digital Native nor Digital Non-Native* (italics, mine)

- Хичээлийн агуулгыг цахим дидактик хувиргалт, дижитчилал, дижиталчилал, виртуалчиллаар цахим агуулга болгон хувиргах.
- Цахим агуулга бүхий хичээлийг оюутанд хүргэх цахим аргазүйг боловсруулах, цахим дидактик шийдлийг олох, холбогдох програм, апп сонгох,
- Их сургуулийн танхимын лекц, семинар, лаборатори, бие даалт, үнэлгээ, шалгалтын материалын цахим хувилбарыг цахим дидактик хувиргалт, дижитчилал, дижиталчиллаар бэлтгэх, холбогдох програм, апп сонгох,
- Цахим хичээлийг оюутан хүргэх платформ сонгож, танхимын лекц, семинар, лаборатори, бие даалт, үнэлгээ, шалгалтын цахим хувилбарыг байрлуулах,
- Цахим платформ руу оюутнуудыг бүртгэх, урих
- Цахим платформд багш, оюутны интерактив байдлыг бий болгох, түүний бэлэн байдлыг шалгах, хангах

Хоёрдугаар шат: Танхимын хичээлийг түүний цахим хувилбарыг хэрэглэгдэхүүн болгох явуулах

Энэ шатанд профессор багш танхимд хичээлд түүний цахим хувилбарыг сургалтын хэрэглэгдэхүүн болгон хэрэглэж явуулна. Үүний тулд дор дурдсан үйлийг гүйцэтгэнэ:

- Оюутнуудад танхим хичээлийн цахим хувилбар байрласан платформ руу компьютер, ухаалаг утас, таблойд ашиглан нэвтрэх дараалал, аргачлалыг эзэмшүүлэх,
- Танхимын лекц, семинар, лабораторийн цахим хувилбарыг нээж, тэдгээртэй танилцуулж, түүний хэрхэн ашиглах заавар, зөвлөгөөтэй танилцуулах,
- Оюутнаар танхимын тухайн хичээлээр эзэмших мэдлэг, чадварыг эзэмшүүлэх чиглэсэн дасгал, даалгавар, төсөл, үйл ажиллагааг түүний цахим хувилбарт харуулсны дагуу холбогдох программ, апп ашиглан хийлгэх, түүнд нь оюутан бүртэй профессор ажиллаж зөвлөн тусалж, дэмжлэг үзүүлэх

Гуравдугаар шат: Танхимын хичээлд хэрэглэгдэхүүн болгон ашиглах түүний цахим хувилбарыг найдвар, тохирцыг үнэлэх

Энэ шатанд профессор багш танхимд хичээлд түүний цахим хувилбарыг сургалтын хэрэглэгдэхүүн болгон хэрэглэсэнд дүн шинжилгээ хийнэ. Үүний тулд дор дурдсан үйлийг гүйцэтгэнэ:

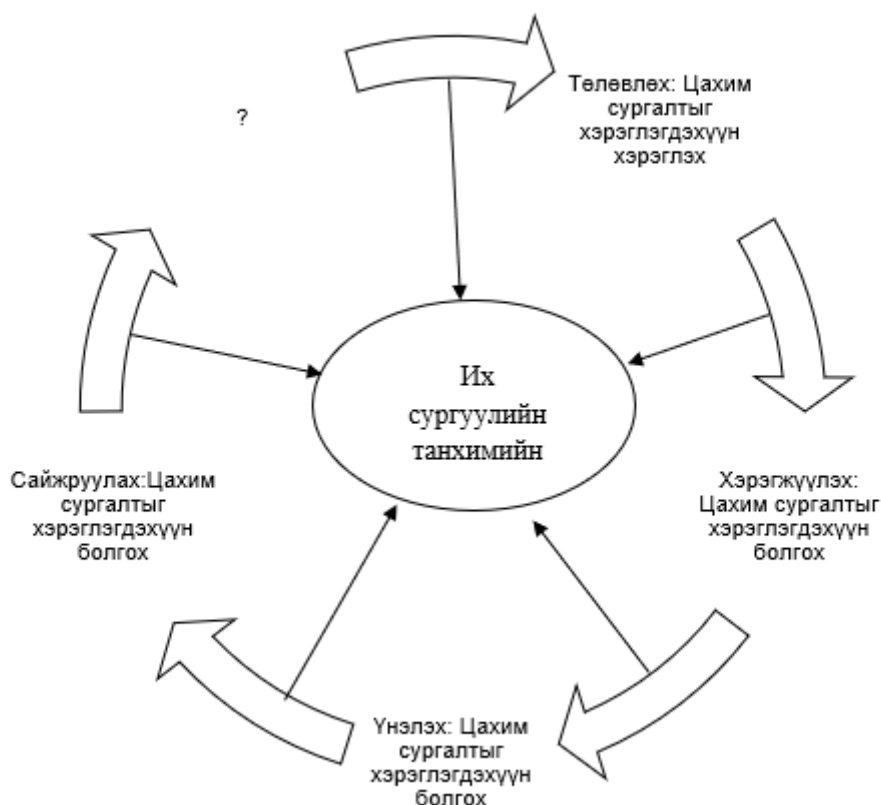
- Их сургуулийн хичээлийн танхимын сургалтад сургалтын хэрэглэгдэхүүн болгон хэрэглэгдэж буй түүний цахим хувилбарыг нийцэл, тохирцыг шинжлэх, сайжруулах,
- Танхим хичээлийн цахим хувилбар байрласан платформ, мөн ашиглагдаж буй програм, апп, цахим дидактик шийдлийн тохирцыг багшийн ажиглалт, хөндлөнгийн үнэлгээ, оюутнаас авсан судалгаагаар судлан тогтоох,

Дөрөвдүгээр шат: Танхимын хичээлд хэрэглэгдэхүүн болгон ашиглагдах түүний цахим хувилбарыг сайжруулах

Энэ шатанд профессор багш танхимд хичээлд түүний цахим хувилбарыг сургалтын хэрэглэгдэхүүн болгон хэрэглэсэнд дүн шинжилгээнд тулгуурлан их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийг баяжуулж сайжруулна. Үүний тулд дор дурдсан үйлийг гүйцэтгэнэ:

- Их сургуулийн хичээлийн үр дүн, үр ашгийг нэмэгдүүлэхийн тул танхим хичээлийн агуулга, аргазүй боловсронгуй болгох,
- Их сургуулийн танхим хичээлийн цахим хувилбарын найдвар, тохирцыг тасралтгүй сайжруулах.
- Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн шинж чанарыг ерөнхийлөн дор бүдүүвчээр үзүүлэв (Бүдүүвч 1)

Бүдүүвч 1: Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн зураглал



Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн онцлог, давуу тал

Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи танхимжсан цахим шинжтэй тул түүнд цахим сургалтын дор дурдсан онцлог, давуу тал хайбрид байдлаар ажиглагдана. Үүнд:

- Тасралтгүй байх,
- Хүртээмжтэй байх,
- Нээлттэй байх
- Шуурхай байх
- Харилцаа хангах
- Нөхцөлжсөн байх
- Уян хатан байх

Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи цахимжсан танхимын шинжтэй тул түүнд танхимын сургалтын дор дурдсан онцлог, давуу тал антисимметр байдлаар ажиглагдана. Үүнд:

- Сургалтын хэрэглэгдэхүүн нь самбар, шохой, ханын дэлгэц, проектороос ангид болсон байх. Самбарын үүргийг оюутны цахим хэрэглэгдэхүүн (комьютер, таблойд)-ий дэлгэц, харин шохойны үүргийг тодорхой чиг үүргийн програм, апп тус тус гүйцэтгэдэг.
- Багш танхимд дахь нэг туйлт байрлалаас ангид болсон байх. Багш хичээлдээ танхим хичээлийнхээ цахим хувилбарыг хэрэглэгдэхүүн болгон ашиглаж байгаа учраас оюутан бүрийн дэргэд очиж түүнтэй тулж ажиглах, зөвлөн тусалдаг. Энэ нь антисимметр- хайбрид технологитой хичээлийн танхимд явагдах хэсгийнх нь гол утга учир байдаг тул багшийн танхим дахь байрлал, хөдөлгөөн нь самбарын орчноос ангид болдог.

- Хичээлд оролцогч талуудын хоорондоо харилцаа (интерактив) хэмжээ болон хэлбэрийн хувьд амьд яриа, цахим гэсэн 2 үндсэн сувагтай болсон байх. Багш оюутантай, оюутан оюутантайгаа амьд яриагаар болон платформын хүрээнд цахим байдлаар улирлын турш харилцах бодит хэрэгцээ, боломж болж бий болдог.
- Үзэг, цааснаас ангид болсон байх. Багшийн хичээлийнхээ цахим хувилбарыг танхимын сургалтандаа бүхэлд нь хэрэглэгдэхүүн болгон хэрэглэж байгаа учраас оюутан хичээлийн тэмдэглэлээ үзэг цаасаар бичих бус харин цахим хэлбэрээр хийх бодит хэрэгцээ шаардлага үүсдэг. Энэ утгаараа, их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи нь байгаль ээлтэй, ногоон технологи болно.
- Хатуу тогтоосон бүх хуваариас ангид болох хандлагатай байх. Багш танхимын хичээлийнхээ цахим хувилбар (нэгж хичээл бүрийн лекц, семинар материал, гэрийн даалгавар, явцын үнэлгээ, улирлын шалгалт)-ыг урьдаас бэлтгэн сонгосон платформт байрлуулсан байдаг тул оюутан түүнийг өөрийн алхам, ялгаатай нөхцөл бололцоогоороо гүйцэтгэж байх бодит боломжийг тэдэнд бий болгодог. Энэ утгаараа, хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи нь оюутны ялгаатай, нөхцөл байдлыг тооцсон хүмүүнлэг технологи болно.

Туршилт, өгөгдөл, шинжилгээ, үр дүн

Туршилтын бэлтгэл үйл ажиллагаа, хэрэгжилт

Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн дагуу МУБИС-ийн оюутны сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүй хичээлийг удирдан явуулахын тулд түүний шат бүрт дурдсан үйлийг гүйцэтгэж ажиллав. Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн цахим хувилбарыг бэлтгэх нэгдүгээр шатанд лекц, семинарын материалыг холбогдох зөвлөмж, удирдамжийн хамт цахим хэлбэрт хувиргаж Microsoft Office 365-Teams-д; харин энэхүү хичээлээр явагдах семинар бүрээр хийгдэх дасгал, даалгаврын гүйцэтгэлээр видео хичээл бэлтгэж, тэдгээрийг Youtube-ийн өөрийн сувагт тус тус байрлуулав. Мөн оюутны лекцийн тэмдэглэл, бие даалтыг зааврын хамт бэлтгэн уг платформын 'Assignment'-аар авахаар; оюутны мэдлэг, чадварын эзэмшилтийг шалгах шалгалтын материал, сорилыг бэлтгэн "Google-form"-ашиглан бэлтгэж тэрхүү платформоор дамжуулж авахаар тэнд тус тус зохицуулав (Хавсралт).

Боловсролын хэмжилзүй хичээлийг танхимд удирдан явуулахдаа түүний цахим хувилбарыг хэрэглэгдэхүүн болгон ашиглаж, энэхүү шатны үйл ажиллагааны дарааллыг нягт баримтлан ажилласан. Технологийн гурав болон дөрөвдүгээр шатанд дурдсан үйлийн дагуу улирлын бүрийн эцэст танхимын хичээлд цахимыг хэрэглэгдэхүүн болгон ашиглахын давуу, сул талын үйлийн шинжилгээний аргачлалаар шинжлэн эргэцүүлж туршиж буй технологийн найдвар, тохирцыг сайжруулж ирэв.

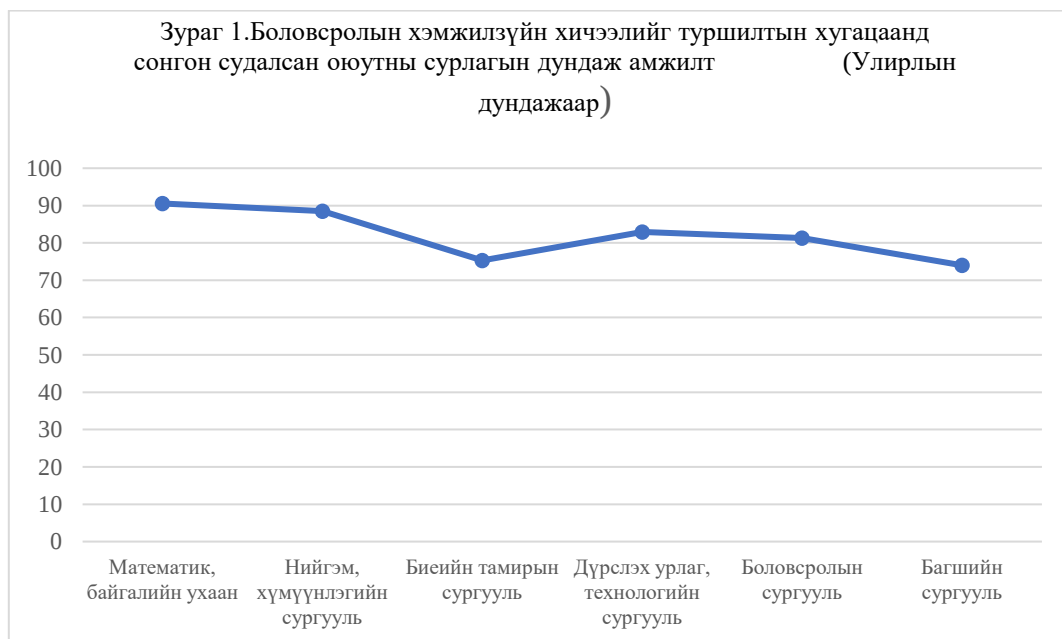
Туршилтын хамрах хүрээ, хугацаа

Их сургуулийн хичээлийн энэхүү антисимметр-хайбрид технологийг МУБИС-ийн оюутнууд сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлд 6 жил, 14 улирлын турш туршин хэрэглэв. Энэхүү туршилтад МУБИС-ийн Математик, байгалийн ухаан, Нийгэм, хүмүүнлэгийн сургууль, Дүрслэх урлаг, технологийн сургууль, Боловсролын сургууль, Биеийн тамирын, Багшийн сургуулийн математик, физик, хими, биологи, газарзүй, мэдээлэл зүй, монгол хэл, англи хэл, түүх, нийгэм, биеийн тамирын багш, дасгалжуулагч, бага ангийн багш зэрэг 22 мэргэжлээр суралцаж буй нийт 1287 оюутан хамрагдав (Хүснэгт 1).

Хүснэгт 1. Туршилтын хамрах хүрээ, дискретив

Хичээлийн жил	Улирал	Оюутны тоо	Дунгийн дундаж
2019-2020	намар	189	90.78
	өвөл	15	91.21
	хавар	134	91.45
2020-2021	намар	73	88.92
	хавар	94	90.2
2021-2022	намар	86	91.95
	хавар	74	85.9
	зун	4	78.5
2022-2023	намар	105	92.2
	хавар	106	93.8
	зун	15	98.26
2023-2024	намар	161	78.86
	хавар	154	85.47
2024-2025	намар	77	78.54
6	14	1287	88.28857143

Математик, байгалийн ухаан сургуулийн 668 оюутан сурлагын 90.5 дундаж амжилттай, Нийгэм, хүмүүнлэгийн сургуулийн 476 оюутан сурлагын 88.52 дундаж амжилттай, Биеийн тамирын сургуулийн 128 оюутан сурлагын 75.33 дундаж амжилттай, Дүрслэх урлаг, технологийн сургуулийн 11 оюутан сурлагын 82,9 дундаж амжилттай, Боловсролын сургуулийн 3 сурлагын 81.33 дундаж амжилттай, багшийн сургууль 2 сурлагын 74 дундаж амжилттайгаар тус тус энэхүү хичээлийн сонгон суралцсан байна (Зураг1)



Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн талаар туршилтын хугацаанд авсан оюутны сэтгэл ханамжийн асуулгад энэхүү хичээлийг судалсан 1297 оюутнаас 867 нь оролцсон. Оюутнаас хичээлийн 6 жил, 9 улирлын турш авсан энэхүү асуулга нь багшийн хичээлийг удирдан явуулах ур чадвар болон уг

хичээлийн талаарх оюутны сэтгэл ханамжийг тогтооход чиглэсэн 11 асуулттай, асуулт бүрийг хариуг 1-5 оноогоор хэмжих утга бүхий Ликертийн масштабтай, хичээл болон багшийн талаарх өөрийн үнэлэмж, сэтгэгдлээ бичих нээлттэй асуумжтай болно. Асуулгад оролцсон оюутны асуулгын тоон үнэлгээний дундаж оноо 3.98, харин түүний хувиар илэрхийлсэн дундаж нь 87.11 байв. (Хүснэгт 2).

Хүснэгт 2. Оюутны сэтгэл ханамжийн асуулгын хамрах хүрээ, дискретив статистик

Хичээлийн жил	Улирал	Судалгаанд хамрагдсан оюутны тоо	Асуулгын дундаж оноо	Асуулгын дундаж хувь
2019-2020	намар	269	4.7	94
2020-2021	намар	122	4.43	88.6
	хавар	124	4.6	92
2021-2022	намар	17	4.36	87.2
	хавар	15	4.26	85.2
2022-2023	намар	91	3.65	91.2
	хавар	28	3.7	91.8
2023-2024	намар	57	3.02	75
	хавар	146	3.15	79
Нийт	9	869	3.98	87.11

Туршилтын тоон өгөгдлийн шинжилгээ

Их сургуулиар дээд боловсрол олгож мэргэжил эзэмшүүлэх нь, бизнесийн утгаараа, үйлчилгээ юм. Их сургуулийн хичээл утгаа тэрхүү үйлчилгээний үндсэн хэлбэр болно. Эрэлт нийлүүлэлтийн утга агуулгаар харвал үйлчилгээний нөлөөлөл, чанар нь эрэлт талаасаа хэрэглэгчийн сэтгэл ханамжаар илэрхийлэгддэг бол харин нийлүүлэлтийн утгаар тэр нь түүнд шингэсэн хөдөлмөрийн хэмжээ, технологийн цэнийн тоон илэрхийлэл үнээр хэмжигдэнэ. Үйлчилгээний эрэлт, нийлүүлэлтийн энэхүү зарчмаар их сургуулийн хичээлийн нөлөөлөл, чанар нь эрэлт талаасаа оюутны сэтгэл ханамж, нийлүүлэлтийн утгаараа профессор багшийн зүгээс оюутны өгч буй цэн үнэ болох сурлагын амжилтаараа тус тус тоон хэмжигдэнэ.

МБУС, НХУС, БТС -ийн оюутнуудаас их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийг туршсан Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийг туршилтын 14 улирлын турш тасралтгүй сонгон судалж ирсэн байна. Туршилтын энэхүү хугацаанд уг хичээлийг сонгон судалсан МБУС-ийн оюутнуудыг бүлгийг 'МБУС', НХУС-ийнхийг 'НХУС', БТС-ийнхийг 'БТС', ДУТС-ийнхийг 'ДУТС', БоСС-ийнхийг 'БоСС' гэж тус тус тэмдэглэв.

МУБИС-ийн оюутны сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн оюутны сурлагын амжилтад үзүүлэх нөлөөлөлд мэргэжлийн ялгаа байгаа эсэхийг математикийн багш мэргэжлийн МБУС, нийгмийн ухааны багш мэргэжлийн НХУС, биеийн тамирын багш, дасгалжуулагчийн БТС бүлгүүдийн хувьд дисперсийн шинжилгээ (ANOVA) хийж F-сорилын утгыг тооцоолж үзвэл F-ийн утга 5.28 нь альфагийн 0.05 түвшинд дэх түүний критик утга 2,76-аас их байгаа учраас тэг таамаглал няцаагдаж байна. Ингэснээр МУБИС-ийн оюутны сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн оюутны сурлагын амжилтад үзүүлэх нөлөөлөл нь математикийн багш, нийгмийн ухааны багш, биеийн тамир, дасгалжуулагчийн хувьд ялгаатай болох нь тогтоогдсон (Хүснэгт 3, Хүснэгт 4).

Хүснэгт 3: МБУС, НХУС, БТС бүлгийн сурлагын амжилтын дундаж

(Хичээлийн туршилтын жилээр)

Улирал	МБУС	НХУС	БТС
2019-2020	92.66	86.58	77.00
2020-2021	92.14	88.70	87.80
2021-2022	89.83	94.13	84.29
2022-2023	94.09	88.30	79.19
2023-2024	86.34	83.98	71.90
2024-2025	84	72.68	69.13

Хүснэгт 4. Их сургуулийн антисимметр-хайбрид технологийн нөлөөллийн шинжилгээ

(МБУС, НХУС, БТС-ийн бүлгийн хувьд)

Хүснэгтийн нийт өгөгдлийн тоо (N)	18			
Бүлгийн тоо (k)	3			
Чөлөөний зэрэг ($df_1=k-1$)	2			
$df_2=N-k$	15			
Чөлөөний нийт зэрэг ($df=df_1+df_2$)	17			
F-ийн критик утга (альфа=0.05)	2.76			
Бүлгийн дундаж	89.84	85.73	78.22	
Бүх өгөгдлийн дундаж				84.60
Бүх өгөгдлийн алдаа (өөрчлөлт) квадратын нийлбэр (SStotal)				1008.43
Бүлгүүдийн алдаа (өөрчлөлт)-ны квадрат нийлбэр (SSwithin)	77.66	260.16	253.71	591.53
Бүлгүүдийн хоорондын алдаа (өөрчлөлт)-ны квадратын нийлбэр (SSbetween=(SStotal-SSwithin))				416.91
Бүлэг хоорондын өөрчлөлтийн дундаж (MSB(between))				208.45
Бүлгүүдийн доторх өөрчлөлтийн дундаж (MSE (within))				39.43
$F=MSB(between)/MSE(within)$	5.28	Тооцоолсон F-ийн утга 5.28 нь альфагийн 0.05 түвшинд дэх түүний критик утга 2,76-аас их учраас тэг таамаглал няцаагдаж байна.		

Харин 2021-2022, 2022-2023 хичээлийн жилд Боловсролын хэмжилзүйг сонгон судалсан оюутнуудын МБУС, НХУС, БТС, ДУТС, БоСС бүлгүүдийн хувьд дисперсийн шинжилгээ (ANOVA) хийж F-сорилын утгыг тооцоолж үзвэл F-ийн утга 0.56 нь альфагийн 0.05 түвшинд дэх түүний критик утга 5.19-аас бага учраас тэг таамаглал няцаагдахгүй (Хүснэгт 4, Хүснэгт 6). Эндээс, МУБИС-ийн оюутны сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн оюутны сурлагын амжилтад үзүүлэх нөлөөлөл нь математикийн багш, нийгмийн ухааны багш, биеийн тамир, дасгалжуулагч, урлаг дизайн багш, нийгмийн ажилтан, сэтгэл зүйч гэсэн 5 мэргэжлийн хувьд ялгаагүй болох харагдана.

Хүснэгт 5: МБУС, НХУС, БТС, ДУТС, БоСС бүлгийн сурлагын амжилтын дундаж

(Хичээлийн туршилтын жилээр)

Улирал	МБУС	НХУС	БТС	ДУТС	БоСС	БС
2019-2020	92.66	86.58	77.00			
2020-2021	92.14	88.70	87.80			
2021-2022	89.83	94.13	84.29	50	100	
2022-2023	94.09	88.30	79.19	93.17	72	
2023-2024	86.34	83.98	71.90	89		
2024-2025	84	72.68	69.13			74

Хүснэгт 6. Их сургуулийн антисимметр-хайбрид технологийн нөлөөллийн шинжилгээ

Улирал	МБУС	НХУС	БТС	ДУТС	БоСС
2021-2022	89.86	94.13	84.29	50	100
2022-2023	94.09	91.48	79.19	93.16	72

Хүснэгт 5.

Хүснэгтийн нийт өгөгдлийн тоо (N)	10				
Бүлгийн тоо (k)	5				
Чөлөөний зэрэг (df1=k-1)	4				
df2=N-k	5				
Чөлөөний нийт зэрэг (df=df1+df2)	9				
F-ийн критик утга (альфа=0.05)	5.19				
Бүлгийн дундаж	91.98	92.8	81.74	71.85	86
Бүх өгөгдлийн дундаж					88.84
Бүх өгөгдлийн алдаа (өөрчлөлт) квадратын нийлбэр (SStotal)					1951.11
Бүлгүүдийн алдаа (өөрчлөлт)-ны квадрат нийлбэр (SSwithin)					1348.86
Бүлгүүдийн хоорондын алдаа (өөрчлөлт)-ны квадратын нийлбэр (SSbetween=(SStotal-SSwithin))					602.26
Бүлэг хоорондын өөрчлөлтийн дундаж (MSB(between))					150.57
Бүлгүүдийн доторх өөрчлөлтийн дундаж (MSE (within))					269.77
F=MSB(between)/MSE(within)	0.56	Тооцоолсон F-ийн утга 0.56 нь альфагийн 0.05 түвшинд дэх түүний критик утга 5.19-аас бага учраас тэг таамаглал няцаагдахгүй.			

Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн дагуу явагддаг Боловсролын хэмжилзүй хичээлээр үзүүлэх оюутны сурлагын амжилт, тэдгээрийн түүний талаар сэтгэл ханамжийн хооронд тоон хүчтэй харьцаа (корреляци) байгаа эсэхийг Пиарсоны коэффициентийн утгыг бодож үзэхэд 0.56 байгаа нь 2 хувьсагчийн утгуудад хооронд дунд зэргийн хэмжээтэй тоон харьцаа уялдаа холбоотой болохыг илтгэнэ. Үүгээр таамаглал 2 нотлогдоно.

Туршилтын үгэн өгөгдлийн шинжилгээ

Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн талаар туршилтын хугацаанд авсан оюутны сэтгэл ханамжийн асуулгын хичээл болон багшийн талаарх өөрийн үнэлэмж, сэтгэгдлээ бичих нээлттэй асуултад оюутны өгсөн хариултын дор харуулав.

2020-2021 оны хичээлийн жилийн 2 улиралд авсан асуулгын нээлттэй асуултын хариултыг нэгтгэвэл:

‘Маш ойлгомжтой хичээл заадаг мундаг багш минь шүү, амжилт, дунд, гоё багш, маш сайн, үнэхээр үр өгөөжтэй хичээл болж чадсан. багшидаа баярлалаа, сайн, сайн, үр өгөөжтэй хичээл байсан, багшийн хувьд хариуцлагатай байдлын тал дээр жаахан анхаарах хэрэгтэй гэж бодож байна. Ажилдаа чинь сэтгэлээсээ, ёс зүйтэй хандлага жаахан нэмчихвэл мундаг багш ишг санагдлаа. Хичээлийн хөтөлбөр, төлөвлөгөө сайн байна. Маш их үр өгөөжтэй, хэрэгтэй хичээл байлгах, байхгүй, байхгүй, Мундаг багш, байхгүй, баярлалаа багшаа, сайн, Баярлалаа, Хүн бүртэй тулж ажилладаг, байхгүй, сайн, биеэ бодоорой багшаа, баярлалаа, багшаа, амжилт хүсье, сайн’

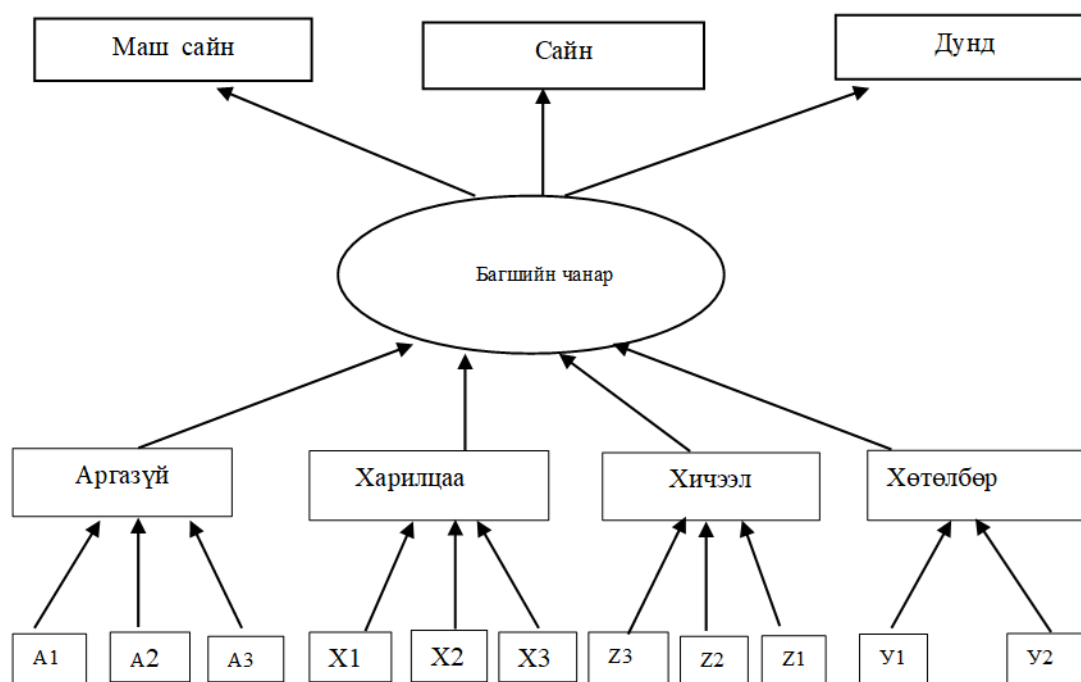
2021-2022 оны хичээлийн жилийн 2 улиралд авсан асуулгын нээлттэй асуултын хариултыг нэгтгэвэл:

‘Сайн заадаг, Баярлалаа, маш гоё багш, Хичээлээ сайн заасан, сайн, баярлалаа, баярлалаа, байхгүй, хүндэтгэлтэй гоё багш, гоё заадаг, багшийн хичээл сонирхолтой үр дүнтэй байсан, мундаг багш, багшидаа амжилт хүсье, сайн, мундаг багш шүү, хичээлээ маш сайн зааж, оюутнуудтайгаа эелдэг, дотно харьцдаг мундаг багш’

Дээрх үгэн өгөгдөлд 3-аас багагүй тоогоор давтагдсан үгийг ялган тоолж үзэхэд нийт 117 үгэнд багш 16, сайн 13, хичээл 9, баярлалаа 7, маш 6, мундаг 6, байхгүй 5, амжилт 4, гоё 4, өгөөжтэй 4 удаа тус тус давтагдсан байхад холбоос үгээр давталтыг тоолж үзэхэд мундаг багш 6, маш сайн 3, сайн заадаг 3 удаа давтагдаж байна. Асуулгын задгай асуултын хариултад олонтоо давтагдсан эдгээр үг болон холбоос үгсийн утгыг Эйлер-Вений диаграммаар шинжлэн үзвэл тэдгээрийн уг язгуурт *сайн багш, өгөөжтэй, үр дүнтэй, хэрэгтэй хичээл* гэсэн утга илэрнэ. Эндээс их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи нь уг хичээлийг оюутанд өгөөжтэй, үр дүнтэй сайн хичээл болгох, улмаар багш оюутнаар өндрөөр үнэлүүлэхэд эерэг нөлөөлөлтэй байгаа нь харагдана. Үүгээр таамаглал 3 дэмжигдэнэ.

Мөн дээр үгэнд өгөгдөлд утга ойролцоо үгийг нэгтгэж, эсрэг утгаар нь салгах байдлаар тематик шинжилгээ хийхэд багш, аргазүй, хичээл, харилцаа хөтөлбөр гэсэн 4 үндсэн тема илэрсэн. Багшийг оюутнууд маш сайн, сайн, дунд; аргазүйг ойлгомжтой (A1), сайн (A2), тулж ажилладаг (A3); харилцааг хүндэтгэлтэй (X1), эелдэг (X2), дотно (X3); хичээлийг өгөөжтэй (Z1), үр дүнтэй (Z2), хэрэгтэй (Z3); хөтөлбөрийг маш сайн (Y1), сайн (Y2) гэсэн масштабээр чанарын үнэлгээ өгсөн байна. Энэхүү чанарын шинжилгээний дүнд тулгуурлан их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологиор хичээлээ удирдан явуулж байгаа багшийн оюутны үнэлгээний үндсэн хувьсагч, тэдгээрийн уялдаа холбоог дараах байдлаар дүрслэн харуулж болно (Бүдүүвч 2)

Бүдүүвч 2: Их сургуулийн багшийн оюутны үнэлгээний үндсэн хувьсагч



Судалгааны үр дүн

Их сургуулийн антисимметр-хайбрид технологиор МУБИС-ийн оюутны сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийг 6 жил, 14 улирлын туршид 1287 оюутанд явуулахад тэдгээрийн сурлагын дундаж амжилт нь 100 оноогоор хэмжихэд амжилт 88.28 байна. Мөн асуулгад оролцсон оюутны асуулгын тоон үнэлгээний дундаж нь 1-5 оноогоор хэмжихэд 3.98, харин түүний хувиар илэрхийлсэн дундаж нь 87.11 байв. Үүгээр таамаглал 3 дэмжигдэнэ.

Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн талаар туршилтын хугацаанд авсан оюутны сэтгэл ханамжийн асуулгын хичээл болон багшийн талаарх өөрийн үнэлэмж, сэтгэгдлээ бичих нээлттэй асуултаар цуглуулсан үгэн өгөгдлийн чанарын шинжилгээгээр багш, аргазүй, харилцаа, хичээл үндсэн хувьсагч (тема), тэдгээрийн 11 шалгуур үзүүлэлт илэрсэн. Мөн чанарын шинжилгээгээр их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи нь уг хичээлийг оюутанд өгөөжтэй, үр дүнтэй сайн хичээл болгох, улмаар багшийг оюутанд үнэлгээндээ өндрөөр үнэлэхэд эерэг нөлөөлөлтэй байна. Үүгээр таамаглал 3 батлагдаж, судалгааны асуулт 3 хариулагдана.

МУБИС-ийн оюутны сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн оюутны сурлагын амжилтад үзүүлэх нөлөөлөл нь математикийн багш, нийгмийн ухааны багш, биеийн тамир, дасгалжуулагч, урлаг дизайн багш, нийгмийн ажилтан, сэтгэлзүйч гэсэн 5 мэргэжлийн хувьд ялгаагүй болно. Үүгээр таамаглал 1 батлагдаж судалгааны асуулт 1 хариулагдана.

МУБИС-ийн оюутны сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн оюутны сурлагын амжилтад үзүүлэх нөлөөлөл нь математикийн багш, нийгмийн ухааны багш, биеийн тамир, дасгалжуулагчийн хувьд ялгаатай байна.

Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийн дагуу явагддаг Боловсролын хэмжилзүй хичээлээр үзүүлэх оюутны сурлагын амжилт, тэдгээрийн түүний талаар сэтгэл ханамжийн

хооронд дунд зэргийн хэмжээтэй тоон хүчтэй харьцаа, уялдаа холбоо байна. Үүгээр таамаглал 2 батлагдаж судалгааны асуулт 2 хариулагдана.

Дүгнэлт

Дижиталчилагдаж буй өнөөгийн нийгмийн шинэлэг шаардлага болон мэдлэгийн нээлттэй байдлаас улбаалсан дээд боловсролын хөгжлийн өвөрмөц онцлог, нөхцөл байдал дор багш мэргэжлийг эзэмшихээр МУБИС-д суралцаж буй дижитал уугуул оюутнуудын сонгон судалдаг Боловсролын хэмжилзүйн хичээлийг тэдэнд сурлагын амжилттай, сэтгэл ханамжтайгаар удирдан явуулахыг зориход онолын хувьд ч, практикийн хувьд шийдвэрлэвэл зохих асуудлын шийдлийн урт хугацааны эрэн хайлт, эргэцүүллийн үр болж бүтээгдсэн их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологийг уг хичээлд 6 жил, 14 улирлын туршид 1287 оюутныг хамруулан туршсан туршилтын үр дүнд тулгуурлан дор дурдсан дүгнэлтийг хийж байна. Үүнд:

- Их сургуулийн хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи нь танхимын хичээлээр үзүүлэх оюутны сурлагын амжилтад ч, багшийн талаарх оюутны сэтгэл ханамжийн үнэлгээнд ч эерэг нөлөөлөл үзүүлнэ.
- Их сургуулийн антисимметр-хайбрид технологийн оюутны сурлагын амжилтад үзүүлэх нөлөөлөлд бүлгийн тоо олшрох тусам мэргэжлийн ялгаа байдаггүй хандлага ажиглагдана.
- Их сургуулийн антисимметр-хайбрид технологитой танхимын хичээлээр оюутны үзүүлэх сурлагын амжилт, сэтгэл ханамжийн хоорондох тоон уялдаа холбоо нь хэмжээний хувьд дунд зэргээс багагүй байна.
- Их сургуулийн багш хичээлийн антисимметр-хайбрид технологи нь багш оюутнаар ‘сайн багш’, хичээл тэднээр ‘өгөөжтэй хичээл’ гэж үнэлэхэд эерэг нөлөөллийг үзүүлнэ.
- Их сургуулийн багш хичээлийн антисимметр-хайбрид технологиор хичээлээ удирдан явуулахад оюутантай тулж ажилладаг байх, тэдэнтэй эелдэг харилцаатай байх, хөтөлбөр төлөвлөлтөө сайн хийх шаардлагатай бөгөөд эдгээр шаардлага нь хичээлийн чанар, үр өгөөж, багшийн үнэлгээнд эергээр нөлөөлнө.

Талархал

Энэхүү судалгааны ажлыг гүйцэтгэхэд үр бүтээлтэй хамтран ажилласан МУБИС-ийн Чанарын баталгаажуулалт, хяналт шинжилгээний алба, Сургалт, цахим шилжилтийн хэлтсийн хамт олонд талархал илэрхийлье.

Ном зүй

Англи хэлээр:

- Andrew S. Gibbons Jon Nelson (2003), *The Nature and Origin of Instructional Objects*, Utah State University, Idaho National Engineering and Environmental Laboratory, pp. 6-14
- David A. Wiley, *Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy*, pp 22-24, Utah State University
- Dingli and D. Seychell. (2015), *The New Digital Natives @ Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, retrieved from <https://www.springer.com>.
- LOM (2000), *LOM working draft v4.1 (online)*, available in <http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOMv4.1.htm>
- Working group on textbook and e-learning resource development: main report, Education Bureau, October 2009, pp 10-20
- Dakl, O.J.&Nygaard,K.(1966). *SIMULA-An algol based simulation language*, Communication of the ACM, 9(9), pp.671-678 cited by David A. Wiley, I (2009).

- Jason, Bloomberg.(2018) *Digitization, Digitalization, And Digital Transformation*, retrieved from <https://www.forbes.com>
- Langel, C,M & Sletten, S, J 2002, *Alternative Education: A brief History and research synthesis, prepared for Project Forum*, National Association of State Directors of Special Education, USA.
- Lewis, R 1986, 'What is open learning', *The Journal of Open and Distance Learning*, vol. 1, no.2, 1986, pp. 5 – 10.
- Michael, Van. Beek. (2011) *Virtual learning Revolution*, retrieved from <https://www.mackinac.org>
- Mifsud, L 2002, 'Alternative learning arenas-pedagogical challenges to mobile learning technology in education', *Proceedings of the IEEE international workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*, IEEE.
- Ogata & Yano 2003, quoted in website site: <http://www-yano.is.tokushima-u.ac.jp/ogata/clue/>
- Nagata, Y 2002, 'Alternative Education: An international perspectives', *Flinders University Institute of International Education Research Collection*, no.15, Australia
- Shank, P (ed.) 2007, *The online learning*, John Wiley&Sons, Inc, USA.
- Tobin, T & Sprague, J1999, 'Alternative education programs for at-risk youth:Issues, Best practices, and Recommendations', *OSSCB bulletin*, vol.42, no.42, 1999, Oregon school study council.
- Монгол хэлээр:
- БШУЯ, “Боловсролын салбарын шинэчлэл-MON 0125” төсөл, (БШУЯ-АХБ-БСШТ), Ц.Лувсандорж, Цахим сургалтын <https://www.monolithicpower.com/en/analog-vs-digital-signal>
- <https://innolytics-innovation.com/what-is-digitalization/>
- https://www.techopedia.com/definition/28094/digital-nativeen.wikipedia.org/wiki/learning_objects

An anti-symmetry and hybrid technology of university teaching and learning and its impacts on student achievement and satisfactions

Luvsandorj.Ts^a, Munkhsaikhan.Ts^b, Lkhagvabayar.B^c

^a Department of Didactics, SMNS, MNUE

^b Division of Learning and Didital Transformation, SMNS, MNUE

^c Department of Quality Assurance and Monitoring, SMNS, MNUE

Corresponding author: luvsandorj@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0009-0005-5317-6549>

Abstract

This article aims to develop a technology of university lesson called as an anti-symmetry and hybrid technology of university teaching and learning and explore its impacts on student achievement and satisfactions

Keywords

Anti-symmetry and hybrid technology of university lesson

Сенсор болон секундомер ашиглан чөлөөт уналтын хурдатгалыг тодорхойлох лаборатори ажлын үр дүнгийн харьцуулсан судалгаа

О.Алтангоо, Б.Гантуяа

МУБИС, МБУС, Физикийн тэнхим

Холбоо барих зохиогч: gantuya@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0001-6323-6510>

Хүлээн авсан: 2025.04.10

Засварласан: 2025.09.08

Хэвлэлтэд авсан: 2025.09.26

Хураангуй

Сургалтын технологийн шинэчлэлийн хүрээнд багшийн арга зүйгээр дамжуулан суралцагчдын мэдлэг, чадвар, хандлагыг хөгжүүлэх асуудал чухлаар тавигдаж, боловсролын түвшин бүрд үр дүнтэй хэрэгжүүлэх шийдлийг эрэлхийлж байна. Энэхүү судалгаагаар физикийн багш хөтөлбөрөөр суралцаж буй оюутнуудын математик дүүжингийн хэлбэлзлийн үеийг гэрлийн сенсор болон секундомер ашиглан хэмжиж чөлөөт уналтын хурдатгалыг тодорхойлсон лаборатори ажлын гүйцэтгэлийн үр дүнг харьцуулсан судалгааг танилцуулна. Судалгааны үр дүнгээс суралцагчдын шинжлэх ухааны чадваруудыг хөгжүүлэхэд лабораторийн хичээлийн хэрэглэгдэхүүн чухал үүрэгтэй байна

Түлхүүр үг

Лаборатори ажил, сенсор, секундомер, гүйцэтгэл

Удиртгал

Физикийн болон бусад байгалийн шинжлэх ухааны сургалтад лабораторийн хичээл чухал үүрэгтэй. Лаборатори хичээл нь оюутнуудад шинжлэх ухааны хууль, зүй тогтол, ойлголтуудыг ойлгох, практик ур чадварыг эзэмших, онолын мэдлэгийг баталгаажуулахад тусалдаг (Johnstone & Al-Shuaili, 2001; Darrah et al, 2014; Sari et al, 2019). Түүнчлэн, лабораторийн ажил, туршилт нь суралцагчдын сониуч байдлыг өдөөж, шинжлэх ухаанд эерэг хандлагатай болоход нь нөлөөлдөг (Bretz et al., 2013).

Лаборатори хичээлээр суралцагчдыг шинжлэн судлаач, үйлдвэрлэгч, өөрөө, бүтээгч чадварт суралцахад чиглүүлж, идэвхтэй үйл ажиллагаанд хөтлөх боломжтой. Гэвч лаборатори ажил, туршилтыг хийхэд ихэвчлэн багшийн урьдчилан бэлтгэсэн бэлэн зааврын дагуу суралцагчид механикаар хийж гүйцэтгэх, тухайн цээжилсэн мэдлэгээ практиктай яаж холбогдож буйг анхааралгүй хийж гүйцэтгэж байна. Учир нь багшийн өгсөн зааварт ажлын зорилго, шаардлагатай багаж хэрэгслийн жагсаалт, ажлыг гүйцэтгэх дэс дараалал, онолын хэсэг, хэмжилт үр дүнг бөглөх хүснэгт зэрэг бэлэн байнга байсаар байна. Харин онол практикийг хэрхэн холбох тухай Грахам Гиббс “Багшилж сурахуй” номондоо дөрвөн үйлийн холбоос байдлаар тодорхойлжээ. Үүнд; **тунгаан бодох буюу эргэцүүлэх** (үйл явцын талаар таамаглан тунгаан бодох), **төлөвлөх** (тэрхүү таамаглалыг шалгах болон түүнээс суралцахад бэлтгэж төлөвлөх), **туршин үйлдэх** (турших үйл ажиллагааг явуулж, тэр ажиглагдсан зүйлсийг тэмдэглэж бүртгэж авах), **тусган авах** (туршилтын үйл ажиллагаанаас тодорхой зүйлийг тусган авах (энэ нь юу болсныг тодорхойлох, тэр болсон зүйлсийн учир утгыг олж гаргах гэсэн 2 шаттай байна)- ыг багтаасан байна. Энэхүү дөрвөн үйлийн холбоосын хаанаас нь ч эхэлж болох боловч аль нэг үйлийг алгасч болохгүйг анхаарах ёстой гэжээ (Gibbs, G.,1988).

Суралцагчдаар турших, задлан шинжлэх, ажиглах, нэгтгэн дүгнэх загварчлах зэрэг үйлүүдийг гүйцэтгүүлэх боломжтой, үзэгдэл юмсын зүй тогтол тэдгээрийн диалектик өөрчлөлт, түүнд нөлөөлөх хүчин зүйлийг онолын хувьд тодорхой гаргаж болох онцлог бүхий хичээл нь лаборатори хичээл байна. Гэвч лабораторийн ажлууд нь өндөр өртөгтэй тоног төхөөрөмж, материал шаардагдах, аюултай туршилтуудтай холбоотой эрсдэл зэрэг олон сорилттой тулгарсаар байна (Kaptin'el & Rutto, 2014). Физикийн багш нарт лаборатори хичээлд хэрэглэгдэх багаж төхөөрөмжийн хүрэлцээ хангамж зарим тохиолдолд төдийлөн хангалттай бус байгаа нь суралцагч нэг бүрийг туршилт хийх шинжлэх ухааны чадваруудыг эзэмшихэд нөлөөлж байна. Энэ утгаараа физикийн лабораторийн ажил, туршилтыг

сенсор ашигласнаар эдгээр асуудал шийдвэрлэх боломжтой болох нь зарим судалгааны үр дүнгүүдээс харагдаж байна. (Gungor Babaoglu et al, 2020).

Лаборатори хичээлийн хэрэглэгдэхүүн болох сенсор нь суралцагчдыг бүтээлчээр сэтгэх, хамтын болон ганцаарчилсан оролцоог нь дэмжин хөгжүүлэх боломжийг бүрдүүлдэг (Алтангоо.О., 2008). Сенсор ашигласан лаборатори ажил, туршилт нь оюутан, суралцагчдын сурах сэдэл, хандлага, бүтээлч үйл ажиллагааг дэмжих төдийгүй найдвартай бодит хэмжилт хийж, түүний үр дүнд тулгуурлан асуудал шийдвэрлэх чадвараа хөгжүүлэхэд чухал үүрэгтэй байна (Bouquet et al, 2017). Сенсор нь лаборатори ажлын хэмжилтийн үр дүнг компьютер ашиглан тусгай программын тусламжтайгаар график, дүрс, дохиог, тоон өгөгдөл болгож дэлгэц дээр харуулах боломжтойгоороо давуу талтай.

Иймд бид физикийн багш хөтөлбөрөөр суралцаж буй оюутнуудын математик дүүжингийн хэлбэлзлийн үеийг гэрлийн сенсор болон секундомер ашиглан хэмжиж чөлөөт уналтын хурдатгалыг тодорхойлсон лаборатори ажлын гүйцэтгэлийн үр дүнг харьцуулсан судалсан. Сургалтад хэрэглэсэн DrDAQ сенсор нь гүйдэл, хүчдэл, эсэргүүцэл, даралт, температур, дууны түвшин, гэрлийн долгион, pH, хурдатгал гэх мэт олон параметруудийг хэмжих боломжтой.

Хүснэгт 1. DrDAQ-ын ерөнхий үзүүлэлтүүд

Оролтын сувгууд	7 дотоод оролт, 2 гадаад оролт
Хэмжилтийн давтамж	10 аас 15000 дээжийг секунд тутамд
Хэт ачаалах хамгаалалт	30В
Дижитал гаралт	2
Хэмжээ	55x70x20 мм
Гаралтын холбогч	25 замт D төрлийн, PC ний параллел порт руу
Программ	Пикоскоф ба Пиколог болон бусад нэмэлт

DrDAQ ийн 9 оролтын сувгаар хэмжилт хийж байгаа сенсоруудыг гадаад ба дотоод сенсорууд гэж ангилдаг.

Хүснэгт 2. DrDAQ ийн сенсоруудын үзүүлэлтүүд

Дотоод сенсорууд		Хэмжилтийн хязгаар	Нарийвчлал
1	Дууны долгион	± 100	0.2
2	Дууны түвшин	55 аас 100 дБ	1 дБ
3	Хүчдэл	0 оос 5 В	5 мВ
4	Эсэргүүцэл	0 оос 1 МОм	0.1 кОм
5	Температур	0 оос 70°C	0.1°C
6	Гэрэл	0 оос 100	0.001
Гадаад сенсорууд		Хэмжилтийн хязгаар	Нарийвчлал
1	pH	0 оос 14	0.02 pH
2	Температур	-10 аас 105°C	0.1°C

Бид туршилт судалгаандаа DrDAQ сенсоров гэрлийн сенсоровыг ашиглан ашигласан бөгөөд уг сенсоров хугацааны нарийвчлал 0.001, сургалтад ашигладаг секундомер нь 0.1 нарийвчлал байсан. Лаборатори ажлыг гүйцэтгэхэд DrDAQ сенсор нь автоматаар компьютерт лаборатори ажлын хэмжилтүүдийг бүртгэж, цуглуусан өгөгдөлд боловсруулалт хийхэд алдаа бага, нарийвчлал өндөртэй зэрэг давуу талуудтай байна. Харин сургалтад хэрэглэдэг буй секундомериыг ашиглан лаборатори ажлыг гүйцэтгэх явцад суралцагчид өгөгдлөлийг санамсаргүй алдаа ихтэй, өгөгдлийг хугацааны хувьд хоцорч бүртгэх, нарийвчлал бага зэрэг бэрхшээл, сул талуудтай байна. Лаборатори ажлын үед ихэнх суралцагчдад танин мэдэхүйн мэдлэг болон бие даан сурах чадвар муу байх нь элбэг тохиолддог.

Үүнтэй холбогдуулан багш хичээл дээр суралцагчдын дотоод нөөцийг дээд зэргээр ашиглан бие даасан практик үйл ажиллагаанд нь онцгой анхаарал тавьж, заах аргаа боловсронгуй болгох шаардлагатай болж байна. Лаборатори хичээлээр суралцагчдын сурах үйл ажиллагааг системтэй жолоодох нь багш ба суралцагчдын харилцаа сурах үйлийг идэвхжүүлэх хичээлийн мэдээллийн багтаамжийг гүнзгийрүүлэх зэрэг ач холбогдолтой хэмээн үзэж уг туршилт судалгааг хийхийг зорьсон.

Судалгааны арга зүй

Энэхүү судалгаанд МУБИС-ийн бакалаврын хөтөлбөрийн Физикийн ангийн 3–4 дүгээр курсын нийт 24 оюутан оролцсон бөгөөд 2023–2024 оны хичээлийн жилд хэрэгжүүлэв. Судалгааны зорилго нь оюутнуудын математик дүүжингийн хэлбэлзлийн үеийг **гэрлийн сенсор (DrDAQ)** болон **секундомер** ашиглан хэмжиж, чөлөөт уналтын хурдатгалыг тодорхойлох туршилтын гүйцэтгэлийг харьцуулахад чиглэсэн болно.

Судалгааны дизайн: Судалгааг **туршилт судалгаа** (experimental research) ба **үйлийн судалгаа** (action research) –ны арга зүйг хослуулан зохион байгуулсан. Ингэхдээ бид лаборатори хичээлийг **уламжлал хандлагатай арга зүй** буюу багшийн урьдчилан бэлтгэсэн зааврын дагуу алхамчилсан лаборатори ажил (зорилго, онолын хэсэг, багаж хэрэгслийн жагсаалт, хэмжилтийн хүснэгт), **эрэл хайгуулд суурилсан арга зүй** буюу Barbara Stripling (2011)-ийн эрэл хайгуулын загварыг ашиглан суралцагчдыг асуулт дэвшүүлэх, таамаглал боловсруулах, туршилт төлөвлөх, бие даан гүйцэтгэх, дүгнэлт хийх үйл ажиллагаанд чиглүүлсэн. Судалгааны үр дүнг боловсруулахдаа суралцагчдын лаборатори ажлын гүйцэтгэлийг туршилт төлөвлөх чадвар, туршилт хийж өгөгдөл цуглуулах чадвар, өгөгдлийг шинжлэх чадвар, туршилтын үр дүнг тайлбарлах чадвар 4 шалгуураар үнэлэв. Шалгуур бүрийг **0–5 оноогоор**, нийт **20 оноогоор** үнэлэв. Үнэлгээний найдварыг шалгахад **Cronbach's alpha = 0.817** гарсан нь үзүүлэлтүүдийн дотоод нийцэл сайн, найдвартай болохыг илтгэж байна. Туршилтын явцад суралцагчдын үйл ажиллагааны бичлэг, ажиглалт, үнэлгээний хуудас, хэмжилтийн өгөгдлийг, тайланг ашиглан судалгааны өгөгдлийг цуглуусан. Туршилт судалгааны явцад цуглуулсан судалгааны өгөгдлийг **SPSS 20** программаар боловсруулсан.

Судалгааны үр дүн

Туршилт судалгааны хүрээнд бид оюутнуудын математик дүүжингийн хэлбэлзлийн үеийг гэрлийн сенсор болон секундомер ашиглан хэмжиж чөлөөт уналтын хурдатгалыг тодорхойлсон лаборатори ажлын гүйцэтгэлийн үр дүнг дээрх шалгуур үзүүлэлтээр нэгтгэсэн. Судалгаанд хамрагдсан 24 оюутны лаборатори ажлын гүйцэтгэлийг хэрэглэгдэхүүний хувьд харьцуулан туршилт судалгааны үр дүнг үйлийн судалгааны арга зүй ашиглан шинжлэсэн. Судалгааны үр дүнг шинжихэд **туршилт төлөвлөх чадварын хувьд** секундомер ашигласан бүлгийн дундаж 1.05 (SD = 0.43) байсан бол сенсор ашигласан бүлгийн дундаж 3.64 (SD = 0.44) байв. Энэ нь сенсор ашигласан суралцагчид туршилтын алхмуудыг илүү нарийвчлалтайгаар төлөвлөсөн болохыг харуулж байна. **Өгөгдөл цуглуулах чадварийн хувьд** секундомер ашигласан бүлэгт дундаж 0.98 (SD = 0.33), сенсор ашигласан бүлэгт 3.66 (SD = 0.40) байна. Эндээс сенсоровын өгөгдлийг бүртгэх, нарийвчлал өндөр, компьютерийн боловсруулалт нь хэмжилтийн санамсаргүй алдааг бууруулж, өгөгдлийн найдварыг нэмэгдүүлсэн байна. Харин **өгөгдлийг шинжлэх чадвар** нь секундомер ашигласан бүлгийн дундаж 1.74 (SD = 0.55), сенсор ашигласан бүлгийн дундаж 4.67 (SD = 0.68) байсан нь сенсоровын тусламжтайгаар суралцагчид өгөгдлийг график, тоон үзүүлэлтээр нарийвчлалтай боловсруулах боломжтой болохыг харуулж байна. Лаборатори ажлын үр дүнг тайлбарлаж буй гүйцэтгэлийн хувьд секундомер ашигласан бүлгийн дундаж 1.62 (SD = 0.26), сенсор ашигласан бүлгийн дундаж 3.90 (SD = 0.40) байсан.

	Item	N	Mean	Std Deviation	Std.Error Mean
Секундомер	Туршилт төлөвлөх	12	1.05	0.43	0.12
Сенсор		12	3.64	0.44	0.12
Секундомер	Туршилт хийх, өгөгдөл цуглуулах	12	0.98	0.33	0.09
Сенсор		12	3.66	0.40	0.11
Секундомер	Туршилтын өгөгдлийг шинжлэх	12	1.74	0.55	0.16
Сенсор		12	4.67	0.68	0.19
Секундомер	Туршилтын үр дүнг тайлбарлах	12	1.62	0.26	0.07
Сенсор		12	3.90	0.40	0.11

Суралцагчдын лаборатори ажлын гүйцэтгэлийг сенсор ашигласан болон секундомер гэсэн хэрэглэгдэхүүнээс хэрхэн хамаарч байгааг авч үзсэн. Тухайлбал; лаборатори ажлын гүйцэтгэлийн үр дүнгийн кейсийг авч үзвэл:

МРН23Д026 Лабораторийн ажлын №4 тайлан

Лабораторийн зорилго: Математик дүнж

Хүмүүний сүлжвийн сурталын теоретик, дүүрэгний хэмжээний сүлжвийн шалгалт

Далайцаас хамаарах хамаарал			Дүрэгний үргэлж хамаарах хамаарал				
0 см	10 см	15 см	Дүрэгний үрг	66 см	76 см	10 см	
Хамбалзайн тоо /N/	10	10	10	Хамбалзайн тоо /N/	10	10	10
Хамбалзайн өртөөлөл /N/	19.6	18.6	18.2	Хамбалзайн өртөөлөл /N/	18.13	19.17	20.15
Хамбалзайн үе /T/	1.96	1.86	1.82	Хамбалзайн үе /T/	1.81	1.91	2.01

Дүүжин	1	N	1	m	1	σ	S	Δm	Δm _{max}	E _{max}	Q
1-р дүүжин	66	20	3.25	1.62							
2-р дүүжин	75	30	5.79	957	1.93	0.403	0.066	2.26	2.24	3.37	9.5
3-р дүүжин	50	10	1.92		1.92						

Тооцоо хийх :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum \Delta x^2} = \sqrt{\frac{1}{9} \Delta H^2} = 1.62$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum \Delta x^2} = \sqrt{\frac{1}{90} \Delta H^2} \approx 0.037$$

$$\Delta L_{\text{век}} = \sqrt{\Delta L_{\text{век}}^2 + \Delta L_{\text{век}}^2 + \Delta L_{\text{век}}^2} = \sqrt{0.001^2 + 0.08^2 + 0.48^2} = 0.49$$

$$\Delta x_{\text{век}} = \sqrt{\Delta x_{\text{век}}^2 + \Delta x_{\text{век}}^2 + \Delta x_{\text{век}}^2} = \sqrt{0.05^2 + 0.01^2 + 0.31^2} = 0.51$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{10}{0.58}} = 4.15$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{\frac{10}{0.65}} = 3.92$$

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}} = 2 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{\frac{0.58}{4.15}} = 2.35c$$

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} = 2 \cdot 3.14 \cdot \sqrt{\frac{0.65}{3.92}} = 2.58c$$

$$F_1 = \frac{t_1}{N} \quad F_2 = \frac{t_2}{N}$$

$$\rho = 4\pi^2 \frac{l_1 - l_2}{T_1^2 - T_2^2} = 4 \cdot 3.14^2 \frac{0.58 - 0.65}{2.35^2 - 2.58^2} = 8.43$$

Хэмжилтийн үр дүн

Хэмжилтийн үр дүн g=9.5м/с²

Хэмжилтийн алдааг тооцоо үр дүн

	L	t	N	T	g
1		2.662	2	1.331	
2		2.6595	2	1.32975	
3		2.656	2	1.328	
4		2.6578	2	1.3289	
5	0.515	2.6555	2	1.3275	
6		2.6495	2	1.32475	
7		2.6536	2	1.3278	
8		2.6535	2	1.32675	
9		2.6546	2	1.3273	
10		2.6537	2	1.32685	
平均数		2.65577	2	1.327885	9.7965

Хэмжилтийн
тоо 10

Хэмжилтийн
үр дүн $g=9.76$

ξ, M	$T_{\text{эпидем.с}}$	$T_{\text{эп.с}}, \text{C}^2$	$g, \text{M/C}^2$
0.515	1.441	2.076	9.788
0.484	1.400	1.960	9.752
0.451	1.349	1.820	9.788
0.405	1.279	1.636	9.778

$$T^2 = 4.0402 \pm 0.0009$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} l$$

$$\frac{4\pi^2}{g} = 4.0402$$

$$g = 9.76 \text{ m/s}^2$$

Туршилтын үр
дүнгээс онолын үр
дүнд хүрч буй үр
дүн

Хэмжилтийн үр
дүнгээр график
байгуулсан байдал

б.Гэрлийн сенсор

Зураг 1а, б. Суралцагчдын лаборатори ажлын гүйцэтгэлийн кейс үр дүн

Туршилт судалгаанд хамрагдсан 24 оюутны математик дүүжингийн хэлбэлзлийн үеийг судалсан лаборатори ажлын тайлан, гүйцэтгэлээс харахад секундомер ашиглан лаборатори ажил гүйцэтгэсэн суралцагчид тогтсон зааврын дагуу хэмжилт хийсэн хэдий ч туршилтын хэмжилтийг 3 удаа гүйцэтгэсэн, алдааг тооцсон нь дээрх кейс баримтуудаас ажиглагдаж байв.

Хүснэгт 4. Лаборатори ажлын гүйцэтгэлийн үр дүн

№	Лаборатори ажлын гүйцэтгэл	Секундомер ашигласан (хувиар, %)	Сенсор ашигласан (хувиар, %)	Зөрүү (хувиар, %)
1	Хэмжилтийн тоо цөөн 5 болон түүнээс дээш хэмжсэн	83.3	91.7	8.4
2	Хэмжилтийн алдааг бүрэн тооцсон	66.7	75.0	8.3
3	Хэмжилтийн үр дүнг алдаа болон илтгэх магадлалтай хамт бичих	50.0	66.7	16.7
4	Хэмжилтийн алдааг нэг утгат цифрээр илэрхийлсэн	41.7	58.3	16.6
5	Хэмжилтийн утга ба үнэмлэхүй алдаа ижил хэмжилтийн нэгжтэй	50.0	83.3	33.3
6	Хяналтын асуултад хариулсан	58.3	66.7	8.4
7	Хэмжилтийн үр дүнг тодорхойлогч параметруудийн хамаарлын график байгуулсан	50.0	75.0	25
8	Багажны бүтэц үүрэг зориулалт, аюулгүй ажиллагааны дүрмийг мэдэж буй байдал	75.0	83.3	8.3

Лабораторийн ажлын гүйцэтгэлийг секундомер болон сенсор ашигласан бүлгийн суралцагчдын хувьд харьцуулан судаллаа. Судалгааны дүнгээс харахад, бүх үзүүлэлт дээр сенсор ашигласан суралцагчдын гүйцэтгэл өндөр гарсан байна. Тухайлбал, хэмжилтийн тоо болон хяналтын асуултад хариулсан үзүүлэлт дээр хоёр бүлгийн ялгаа харьцангуй бага (8.4%) байсан бол хэмжилтийн нэгжийн зөв хэрэглээ (33.3%) болон график байгуулах (25.0%) чадвар дээр илүү өндөр зөрүү байна. Энэ нь сенсоровын хэрэглээ хэмжилтийн нарийвчлалыг нэмэгдүүлж, өгөгдлийг боловсруулах, дүрслэн харуулах боломжийг илүү өргөн хүрээнд олгож буйтай холбоотой байна. Мөн хэмжилтийн алдааг тооцох, нэг утгат цифрээр илэрхийлэх, үр дүнг алдааны хамт тэмдэглэх зэрэг үзүүлэлтүүд дээр сенсор ашигласан суралцагчдын хувьд илүү өндөр гүйцэтгэлтэй байсан нь багажны хэмжилтийн өгөгдлийг өндөр нарийвчлалтай цуглуулсан нь өгөгдөл боловсруулахад чухал байна. Гэвч суралцагчид багшийн бэлтгэсэн зааврын хүрээнд лаборатори ажлыг хийж гүйцэтгэдэг, лаборатори ажлын хэмжилтийн тоо нь багшийн өгсөн ажлын хуудасны хүснэгтийн тооноос хамаарсан, мэдээллийг ямар нэг эх үүсвэрээс эрэх хайх бус, лаборатори ажлын зааврын хүрээнд хариулах байдал хэвээр байна.

Мөн суралцагчдын лаборатори хийж гүйцэтгэж буй үйл явцыг судлавал суралцагчдын лаборатори ажлыг гүйцэтгэхдээ төлөвлөлт хийх, даалгаврыг хугацаандаа гүйцэтгэх, тухайн багажны нарийвчлалыг тооцох, багажны заалтыг унших, хэмжилтийн үр дүнг нарийн тэмдэглэх чадварууд нь секундомер ашигласан суралцагчдаас өндөр байна. Энэ нь суралцагчид сенсор ашиглан туршилт хийхдээ өгөгдлийг тодорхой хугацааны интервалуудад нарийвчлал сайтай хэмжиж тэмдэглэсэн, туршилт ажлыг нарийн төлөвлөн бэлтгэсэн, туршилтыг хугацаанд нь туршилтын үр дүнг боловсруулсан. Суралцагчдын лаборатори ажлыг гүйцэтгэж буй үйл явцаас үзэхэд эрэл хайгуулд тулгуурласан сенсор ашигласан лаборатори ажлын хувьд нь дараах шинэлэг давуу талуудтай байна. Үүнд:

- Бүтээлч сэтгэлгээг, хөгжүүлэх
- Лаборатори ажил хийж гүйцэтгэх чадваруудыг хөгжүүлэх
- Асуудал зөрчлийг олж харах, шийдвэрлэх
- Практик үр дүнгээ онолын үр дүнд хүрч байгаа
- Бие даан туршилт хийх, төлөвлөх боломж олгох
- Суралцагчид өөрөөсөө асуулт асуух, эргэцүүлэх, таамаглах боломжийг олгох
- Сонирхолтой шинэ санаа дэвшүүлэх, шинэ төсөл, нээлт (лаборатори ажил хийх) хийх

Аливаад нягт нямбай, хариуцлагатай хандах боломжуудыг бүрдүүлж байгаа нь өөрөө бүтээгч инноваци бий болгох иргэнийг бэлтгэх үндсийг тавихад хувь нэмэр оруулах юм.

Дүгнэлт

Судалгааны үр дүнгээс уламжлалт хандлагатай лаборатори хичээлийн арга зүйгээр лаборатори хичээлийг удирдан чиглүүлэн, хэрэгжүүлж ирсэн олон жилийн туршлагатай боловч оюутнууд лаборатори ажлыг бие даан гүйцэтгэх, асуудлыг дэвшүүлэн шийдвэрлэх, таамаглал дэвшүүлэх, өгөгдлийг шинжлэх, нэгтгэн дүгнэх зэрэг чадваруудыг хөгжүүлэхэд бэрхшээл тулгарсаар байна. Харин эрэл хайгуулд тулгуурласан лаборатори хичээлийн арга зүйг физикийн орчин үеийн багаж, хэрэглэгдэхүүнтэй нийцүүлэн ашиглах нь оюутнуудын асуудлын талаар таамаглал дэвшүүлэн эргэцүүлэх, асуудлыг шийдвэрлэх хувилбаруудыг судлах, боловсруулах, практик үр дүнгээ онолын үр дүнд хүрч байгаа, бие даан туршилт хийх, төлөвлөх боломж олгох зэрэг давуу талтай болох нь харагдаж байна.

Ном зүй

- Candy, Philip. (1991). *Self-direction for lifelong learning: a comprehensive guide to theory and practice*. San Francisco: Jossey Bass.
- OECD. (2018). *The future of education and skills Education 2030*.
- Peelo, M. & Luxon, T. (2007). Designing embedded courses to support international students' cultural and academic adjustment in the UK. *Journal of Further and Higher Education*, 31 (1), 65-76.
- Welikala, T. & Watkins, C. (2008). Improving Intercultural Learning Experiences in Higher Education.
- Бадарч, Д., Наранцэцэг, Я., Батхүрэл, Г. нар. (2014). *Кредит систем*. Улаанбаатар.
- Монгол Улсын Их Хурал. (2023). *Боловсролын ерөнхий хууль*.
- Пагмасүрэн, Ц., Оюун-Эрдэнэ, Б. (2017). Оюутны бие даалтыг хэмжих боломж, арга зам. *Боловсролын сэтгэл зүйн тулгамдсан асуудал, шийдэл, арга зам*, (хууд. 149). Улаанбаатар.
- Weaver, A. (2002), "Determinants of Environmental Attitudes: A Five-Country Comparison", *International Journal of Sociology*, 32 (1)
- Webb, N. L. (1997). Criteria for alignment of expectations and assessments in mathematics and science education. Washington, DC, Council of Chief State School Officers and National Institute for Science Education Research Monograph.
- Wickman, P. O. (2006). Aesthetic experience in science education: Learning and meaningmaking as situated talk and action. Routledge
- Wickman, P.-O., Prain, V., & Tytler, R. (2021). Aesthetics, affect, and making meaning in science: An introduction. *International Journal of Science Education (Special issue on Aesthetics in Science Education)*.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500693.2021.1912434>
- William, D. (2010). What Counts as Evidence of Educational Achievement? The Role of Constructs in the Pursuit of Equity in Assessment. *Review of Research in Education*, 34, 254-284.
- Wolpert, L. (1992). *The Unnatural Nature of Science*. Faber and Faber.
- Young, O.R., Berkhout, F., Gallop, G. C., Janssen, M.A., Ostrom, E., & Van der Leew, S. (2006). The globalization of socio-ecological systems: an agenda for scientific research. *Global Environmental Change*, 16(3), 304-316.
- Ziman, J. (1979). *Reliable Knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press

Comparative study of implementing laboratory work to determine free fall acceleration

Altangoo.O, Gantuya.B

Department of Physics, SMNS, MNUE

Corresponding author: gantuya @msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0001-6323-6510>**Abstract**

In the context of innovations in the field of educational technologies, the issue of developing knowledge, skills and abilities of students in the physics course through the improvement of equipment has become important, and solutions are being sought that can be effectively implemented at each level of education. This paper presents a study comparing the effectiveness of teaching students, future physics teachers, of the Mongolian State University of Education during a laboratory experiment in which the oscillation period of a mathematical pendulum was measured using a light sensor and a stopwatch to determine the acceleration of gravity. The results of the research show that modern laboratory equipment plays an important role in developing students' experimental skills.

Keywords

laboratory work, physics practical training

Хөдөө орон нутгийн ерөнхий боловсролын сургуулийн математикийн багш нарын судалгаа

Б.Сандагдорж^а, Д.Хишигжаргал^б^а МУБИС, МБУС, Математикийн тэнхим,^б МУБИС, Багшийн сургууль

Холбоо барих зохиогч: khishigjargal.d@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0002-4763-4479>

Хүлээн авсан: 2025.05.13

Засварласан: 2025.08.28

Хэвлэлтэд авсан: 2025.09.26

Хураангуй

Бид энэхүү судалгаагаар хөдөө орон нутаг (ХОН)-ийн сурагчдын хувьд чанартай боловсролыг дэмжих ТХ-ийн 4 дүгээр зорилт математикийн хичээлд хэрхэн хангагдаж буйг тогтоох зорилгоор ХОН-ийн 20 аймгийн математикийн багш ($n=182$) -ийг судалгаанд хамруулав.

ТХ-ийн 4 дүгээр зорилтод боловсролд ялгаварлан гадуурхалтгүй, хүн бүр чанартай, тэгш хүртээмжтэй боловсролыг хүртэх эрхтэй. Иймд хөдөө орон нутгийн ЕБС-ийн сурагчид тэгш, хүртээмжтэй, чанартай боловсрол эзэмшиж амжилттай суралцаж буй эсэхийг тогтоох зорилгоор математикийн багш нараас дараах асуулгаар тодруулахыг зорилоо.

ХОН-ийн суралцагчдын сурлагын амжилтад (1) багш голлох нөлөөтэй, (2) эцэг эх, асран хамгаалагч, (3) хичээл сургалт суралцагчийн сонирхол, эрэлт хэрэгцээ, ялгаатай байдлыг хүндэтгэсэн, олон хувилбартай байх, (4) тусгай хэрэгцээ шаардлагатай хүүхдүүдэд нэмэлт боломж олгодогтой адил оюуны өндөр чадвартай суралцагчдад нэмэлт боломж олгох ёстой, (5) сайн сургууль, сайн орчин нөлөөтэй.

Бидний судалгааны үр дүн ХОН-ийн суралцагчдын математикийн амжилтад (1), (4) дүгээр асуултын дундаж үзүүлэлт 3.52, 3.47, (2), (3) асуултын дундаж 3.38, 3.3, (5) асуултын дундаж 2.97 байна.

Түлхүүр үг

Математикийн сургалт, математикийн багш

Удиртгал

НҮБ-аас 2015 онд зохион байгуулсан Тогтвортой хөгжлийн дээд хэмжээний уулзалтад 193 орны төр, засгийн тэргүүн нар оролцож, “Эх дэлхийгээ шинэчиле: Тогтвортой хөгжлийн 2030 хөтөлбөр”-ийг баталсан. Энэхүү хөтөлбөрт ядуурлыг бууруулах, хүн амын эрүүл, аюулгүй байдлыг хангах, боловсролын чанар хүртээмжийг сайжруулах, байгаль орчныг хамгаалах, уур амьсгалын сөрөг нөлөөллийг бууруулах зэрэг чиглэлээр 17 зорилго, 169 зорилтуудыг баталж, 2016 оны 1 сарын 1-нээс “Тогтвортой хөгжлийн зорилго” (ТХЗ) албан ёсоор дэлхий нийтээр хэрэгжиж эхэлсэн.

Чанартай боловсролыг дэмжих ТХ-ийн 4 дүгээр зорилтод “Хүртээмжтэй, тэгш чанартай боловсролоор хангах, хүн бүрийн насан туршдаа суралцах боломжийг дэмжих юм”. Эндээс чанартай боловсрол гэдэг ойлголтыг судлаачид дараах байдлаар томъёолсон байна.

Манай улсын хувьд 1960-2000 онд боловсролын чанар гэсэн ойлголт нь зөвхөн албан боловсролын хүрээнд суралцагсдын амжилттай авсан үнэлгээн дээр тодорхойлдог байжээ (Санжаабадам, 2001).

2000 оноос хойш боловсролын чанарыг бие хүний зах зээлд өрсөлдөх чадвар, амьдрах ухаан, нийгмийн статусыг тодорхойлж байдаг академик ба эмпирик боловсролын хэрэглээний түвшин юм (Ванчигсүрэн, 2002)

Сурагчдаас хөтөлбөр эзэмшилтийн түвшинг илэрхийлэх үзүүлэлт, боловсролтой иргэн хүний амьдрах ухаан, түүний өрсөлдөх чадвар болон төлөвшил (Бэгз, 2017).

Тэгш хамруулан сургах боловсролыг ялгаварлан гадуурхах бүх хэлбэрийг халан суралцагсдын харилцан адилгүй байдал, ялгаатай хэрэгцээ, чадвар, онцлог шинж, сурах хүсэл эрмэлзлэлийг нь

хүндэтгэн үзэж бүх нийтэд чанартай боловсрол олгоход чиглэсэн тасралтгүй үйл явц юм (БШУЯ, 2023, р. 15).

2015 онд Инчеоны тунхагт “Тэгш хамарсан, тэгш боломжийг баталгаажуулсан бүх нийтийн чанартай боловсролыг насан туршид эзэмшүүлэх” эрхэм зорилгыг дэвшүүлсэн нь нэг талаас тусгай хэрэгцээ шаардлагатай хүүхдэд боломж олгож, нөгөө талаас оюуны өндөр чадвартай (gifted and talented), математикт авьяастай суралцагчдыг нэмэлт боломжийг олгох нь зүйтэй юм.

Бид чанартай боловсролыг суралцагчдын амжилтын гүйцэтгэлээр хэмжиж, түүнд гол нөлөөлөх хүчин зүйлийг багшийн чадвар гэж таамаглал дэвшүүлж байна.

Суралцагчдын математикийн амжилтыг судлаачид дараах байдлаар тодорхойлсон байна.

- Лубьенски, Реардон нарын судлаачид сурагчдын математикийн амжилтад нөлөөлж буй олон төрлийн хүчин зүйлийг тодорхойлж чадсан. Тухайлбал багш, сурагчдын харилцаа, бие даан ажиллах чадвар, сурагчдын математикийн талаарх ойлголт болон бусад олон хүчин зүйл ихээхэн нөлөөлдөг гэж үздэг (Lubienski, S. T., & Lubienski, C, 2005) Судлаач Эвнети, Фиссеа нар багш сурагчдын харилцааг харилцан холбоотой, түгшүүртэй, хараат бус/хамааралтай, тайван/зөрчилдөөнтэй гэсэн дөрвөн бүлэгт хуваан авч үзсэн (Ewnetu, S., & Fisseha, M, 2008, р. 40)
- Судлаач Б.Д.Пандигийн тодорхойлсноор Математикийн амжилт гэдэг нь тухайн оюутны математикийн хичээлд харуулсан ур чадвар юм. Энэ нь тодорхой үе шатанд математикийн хичээлд бий болсон мэдлэг, мэдээлэл, ойлголт, ур чадвар, арга барилын үр дүн юм. Үүний хэмжүүр нь математикийн амжилтын тестийн оноо юм (2017).

Суралцагч математикийн хичээлд амжилттай сурахад багшийн заах арга туршлага, мэдлэг чадвар хэрхэн нөлөөлдөг болохыг багш нараас ирсэн дараах судалгааны үр дүнтэй танилцъя.

Судалгаанд оролцогчид

Судалгаанд нийт Монгол улсын 20 аймгийн төвийн болон 25 сумын нийт 45 сургуулийн 182 математикийн багш хамрагдсан. Үүнийг аймаг, сум тус бүрээр хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 1

Судалгаанд оролцсон аймаг, сургуулийн мэдээлэл

№	Аймаг	Аймгийн төвийн сургууль	Сумын сургууль
1	Архангай	1-р сур	Төвшрүүлэх, Чулуут сумын ЕБС
2	Баянхонгор	1, 5-р сур	
3	Булган	1, 2-р сур	Хутаг-Өндөр, Дашинчилэн ЕБС
4	Говь-Алтай	2-р сур	
5	Говьсүмбэр	2-р сур	
6	Дархан-Уул	Од цогцолбор	
7	Дорноговь	1-р сур	Зүүнбаян, Даланжаргалан ЕБС
8	Дорнод	5-р сур	
9	Дундговь	1-р сур	Өндөршил ЕБС
10	Завхан		Тосонцэнгэл 1-р сур, Тэлмэн, Баянтэс сумын ЕБС
11	Орхон	4-р сур	
12	Өвөрхангай	1, 2, 4, 5-р сур	Хархорины Орхон сур, Тарагт, Зүүнбаян-Улаан сум
13	Өмнөговь	1-р сур	
14	Сүхбаатар	3-р сур	Мөнххаан, ЕБС
15	Сэлэнгэ	4-р сур,	Хүдэр ЕБС

16	Төв		Эрдэнэсант, Цээл ЕБС
17	Увс		Зүүнхангай ЕБС
18	Ховд		Үенч, Зэрэг, Булган сумын Минжит Булган ЕБС
19	Хөвсгөл	Сод Эрдэм	Рашаант, Алаг-Эрдэнэ ЕБС
20	Хэнтий		Бор-Өндөр, Биндэр ЕБС

Судалгаанд хамрагдсан багш нарыг хүйсээр авч үзвэл нийт багш нарын 79 % нь эмэгтэй, 21 % нь эрэгтэй байна.

Хүснэгт 2

Судалгаанд оролцогчдын хүйсийн талаарх мэдээлэл

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid эр	38	20.9	20.9	20.9
эм	144	79.1	79.1	100.0
Total	182	100.0	100.0	

Судалгаанд оролцогч багш нарыг байршлийн хувьд баг, сум, аймгийн төвийн харьяаллаар авч үзэхэд 2 багш буюу 1.1% багийн сургуульд, 64 багш буюу 35.2% сумы сургуульд, 116 багш буюу 63.7 % аймгийн төвд тус тус харьяалалтай байна.

Хүснэгт 2

Судалгаанд оролцогчдын байршлын талаарх мэдээлэл

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid баг	2	1.1	1.1	1.1
сум	64	35.2	35.2	36.3
аймгийн төв	116	63.7	63.7	100.0
Total	182	100.0	100.0	

Насны хувьд 34 – 39, 40 – 45 насны ангилалд оролцогчид тус бүр 22.5%-ийг, 22 – 27, 28 – 33 насны ангилалд оролцогчид тус бүр 19.8 %-ийг, 46 – 51 насны ангилалд 8.8 %, 52 – оос дээш насны ангилалд 6.6%-ийг тус тус эзэлж байна.

Хүснэгт 4

Судалгаанд оролцогчдын насны ангилал

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 22-27	36	19.8	19.8	19.8
28-33	36	19.8	19.8	39.6
34-39	41	22.5	22.5	62.1
40-45	41	22.5	22.5	84.6
46-51	16	8.8	8.8	93.4
52-дээш	12	6.6	6.6	100.0
Total	182	100.0	100.0	

Багш нарын боловсролын зэргийг харвал нийт оролцогчдын 73.1 % ийг бакалаврын зэрэгтэй, 26.3 % нь магистрын, 1.6 % нь дипломын боловсролтой байна.

Судалгаанд оролцогчдын боловсролын зэргийн талаарх мэдээлэл

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Диплом	3	1.6	1.6	1.6
Бакалавр	133	73.1	73.1	74.7
Магистр	46	25.3	25.3	100.0
Total	182	100.0	100.0	

Ажилласан жилийн хувьд нийт оролцогчдын 24.2 % нь 6 – 10 жил, 21.4 % нь 1 – 5 жил, 17.6 % нь 16 – 20 жил, 15.9 % нь 11 – 15 жил, 11 % нь 21 – 25 жил, 9.9 % нь 25 – аас дээш жил тус тус ажилласан багш нар байна. Эндээс харахад 10 хүртэл жил ажилласан багш нар нийт оролцогчдын 50 орчим хувийг эзэлж байна.

Судалгаанд оролцогчдын ажилласан жилийн байдал

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 1-5	39	21.4	21.4	21.4
6-10	44	24.2	24.2	45.6
11-15	29	15.9	15.9	61.5
16-20	32	17.6	17.6	79.1
21-25	20	11.0	11.0	90.1
25-дээш	18	9.9	9.9	100.0
Total	182	100.0	100.0	

Суралцагчийн математикийн амжилтад гаргаж буй үзүүлэлтийг та хэрхэн үнэлж байна вэ? гэсэн асуултад

- (1) “Багш голлох нөлөөтэй” гэсэн хариултын дундаж утга 3.52,
- (2) “Эцэг эх, асран хамгаалагч голлох нөлөөтэй” гэсэн хариултын дундаж утга 3.38,
- (3) “Хичээл сургалт суралцагчийн сонирхол, эрэлт хэрэгцээ, ялгаатай байдлыг хүндэтгэсэн, олон хувилбартай байх” гэсэн хариултын дундаж утга 3.3,
- (4) “Тусгай хэрэгцээ шаардлагатай хүүхдүүдэд нэмэлт боломж олгодогтой адил оюуны өндөр чадвартай суралцагчдад нэмэлт боломж олгох ёстой” гэсэн хариултын дундаж утга 3.47,
- (5) “Сайн сургууль, сайн орчин нөлөөтэй” гэсэн хариултын дундаж утга 2.97 байна.

Эндээс харахад судалгаанд оролцсон хөдөө орон нутгийн багш нар суралцагчдын математикийн амжилтад багш хамгийн их голлох нөлөөг үзүүлнэ гэж үзсэн байна. Харин тэдний хувьд сайн сургууль, сайн орчин нь бусад үзүүлэлтэй харьцуулахад суралцагчдын математикийн амжилтад тийм ч их нөлөө үзүүлэхгүй (дундаж 2.97) гэж үзсэн байна.

Хүснэгт 7

Судалгаанд оролцогчдын суралцагсдын амжилтад нөлөөлөх хүчин зүйлсийн статистик үзүүлэлт

		Хүйс	Байршил	Нас	Ажилласан_жил	Боловсролын_зэрэг	СурАмжилт1	Математикийн багш голлох нөлөөтэй	Хичээл сургалт нь суралцагчдын сонирхол, эрэлт хэрэгцээ, ялгаатай байдлыг хүндэтгэсэн, уян хатан олон хувилбартай байх шаардлагатай	Эцэг эх, асран хамгаалагч голлон нөлөөтэй	Хөгжлийн бэрхшээлтэй хүүхдүүдэд өөр боломж олгох нь зөв бол нөгөө талдаа оюуны өндөр чадвартай хүүхдүүдэд боломж олгох ёстой	Сайн сургууль, сургалтын орчин нөлөөтэй	Математикийн явьяастай хүүхдүүдтэй ажиллах санал, туршлагаа бичнэ үү	Нэмэлтээр хэрэглэдэг сургалтын материал	Математик сургалт, сурах бичиг, гарын авлагын талаар саналаа бичнэ үү
N	Valid	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182	182
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		1.79	2.63	3.01	3.02	2.24	3.4670	3.52	3.38	3.30	3.47	2.97			
Mode		2	3	3 ^a	2	2	3.00	4	3	3	4	3			
Minimum		1	1	1	1	1	2.00	1	1	0	0	0			
Maximum		2	3	6	6	3	4.00	4	4	4	4	4			

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Хамгийн өндөр үзүүлэлттэй суралцагчдын математикийн амжилтад багш голлох нөлөө үзүүлнэ гэсэн хариутыг задалж доорх хүснэгтээс үзвэл нийт 182 оролцогчдын 103 (56.6 %) нь санал бүрэн нийлнэ, 74 (40.7 %) нь санал нийлнэ, 2 (1.1 %) багш аль нь ч биш, 3 (1.6 %) багш санал нийлэхгүй гэж тус тус хариулсан байна.

Хүснэгт 8

Судалгаанд оролцогчдын суралцагчдын математикийн амжилтад багш гол нөлөөтэй үзүүлэлт

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid санал нийлэхгүй	3	1.6	1.6	1.6
Аль нь ч биш	2	1.1	1.1	2.7
санал нийлнэ	74	40.7	40.7	43.4
Санал бүрэн нийлнэ	103	56.6	56.6	100.0
Total	182	100.0	100.0	

Суралцагчдын математикийн амжилтад багш голлох нөлөө үзүүлэх дараагийн үзүүлэлт болох “Эцэг эх, асран хамгаалагч голлон нөлөөтэй” гэсэн хариултыг 182 оролцогчдын 81 (44.5 %) нь санал бүрэн нийлнэ, 84 (46.2 %) нь санал нийлнэ, 10 (5.5 %) багш аль нь ч биш, 4 (1.6 %) багш санал нийлэхгүй, 3 (1.6 %) багш огт санал нийлэхгүй гэж тус тус хариулсан байна.

Судалгаанд оролцогчдын суралцагчдын математикийн амжилтад эцэг эх, асран хамгаалагч нөлөөтэй үзүүлэлт

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid огт санал нийлэхгүй	3	1.6	1.6	1.6
санал нийлэхгүй	4	2.2	2.2	3.8
Аль нь ч биш	10	5.5	5.5	9.3
санал нийлнэ	84	46.2	46.2	55.5
Санал бүрэн нийлнэ	81	44.5	44.5	100.0
Total	182	100.0	100.0	

Хөгжлийн бэрхшээлтэй хүүхдүүдэд өөр боломж олгох нь зөв бол нөгөө талдаа оюуны өндөр чадвартай хүүхдүүдэд боломж олгох ёстой

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid огт санал нийлэхгүй	2	1.1	1.1	1.1
Аль нь ч биш	7	3.8	3.8	4.9
санал нийлнэ	74	40.7	40.7	45.6
Санал бүрэн нийлнэ	99	54.4	54.4	100.0
Total	182	100.0	100.0	

Харин хичээл сургалт суралцагчдын сонирхол, эрэлт хэрэгцээ, ялгаатай байдлыг хүндэтгэсэн, уян хатан олон хувилбартай байх нь суралцагчдын математикийн амжилтад нөлөөтэй гэсэн үзүүлэлтийн хувьд нийт оролцогчдын 76 (41.8%) нь санал бүрэн нийлнэ, 101 (55.5%) нь санал нийлнэ, 4 (2.2 %) багш аль нь ч биш, 1 (0.5 %) багш санал нийлэхгүй гэж тус тус хариулсан байна.

Судалгаанд оролцогчдын суралцагчдын сонирхол, ялгаатай байдал, хэрэгцээнд нийцсэн байдал нөлөөтэй үзүүлэлт

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid санал нийлэхгүй	1	.5	.5	.5
Аль нь ч биш	4	2.2	2.2	2.7
санал нийлнэ	101	55.5	55.5	58.2
Санал бүрэн нийлнэ	76	41.8	41.8	100.0
Total	182	100.0	100.0	

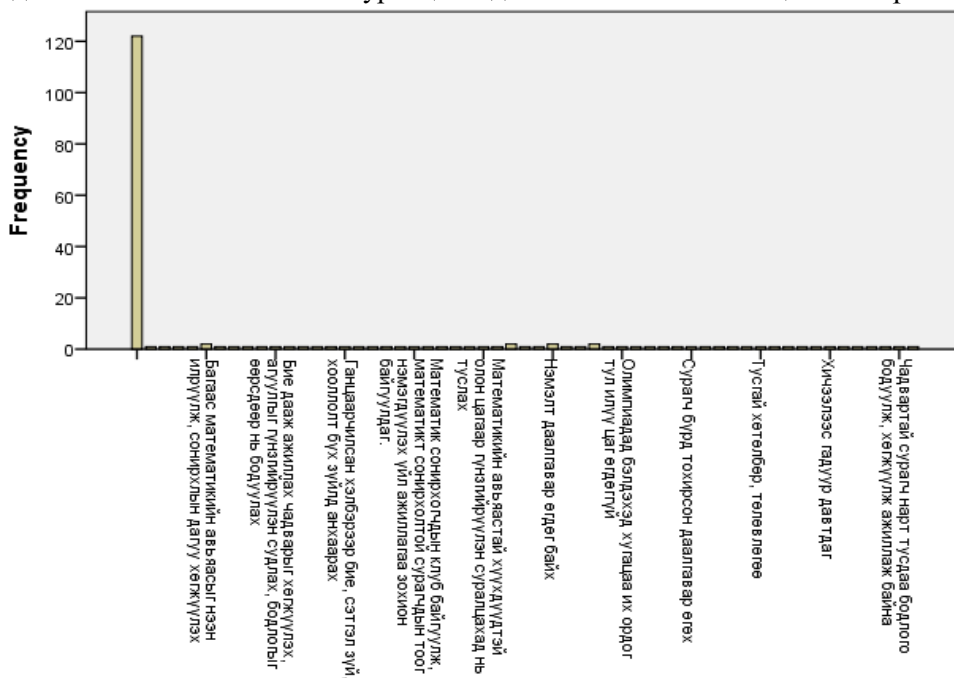
Сайн сургууль, сургалтын орчин суралцагчдын математикийн амжилтад нөлөөтэй гэсэн үзүүлэлтийн хувьд нийт оролцогчдын 48 (26.4%) нь санал бүрэн нийлнэ, 93 (51.1%) нь санал нийлнэ, 31 (17.0 %) багш аль нь ч биш, 7 (3.8 %) багш санал нийлэхгүй, 3(1.6 %) багш огт санал нийлэхгүй гэж тус тус хариулсан байгаа нь бусад үзүүлэлтээс голлох нөлөө үзүүлэх чадвар сулавтар байна.

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	огт санал нийлэхгүй	3	1.6	1.6	1.6
	санал нийлэхгүй	7	3.8	3.8	5.5
	Аль нь ч биш	31	17.0	17.0	22.5
	санал нийлнэ	93	51.1	51.1	73.6
	Санал бүрэн нийлнэ	48	26.4	26.4	100.0
	Total	182	100.0	100.0	

Бидний

судалгаагаар суралцагчдын математикийн амжилтад багш голлох нөлөө үзүүлдэг бол үүнтэй зэрэгцээд багш математикийн авьяастай суралцагчидтай хэрхэн ажилладаг, тэдний туршлагын талаар судлахад тэд дараах саналуудыг давхардсан тоогоор өгсөн байна.

- Багаас нь математикийн авьяасыг нээн илрүүлж, сонирхлын дагуу хөгжүүлдэг
- Агуулгыг гүнзгийрүүлэн нэмэлт даалгавар өгч сурагчдаар бие даалгуулж хийлгэдэг
- Нэмэлт даалгавар өгдөг байх
- Сурагч бүрд тохирсон түвшний даалгавар өгөх
- Математикийн багш нар хичээлийн бус цагаар суралцагчдад нэмэлт даалгавар өгч, түүнийг шалгаж, тайлбарладаг
- Олимпиадад бэлдэхэд хугацаа их ордог
- Багшид математикийн авьяастай суралцагчидтай ажиллах тогтсон цаг байхгүй



Математикийн багшийн мэргэжлийн мэдлэг, заах чадварт нөлөөлөх чухал хүчин зүйлсийн нэг нь нэмэлт ном, сурах бичиг болон бусад эх сурвалжууд юм. Эдгээр нь багшийн агуулгын гүн мэдлэгийг өргөтгөж, заах арга зүйг баяжуулан, хичээлийг сурагчийн хэрэгцээнд нийцүүлэн боловсруулж, бүтээлч байдлаар заах боломжийг нэмэгдүүлдэг. Судалгаагаар тогтоогдсноор, нэмэлт материал тогтмол хэрэглэдэг багш нарын сурагчдын амжилт өндөр байдаг (OECD, 2021)

Судалгаанд оролцогч математикийн багш нараас үндсэн сурах бичгээс гадна нэмэлтээр хэрэглэдэг гарын авлагаа нэрлэнэ үү гэсэн асуултад нийт 182 оролцогчдын 116 (62.7%) нь хэрэглэдэг, үлдсэн хэсэг нь алслагдмал хөдөө орон нутагт үндсэн сурах бичиг хүртээмж бага, цахим орчинд хэрэглүүлэхэд хүндрэлтэй. Бусад нэмэлт гарын авлага, ДАД, сургалтын материалууд олдоц муу зэрэг хариултыг өгсөн байна. Багш нарын хамгийн их хэрэглэдэг нэмэлт сурах бичиг, сургалтын материалыг жагсаан үзвэл:

- В.Адъяасүрэн Мэргэжлийн курс 6, 7, 8,
- Ч.Даваадоржийн сургалтын материал VI – XII,
- Ш.Сарангэрэл Математикийн 6000 тест,
- Б.Хасбаатар сургалтын материал VI-X,
- Математик сонгон 6-7,
- Олонлог 800,
- ЭЕШ –ын он оны тестийн эмхэтгэл

Дүгнэлт

Хөдөө орон нутгийн 182 багш нараас авсан судалгаанаас харахад суралцагчдын математикийн амжилтад багш болон хичээл сургалт суралцагчдын сонирхол, эрэлт хэрэгцээ, ялгаатай байдлыг хүндэтгэсэн, уян хатан олон хувилбартай байх нь илүү нөлөөлнө гэсэн үр дүн гарсан. Энэ нь нэг талаар суралцагчдыг амжилттай сургахад багшийн өөрийн мэдлэг чадвар, туршлага нөлөөлдөг боловч нөгөө талаас тэдэнд суралцагчдыг хөгжүүлэх нэмэлт цаг хангалттай байхгүй. Мөн сурах бичгийн хувьд 21.9 % нь хүрэлцээ хангалтгүй, 30.7% нь сурах бичиг дэх дасгал, даалгавар цөөн, 13.1 % нь зарим дасгал даалгавар хүнд учир сурах бичиг дэх даалгаврыг түвшинчилэх, 9.9 % нь сурах бичиг он, оны хэвлэлтээс хамаараад өөр өөр учир хүндрэлтэй гэсэн хариултаар өгсөн байна.

Ном зүй

- Ванчигсүрэн, Д. (2002). Боловсролын чанар, бие хүний нийгмийн статус. *Боловсролын хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний бичиг* 2, 44-55.
- Бэгз, Н. (2017). Монголын боловсрол судлалын шинэ парадигм.
- Санжаабадам, С. (2001). Боловсролын чанарын үнэлгээ, хэтийн төлөв. XX зууны Монголын боловсрол судлал. 352-358.
- OECD. (2021). Teachers' Professional Learning and Development. <https://doi.org/10.1787/9789264301603-en>.
- БШУЯ. (2023). *ТЭГШ ХАМРАН СУРГАХ БОЛОВСРОЛ*.
- Ewnetu, S., & Fisseha, M. (2008). The Teacher Relationship Behaviour and Parenting Style Correlates of Students' Scholastic Achievement at Grade Seven English. *Ethiopian Journal of Education and Sciences*, 4(1), 39–50.
- Lubienski, S. T., & Lubienski, C. (2005). A new look at public and private schools: Student background and mathematics achievement. *Phi Delta Kappan*, . *Journal of Mathematics Education*, 86(9), 696-699.

A Study of mathematics teachers in rural secondary schools in MongoliaSandagdorj. B^a, Khishigjargal. D^b^a Department of Mathematics, SMNS, MNUE^b The Teacher's school, MNUE

Corresponding author: khishigjargal.d@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0002-4763-4479>

Abstract

This study explores how the fourth goal of the Sustainable Development Goals (SDG 4), which promotes inclusive, equitable, and quality education, is being implemented in mathematics education in rural areas of Mongolia. A total of 182 mathematics teachers from 21 provinces participated in the survey.

SDG 4 emphasizes the right of all individuals to receive quality education without discrimination. Therefore, the research sought to assess whether students in rural secondary schools are receiving equitable, accessible, and quality mathematics education. Teachers were asked to evaluate factors influencing students' academic performance, including (1) the teacher's influence, (2) the role of parents and guardians, (3) differentiated instruction that considers student interest, demand, and diversity, (4) the need for additional support for both students with special needs and those with high intellectual abilities, and (5) the impact of school environment and resources.

The findings indicate that the highest influence on mathematics achievement among rural students came from teacher-related factors (M=3.52) and the provision of additional opportunities for gifted students (M=3.47). Parental involvement (M=3.38) and learner-centered instruction (M=3.30) followed. The school environment had the lowest average score (M=2.97). These results highlight the critical role of teachers and equitable educational support in improving mathematics outcomes for rural students.

KeywordsSustainable development, Mathematics education, Quality of Education

Саарал хамаарлын шинжилгээг боловсролын судалгаанд ашиглах нь

Д. Оюунчимэг

МУБИС, МБУС, Математикийн тэнхим

Холбоо барих зохиогч: Oyunchimeg.d@msue.edu.mn

Хүлээн авсан: 2025.04.01

Засварласан: 2025.05.15

Хэвлэлтэд авсан: 2025.08.25

Хураангуй

Саарал хамаарлын шинжилгээ(СХШ) нь олон шалгуурт үнэлгээ хийх, шийдвэр дүгнэлт гаргах, харьцуулах, хөгжлийн хандлага, хамаарлын зэргийг тодорхойлох гэх зэрэг олон зориулалтаар ашиглаж болдог тоон арга бөгөөд тодорхой бус байдлын нөхцөлд ч ашиглах боломжтой, хялбар тооцоолол хийгддэг арга юм. СХШ-г боловсролын салбарт олон талаар ашиглаж болдог. Энэ илтгэлд СХШ-г боловсролын судалгаанд ашиглах боломжийн талаар авч үзсэн. Жишээлбэл боловсролын чанарын үнэлгээ, бодлогын шинжилгээ, сургалтын хөтөлбөр, арга зүйн үр ашгийг үнэлэх, суралцагчийн гүйцэтгэлийн үнэлгээ, нөөцийн үнэлгээ, төсөл судалгааны үр дүнгийн шинжилгээ зэргээр олон талаар ашиглах боломжтой. Мөн энэ илтгэлдээ СХШ-г тодорхой жишээн дээр ашигласан үр дүнг харуулсан. Тухайлбал, Монголын их дээд сургуулиудыг үнэлж зэрэглэхэд СХШ-ний аргыг ашиглаж, үр дүнг Боловсролын яамнаас зарласан өмнөх эрэмбэтэй харьцуулан харууллаа.

Түлхүүр үг

Саарал систем, саарал хамаарлын оноо, их дээд сургуулийн эрэмбэ

Удиртгал

СХШ нь саарал системийн онолын хэсэг бөгөөд энэ нь зарим нэг мэдээлэл нь мэдэгдэж байгаа, зарим нь мэдэгдэхгүй байгаа системийн хувьд хийгддэг арга юм. СХШ нь хүчин зүйлсийн хоорондын төсөөтэй байдал ба ялгаатай байдал дээр үндэслэн СХ-ын зэргийг тооцох замаар хийгддэг. Статистикийн аргуудтай харьцуулахад бага өгөгдөл, хялбар тооцоолол хийгддэгээрээ давуу талтай.

СХШ шинжилгээний онцлог:

1. Тодорхой бус нөхцөлд хийгдэх боломжтой
 - СХШ нь ихэвчлэн өгөгдөл хязгаарлагдмал, тодорхой бус, бүрхэг үед хийгддэг. Энэ нь мэдээлэл бүрэн гүйцэт бус үед шийдвэр гаргахад тусдаг.
2. Харьцуулсан шинжилгээ хийх боломжтой:
 - Сонголтыг үр дүнтэй хийхэд туслах олон шалгуур дээр үндэслэсэн харьцуулсан шинжилгээ хийх боломжийг олгодог.
3. Саарал хамаарлын оноог тооцдог
 - СХШ нь хувилбар бүрийн болон зорилтот оноонуудын хоорондын хамаарлыг харуулсан СХШ-ний коэффициентыг боддог. Коэффициент нь өндөр байх тусам хүчтэй хамааралтай байна гэж үздэг.

СХШ-ий давуу тал:

- Уян хатан: Маш олон хүчин зүйл, төрөл бүрийн өгөгдөл дээр хийж болдог
- Энгийн: Хялбар тооцоолол, шийдвэр гаргахад хялбар байдал
- Тогтвортой: Мэдээлэл хомс, тодорхой бус нөхцөлд ч үр дүнтэй байдаг.

Хэрэглээ:

- Үйлдвэрлэлд: Нийлүүлэгчийн гүйцэтгэл, бүтээгдэхүүний чанар г.м-ийг үнэлэх
- Байгаль орчны судалгаанд: Төрөл бүрийн төсөл хөтөлбөрийн нөлөөллийг үнэлэх.
- Санхүүд: Санхүүгийн олон үзүүлэлтийн үндсэн дээр хөрөнгө оруулалтын хувилбаруудыг шинжлэх
- Анагаах ухаанд: Олон өвчтний үр дүн дээр үндэслэн эмчилгээний хувилбаруудыг харьцуулах
- Эдийн засагт: Аливаа хүчин зүйлийн хөгжлийн хандлагыг тодорхойлох

Боловсролын салбар дахь хэрэглээ:

СХШ нь боловсролын салбарт олон хүчин зүйл хоорондын харьцааг тодорхойлох, дүн шинжилгээ хийх, шийдвэр гаргалтад ашиглахад маш үр дүнтэй байдаг.

СХШ-г боловсролын салбарт дараах байдлаар ашиглаж байна:

1. Боловсролын чанарын үнэлгээ
 - Сургалтын хөтөлбөрийн чанарын үнэлгээ: Сургалтын хөтөлбөрийн үр дүнг сурагчдын гүйцэтгэл, багшийн ур чадвар, материаллаг нөөц гэх мэт олон хүчин зүйлд үндэслэн үнэлэх.
 - Сургуулийн чанарын харьцуулалт: Сургуулиудын чанарын үзүүлэлтүүдийг (төслийн амжилт, төгсөгчдийн ажилд орох түвшин, шалгалтын дүн гэх мэт) харьцуулж, хамгийн үр дүнтэй сургуулийг тодорхойлох.
2. Суралцагчдын гүйцэтгэлийн шинжилгээ
 - Олон хүчин зүйлийн үнэлгээ: Сурагчдын гүйцэтгэлд нөлөөлж буй хүчин зүйлсийг (хичээлийн идэвх, гэр бүлийн орчин, багшийн арга барил гэх мэт) тодорхойлох.
 - Гүйцэтгэлийн шинжилгээ: Шалгалтын дүн, хичээлийн ирц, суралцах арга барил зэрэг үзүүлэлтүүдийн хоорондын харилцан хамаарлыг тодорхойлж, сурагчдад тохирсон зөвлөгөө өгөх.
3. Хөтөлбөр, арга барилын үр ашгийг үнэлэх
 - Сургалтын арга барилын харьцуулалт: Уламжлалт хичээл заах арга барил болон технологид суурилсан сургалтын үр дүнг GRA аргаар харьцуулж, илүү үр дүнтэй аргыг сонгох.
 - Багшийн сургалт, хөгжлийн хөтөлбөрийн үнэлгээ: Багш нарын хөгжлийн хөтөлбөрүүдийн үр дүнг тодорхойлох.
4. Нөөцийн оновчтой хуваарилалт
 - Боловсролын төсвийн хуваарилалт: Сургуулиудын төсөв, хөрөнгө оруулалтын үр нөлөөг үнэлж, хамгийн оновчтой хуваарилалтыг тодорхойлох.
 - Техник хэрэгслийн хэрэгцээний шинжилгээ: Компьютер, лабораторийн тоног төхөөрөмж, ном сурах бичиг гэх мэт нөөцийн шаардлагыг судлах.
5. Боловсролын бодлогын шинжилгээ
 - Бодлогын үр нөлөөний үнэлгээ: Боловсролын шинэчлэл эсвэл бодлогын өөрчлөлтийн үр нөлөөг олон хүчин зүйлээр үнэлэх.
 - Бүс нутгийн боловсролын тэгш байдлын үнэлгээ: Хот суурин болон хөдөө орон нутгийн боловсролын ялгааг тодорхойлж, тэгш хүртээмжтэй болгох шийдвэр гаргах.
6. Төсөл, судалгааны дүгнэлт
 - Сургалтын төслийн үр дүнгийн дүн шинжилгээ: Боловсролын салбарт хэрэгжүүлсэн төслийн амжилтын үзүүлэлтүүдийг харьцуулж, GRA ашиглан оновчтой стратегийг тодорхойлох.
 - Шалгалтын үр дүнгийн дүн шинжилгээ: Сурагчдын шалгалтын дүнг хичээл, багш, арга барил гэх мэт үзүүлэлтүүдтэй уялдуулж дүгнэлт гаргах.

Судлагдсан байдал

СХШ-г 1982 онд Ju-Long анх гаргаж танилцуулсан. (Ju-Long, 1982). Энэ нь саарал системийн онолын хэсэг бөгөөд зарим нэг мэдээлэл нь мэдэгдэж байгаа, зарим нь мэдэгдэхгүй байгаа системийг саарал систем гэж хэлдэг. Саарал системийн онол нь хязгаарлагдмал мэдээлэл бүхий системийн дотоод бүтэц хамаарлыг хайдаг. (Huang, S.J., Chiu, N.H., Chen, L.W, 2008).

СХ-ын онол нь таван гол бүрэлдхүүнтэй. Үүнд: Саарал таамаглал, саарал харилцааны шинжилгээ, саарал шийдвэр гаргалт, саарал програмчлал ба саарал хяналт. (Wei, 2011)

СХШ нь маш олон салбарт ашиглагдаж байгаа бөгөөд үүнээс боловсролын салбарт ашиглах талаар авч үзсэн эрдэм шинжилгээний өгүүлүүдийн жишээг авч үзье. Үүнд:

- Багшийн арга зүйг үнэлэх талаар "A Grey Relational Analysis Approach to Evaluate the Effectiveness of Teaching Methods" (Ali, S. нар),
- Хөтөлбөрийн үнэлгээний талаар "Evaluating Curriculum Effectiveness Using Grey Relational Analysis" (Zhang, L., & Wang, Y.),

- Оюутнуудын гүйцэтгэлийн шинжилгээ хийх талаар "Application of Grey Relational Analysis in Evaluating Student Academic Performance" (Kumar, A., & Kumar, S)
- Цахим сургалтын хэрэгслүүдийн талаар "Assessing E-Learning Platforms Using Grey Relational Analysis: A Case Study" (Chen, Y., & Hwang, G.),
- Багшийн гүйцэтгэлийн үнэлгээнд ашиглах талаар "Grey Relational Analysis for Evaluating Teacher Performance in Higher Education" (Lee, H., & Choi, J.)
- Багшийг сонгон шалгаруулж авах талаар "Grey Relational Analysis based Intuitionistic Fuzzy Multi-criteria Group Decision-making Approach for Teacher Selection in Higher Education" (Surapati Pramanik, Dulal Mukhopadhyaya, 2011)
- Боловсролын чанарын талаар "Teaching Evaluation Algorithm Based on Grey Relational Analysis" (Xiaoying Zhang, 1 Xiuying Yang, 1 and Jing Yang, 2021), Comprehensive Evaluation of General Education in University Based on Grey Relational Analysis Model (Wang Jiayang, Shaogui Wu, Wei Liu, 2020)
- Сургуулиудыг эрэмбэлэхэд "Grey Relational Analysis Approach In Academic Performance Comparison Of University: A Case Study of Turkish Universities" (Irfan Ertugrul, нар, 2016) гэх мэтээр олон сурвалжийг дурдаж болно.

СХШ нь мөн шийдвэр гаргах fuzzy logic, analytic hierarchy process (АНР) болон машин сургалт гэх мэт олон аргуудтай нэгдэн улам боловсронгуй болон хөгжиж байгаа юм.

СХШ-ний үе шатууд:

1. Асуудлаа тодорхойлох:

- Асуудал болон зорилгоо тодорхойлох

2. Өгөгдлөө цуглуулах:

- Шалгуур болон үнэлэх хувилбаруудынхаа хувьд өгөгдлөө цуглуулах

Энэ шатанд судалгааны өгөгдөл цуглуулж, зорилтот өгөгдлөө тодорхойлно.

$X_i^{(0)}(k), i = 1, 2, \dots, m; k = 1, 2, \dots, n$ (n шалгуур үзүүлэлт бүхий m хувилбар) судалгааны анхны өгөгдөл, $X_o^{(0)}(k), k = 1, 2, \dots, n$ нь зорилтот утгуудыг агуулсан өгөгдөл гээ. Тэдгээрийн хоорондын адил төстэй байдлыг харьцуулан хамаарлыг тодорхойлох бөгөөд хэлбэлзэл, өөрчлөлтийн хандлага ижил байвал хамаарлын зэрэг өндөр байна.

3. Нормчлох:

- Өгөгдлөө харьцуулагдахуйц хэлбэр оруулан нормчилно.

Энэ шатанд өөр өөр хэмжээтэй өгөгдлүүдийг харьцуулахын тулд 0-1 завсар луу нормчилно. Нормчилох 4 арга байдгаас манай жишээнд ашиглагдсан арга нь "Их нь сайн байх" тохиолдлын дараах аргаар хийгдсэн. (Irfan Ertugrul, нар, 2016)

$$X_i^{(*)}(k) = \frac{X_i^{(0)}(k) - \min X_i^{(0)}(k)}{\max X_i^{(0)}(k) - \min X_i^{(0)}(k)} \quad (1)$$

4. СХ-ын коэффициентийг тооцох:

- Өгөгдсөн томъёог ашиглан шалгуур болон хувилбаруудын хоорондох СХ-ын коэффициентийг тооцно.

$$\gamma[X_o^{(*)}(k), X_i^{(*)}(k)] = \frac{\Delta_{\min} + \xi \Delta_{\max}}{\Delta_{oi}(k) + \xi \Delta_{\max}}; \quad (2)$$

$$\text{Энд: } \Delta_{oi}(k) = |X_o^{(*)}(k) - X_i^{(*)}(k)| \quad (3)$$

$$\Delta_{\max} = \max_{j \in i} \max_{\forall k} |X_o^{(*)}(k) - X_i^{(*)}(k)| \quad (4)$$

$$\Delta_{\min} = \min_{j \in i} \min_{\forall k} |X_o^{(*)}(k) - X_i^{(*)}(k)| \quad (5)$$

$$0 < \gamma[X_o^{(*)}(k), X_i^{(*)}(k)] \leq 1$$

(2) томъёон дах ξ -г ялгагч коэффициент гэдэг бөгөөд ихэвчлэн 0,5 гэж авсан байдаг.

5. СХ-ын оноог тооцох

- СХ-ын коэффициентуудыг ашиглан СХ-ын оноог тооцох

$$\gamma \left[X_0^{(*)}, X_i^{(*)} \right] = \sum_{k=1}^n \beta_k * \gamma \left[X_0^{(*)}(k), X_i^{(*)}(k) \right] \quad (6)$$

Энд: β_k нь жин бөгөөд $\sum_{k=1}^n \beta_k = 1$

СХ-ын оноо нь судалж буй хувилбаруудын болон зорилтот утгуудын хоорондох хамаарлын зэргийг харуулдаг. Хэрвээ эдгээр нь хоорондоо адил төстэй байх тусам 1 рүү ойрхон гарна.

6. Эрэмбэлэх:

- СХ-ын оноон дээр үндэслэн эрэмбэлэх

Энэ шатанд хувилбар бүрийн СХ-ын оноогоор нь харьцуулан эрэмбэлнэ.

СХШ-г ашиглан монголын их дээд сургуулиудын эрэмбэ чансааг тодорхойлсон жишээ

Монгол улсад үйл ажиллагаа явуулж буй бие даасан 61 их, дээд сургууль бий. Боловсрол шинжлэх ухааны яам, Боловсролын үнэлгээний төв, Боловсролын чанарын судалгааны хүрээлэн, олон улсын эрэмбэ тогтоодог “Times Higher Education” байгууллагаас аргачлалын зөвлөгөө авч хамтран ажиллан урьдчилсан байдлаар Их, дээд сургуулиудын үндэсний эрэмбэ, чансааг тогтоогоод байна. (Боловсролын яам, 2023)

Энэхүү эрэмбэлэлтийг “Дээд боловсролын сургалтын байгууллагын эрэмбэ тогтоох аргачлал-2023” гарын авлагын дагуу хийж гүйцэтгэсэн. Энэ эрэмбэлэлтийг хийхдээ

1. Сургалт (40%)
2. Эрдэм шинжилгээ (30%)
3. Гадаад харилцаа (10%)
4. Орчин (20%) гэсэн 4 ерөнхий үзүүлэлтээр жигнэн дүгнэсэн. (www.eec.mn, 2023)

Энэхүү эрэмбэлэлтийн дагуу эхний 20 байранд орсон сургуулиудыг сонгон авч СХШ-ний аргыг ашиглан эрэмбэлэлт хийсэн байдлыг харуулъя.

1-р алхам. Өгөгдөл цуглуулж, зорилтот утгуудыг тухайн шалгуурын хамгийн их утгаар тодорхойлсон. (Хүснэгт 1)

2-р алхам. Өгөгдлүүдийг харьцуулахын тулд (1) томъёогоор нормчилов. (Хүснэгт 2)

Хүснэгт 1. Өгөгдөл болон зорилтот утга

Шалгуур	Сургалт	Эр. Шин	Гад. хар	Орчин
Зорилтот утга	94	91	63	83
ИС1	94	91	41	73
ИС2	86	65	50	83
ИС3	82	66	30	81
ИС4	82	41	37	83
ИС5	72	40	30	82
ИС6	59	48	40	70
ИС7	84	10	30	64
ИС8	66	29	37	68
ИС9	54	35	24	80
ИС10	58	21	44	75
ИС11	55	33	51	60
ИС12	58	30	30	64
ИС13	68	8	50	68
ИС14	68	24	17	58
ИС15	67	12	30	71
ИС16	63	10	24	83
ИС17	69	8	49	62

Хүснэгт 2. Өгөгдлийг нормчилсон үр дүн

Сургууль	Сургалт	Эр. Шин	Гад. хар	Орчин
ИС1	1.00	1.00	0.58	0.60
ИС2	0.80	0.69	0.75	1.00
ИС3	0.70	0.70	0.37	0.92
ИС4	0.70	0.40	0.50	1.00
ИС5	0.45	0.39	0.37	0.96
ИС6	0.13	0.49	0.56	0.48
ИС7	0.75	0.04	0.37	0.24
ИС8	0.30	0.26	0.50	0.40
ИС9	0.00	0.33	0.25	0.88
ИС10	0.10	0.17	0.63	0.68
ИС11	0.03	0.31	0.77	0.08
ИС12	0.10	0.27	0.37	0.24
ИС13	0.35	0.01	0.75	0.40
ИС14	0.35	0.20	0.12	0.00
ИС15	0.33	0.06	0.37	0.52
ИС16	0.23	0.04	0.25	1.00
ИС17	0.38	0.01	0.73	0.16
ИС18	0.08	0.00	1.00	0.76

ИС18	57	7	63	77
ИС19	61	17	11	66
ИС20	63	8	26	63
ХБУтга	54	7	11	58
ХИУтга	94	91	63	83
Далайц	40	84	52	25

ИС19	0.18	0.12	0.00	0.32
ИС20	0.23	0.01	0.29	0.20
	1.00	1.00	0.58	0.60

Эх сурвалж: (Боловсролын яам, 2023)

3-р алхам. (3) томъёогоор зорилтот утгаас хазайх хазайлтыг тооцов. (Хүснэгт 3)

4-р алхам. (2) томъёогоор СХ-ын коэффициентийг тооцов. $\xi = 0,5$ гэж авсан. (Хүснэгт 4)

Хүснэгт 3. Зорилтот утгаас хазайх хазайлт

Сур-гууль	Сур-галт	Эр. Шин	Гад. хар	Ор-чин
ИС1	0.00	0.00	0.42	0.40
ИС2	0.20	0.31	0.25	0.00
ИС3	0.30	0.30	0.63	0.08
ИС4	0.30	0.60	0.50	0.00
ИС5	0.55	0.61	0.63	0.04
ИС6	0.88	0.51	0.44	0.52
ИС7	0.25	0.96	0.63	0.76
ИС8	0.70	0.74	0.50	0.60
ИС9	1.00	0.67	0.75	0.12
ИС10	0.90	0.83	0.37	0.32
ИС11	0.98	0.69	0.23	0.92
ИС12	0.90	0.73	0.63	0.76
ИС13	0.65	0.99	0.25	0.60
ИС14	0.65	0.80	0.88	1.00
ИС15	0.68	0.94	0.63	0.48
ИС16	0.78	0.96	0.75	0.00
ИС17	0.63	0.99	0.27	0.84
ИС18	0.93	1.00	0.00	0.24
ИС19	0.83	0.88	1.00	0.68
ИС20	0.78	0.99	0.71	0.80

Хүснэгт 4. Саарал хамаарлын коэффициент

Сур-гууль	Сур-галт	Эр. Шин	Гад. хар	Ор-чин
ИС1	1.00	1.00	0.54	0.56
ИС2	0.71	0.62	0.67	1.00
ИС3	0.63	0.63	0.44	0.86
ИС4	0.63	0.46	0.50	1.00
ИС5	0.48	0.45	0.44	0.93
ИС6	0.36	0.49	0.53	0.49
ИС7	0.67	0.34	0.44	0.40
ИС8	0.42	0.40	0.50	0.45
ИС9	0.33	0.43	0.40	0.81
ИС10	0.36	0.38	0.58	0.61
ИС11	0.34	0.42	0.68	0.35
ИС12	0.36	0.41	0.44	0.40
ИС13	0.43	0.34	0.67	0.45
ИС14	0.43	0.39	0.36	0.33
ИС15	0.43	0.35	0.44	0.51
ИС16	0.39	0.34	0.40	1.00
ИС17	0.44	0.34	0.65	0.37
ИС18	0.35	0.33	1.00	0.68
ИС19	0.38	0.36	0.33	0.42
ИС20	0.39	0.34	0.41	0.38

5-р алхам: СХ-ын оноог (6) томъёог ашиглан 2 янзаар тооцов. СХО-1-д жинг 4 шалгуурын хувьд жинг адил 0.25 байхаар тооцсон бол СХО-2-т монголын их дээд сургуулиудыг эрэмбэлэхдээ ашигласантай адилаар сургалт 0.4, эрдэм шинжилгээ 0.3, гадаад харилцаа 0.1, орчин 0.2 байхаар авсан болно. (Хүснэгт 5)

6-р алхам. Энэ шатанд СХО-1,2-ийн дагуу их дээд сургуулиудыг эрэмбэлэн өмнө гаргасан эрэмбэлэлттэй харьцуулан харууллаа. (Хүснэгт 6)

Хүснэгт 5. Саарал хамаарлын оноо, 2 хувилбараар

Сургууль	СХО-1	СХО-2
ИС1	0.77	0.87
ИС2	0.75	0.74
ИС3	0.64	0.65
ИС4	0.65	0.64
ИС5	0.57	0.56
ИС6	0.47	0.44
ИС7	0.46	0.49
ИС8	0.44	0.43
ИС9	0.49	0.46
ИС10	0.48	0.44
ИС11	0.45	0.40
ИС12	0.40	0.39
ИС13	0.47	0.43
ИС14	0.38	0.39
ИС15	0.43	0.42
ИС16	0.53	0.50
ИС17	0.45	0.42
ИС18	0.59	0.48
ИС19	0.37	0.38
ИС20	0.38	0.38

Хүснэгт 6. Их сургуулиудын эрэмбэ

Анхны эрэмбэ	Эрэмбэ 1	Эрэмбэ 2
ИС1	ИС1	ИС1
ИС2	ИС2	ИС2
ИС3	ИС4	ИС3
ИС4	ИС3	ИС4
ИС5	ИС18	ИС5
ИС6	ИС5	ИС16
ИС7	ИС16	ИС7
ИС8	ИС9	ИС18
ИС9	ИС10	ИС9
ИС10	ИС13	ИС6
ИС11	ИС6	ИС10
ИС12	ИС7	ИС13
ИС13	ИС17	ИС8
ИС14	ИС11	ИС15
ИС15	ИС8	ИС17
ИС16	ИС15	ИС11
ИС17	ИС12	ИС14
ИС18	ИС20	ИС12
ИС19	ИС14	ИС19
ИС20	ИС19	ИС20

Судалгааны үр дүн

Монгол улсын их, дээд сургуулиудын үндэсний эрэмбэ, чансаагаар эхний 20 сургуулиудыг сонгон авч, СХШ ашиглан эрэмбэлсэн судалгааны үр дүнг Хүснэгт 6-д харууллаа. СХО-1-д жинг 4 шалгуурын хувьд жинг адил 0.25 байхаар тооцсон бол СХО-2-т монголын их дээд сургуулиудыг эрэмбэлэхдээ ашигласантай адилаар сургалт 0.4, эрдэм шинжилгээ 0.3, гадаад харилцаа 0.1, орчин 0.2 байхаар авсан болно. Эндээс харахад жинг адилаар авч бодсон СХО-1-ийн хувь анхны эрэмбээс 1,2-р сургууль хэвээр байгаад, 4,18,16,9,10,13,17,18, 20-р сургууриуд эрэмбэ урагшилж, 3,5,6,7,11,8,15,12,14 эрэмбэ хойшилсон байна. Харин жинг анхны эрэмбэтэй адилаар 0,4:0,3:0,1:0,2 байхаар авсан СХО-2-ын хувьд 1,2,3,4,5,7,9,19,20-р сургуулиуд байрандаа хэвээр үлдэж, 16, 18, 13,15,17 сургуулиуд эрэмбэ урагшилж, 6,10,8,11,14,12-р сургуулиуд эрэмбэ ухарсан байна. Тэгэхээр СХШ-г ашиглах тохиолдолд ξ ялгах коэффициент, β_k жинг хэрхэн сонгож авснаас үр дүн хамаарч байна. СХШ-ний эрэмбэлэлтээр байр урагшилсан сургуулиудын үзүүлэлтийг харахад зарим шалгууруудын хувьд зорилтот утгатай маш ойрхон сайн үзүүлэлттэй байгаа нь харагдаж байна. Энэ нь СХШ-гээр эрэмбэлэхэд бүх үзүүлэлтээрээ зорилтот утгад ойр биш байвч, зарим үзүүлэлт нь ойрхон байх нь давуу тал болж байна гэж хэлж болно.

Дүгнэлт

СХШ-г мэдээлэл дутуу, олон төрлийн, олон шалгууртай өгөгдөл зэрэг олон нөхцөлд ашиглаж болдог арга бөгөөд боловсролын салбарт олон талаар ашиглаж байна. Энэ илтгэлдээ СХШ-г боловсролын Монголын их дээд сургуулиудыг үнэлж зэрэглэхэд ашиглаж, үр дүнг өмнөх эрэмбэтэй харьцуулан харууллаа. Эндээс харахад жинг адилаар авч бодох, эсвэл ялгаатай авч бодоход эрэмбэ өөрчлөгдөж байгаа нь СХШ-г ашиглах тохиолдолд ξ ялгах коэффициент, β_k жинг хэрхэн сонгож авах нь анхаарах асуудал гэдгийг харуулж байна. Ерөнхийдөө бүх үзүүлэлтээрээ зорилтот утгад ойр байх, тийм биш ч зарим үзүүлэлт нь ойрхон байх нь сайн эрэмбэлэгдэх үндэс болж байна.

Хэлэлцүүлэг

СХШ-г боловсролын салбарын үйл ажиллагаанд ашиглах боломжтой бөгөөд ингэснээр илүү бодитой үнэлэх шийдвэр гаргах боломжтой болно. Харин СХШ-г ашиглах тохиолдолд ялгах коэффициент, жинг ямар тохиолдолд хэрхэн сонгож авах вэ гэдэг асуудал чухал юм.

Ном зүй

(2023). Retrieved from www.eec.mn.

Huang, S.J., Chiu, N.H., Chen, L.W. (2008). Integration of the Grey Relational Analysis with Genetic Algorithm for Software Effort Estimation. *European Journal of Operational Research*, 188(3), 898-909.

Irfan Ertugrul, nap. (2016). Grey Relational Analysis Approach In Academic Performance Comparison Of University: A Case Study of Turkish Universities . *European Scientific Journal* .

Ju-Long. (1982). Control problems of Greay Systems. *Systems & Control letters*, 1(5), 288-294.

Surapati Pramanik, Dulal Mukhopadhyaya. (2011). Grey Relational Analysis based Intuitionistic Fuzzy. *International Journal of Computer Applications*.

Wang Jiayang, Shaogui Wu, Wei Liu. (2020). Comprehensive Evaluation of General Education in. *Teacher Education and Curriculum Studies*.

Wang, F. (2021). Research on the Model and Application Progress Based on Grey Relational Analysis Theory. *Advances in EDucational Technology and Psychology*, 30-35.

Wei, .. (2011). Grey relational analysis model for dynamic hybrid multiple attribute decision making. *Knowledge-Based Systems*, 24(5), 672-679.

Xiaoying Zhang,1 Xiuying Yang,1 and Jing Yang. (n.d.).

Xiaoying Zhang,1 Xiuying Yang,1 and Jing Yang. (2021). Teaching Evaluation Algorithm Based on Grey Relational Analysis. *Complexity*, 9.

Боловсролын яам. (2023). Их дээд сургуулиудын үндэсний эрэмбэ, чансааг урьдчилсан байдлаар тогтоов . <https://moe.gov.mn/post/133201>.

Using grey relational analysis in educational research

Oyunchimeg.D

Department of Mathematics, SMNS, MNUE

Corresponding author: Oyunchimeg.d@msue.edu.mn

Abstract

Grey relational analysis (GRA) is a quantitative method that can be used for many purposes, such as evaluating multiple criteria, making decisions, comparing, determining development trends and degrees of correlation. And it is a method that can be used even in uncertain conditions and is easy to calculate. GRA can be used in many ways in the education sector. This paper discusses the potential of using GRA in educational research. For example, it can be used in many ways, such as evaluating educational quality, policy analysis, evaluating the effectiveness of curricula and methods, assessing student performance, evaluating resources, and analyzing project research results. This paper also shows the results of using GRA on specific examples. For example, the GRA method was used to evaluate and rank Mongolian universities and the results were compared with the previous rankings announced by the Ministry of Education.

Keywords

Grey correlation analysis, educational research, university rankings

Ерөнхий боловсролын сургуулийн физикийн туршилтат хичээлийн орчны судалгаа

А.Нэргүй^а, Т.Батболд^б^аМУБИС, МБУС, Физикийн тэнхим;^бМУБИС, МБУС, Мэдээлэл зүйн тэнхим

Холбоо барих зохиогч: gbatbold.t@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0002-0860-8833>

Хүлээн авсан: 2025.04.26

Засварласан: 2025.08.28

Хэвлэлтэд авсан: 2025.09.26

Хураангуй

Байгалийн ухааны сургалтын уламжлалт арга нь тухайн үзэгдлийн онцлогийг онолын үүднээс авч үзэж, улмаар туршилтаар баталгаажуулан нотлох үйл ажиллагаагаар хэрэгждэг. Энэ арга нь суралцагчдын онолын мэдлэгийг гүнзгийрүүлэхэд үр нөлөөтэй боловч, онол давамгайлсан сургалтын арга барил нь өсвөр үеийн суралцагчдын сурах идэвх, сонирхлыг бууруулах сөрөг үр дагавартай болохыг судалгааны үр дүн харуулж байна.

Энэхүү судалгаагаар Монгол Улсын ерөнхий боловсролын сургуулиудад (ЕБС) физикийн лабораторийн орчин, туршилтын хэрэглэгдэхүүний өнөөгийн нөхцөл байдлыг тодорхойлж, тулгамдаж буй асуудлуудыг илрүүлэн, цаашид сайжруулах шаардлагатайг онцлон тэмдэглэв. Судалгаанд 19 аймаг болон Улаанбаатар хотын 6 дүүргийн нийт 292 сургуулийн 328 физикийн багш оролцсон бөгөөд оролцогчдын 69.8% нь эмэгтэй, 30.2% нь эрэгтэй байв.

Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд нийт багш нарын 29.3% нь физикийн лабораторитой орчинд хичээллэж байгаа бөгөөд багш нарын 90% нь МУБИС-ийн боловсруулсан туршилтын хэрэглэгдэхүүнийг сургалтандаа ашиглах хүсэлтэй байгаагаа илэрхийлсэн байна. Ялангуяа Arduino иж бүрдэл, гэрлийн ойлт, калориметр зэрэг орчин үеийн туршилтын багаж хэрэгсэл хамгийн өндөр сонирхлыг татаж байгааг тогтоов. Энэ нь физикийн сургалтын хэрэглэгдэхүүний бодит хэрэгцээ өндөр байгааг илтгэж байна.

Түлхүүр үг

Сургалт, туршилтын орчин, лабораторийн хэрэглэгдэхүүн, ерөнхий боловсролын сургууль, мэдлэг бүтээх сургалт

Удиртгал

Байгалийн ухааны сургалтын уламжлалт арга нь тухайн үзэгдлийн онцлог шинжийг онолын үүднээс тайлбарлаж, улмаар туршилт, дадлагаар баталгаажуулан нотлох хэлбэрээр хэрэгждэг. Энэ арга зүй нь суралцагчдын онолын мэдлэгийг гүнзгийрүүлж, шинжлэх ухааны суурь ойлголтыг бүрдүүлэхэд үр нөлөөтэй байдаг. Гэвч зөвхөн онол давамгайлсан сургалт нь өсвөр үеийн суралцагчдын сурах идэвх, сонирхлыг бууруулах, бүтээлч сэтгэлгээг хязгаарлах сөрөг үр дагавартай болохыг сүүлийн үеийн судалгаанууд харуулж байна (OECD, 2019; NGSS Lead States, 2013).

Орчин үед шинжлэх ухааны боловсролын чиг хандлага нь зөвхөн мэдлэг дамжуулах төдийгүй, суралцагчийг шинжлэх ухааны аргаар асуудал шийдвэрлэх, практик туршилтад оролцох, бүтээлчээр сэтгэх чадвар эзэмшүүлэхэд төвлөрч байна (Bybee, 2013; NRC, 2012). Ялангуяа STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) боловсролын хөтөлбөрүүд нь суралцагчдыг туршилт, практик үйл ажиллагаанд шууд оролцуулан, онолын мэдлэгийг бодит амьдралтай холбохыг эрмэлздэг (Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014).

Монгол Улсад 2014 оноос хэрэгжүүлж эхэлсэн сургалтын цөм хөтөлбөр нь суралцагчийн бүтээлч чадварыг хөгжүүлэх, шинжлэх ухааны арга барилд суралцуулах зорилгыг дэвшүүлсэн. Байгалийн ухааны хичээл, тэр дундаа физикийн хичээлд лабораторийн орчинд дадлага хийж, туршилт тавьж,

өгөгдөл боловсруулах ур чадварыг эзэмшүүлэх нь суралцагчийн шинжлэх ухааны сэтгэлгээ, асуудал шийдвэрлэх чадварыг хөгжүүлэхэд голлох үүрэгтэй гэж үзэж байна (БСШУСЯ, 2014).

Гэвч Монгол Улсын ерөнхий боловсролын сургуулиудад физикийн лабораторийн орчин, туршилтын хэрэглэгдэхүүний хангалт хангалтгүй байдал нь сурагчдын практик ур чадвар эзэмших боломжийг хязгаарлаж байгаа нь бодит нөхцөлд ажиглагдаж байна. Энэ нь цаашлаад инженер, технологийн чиглэлийн мэргэжилтнүүдийн төлөвшилд нөлөөлөх үндсэн шалтгаануудын нэг байж болзошгүй юм.

Иймд энэхүү судалгаагаар Монгол Улсын ерөнхий боловсролын сургуулиудад физикийн лабораторийн орчин, туршилтын хэрэглэгдэхүүний өнөөгийн нөхцөл байдлыг тодорхойлох, тулгамдаж буй асуудлыг илрүүлэх, цаашид сургалтын орчныг сайжруулах боломжит арга замыг тодорхойлох зорилтыг дэвшүүлж байна.

Сүүлийн жилүүдэд физикийн хичээлийн сургалтын хэрэглэгдэхүүн болон сургалтын орчны үр нөлөөг судлах ажлууд эрчимтэй өрнөж байна. Судалгааны чиг хандлагыг дараах хэд хэдэн үндсэн бүлэгт ангилан авч үзэхэд:

Идэвхтэй сургалтын арга зүй: Meta-шинжилгээ болон туршилт-судалгаанууд идэвхтэй сургалтын аргууд нь суралцагчдын гүйцэтгэлийг дунджаар сайжруулж, шалгалтад хангалтгүй оноо хувь бууруулдаг болохыг тогтоосон. Ялангуяа суралцагч багатай ангид ($n \leq 50$) болон системтэй төлөвлөгдсөн оролцооны үед үр нөлөө илүү өндөр илэрдэг бөгөөд энэ нь сургалтын тэгш бус байдлыг бууруулахад эерэгээр нөлөөлдөг (Freeman et al., 2014, pp. 68–70; Theobald et al., 2020, pp. 145–147). Идэвхтэй сургалтын үр дүнг хэмжихдээ ойлголтын тестүүд онцгой ач холбогдолтой болохыг онцолсон судалгаанууд бий (Hake, 1998, p. 65).

Дижитал болон интерактив симуляци: PhET зэрэг дижитал симуляци нь суралцагчдын ойлголт, идэвх, асуудал шийдвэрлэх ур чадварыг дээшлүүлэхэд үр нөлөөтэй болохыг олон судалгаа харуулжээ. Гэхдээ энэ үр нөлөө нь зөвхөн симуляци ашигласнаар бус, харин багшийн удирдамжтай асуулт, багийн хэлэлцүүлэг зэрэг сургалтын зөв зохион байгуулалттай уялдах үед илүү үр нөлөөтэй үзүүлдэг (Perkins et al., 2010, pp. 212–214; Wieman et al., 2020, pp. 33–35). Симуляци нь бодит туршилтыг бүрэн орлох бус харин түүнд бэлтгэх, эсвэл туршилтын хүрээг өргөтгөхөд хамгийн тохиромжтой гэж үзсэн байна.

Виртуал лаборатори: Сүүлийн үеийн системчилсэн тойм, мета-анализууд виртуал лабораторийн орчин нь суралцагчдын сонирхол, оролцоо, мотивацид эерэг нөлөөтэйг нотолж байна. Харин концепцийн ойлголт болон практик ур чадварын хувьд үр дүн нь лабораторийн зохион байгуулалт, үнэлгээний аргын онцлогоос хамаарч харилцан адилгүй байдаг (De Jong et al., 2013, pp. 58–60; Potkonjak et al., 2023, pp. 101–104). Хосолмол буюу бодит болон виртуал лабораторийн интеграцчилсан хэлбэр нь хамгийн найдвартай үр нөлөө үзүүлж буйг олон судалгаа дүгнэсэн.

Бага өртөгтэй сургалтын хэрэглэгдэхүүн: Нөөцийн хязгаартай сургалтын орчинд бага өртөгтэй болон орон нутгийн материалд тулгуурласан туршилтын иж бүрдэл (DIY kits) нь суралцагчдын идэвх, сонирхол, ойлголтыг сайжруулж байгааг олон судалгаа онцолжээ (Kumar et al., 2024, pp. 77–78). Ийм иж бүрдлийг багшийн удирдамжтай уялдуулж, тогтвортой хэрэглэсэн тохиолдолд сургалтын чанарыг үр дүнтэй нэмэгдүүлж байгааг нотолсон байна.

Сургалтын орчны зохион байгуулалт: Физикийн хичээлийн танхимын уян зохион байгуулалт (хамтын ажиллагааны бүс, харагдах байдлын сайжруулалт) нь суралцагчдын оролцоог дэмжих, сургалтын уур амьсгалыг эерэг болгох чиг хандлагатай болохыг олон улсын ажиглалт, судалгаанууд тэмдэглэжээ (Brooks, 2012, pp. 24–25; Stoltzfus et al., 2022, pp. 134–136). Гэхдээ орчны шийдэл нь хичээлийн зорилго, суралцагчдын хэрэгцээнд нийцсэн байх нь чухал гэж үздэг.

Багшийн бэлтгэл ба дэд бүтэц: Дэвшилтэт сургалтын хэрэглэгдэхүүн болон технологи (PhET симуляци, виртуал лаборатори, VR орчин) нь зөвхөн програм хангамжийн нэвтрэлтээр бус харин багшийн сургалтын загвар, удирдамжийн чанар болон сургалтын дэд бүтцийн хүртээмжээс хамааран үр нөлөөгөө бүрэн үзүүлдэг (Wieman & Gilbert, 2020, pp. 49–51).

Сүүлийн үеийн судалгааны үр дүнгээс үзэхэд физикийн хичээлд идэвхтэй сургалт, дижитал болон виртуал орчин, бага өртөгтэй бодит туршилтын иж бүрдэл, мөн уян орчны зохион байгуулалтыг хослуулсан сургалтын загвар нь суралцах чанарыг бүхэлд нь дээшлүүлэх боломжтой байна.

Арга зүй

Энэхүү судалгааны зорилго нь Монгол Улсын Ерөнхий Боловсролын сургуулиудад (ЕБС) физикийн лабораторийн орчин, туршилтын багаж, төхөөрөмжийн хангалтын түвшинийг тодорхойлохын зэрэгцээ шинээр зохион бүтээсэн сургалтын багаж төхөөрөмжийг сургалтын орчинд нэвтрүүлэх боломж, үр өгөөжийг системтэй үнэлэхэд чиглэв.

Судалгаанд Улаанбаатар хот болон 19 аймгийн нийт 292 сургуулийн 328 физикийн багш хамрагдсан бөгөөд 20 асуултаас бүрдсэн бүтэцчилсэн асуумж ашигласан. Асуумж нь дараах үндсэн чиглэлүүдийг хамрав. Үүнд:

- ЕБС-ийн физикийн лабораторийн орчин, багаж төхөөрөмжийн хангалтын түвшин;
- Физикийн бүлэг сэдвүүд (механик, молекул физик, цахилгаан соронзон, оптик)-ийн хүрээнд хамгийн их шаардлагатай туршилтын багаж төхөөрөмжийн жагсаалт;
- Туршилтын хичээл зохион байгуулахад тулгарч буй бэрхшээл, хэрэгцээ шаардлага.

Судалгааны дүн дээр үндэслэн бид ЕБС-ийн сургалтын орчинд тулгамдаж буй асуудлыг шийдвэрлэх зорилгоор МУБИС-ийн дэргэдэх “Моноцүкүри” төв нь физикийн үндсэн бүлэг сэдвүүдэд зориулсан 20 нэр төрлийн туршилтын багаж төхөөрөмжийг шинээр зохион бүтээж, үйлдвэрлэсэн болно.

Багажийг туршилтаар нэвтрүүлж, үнэлсэн арга зүй:

1. Сонгосон сургуулиуд: Улаанбаатар хот болон орон нутгийн 20 сургуулийг сонгон, шинэ багаж төхөөрөмжийг туршилтаар нэвтрүүлэв.
2. Багш нарын сургалт: Багажийн хэрэглээ, арга зүйн удирдамжийг танилцуулах богино хугацааны сургалт зохион байгуулсан.
3. Хичээлд хэрэглэх туршилт: Сонгосон хичээлүүд дээр багш нар багажийг хэрэглэн туршилтын хичээл заав.
4. Үр өгөөжийн үнэлгээ:
 - *Чанарын үнэлгээ:* Багш, сурагчдаас ярилцлага, санал асуулгаар мэдээлэл цуглуулсан.
 - *Тоон үнэлгээ:* Сурагчдын ойлголтын түвшин, лабораторийн ажлын гүйцэтгэл, оролцоог үнэлэх шалгуур үзүүлэлтүүд боловсруулан харьцуулалт хийсэн.
5. Үр дүнгийн шинжилгээ: Шинэ багаж ашигласан болон ашиглаагүй бүлгүүдийн үр дүнг статистик боловсруулалт хийж харьцуулсан.

Энэхүү үнэлгээний үндсэн дээр шинэ багаж төхөөрөмжийг ЕБС-ийн сургалтын орчинд нэвтрүүлэх техникийн боломж, сургалтын үр өгөөж, тулгарч болзошгүй бэрхшээлийг системтэйгээр тодорхойлсон болно.

Үр дүн

Энэхүү судалгаанд Монгол Улсын 19 аймаг болон Улаанбаатар хотын 6 дүүргийн нийт 292 сургуулийн 328 физикийн багш оролцсон бөгөөд оролцогчдын 69.8% нь эмэгтэй, 30.2% нь эрэгтэй байв. Судалгааны үр дүн физикийн сургалтын орчин, туршилтын хэрэглэгдэхүүний хүртээмж, багш нарын хандлагын талаарх гол ойлголтуудыг тодорхойлж өгсөн.

1. Физикийн лабораторийн орчны нөхцөл байдал

Багш нарын хариултаас үзэхэд 29.3% нь лаборатори бүхий кабинет ашиглан хичээллэдэг бол 25.6% нь лабораторийн орчингүй боловч туршилтын багажийг ангид зөөж ашигладаг байна. Харин 24.4% нь лаборатори кабинеттай боловч идэвхтэй ашигладаггүй, 20.7% нь туршилт огт хийдэггүй орчинд ажиллаж байна (Хүснэгт 1). Эдгээр үр дүн нь физикийн практик сургалт болон лабораторийн орчны хүртээмж хангалтгүй байгааг харуулж байна.

Хүснэгт 1. Физикийн лабораторийн орчны ашиглалтын түвшин (%)

Төрөл	Хувь (%)
Лабораторитой, идэвхтэй ашигладаг	29.3

Лабораторигүй, багаж зөөж хэрэглэдэг	25.6
Лабораторитой, ашигладаггүй	24.4
Лабораторигүй, туршилт хийдэггүй	20.7

2. Туршилтын хэрэглэгдэхүүний талаарх багш нарын мэдлэг

МУБИС-ийн “Моноцүкүри” төслийн хүрээнд боловсруулсан туршилтын багажийн талаарх багш нарын мэдлэгийг судлахад орон нутгийн багш нарын 20%, Улаанбаатар хотын багш нарын 29% нь эдгээр багажийг мэддэг гэж хариулжээ. Багш нарын хамгийн сайн мэддэг багаж нь вольтметр (33%) болон амперметр (33%) байв. Харин хамгийн бага танигдсан багаж нь төрөл бүрийн химийн батерей (14%) байсан (Хүснэгт 2).

Энэхүү дүн нь нийслэл болон орон нутгийн сургалтын орчны хүртээмж, техник тоног төхөөрөмжийн ялгааг харуулж байна. Нийслэлийн багш нар илүү мэдээлэлтэй, туршилтын багаж хүртээмжтэй тул мэдлэгийн түвшин өндөр байгаа бол орон нутгийн сургуулиудад мэдээлэл, багаж төхөөрөмжийн хязгаарлагдмал байдал сургалтын чанар болон сурагчдын туршилтад суурилсан мэдлэг эзэмших боломжид сөргөөр нөлөөлж болзошгүй байна.

Хүснэгт 2. Туршилтын хэрэглэгдэхүүний талаарх багш нарын мэдлэгийн түвшин (%)

Төслийн шаг	№	Багаж	Орон нутгийн багш (%)	Улаанбаатар хотын багш (%)	Нийт (%)
1-р шаг	1	Вольтметр	28	45	33
	2	Амперметр	31	38	33
	3	Термометр	24	38	28
	4	Моторын иж бүрдэл	17	34	22
	5	Өсгөгч	20	34	24
	6	Дохионы генератор	21	31	24
	7	Осциллоскоп	24	24	24
	8	Штатив	24	24	24
	9	Налуу хавтгай	18	24	20
	10	Хурдатгал хэмжигч	20	31	23
	11	Тэргэнцэр	21	28	23
	12	Динамометр	17	31	21
2-р шаг	1	Arduino иж бүрдэл	15	28	19
	2	Химийн батерей	11	21	14
	3	Калориметр	15	24	18
	4	Линзний багц	21	24	22
	5	Гэрлийн ойлт	20	28	22
	6	Агаарын баганат резонанс	18	24	20
	7	Зогсонги долгионы туршилт	14	28	18
	8	Цахилгаан соронзон дүүжин	15	24	18
Дундаж			20	29	23

3. Туршилтын хэрэглэгдэхүүний ашиглалт

Орон нутгийн багш нар МУБИС-ийн боловсруулсан туршилтын багажийг илүү идэвхтэй ашигладаг. Штатив, налуу хавтгай, тэргэнцэр зэрэг багажийн ашиглалтын дундаж хувь 4–6% байна (Хүснэгт 3).

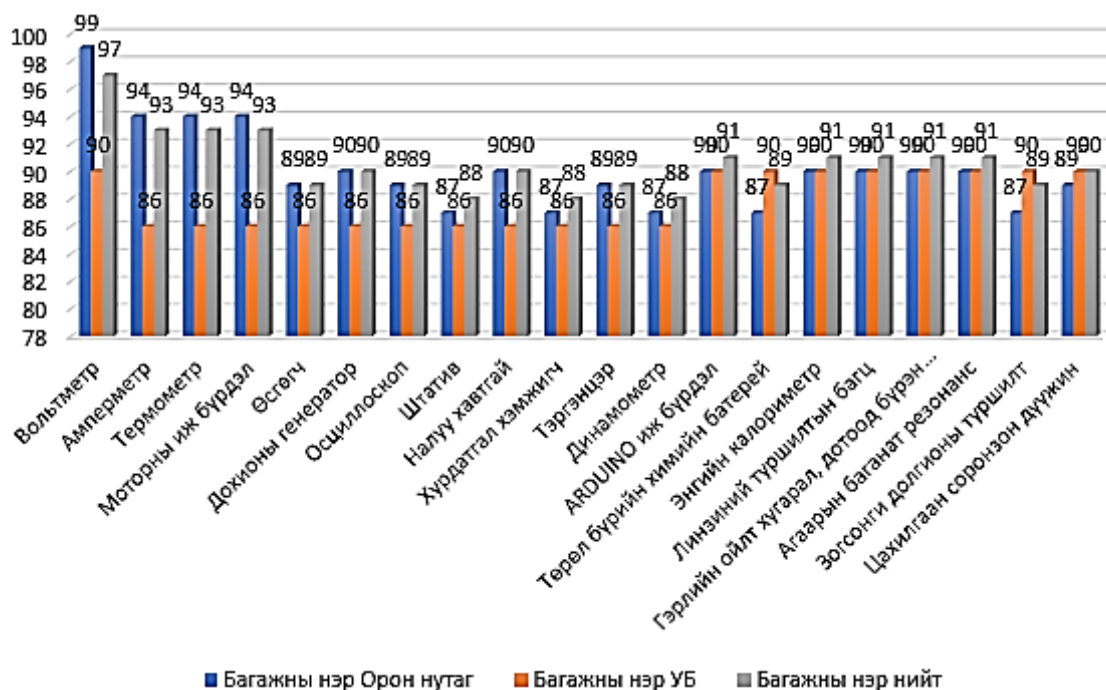
Хүснэгт 3. Туршилтын багаж ашиглалтын дундаж (%)

Багаж	Ашиглалт (%)
Штатив	13
Налуу хавтгай	13
Тэргэнцэр	11
Осцилоскоп	8
Вольтметр	6

Энэхүү дүн нь орон нутгийн багш нар лабораторийн багаж хэрэгслийн хязгаарлагдмал байдлыг нөхөх үүднээс илүү идэвхтэй ашиглах хандлагатай байгааг харуулж байна.

4. Туршилтын хэрэглэгдэхүүн ашиглах хүсэл сонирхол

Зураг 1. МУБИС-ийн боловсруулсан туршилтын хэрэглэгдэхүүнийг сургалтанд ашиглах багш нарын сонирхлын түвшин (%)



Судалгаанд оролцсон багш нарын 90%-иас дээш нь туршилтын багажийг сургалтдаа ашиглах хүсэлтэй гэж хариулсан бөгөөд орон нутгийн багш нарын сонирхол арай өндөр (97%) байв. Тухайлбал: Вольтметр (99%), Амперметр (94%), Термометр (94%), Моторын иж бүрдэл (94%), Arduino иж бүрдэл (91%), Линзний багц (90%), Гэрлийн ойлт (91%), Калориметр (91%).

Энэхүү үр дүн нь физикийн сургалтыг онол давамгайлсан байдлаас практик туршилт, лабораторид суурилсан сургалтын арга зүй рүү шилжүүлэх хэрэгцээ байгааг харуулж байна.

5. Туршилтын багаж төхөөрөмжийн дутагдал

328 багшийн хариултаас харахад физикийн практик сургалтад хамгийн их шаардлагатай багаж нь цахилгаан, электроникийн багаж (271 удаа дурдсан) болон механикийн туршилтын багаж (226 удаа дурдсан) байв. Энэхүү дүн нь лабораторийн орчин болон багаж төхөөрөмжийн хүртээмжийг нэмэгдүүлэх шаардлагатай байгааг харуулж байна.

6. Судалгааны найдвартай байдал

Судалгааны асуулгын дотоод найдвартай байдлыг Cronbach's Alpha коэффициентээр шалгахад 0.973 гарсан нь өндөр итгэлцүүртэй үзүүлэлт болсныг харуулж байна.

Хүснэгт 3. Асуулгын найдвартай байдлын үзүүлэлт

Үзүүлэлт	Утга
Cronbach's Alpha	0.973
Cronbach's Alpha (Standardized Items)	0.976
Нийт асуултын тоо (N of Items)	295

Энэхүү дүн нь судалгааны арга зүй найдвартай, мэдээлэл цуглуулах болон дүн шинжилгээ хийхэд тохиромжтой болохыг нотолж байна.

Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны үр дүнд Монгол Улсын Ерөнхий Боловсролын Сургуулиудын физикийн сургалтанд зориулсан лабораторийн орчин, туршилтын багажийн хүртээмж хангалтгүй байгааг тодорхойлсон бөгөөд МУБИС-ийн боловсруулсан туршилтын хэрэглэгдэхүүнийг сургалтад нэвтрүүлэх боломж, шаардлагыг дараах үндэслэлээр дүгнэж болно.

1. Төслийн шат бүрийн үр нөлөө, багаж хэрэглээний талаарх судалгааг гүнзгийрүүлэх шаардлага. Судалгааны үр дүнгээс физикийн сургалтын туршилтын багажийн мэдлэг, ашиглалтад зөрүү оршиж байгааг харуулж байна. Иймд сургалт, мэдээлэл, нэвтрүүлэлтийн үйл ажиллагааг шат дараалсан байдлаар зохион байгуулж, багш нарын мэдлэг, ур чадварыг тогтвортой нэмэгдүүлэх шаардлагатай байна.
2. Орон нутаг дахь багш нарт зориулсан сургалт, нэвтрүүлэлтийг эрчимжүүлэх шаардлага. Орон нутгийн багш нарын мэдлэг нийслэлийн багш нараас харьцангуй бага байгааг судалгаа нотолсон. Энэхүү ялгааг багасгахын тулд орон нутгийн сургуулиудад зориулсан тогтмол сургалт, арга зүйн танилцуулга зохион байгуулах шаардлагатай байна.
3. Багш нарын туршилтын багаж ашиглах сонирхол өндөр. Судалгаанд оролцсон нийт багш нарын 90%-иас дээш нь МУБИС-ийн туршилтын багажийг сургалтдаа ашиглах хүсэлтэй байгаагаа илэрхийлсэн нь практик туршилтад суурилсан сургалтын хэрэгцээ өндөр байгааг харуулж байна.
4. Уламжлалт болон орчин үеийн технологид суурилсан багажийн хэрэгцээ өндөр байна. Вольтметр, амперметр, термометр зэрэг уламжлалт багаж, мөн Arduino иж бүрдэл, гэрлийн ойлт, долгионы үзэгдлийг судлах орчин үеийн туршилтуудыг багш нар ижил өндөр сонирхолтой ашиглах хүсэлтэй байгааг судалгаа харуулсан. Энэ нь сургалтын шинэ арга зүйд уламжлалт болон орчин үеийн элементүүдийг хослуулан хөгжүүлэх бодит хэрэгцээ байгааг нотолж байна.
5. МУБИС-ийн боловсруулсан туршилтын багажийн нэвтрүүлэх боломж өндөр. Багаж тус бүрийн дундаж сонирхлын хувь 90%-иас дээш байгаа нь шинжлэх ухаанд суурилсан туршилт-практикийн сургалтыг ЕБС-ийн сургалтын орчинд үр дүнтэй нэвтрүүлэх бүрэн боломжтой болохыг харуулж байна.
6. Туршилтын багажийн хэрэгцээ системтэй бөгөөд иж бүрэн байна. Механик, молекул физик, цахилгаан соронзон, оптик, электроник зэрэг физикийн үндсэн бүлгийн багаж хэрэгсэлд адил өндөр сонирхол илэрч буй нь ЕБС-ийн физикийн сургалтыг системтэй, иж бүрэн шинэчлэх суурь нөхцөлийг бүрдүүлж байна.

Судалгааны үр дүн нь физикийн практик сургалтын орчин, багажийн хүртээмжийн хязгаарлалт, багш нарын хэрэгцээ, сонирхол, мөн МУБИС-ийн боловсруулсан туршилтын багажийг сургалтад үр

дүнтэй нэвтрүүлэх боломжийг тодорхойлон харуулж байна. Энэхүү дүгнэлт нь ЕБС-ийн физикийн сургалтын арга зүйг орчин үеийн шаардлагад нийцүүлэн хөгжүүлэх үндэс суурь болж байна.

Ном зүй

Англи хэлээр:

- Bell, J. (2005). *Doing your research project*. Open University Press.
- Brooks, D. W. (2012). Physics classroom design and student participation. *Physics Education*, 47(1), 24–25.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science Education*, 97(1), 58–83.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Kumar, R., Singh, P., & Sharma, S. (2024). Low-cost experimental kits in science education: Enhancing engagement and understanding. *Journal of Science Education*, 28(2), 77–78.
- NGSS Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC (National Research Council). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., & Wieman, C. (2010). PhET: Interactive simulations for teaching and learning physics. *The Physics Teacher*, 48(4), 212–214.
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V., & Jovanović, K. (2023). Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 208, 101–104.
- Stoltzfus, J., Smetana, L., & Brown, K. (2022). Learning environments in physics classrooms: Impact on student engagement. *International Journal of Science Education*, 44(1), 134–136.
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., ... Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate science, technology, engineering, and math. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476–6483.
- Wieman, C., & Gilbert, S. (2020). The teaching of science. *Science*, 368(6496), 49–51.
- Wieman, C., Perkins, K., & Adams, W. (2020). Virtual laboratories in science education: Best practices. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 33–35.

Монгол хэлээр:

- Алтангоо, О., & Монхор, Д. (2008). Байгалийн ухааны лабораторийн шинэ чиг хандлага. *Боловсрол судлал сэтгүүл*, 1, 48.
- Боловсрол, Соёл, Шинжлэх ухааны яам. (2014). *Сургалтын цөм хөтөлбөр*. Улаанбаатар.
- Боловсрол, Шинжлэх ухааны яам. (n.d.). *Боловсролын мэдээллийн цахим хуудас*. <https://www.mecss.gov.mn>
- Жадамба, Б., & Алтангоо, О. (2018). Ээлжит хичээлийн чанар-хамтын оролцоо. *Физикийн боловсрол сэтгүүл*, 2.
- Трашеля, И.А. (1983). *Научные развлечения в области физики и химии*. Спб.
- Валерьевич, М.Р. (1999). *Проблема формирования системы эмпирических знаний по физике*.

Analysis environment study in practices physics lesson of secondary schools

Nergui.A^a, Batbold.T^b

^aDepartment of Physics, SMNS, MNUE

^bDepartment of Informatics, SMNS, MNUE

Corresponding author: Batbold.T@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0000-0002-1682-2266>

Abstract

Traditional approaches to science education focus on explaining phenomena from a theoretical perspective and subsequently validating them through experimental verification. While this method effectively deepens students' theoretical knowledge, research indicates that theory-dominated teaching practices may negatively affect adolescents' motivation and engagement in learning.

This study examines the current state of physics laboratory environments and experimental equipment in secondary schools (SS) across Mongolia, identifying existing challenges and highlighting areas for improvement. The survey included 328 physics teachers from 292 schools in 19 provinces and 6 districts of Ulaanbaatar, of whom 69.8% were female and 30.2% were male.

Results indicate that only 29.3% of teachers conduct lessons in a fully equipped physics laboratory, whereas 90% expressed a desire to utilize experimental tools developed by MSU in their teaching. In particular, modern experimental equipment such as Arduino kits, optics sets, and calorimeters attracted the highest interest. These findings underscore the substantial need for practical instructional resources in physics education.

Keywords

Physics education, experimental learning environment, laboratory equipment, secondary school, knowledge-building pedagogy

ЕБС-ийн физикийн сурах бичгүүдэд хийсэн анализ

М.Мөнхболд,^а, Д.Пүрэвдорж^а, Ц.Содов^б^аМУБИС, МБУС, Физикийн тэнхим^бФизик боловсрол сэтгүүл

Холбоо барих зохиогч: munkhbold@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0009-0001-6893-4120>

Хүлээн авсан: 2025.05.03

Засварласан: 2025.09.08

Хэвлэлтэд авсан: 2025.09.26

Хураангуй

Сурах бичиг нь боловсролын стандарт, сургалтын хөтөлбөрийг хэрэгжүүлэх, сурагчдыг мэдээллээр хангах, бие даан суралцах арга барил эзэмшүүлэх, сэдэлжүүлэх, идэвхжүүлэх зорилготой. Сурах бичиг нь сургалтын бодлогын тодорхой утгыг илэрхийлдэг. Энэ нь тухайн шинжлэх ухааны ерөнхий зорилго, агуулга, үзэл бодол, арга зүй, логикийг агуулсан, оюутны нас, сэтгэцийн онцлогт тохирсон сургалтын тусгай хэрэглүүр юм.

Түлхүүр үг

мэдлэг, хэмжилт, зохицуулалт, үзэл баримтлал, хөтөлбөр

Удиртгал

Тодорхой судлагдахууны хүрээнд сурагчдын эзэмших суурь мэдлэгийг ойлгомжтой бичсэн эх бичвэр, зураг, хүснэгт, бататгах бодлого, асуулт даалгавар, тест зэргээс бүрдсэн сургалтын үндсэн хэрэглэгдэхүүн – **ЕБС-ийн физикийн сурах бичгүүдэд задлан шинжилгээ** хийж, сургалтын хөтөлбөр стандарт хэрхэн өөрчлөгдөн хөгжиж ирснийг судалснаа болон цаашид сайжруулах санал бодлоо уншигч нартайгаа хуваалцаж байна. Ингэхдээ физикийн шинжлэх ухаанаас судлагдахуун болгон сонгож авсан зүй тогтол, ойлголт, хэмжигдэхүүн зэргийн зүй тогтол, үзэл санаа, хэмжээ, түвшин, хэрэглэгдэх хүрээг голлон анхаарч, агуулгын тасралтгүй болон залгамж чанар сургалтын стандарттай нийцсэн байдал, зохиомжийг тодорхой хэмжээгээр харгалзан үзлээ.

Ардын хувьсгал ялснаас хойш орос хэлнээс сурах бичгүүд орчуулан хэрэглэж байсны эхнийх нь 1929, 1932 онд Д.Буддарийн орчуулгаар хэвлэгдсэн А.В.Цингерийн “**Физикт анхлан сурах бичиг**” нэртэй 2 боть 10 бүлэг, 296 дэд сэдэв бүхий ном байв.

Сургалтын бодлогын тод илрэл болох **сурах бичиг** бол ерөнхий зорилго, агуулга, тухайн шинжлэх ухааны үзэл санаа, арга логикийг цэгцтэй тусгасан, суралцагчдынхаа нас сэтгэхүйн онцлогт тохирсон сургах зүйн өвөрмөц хэрэглэгдэхүүн юм. Боловсролын стандарт, сургалтын хөтөлбөрийг хэрэгжүүлж, суралцагчдад мэдээлэл дамжуулах, бие даан суралцах арга барил эзэмшүүлэх, сэдэлжүүлэх, идэвхжүүлэх үүргийг сурах бичиг гүйцэтгэдэг. Сурах бичиг нь эрдэм шинжилгээний хялбарчилсан зохиолыг бодвол тодорхой мэдлэгийг баримт нотолгоонд тулгуурлан агуулгыг өмнөх мэдлэгтэй нь залгамж холбоотойгоор тусгадаг; эрдэм шинжилгээний зохиолыг бодвол зохиогчийн янз бүрийн үзэл бодлыг эшлэл болгон авдаггүй; зураг чимэглэл, суралцагчдаар бие даалган хийлгэх даалгавар дасгалуудыг заавал багтаасан; зохиомж хэл найруулгын хувьд ойлгомжтой байдгаараа ялгаатай^{/1-3,19,21/}.

Шинжлэх ухааны онол, ойлголт, зүй тогтлын систем -сурах бичигт дараах шаардлага тавьдаг:

- шинжлэх ухааны хувьд үнэн байх
- нэр томъёо оновчтой байх
- хэл найруулга яруу тодорхой байх
- гол ба гол биш зүйлсийг ялгасан байх
- хүний анхаарал татахуйц байх.

ЕБС-ийн сурах бичигт өгүүлбэр нь давхар салаа утгагүй, ойлгомжтой, хэллэг сонирхолтой, хүснэгт, график, зураг, схем, жишээ аль болохоор олон байхын хамт шинжлэх ухаан практикаар нотлогдоогүй зүйлийг оруулахгүйгээр судалж буй хууль, зүй тогтлыг ямар хүрээнд хэрэглэж болохыг заасан; цээжлэх томъёо хэмжигдэхүүн тодорхойлолтыг өөр өнгө шриффтээр бичиж; суралцагчдын аль болох таньдаг зүйлээс нь жишээ баримт авсан байх; үсгийн хэмжээ гаргацтай үзэмжтэй; өгүүлж тайлбарлаж буй юмс үзэгдлийг өөр зүйлтэй харьцуулах боломжтой байх ёстой аж^{/14,16,18, 20/}.

Сурагч оюутанд үзүүлэх материал нь *сургах зүйн дараах шаардлагыг* хангасан байвал зохино^{/15/}:

- агуулга нь ил тод байх

- харах талбайн хэмжээ хүрэлцэхүйц байх
- өнгө тохирсон байх
- талбайгаа дүүрэн ашигласан байх
- илүүдэл материалаар харах унших талбайг дүүргэхгүй байх
- зураас, шугам тод бөгөөд ялгагдахуйц байх
- бичиглэл аль болох бага байх.

1951 оноос ЗХУ-ын дунд сургуулийн VI-X ангиудад үзэж байсан А.В.Перышкин, Г.И.Фалеев, В.В.Крауклис, И.И.Соколов зохиогчтой “Физикийн курс” сурах бичгүүдийг Н.Элбэг, М.Чимиддорж, Д.Цэрэндагва, Б.Лхамсүрэн, Б.Балдоо, Э.Раднаа, Н.Содном нарын орчуулгаар хэвлэн хэрэглэж байгаад өнгөрсөн зууны жар далаад онуудад үндэсний зохиогчтой сурах бичгүүдийн агуулгыг Сурган хүмүүжүүлэх ухааны хүрээлэн боловсруулж Гэгээрлийн яамны сайдын тушаалаар хэвлэн физикийн сургалтад хэрэглэх болсон билээ. Иймээс тэр үед ЗХУ-д тавьж байсан агуулга, шаардлага, аргазүйг баримталж байсан байна.

Ингэхдээ 1955, 1963, 1964, 1972, 1984, 1999, 2014 онуудад физикийн боловсролын хөтөлбөрийг шинэчилсэн байна. Хэдийгээр физикийн сургалтын агуулга нь сурах бичиг, бодлогын хураамж, үзүүлэх туршлага ба лабораторийн ажлууд, сурагчдын бие даан судлахад зориулсан туслах материал(сонгон суралцах^{/25,26/}, ИДС-ийн элсэлтийн шалгалтад бэлтгэх^{/29/}, олимпиадад бэлтгэх г.м.), багш нарт зориулсан сургах зүйн гарын авлага нэмэлт материал^{/22-24,27,28/} нийлж байж л хэрэгждэг боловч бид зөвхөн албан ёсоор батлагдсан сурах бичгүүдэд л анализ хийлээ.

Судалгааны арга зүй

Бид энэ удаад ЕБС-д зориулж үндэсний зохиогчдоос бичиж, хэрэглэж ирсэн физикийн нэр бүхий сурах бичгүүдэд шинжилгээ хийхдээ тухайн үеийн хөтөлбөр стандарттай нийцсэн байдал, суралцагчдын сонирхол хэрэгцээг болон сургалтын орчныхоо онцлогийг тооцсон байдал, дизайн, сургах зүйн шийдэл, сургалтын арга, багаж хэрэгслүүдийг оновчтой хэрэглэсэн хийгээд зохиомж, суралцагчдын бие даан гүйцэтгэх дасгал даалгавруудын хүнд хөнгөнийг тодорхой хэмжээгээр тооцоод:

I. 1961-1975 оны үеийн физикийн сурах бичгүүд^{/30,31, 32, 33/}

II. 1984-86 оны сурах физикийн сурах бичгүүд^{/4, 5, 6, 7,8/}

III. 1997-2001 оны сурах физикийн сурах бичгүүд^{/9, 10, 11,12/}

IV.2014 оны цөм хөтөлбөрийн дагуу бичсэн сурах физикийн сурах бичгүүд^{/34, 35,36,37,38/} гэсэн дөрвөн хэсгээр авч үзлээ.

Судалгааны үр дүн

I.ФИЗИК-VII^{/30/} физикийн сурах бичгийн сэдэв бүр нь сорилын ажилтай, зургаар үзүүлсэн, нэр томьёоны хувьд тайлбар, монгол нэршилтэй, эмх цэгцтэй болсон байна. Жишээ нь нарны энерги, тийрэлтэт хөдөлгүүрийн тухай оруулжээ. Харин физикийн тогтмолын хүснэгтүүдийг дугаарлаагүй байна.

ФИЗИК-Х^{/31/} сурах бичигт аливаа үзэгдлийн физик мөн чанарыг харуулах, суралцагчдын бие даах чадварыг хөгжүүлэхийг зорьсны зэрэгцээ тухайн үеийн физикийн шинжлэх ухааны ололтыг харуулах зорилт тавьсан нь харагдаж байна. Мөн сурах бичигт “Харьцангуй онолын үндэс” бүлгийг маш сайн эмх цэгцтэй бэлтгэж анх удаа оруулснаараа онцлог юм. Гэхдээ бүлэг сэдвийн дараалал алдагдсан байдал ажиглагдаж байна.

ФИЗИК-VIII^{/32/} сурах бичгийн онолын материалыг туршлага болон зургаар ойлгомжтой тайлбарлаж, практик хэрхэн ашиглах талаар дэлгэрэнгүй оруулж бүлэг бүр нь дасгал ажилтай бичигдсэн байна. Молекул физик, дулаан; цахилгаан гэсэн 2 дэд хэсэгтэй энэхүү номонд

ФИЗИК-IX^{/33/} сурах бичгийг УБДС, МУИС, СХУХ-ийн багш эрдэмтдийн 5 хүнтэй баг бичжээ. Агуулга нь онол, бодлого бодох арга зүй, дасгал ажил, лабораторийн ажлуудаас тогтох бөгөөд нэр томьёо нь ойлгомжтой нэлээд зүгширсэн, онолыг туршлагаар тайлбарлаж, зураг графикийн дүрслэж, амьдрал практикт хэрэглэх тал руу голлон анхаарчээ. Мөн бодисын соронзон шинж чанар, хувьсах цахилгаан гүйдэл зэрэг бүлгийг нэмж оруулснаар онцлог боловч хөнгөн цагааныг цэврээр ялгах зуухыг үзүүлсэн 84-р зураг, соронзон оронд электронуудын багц хазайхыг үзүүлсэн 115-р зураг, цахилгаан энергийг алс хол дамжуулах схемийг үзүүлсэн 182-р зургийн сонголт ойлгомжгүй, оновчгүй болсон байна.

ФИЗИК-VII^{/5/} сурах бичгийн ихэнх зүйлийн агуулга (1,3, 10, 16, 32, 33, 56, 65-р зүйл) нь IX, X сурах бичгийн харгалзах сэдвийн хураангуйлсан агуулгатай давхцаж; ухагдахууныг бүрэн биш

тодорхойлох; гол зүйлээс тойрч; эмх цэгцгүй тайлбарлажээ. Ийм маягаар физикийн мэдлэгийг шатлан давхцуулж олгох зарчимтай санал нийлэхгүй байна. Нэлээд сэдэв VII ангийн сурагчдын хувьд ойлгомж муутай бичигдсэн бөгөөд агуулгынхаа физик утгыг гаргаж чадаагүй; хэт хялбарчилсан нь сурагчдад буруу ойлголт өгч магадгүй (§10, 12, 13, 24, 31, 32, 64, 69) болжээ.

Суурь боловсролын түвшинд бичсэн энэ хоёр сурах бичгийг хамтад нь авч үзвэл физикийн сургалтыг гадаад орныг дуурайж хоёр шаттайгаар явуулах оролдлогодоо ЕБС-д үзэх ёстой физикийн үндсэн зүй тогтол, хууль, баримтыг ахлах ангид нь хангалттай судлахаар, харин VI-VII ангид нь физикийн үзэгдлийг байгалийн бусад үзэгдлүүдтэй хамт “Байгалийн ухааны нэгдмэл” мэдлэг олгох байдлаар оруулбал ойлгомжтой бөгөөд хүртээмжтэй байх байсан болов уу хэмээн үзэж байна.

ФИЗИК-VII^{6/} сурах бичигт механикийн физик үндсийг тухайн үеийн физикийн хичээлийн хөтөлбөрийн дагуу оруулж ойлгомжтой бичжээ. Үүний зэрэгцээ бүлэг бүрт хамгийн чухлыг нь дүгнэлт маягаар авч үзсэн нь сайшаалтай. Гэвч 12, 22, 42, 43, 50, 52, 53, 64, 69§-д гаргалгаатай болон гаргалгаагүй томъёог хэтэрхий олноор оруулсан байна. Мөн 5-7§ ба 41-43§-ийг хооронд нь нэгтгэсэн ч болох шиг санагдлаа.

ФИЗИК-IX^{7/} сурах бичгийн эхний хэсэгт оршил бичсэн хэрнээ сүүлчийн хэсэгт нь бичээгүй орхисон байгаа нь редакторууд заримыг нь нягтлан үзээгүй юм биш байгаа гэсэн сэтгэгдэл төрүүлж байна. 18§ ба 24§-д ухагдахуун онолыг буруу томъёолж; төрөл бүрийн орчин доторх цахилгаан гүйдэл гэсэн X бүлэгт вакуум ба хагас дамжуулагч дахь цахилгаан гүйдлийн талаарх материалын шинжлэх ухааны түвшин дэндүү доогуур байна. Үүний зэрэгцээ зарим сэдвийг (31, 32, 33§) ихэд дэлгэрэнгүй бичсэний улмаас номын хэмжээг зузааруулах аюултай тул интеграц хийж нэгтгэн дүгнэсэн зүйлээ эхэлж бичээд, үүнээсээ бусад ухагдахуун, хуулийг гаргах байдлаар агуулга, бүтцийг цэгцэлж болмоор.

ФИЗИК-X^{8/} сурах бичгийн агуулга хөтөлбөрийнхтэй бүрэн тохирч байгаа бөгөөд ОХУ-ын сурах бичгийг хэтэрхий баримталсан тал байна. Механик болон цахилгаан соронзон долгионыг нэлээд хэмжээгээр нягтруулах боломжийг ашиглаагүй; спектрийн тодорхойлолтыг өгөөгүй байж түүнийг ангилж, заримыг нь дэлгэрэнгүй тайлбарласан ажээ (7-р бүлэг). Бидний бодлоор энэ бүлгийг дедукцын арга хэрэглэн бичсэн бол оновчтой товч тодорхой болох байсан болов уу.

VII ангийн номд^{9/} асуултууд нь бичвэртэйгээ тохирч байгаа, 20% орчим нь бусад ном зохиол, багшаас нэмэлт мэдээлэл авсны дараа хариулахаар байна. Түвшин агуулга нийцэж байгаа, шингэнт төхөөрөмж, даралт хэмжих багаж, шахуургын хэсэг хүүхэд ойлгоход хүнд бөгөөд механизмын тодорхойлолт алга байна. Механик хөдөлгөөнийг бичээд дулааны хөдөлгөөнийг оруулаагүйн улмаас VIII ангийн физикийн сурах бичиг нүсэр болоход хүргэж, зарим багш агуулга цагтаа багтахгүй байгаа талаар ярихад хүргэсэн. Үзүүлэх зүйл ихтэй, зохиомж нь сайн, зургуудыг тодорхой газруудад нь байрлуулж, сурагчдаар хийлгэх асуулт дасгал оновчтой болсон боловч зарим газарт зураг нь байгаа хэрнээ бичвэрт түүнийхээ дугаарыг тэмдэглээгүй нь сурагчдад ойлгомж муутай, онол дадлагын харьцааг тохиромжтой сонгосон боловч сурах бичиг өнгөтэй байх зарчим алдагдсан ажээ.

VIII ангийн номд^{10/} дулааны үзэгдлийн талаарх асуултад сурагч хариулахын сурагч ном зохиол бусад эх сурвалжтай танилцах шаардлагатай, логик сэтгэлгээ шаардсан асуулт олон байгаагийн зэрэгцээ ахлах ангийн сурах бичиг уншиж хариулах асуулт цөөнгүй байна. Цахилгаан соронзны, гэрлийн, одон орны сургалтын асуултуудад энэхүү сурах бичиг байхад л хариулахуйц болжээ. Эхний гурван бүлэг нь VII ангийн материал бичсэн бөгөөд цахилгаан соронзны, гэрлийн агуулгын түвшин стандарттай дүйж байгаа боловч одон орны сургаалын бүлэгт нарны тухай болон оддын шинж чанарыг оруулсан нь стандартаас хальсан байна. Зохиомж, асуулт, туршилт даалгавар зохих хэмжээгээр оржээ. 30-р зурагт өвөл зуны улиралд нуурын ёроолын температур, нөлөөгөөр соронзжих, тэнгэрийн мандалд эрхсийг проекцлох зэрэг нь хүндэдсэн, ялангуяа 10.4-р зураг, хавсралтын зургийг хараад сурагч ажиллах ямарч боломжгүй болжээ. Номын дизайн нь маш сайн, энэ дотроо хүснэгт графикийн дэвсгэрийн өнгө ихэд зохиролтой, бодит зураг олон орсон явдал үнэмшил сайтай бөгөөд редакторын зүгээс анхаараагүйн улмаас зарим зүйлд гарсан алдааг засаагүй нь харамсалтай.

IX ангийн номд^{11/} мэдээлэл хэт багатай хэрнээ сурагчид хоорондоо ярилцаад дүгнэлт гаргах, хариулах даалгавар олноор оруулжээ. Тухайлбал номын 30%-ийг эзлэх 128 асуултад IX ангийн сурагч хариулна гэдэгт багш нар итгэхгүй байна. Тэд хариулахын тулд олон зүйл унших, мэдэх шаардлагатай бөгөөд ийм материал манайд хир элбэг билээ. 198-р зурагт шил болон хуванцар савыг ямар материалаар үрснийг дурдаагүй; 195-р зурагт электроскоп анхаарлын тэмдэг тавьсан; 272-276-р зурагт хагас дамжуулагч материалын чухам юуг нь яаж тэмдэглэн зурсныг бичвэрт оруулаагүй; 291-р зурат сумтай тойргоор юуг тэмдэглэснийг заагаагүй; 321-р зурагт яаж ашиглахыг дурдалгүй орхисон тул сурагч хэрхэн хариулах билээ гэдгийг зохиогч нар тооцон бодоогүй байна. Тэрчлэн 233-р ба 243-р зураг буруу байгааг редакторууд ажиглаагүй хэвлүүлсэн нь нэн харамсалтай. Энэхүү физикийн сурах

бичгийн агуулга түвшин стандарттай нийцэж байгаа боловч тулгуур туршлагын нэг болох Кавендишийн туршлага, үрэлтийн коэффициент тодорхойлох туршлага, цахилгаан статикийн нэлээд зүйл нь VII ба VIII ангийн сурах бичгийнхтэй давхцсан байна. Зургийн сонголт сайн болсон ба зохиомж боломжийн боловч 23 бүлэг тус бүрийн гарчиг, энэ бүлэгт тийм зүйлийг судлаж үзнэ гэсэн өгүүлбэр нь хэвлэлийн хуудасны хэмжээг нэмэгдүүлэхээс үл хэтрэх "илүүдсэн чимэг" гэж хэлэхэд хүргэлээ.

X ангийн номонд^{/12/} буй мэдээллийг үзээд сурагч асуултад нь хариулах бололцоогүй байгаагаараа IX ангийнхтай адил болсон байна. Тухайлбал толь, линзэнд биетийн дүрс байгуулах дүрэм, интерференц, цахилгаан соронзон долгионы үүсэл тархалтаар тайлбарлах 39-р, 40-р, 41-р зураг, гэрлийн туйлшралын 113-р зураг. Эл сурах бичгийн агуулга түвшин нь стандарттай нийцэж байна. Харин 13-р бүлэг, тэр дотроо 125-126-р хуудсанд буй Одот тэнгэрийн зураг болон 1-р хавсралтад буй зарим тод одны үзүүлэлтийг ашиглан сурагч дадлага хийх ямар ч боломж байхгүй байна. Зохиомжийн хувьд ерөнхийдөө болсон боловч эхний зургаан бүлэг нэг янзын зохиомжтой болжээ. Дизайн сайн, гэхдээ 116-р, 118-р, 153-р, 164-р, 184-р, 205-р зураг өнгөтэй байх сургах зүйн шаардлагатай байсныг зориуд тэмдэглэж байна.

Шинэ хөтөлбөрөөр бичсэн VII ангийн номонд^{/34/} буй мэдээлэлтэй сурагчид сайн танилцсаны эцэст асуулт, даалгавруудыг гүйцэтгэх боломжтой байна. Гэхдээ Биеийн ерөнхий шинж чанар гэсэн 1-р бүлгийн эхэнд *бие* хэмээх ухагдахууныг тодруулалгүйгээр түүний урт, масс, нягтыг хэрхэн хэмжих талаар бичжээ. Агуулга нь хөтөлбөрийн дагуу болжээ. Сурагчдаас хамгийн их хөдөлмөрлөж ойлгохыг шаардах хэсэг бол Одон орон бүлэг юм. Гарчиг болон өмнөх үгэнд байгаа зарим ухагдахууны нэр зөрсөн тал байна. Тухайлбал гүйдлийн соронзон шинж ба цахилгаан соронзон зүйл бичвэрт тодорхой ороогүй. Соронз ба соронзон гэсэн хоёр ойлголтыг тодорхой ялгаж өгөөгүйгээс 17-р хуудсанд буй пүршин жинлүүр, 60-р хуудсанд буй гурван цагаригийг тав гэж бичжээ.

VIII ангийн номд^{/35/} буй Хүч ба харилцан үйлчлэл, Механик хөдөлгөөн ба механик энерги, Цахилгаан ба соронзон, Энерги хангамж гэсэн дөрвөн бүлгийн доторх агуулга хөтөлбөрийн агуулгатай бүрэн нийцсэнийг зориуд тэмдэглэмээр байна. Үүнээс гадна сурагчдын мэдлэг, тэднээр асуудал шийдвэрлүүлэх даалгаврууд ихэд оновчтой болжээ. 88-89-р хуудсанд буй диод, хөдөлгүүр, чийдэн дээгүүр гүйдэл гүйнэ гэхийн оронд диодоор, хөдөлгүүрээр, чийдэнгээр гүйдэл гүйх гэж бичвэл ойлгомжтой болох байжээ. 142-р хуудсан буй дулааны алдагдлыг үзүүлсэн зурагт алдагдлын хувь 100% -оос их байгааг дараагийн хэвлэлд залруулах хэрэгтэй.

IX ангийн ном^{/36/} нь суурь боловсролын түвшинд сурагчдын эзэмших физикийн боловсролын сүүлчийн сурах бичиг тул зохиогч нар физикийн хичээлээр цэгцтэй нэгдмэл ойлголт олгоход голлон анхаарсан нь сайшаалтай. Ингэхдээ сурагчид VII ба VIII ангид олж авсан мэдлэг чадвартаа тулгуурлан Дулааны хөдөлгөөн, энерги, Соронзон орон ба цахилгаан орон, Цахилгаан хэлхээ, Гэрлийн талаар нэгдмэл төсөөлөл мэдлэг чадвартай болохоор бичсэн байна. Энэ бүхнийг илэрхийлэхдээ зохиогч нар бичвэр доторх зургийг нэн оновчтойгоор сонгон авч оруулжээ.

Бүрэн дунд боловсролын түвшний X ангийн ном^{/37/} нь Механик, Дулаан, Долгион ба дуу, Цахилгаан соронзон гэсэн үндсэн бүлгүүдээс гадна Хэмжилтийн үр дүнг боловсруулах, сурагчдаар бодуулах бодлогууд гэсэн бүтэцтэй. Зохиогчид суурь боловсролын түвшинд судалсан механикийн талаарх ойлголт, чадвараа сурагчид биеийн байрлал, шилжилт хөдөлгөөнийг болон хүчийг вектороор дүрслэх, массын болон хүндийн төв, хүчний эргүүлэх моментоор; дулааны талаарх мэдлэгээ дулааны процесс үзэгдлүүдийг амьдрал практикт хэрэглэх, хэрэглээгээр; долгион ба дуу бүлгийг долгион ойх хугарах үзэгдлүүдийн илрэлээр; цахилгаан соронзныг орчин үеийн электрон систем ба хэлхээ, элемент болон логик үйлдлүүдийн хэрэглээгээр тус тус баяжуулан судлахаар бичжээ. Энэ сурах бичгийн өөр нэг онцлог бол өмнө эзэмшсэн онолын мэдлэгээ тодорхой хэмжилт хийж, үр дүнгээ тоон боловсруулалтын үндсэн дээр дүгнэлт хийхийн зэрэгцээ тухайн сэдэвтэй холбоотой бодлогуудыг (126-148-р хуудас) бодож өөрийн болгохоор оруулсан нь нэн сайшаалтай. Эдгээр бодлогын агуулга, түвшин нь бичвэрт орсон орсон ойлголт, дүгнэлттэй нийцсэн байна.

XI ангийн номны^{/38/} Механик бүлэгт хөдөлгөөний тоо хэмжээ ба импульс, Бернуллийн тэгшитгэлээр; Молекул физик бүлэгт идеал хийн төлөвийн тэгшитгэл болон молекул кинетикийн онолын үндсийг термодинамикийн II хууль болон түүний хэрэглээгээр баяжуулан бичсэн нь сурагчдад ойлгомжтой болжээ. Цахилгаан орон ба соронзон орон бүлгийг нүсэр томьёо оруулалгүй голчлон зургаар тайлбарласан бөгөөд хагас дамжуулагч дахь цахилгаан гүйдэл болон бүрэн хэлхээний Омын хуулийг жишээн дээр үндэслэн сонирхолтой тайлбарлажээ. Энэхүү сурах бичгийн Механик хэлбэлзэл, долгион бүлэгт гармоник хэлбэлзэл, түүний параметруудийн холбоог ихэд ойлгомжтойгоор илэрхийлж, унтрах болон албадмал хэлбэлзэл, хөндлөн долгион тархах механизмыг Гюйгенсийн

зарчимд тулгуурлан өвөрмөц байдлаар тайлбарласан нь авууштай туршлага гэмээр. Тэрчлэн дууны долгионд ажиглагддаг Доплерын үзэгдлийг зургаар үзүүлсэн нь ойлгомжтой болсны зэрэгцээ бусад долгионыг заан сургахдаа багш нар авч хэрэглэх боломжтой болжээ.

Сүүлийн үед сурах бичгийг хөтөлбөрийн үндсэн агуулгаас гадна доторхи агуулгыг ойлгомж хүртээмжтэй болгох үүднээс өгөгдөл оруулж диаграмм, схем график дүрслэл байгуулах, бичил лабораторийн ажил, орчин үеийн болон ирээдүйн технологи, суралцагчийн асуултанд хариулан хариу мэдээлэл авч болохуйц кино, бодит туршилт, тоглоом, товч түүх, сурвалжлага, дүрс бичлэг ярилцлага, электрон даалгавар, үнэлгээний даалгавар, тест зэрэг материалууд бүхий виртуал хавсралт агуулсан CVD/CD бүхий цахим сурах бичиг зохион хэрэглэх болов. Үүнийг физикийн сургалтад бүтээлчээр туршин хэрэглэх шаардлагатайн дээр боломжтой юм.

ЕБС-ийн физикийн сургалтад шийдлээ хүлээж буй асуудал бол тухайн ангийн сурагчдаар бодуулах бодлогуудыг сурах бичигт хэрхэн бүрэн бөгөөд оновчтой тусгах асуудал юм. Өнөөг хүртэл уг асуудлыг бүрэн шийдээгүй байгаа(М.Ганбат, Д.Улам-Оргих, Д.Эрдэнэбаяр нарын 1994 онд анх бичиж хэд хэдэн удаа дахин хэвлүүлсэн “Физикийн бодлогын хураамж”-аас өөр ном гараагүй байгаа) болохоор зарим зохиогч сурах бичгийнхээ бүлэг бүрийн төгсгөлд оруулж, багш бүр бодлогоо өөрсдийн арга барил, туршлагад тулгуурлан сонгон авч бодуулж байгааг нэг мөр болгон суурь ба бүрэн дунд боловсролын түвшинд “Физикийн бодлогын хураамж”-ийг шинэ цөм хөтөлбөр, сурах бичгүүдийн агуулга, бүтцийг баримжаа болгон физикийн сургалтын агуулгыг бүхэлд нь багтаан зохиолгож хэвлүүлэх шаардлагатай байна.

Дүгнэлт

Бидний судалсан ЕБС-ийн физикийн 18 сурах бичиг^{/4-8; 9-12; 30-33; 34-38/}-ийн хувьд 1951 он хүртэл ЗХУ-ын ЕБС-д үзэж байсан сурах бичгүүдийг орчуулан хэрэглэж байсан бөгөөд нэгэнт хөтөлбөр нь ЗХУ-ынх учир агуулга мөн тийм байжээ. Харин 1951 оноос ЗХУ-ын VI- X ангид үзэж байсан физикийн сурах бичгүүдийг Гэгээрлийн Яамны сайдын тушаалаар орчуулан сургалтад хэрэглэж ирсэн байна.

№	Хугацаа	Хэн зохиосон	Баримталсан бичиг баримт	Зорилго
1.	1929-1951	Орос хэлнээс орчуулсан	Анхны физикийн сурах бичиг	
2.	1961-1975	Үндэсний эрдэмтэд зохиосон	АИХ-аас гарсан тогтоол, физик боловсролын хөтөлбөр 1955-1961	Политехник боловсрол олгох
3.	1984-1986	Үндэсний эрдэмтэд зохиосон	Физик-одон орны хөтөлбөр 1984-1999	Хоёр шатны сургалтад зориулж системтэй бичигдсэн
4.	1997-2001	Үндэсний эрдэмтэд зохиосон	Цөм хөтөлбөрийн дагуу 1999-2014	Нэр томьёо хэвшиж, суралцагчдын нас сэтгэхүйн онцлогт тохирсон

1.1961- 1975оны үед үндэсний зохиогчдын бичсэн^{/30-33/} сурах бичгүүдийн хувьд улс орны өмнө тавьсан тодорхой зорилт, хүрэх зорилгод тулгуурласан суралцагчдад политехник боловсрол олгох, шинжлэх ухааны ололтуудыг үйлдвэрлэл, амьдрал ахуйд нэвтрүүлж хэрэглэж байгааг тодорхой хэмжээгээр харуулахад анхаарсан байна.

2.1984-1986 онд бичсэн сурах бичгүүд^{/4-8/} гадаад орнуудыг дуурайж физикийн сургалтыг хоёр шат(бүрэн бус дунд ба бүрэн дунд)-тайгаар явуулах явцдаа монгол үндэстний сэтгэлгээний онцлог, багш нарын хуримтлуулсан сургах зүйн туршлагыг тусгах; шинэ техник технологийн ололтыг нэвтрүүлэх талаар илт дутмаг бөгөөд физикийн сургалтын агуулгыг интеграцчилахад бага анхаарчээ.

3. 1997- 2001 оны физикийн сурах бичгүүдийг^{/9-11/} анх удаа батлагдсан физик- одон орны боловсролын стандартын дагуу бичиж, нэр томьёоны хувьд ихэд хэвшсэнээс гадна монгол ахуй болон суралцагчдын сэтгэлгээг тооцсон, одон орны уламжлалт болон шинэ агуулгыг шингээснээрээ онцлог байв.

4.Шинээр батлагдсан цөм хөтөлбөрийн дагуу бичсэн суурь боловсролын физикийн сурах бичгүүд нь^{/34-36/} өмнөх сурах бичгүүдээс дизайн, илэрхийлсэн арга барил нь сурагчдын нас сэтгэхүйн онцлогийг тооцсон давуу талтай бөгөөд эдгээрийг судалсны дараа сурагчид бүрэн дунд боловсролын түвшинд физикийг судлах суурь тавигдсан байна гэсэн дүгнэлт хүргэлээ. Физик X ба XI ном^{/37-38/} нь ахлах ангийн

сурагчдад физикийн системтэй мэдлэг олгох, тэднийг физикт дур сонирхолтой болгох үүргээ биелүүлсэн байна.

5. Нэгэнт суурь ба бүрэн дунд боловсролын стандарттай болсон тул сурах бичгүүдээ ч мөн ийм хоёр түвшинд зохиож хэвшүүлбэл жил бүр сурах бичгийн тендер нэрээр агуулгаа өөрчилж, хэвлэн түгээж багш, сурагч, эцэг эхчүүдийг тодорхой биш байдалд оруулан эдийн засгийн хувьд дарамтад оруулдаг, сурах бичиг хугацаандаа хэвлэгдэн хэрэглэгчдэдээ оройтож хүрдэг байдал арилж, хэвлэгдсэн сурах бичгийн агуулгыг гүйцэд туршиж үр дүнг нь хичээл заасан багш нарынх нь санал бодлыг өргөнөөр хэлэлцүүлж хүртээмж, үр дүнг дээшлүүлэх боломж бүрдэх юм. Ийм туршилтын дүнд физикийн төдийгүй ЕБС-ийн бүх хичээлийн сурах бичгүүдийн агуулга тогтворжин чанаржиж, боловсролын харилцаанд оролцогч субъектүүд (сурагч, зохиогч, багш, бодлого боловсруулагч, арга зүйч, эрдэмтэд, ажил олгогч, мэргэжлийн холбоо, нийгэмлэгийн)-ийн эрэлтийг тусгаснаар ерөнхий боловсролын хөгжилд тодорхой хувь нэмэр оруулна хэмээн үзлээ.

6. Манай бүх шатны сургууль, багш нар цахим сурах бичиг бүтээж, шавь нартаа түгээвэл хүссэн хэмжээнд эс гэхэд тодорхой үр дүнд хүрэхийг бодолцон нийтээрээ уг ажилд шамдан орох цаг болсныг “Ковид-19” дэлхий нийтийг хамарсан цар тахлын үеийн цахим сургалтын туршлага сургамж харууллаа. Иймд ЕБС-ийн сургалтын хөтөлбөр, сурах бичгүүдэд үнэлгээ өгч хэвлүүлэх эрх бүхий *Сургалт арга-зүйн төрөлжсөн зөвлөлүүдийг* байгуулан ажиллуулж байсан туршлага (ШУТДБУХ-ны даргын 1989.06.10-ны өдрийн 163-р тушаал, БЯ-ны сайдын 1991.11.04-ний өдрийн 426-р тушаал, 1993.01.05-ны өдрийн 03-р тушаалын хавсралтаар уг орон тооны бус зөвлөлийн бүрэлдэхүүн, дүрмийг баталсан байна)-ыг өнөөгийн шинэ нөхцөлд сэргээн, сайдын тушаалаар салбар зөвлөлийн дарга, орлогч дарга, нарийн бичгийн даргыг нь батлан ажиллуулснаар сурах бичгийн чанар, цаашлаад сургалтын шинжлэх ухааны түвшин дээшилж, дунд дээд боловсролын болон анги хоорондын залгамж холбоо сайжирна хэмээн үзэж байна.

Ном зүй

Каким быть учебнику: Дидактические принципы построения, под ред. И.Я.Лернера, Н.М.Шахмаева, Часть 1-2, М, 1992

Беспалько В.П. (1988) Теория учебника: Дидактический аспект, М

Сохор А.М. (1978) О дидактической переработке материала науки в учебниках (на примере физики), Проблемы школьного учебника, Вып-6

Гомбожав Ж., Батхуяг С., Батцэрэн Ж., Рагчаа Д. (1985) ФИЗИК-VI, ред. Бадамсамбуу З., Нямдорж Ц.

Дамба Л., Рагчаа Ц., Раднаа Э. (1984) ФИЗИК-VII, ред. Батхуяг С., Батцэрэн Ж.

Няндаг Ц., Очирбат Г., Доёддорж С. (1985) ФИЗИК-VIII, ред. Бямбаа Г., Дамба Л.

Алтангэрэл Н., Бямбаа Г., Халтар Д. (1985) ФИЗИК-IX, ред. Чүлтэм Д., Гомбожав Г.

Дамбасүрэн Д., Гүрдорж Д., Зундуй Н., Цэрэн Д. (1986) ФИЗИК-X, ред. Чүлтэм Д., Бадамсамбуу З.

Бурмаа Б., Ганбат М., Жадамбаа Б. (1997) ФИЗИК-VII, ред. Батхуяг С., Данзан С.

Ганбат М., Бурмаа Б., Батболд Д., Маабазар Р. (1999) ФИЗИК-VIII, ред. Ганбат М.

Гомбожав Г., Лхагва О., Батямбаа Г. (2001) ФИЗИК-IX, ред. Жадамбаа Б., Болд Г.

Гомбожав Г., Лхагва О., Батямбаа Г. (2001) ФИЗИК-X, ред. Жадамбаа Б., Маабазар Р.

Гонгор М., Содов Ц., Ховд-Абай Х., Түгжсүрэн Н., Эрдэнэчулуун Ц. (1992) Физикийн сургалтанд хэрэглэж байгаа сурах бичиг гарын авлагын тухай, Мэргэжлийн боловсрол, №10, х76-81

Хажидсүрэн Н., Содов Ц. (1998) Сурах бичиг – сургах зүйн чухал хэрэглүүр, ОИС-ийн ЭШБ, №1, х87-93

Содов Ц., Байгалмаа Ж. (2004) Суралцагчдад сурах ерөнхий ба турших чадварыг физикийн сургалтын явцад төлөвшүүлэх технологи, Боловсрол судлал, №3, х30-36

Хуторский А.В. (2005) Место учебника в дидактической системе, Педагогика, №4, с10-18

Улсын стандарт хэмжилзүйн төв: Физик-одон орны суурь ба бүрэн дунд боловсролын стандарт (1998)

Туяа Л. (2009) Сурах бичгийн шинжилгээний загвар, Боловсрол судлал, №4(50), х31-35

.ЮНЕСКО (2010) Сурах бичгийн судалгаа хийх, сайжруулах гарын авлага

Нарантуяа Ж. (2011) Дунд сургуулийн сурах бичгийн чанарын үнэлгээний асуудалд, Боловсрол судлал, №9, х51-57; (2012) Сурах бичиг: Мөрөөдөл ямар байх ёстой вэ? Боловсрол судлал, №4, х31-36

Баярмаа Б. (2013) Сурах бичгийн боловсруулалт: зарим гадаад орнуудын түвшинд, Боловсрол судлал, №10(98), х17-22

Жигжиддорж Р. (1996) Физик заах аргын асуудлууд

Насанбуян М., Манеев Г.С. (1962) Дунд сургуулийн физик заах аргын зарим асуудал, ред. Гомбожав

Содов Ц., Гонгор М., Удвал Л. (2018) Физикт сургах зүйн үндэс, ред. Жадамбаа Б., Дондог Х.

Пүрэв Б., Оргой Б. (1979) МЕХАНИК-VIII АНГИ (ФИЗИКИЙН СОНГОН СУРАЛЦАХ), ред.

Батхуяг С., Содов Ц., Жамц Л. (1985) ФИЗИКИЙН СОНГОН СУРАЛЦАХ: IX-X анги, ред. Н. Алтангэрэл

- Болормаа У., Дондог Х., Жанцан Ё., Маабазар Р., Оюун Д., Оюунчимэг Д., Содов Ц. (2004) ФИЗИК-ОДОН ОРОН (Суурь боловсрол эзэмшигчдэд зориулав), ред. Содов Ц.
- Амаржаргал Н., Байгалмаа Ж., Батмөнх Л., Гонгор М., Дархижав Р., Дашням Ч., Долгормаа Л., Дэмчигсүрэн Д., Отгонбаяр Д., Өлзийхуяг Б., Пүрэвдорж Д., Содов Ц., Түгжсүрэн Н., Цэдэнбал Б., Цэдэндамба Л. (2004) ФИЗИК-ОДОН ОРОН (Ахлах ангийн сурагчид, ИДС-д элсэгчдэд зориулав), ред. Содов Ц.
- Дамдинсүрэн Э., Батхуяг С., Содов Ц. (1977, 1985, 1992, 2013), ФИЗИК, ред. Самдан А., Зузаан П.
- Жигжиддорж Р., Халтар Д., Гомбожав Ж. (1963) ФИЗИК -VII, ред. Рагчаа Д.
- Бямбаа Г., Гүрдорж Д., Цэрэн Д. (1975): ФИЗИК -X, ред. – Додон Г.
- ФИЗИК-VIII, ред.
- Бямбаа Г., Г. Додон., Д. Халтар., Ц. Рагчаа., Ц. Няндаг. (1975): ФИЗИК -IX, ред. – Додон Г.
- Ганбат М., Бурмаа Б., Амартайван Ц., Дөлгөөн Ж., Мөнхсайхан Я., Гэндэнжамц С., Сайнбаяр Н., Буяндэлгэр А. (2019) ФИЗИК-VII, ред. Түгжсүрэн Н.
- Ганбат М., Бурмаа Б., Бадам Б., Дөлгөөн Ж., Мөнхсайхан Я., Гэндэнжамц С., Пүрэвжал Б. (2019) ФИЗИК-VIII, ред. Алтангэрэл Н.
- Ганбат М., Амартайван Ц., Амаржаргал Э., Батболд Х., Дөлгөөн Ж., Мөнхсайхан Я., Пүрэвжал Б. (2019) ФИЗИК – IX, ред. Дамдинсүрэн Э.
- Ганбат М., Бурмаа Б., Амартайван Ц., Бат-Отгон Б., Зоригт Г., Мөнхсайхан Я., Үүрийнтуяа Д., Түвдэндорж Б. (2019) ФИЗИК-X, ред. Жаргалсүрэн Ш.
- Ганбат М., Чадраабал Ш., Алтангоо О., Балт-Эрдэнэ., Бавуудорж Р., Үүрийнтуяа Д., Гончигдорж Ч. (2019) ФИЗИК-XI, ред. Жаргалсүрэн Ш.
- БШУСЯ: Суурь боловсрол (VI-IX анги)-ын сургалтын цөм хөтөлбөр-ФИЗИК (2015)
- БШУСЯ: Бүрэн дунд боловсрол (X-XII анги)-ын сургалтын цөм хөтөлбөр-ФИЗИК (2016).

Analyses on physics textbooks for secondary schools

Munkhbold.M^a, Purevdorj.D^a, Sodov.Ts^b

^aDepartment of *Physics*, SMNS, MNUE

^b Physics Education Journal

Corresponding author: munkhbold@msue.edu.mn

 <https://orcid.org/0009-0001-6893-4120>

Abstract

Textbook is committed to implement educational standards and training program, to provide information for students, to let them acquire independent learning methods, motivate and activate them. Textbook refers to clear meaning of training policy. It is specific teaching materials containing general goals, content, viewpoints, method and logics of the said science, appropriating to the age and mental characteristics of the student.

Keywords: knowledge, measurement, regularity, conception

ЕБС-ийн биологийн хичээлийн гэрийн даалгаврын үр дүнг дээшлүүлэх асуудалд

Т.Мөнхзул, Д.Сайндовдон, А.Ариунжаргал, Т.Баянмөнх

МУБИС, МБУС, Биологийн тэнхим

Холбоо барих зохиогч: mandahbayan@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9795-2539>

Хүлээн авсан: 2025.04.10

Засварласан: 2025.05.23

Хэвлэлтэд авсан: 2025.08.25

Хураангуй

Бид ЕБС-ийн суурь боловсролын цөм хөтөлбөр, биологийн хичээлийн агуулга дахь гэрийн даалгаврын нөхцөл байдлыг тодруулж ЕБС-ийн сурагчдын биологийн хичээлийн гэрийн даалгаварт хандах байдлыг судалсны дээр багш нарын гэрийн даалгавар өгч буй байдалд дүн шинжилгээ хийж, гарааны багш нарт зориулсан гэрийн даалгаврын чанар өгөөжийг сайжруулах зөвлөмж боловсруулсан. ЕБС-ийн 8 дугаар ангийн биологийн хичээлийн агуулга, Цөм хөтөлбөрийг нэг бүрчлэн шүүж, сурах бичиг дэх 4 бүлэг сэдвийн 28 ээлжит хичээлийн хүрээнд 50 даалгавруудыг үнэлгээний зорилтын танин мэдэхүйн түвшинд хамруулсан.

ЕБС-ийн биологийн хичээлийн гэрийн даалгаврын нөхцөл байдлыг тандахын тулд 50 багш, 100 сурагчаас нийт 18 асуулгаар Google forms, анкет ашиглан асуулга авч боловсруулав.

Биологийн 8-р ангийн хичээлийн агуулгын хүрээнд “Витамин болон Эрдэс бодис” ээлжит сэдэв дээр хяналт болон туршилтын бүлгүүдийг сонгон авч гэрийн даалгаварт анализ хийсэн. Туршилтын ангийн хувьд ээлжит хичээлийн хөтөлбөр боловсруулан хичээл зааж, гэрийн даалгаврыг сурагчдын номын дээрх дасгал даалгаврын агуулгыг хүрээнд сурагчдын сонирхлыг татсан, бүтээлч байдлаар даалгавар бэлтгэн өгсөн.

Түлхүүр үг

Гэрийн даалгавар, үнэлгээ, цөм хөтөлбөр

Удиртгал

Даалгавар-item гэдэг нь боловсролын түвшин, сургалтын хөтөлбөр, агуулга, дэд агуулга, үнэлгээний зорилт, хариулт хариултын мэдээлэл, үнэлэх аргачлалын шаардлага хангах, нас сэтгэхүйн онцлогт тохирсон зураг өгөгдөлтэй, хөтөлбөрийн хэрэгжилт, сурлагын амжилтыг оношилж болох цогц мэдээлэл юм. Гэрийн даалгавар гэдэг нь сурах үйл явцыг тасралтгүй байлгах нэг хэлбэр юм. Гэрийн даалгавар нь нэг талаараа хичээл дээр шинээр олсон мэдлэгээ бататгах өөрийн болгон авах, нөгөө талаараа дараагийн хичээлд бэлтгэн очих бие даалтын суурь ойлголт (Амраа et al., 1989). ЕБС-ийн биологийн хичээлээр сурагчдад амьд бие организм, хүрээлэн буй орчны харилцан хамаарлын талаарх ойлголтыг гүнзгийрүүлэх, цаашлаад шинжлэх ухааны судалгаа хийх чадварыг хөгжүүлэхэд чухал үүрэгтэй. Сурагчдын мэдлэг, чадварыг бэхжүүлэхэд гэрийн даалгавар нь сургалтын зайлшгүй бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн нэг юм (Батхуяг et al., 2006). Гэрийн даалгавар нь хичээлийн чухал бүрэлдэхүүн хэсэг гэж тооцогддог бөгөөд олж авсан үр дүнг үнэлэх, үнэлэх арга хэрэгсэл болдог (Rahmani et al., 2024).

БШУЯ, Боловсролын үнэлгээний төвөөс явуулсан ЕБС-ийн багшийн ажлын гүйцэтгэлийн үнэлгээний 2022-2023 оны үр дүнгийн үнэлгээний тайлангаас үзэхэд сургалтын хөтөлбөрийн хэрэгжилт нийслэлийн бүх дүүргийн сургуулиудын хувьд 2022 онд 42.2-61.9%, 2023 онд 43.6-62.2% буюу улсын дунджаас (74.5%) бага үзүүлэлттэй, ялангуяа 2019 оны Боловсролын хүрээлэнгийн судалгааны тайланд хөтөлбөрийн хэрэгжилт, сурагчдын мэдлэг, ойлголтыг боловсролын түвшин бүрд хичээл тус бүрээр авч үзэхэд, бага ангид 56.0 хувьтай, дунд ангид 46.0 хувьтай, ахлах ангид 37.0 хувь байгаа ба 8 дугаар ангийн сурагчдын сургалтын цөм хөтөлбөрт шинээр тусгасан агуулгын эзэмшилт, даалгаврын гүйцэтгэл 21.8 хувь байгаа нь багшийн заах арга зүйг сайжруулах, тэдэнд арга зүйн дэмжлэг үзүүлэх шаардлагатай байгааг харуулж байна гэжээ (Лхагвасүрэн, 2019).

Гэвч өнөөдөр ЕБС-ийн биологийн хичээлийн гэрийн даалгавар нь ихэвчлэн хуулж бичих, унших, сонгох даалгавар, шууд хариулахад хялбар асуултууд дээр төвлөрсөн байдлаар өгөгдсөн нь мэдээлэл, технологит сайжирсан Z үеийн сурагчдын сэтгэн бодох, шинжлэх ухаанч байдлаар хандах, бүтээлчээр ашиглах чадварыг хөгжүүлэхэд хангалтгүй байна. Интерактив, туршилт дээр суурилсан, орчин үеийн шийдлийг даалгаварт тусгаагүйгээс сурагчид биологийн хичээлд сонирхолгүй болж байгаа нэг шалтгаан хэмээн үзэж байна. Гэрийн даалгаврын чанар, үр өгөөжийг дээшлүүлэх, багшлахуйд ашиглах, сурагчдын сонирхлыг татахуйц шинэчлэл хийх шаардлагатай хэмээн авч үзлээ.

Энэхүү судалгаа нь ЕБС-ийн суурь боловсролын цөм хөтөлбөр, биологийн хичээлийн агуулга дахь гэрийн даалгаврын нөхцөл байдлыг тодруулж, гэрийн даалгаврын чанар өгөөжийг сайжруулах зөвлөмж, гаргах зорилгоор дараах зорилтуудыг тавьсан. Үүнд:

1. ЕБС-ийн 8 дугаар ангийн биологийн хичээлийн агуулга, Цөм хөтөлбөрт дасгал, даалгавар тусгагдсан байдлыг судлах
2. Сурагчдын биологийн хичээлийн гэрийн даалгаварт хандах байдлыг тодорхойлох
3. ЕБС-ийн багш нарын гэрийн даалгавар өгч буй байдалд дүн шинжилгээ хийх
4. Гэрийн даалгавар бэлтгэх зөвлөмж боловсруулах

Судалгааны материал, арга зүй

Бид судалгаандаа Биологийн суурь боловсролын сургалтын Цөм хөтөлбөр ба суралцахуйн удирдамж дахь 8 дугаар ангийн биологийн хичээлийн агуулгыг харьцуулан сурах бичгийн дасгал даалгаварт анализ хийн авч үзсэн ба 8 дугаар ангийн сурах бичгийн хүрээнд 4 бүлэг сэдвийн 28 ээлжит хичээлийн суралцахуйн зорилт, агуулгад тусгагдсан даалгавруудын жагсаалт гаргалаа.

ЕБС-ийн биологийн хичээлийн гэрийн даалгаврын нөхцөл байдлыг тандахын тулд 50 багш, 100 сурагчаас Google forms, анкет ашиглан судалгаа авсан. 200 хуудас анкетад боловсруулалт хийж үр дүнг Microsoft Excel болон Jmp 10 программд оруулж графикийг боловсруулж, Хи квадрат тест, Хосолсон түүврийн ти тест ашиглав.

Судалгааны үр дүн ба хэлэлцүүлэг

8 дугаар ангийн биологийн хичээлийн сурах бичигт 4 бүлэг сэдвийн 28 ээлжит хичээлийн хүрээнд 50 даалгавар байгаагаас суралцахуйн зорилт, агуулгад тусгагдсан даалгавруудыг үнэлгээний зорилтын түвшинд хамруулж өгсөн байна (Тэрбиш et al., 2023). Танин мэдэхүйн түвшнээр дасгал даалгаврыг ангилахдаа үйл үгийн хэлбэр болон үзүүлэлтийг ашигласан

8 дугаар ангид сэргээн санах түвшний даалгавар 7, ойлгох түвшинд 22, хэрэглэх түвшинд 5, задлан шинжлэх түвшинд 3, үнэлэх түвшинд 11, бүтээх түвшинд даалгавар 2 байна (Зураг 1).



Зураг 1. Даалгаврыг танин мэдэхүйн түвшнээр ангилсан байдал

Дээрх графикаас харахад задлан шинжлэх, бүтээлч түвшний даалгаврын тоог нэмэгдүүлэх шаардлагатай нь харагдаж байна. Дасгал, даалгавруудыг хичээлийн сэдвүүдээр авч үзвэл “Амьд биеийн бүтэц, амьдралын үйл ажиллагаа” айн хүрээнд хамгийн их даалгавар өгчээ (Хүснэгт 1).

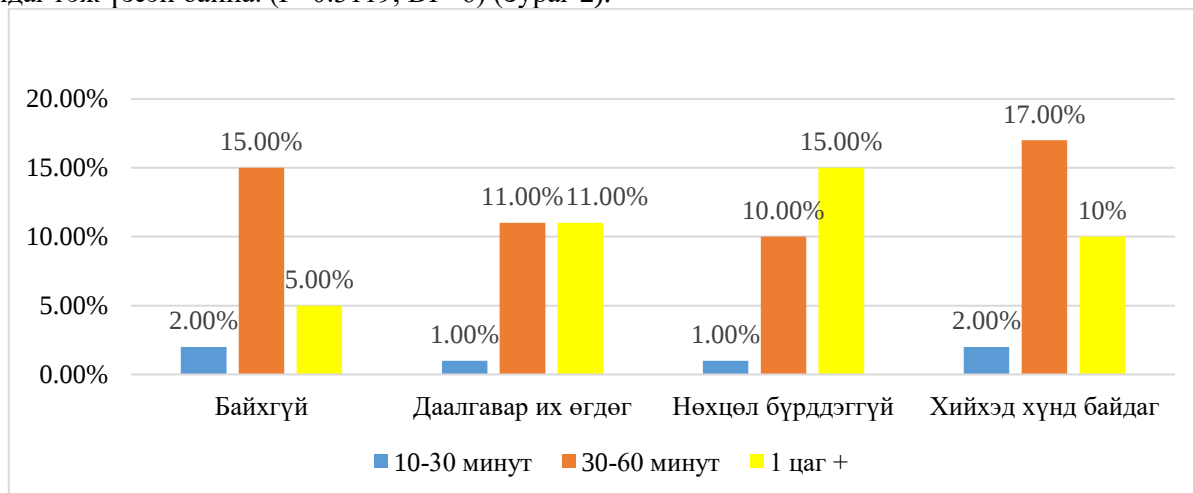
Хүснэгт 1. Ээлжит хичээлийн сэдвүүдийг танин мэдэхүйн түвшинд хамааруулсан байдал

№	Бүлэг сэдэв	Ээлжит хичээлийн сэдэв	Танин мэдэхүйн түвшин ба үйлийн хамаарал						Нийт
			Сэргэн санах	Ойлгох	Хэрэглэх	Задлан	Үнэлэх	Бүтээх	
1	Биологийн олон янз байдал ба ангилал	Биологийн олон янз байдал ба ангиллын тухай		1		1			2
2		Ангилал зүйн бага нэгж (баг, овог зарим төрөл зүйл)-ийн онцлог шинжийг ашиглан зарим амьд биеийг ялган таних			1				1
3	Амьд биеийн бүтэц, амьдралын үйл ажиллагаа	Эсийн хромосом болон митоз хуваагдал	1	5	1				7
4		Хүний хоол боловсруулах замын эрхтнүүд, тэдгээрийн байрлал, үүрэг				1			1
5		Хоол тэжээлээр авсан шим бодисын задрал, нийлэгжил, загварчлал						1	1
6		Шим ба шим бус бодисуудын биологийн ач холбогдол	1						1
7		Витамин ба эрдэс бодис	1	1					2
8		Амьсгал ба хийн солилцоо		1					1
9		Зүрхний дотоод бүтэц, үүрэг			1				1
10		Артери, вен, хялгасан судасны дотоод бүтэц		1					1
11		Цусны их, бага эргэлт		1					1
12		Ургамлын хооллолт ба бодисын зөөвөрлөлт		2					2
13		Үндэсний бүтэц, үүрэг		1					1
14		Ишийн бүтэц, үүрэг	1				1		2
15		Ургамлын биеэр бодис зөөвөрлөх					1		1
16	Амьд биеийн үржил, хөгжил	Хүний үржил, хөгжил		2					2
17		Өндгөн эс, эр бэлгийн эсийн бүтэц, үүрэг		1			1		2
18		Ургамлын үржил		1			1		2
19		Тоос хүртэлт	1	1					2
20		Үр жимс үүсэх		1				1	2
21		Үрийн бүтэц					3		3
22		Үр ургах, соёолох			1				1
23		Ургамлын амьдралын эргэлт					1		1
24		Үрийн найрлага		1					1
25		Удамшлын мэдээлэл эцэг эхээс үр төлд дамжих					2		2
26		Селекц (үүлдэр, сорт)	2	1					3
27		Байгалийн шалгаралт ба Дарвины онол			1				1
28	Байгалийн шалгарал	Экосистем дэх хоол тэжээл болон энерги		1		1	1		3
		Нийт	7	22	5	3	11	2	50

Бид ЕБС-ийн орчинд гэрийн даалгаврыг гүйцэтгэж буй арга барилыг тандах, хөтөлбөрийн агуулгын дагуу гэрийн даалгаврын үр бүтээмж хэр уялдуулж буйг дараах асуулгуудаар авсан.

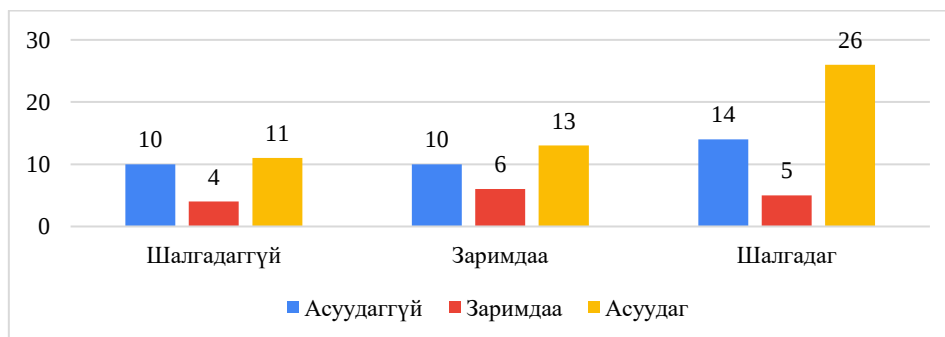
Биологийн хичээлийн гэрийн даалгавар хийхэд хэр их хугацааг зарцуулж буйг сурагчдаас асуухад судалгаанд хамрагдсан сурагчдын 48% нь нэг цагаас илүү, 36% нь 30-60 минут, 5% нь 30 минутаас бага хугацааг зарцуулдаг гэж хариулсан.

Биологийн хичээлийн гэрийн даалгавар хийхэд тулгардаг бэрхшээлийг асуухад сурагчдын 29% нь хүнд байдаг гэж үзсэн байна. ($P=0.3119$, $DF=6$) (Зураг 2).



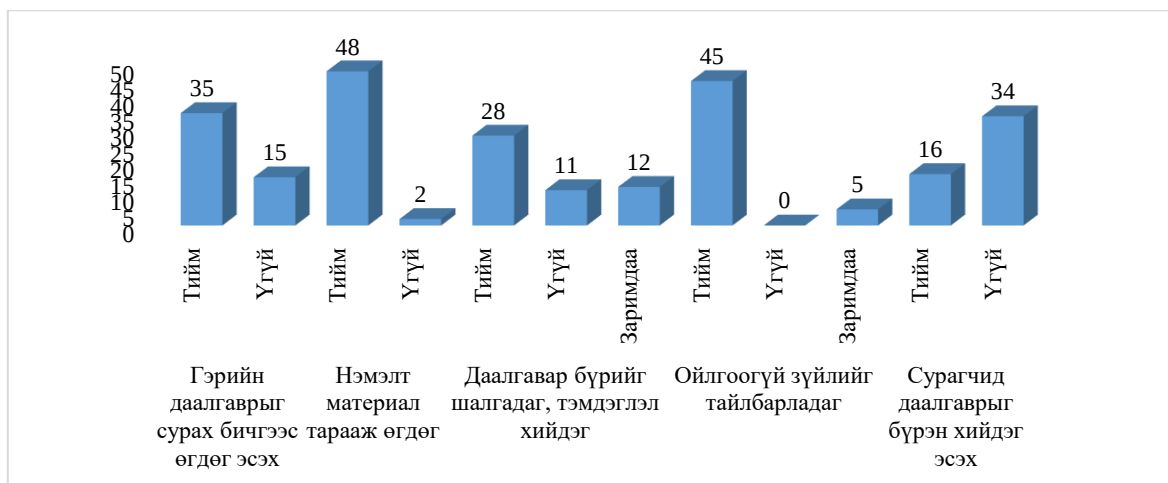
Зураг 2. Биологийн хичээлийн гэрийн даалгаврыг хийхэд тулгардаг бэрхшээл

Сурагчдаас сурах бичгийг хэрхэн хэрэглэдэг талаар судлахад 70% нь анги дээр гэрийн даалгаврыг нь хийдэг, 30% нь сорил туршилт хийх, унших, хуулж бичих, сурагчдын 19% нь сурах бичиг байхгүй учраас гэрийн даалгавар хийхэд бэрхшээлтэй гэсэн ($P=0.0779$, $DF=6$). Сурах бичиггүй байгаагийн шалтгааныг сурагчдаас асуухад 10.0 хувь нь сургуулиас өгдөггүй, 69 хувь нь худалдаж авах гэхээр олддоггүй гэж хариулсан. Сургуулийн номын сангаар дамжуулан хэрэглүүлж байгаа ч сурах бичиг хангалтгүйн дээр худалдаа борлуулалтын нэгдсэн сүлжээ бий болоогүйтэй холбоотой байж болох юм. Ойлгоогүй зүйлээ багшаас дараагийн хичээл дээр асууж чаддаг уу гэсэн асуултад хариулсан сурагчдын 45% нь шалгадаг гэсэн. Биологийн багш нь өгсөн даалгавар бүрийг шалган, дэвтэр дээр тэмдэглэгээ хийдэг ашигладаг гэсэн. Гэрийн даалгаврыг багш өдөр бүр шалгаснаар сурагчдад гэрийн даалгавраас ойлгоогүй зүйлээ асуух хандлага нэмэгдэж байна ($P=0.6772$, $DF=4$) (Зураг 3).



Зураг 3. Биологийн хичээлийн гэрийн даалгавраас ойлгоогүй зүйлээ багшаас асууж буй байдал

Судалгаанд хамрагдсан багш нарын 56% нь гэрийн даалгаврыг шалган, сурагчийн дэвтэр дээр тэмдэглэл хийдэг гэсэн бол үлдсэн нь заримдаа шалгадаг хэмээн хариулсан байна. Багш нарын 70% нь гэрийн даалгаврыг сурах бичгээс өгдөг гэж хариулсан ба сурагчдад нэмэлт материалыг 98% нь тарааж өгч дасгал даалгаврыг ажиллуулдаг гэсэн (Зураг 4).



Зураг 4. Биологийн хичээлийн гэрийн даалгавар нь өгч буй байдал

Сурагчид даалгаврыг бүрэн хийх тал дээр судалгаанд хамрагдсан багш нарын 68% нь тийм гэж хариулсан ба биологийн багш нь гэрийн даалгавраас ойлгоогүй зүйлийг нь сурагчдад 90% нь тайлбарладаг гэж үзсэн байна. Сурагчдын гэрийн даалгавар шалгасан хэлбэрүүдийг сурагчдын бусад үйлүүдтэй хамааруулан шинжлэхэд дараах давуу болон сул талууд ажиглагдаж байна.

Багш гэрийн даалгаврыг хүүхэд бүрээр, анги нийтэд нь шалгахдаа асуух хэлбэрийг түлхүү ашиглаж байгаа нь ажиглалтаар илэрч байна. Харин сурагчдын дэвтрийг хураан авч гэрийн даалгавар шалгах ажил хангалттай хийгдээгүй байна. Ээлжит хичээл нь өмнөх болон дараагийн агуулгуудтайгаа холбогдсон, анги болон гэрийн даалгаварт хийлгэж байгаа бүхэн нь зорилготой уялдсан, зорилгод чиглэсэн эргэцүүлэн бодох асуултаар сурах сэдэл төрүүлсэн, хүүхдийн асуулт, хариултыг анхааралтай сонсож, дэмжсэн, бүх хүүхдэд хариулах боломж олгосон, гэрийн даалгаврын гүйцэтгэлээр явцын үнэлгээг хийсэн багш цөөнгүй байгаа нь ажиглагдлаа. Судалгаанд оролцсон багш нарын 40 % нь сургалтын цөм хөтөлбөр, суралцахуйн удирдамж болон тест, даалгаврын санг байнга ашигладаг гэсэн.

Танд биологийн хичээлийн гэрийн даалгавар бэлтгэх болон дүгнэхэд ямар бэрхшээл тулгардаг вэ гэсэн асуултад дараах байдлаар хариулжээ. Үүнд:

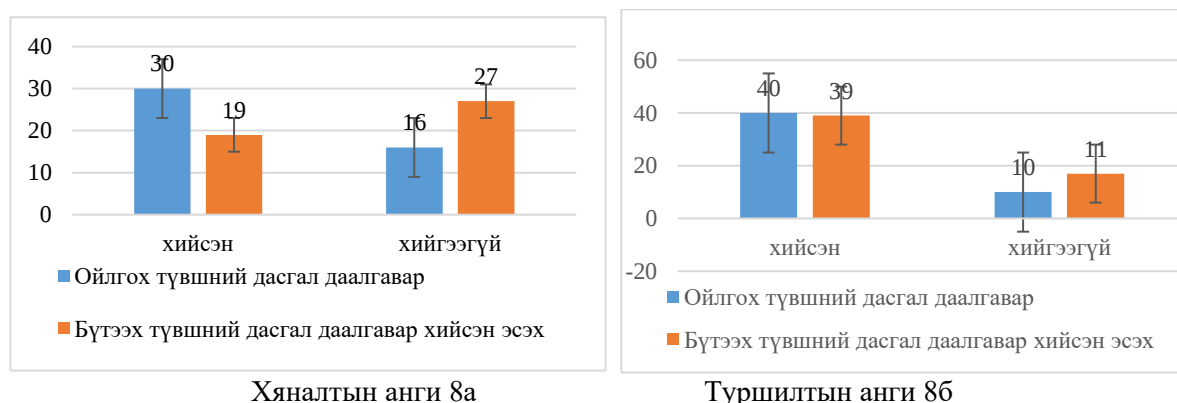
- **Нэг багш хэт олон хүүхэдтэй ажилладаг.**
- Ном сурах бичиг байхгүй хүүхдүүд даалгавар огт хийдэггүй.
- Онлайн сурах бичгээс даалгавар өгөхөөр хүүхдүүд интернэтээр өөр юм үзээд явчихдаг.
- Эцэг, эх нь хүүхэдтэйгээ ажилладаггүй, анхаарал тавьдаггүй.
- Хүүхдийн гэртээ хийх ажил их байдаг учраас даалгавар хийх нөхцөл хомс.
- Дасгал даалгаврын ажлын номыг өөрөө хэвлээд хүүхдэд зарахаас өөр аргагүй байдалд ордог, яагаад гэвэл хичээл практикийн зардлын мөнгө хаа ч хүрдэггүй, цаас, хор байхгүй, нэмэлт материал хэвлэж өгч чаддаггүй.
- Хэрэглэгдэхүүн дутмаг, тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгсэл байхгүй.
- Гадаад хэлний бэрхшээл.

Биологийн хичээлийн гэрийн даалгаврын үр дүнг дээшлүүлэх талаар дараах саналуудыг бичжээ. Үүнд:

- **Сурагчдын ашиглах ном сурах бичиг хангалтгүйг шийдээж өгөх, аль болох онлайн биш байх, уг нь утаснаас холдуулмаар байдаг.**
- **Багш нарт тулгамдаж байгаа асуудал бэрхшээлийг ярилцах**
- **Биологийн багш нарыг хичээлийн жилийн төгсгөлд сургалтад хамруулах**
- **Тоног төхөөрөмж, багаж хэрэгслийн хүртэмжийг нэмэгдүүлэх**
- **Цөм хөтөлбөр, агуулгыг сайжруулах шаардлагатай.**

Бид 8-р ангийн хичээлийн агуулгын хүрээнд “Витамин болон Эрдэс бодис” ээлжит сэдэв дээр хяналт болон туршилтын нэг нэг бүлэг сонгон авч гэрийн даалгаварт анализ хийлээ. Туршилтын ангийн хувьд ээлжит хичээлийн хөтөлбөр боловсруулан хичээл зааж, гэрийн даалгаврыг сурагчдын номын дээрх дасгал даалгаврын агуулгыг хүрээнд сурагчдын сонирхлыг татсан, бүтээлч байдлаар даалгавар бэлтгэн

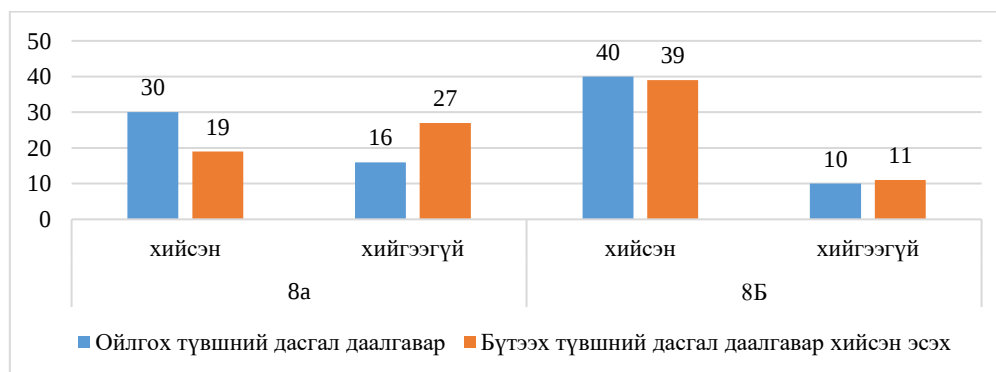
өгсөн. Хяналтын ангийн хувьд биологийн хичээл дээр багш сурах бичгээс даалгавар өгсөн. Сурах бичиг дээр тухайн сэдэв дээр сэргээн санах түвшний нэг, ойлгох түвшний нэг даалгавар өгсөн. Хяналтын ангийн сурагчдын даалгавар хийж ирсэн байдлыг доорх графикаар үзүүлэв (Зураг 5).



Зураг 5. Гэрийн даалгаврын гүйцэтгэл

Хяналтын ангийн хувьд нийт суралцагчдын 65% нь ойлгох түвшний дасгал даалгаврыг гүйцэтгэж ирсэн бол бүтээх түвшний дасгал даалгаврыг 41% нь гүйцэтгэж ирсэн байна. ($P=0.967$, $DF=3$).

Туршилтын ангийн хувьд ээлжит хичээлийн хөтөлбөр боловсруулан хичээл зааж, гэрийн даалгаврыг номон дээрх дасгал даалгаврын агуулгын хүрээнд ижил боловч шинжлэх ухааны нэр томъёо ашигласан, уялдаа холбоог илрүүлсэн асуулт асуух, багийн гишүүд идэвхтэй хамтран ажиллах, учир шалтгаан олох эрэл хайгуул хийх, хичээлд шинжлэх ухааны багаж, хэрэгсэл, бодис ашиглах, зорилгод чиглэсэн үйл ажиллагаанд сурагчдын анхаарлыг хичээлийн туршид хандуулах, самбараас мэдээлэл авах хугацааг сурагчдад хангалттай олгох зэрэг үйлүүд хийхэд нийт суралцагчдын 88% нь ойлгох түвшний дасгал даалгаврыг хийж ирсэн бол 86% нь бүтээх даалгаврыг гүйцэтгэсэн ($P=0.667$, $DF=5$) (Зураг 6).



Зураг 6. Хяналтын болон туршилтын ангийн гэрийн даалгаврыг харьцуулсан байдал

Эндээс дүгнэн авч үзэхэд сурагчдад багш зөвхөн сурах бичгээс гэрийн даалгавар өгөх бус нэмэлт ном материал болон техник технологийн эрин үед сурагчдын идэвх оролцоо, бүтээлч байдал, задлан шинжлэх арга барилд суурилсан мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийх зэргээр интернэтээс мэдээлэл цуглуулах болон сурагчдыг сонирхлыг татсан, гэрийн даалгавар өгснөөр сурагчдын хичээлийн идэвх болон гэрийн даалгавар хийж ирэх сурагчдын тоо нэмэгдэж байна ($P=0.997$, $DF=2$).

Жишиг гэрийн даалгавар

Сэдэв: “Витамин ба эрдэс бодис”

Гүйцэтгэх хугацаа: 1 цаг

Түвшин	Жишиг даалгавар
Сэргээн санах	Витамин ба эрдэс бодисын төрлүүдийг жагсааж бичнэ үү? Тэдгээрийн заримыг эх үүсвэрээр нь холбон нэрлээрэй. жишээ: а витамин – лууван

Ойлгох	Доорх тайлбаруудыг уншаад, аль нь витаминууд, аль нь эрдэс бодис болохыг тодорхойл. Бие махбодод яс бэхжүүлэхэд оролцдог. Арьсыг эрүүл байлгахад тусалдаг. Хүчилтөрөгчийг цусны эсүүдэд хүргэдэг (зөв хариултыг бичиж, шалтгааныг тайлбарлана уу.)
Хэрэглээ	С витамин дархлааг сайжруулахад тусалдаг. Та ханиад томуугаас сэргийлэх найрлага бүхий хүнсэнд юуг санал болгох вэ? хоолны дэглэмээ 1 долоо хоногийн хугацаанд төлөвлөж бичнэ үү.
Задлан шинжлэх	Доорх хоёр хүнсний бүтээгдэхүүнийг харьцуулан, аль нь илүү олон төрлийн витамин ба эрдэс бодис агуулж болохыг шинжлээд өөрийн дүгнэлтээ бичээрэй. жишээ: А. Луувангийн шүүс Б. Сүү
Үнэлэх	Дараах өгүүлбэрийг үнэлэн, зөв эсвэл буруу гэдгийг тайлбарлаарай. Бүх төрлийн витамин, эрдэс бодисыг зөвхөн нэмэлт бэлдмэлээр нөхөж болно. D витамин зөвхөн нарнаас гардаг бөгөөд хоол хүнснээс авах боломжгүй. Өөрийн мэдлэг дээр тулгуурлан шүүмжлэлт дүгнэлт гаргаарай.
Бүтээх	Өөрийн өдөр тутмын хоолны дэглэмийг эрүүл мэндэд хэрэгцээтэй витаминууд болон эрдэс бодисоор баяжуулах шинэ санал боловсруулж ирээрэй. Үүнийг гэр бүлийн гишүүдэд зориулан 7 хоногийн эрүүл хоолны цэс зохиож бичээрэй.

Багш гэрийн даалгавар боловсруулахдаа дараах зүйлсийг анхаарах шаардлагатай. Үүнд:

- Сурагчдын насны онцлогт тохируулан сонирхолтой, бүтээлч даалгавар боловсруулаарай. Даалгаврын хугацааг зөв тодорхойлж, сурагчдад ачаалал багатайгаар хэрэгжүүлэх боломжийг хангахад анхаарах
- Багш та задлан шинжлэх, үнэлэх, бүтээх түвшний даалгавар бэлтгэх
- Онолын болон практик, судалгааны даалгаврыг хослуулан, сурагчдад бие даах, хамтран ажиллах чадварыг хөгжүүлэхэд анхаарах
- Гэрийн даалгаврыг өгөх үйл явцыг сурагчдийг завсарлахаас өмнө сурагчдын анхаарал сарниагүй үед өгөх зэргээр хугацааг тооцох
- Та гэрийн даалгавраа хүүхэд нэг бүрчлэн тогтмол шалган, үнэлгээ тавьснаар дараагийн хичээлийн даалгаврыг хийх нь сэдэл сонирхлыг бий болгоно.
- Цахим орчинд хэрэгжүүлэх боломжтой, интерактив даалгавруудыг ашиглаж, сурагчдын сонирхлыг нэмэгдүүлж, цагийг хэмнээрэй.
- Багш нар гэрийн даалгаврыг хяналттай үнэлж, сурагчдад эерэг хандлага, урамшуулал өгөөрэй.

Гэрийн даалгаврын зохистой хугацааг тогтоож өгөх нь суралцагчдын сахилга бат, цагийн менежментийг сайжруулах, эрүүл мэндийг хамгаалах, сурлагын амжилтыг ахиулах, эзэмшсэн чадамжийг бататгах, сургууль, эцэг эх, асран хамгаалагч хоорондын харилцаа холбоог сайжруулахад чухал ач холбогдолтой хэмээн авч үзэж боловсролын яамнаас гэрийн даалгавар хийх тохиромжтой хугацааг насны ангилал болон ангийн байдлаар харгалзан авч үзсэн байдаг нь бусад орнуудын жишигт харьцуулан авч үзэхэд Солонгос улсын Квинсленд муж улсын сургуулийн сурагчдад гэрийн даалгаврын цагийн хуваарийг тогтоож, хэрэгжүүлж байна (Лхагвасүрэн, 2019). 7 хоног тутмын бие даалтын цагийг 1-3 ангид 1 цаг, 4-5 ангид 2-3 цаг, 6-7 ангид 4 цаг, 8-р ангид 5 цагаас илүүгүй байхаар хязгаарлахыг зөвлөдөг байна. Сөүл хотын гурван бага сургуульд чиглэсэн судалгаанд хүүхдүүдийн 61% нь гэрийн даалгавар хийх цагийг 30 минутаас бага байхаар сонгосон байдаг. Боловсролын судалгааны үндэсний хүрээлэнгээс гэрийн даалгаврын хугацааг суралцагчийн нас, анги, түвшний болон судлагдахууны сургалтын хөтөлбөрийн зорилт, бүлэг дүүргэлт, багшийн ачааллыг харгалзан 6-7 ангид 50-60 минут, 8-9 ангид 60-70 минут, 10-12 ангид 70-80 минут байхаар боловсруулсан. Герман улсын гэрийн даалгавар нь сурагчийг хичээл дээр үзсэн мэдлэгээ бэхжүүлэх, аливаа ажилд хандах хандлагыг нэмэгдүүлэх, үүрэг хариуцлагыг өндөржүүлэх зэрэгт сургах зорилготойгоор гэрийн даалгавар хийх хугацааг 1-2 ангид 30 минут, 3-4 ангид 60 минут, 5-6 ангид 90 минут дотор, 6-9 ангид 120 минутаас илүүгүй байхыг чухалчлан авч үздэг.

Бидний судалгааны үр дүнгээс харахад судалгаанд хамрагдсан сурагчдын 48% нь гэрийн даалгаврыг хийхэд нэг цаг болон түүнээс дээш хугацааг шаарддаг гэж хариулсан нь тухайн 8-р ангийн сурагчийн гэрийн даалгавар хийх хугацааны жишигт нийцэж байна. Хэнтий аймгийн Баян-Адрага сумын ЕБС-ийн багш Анхбаярын гэрийн даалгаврыг үр дүнг шалгах судалгааны ажилд гэрийн даалгаврыг үр бүтээлтэй байдлаар сурагчдад өгөх нь бидний ажлын нэг хэсэгтэй нийцэж байгаа ба сурагчдынхаа

мэдлэг, чадварыг илрүүлэхийг хичээсэн, сурагчдыг хамруулах хүрээгээ тэлсэн, гэрийн даалгавар шалгахдаа янз бүрийн аргуудыг хэрэглэхийг хичээсэн, бусад багш нараас нэлээд зүйл тусгаж авсан зэрэг давуу талууд ажиглагдлаа. Гэрийн даалгавартай холбоотой материал, өмнө нь хийгдсэн судалгаа бага зэрэг дутагдалтай байсан. Гэрийн даалгаврын талаар бичигдсэн нэгэн материалд (Мягмарсанж, 1989).

Сурагчид сурлагаар хоцрох, амжилтгүй суралцах гол шалтгаануудын нэг нь гэртээ бие даан ажиллаж сураагүй, гэрийн даалгавраа дутуу дулимаг хийдэг эсвэл бүр огт хийхгүй байгаатай холбоотой юм. Судалгаанд хамрагдсан багш нар гэрийн даалгаврыг сурах бичгээс өгдөг, нэмэлт материал хэвлэж өгдөг гэсэн ба энэ нь сурагчид тухайн хичээлийн гэрийн даалгаврыг хийх мэдээллээр хангаж, хийх хандлагыг нэмэгдүүлнэ гэж үзсэн. Багшаас тухайн даалгаврыг буцаан шалгаж, ойлгоогүй даалгаврыг тайлбарлаж өгдөг нь судалгааны үр дүнгээс харагдаж байсан.

Нөгөө талаас багш гэрийн даалгаврыг өгөхдөө сурагчдын нас сэтгэхүй онцлог, мэдлэг чадварыг харгалзахгүйгээр даалгаврыг хүндрүүлж хийхдээ цаг алдах, тээршээх, сайн сурагчдаас хуулах зэрэг дутагдлууд гардаг. Сурагчдад өгөхөөр төлөвлөсөн гэрийн даалгавар үүрэг зорилгоо биелүүлэх эсэх нь түүнийг зохион байгуулах арга хэрэгсэлтэй холбоотой.

Гэрийн даалгавар нь сургалтын зорилгод нийцсэн, сурагчдын нас, чадвар, сэтгэл зүйн хөгжилд тохирсон байх ёстой. Даалгаврууд нь анхаарал татахуйц байх ёстой бөгөөд хэт их ачаалал өгөх ёсгүй (Rahmani et al., 2024).

Дүгнэлт

1. Биологийн 8 дугаар ангийн сурах бичгийн дасгал, даалгаварт сэргээн санах, ойлгох түвшний даалгавар зонхилсон, энэ төрлийн даалгавруудыг нэр томъёо тайлбарлах, дүгнэх, утгачлан тоймлох байдлаар гүйцэтгэхээр боловсруулагдсан байна. Танин мэдэхүйн дээд эрэмбийн даалгаврын тоог нэмэгдүүлэх шаардлагатай нь харагдаж байна.
2. Сурагчдаас авсан судалгаанаас харахад 17% нь биологийн хичээлийн гэрийн даалгаврыг хийхэд хүнд, багш их даалгавар өгдөг гэсэн хэдий ч бодит байдал болон судалгааг харьцуулан авч үзэхэд хоёр улирал өнгөрч байхад дэвтэрт хийж гавьсан зүйлгүй байгаа нь гэрийн даалгаварт хандах байдал муу байгааг илэрхийлж байна.
3. Биологийн гэрийн даалгаврыг багш ихэвчлэн сурах бичгээс өгдөг. Судалгаанд хамрагдсан багш нарын 68% нь сурагчдаа даалгавар хийдэг гэсэн. Багш нэмэлт материал хэвлэж өгөх нь сурагчид тухайн хичээлийн гэрийн даалгаврыг хийх мэдээллээр хангаж, хийх хандлагыг нэмэгдүүлнэ гэж үзсэн.
4. Багшид зориулсан зөвлөмжийг зарим сэдэв дээр боловсруулсан нь цаашид гарааны багш нарт ашиглах, мэдлэг, ур чадвараа сайжруулахад зохих хувь нэмэр оруулах ажил болно гэж үзэж байна. Даалгаврын хугацаа, түвшнийг зөв тодорхойлж, сурагчдад бие даах, хамтран ажиллах чадварыг хөгжүүлэхэд анхаарах, зарим тохиолдолд цахим орчинд хэрэгжүүлэх боломжтой, интерактив даалгавруудыг ашиглах, ачаалал багатайгаар хэрэгжүүлэх боломжийг өгөх, түүнийгээ тогтмол хяналттай үнэлж, сурагчдад эерэг хандлага, урамшуулал өгөх нь хичээлийн үр дүнг дээшлүүлэх, сурагчдын биологийн хичээлийн сонирхлыг дээшлүүлэхэд нөлөөлнө гэж үзлээ.

Ном зүй

Батхуяг, С., Ичинхорлоо, Ш., Энхжаргал, Б., & Энхтүвшин, С. (2006). *Сурган хүмүүжүүлэх зүйн үндэс. Special Time* Принтинг.

Боловсролын ерөнхий хууль. (2023).

Боловсролын үнэлгээний төв. (2024) <https://tpainfo.eec.mn/>

Дэлгэрмаа, Д. (2020). *Сургуулийн сэтгэл зүйч*.

Амраа, Ж. (1989). *Гэрийн даалгавар ба түүний эргэн тойронд*., УБ.

Жадамбаа, Б., & Чимэдлхам, Ц. (2011). Судалгааны арга зүй. Улаанбаатар.

Ичинхорлоо, Ш., Батхуяг, С., Энхжаргал, Ш., & Энхтүвшин, Б. (2006). *Сурган хүмүүжүүлэх зүйн үндэс*. Улаанбаатар.

Rahmani, L. A., Rexhepi, B. R., & Rexhepi, F. G. (2024). The Importance of Homework for Students in Primary Schools. *International Journal of Religion*, 5(5), 271–285. <https://doi.org/10.61707/jynn4g70>

Лхагвасүрэн, П. (2019). *ЕРӨНХИЙ БОЛОВСРОЛЫН СУРГАЛТЫН ХӨТӨЛБӨРИЙН ХЭРЭГЖИЛТ, ТҮҮНД НӨЛӨӨЛЖ БҮЙ ХҮЧИН ЗҮЙЛ СУДАЛГААНЫ ТАЙЛАН*. БОЛОВСРОЛ, СОЁЛ,

ШИНЖЛЭХ УХААН, СПОРТЫН ЯАМ. https://api.mnier.mn/uploads/6d36f_hutulburiin_her-egjiltiin_sudalгаа_749981efb7.pdf

Баасандорж, Ц. (2021). *Хичээлийн технологи*. Улаанбаатар.

Тэрбиш, Х., Цогбадрах, С., Болдгив, Б., Хонгорзул, Ц., Саранцэцэг, Г., Пунсалпаамуу, Г., Мөнхбаатар, М., Оюунгэрэл, Ш., Оюунцэцэг, М., Минсэл, Д., & Батчимэг, Б. (2023). *Биологи VIII сурах бичиг*. Улаанбаатар.

Шинэчилсэн Суурь хөтөлбөр. (2020). Улаанбаатар.

Improving the effectiveness of homework for Biology Lessons in General Education Schools

Munkhzul.T, Saindovdon.D, Ariunjargal.A, Bayanmunkh.T

Department of Biology, SMNS, MNUE

Corresponding author: mandahbayan@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9795-2539>

Abstract

We examined the current state of homework in the biology curriculum and general education core program in General Education schools, and studied students' attitudes toward biology homework. We analyzed teachers' practices in assigning homework and developed guidelines to improve the quality and effectiveness of homework for early-career teachers. We thoroughly reviewed the content and core curriculum of the 8th-grade biology subject in general education schools and categorized 50 homework tasks from 28 chapters across 4 modules in the textbook according to cognitive levels for the assessment objectives. In order to assess the current state of biology homework in general education schools, we conducted a survey using an 18-question Google Forms questionnaire, collecting responses from 50 teachers and 100 students across both the capital city and rural areas. Within the scope of the 8th-grade biology curriculum, we selected control and experimental groups for the topic 'Vitamins and Minerals' and conducted an analysis on their homework. For the experimental group, a customized lesson plan was developed and taught. Homework assignments were designed creatively to engage students' interest, based on the content of the textbook exercises.

Keywords

The homework, evaluation, Core curriculum

JOURNAL OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES Volume 11, 2025

CONTENS

<i>T.Gansukh, D.Batkhuu</i>	
Some results in p-adic analysis	9
<i>Ganzorig.T</i>	
Development of projects based ESP32 with bluetooth android application	16
<i>Altangadas.B, Zoljargal E, Narantsogt.N</i>	
Spectrophotometric analysis of formaldehyde released from imported building materials	31
<i>Munkhtuya.U, Ariunzul.B</i>	
Antioxidant activity of <i>Chara vulgaris</i>, a Green Alga	38
<i>Bayanmunkh.T, Munkhzul.T, Tumurkhuyag.A</i>	
Using leaf epidermis characteristics to identify and define the plant of the Poaceae (Barnhart)	45
<i>Luvsandorj.Ts, Munkhsaikhan.Ts, Lkhagvabayar.B</i>	
An anti-symmetry and hybrid technology of university teaching and learning and its impacts on student achievement and satisfactions	64
<i>Altangoo.O, Gantuya.B</i>	
Comparative study of implementing laboratory work to determine free fall acceleration	70
<i>Sandagdorj. B, Khishigjargal. D</i>	
A Study of mathematics teachers in rural secondary schools in Mongolia	79
<i>Oyunchimeg.D</i>	
Using grey relational analysis in educational research	86
<i>Nergui.A, Batbold.T</i>	
Analysis environment study in practices physics lesson of secondary schools	94
<i>Munkhbold.M, Purevdorj.D, Sodov.Ts</i>	
Analyses on physics textbooks for secondary schools	101
<i>Munkhzul.T, Saindovdon.D, Ariunjargal.A, Bayanmunkh.T</i>	
Improving the effectiveness of homework for Biology Lessons in General Education Schools	110