



## ХИЙМЭЛ ДАГУУЛЫН МЭДЭЭ БОЛОН ЦАГ УУРЫН АЖИГЛАЛТЫН МЭДЭЭНД СУУРИЛСАН МОНГОЛ ОРНЫ БИО- УУР АМЬСГАЛЫН ЧАДАВХИЙН ҮНЭЛГЭЭ

О.Мөнхдулам<sup>\*1</sup>, Э.Авирмэд<sup>1</sup>, Д.Сайнбаяр<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ШУА-ийн Газарзүй-Геоэкологийн хүрээлэн, Монгол улс

\* Цахим шуудан: [munkhdulamo@gmail.com](mailto:munkhdulamo@gmail.com)

Редакцид ирүүлсэн: 2017.09.19

### ХУРААНГУЙ

Энэхүү судалгааны ажлын гол зорилго нь хиймэл дагуулын болон цаг уурын ажиглалтын мэдээнд үндэслэж, Монгол орны био-уур амьсгалын чадавхийг үнэлэх явдал юм. Тус судалгаанд Селянинов, Иванова, Шашко нарын боловсруулсан чийг-дулааны коэффициент, уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индекс, био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээний арга зүйг ашигласан. Дүн шинжилгээнд МОДИС хиймэл дагуулын 2000-2014 оны 01 дүгээр сараас 12 дугаар сар хүртэлх хугацааны 1 км-ийн нарийвчлалтай 16 хоногийн дундаж 11, 16 сүвгийн бүтээгдэхүүн (MOD11, MOD16), TRMM хиймэл дагуулын 2000-2014 оны 0.25 градусын нарийвчлалтай сарын нийлбэр хур тунадасны мэдээ болон цаг уурын станц, харуулын 2000-2014 оны сарын дундаж агаарын температурын мэдээ болон мөн хугацааны сарын дундаж агаарын дутагдал чийгийн мэдээг ашигласан. Дүн шинжилгээний үр дүнд Монгол орны чийг-дулааны коэффициент, уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индекс, био-уур амьсгалын чадавхийн орон зайн тархалтын зургуудыг боловсруулсан. Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд хиймэл дагуулын мэдээ, цаг уурын ажиглалтын мэдээлэлд үндэслэн газарзүйн мэдээллийн систем болон тандан судалгааны технологийг ашиглан био-уур амьсгалын чадавхийг үнэлэх боломжтой болох нь харагдаж байна. Дурдсан 3 арга зүйг ашиглан орон зайн тархалтын зураглал боловсруулснаар бүс нутгийн түвшиний асуудлыг уур амьсгалын хандлагын үүднээс зөв ялган тогтоох боломжтойг илтгэх ба байгаль, цаг уурын нөхцөлөөс шууд хамааралтай манай орны нийгэм- эдийн засгийн гол салбар болох хүн ам, мал аж ахуй, газар тариалангийн салбарын төлөвлөлт, менежментийн үйл ажиллагаа зохион байгуулахад цаг хугацаа хэмнэсэн, шинжлэх ухааны үндэслэлтэй шийдвэр гаргах боломж бүрдэж байна.

**Түлхүүр үгс:** Чийг- дулааны коэффициент, биологийн үр ашгийн индекс, био-уур амьсгалын чадавх, хиймэл дагуулын мэдээ;

### ОРШИЛ

Тус хүрээлэнгийн Физик газарзүйн салбар нь 2017 оноос “Монгол орны байгалийн бүсүүдийн ландшафтын экологийн чадавхийн үнэлгээ” төслийн

ажлыг хэрэгжүүлж хэд хэдэн зорилт дэвшүүлсний нэг нь Монгол орны био-уур амьсгалын чадавхийг үнэлж, зураглах ажил байсан. Байгаль, цаг уурын нөхцөлөөс



шууд хамааралтай [1] Монгол орны нийгэм- эдийн засгийн гол салбар болох хүн ам, мал аж ахуй, газар тариалангийн салбарын төлөвлөлт, менежментийн үйл ажиллагаа зохион байгуулахад био-уур амьсгалын нөхцлийг харгалзан үзэх нь чухал ач холбогдолтой. Өөрөөр хэлбэл, уур амьсгалын нөхцөл нь амьд организмын гадаад байдал болон дотоод физиологийн үйл явцад олон талын нөлөө үзүүлнэ [2]. Дулааны тэнцвэртэй байдал нь амьд организмд тааламжтай нөхцлийг бүрдүүлдэг бол хэт халуун, эсвэл хэт хүйтэн орчинд физиологийн систем түгшүүртэй байх нь мэдээж. Гадаад орчны голлох үзүүлэлтүүдийн эрчим, үйлчлэх хугацаанаас шалтгаалж организмын

амьдрах физиологийн таатай нөхцлийг хангахад шаардагдах зардлын хэмжээ харилцан адилгүй байна [2]. Монгол орны био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээнд Г.Т. Селянинова (1937)-ийн чийг-дулааны коэффициент [3], Н.Н. Иванова (1999)-ийн уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индекс [4], Д.И. Шашко (2005)-ийн био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээний арга зүй болон дэлхийн ажиглалтын хиймэл дагуулын мэдээг цаг уурын станц, харуулын мэдээтэй хослуулан дүн шинжилгээ хийж, орон зайн тархалтыг тооцож үр дүнг Физик газарзүйн салбарын 2017 оны 8-9 дүгээр сард явуулсан хээрийн судалгаагаар баталгаажуулсан болно.

## СУДАЛГААНЫ АРГА ЗҮЙ

Судалгаанд Селянинова (1937, 1999), Иванова (1999), Шашко (2005) нарын үнэлгээний арга зүйг ашигласан ба арга зүйн бүдүүвчийг Схем 1-д үзүүлэв.

Селянинова (1999)-ийн боловсруулсан томъёогоор (1) ургамлын ургалтын хугацааны чийгийн зэрэг болон чийг-дулааны коэффициентыг тооцов.

$$\text{ЧДК} = \frac{\sum P}{[0.1 \sum T_{>x} \text{ } ^\circ\text{C}]} \quad (1)$$

*ЧДК* - чийг-дулааны коэффициент

*P* - хур тунадасны нийлбэр, мм

$\sum T_{>x}$  -сарын дундаж агаарын

температурын нийлбэр,  $^\circ\text{C}$

*x* - температурын босго утга ( $x \geq 10^\circ\text{C}$ )

Чийг хангамжийн зэрэг нь дараах хязгааруудын хооронд ангилагдана. Үүнд:

$\text{ЧДК} < 0.4$  - нэн хуурай

$0.4 \leq \text{ЧДК} < 0.5$  - хуурай

$0.5 \leq \text{ЧДК} < 0.7$  - гандуу

$0.7 \leq \text{ЧДК} < 1.0$  - чийг хангамж дутмаг

$1.0 \leq \text{ЧДК} < 2.0$  - чийг хангамж хүрэлцээтэй

$\text{ЧДК} > 2.0$  - илүүдэл чийгтэй

Н.Н.Иванова-ийн чийг хангамжийн

коэффициент нь жилийн хур тунадасны хэмжээ болон ууршилтын харьцаагаар тодорхойлогдох ба жилийн нийлбэр ууршилт нь сар бүрийн ууршилтын хэмжээгээр тодорхойлогдоно [5].

$$E = 0.0018(25+t)^2 * (100 - f) \quad (2)$$

*t* - сарын дундаж агаарын температур

*f* - сарын дундаж агаарын харьцангуй чийг

Уур амьсгалын биологийн үр ашиг (бүтээмж)-ийн индексийг (индекс биологической эффективности-) дараах томъёогоор тодорхойлсон.

$$\text{БҮАИ} = (0.01 \sum T_{>10}) * \text{КУ} \quad (3)$$

*БҮАИ* - уур амьсгалын биологийн үр ашгийн (бүтээмжийн) индекс

$\sum T_{>10}$  -  $10^\circ\text{C}$ -аас дээш сарын дундаж температурын нийлбэр

*КУ* - чийг хангамжийн коэффициент

Чийг хангамжийн коэффициент (*КУ*) нь жилийн нийлбэр хур тунадсыг жилийн ууршилттай харьцуулсан харьцаагаар тодорхойлогдоно.

$$KY = \frac{P}{E_0} \quad (4)$$

$P$  - жилийн нийлбэр хур тунадас, мм  
 $E_0$  - (2) томъёогоор тодорхойлогдсон ууршилт

Био-уур амьсгалын чадавхийг үнэлэхэд Д.И.Шашко (2005) боловсруулсан (5) томъёог ашигласан [6].

$$БКП = Kp(ky) \frac{\sum t_{>10}^0}{\sum t_{ak(баз)}} \quad (5)$$

$БКП$  - био-уур амьсгалын чадавх  
 $Kp(ky)$  - агаар мандал дахь чийгийн жилийн өсөлтийн коэффициент

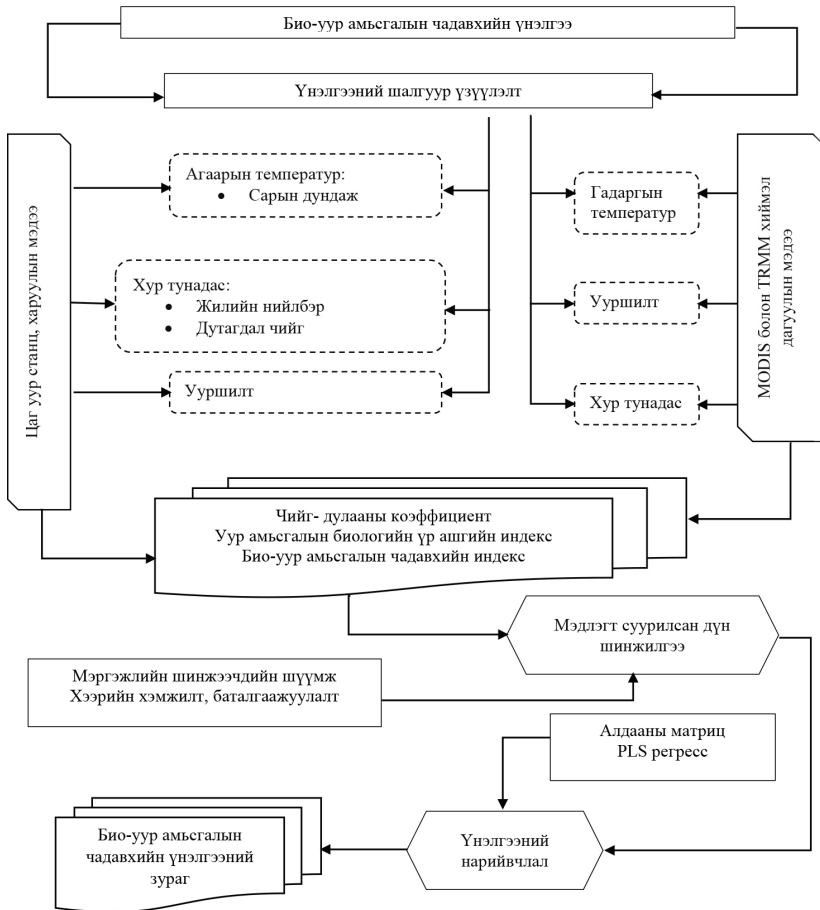
$\sum t_{>10}^0$  - 10°C-аас дээш сарын дундаж температурын нийлбэр  
 $\sum t_{ak(баз)}$  - ургамлын идэвхтэй ургалтын хугацаан дахь өдөр тутмын дундаж температурын нийлбэр

$$Kp(ky) = \lg(20K_{увл}) \quad (6)$$

$K_{увл}$  - жилийн нийлбэр агаарын чийгийн коэффициент

$$K_{увл} = \frac{P}{\sum d} \quad (7)$$

$P$  - нийлбэр хур тунадас, мм  
 $\sum d$  - сарын дундаж агаарын дутагдал чийгийн нийлбэр



Схем 1. Био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээний аргазүйн бүдүүвч



## СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ

Судалгаанд газарзүйн ялгаатай байршил дахь цаг уурын станц, харуулын хэмжилтийн 2000-2014 оны тоон мэдээ, мөн хугацааны MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) хиймэл дагуулын гадаргын температур, ууршилт, TRMM (Tropical Rainfall Measure Mission) хиймэл дагуулын хур тунадасны мэдээг ашигласан. Цаг уурын станц, харуул дээр бүртгэгдсэн мэдээ нь олон тооны харилцан уялдаа бүхий багаж, нэгдсэн арга зүйг ашигладаг учир био- уур амьсгалын загваруудад ашиглах мэдээллийг олж авах үндэслэл болдог [7]. Мөн цаг уурын станц, харуулын хэмжилтийн бодит мэдээ нь орон нутгийн онцлог шинж чанаруудыг нарийн тусгадаг. Судалгаанд цаг уурын станц, харуулын ажиглалт, хэмжилтийн доор дурдсан өгөгдлүүдийг ашигласан. Үүнд:

- Сарын дундаж агаарын температур
- Жилийн нийлбэр хур тунадас
- Жилийн нийлбэр ууршилт

### Мэдээ боловсруулах үе шат

Цаг хугацааны тасралтгүй цуваа үүсгэж, боловсруулалт дүн шинжилгээ хийх үйл явц бэлтгэл, боловсруулах, баталгаажуулах гэсэн 3 үе шатнаас бүрдсэн.

Бэлтгэл үе шатанд дараах 3 төрлийн мэдээллийг холбогдох эх сурвалжаас бүрдүүлж, анхан шатны боловсруулалтыг хийсэн. Үүнд:

1. Америкийн үндэсний сансар судлалын агентлаг (NOAA)-ийн мэдээллийн төв сервер (<http://e4ft101.cr.usgs.gov>)-ээс Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийг хамарсан 4 багана, 2 мөрийн нийт 7 торлолын (h23v03; h23v04; h24v03; h24v04; h25v03; h25v04; h26v04;) 2000-2014 оны сарын дундаж гадаргын температур, жилийн дундаж ууршилтын мэдээг татсан. Тус мэдээний нэг торлолын хэмжээ нь 10x10 градус, 1 км-ийн орон зайн нарийвчлалтай, хоногт 4 удаа хэмжилт

- Сарын дундаж агаарын дутагдал чийг

Эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай Монгол орны хувьд цаг уурын элементүүд нь богино зайд хувьсан өөрчлөгддөг онцлогтой [8], өөр хоорондоо алслагдсан 300 гаруй станц, харуулын хэмжилтийн цэгийн хүрээнд орон зайн тархалтыг тооцож орон зайн ялгаатай био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээний зураг гаргах боломж хязгаарлагдмал юм. Тиймээс бид цаг уурын станц, харуулын мэдээ болон хиймэл дагуулын мэдээний хоорондын хамаарал, уялдаа холбоог тодорхойлж цаг уурын элементүүдийн сар, жилийн явц, өөрчлөлт, хандлага дээр үндэслэн био-уур амьсгалын чадавхийг үнэлж, орон зайн тархалтыг тооцох зорилт тавьсан. Судалгааны талбайн хамрах хүрээ, нарийвчлал, цаг хугацааны давтамжийн онцлогоос хамаарч MODIS болон TRMM хиймэл дагуулын мэдээг ашигласан.

хийдэг (01:30; 10:30; 13:30; 22:30 орон нутгийн цагаар), Sinusoidal проекцтой, HDF өргөтгөлтэй багц мэдээ болон метадата агуулсан XML файлыг багтаадаг. MODIS MRT программыг ашиглаж Sinusoidal координатын системийг датум WGS84, UTM N48 систем рүү хөрвүүлж, Монгол орны хэмжээнд нэгтгэх (mosaic), улсын хилээр таслах (clip), температурын дижитал тоон утгыг Кельвиний нэгжид, ууршилтын дижитал тоон утгыг мм-ийн нэгжид хөрвүүлэх (raster calculator), чанарын шалгалтын зураг боловсруулах (extract sub dataset), тоон матриц үүсгэх (Raster to ASCII), температур, ууршилтын хэт их, бага утгыг олох (1st, 3rd quartile), алдаатай утгыг олох (IsNull), зөрүү утгын тооцох (Raster Calculator), гадаргын температур, ууршилтын мэдээг нөхөх (SetNull, Con) зэрэг тооцоо, боловсруулалт хийсэн.

2. Хур тунадас бол усны эргэлтийн чухал хэсэг, тодорхойгүй хугацаанд ажиглагдах бөгөөд ялангуяа зуны улиралд огцом нэмэгддэг. Хур тунадасны хэмжээ, тархалтыг оновчтой тодорхойлох бодит арга бол сансрын удирдлагат хэмжих дагуулыг ашиглах. Сүүлийн жилүүдэд агаар мандлын температур, усны уурын хэмжээг тодорхойлохдоо туйлын замналтай цаг уурын Америкийн NOAA, Европын EUMETSAT/MetOp, Хятад, Оросын хиймэл дагуулуудыг түгээмэл ашиглаж байгаа хэдий ч судлаачдын хувьд эдгээр хиймэл дагуулын мэдээллийг ашиглах боломж хязгаарлагдмал байдаг. Харин TRMM нь хур бороо судлан шинжлэхээр бүтээгдсэн анхны хиймэл дагуул бөгөөд өөртөө цаг агаарын радар агуулдаг. Тус хиймэл дагуулыг 1997 онд АНУ (NASA) болон Японы сансрын судалгааны агентлаг (JAXA) хамтран хөөргөсөн, агаар мандалд ялгаруулсан богино долгионы эрчмийг хэмжих замаар цаг уур, уур амьсгалын судалгаа болон хур тунадсыг хэмжих зориулалттай. Энэ судалгаанд TRMM хиймэл дагуулын 0.25\*0.25 градусын торлол бүхий \*.txt өргөгтгөлтэй, 2000-2014 оны сарын нийлбэр хур тунадасны мэдээг төв серверээс (<https://pmm.nasa.gov/trmm>)-аас тагаж, зэргэлдээ хөршийн аргаар (Nearest Neighbor Sampling) интерполяц хийх замаар растер бүтэцтэй мэдээг үүсгэж дүн шинжилгээнд ашигласан.

3. Монгол орны нутгаар тархан байрлах 313 цаг уурын станц, харуулын (станц 121, харуул 192) 2000-2014 оны сарын дундаж агаарын температур, сарын дундаж агаарын дутагдал чийг, сарын нийлбэр хур тунадасны мэдээг боловсруулж хиймэл дагуулын мэдээтэй харьцуулсан дүн шинжилгээ хийхэд ашигласан.

*Боловсруулалтын үе шат:* Агаарын температур ( $T_a$ ) нь энергийн тэнцвэрт байдалд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг бөгөөд тариалангийн ууршилтын тооцоо, усзүй болон уур амьсгалын өөрчлөлтийн зэрэг төрөл бүрийн ХБО-ны загварууд

болон программуудын үндсэн оролт нь болдог. Цаг уурын станцууд агаарын температурыг газрын гадаргаас дээш 2 метрийн өндөрт хэмждэг. Цаг уурын хэмжилтүүд нь тодорхой байршлуудад зориулсан нарийвчилсан салангид агаарын температурын мэдээллийг өгдөг боловч өргөн уудам газар нутагт орон зайн олон төрлийг тодорхойлох чадвар хязгаарлагдмал байдаг [11]. Ихэнх сүлжээ цаг уурын станцуудын орон зайн тархалт жигд биш бөгөөд газрын гадаргын нөхцөл, хэв шинжээс хамаарч орон зайн хувьд тасралтгүй агаарын температурын мэдээг олж авахад хүндрэлтэй байдаг. Тэгвэл AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) болон MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) зэрэг хиймэл дагуулын мэдээнээс их хэмжээний газар нутгийг хамарсан агаарын температурыг тархалтын мэдээг орон зайн хувьд нарийвчлалтайгаар илэрхийлэх боломжтой харуулсан олон судалгааны ажлууд хийгдсэн байна [12]; [13]; [14]; [15]; [16]. МОДИС хиймэл дагуулын газрын гадаргын температурын мэдээнд температурын градиентийн аргаар залруулга хийх замаар газрын гадаргын температурын мэдээг агаарын температурын утга руу шилжүүлэх боломж байдаг байна. ДИС6 МОДИС хиймэл дагуулын хөрсний гадаргын температурын мэдээг агаарын температурын утга руу шилжүүлэхэд Colombi (2007) нарын боловсруулан дараах шугаман тэгшитгэлийг ашигласан [12].

$$T_a = 0.649 * LST + 1.4036 \quad (\text{Өдрийн})$$

$$T_a = 0.791 * LST + 2.7691 \quad (\text{Шөнийн})$$

$T_a$ - агаарын температур

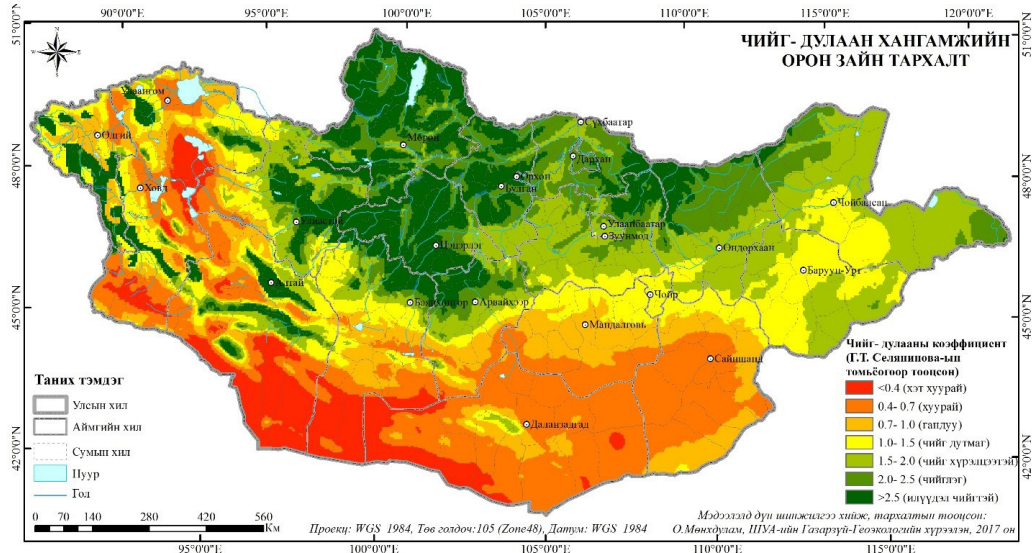
LST- МОДИС хиймэл дагуулын газрын гадаргын температур

**ҮР ДҮН**

МОДИС хиймэл дагуулын ууршилт, TRMM хиймэл дагуулын хур тунадасны мэдээ болон цаг уурын станц, харуулын агаарын температур, дутагдал чийгийн мэдээг ашиглан чийг-дулааны коэффициент, уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индекс, уур амьсгалын биологийн чадавх зэрэг үзүүлэлтийг Монгол орны хэмжээнд тооцож, орон зайн тархалтын зургийг анхдагч байдлаар боловсруулав. Тооцооллын аргаар гаргасан тархалтын зургийн үнэмшил, нарийвчлалыг шалгахад мэдрэмжийн үнэлгээний аргыг

олон хувьсагчийн регрессийн аргатай хослуулан ашигласан. Үнэлгээний ерөнхий нарийвчлал 84.0%.

Г.Т.Селянинова (1999)-ийн боловсруулсан чийг-дулааны коэффициентийн томьёо (1)-оор тооцоо хийж үзэхэд Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 7.1% нь хэт хуурай, 20% нь хуурай, 12.1% нь гандуу, 14.4% нь чийг дутмаг, 18.8% нь чийг хүрэлцээтэй, 12% нь чийглэг, 15.6% нь илүүдэл чийгтэй гэсэн ангилалд тус тус хамрагдаж байна (Хүснэгт 1, Зураг 1).



Зураг 1. Чийг- дулаан хангамжийн орон зайн тархалт

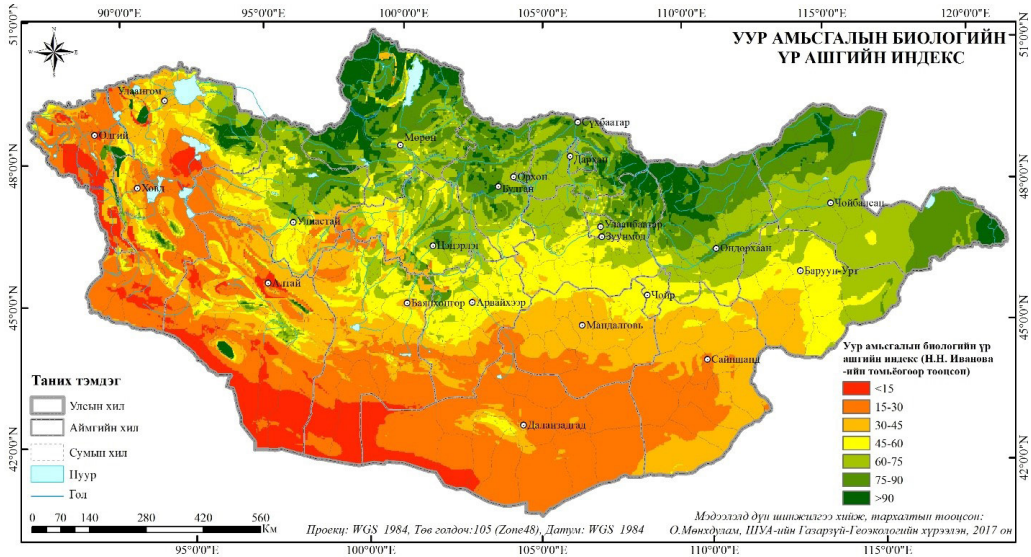
Хүснэгт 1. Чийг- дулааны коэффициентийн орон зайн хуваарилалт (Г.Т. Селянинова-ийн томьёогоор тооцсон үр дүн)

Чийг-дулааны коэффициент	Чийг хангамжийн зэрэг	Талбай	
		км <sup>2</sup>	%
< 0.4	Хэт хуурай	110690.9	7.1
0.4-0.7	Хуурай	312689.9	20.0
0.7-1.0	Гандуу	190204.5	12.1
1.0-1.5	Чийг дутмаг	225463.1	14.4
1.5-2.0	Чийг хүрэлцээтэй	295075.6	18.8
2.0-2.5	Чийглэг	187346.5	12.0
>2.5	Илүүдэл чийгтэй	244529.4	15.6



Н.Н.Иванова (1999)-ийн боловсруулсан уур амьсгалын биологийн үр ашгийн (бүтээмжийн) индексийн томъёо (3)-г ашиглан тооцоо хийж үзэхэд Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн 5.9% нь 15 хувиас бага бүтээмжтэй, 24.6% нь 15-30 хувийн бүтээмжтэй, 18.8% нь 30-

45 хувийн бүтээмжтэй, 14.6% нь 45-60 хувийн бүтээмжтэй, 18.1% нь 60-75 хувийн бүтээмжтэй, 12.9% нь 75-90 хувийн бүтээмжтэй, 5.1% нь 90-өөс дээш хувийн бүтээмжтэй гэсэн тооцоо гарч байна (Хүснэгт 2, Зураг 2).



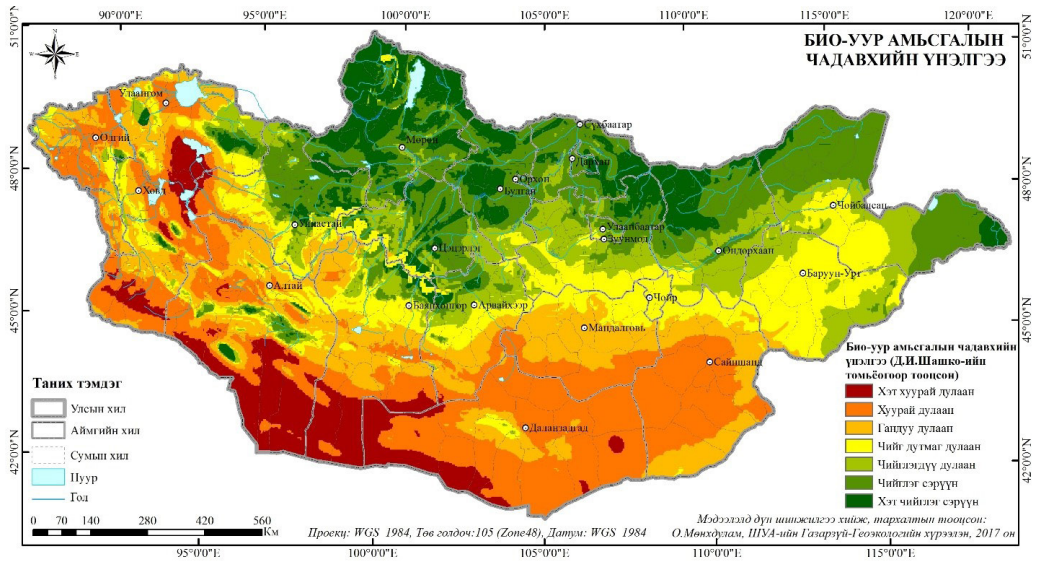
Зураг 2. Уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индексийн орон зайн тархалт

Хүснэгт 2. Уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индексийн орон зайн хуваарилалт (Н. Н.Иванова-ийн томъёогоор тооцсон үр дүн)

Уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индекс	Талбай	
	км <sup>2</sup>	%
<15	91650.1	5.9
15-30	385977.4	24.6
30-45	294578.4	18.8
45-60	228776.9	14.6
60-75	283878.1	18.1
75-90	201436.3	12.9
>90	79702.8	5.1

Ди.И.Шашко (2005)-ийн боловсруулсан био-уур амьсгалын чадавхийн томъёо (5)-оор тооцоо хийж үзэхэд Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн 7.1% нь хэт хуурай-дулаан, 22.2% нь хуурай-дулаан, 16.2%

нь гандуу дулаан, 14.9% нь чийг дутмаг-дулаан, 12.1% нь чийглэг-дулаан, 17.8% нь чийглэг сэрүүн, 9.7% нь хэт чийглэг-сэрүүн гэсэн ангилалд тус тус хамрагдаж байна (Хүснэгт 3, Зураг 3).



Зураг 3. Био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээ

Хүснэгт 3. Био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээ (Д.И.Шашко-ийн томъёогоор тооцсон үр дүн)

Био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээ	Талбай	
	км <sup>2</sup>	%
Хэт хуурай- дулаан	110918.9	7.1
Хуурай- дулаан	348194.1	22.2
Гандуу- дулаан	253954.8	16.2
Чийг дутмаг- дулаан	233078.2	14.9
Чийглэгдүү-дулаан	188773.0	12.1
Чийглэг- сэрүүн	278610.9	17.8
Хэт чийглэг- сэрүүн	152470.1	9.7

Дээр дурдсан 3 арга зүйд үндэслэн сумдын чийг-дулааны коэффициент болон уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индексийн 15 жилийн дунжийг тооцож Хүснэгт 4-д үзүүлэв.

Хүснэгт 4. Хиймэл дагуулын мэдээ ашиглан тооцсон чийг-дулааны коэффициент болон уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индекс, сумдаар (15 жилийн дундаж)

Аймгийн нэр	Сумын нэр	ЧДК	КУ	БҮАИ	Аймгийн нэр	Сумын нэр	ЧДК	КУ	БҮАИ
Архангай	Батцэнгэл	2.18	0.50	75.46	Өвөрхангай	Зүүнбаян-Улаан	2.26	0.42	50.15
Архангай	Жаргалант	2.86	0.62	74.86	Өвөрхангай	Гучин-Ус	1.16	0.28	49.98
Архангай	Цэцэрлэг	2.82	0.61	73.76	Өвөрхангай	Тарагт	2.24	0.41	49.52
Архангай	Хайрхан	2.03	0.47	70.36	Өвөрхангай	Бүрд	2.19	0.40	48.42
Архангай	Цахир	2.99	0.77	69.31	Өвөрхангай	Арвайхээр	1.99	0.37	44.06
Архангай	Цэцэрлэг	3.11	0.57	68.85	Өвөрхангай	Нарийнтээл	1.97	0.36	43.54





Архангай	Хотонт	1.98	0.46	68.71	Өвөрхангай	Сант	1.35	0.27	40.63
Архангай	Өлзийт	1.98	0.46	68.67	Өвөрхангай	Төгрөг	0.86	0.21	36.94
Архангай	Ихтамир	3.06	0.56	67.68	Өвөрхангай	Баянгол	1.01	0.20	30.38
Архангай	Өгийнуур	1.92	0.44	66.55	Өвөрхангай	Баруунбаян-Улаан	0.68	0.14	25.74
Архангай	Цэнхэр	2.90	0.54	64.33	Өвөрхангай	Богд	0.89	0.16	23.65
Архангай	Төвшрүүлэх	2.86	0.53	63.33	Өмнөговь	Баяндалай	0.86	0.16	29.22
Архангай	Хашаат	1.73	0.40	59.97	Өмнөговь	Мандал-Овоо	0.56	0.14	29.15
Архангай	Эрдэнэмандал	2.59	0.48	57.29	Өмнөговь	Хүрмэн	0.76	0.16	28.87
Архангай	Өндөр-Улаан	2.18	0.47	56.98	Өмнөговь	Ханхонгор	0.67	0.14	25.72
Архангай	Хангай	2.78	0.56	50.09	Өмнөговь	Номгон	0.67	0.14	25.53
Архангай	Чулуут	2.68	0.54	48.20	Өмнөговь	Булган	0.55	0.12	25.52
Архангай	Булган	3.82	0.53	47.61	Өмнөговь	Сэврэй	0.63	0.13	24.13
Архангай	Тариат	2.79	0.46	41.04	Өмнөговь	Цогт-Цэций	0.63	0.13	24.02
Баян-Өлгий	Баяннуур	0.75	0.25	37.63	Өмнөговь	Манлай	0.63	0.13	23.83
Баян-Өлгий	Дэлүүн	0.83	0.29	34.28	Өмнөговь	Цогт-Овоо	0.45	0.11	23.54
Баян-Өлгий	Цагааннуур	1.23	0.32	28.45	Өмнөговь	Ноён	0.60	0.13	22.99
Баян-Өлгий	Алтанцөгц	0.51	0.17	25.48	Өмнөговь	Баян-Овоо	0.47	0.10	21.62
Баян-Өлгий	Толбо	0.79	0.21	25.33	Өмнөговь	Гурвантэс	0.52	0.11	19.77
Баян-Өлгий	Цэнгэл	0.76	0.17	20.03	Өмнөговь	Ханбогд	0.38	0.08	17.73
Баян-Өлгий	Сагсай	0.75	0.16	19.58	Сүхбаатар	Түмэнцогт	1.51	0.36	65.16
Баян-Өлгий	Ногооннуур	0.47	0.13	19.37	Сүхбаатар	Мөнххаан	1.79	0.41	61.84
Баян-Өлгий	Улаанхус	0.73	0.16	19.21	Сүхбаатар	Эрдэнэцагаан	1.90	0.38	57.00
Баян-Өлгий	Өлгий	0.71	0.15	18.51	Сүхбаатар	Наран	1.63	0.38	56.37
Баян-Өлгий	Булган	2.53	0.29	11.57	Сүхбаатар	Дарьганга	1.62	0.37	56.15
Баян-Өлгий	Алтай	2.55	0.23	9.07	Сүхбаатар	Асгат	1.22	0.29	52.83
Баян-Өлгий	Буянт	2.34	0.17	6.81	Сүхбаатар	Сүхбаатар	1.20	0.29	51.75
Баянхонгор	Жаргалант	1.92	0.51	61.30	Сүхбаатар	Түвшинширээ	1.55	0.31	46.58
Баянхонгор	Заг	1.79	0.48	57.43	Сүхбаатар	Уулбаян	1.54	0.31	46.19
Баянхонгор	Эрдэнэцогт	2.12	0.46	55.54	Сүхбаатар	Онгон	1.49	0.30	44.56
Баянхонгор	Баян-Овоо	2.06	0.45	53.96	Сүхбаатар	Халзан	1.45	0.29	43.54
Баянхонгор	Бөмбөгөр	1.92	0.42	50.19	Сүхбаатар	Баяндэлгэр	1.41	0.28	42.33
Баянхонгор	Бууцагаан	1.22	0.33	49.97	Сэлэнгэ	Алтанбулаг	1.67	0.46	83.15
Баянхонгор	Галуут	2.56	0.51	46.06	Сэлэнгэ	Сүхбаатар	1.66	0.46	82.87
Баянхонгор	Баянхонгор	1.82	0.34	40.32	Сэлэнгэ	Зүүнбүрэн	1.64	0.45	81.72
Баянхонгор	Өлзийт	1.79	0.33	39.71	Сэлэнгэ	Шаамар	1.61	0.45	80.31
Баянхонгор	Хүрээмарал	1.46	0.32	38.30	Сэлэнгэ	Ерөө	1.59	0.44	79.42
Баянхонгор	Баацагаан	0.88	0.21	38.20	Сэлэнгэ	Баянгол	2.16	0.50	74.83



Баянхонгор	Жинст	0.81	0.20	35.17	Сэлэнгэ	Түшиг	2.09	0.48	72.37
Баянхонгор	Гурванбулаг	1.51	0.39	34.94	Сэлэнгэ	Жавхлант	2.07	0.48	71.59
Баянхонгор	Баянговь	0.72	0.17	31.13	Сэлэнгэ	Баруунбүрэн	2.07	0.48	71.56
Баянхонгор	Баянцагаан	0.85	0.20	29.47	Сэлэнгэ	Цагааннуур	2.04	0.47	70.68
Баянхонгор	Шинэжинст	0.84	0.19	28.96	Сэлэнгэ	Мандал	2.04	0.47	70.47
Баянхонгор	Баян-Өндөр	1.11	0.24	28.94	Сэлэнгэ	Орхонтуул	2.02	0.47	69.98
Баянхонгор	Богд	0.67	0.14	25.63	Сэлэнгэ	Хүдэр	2.02	0.47	69.81
Баянхонгор	Баянлиг	0.62	0.13	23.55	Сэлэнгэ	Хушаат	2.01	0.46	69.62
Баянхонгор	Баянбулаг	1.29	0.26	23.18	Сэлэнгэ	Сайхан	2.01	0.46	69.44
Булган	Хишиг-Өндөр	2.36	0.64	96.53	Сэлэнгэ	Сант	1.88	0.43	65.11
Булган	Сэлэнгэ	1.71	0.47	85.18	Сэлэнгэ	Орхон	1.87	0.43	64.76
Булган	Хутаг-Өндөр	2.39	0.55	82.60	Төв	Мөнгөнморьт	1.81	0.60	90.40
Булган	Бугат	2.98	0.65	77.98	Төв	Баяндэлгэр	1.71	0.57	85.44
Булган	Бүрэгхангай	2.23	0.51	77.09	Төв	Сүмбэр	2.10	0.48	72.60
Булган	Хангал	2.18	0.50	75.57	Төв	Эрдэнэ	2.23	0.59	71.24
Булган	Тэшиг	2.12	0.49	73.45	Төв	Архуст	1.70	0.46	69.45
Булган	Баян-Агт	3.25	0.60	71.89	Төв	Борнуур	2.00	0.46	69.11
Булган	Могод	2.68	0.58	70.12	Төв	Баян	1.69	0.46	69.08
Булган	Баяннуур	1.53	0.37	65.96	Төв	Жаргалант	1.98	0.46	68.58
Булган	Сайхан	2.86	0.53	63.29	Төв	Зуунмод	1.66	0.45	67.79
Булган	Орхон	2.74	0.51	60.75	Төв	Баянжаргалан	1.64	0.45	67.20
Булган	Дашинчилэн	1.83	0.37	54.80	Төв	Баянчандмань	1.93	0.44	66.73
Булган	Рашаант	1.57	0.36	54.17	Төв	Заамар	1.91	0.44	66.00
Булган	Гурванбулаг	1.69	0.34	50.73	Төв	Цээл	1.89	0.44	65.36
Говь-Алтай	Цогт	1.96	0.43	51.30	Төв	Баянцогт	1.88	0.43	65.13
Говь-Алтай	Халиун	0.73	0.31	47.06	Төв	Угтаалцайдам	1.88	0.43	65.05
Говь-Алтай	Дэлгэр	1.24	0.29	42.94	Төв	Баянхангай	1.83	0.42	63.39
Говь-Алтай	Чандмань	1.50	0.33	39.32	Төв	Лүн	1.78	0.41	61.76
Говь-Алтай	Баян-Уул	1.05	0.24	36.50	Төв	Аргалант	1.68	0.39	58.17
Говь-Алтай	Төгрөг	1.50	0.39	34.66	Төв	Эрдэнэсант	1.67	0.39	57.76
Говь-Алтай	Тайшир	1.56	0.29	34.63	Төв	Дэлгэрхаан	1.61	0.37	55.78
Говь-Алтай	Цээл	1.54	0.28	34.05	Төв	Алтанбулаг	1.51	0.35	52.40
Говь-Алтай	Эрдэнэ	1.24	0.27	32.53	Төв	Баян-Өнжүүл	1.50	0.35	52.06
Говь-Алтай	Жаргалан	0.90	0.21	31.18	Төв	Баянцагаан	1.47	0.34	50.72
Говь-Алтай	Бигэр	0.53	0.15	26.46	Төв	Өндөрширээт	1.69	0.34	50.63
Говь-Алтай	Шарга	0.68	0.14	25.86	Төв	Бүрэн	1.53	0.31	45.88
Говь-Алтай	Бугат	1.98	0.27	24.64	Төв	Батсүмбэр	2.05	0.38	45.38



Говь-Алтай	Дарви	0.67	0.16	23.27	Увс	Баруунтуруун	1.35	0.69	####
Говь-Алтай	Алтай	0.39	0.08	14.70	Увс	Цагаанхайрхан	4.28	1.10	98.95
Говь-Алтай	Алтай	4.86	0.35	14.15	Увс	Өндөрхангай	1.67	0.80	96.32
Говь-Алтай	Тонхил	2.83	0.17	6.97	Увс	Хяргас	1.41	0.61	90.75
Говьсүмбэр	Баянтал	1.12	0.31	55.95	Увс	Зүүнхангай	1.89	0.65	77.72
Говьсүмбэр	Шивээговь	1.11	0.27	48.11	Увс	Зүүнговь	1.01	0.40	72.39
Говьсүмбэр	Хөхморьт	0.63	0.17	31.25	Увс	Тэс	0.84	0.34	60.77
Дархан-Уул	Шарынгол	2.09	0.57	85.57	Увс	малчин	0.94	0.31	47.03
Дархан-Уул	Орхон	2.01	0.46	69.74	Увс	Түргэн	0.64	0.25	45.84
Дорноговь	Иххэт	1.19	0.29	51.59	Увс	Давст	0.75	0.24	44.07
Дорноговь	Дэлгэрэх	1.02	0.24	44.10	Увс	Өлгий	0.81	0.27	40.56
Дорноговь	Даланжаргалан	1.00	0.24	43.14	Увс	Ховд	0.80	0.27	40.19
Дорноговь	Алтанширээ	0.73	0.20	42.82	Увс	Өмноговь	0.79	0.26	39.73
Дорноговь	Айраг	0.99	0.24	42.67	Увс	Хархираа	0.63	0.21	37.39
Дорноговь	Эрдэнэ	0.71	0.18	36.91	Увс	Тариалан	1.12	0.30	35.74
Дорноговь	Хатанбулаг	0.67	0.16	34.64	Увс	Сагил	0.60	0.20	35.24
Дорноговь	Өргөн	0.65	0.16	33.59	Увс	Улаангом	0.59	0.19	34.72
Дорноговь	Замын-Үүд	0.62	0.15	31.97	Увс	Наранбулаг	0.46	0.15	27.29
Дорноговь	Улаанбадрах	0.56	0.14	29.17	Увс	Бөхмөрөн	0.47	0.13	19.27
Дорноговь	Сайхандулаан	0.63	0.15	27.06	Увс	Завхан	0.18	0.06	10.86
Дорноговь	Мандах	0.51	0.12	22.25	Улаанбаатар	Багануур	1.74	0.47	71.05
Дорноговь	Хөвсгөл	0.47	0.10	21.80	Улаанбаатар	Налайх	1.67	0.45	68.15
Дорнод	Гурванзагал	1.77	0.49	88.47	Улаанбаатар	Улаанбаатар	1.72	0.40	59.69
Дорнод	Чулуунхороот	1.71	0.47	85.46	Ховд	Дуут	1.04	0.36	42.91
Дорнод	Баяндун	2.34	0.54	80.94	Ховд	Мөнххайрхан	0.95	0.33	39.15
Дорнод	Баян-Уул	2.30	0.53	79.50	Ховд	Ховд	0.91	0.25	37.41
Дорнод	Халхгол	1.56	0.43	77.59	Ховд	Чандмань	0.57	0.25	36.85
Дорнод	Дашбалбар	2.20	0.51	76.26	Ховд	Мөст	0.77	0.18	26.83
Дорнод	Цагаан-Овоо	1.68	0.40	72.48	Ховд	Жаргалант	0.73	0.17	25.36
Дорнод	Сэргэлэн	1.57	0.38	67.74	Ховд	Манхан	0.72	0.17	24.92
Дорнод	Хөлөнбуйр	1.52	0.37	65.82	Ховд	Мянгад	0.47	0.13	23.65
Дорнод	Чойбалсан	1.50	0.36	64.88	Ховд	Эрдэнэбүрэн	0.47	0.13	23.57
Дорнод	Булган	1.47	0.35	63.65	Ховд	Буянт	0.47	0.13	23.27
Дорнод	Матад	1.46	0.35	63.27	Ховд	Дарви	0.64	0.15	22.19
Дорнод	Баянтүмэн	1.45	0.35	62.47	Ховд	Цэцэг	0.62	0.14	21.54
Дундговь	Цагаандэлгэр	1.35	0.31	46.88	Ховд	Булган	0.41	0.11	20.26
Дундговь	Адаацаг	1.33	0.31	46.05	Ховд	Үенч	0.38	0.11	19.14



Дундговь	Баянжаргалан	0.99	0.24	42.63	Ховд	Зэрэг	0.38	0.10	18.85
Дундговь	Дэлгэрцогт	0.96	0.23	41.43	Ховд	Дөргөн	0.33	0.09	16.52
Дундговь	Сайнцагаан	0.95	0.23	41.04	Ховд	Алтай	0.35	0.08	15.07
Дундговь	Дэрэн	0.95	0.23	40.99	Хөвсгөл	Цэцэрлэг	2.01	0.96	97.00
Дундговь	Эрдэнэдалай	0.95	0.23	40.87	Хөвсгөл	Арбулаг	2.53	0.87	97.00
Дундговь	Луус	0.94	0.23	40.54	Хөвсгөл	Улаан-Уул	2.35	0.81	96.80
Дундговь	Гурьансайхан	0.92	0.22	39.72	Хөвсгөл	Баянзүрх	2.33	0.80	95.98
Дундговь	Говь-Угтаал	1.26	0.25	37.91	Хөвсгөл	Бүрэнтогтох	1.85	0.62	92.63
Дундговь	Дэлгэрхангай	0.82	0.20	35.22	Хөвсгөл	Цагаан-Уул	2.16	0.74	88.80
Дундговь	Өндөршил	0.80	0.19	34.72	Хөвсгөл	Цагааннуур	2.14	0.74	88.23
Дундговь	Хулд	0.76	0.18	32.67	Хөвсгөл	Рэнчинлхүмбэ	2.08	0.71	85.72
Дундговь	Өлзийт	0.76	0.16	28.80	Хөвсгөл	Шинэ-Идэр	2.48	0.66	79.25
Дундговь	Сайхан-Овоо	0.62	0.15	26.65	Хөвсгөл	Хатгал	2.43	0.65	77.88
Завхан	Идэр	2.05	0.70	84.52	Хөвсгөл	Алаг-Эрдэнэ	2.38	0.63	76.10
Завхан	Тосонцэнгэл	1.93	0.66	79.49	Хөвсгөл	Ханх	3.08	0.79	71.32
Завхан	Тэс	1.22	0.52	78.64	Хөвсгөл	Тариалан	2.06	0.48	71.31
Завхан	Нөмрөг	1.88	0.64	77.21	Хөвсгөл	Эрдэнэбулган	2.03	0.47	70.17
Завхан	Тэлмэн	1.87	0.64	77.07	Хөвсгөл	Их-Уул	2.00	0.46	69.33
Завхан	Асгат	1.86	0.64	76.45	Хөвсгөл	Жаргалант	2.14	0.57	68.35
Завхан	Их-Уул	1.84	0.63	75.67	Хөвсгөл	Тосонцэнгэл	1.96	0.45	67.97
Завхан	Сонгино	1.80	0.62	74.04	Хөвсгөл	Цагаан-Үүр	1.92	0.44	66.53
Завхан	Баянтэс	1.60	0.55	65.68	Хөвсгөл	Түнэл	2.53	0.55	66.28
Завхан	Яруу	2.81	0.72	64.98	Хөвсгөл	Рашаант	2.85	0.53	63.15
Завхан	Цэцэн-Уул	2.57	0.66	59.48	Хөвсгөл	Галт	2.40	0.52	62.92
Завхан	Баянхайрхан	2.49	0.64	57.72	Хөвсгөл	Чандмань-Өндөр	2.39	0.52	62.45
Завхан	Эрдэнэхайрхан	1.79	0.48	57.19	Хөвсгөл	Төмөрбулаг	2.31	0.50	60.51
Завхан	Сантмаргац	1.12	0.37	56.00	Хөвсгөл	Мөрөн	1.73	0.40	60.01
Завхан	Цагаанчулуут	2.10	0.46	55.02	Хэнтий	Батширээт	2.34	0.64	95.90
Завхан	Түдэвтэй	2.34	0.60	54.12	Хэнтий	Өмнөдэлгэр	2.09	0.57	85.31
Завхан	Цагаанхайрхан	1.99	0.43	52.19	Хэнтий	Дадал	2.39	0.55	82.72
Завхан	Улиастай	1.90	0.42	49.81	Хэнтий	Биндэр	2.33	0.54	80.54
Завхан	Шилүүстэй	1.82	0.40	47.52	Хэнтий	Баян-Адарга	2.29	0.53	79.35
Завхан	Алдархаан	1.73	0.38	45.36	Хэнтий	Цэнхэрмандал	1.93	0.53	79.08
Завхан	Отгон	0.97	0.33	39.77	Хэнтий	Норовлин	2.26	0.52	78.23
Завхан	Завханмандал	0.88	0.24	35.85	Хэнтий	Жаргалтхаан	1.89	0.51	77.22
Завхан	Дөрвөлжин	0.59	0.16	29.64	Хэнтий	Баянмөнх	1.40	0.39	69.94
Завхан	Ургамал	0.72	0.20	29.63	Хэнтий	Бэрх уурхай	2.01	0.46	69.59

Орхон-Уул	Жаргалант	2.16	0.50	74.60	Хэнтий	Өндөрхаан	1.93	0.45	66.98
Өвөрхангай	Хархиорин	1.99	0.46	68.97	Хэнтий	Батноров	1.93	0.44	66.73
Өвөрхангай	Хайрхандулаан	1.78	0.41	61.77	Хэнтий	Мөрөн	1.91	0.44	66.02
Өвөрхангай	Хужирт	2.68	0.49	59.36	Хэнтий	Баян-Овоо	1.51	0.36	65.14
Өвөрхангай	Бат-Өлзий	2.64	0.49	58.58	Хэнтий	Хэрлэн	1.88	0.43	65.08
Өвөрхангай	Баян-Өндөр	1.68	0.39	58.00	Хэнтий	Бор-Өндөр	1.20	0.33	59.87
Өвөрхангай	Зүйл	2.53	0.47	56.07	Хэнтий	Дэлгэрхаан	1.71	0.40	59.35
Өвөрхангай	Уянга	2.40	0.44	53.06	Хэнтий	Дархан	1.64	0.38	56.73
Өвөрхангай	Өлзийт	2.36	0.44	52.23	Хэнтий	Галшар	1.23	0.30	53.16

## ДУГНЭЛТ

Судалгаагаар хиймэл дагуулын мэдээ болон цаг уурын станц, харуулын мэдээнд үндэслэн био-уур амьсгалын чадавхийг үнэлэх арга зүй, орон зайн тархалтын зураглал үйлдэх аргачлалыг хөндлөө.

Судалгаанд Г.Т. Селянинова (1937)-ийн боловсруулсан чийг-дулааны коэффициент, Н.Н. Иванова (1999)-ийн боловсруулсан уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индекс, Д.И. Шашко (2005)-ийн боловсруулсан био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээний индекс зэрэг арга зүйг сонгон ашигласан.

Газарзүйн ялгаатай байршил дахь цаг уурын станцын 2000-2014 оны сарын дундаж агаарын температурын мэдээ, мөн хугацааны MODIS хиймэл дагуулын гадаргын температур, ууршилт, TRMM хиймэл дагуулын хур тунадасны мэдээг тус тус ашигласан.

Цаг уурын станц, харуул дээр бүртгэгдсэн мэдээ нь олон тооны харилцан уялдаа бүхий багаж, нэгдсэн арга зүйг ашигладаг тул био-уур амьсгалын загваруудад ашиглах мэдээллийг олж авах үндэслэл болсон.

Нөгөө талаас, эрс тэс уур амьсгалтай, цаг уурын элементүүд нь богино зайд хувьсан өөрчлөгддөг манай орны хувьд өөр хоорондоо алслагдсан 300 гаруй станц, харуулын хэмжилтийн цэгийн хүрээнд орон зайн ялгаатай био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээний зураг гаргахад төдийлөн хангалттай биш учир хиймэл

дагуулын мэдээг ашигласан. Судалгааны талбайн хамрах хүрээ, нарийвчлал, цаг хугацааны давтамжийн онцлогоос хамаарч MODIS болон TRMM хиймэл дагуулын мэдээг ашиглав.

Дээр дурдсан арга зүй, мэдээ, мэдээллийг ашиглан дараах 3 үзүүлэлтийг тооцож орон зайн тархалтыг зураглал үйлдэв. Үүнд:

Чийг-дулааны коэффициентийн хувьд Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 7.1% нь хэт хуурай, 20% нь хуурай, 12.1% нь гандуу, 14.4% нь чийг дутмаг, 18.8% нь чийг хүрэлцээтэй, 12% нь чийглэг, 15.6% нь илүүдэл чийгтэй гэсэн ангилалд тус тус хамрагдаж байна.

Уур амьсгалын биологийн үр ашгийн индексийн хувьд Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн 5.9% нь 15 хувиас бага, 24.6% нь 15-30 хувийн, 18.8% нь 30-45 хувийн, 14.6% нь 45-60 хувийн, 18.1% нь 60-75 хувийн, 12.9% нь 75-90 хувийн, 5.1% нь 90-ээс дээш хувийн бүтээмжтэй гэсэн тооцоо гарч байна.

Био-уур амьсгалын чадавхийн үнэлгээний үр дүнгээр нийт нутаг дэвсгэрийн 7.1% нь хэт хуурай-дулаан, 22.2% нь хуурай-дулаан, 16.2% нь гандуу дулаан, 14.9% нь чийг дутмаг-дулаан, 12.1% нь чийглэг-дулаан, 17.8% нь чийглэг сэрүүн, 9.7% нь хэт чийглэг-сэрүүн гэсэн ангилалд тус тус хамрагдаж байна.

Судалгааны үр дүнгээс үзэхэд дэлхийн ажиглалтын хиймэл дагуулын мэдээ болон



газарзүйн мэдээллийн систем, тандан судалгааны технологийг ашиглан био- уур амьсгалын үндсэн хүчин зүйлүүд болох чийг- дулааны коэффициент, уур амьсгалын биологийн индекс, био-уур амьсгалын чадавхийн индекс зэрэг хүчин зүйлүүдийг тооцож, орон зайн тархалтын зураглал үйлдэх боломжтой гэсэн дүгнэлтэд хүрлээ.

Сонгон авсан 3 арга зүйн дагуу орон зайн тархалтын зураглал боловруулснаар бүс нутгийн түвшний асуудлыг уур амьсгалын хандлагын үүднээс зөв ялган тогтоох боломжтойг илтгэх ба байгаль, цаг уурын нөхцлөөс шууд хамааралтай манай орны нийгэм- эдийн засгийн гол салбар болох хүн ам, мал аж ахуй, газар тариалангийн салбарын төлөвлөлт, менежментийн үйл ажиллагаа зохион байгуулахад цаг хугацаа хэмнэсэн, шинжлэх ухааны үндэслэлтэй шийдвэр гаргах боломж бүрдэж байна. Цаашид оролтын мэдээний нарийвчлалыг

сайжруулж орон нутгийн төлөвлөлт, менежментийн үйл ажиллагаа зохион байгуулахад ашиглах боломжтой.

#### Талархал

Энэхүү судалгааны ажлыг Шинжлэх ухаан технологийн сангийн санхүүжилтээр ШУА-ийн ГГХ-ийн Физик газарзүйн салбарт хэрэгжиж буй “Монгол орны байгалийн бүсүүдийн ландшафтын экологийн чадавхийн үнэлгээ” төслийн хүрээнд гүйцэтгэсэн, судалгааг амжилттай хэрэгжүүлэхэд шууд болон дам байдлаар тусалсан төслийн удирдагч болон Физик газарзүйн салбарынхаа хамт олонд талархал илэрхийлье. Мөн цаг уурын станц, харуулын бодит хэмжилтийн мэдээллээр хангасан Ус цаг уур, орчны судалгаа, мэдээллийн хүрээлэнгийн хамт олон болон судалгааны ажлын анхдагч хувилбарт үнэ цэнэтэй санал өгсөнд талархал илэрхийлье.

#### НОМ ЗҮЙ

- [1] БНМАУ-ын газрын судалбарын мужлалт ба тариаланд тохиромжтой эдэлбэр газрын чанарын үнэлгээ. (1983). Улаанбаатар.[2] Башалхнов, И.А., Намхайжанцан, Г. (2015). Уур амьсгалын тааламжгүй байдал. Байгал нуурын сав газрын экологийн атлас, Улаанбаатар, ху 26-27.[3] Селянинов, Г.Т. (1937). Мировой агроклиматической справочник/ред, С.411.
- [4] Иванов, Н.Н. (1999). Показатель биологической эффективности климата. География, 3, , С.91-98.
- [5] Баярмаа, В. (2015). Агроклиматические ресурсы и их влияние на урожайность (Западные сомоны Сэлэнгийского аймака, Монголия), Науки о Земле, 399, С.241-246. DOI:10.17223/15617793/399/39
- [6] Encyclopedia of climate resources of the Russian Federation. (2005). St.-Petersburg, p320.
- [7] Mejía, D. (2014). Bioclimate Atlas of Jalisco State Mexico, Energy Procedia. Elsevier p2033–2041. doi: 10.1016/j.egypro.2014.10.168.[8] Гансүх, Я., Жамбалжав, Я. (2015). MODIS хиймэл дагуулын гадаргын температурын мэдээг боловсруулах арга зүй. Геологи-Газарзүйн салбарын залуу эрдэмтэн, багш судлаачдын эрдэм шинжилгээний бага хурал “Хүрэл Тогоот-2015” хурлын эмхтгэл, Улаанбаатар, Монгол, ху 29-39.
- [9] Auliciems, A. (1990). Psychophysiological criteria for global zones of building design. Proceedings 9th International Society of Biometeorology Conference. Part 2. Biometeorology, 8, p 69-86.
- [10] Olgyay, V. (1963). Design with climate. Princeton University Press, Princeton. p190
- [11] Benali, A., Carvalho, A. C., Nunes, J. P., Carvalhais, N., & Santos, A. (2012). Remote Sensing of Environment Estimating air surface temperature in Portugal using MODIS



- LST data. *Remote Sensing of Environment*, 124, 108–121. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.04.024>
- [12] Colombi, A., Michele, C. De, Pepe, M., & Rampini, A. (2007). ESTIMATION OF DAILY MEAN AIR TEMPERATURE, (3), 38–46.
- [13] Gregory, G., Goddard, N., Sciences, E., Data, G. E. S., & Services, I. (2009). Estimation of Surface Air Temperature from MODIS 1km Resolution Land Surface Temperature over Northern China Suhung Abstract : Leptoukh, 2008, 2009.
- [14] Liu, S., Su, H., Zhang, R., Tian, J., & Wang, W. (2016). Estimating the Surface Air Temperature by Remote Sensing in Northwest China Using an Improved Advection-Energy Balance for Air Temperature Model, 2016.
- [15] Yang, Y. Z., Cai, W. H., & Yang, J. (2017). Evaluation of MODIS Land Surface Temperature Data to Estimate Near-Surface Air Temperature in, 1–19. <https://doi.org/10.3390/rs9050410>
- [16] Zeng, L., Wardlow, B. D., Tadesse, T., Shan, J., Hayes, M. J., Li, D., & Xiang, D. (2015). Estimation of Daily Air Temperature Based on MODIS Land Surface Temperature Products over the Corn Belt in the US, 951–970. <https://doi.org/10.3390/rs70100951>



## ASSESSMENT BIOCLIMATE POTENTIAL OF MONGOLIA BASED ON THE SATELLITE IMAGE AND METEOROLOGICAL OBSERVATION DATA

*Munkhdulam. O<sup>1</sup>\*, Avirmed. E<sup>1</sup>, Sainbayar. D<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Institute of Geography and Geoecology, Mongolian Academy of Sciences  
\*corresponding author; e-mail: munkhdulamo@gmail.com*

**Abstract:** The purpose of this study was to assess bioclimate potential of Mongolia based on the satellite image and meteorological observation data. In this research were applied hydrothermal coefficient, biological effectiveness index, bioclimatic potential coefficient that Selyaninov, Ivanov and Shashko developed formula, respectively. The analysis used time series MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) products (MOD 11, MOD16) averaged over 16 days from January to December 2000-2014 with a resolution of 1 km, monthly rainfall data 2000-2014 from TRMM (Tropical Rainfall Measure Mission) satellite with a resolution of 0.25 degree and monthly air temperature and lack of moisture data 2000-2014 from Meteorological station. We generated spatial distribution maps hydrothermal coefficient, biological effectiveness index, and bio-climate potential of Mongolia. As shown in the results evaluation bio-climate potential is possible using GIS and remote sensing technology based on a satellite imagery and meteorological data. The above mentioned 3 formulas evaluation for bioclimate potential can be used to save time planning and management for climate assessment and it allows for the possibility of justifying policy decisions with science.

**Key words:** *Hydrothermal coefficient, biological effectiveness index, bio-climatic potential, satellite imagery;*