

Улсын бүртгэлийн  
зэрэглэл:  
Дугаар

Нууцын

Төсөл хэрэгжүүлэх гэрээний  
Дугаар: ШуАг-2020/09

**ШИНЖЛЭХ УХААН АКАДЕМИЙН БОТАНИКИЙН ЦЭЦЭРЛЭГТ ХҮРЭЭЛЭН**

**ЗҮҮН ХЭНТИЙ, ЭРЭЭНИЙ НУРУУНЫ НАРС, ДАГУУР БОЛОН  
ЧЕКАНОВСКИЙН ШИНЭС МОДНЫ ГАЗРЫН ДЭЭРХ БИОМАССЫН  
СУДАЛГАА**

**СЭДЭВТ ГРАНТ ТӨСӨЛ  
2020-2021**

Шинжлэх ухаан технологийн төслийн эцэсийн тайлан

Төслийн удирдагч:  
Төслийг санхүүжүүлэгч:  
Захиалагч байгууллага:  
Гүйцэтгэгч байгууллага:

Академич, доктор (Sc.D) Ч.Доржсүрэн  
Шинжлэх Ухаан технологийн сан  
Шинжлэх Ухааны Академи  
Ботаникийн Цэцэрлэгт хүрээлэн,  
Энхтайваны өргөн чөлөө 54а,  
Улаанбаатар-13330, Монгол Улс  
Утас: 451837, 99178887

УЛААНБААТАР ХОТ

ШИНЖЛЭХ УХААН АКАДЕМИЙН БОТАНИКИЙН ЦЭЦЭРЛЭГТ ХҮРЭЭЛЭН

ЗҮҮН ХЭНТИЙ, ЭРЭЭНИЙ НУРУУНЫ НАРС, ДАГУУР БОЛОН ЧЕКАНОВСКИЙН  
ШИНЭС МОДНЫ ГАЗРЫН ДЭЭРХ БИОМАССЫН СУДАЛГАА

ГРАНТ ТӨСЛИЙН ТАЙЛАН

Төслийн удирдагч:

Ч.Доржсүрэн

Багийн гишүүд:

Б.Алтанзагас

Т.Ариунбаатар

Б.Алтансүх

УЛААНБААТАР

## АГУУЛГА

ОРШИЛ .....	1
Судалгааны үндэслэл, шаардлага .....	1
Сэдвийн судлагдсан байдал .....	1
Судалгааны зорилго, зорилт .....	2
Эцсийн үр дүнгийн шинэлэг болон дэвшилттэй тал .....	2
Эдийн засаг, нийгмийн болон шинжлэх ухааны ач холбогдол .....	2
СУДАЛГАА ЯВУУЛСАН ГАЗАР, СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ .....	3
Судалгаа явуулсан газар, цуглуулсан материалын хэмжээ .....	3
Судалгааны аргазүй.....	4
Статистик шинжилгээний аргазүй.....	5
СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН .....	6
Модны газрын дээрх биомасс .....	6
Модны ишний эзлэхүүний загварчлал .....	8
Модны газрын дээрх биомассын загварчлал .....	10
ДҮГНЭЛТ.....	14
ЭШИЛСЭН БҮТЭЭЛ.....	15

## ОРШИЛ

### Судалгааны үндэслэл, шаардлага

Ойн экосистем нь агаар мандлаас нүүрсхүчлийн хийг шингээн, их хэмжээний биомасс хуримтлуулж, нүүрстөрөгчийн гол нөөцлөгч болох төдийгүй, хүлэмжийн хийн ялгарал, шингээлтийг зохицуулах, дэлхийн агаар мандлын CO<sub>2</sub>-ын тэнцвэрийг хадгалахад чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Төрөөс ойн талаар баримтлах бодлогод 2030 он гэхэд Монгол орны ойгоор бүрхэгдсэн талбайг 9 хувь хүртэл нэмэгдүүлж, түймэрт өртсөн талбайг 30 хувиар, ойн хомсдол, доройтлоос үүдэлтэй хүлэмжийн хийн ялгарлыг 5 хувиар бууруулах зорилт тавьсан юм.

Монгол улс 2016 оноос НҮБ-ын хөгжиж буй орнуудад ойн хомсдол, доройтлоос үүдэлтэй хүлэмжийн хийн ялгарлыг бууруулах НҮБ-REDD+ хөтөлбөрийг хэрэгжүүлж, Парисын гэрээг соёрхон баталж, улмаар НҮБ-ын Уур амьсгалын өөрчлөлтийн Суурь Конвенцид нэгдэн орсон улс орнуудын бага хурлын 26 дахь чуулган дээр манай улс 2030 он гэхэд хүлэмжийн хийн нийт ялгарлыг 27.2 хувьд хүргэх үүрэг авсан. Иймээс Монгол орны ойн хүлэмжийн хийн ялгарлын суурь түвшинг тогтоож, ойн хомсдол, доройтлоос үүдэлтэй хүлэмжийн хийн ялгарлыг бууруулсан хэмжээг үнэлэх шаардлагатай. Үүний тулд тухайн орон, бүс нутагт зориулан зохиосон модны биомассын математик загвар ашиглан ойн олон зорилтот тооллого болон ой зохион байгуулалтын ажлын үед байгуулсан дээж талбайнуудын модны нөөц, ойн биомассын нягтшилыг модны төрөл бүрээр тооцоолж, ойн талбайн олон жилийн өөрчлөлтийн мэдээгээр ойн биомасс, нүүрстөрөгчийн нөөц, хүлэмжийн хийн ялгарлын суурь түвшинг үнэлэх ёстой. Ойн биомассыг зөв тодорхойлохын тулд модны зүйл бүрээр тухайн бүс, нутгийн нөхцөлд тохирсон биомассын тэгшитгэл боловсруулах шаардлагатай.

### Сэдвийн судлагдсан байдал

Монгол орны хувьд модны биомассын талаар цөөн тооны судалгаа хийсэн байна. З.Цогт (1993), И.М. Данилин (1995) нар Зүүн Хэнтийн залуу болон дунд насны Сибирь шинэс, Ц.Чулуунбаатар (1998) Зүүн хойт Хангайн залуу нарс, П.Баттулга нар (2013) Монгол Алтайн Сибирь шинэс, Б.Алтанзагас (2019) болон Б.Алтансүх нар (2019) Монгол орны Хангайн мужийн Сибирь шинэс, хуш, гацуур, хус, улиас, модны газрын дээд хэсгийн биомассыг тооцоолох аллометрийн загвар боловсруулан гаргасан байна.

Монгол оронд Сибирь шинэс (*Larix sibirica* Ldb.), Дагуур шинэс (*Larix dahurica* Turcz.), Чекановскийн шинэс (*Larix Czekanowskii* Szaf.) гэсэн гурван зүйлийн шинэс ургадаг. Үүнээс Чекановскийн шинэс нь Зүүн Хэнтий ба Эрээний нуруунд, Дагуур шинэс нь зөвхөн Эрээний нуруунд тус тус тархсан байна.

Монгол орны ойн ихээхэн талбайг эзэлдэг Зүүн Хэнтий, Эрээний нурууны Нарс (*Pinus sylvestris* L.), Чекановскийн шинэс (*Larix Czekanowskii* Szaf.), Дагуур шинэс (*Larix dahurica* Turcz.) модны биомассын судалгаа, аллометрийн тэгшитгэл боловсруулах ажил өнөөг хүртэл манай оронд огт хийгдээгүй тул эдгээр модны газрын дээрх биомассын судалгаа хийх шаардлагатай байна.

### **Судалгааны зорилго, зорилт**

**Зорилго:** Төслийн зорилго нь Монгол орны Өвөр-Байгалийн ой-ургамалжлын мужийн Эрээн нурууны Ойн нарс, Чекановскийн шинэс, Дагуур шинэс модны газрын дээрх биомассыг тооцоолох хамгийн тохиромжтой математик загварыг анх удаа боловсруулахад оршино.

#### **Зорилт:**

1. Ойн нарс, Чекановскийн шинэс, Дагуур шинэс модны ишний диаметр, өндрөөр ишний эзлэхүүнийг тодорхойлох аллометрийн загвар зохиох.
2. Дээрх модны иш, мөчир, шилмүүсний биомассын хэмжээ, харьцааг судлан тогтоох.
3. Судалгаа хийсэн модны диаметр, өндрөөр модны иш, мөчир, шилмүүс болон газрын дээрх нийт биомассыг тодорхойлох аллометрийн загвар зохиох.

### **Эцсийн үр дүнгийн шинэлэг болон дэвшилтэт тал**

Энэхүү төслийг хэрэгжүүлсний дүнд Зүүн Хэнтий, Эрээний нурууны Нарс мод, Монгол оронд анх удаа Дагуур болон Чекановскийн шинэс модны эзлэхүүн, иш, мөчир, шилмүүсний биомасс, газрын дээрх нийт биомассыг өндөр нарийвчлалтай тодорхойлох аллометрийн математик загвар анх удаа боловсруулсанд судалгааны дэвшилтэт болон шинэлэг тал оршино.

### **Эдийн засаг, нийгмийн болон шинжлэх ухааны ач холбогдол.**

Зүүн Хэнтий, Эрээний нурууны Нарс, Дагуур болон Чекановскийн шинэс модны ишний эзлэхүүний аллометрийн тэгшитгэлээр ишний эзлэхүүний хүснэгт зохиож, ойн тооллого, зохион байгуулалт, аж ахуйн нэгж байгууллагын арчилгааны огтлолт, мод

бэлтгэлийн талбай тусгаарлах болон ойн менежментийн төлөвлөлт, практик үйл ажиллагаанд ойн нөөцийг тодорхойлоход ашиглана.

Бидний зохиосон модны газрын дээрх биомассын аллометрийн загварыг Монгол орны ойн олон зорилтот тооллогод ашиглан ойн биомасс, нүүрстөрөгчийн нөөцийг тодорхойлох, нүүрстөрөгчийн ялгарал, шингээлтийн суурь үзүүлэлтийг тогтоох нь дэлхийн дулаарлыг бууруулахад сэрүүн бүсийн өмнөд захын ойн экосистемийн гүйцэтгэх үүргийг үнэлэх шинжлэх ухааны ач холбогдолтой төдийгүй, манай улсын хүлэмжийн хийн тооллого хийх, НҮБ-ийн Уур амьсгалын өөрчлөлтийн суурь конвенцид тайлагнах, их дээд сургуулийн сургалтанд ашиглах практик ач холбогдолтой юм.

## **СУДАЛГАА ЯВУУЛСАН ГАЗАР, СУДАЛГААНЫ АРГАЗҮЙ**

### **Судалгаа явуулсан газар, цуглуулсан материалын хэмжээ**

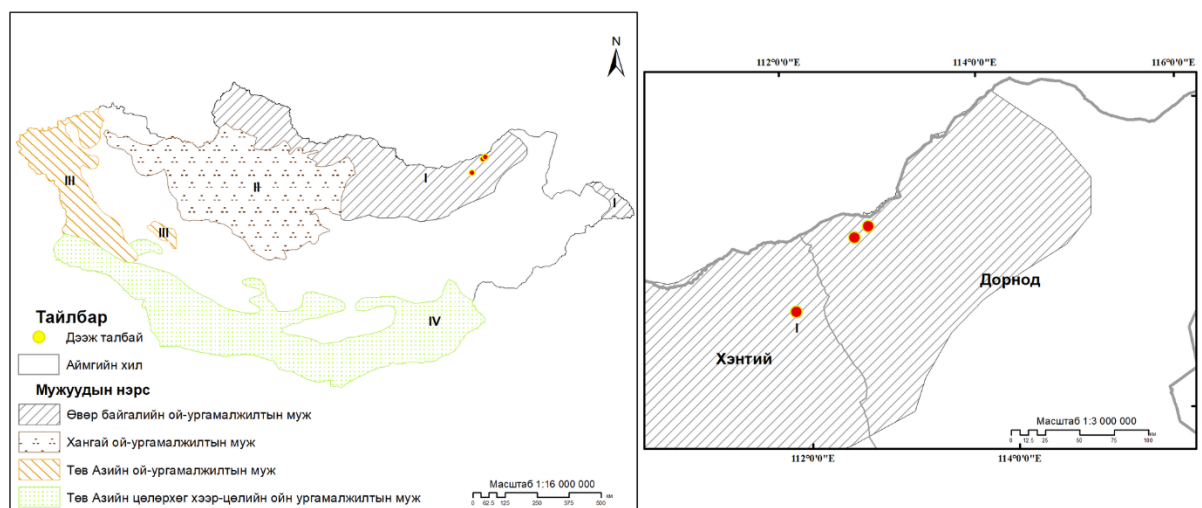
Судалгаа хийсэн бүс нутаг нь Монгол орны Өвөр-Байгалийн ой-ургамалжлын мужийн Эрээн нурууны хошуу (Доржсүрэн нар, 2020), Монгол орны Ургамал-газарзүйн мужлалаар Евразийн хээрийн муж, Дагуур-Монголын хээрийн хошуу, Улзын уулын хээрийн тойрогт хамаарна (Юнатов, 1950). Дорнод аймгийн Баян-Уул сумын Эрээний нурууны Шохойтын амны нарсан ойгоос 10 нарс мод, Хэнтий аймгийн Норовлин сумын Баянголын амны шинэсэн ойгоос 10 чекановскийн шинэс мод, Дорнод аймгийн Баян-Уул сумын Эрээний нурууны Хайчийн амны шинэсэн ойгоос 15 дагуур шинэс тус тус 3 дээж талбай байгуулж нийт 35 модны газрын дээрх биомассын судалгаа хийсэн юм (Зураг 1).

1. Дээж талбайн байрлал: Дорнод аймгийн Баян-Уул сум, Эрээний нурууны Шохойтын ам, N 49°21'51.9" E 112°36'00.5", үнэмлэхүй өндөр д.т.д. 1010 м.
2. Дээж талбайн байрлал: Хэнтий аймгийн Норовлин сумын Баянголын ам. N 48°55'02.9" E 111°57'16.7", үнэмлэхүй өндөр д.т.д. 1060 м.
3. Дээж талбайн байрлал: Дорнод аймгийн Баян-Уул сум, Эрээний нурууны Хайчийн ам. N 49°25'44.3" E 112°44'54.1", үнэмлэхүй өндөр д.т.д. 1271 м.

Судалгаа хийсэн Эрээний нуруу нь эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай, агаарын жилийн дундаж температур -0.21°C, жилийн хур тунадас 322.8 мм, +5°C-аас дээш температурын нийлбэр 2363.8°C, чийгшлийн коэффициент 1.49, ургамлын вегетацийн хугацаа 141 хоног (Jamyansuren et al., 2019).

## Судалгааны аргазүй

Судалгаа явуулсан нутагт зонхилох хэвшинжийн нарсан ойг сонгож, 20 м радиустай тойрог дээж талбай байгуулж, ургамлын бичиглэл үйлдэж, таксацын үндсэн үзүүлэлтийг ойн таксац хийх аргазүйн дагуу тодорхойлсон (Доржсүрэн нар, 2012). Биомассын судалгааг N.Picard, L.Saint-André, M.Henry (2012); В.А.Усольцев (2012) нарын аргазүйгээр хийсэн. Дээж талбай дээр янз бүрийн диаметртэй загвар мод сонгон унагаж, модны ишийг 1-2 м хэсгүүдэд хувааж, Crane scale - 300 кг (нарийвчлал 100 гр) жингээр нойтон жинг тодорхойлов. Дараа нь ишний хэсэг бүрийн үзүүрийн болон ёзоорын диаметрийг холтостой, холтосгүй хэмжиж Смалианы нийлбэр томъёогоор модны эзлэхүүнийг тодорхойлов. Модны ишний нийт уртын  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  хэсгээс 1.5-2 см зузаантай дээж хэрчим авч, хэрчмийн зузаан, холтостой, холтосгүй диаметр, нойтон жинг HZL-30 кг электрон жингээр 0.5 гр нарийвчлалтай жигнэв. Модны титмийг дээд, дунд, доод гэсэн 3 тэнцүү хэсэгт хувааж, хэсэг бүрийн бүх мөчрийг мөчирлөж жигнэв. Титмийн дээд, дунд, доод хэсэг тус бүрээс дундаж мөчрийг сонгон авч бүх шилмүүсийг зулгааж, мөчир, шилмүүсний нойтон жинг 0.5 гр нарийвчлалтай жигнэж, мөчир, шилмүүснээс тус бүр 100 гр орчим дээжийг 0.1 гр нарийвчлалтай жигнэсэн. Авсан бүх дээжийг хатаах шүүгээнд хийж, шилмүүсийг 80°C-д, модлог, холтсыг 105°C-д тогтмол жинтэй болтол (3-5 хоног) хатааж, хуурай жинг тодорхойлов.



Зураг 1. Зүүн Хэнтийн Эрээний нурууны Нарс, Дагуур шинэс болон Чекановскийн шинэс модны ишний эзлэхүүн, газрын дээрх биомассын судалгаа хийсэн талбайн байршил

## Статистик шинжилгээний аргазүй

Модны биомассын судалгаанд өргөн хэрэглэж байгаа аллометрийн дараах гурван тэгшитгэлийг нарс модны газрын дээрх биомассын загвар боловсруулахад ашиглав.

Үүнд:

$$y = aD^b \quad (1)$$

$$y = a(D^2 H)^b \quad (2)$$

$$y = aD^b H^c \quad (3)$$

Энд:  $y$  – модны хэмжсэн эзлэхүүн ( $m^3$ ), газрын дээрх биомасс (кг),  $D$  - газраас дээш 1.3 метр өндөрт хэмжсэн модны ишний диаметр (см),  $H$  - модны өндөр (м),  $a, b, c$  – аллометрийн тэгшитгэлийн коэффициент. Эдгээр тэгшитгэлийг логарифмд шилжүүлж бодолт хийв. Үүнд:

$$\ln y = \ln a + b \cdot \ln D \quad (4)$$

$$\ln y = \ln a + b \cdot \ln(D^2 H) \quad (5)$$

$$\ln y = \ln a + b \cdot \ln D + c \cdot \ln H \quad (6)$$

Логарифмын хуваарийг арифметик нэгжид шилжүүлэхэд гарах зөрүүг тусгай коэффициент ашиглан бууруулав.

$$CF = \exp(S^2/2) \quad (7)$$

Энд:  $CF$ - засварын коэффициент,  $S$  -тэгшитгэлийн квадрат дундаж алдаа.

Логарифм тэгшитгэлээр тооцоолсон ( $\ln \hat{y}$ ) утгыг арифметик нэгжид шилжүүлэхэд дараах томъёог ашиглав. Үүнд:

$$\hat{y} = \exp(\ln \hat{y}) CF \quad (8)$$

Энд:  $\hat{y}$  - тооцоолсон эзлэхүүн ( $m^3$ ), иш, мөчир, шилмүүс, нийт газрын дээрх биомасс (кг). Регрессийн тэгшитгэлийн шинжилгээ, биомассын загварын үнэлгээнд дараах үзүүлэлтүүдийг ашиглав. Үүнд:

Регрессийн квадрат дундаж алдаа (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^n ((\ln y_i - \ln \hat{y}_i)^2 / (n - p - 1))} \quad (9)$$

Энд:  $\ln y_i$ ,  $\ln \hat{y}_i$  –  $i$  дугаар модны хэмжсэн болон тооцоолсон биомасс,  $n$  – хэмжсэн модны тоо,  $p$  - хүчин зүйлийн тоо

Үнэмлэхүй дундаж алдаа (MAB):

$$MAB = \frac{\sum_{i=1}^n |\ln y_i - \ln \hat{y}_i|}{n} \quad (10)$$

Детерминацийн засварласан коэффициент ( $R_{adj}^2$ ):



$$R_{adj}^2 = 1 - \left( \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} \right) \left( \frac{n-1}{n-p-1} \right) \quad (11)$$

Мэдээллийн Акайкегийн хэмнүүр (AICc) :

$$AICc = n \log \left( \frac{RSS}{n} \right) + 2k + \frac{2k(k+1)}{n-k-1} \quad (12)$$

$$\Delta AICc_i = AICc_i - AICc_{min}, \quad i=1, 2, \dots, R \quad (13)$$

Энд:  $\Delta AICc_i$  нь AICc – ийн ялгаа,  $AICc_{min}$  – тухайн төрлийн биомассыг загварчилж байгаа R (гурван) тэгшитгэлийн мэдээллийн Акайкегийн хэмнүүрийн хамгийн бага утга.

## СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

### Модны газрын дээрх биомасс

Эрээний нурууны нарсан ойгоос авсан 10 нарс модны нас 79 (28-123), диаметр 23.1 (6.4-45.2) см, өндөр 15.0 (6.9-20.7) м, модны ишний дундаж эзлэхүүн 0.45 (0.01-1.5) шоометр байна (Хүснэгт 1). Ишний биомасс  $216.8 \pm 70.7$  кг, үүнээс иш 75.5%, мөчрийн биомасс 16.8%, шилмүүсний биомасс 7.6%-ийг эзэлж байна (Хүснэгт 1). Эрээний нурууны Дагуур шинэсэн ойгоос авсан 15 шинэс модны нас 66 (36-125), диаметр 21.6 (8.7-42.6) см, өндөр 13.5 (8.2-23.3) м, модны ишний дундаж эзлэхүүн 0.37 (0.06-1.41) шоометр байна (Хүснэгт 3). Ишний биомасс  $149.9 \pm 40.86$  кг, үүнээс иш 76.1%, мөчрийн биомасс 15.3%, шилмүүсний биомасс 8.6%-ийг эзэлж байна (Хүснэгт 1). Хэнтий аймгийн Норовлин сумын Баянголын амны Чекановскийн шинэсэн ойгоос авсан 10 шинэс модны нас 56 (36-63), диаметр 18.6 (5.3-40.0) см, өндөр 10.9 (4.6-19.2) м, модны ишний дундаж эзлэхүүн 0.23 (0.001-1.00) шоометр байна (Хүснэгт 1). Ишний биомасс  $88.8 \pm 35.9$  кг, үүнээс иш 61.6 %, мөчрийн биомасс 30.6%, шилмүүсний биомасс 7.8%-ийг эзэлж байна (Хүснэгт 1).

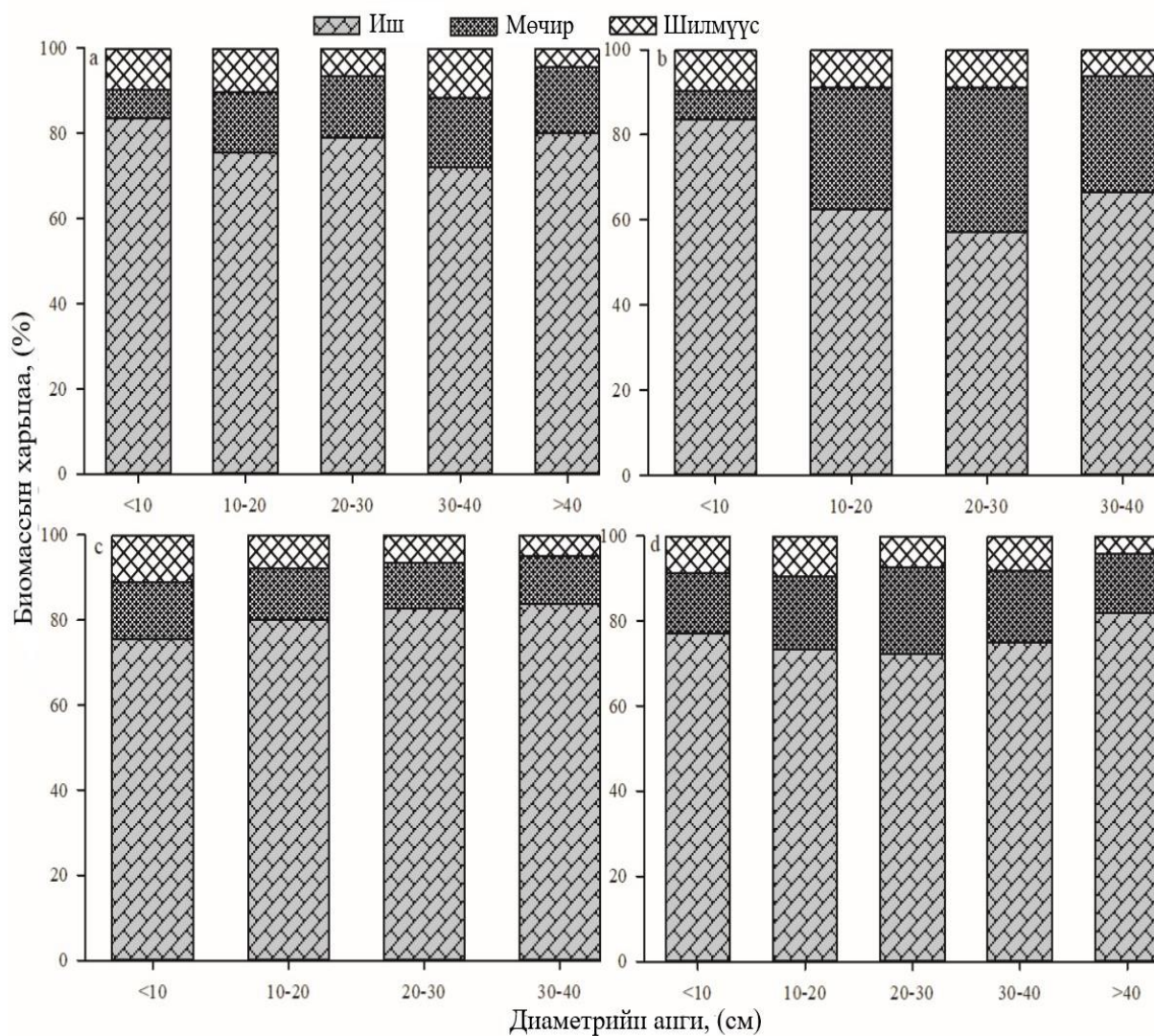
**Хүснэгт 1.** Загвар модны биомассын статистик үзүүлэлт

Статистик үзүүлэлт	Диаметр (см)	Өндөр (м)	Ишний эзлэхүүн, м <sup>3</sup>	Ишний биомасс, кг	Мөчрийн биомасс, кг	Шилмүүсний биомасс, кг	Газрын дээрх биомасс, кг
<b>Ойн нарс</b>							
Дундаж	23.1	14.95	0.45	216.78	30.34	13.87	260.98
SE	3.9	1.62	0.15	70.69	10.43	3.53	84.29
SD	12.2	5.11	0.48	223.55	32.97	11.16	266.54
Min	6.4	6.9	0.01	5.22	0.8	0.77	6.79
Max	45.2	20.7	1.5	706.01	106.68	34.5	847.19
<b>Дагуур шинэс</b>							
Дундаж	21.6	13.5	0.37	149.90	30.04	17.03	196.96
SE	2.7	1.2	0.11	40.86	8.69	4.23	51.87

SD	10.4	4.6	0.42	158.24	33.65	16.39	200.90
Min	8.7	8.2	0.06	11.61	0.51	0.71	12.83
Max	42.6	23.3	1.41	605.29	117.20	49.40	755.66
Чекановскийн шинэс							
Дундаж	18.6	10.9	0.23	88.83	44.10	11.27	144.19
SE	3.3	1.2	0.09	35.89	16.76	3.95	55.95
SD	10.3	3.9	0.29	113.49	53.00	12.48	176.92
Min	5.3	4.6	0.00	2.34	1.28	0.13	3.81
Max	40.0	19.2	1.00	372.92	153.17	34.70	560.79

Тайлбар: SD – стандарт хазайлт, SE – арифметик дундаж алдаа, Max - хамгийн их, Min – хамгийн бага үзүүлэлт.

Модны бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн биомассын харьцаа нь модны диаметрийн ангиас хамаарч харилцан адилгүй байна. Модны диаметр ихсэх тусам ишний эзлэх хувь нэмэгдэж, шилмүүсний эзлэх хувь багасч байна (Зураг 2).



**Зураг 2.** (a) Дагуур шинэс, (b) Чекановскийн шинэс, (c) Ойн нарс, (d) 3 модны биомассын бүрэлдэхүүн хэсгүүдийн харьцаа ба модны диаметрийн ангийн хамаарал

## Модны ишний эзлэхүүний загварчлал

Модны өндөр, ишний 1.3 м өндөр дэх диаметр гэсэн хоёр үзүүлэлтийг ашиглан Дагуур шинэс, Чекановскийн шинэс, Ойн нарс модны ишний эзлэхүүнийг аллометрийн гурван логарифм тэгшитгэлээр (4-6) загварчилж үр дүнг 2-р хүснэгтэнд үзүүлэв. Тэгшитгэлийн коэффициентийг хамгийн бага квадратын аргаар жигнэгдсэн болон жигнэгдээгүй регрессийн тэгшитгэлээр тооцоолсон болно.

Ойн нарс, Чекановскийн шинэс, Дагуур шинэс модны ишний эзлэхүүн бүх тэгшитгэлийн детерминацийн засварласан коэффициент нь 86-98.6 байгаа нь эзлэхүүн нь модны диаметр, өндрөөс маш их хамаарч байгааг үзүүлж байна (Хүснэгт 2). Хамгийн өндөр детерминацийн засварласан коэффициенттэй, хамгийн бага регрессийн квадрат дундаж алдаа, үнэмлэхүй дундаж алдаатай ишний эзлэхүүний аллометрийн тэгшитгэл нь:

- Ойн нарс модон дээр регрессийн жигнэгдээгүй  $\ln\hat{Y}=\ln a+b \times \ln D + c \times \ln H$  тэгшитгэл,
- Дагуур шинэс модон дээр регрессийн жигнэгдээгүй  $\ln\hat{Y}=\ln a+b \times \ln(D^2 \times H)$  тэгшитгэл,
- Чекановскийн шинэс модон дээр регрессийн жигнэгдсэн  $\ln\hat{Y}=\ln a+b \times \ln D+c \times \ln H$  тэгшитгэл байна. Иймээс ишний эзлэхүүнийг загварчлахад дээрх тэгшитгэлүүдийг хамгийн тохиромжтой гэж үзэж болно (Хүснэгт 2).

**Хүснэгт 2.** Модны эзлэхүүнийг тодорхойлох аллометрийн тэгшитгэлийн статистик үзүүлэлт

Тэгшитгэл		lna	b	c	R-sq(adj)	RMSE	MAB	AICc	ΔAIC	CF
<i>Pinus sylvestris</i>										
N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-10.672	2.983	-	96.75	0.342	0.245	-13.676	3.890	1.060
W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-10.262	2.183	-	91.81	0.032	0.294	-11.779	0.000	1.001
N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-11.098	3.008	-	97.01	0.328	0.19	-14.5	3.066	1.055
W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-9.954	2.573	-	90.38	0.035	0.421	-6.426	5.352	1.001
N	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H</math></b>	-12.864	1.183	2.865	<b>98.62</b>	0.223	<b>0.15</b>	<b>-17.566</b>	<b>0.000</b>	1.025
W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-13.76	-0.521	5.09	97.36	<b>0.018</b>	0.282	-5.388	6.391	1.000
<i>Larix dahurica</i>										
N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-7.275	1.954	-	92.35	0.273	0.224	-32.852	2.832	1.038
W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-6.236	1.577	-	87.56	0.015	0.246	-26.009	1.791	1.000
N	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)</math></b>	-7.829	0.748	-	<b>93.67</b>	<b>0.248</b>	0.201	<b>-35.684</b>	0.000	1.031
W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-6.701	0.605	-	86.98	0.153	0.230	-27.800	0.000	1.012
N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-8.037	1.296	1.062	93.27	0.256	<b>0.195</b>	-32.169	3.515	1.033
W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-6.226	1.584	-0.012	86.53	0.015	0.247	-22.140	5.660	1.000
<i>Larix czekanowskii</i>										
N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-8.995	2.437	-	92.04	0.425	0.249	-26.891	4.372	1.095
W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-10.36	3.001	-	91.94	0.041	0.461	-16.612	11.004	1.001
N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-9.644	0.94	-	93.94	0.370	0.197	-30.998	0.265	1.071
W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-10.823	1.111	-	94.41	0.034	0.369	-21.816	5.799	1.001
N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-10.735	0.774	2.730	94.73	0.346	0.195	-31.263	0.000	1.062
W	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H</math></b>	-11.416	0.903	2.900	<b>95.36</b>	<b>0.031</b>	0.239	-27.616	<b>0.000</b>	1.000

Тайлбар: W – регрессийн жигнэгдсэн тэгшитгэл, N – регрессийн жигнэгдээгүй тэгшитгэл, Rsq(adj) детерминацийн засварласан коэффициент, RMSE – Регрессийн квадрат дундаж алдаа, MAB – үнэмлэхүй дундаж алдаа, AICc - Мэдээллийн Акайкегийн хэмнүүр, ΔAIC нь AICc – ийн ялгаа, CF- засварын коэффициент

## Модны газрын дээрх биомассын загварчлал

Ойн нарс, Дагуур шинэс, Чекановскийн шинэс модны газрын дээрх биомассыг аллометрийн гурван логарифм тэгшитгэлээр (4-6) бодож үр дүнг 3-р хүснэгтэнд үзүүлэв. Тэгшитгэлийн коэффициентийг хамгийн бага квадратын аргаар жигнэгдсэн болон жигнэгдээгүй регрессийн тэгшитгэлээр тооцоолсон болно.

Ойн нарс модны биомассын бүх тэгшитгэлийн детерминацийн засварласан коэффициент нь 95-99.9, хамгийн өндөр детерминацийн засварласан коэффициенттэй, хамгийн бага регрессийн квадрат дундаж алдаа, үнэмлэхүй дундаж алдаатай тэгшитгэл нь иш болон газрын дээрх нийт биомасс дээр аллометрийн жигнэгдсэн  $\ln\hat{Y}=\ln a+b\times\ln D+c\times\ln H$  тэгшитгэл, мөчир болон шилмүүсний биомасс дээр аллометрийн жигнэгдсэн  $\ln\hat{Y}=\ln a+b\times\ln(D^2\times H)$  тэгшитгэл, Дагуур шинэс модны биомассын бүх тэгшитгэлийн детерминацийн засварласан коэффициент нь 80-98, хамгийн өндөр детерминацийн засварласан коэффициенттэй, хамгийн бага регрессийн квадрат дундаж алдаа, үнэмлэхүй дундаж алдаатай тэгшитгэл нь мөчир болон шилмүүсний биомасс дээр аллометрийн жигнэгдээгүй  $\ln\hat{Y}=\ln a+b\times\ln D+c\times\ln H$  тэгшитгэл, ишний биомасс дээр жигнэгдсэн  $\ln\hat{Y}=\ln a+b\times\ln(D^2\times H)$  тэгшитгэл, газрын дээрх биомасс дээр жигнэгдсэн  $\ln\hat{Y}=\ln a+b\times\ln D+c\times\ln H$  тэгшитгэл, Чекановскийн шинэс модны биомассын бүх тэгшитгэлийн детерминацийн засварласан коэффициент нь 69-99.3, хамгийн өндөр детерминацийн засварласан коэффициенттэй, хамгийн бага регрессийн квадрат дундаж алдаа, үнэмлэхүй дундаж алдаатай тэгшитгэл нь иш болон газрын дээрх нийт биомасс дээр аллометрийн жигнэгдсэн  $\ln\hat{Y}=\ln a+b\times\ln D+c\times\ln H$  тэгшитгэл, мөчирний биомасс дээр аллометрийн жигнэгдсэн  $\ln\hat{Y}=\ln a+b\times\ln D$  тэгшитгэл, шилмүүсний биомасс дээр жигнэгдээгүй аллометрийн  $\ln\hat{Y}=\ln a+b\times\ln D$  тэгшитгэл байна. Иймээс газрын дээрх биомассыг загварчлахад дээрх тэгшитгэлүүдийг хамгийн тохиромжтой гэж үзэж болно (Хүснэгт 3).

Хүснэгт 3. Модны газрын дээрх биомассыг тодорхойлох аллометрийн тэгшитгэлийн статистик үзүүлэлт

Бүрэлдэхүүн хэсэг	Тэгшитгэл	lna	b	c	R-sq(adj)	RMSE	MAB	AICc	ΔAIC	CF	
<i>Pinus sylvestris</i>											
Иш	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-3.179	2.6011	-	98.74	0.184	0.138	-26.046	8.017	1.017
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-3.277	2.635	-	99.18	0.009	0.141	-25.893	7.734	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-3.545	2.6214	-	98.87	0.174	0.127	-27.145	6.918	1.015
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-3.018	2.422	-	98.77	0.011	0.168	-20.832	12.795	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-4.473	1.539	1.691	99.64	0.097	<b>0.067</b>	-34.063	0.000	1.005
	W	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H</math></b>	-4.306	1.655	1.496	<b>99.77</b>	<b>0.004</b>	0.071	-33.627	0.000	1.000
Мөчир	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-4.402	2.377	-	96.78	0.271	<b>0.191</b>	-18.300	-2.388	1.037
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-4.927	2.582	-	96.84	0.018	0.219	-15.091	0.813	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-4.702	2.384	-	95.91	0.306	0.218	-15.912	0.000	1.048
	W	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)</math></b>	-4.705	2.388	-	<b>97.70</b>	<b>0.015</b>	0.218	-15.904	0.000	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-3.973	2.728	-0.56	96.45	0.284	0.206	-12.689	3.223	1.041
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-4.303	3.176	-0.91	96.66	0.018	0.235	-8.720	7.185	1.000
Шилмүүс	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-3.590	1.924	-	95.68	0.255	0.187	-19.491	0.886	1.033
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-4.211	2.163	-	96.03	0.017	0.217	-15.116	4.833	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-3.867	1.942	-	96.04	0.244	0.173	-20.377	0.000	1.030
	W	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)</math></b>	-4.03	2.003	-	<b>97.13</b>	<b>0.014</b>	<b>0.160</b>	-19.949	0.000	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-3.413	2.069	-0.23	95.09	0.272	0.191	-13.564	6.813	1.038
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-3.71	2.64	-0.73	95.7	0.017	0.223	-8.466	11.483	1.000
Газрын дээрх биомасс	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-2.699	2.516	-	99.15	0.145	0.112	-30.716	5.304	1.011
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-2.921	2.599	-	99.58	0.006	0.112	-29.063	3.818	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-3.052	2.536	-	99.25	0.137	0.107	-31.929	4.090	1.009
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-2.674	2.394	-	99.54	0.006	0.114	-26.535	6.346	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-3.67	1.72	1.269	99.69	0.088	<b>0.058</b>	-36.019	0.000	1.004
	W	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H</math></b>	-3.612	1.941	1.006	<b>99.85</b>	<b>0.003</b>	0.067	-32.8803	0.000	1.000

<i>Larix dahurica</i>											
Иш	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-2.374	2.311	-	96.53	0.213	0.173	-40.294	0.000	1.023
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-2.944	2.518	-	97.8	0.009	0.159	-36.504	0.000	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-2.971	0.878	-	96.25	0.221	0.155	-39.130	1.164	1.025
	W	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)</math></b>	-3.72	0.972	-	<b>98.15</b>	<b>0.008</b>	0.147	-34.430	2.075	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-2.57	2.142	0.273	96.32	0.219	0.167	-36.787	3.507	1.024
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-3.557	2.072	0.759	98.03	0.009	0.147	-31.426	5.079	1.000
Мөчир	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-6.435	3.044	-	85.76	0.601	0.462	-9.207	0.000	1.198
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-8.14	3.663	-	85.32	0.038	0.555	-4.988	0.000	1.001
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-7.09	1.141	-	83.07	0.655	0.512	-6.616	2.591	1.239
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-9.12	1.394	-	82.95	0.041	0.618	-2.717	2.270	1.001
	N	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H</math></b>	-5.15	4.153	-1.79	<b>86.28</b>	0.59	<b>0.383</b>	-7.153	2.054	1.190
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-6.22	5.06	-2.38	85.78	<b>0.03</b>	0.495	-3.244	1.744	1.000
Шилмүүс	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-4.966	2.43	-	84.54	0.503	0.378	-14.536	0.000	1.135
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-5.972	2.795	-	83.13	0.031	0.415	-12.297	0.000	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-5.479	0.91	-	81.61	0.549	0.435	-11.939	2.597	1.163
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-6.71	1.063	-	80.75	0.033	0.479	-9.799	2.498	1.001
	N	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H</math></b>	-3.8	3.437	-1.63	<b>85.43</b>	0.488	<b>0.322</b>	-12.814	1.721	1.126
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-4.45	3.9	-1.89	83.5	0.031	0.364	-10.916	1.381	1.000
Газрын дээрх биомасс	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-2.389	2.403	-	97.23	0.197	0.143	-42.592	0.000	1.020
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-3.103	2.663	-	97.81	0.01	0.172	-36.260	0.000	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-2.98	0.909	-	96.17	0.232	0.169	-37.717	4.875	1.027
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-3.898	1.024	-	97.45	0.01	0.179	-31.713	4.548	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-2.246	2.527	-0.2	97.04	0.204	0.149	-38.966	3.626	1.021
	W	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H</math></b>	-3.279	2.535	0.218	<b>97.66</b>	<b>0.01</b>	<b>0.171</b>	-31.764	4.497	1.000
<i>Larix czekanowskii</i>											
Иш	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-3.091	2.447	-	97.9	0.213	0.170	-23.100	3.815	1.023
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-3.359	2.559	-	98.48	0.014	0.180	-21.615	5.292	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-3.698	0.938	-	98.56	0.176	0.117	-26.915	0.000	1.016

	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-3.709	0.94	-	99.37	0.009	0.117	-26.907	0.000	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-3.872	1.702	1.223	98.4	0.186	0.111	-21.184	5.731	1.017
	W	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H</math></b>	-3.781	1.722	1.156	<b>99.32</b>	<b>0.009</b>	<b>0.106</b>	-21.089	5.818	1.000
Мөчир	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-3.978	2.499	-	97.03	0.26	0.167	-19.137	0.000	1.034
	W	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D</math></b>	-3.838	2.441	-	<b>98.87</b>	<b>0.012</b>	<b>0.159</b>	-18.872	0.000	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-4.56	0.954	-	96.6	0.278	0.203	-17.795	1.342	1.039
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-4.134	0.891	-	98.26	0.015	0.191	-15.870	3.002	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-3.965	2.511	-0.02	96.6	0.278	0.166	-13.137	5.999	1.039
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-3.838	2.442	0.001	98.71	0.013	0.159	-12.871	6.001	1.000
Шилмүүс	N	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D</math></b>	-7.160	3.064	-	<b>80.58</b>	0.885	0.559	5.331	0.000	1.479
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-6.3	2.697	-	71.71	<b>0.077</b>	0.611	6.370	0.000	1.003
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-7.8	1.16	-	78.68	0.927	0.585	6.265	0.934	1.537
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-6.55	0.972	-	69.1	0.081	0.686	8.021	1.652	1.003
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-5.48	4.67	-2.63	79.81	0.902	0.549	10.386	5.055	1.502
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-5.46	4.36	-2.3	70.55	0.079	<b>0.552</b>	10.520	4.150	1.003
Газрын дээрх биомасс	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-2.748	2.493	-	98.28	0.196	0.149	-24.748	0.992	1.019
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D$	-2.882	2.548	-	99.13	0.011	0.153	-24.316	0.911	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-3.349	0.954	-	98.44	0.187	0.123	-25.740	0.000	1.018
	W	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$	-3.241	0.934	-	99.39	0.009	0.120	-25.227	0.000	1.000
	N	$\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H$	-0.172	2.088	0.664	98.26	0.197	0.118	-19.989	5.750	1.020
	W	<b><math>\ln\hat{Y} = \ln a + b \times \ln D + c \times \ln H</math></b>	-3.123	2.071	0.66	<b>99.36</b>	<b>0.009</b>	<b>0.114</b>	-19.910	5.317	1.000

Тайлбар: W – регрессийн жигнэгдсэн тэгшитгэл, N – регрессийн жигнэгдээгүй тэгшитгэл, Rsq(adj) детерминацийн засварласан коэффициент, RMSE – Регрессийн квадрат дундаж алдаа, МАВ -үнэмлэхүй дундаж алдаа, АІСс - Мэдээллийн Акайкегийн хэмнүүр, ΔАІС нь АІСс – ийн ялгаа, CF- засварын коэффициент



## ДҮГНЭЛТ

Эрээний нурууны Дагуур шинэс модны ишний биомасс  $149.9 \pm 40.86$  кг, иш – 76.1%, мөчир – 15.3%, навч, шилмүүс – 8.6%, Чекановскийн шинэс модны ишний биомасс  $88.83 \pm 35.89$  кг, иш – 61.6%, мөчир – 30.6%, навч, шилмүүс – 7.8%, Ойн нарс модны ишний биомасс  $216.8 \pm 70.69$  кг, үүнээс иш 75.5%, мөчрийн биомасс 16.8%, шилмүүсний биомасс 7.6%-ийг тус тус эзэлж байна. Эрээний нурууны Ойн нарс, Дагуур болон Чекановскийн шинэс модны ишний эзлэхүүн, газрын дээрх биомассыг модны диаметр (D), өндрөөр (H) тодорхойлох аллометрийн тэгшитгэлийн загвар боловсруулав. Модны ишний эзлэхүүн, газрын дээрх биомассыг загварчлахад хоёр хувьсагчтай  $\ln \hat{Y} = \ln a + b \cdot \ln D + c \cdot \ln H$ , болон хосолмол нэг хувьсагчтай  $\hat{Y} = \ln a + b \times \ln(D^2 \times H)$  логарифм тэгшитгэл илүү сайн үр дүнтэй байна. Эдгээр загварыг Эрээний нурууны Ойн нарс, Дагуур болон Чекановскийн шинэс модны эзлэхүүн, газрын дээрх биомассыг тооцоолох, ойн хүлэмжийн хийн ялгарлын суурь түвшинг тогтоох болон ойн хомсдол, доройтлоос үүдэлтэй хүлэмжийн хийн ялгарлыг бууруулах арга хэмжээг үнэлэхэд ашиглана.

## ЭШИЛСЭН БҮТЭЭЛ

- Алтансүх Б., Доржсүрэн Ч., Алтанзагас Б., Цогт З., Балжинням Ө., Долгор Н. 2019. Монгол орны Төв Хангайн Сибирь гацуур модны (*Picea obovata* Ldb.) газрын дээрх биомассыг тодорхойлох аллометрийн тэгшитгэл. *Монголын ботаникийн сэтгүүл*, 01:59-69.
- Доржсүрэн Ч., Дугаржав Ч., Цогт З., Цэдэндаш Г., Чулуунбаатар Ц. 2012. Монгол орны ойн таксацын лавлах. Улаанбаатар: Бемби сан.
- Доржсүрэн Ч., Долгор Н., Цогт З., Ундраа М., Алтанзагас Б., Балжинням Ө., Алтансүх Б. 2018. Монгол орны Зүүн хойт Хангайн лавр навчит улиасны (*Populus laurifolia* Ldb.) газрын дээрх биомассыг тодорхойлох аллометрийн тэгшитгэл. *ЕБСБ хүрээлэнгийн эрдэм шинжилгээний бүтээл*, 34: 140-151.
- Доржсүрэн Ч., Дугаржав Ч., Цэдэндаш Г., Түшигмаа Ж., Тунгалаг М. 2020. Монгол орны ойн мужлал, хэвшинж. Улаанбаатар, Би Си Ай, 88.
- Усольцев В.А. 2012. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и её приложения. Екатеринбург: УРОРАН.
- Цогт З. 1993. Формирование, строение и продуктивность лиственничных молодняков Центрального Хангая и Восточного Хэнтэя и рубки ухода в них: Автореф. дисс. ... кандидата с.-х. наук. Улан-Батор, 24.
- Чулуунбаатар Ц. 1998. Пожарная опасность в лесах Северной части Монголии. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Улан-Батор, 25.
- Юнатов А.А. 1950. Основные черты растительного покрова Монгольской народной республики. Москва-Ленинград, Изд-во АН СССР.
- Altanzagas B., Luo Y., Altansukh B., Dorjsuren C., Fang J., Hu H. 2019. Allometric Equations for Estimating the Above-Ground Biomass of Five Forest Tree Species in Khangai, Mongolia. *In forests*, 10(661):2–17.
- Battulga P., Tsogtbaatar J., Dulamsuren Ch., Hauck M. 2013. Equations for estimating the above-ground biomass of *Larix sibirica* in the forest-steppe of Mongolia. *Journal of Forestry Research*, 24(3): 431-437
- Danilin IM. 1995. Structure and biomass of larch stand to regenerate naturally after clearcut logging. *Water Air Soil Pollut*, 82: 125–131.
- Jamyansuren S., Udval B., Batkhuu N., Bat-erdene J., Fischer M. 2019. Result of study on developing forest seed region in Mongolia. *Proceedings of the Mongolian Academy of Sciences*, 18–31.
- Picard N., Saint-André L., Henry M. 2012. Manual for building tree volume and biomass allometric equations: from field measurement to prediction. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, and Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, Montpellier, 215.