# III БҮЛЭГ
# МОНГОЛ ОРНЫ ЦЭВДГИЙН ӨӨРЧЛӨЛТ

## 3.1 ЦЭВДЭГ

### 3.1.1 Ерөнхий ойлголт

Ус хатуу төлөвт орших бүхий л мандлыг криосфер (грек гаралтай үг: *κρύος-cryo*-хүйтэн *σφαῖρα-sphere*-мандал) гэнэ. Криосферийн бүрдэл хэсэгт улирлын цас, уулын мөстлөг, мөсөн хучаас (Антрактид, Гренландын мөс), туйлын бүсийн далай, тэнгисийн мөс, цэвдэг зэрэг багтдаг.

Монгол хэлээр бичсэн ном сурах бичиг, илтгэл, өгүүлэл зэрэгт мөнхцэвдэг, олон жилийн цэвдэг, цэвдэг гэсэн нэр томьёог нэг утгатай, эсвэл өөр утгатай мэтээр ойлгож, бичиж ирсэн бөгөөд эдгээр нь өөр өөрийн тодорхойлолттой байдаг. Цэвдэг (permafrost) гэдэг нь цельсийн тэг буюу түүнээс доош температурт хоёр буюу түүнээс дээш жил орших хөрс, чулуулгийг хэлнэ (French, 2007). Гэвч цэвдэг гэдэг үг нь мөнхийн, тогтмол гэсэн утга санааг агуулаагүй бөгөөд цэвдэг нь уур амьсгал болон бусад өөрчлөлтөд өртөж, хувьсан өөрчлөгддөг. Цэвдэгт агуулагдаж буй чийг нь шингэн ба хатуу төлөвт байх нь чухал биш байдаг бол голчлон орос хэлээр бичсэн ном зохиолд "Тэг буюу түүнээс доош температурт хоёр буюу түүнээс дээш жил орших, агуулагдаж буй чийгийн зарим хэсэг нь мөс болсон хөрс, чулуулгийг олон жилийн цэвдэг (многолетнемёрзлые горные породы) гэнэ" хэмээн тодорхойлсон байдаг (Кудрявцев, 1978). Өөрөөр хэлбэл бүх төрлийн олон жилийн цэвдэг хөрс чулуулаг нь цэвдэг болох боловч бүх цэвдэг нь олон жилийн цэвдэг хөрс чулуулаг болохгүй. Зарим төрлийн хөрс, чулуулагт агуулагдах чийг нь тодорхой хасах градуст мөс болдоггүй онцлогоос хамаарч цэвдэг, олон жилийн цэвдгийн ялгаа бий болдог. Олон жилийн цэвдэг чулуулгийг англиар "perennially frozen ground", оросоор "многолетнемёрзлые горные породы" гэж бичдэг.

Цэвдэггүй бүс нутагт гадаргаасаа улирлаар хөлдөж гэсэхийг улирлын хөлдөлт гэж нэрлэдэг. Энэ бүс нутгийг улирлын хөлдөлттэй бүс нутаг гэнэ. Монгол хэлээр хэвлэгдсэн зарим ном зохиолд үүнийг "улирлын цэвдэг" гэж бичсэн байдаг. Цэвдэг нь хэдэн сантиметрээс хэдэн зуун метрийн зузаантайгаар тодорхой хэмжээний газрын гүнд (гадаргаас 1-8 м ба түүнээс доош) оршино (French, 2007). Дэлхий дээрх хамгийн зузаан цэвдэг Дорнод Сибирийн төв хэсэгт 1500 м ба үүнээс ч зузаан гэж тогтоогдсон байдаг (Ершов, 2002). Монгол оронд тархсан цэвдэг хэдэн метрээс хэдэн зуун метрийн зузаантай. Манай дэлхийн хамгийн хүйтэн цэвдэг Антарктид тивд -23.6°C температуртай хэмжигдсэн (Vieira, 2010) бол Монгол орны цэвдгийн температур -5°C-аас 0°C хооронд хэлбэлзэнэ (Жамбалжав ба бусад, 2016).

Дээрх тодорхойлолтоос үзвэл цэвдэг нь температур болон хугацаагаар тодорхойлогддог бол олон жилийн цэвдэг нь дээрх хоёр үзүүлэлтээс гадна төлөвөөр илэрхийлэгдэж байна. Өөрөөр хэлбэл, олон жилийн цэвдэг нь температур, хугацаа, төлөв гэсэн гурван үндсэн хүчин

зүйлээр тодорхойлогдоно. Хөрс, чулуулагт агуулагдаж буй ус-чийг нь холбоот ус, чөлөөт ус гэж ялгарахаас гадна эрдэсжилтийн хувьд харилцан адилгүй байдаг. Хөрс, чулуулаг дахь эрдэсжилт ихтэй ус, холбоот ус нь тодорхой хасах хэмийн мужид хөлддөггүй бөгөөд ийм төрлийн усыг "хөлдөөгүй ус" гэж нэрлэдэг. Хөрсний нунтаглагдсан шинж чанараас хамаарч түүнд агуулагдах хөлдөөгүй усны хэмжээ, хөлдөж эхлэх температур зэрэг нь харилцан адилгүй. Элсэн хөрсний холбоот усны хэмжээ бага, хөлдөж эхлэх температур тэг хэмд ойрхон байдаг бол шаварлаг хөрсөнд агуулагдах хөлдөөгүй холбоот усны хэмжээ их, хөлдөх температур нь харьцангуй нам байна. Элсэн хөрсний холбоот усны хөлдөж эхлэх температур нь -0.5-аас -1°C бол 41-45% чийгшилтэй шаврынх -2.5-аас -3.5°C байдаг бөгөөд элсэн хөрсний чөлөөт гадаргын талбай шавар хөрснийхөөс бага байдаг (Ершов, 2002). Хасах температурт орших байгаа ч түүнд агуулагдах ус, чийг нь мөс болоогүй бол түүнийг "хөргөгдсөн хөрс чулуулаг" (cryotic, морозны) гэнэ (French, 2007; Ершов, 2002).

Цэвдэг нь агаар мандал ба газрын өнгөн хэсэг хоёрын хооронд явагдах дулаан эргэлтийн үр дүнд үүсч, устаж үгүй болдог онцлогтой. Цэвдгийн зузаан нэмэгдэх, талбай тэлэх зэрэг үйл явцыг цэвдгийн өсөлт, хөгжил (аградаци) гэдэг бол эсрэг тохиолдолд цэвдгийн алдрал (деградаци) гэнэ. Үүнээс гадна хэрэв хурдас хуримтлал үүссэний дараа цэвдэг буй болж байвал голомтот (эпигенетик) цэвдэг, хурдас хуримтлалтай зэрэг үүсч байвал хоршмол (сингенетик) цэвдэг гэж нэрлэдэг.

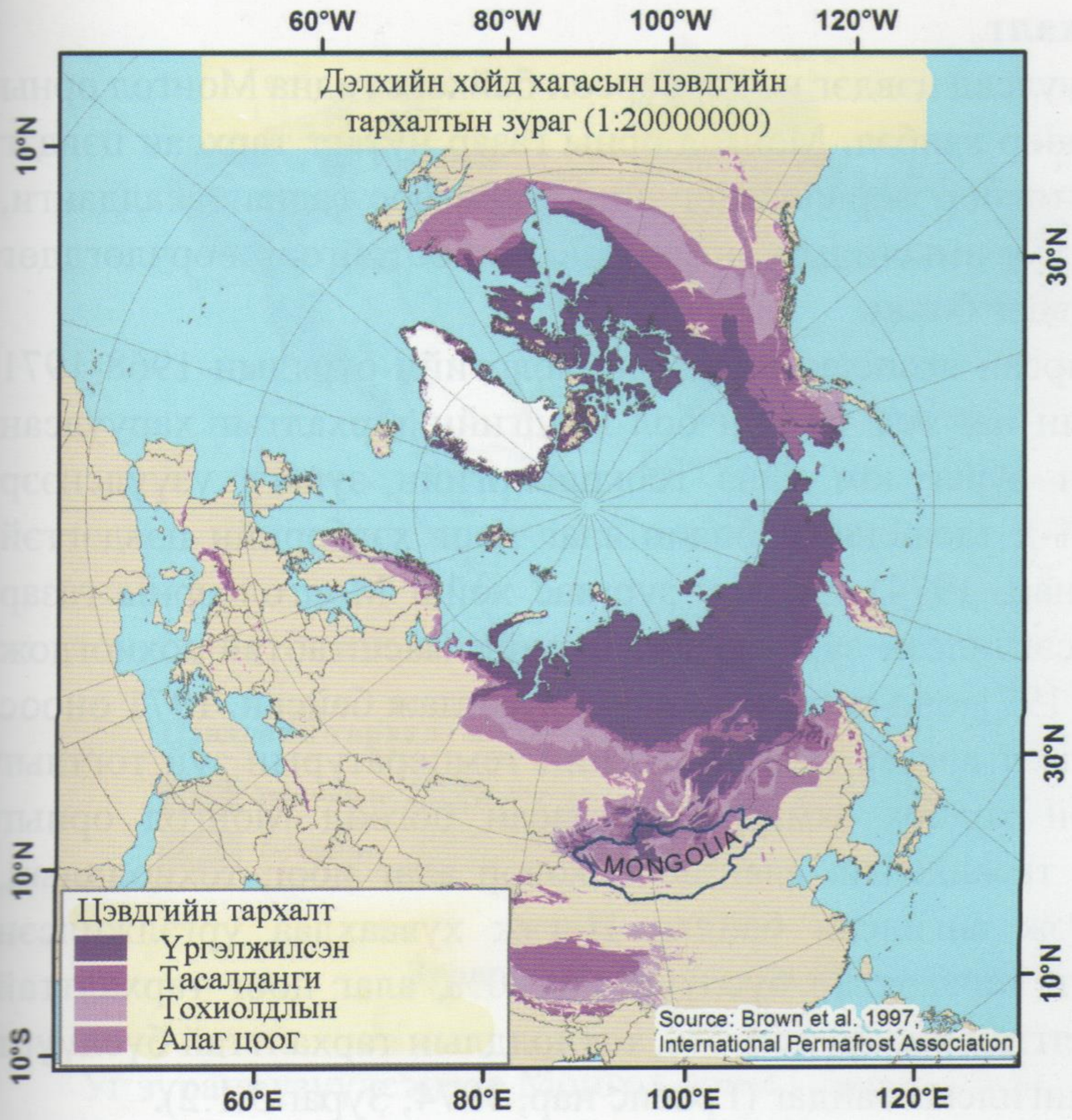
Үргэлжилсэн цэвдэгтэй газарт гэсгэлэн хэсэг, үе байх тохиолдол элбэг бөгөөд үүнийг "гэсгэлүүн" гэж нэрлэдэг. Гэсгэлүүн нь газрын гүний дулааны үйлчлэлээр, гадарга дээрх дулааны баланс алдагдахад, нарны ээвэрлэлт, гидротермаль дулаан зэргийн үйлчлэлээр буй болдог. Гэсгэлүүнийг цэвдэгт давхаргад орших хэлбэрээр нь нэвт гэсгэлүүн, хаалттай гэсгэлүүн гэж ангилдаг. Цэвдэг дунд гэсгэлүүн давсны хэт уусмалууд тохиолддог. Энэ нь хөрс, чулуулаг хөлдөх явцад шахагдаж үлдсэн байдаг бөгөөд үүнийг "криопеги" гэж нэрлэдэг.

Цэвдгийг температурын утгаар нь хүйтэн ба дулаан гэж 2 ангилдаг. Хүйтэн цэвдэг нь -2°C-аас доош температуртай байдаг бөгөөд өндөр өргөрөгийн ба өндөр уулсын үргэлжилсэн тархалттай цэвдэгт бүсэд оршдог. Дулаан цэвдэг нь -2°C-аас дээш температуртай ба цэвдэгт бүс нутгийн өмнөд захаар, уулс хоорондын хөндий, тэдгээрийн бэл хормойн тасалданги тархалттай хэсэгт тохиолддог. Дээрх 2 төрлийн цэвдгийн аль аль нь манай орны газар нутагт тархсан байдаг. Монгол орны хувьд цэвдгийн үргэлжилсэн тархалттай хойд болон өндөр уулсын хэсэгт хүйтэн цэвдэг элбэг тархсан байдаг.

### 3.1.2 Цэвдгийн тархалт

Дэлхийн бөмбөрцөгийн хуурай газрын 20-25%-д (French, 2007; Кудрявцев, 1978), дэлхийн бөмбөрцөгийн хойд хагасын хуурай газар нутгийн 22.79-23.37*$10^6$ км$^2$ буюу 23.9-25.4%-д тус тус цэвдэг тархсан байдаг. (Zhang et al., 1999; Brown et al., 1997). Дээрх судлаачдын тооцоо үзүүлэлтүүд бага зэргийн зөрүүтэй байгаа нь нэг судлаач нь мөстлөг доорх болон далай тэнгисийн шельф орчмын цэвдгийг оруулж тооцсон байдаг бол нөгөө нэг нь мөстлөг, далай тэнгис, томоохон нууруудын талбайг хасаж тооцсон байдаг.

Дэлхийн 48 улс орны газар нутагт ямар нэгэн хэмжээгээр цэвдэг орших бөгөөд нийт цэвдэгт бүс нутгийн 95 орчим хувь нь 5 улсын газар нутагт ноогддог (Zhang et al., 2006). ОХУ, Канад, Хятад, АНУ зэрэг улсуудын дараа Монгол орон цэвдгийн тархалтаараа тавдугаарт ордог (Зураг 3.1.1; Хүснэгт 3.1.1).




**Зураг 3.1.1.** *Дэлхийн бөмбөрцөгийн хойд хагасын цэвдгийн тархалтын зураг.*

Цэвдэг нь өндөр өргөрөгийн бүс нутаг болох туйл орчимд, мөн өндөр уулын бүс нутагт тус тус тархсан байдаг. Иймд цэвдгийг тархалтаар нь өргөрөгийн зүй тогтолтой арктикийн бүс нутгийн цэвдэг, уулын цэвдэг гэж ангилахаас гадна тэгш өндөрлөгийн (plateau) буюу хуурай сэрүүн бүс нутгийн (montane) цэвдэг, тэнгис, далайн шельф орчмын цэвдэг, реликт цэвдэг гэж ангилсан байдаг (French, 2007).

*Цэвдэг нь хойд өргөрөгийн N26°-аас (Гималайн нуруу) N84°-ийн (Гренландын арал)* хооронд тархах бөгөөд үүний 70% орчим нь N45° - N67° хооронд тохиолдоно (Хүснэгт 3.1.1). Цэвдгийг тархалтын хэлбэрээр нь ургэлжилсэн (90-100%), тасалданги (50-90%), алаг цоог (10-50%), тохиолдлын (0-10%) гэж ангилна (Brown et al., 1997).

**Хүснэгт 3.1.1.** *Цэвдгийн тархалт.*

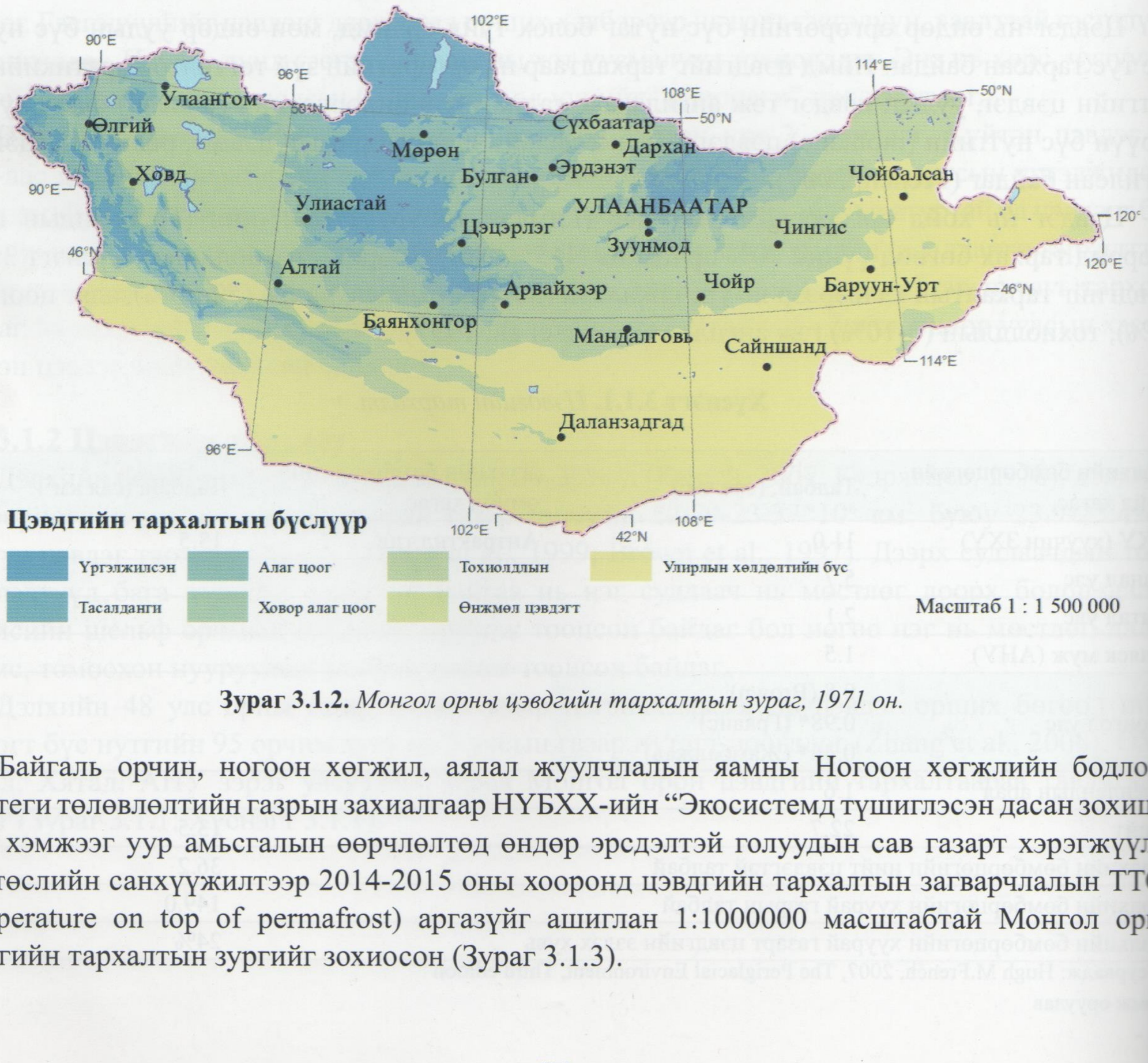
| Дэлхийн бөмбөрцөгийн хойд хагас | Талбай, (сая км$^2$) | Дэлхийн бөмбөрцөгийн өмнөд хагас | Талбай, (сая км$^2$) |
|---|---|---|---|
| ОХУ (хуучин ЗХУ) | 11.0 | Антрактид тив | 13.5 |
| Канад улс | 5.7 | | |
| Хятад улс | 2.1 | | |
| Аляск муж (АНУ) | 1.5 | | |
| Монгол улс | 0.8 (Brown)<br>0.98* (Гравис)<br>0.46* (Жамбалжав) | | |
| Гренландын арал | 1.6 | | |
| Нийт | 22.7 | | 13.5 |
| Дэлхийн бөмбөрцөгийн нийт цэвдэгтэй талбай | | | 36.2 |
| Дэлхийн бөмбөрцөгийн хуурай газрын талбай | | | 149.0 |
| Дэлхийн бөмбөрцөгийн хуурай газарт цэвдгийн эзлэх хувь | | | 24% |

Эх сурвалж: Hugh M.French, 2007, The Periglacial Environment, Third edition
*Газамж оруулав*

### 3.1.3 Монгол орны цэвдгийн тархалт

Алтай, Хангай, Хөвсгөл, Хэнтийн уулсад цэвдэг нь төвлөрсөн байхаас гадна Монгол орны хойд бүс нутагт илүү тархалттай. Өөрөөр хэлбэл, Монгол орны газар нутагт тархсан цэвдэг нь өндрийн болон өргөрөгийн зүй тогтолоор өөрчлөгддөг онцлогтойгоос гадна тасалданги, алаг цоог тархалттай байдаг нь бичил уур амьсгалын онцлогтой холбоотойгоор өөрчлөгддөг уулархаг хуурай гандуу бүс нутгийн цэвдэг болно.

ЗХУ-БНМАУ-ын Геологийн хамтарсан экспедицийн Геокриологийн отрядын 1968-1971 оны хооронд хийсэн судалгааны ажлын нэг гол үр дүн бол цэвдгийн тархалтыг харуулсан 1:1500000 масштабтай геокриологийн зураг юм. Энэ геокриологийн зурагт үзүүлснээр Монгол орны нийт газар нутгийн 63%-д тасалданги болон алаг цоог хэлбэрийн цэвдэгтэй гэж тодорхойлогдсон байдаг (Гравис нар, 1974). Энэхүү зургаас хойш Монгол орны газар нутгийг бүхэлд нь хамарсан болон хэсэгчилсэн зургууд янз бүрийн масштабтай зохиогдож байсан боловч цэвдгийн өмнөд хилийг 1971 онд тогтоогдсоноор зураглаж байсан. 1971 оноос хойш зохиосон бүх зургууд нь уламжлалт аргаар буюу цэвдгийн температурын зүй тогтлыг ландшафт, геоморфологийн онцлогтой холбох замаар зурагласан бөгөөд Монгол орныг цэвдгийн тархалтаар нь үргэлжилсэн, тасалданги, алаг цоог, ховор алаг цоог, тохиолдлын, өнжмөл, улирлын хөлдөлтийн бүс гэж ангилсан байдаг. Ингэж хуваахдаа үргэлжилсэн тархалттай бүслүүрт >80%, тасалданги тархалттай бүслүүрт 40-80%, алаг цоог тархалттай бүслүүрт 5-40%, ховор алаг цоог тархалттай бүслүүрт 1-5%, тохиолдлын тархалттай бүслүүрт <1% цэвдгийн тархалттай гэж тус тус ангилсан байдаг (Гравис нар, 1974; Зураг 3.1.2).




**Зураг 3.1.2.** *Монгол орны цэвдгийн тархалтын зураг, 1971 он.*

Байгаль орчин, ногоон хөгжил, аялал жуулчлалын яамны Ногоон хөгжлийн бодлого, стратеги төлөвлөлтийн газрын захиалгаар НҮБХХ-ийн "Экосистемд түшиглэсэн дасан зохицох арга хэмжээг уур амьсгалын өөрчлөлтөд өндөр эрсдэлтэй голуудын сав газарт хэрэгжүүлэх нь" төслийн санхүүжилтээр 2014-2015 оны хооронд цэвдгийн тархалтын загварчлалын TTOP (temperature on top of permafrost) аргазүйг ашиглан 1:1000000 масштабтай Монгол орны цэвдгийн тархалтын зургийг зохиосон (Зураг 3.1.3).

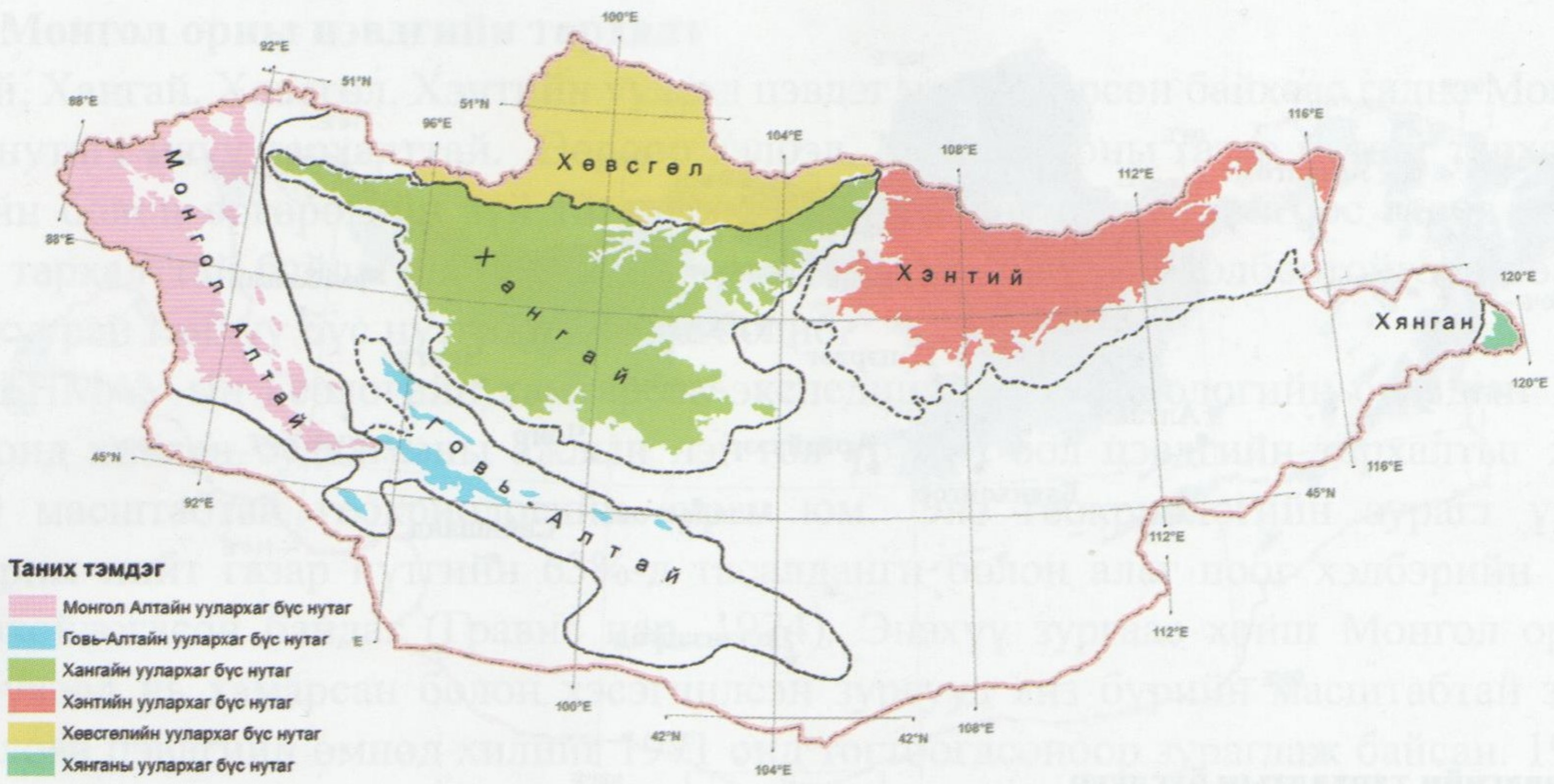



**Зураг 3.1.3.** *Монгол орны цэвдгийн тархалтын зураг, 2016 он.*

Уг зурагт үзүүлсэнээр Монгол орны газар нутгийг дотор нь үргэлжилсэн, тасалданги, алаг цоог, тохиолдлын, улирлын хөлдөлтийн бүс гэж ангилсан байна. Энэ шинэчилсэн зурагт цэвдэг нь тасалданги, алаг цоог хэлбэртэйгээр Монгол орны нийт газар нутгийн 29.3%-д тархаж буйг тодорхойлсон. Үргэлжилсэн тархалттай бүслүүрт улирлын гэсэлтийн гүн дэх жилийн дундаж температур буюу цэвдгийн дээд хилийн жилийн дундаж температур нь -2°C-ээс бага, тасалданги тархалттай бүслүүрт энэ температур нь -2°C ба -1°C хооронд, алаг цоог тархалттай бүслүүрт -1°C ба 0°C хооронд, тохиолдлын тархалттай бүслүүрт 0°C ба +1°C хооронд тус тус байдаг бол улирлын хөлдөлтийн бүсэд улирлын хөлдөлтийн гүн дэх жилийн дундаж температур нь +1°C-ээс дээш гэж ангилсан (Зураг 3.1.3).

Монгол орны цэвдэг нь Дорнод Сибирийн цэвдэгт бүс нутгийн өмнөд захад оршдог бөгөөд тэг хэмд ойрхон хасах температуртай. Тэг хэмд ойрхон хасах температуртай уулархаг хуурай гандуу бүс нутгийн цэвдэг нь дулаарахаас гадна гэсэж үгүй болдог онцлогтой (Жамбалжав нар, 2013). Монгол орны хойд бүс нутаг ба уулсын өндөрлөг хэсэгт үргэлжилсэн ба тасалданги тархалттай цэвдэгтэй бол Алтай, Хангай, Хөвсгөл, Хэнтийн уулсын бэл хормой, хөндий, хотост алаг цоог, тохиолдлын тархалттай байдаг (Жамбалжав нар, 2016).

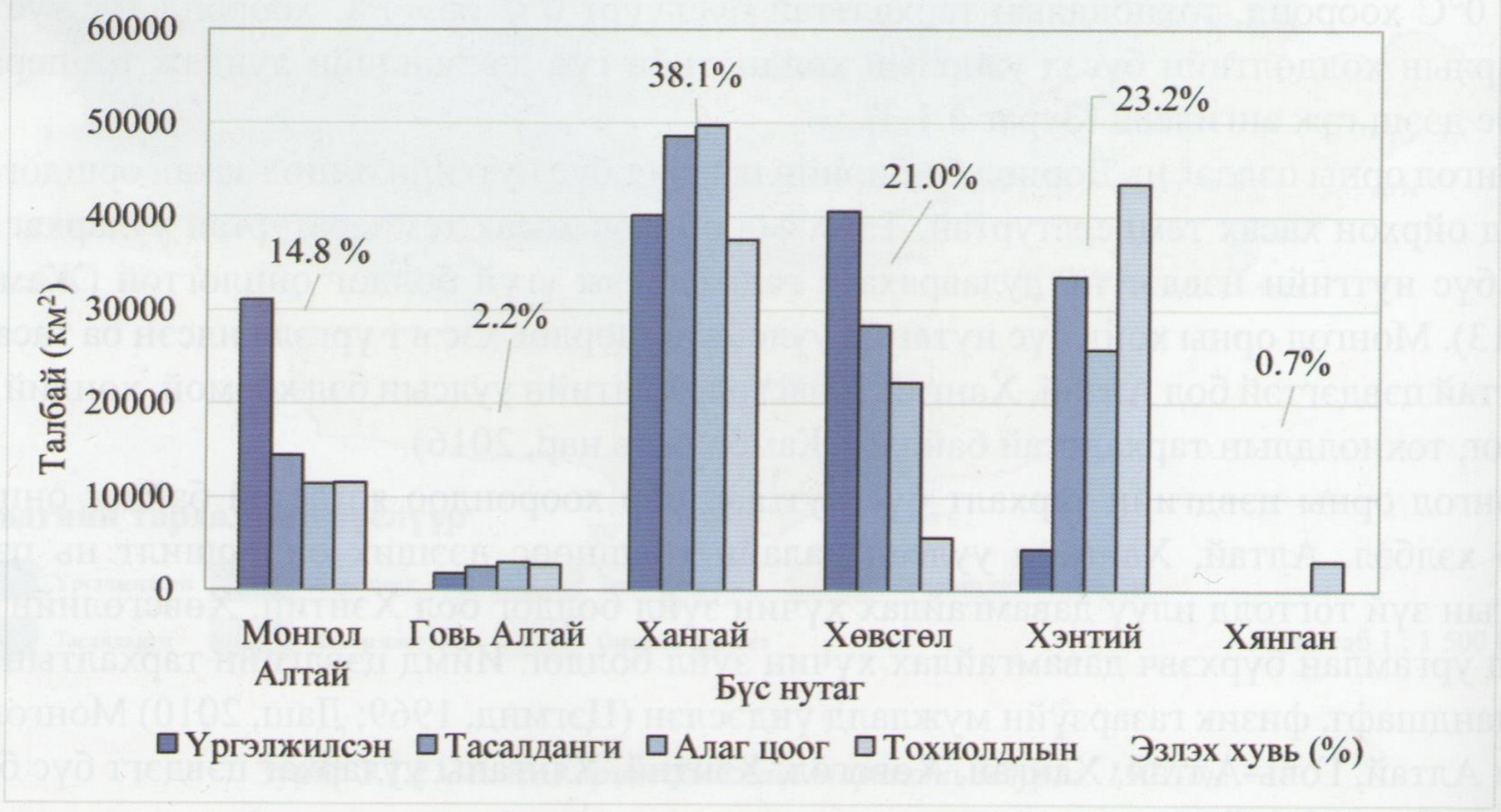
Монгол орны цэвдгийн тархалт бүс нутгаар өөр хоорондоо ялгаатай байдаг онцлогтой. Өөрөөр хэлбэл, Алтай, Хангайн уулсад далайн төвшнөөс дээших өндөршилт нь цэвдгийн тархалтын зүй тогтолд илүү давамгайлах хүчин зүйл болдог бол Хэнтий, Хөвсгөлийн уулсын системд ургамлан бүрхэвч давамгайлах хүчин зүйл болдог. Иймд цэвдгийн тархалтын онцлог болон ландшафт, физик газарзүйн мужлалд үндэслэн (Цэгмид, 1969; Даш, 2010) Монгол орныг Монгол Алтай, Говь-Алтай, Хангай, Хөвсгөл, Хэнтий, Хянганы уулархаг цэвдэгт бүс болгон 6 ангилжээ (Зураг 3.1.4).




**Зураг 3.1.4.** *Монгол орны цэвдэгт бүс нутгууд.*

Энд цэвдгийн тархалт түүний онцлогийн талаар аймгийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд бус дээр өгүүлсэн цэвдгийн бүсүүдийн хэмжээнд тодорхойлон бичсэн болно.

Хангай, Хөвсгөлийн уулсын өндөрлөг хэсэг болон өргөгдсөн өргөн уудам хөндий, хотгоруудад цэвдэг нь үргэлжилсэн тархалттай бол Монгол-Алтай, Говь-Алтайн нурууны зөвхөн өндөрлөг хэсэгт, Хэнтийн нурууны оройн таг хэсэгт цэвдэг үргэлжисэн тархалттай. Тэгвэл үргэлжилсэн тархалттай хэсгийг хормойлж тасалданги, алаг цоог, тохиолдлын тархалттай бүслүүрүүд оршино. Хангайн нурууны цэвдэгт мужид цэвдгийн эзлэх хувь хэмжээ хамгийн их бол Хянганы нуруу, Халх-Нөмрөгийн голд зөвхөн цэвдгийн тохиолдлын тархалттай (Зураг 3.1.5).




**Зураг 3.1.5.** *Уулархаг бүс нутгуудын цэвдгийн талбай, нийт цэвдэгт бүсэд эзлэх хэмжээ.*

Алтай, Хангай, Хөвсгөл, Хэнтийн уулархаг бүс нутагт цэвдэг нь төвлөрөн тархахаас гадна Монгол орны хойд бүс нутгаар цэвдэг илүү элбэг тархсан байдаг онцлогтой. Монгол улсын засаг захиргааны нэгжээр цэвдгийн тархалтыг авч үзвэл Хөвсгөл, Завхан, Архангай зэрэг аймгийн нутаг дэвсгэрт цэвдгийн тархах хувь хэмжээ илүү их бол Дорноговь, Өмнөговь, Дундговь, Говьсүмбэр, Сүхбаатар гэсэн говь, хээрийн бүсэд орших 5 аймгийн газар нутагт огт цэвдэггүй болно. Гэвч эдгээр аймгуудын газар нутаг улирлын хөлдөлттэй бүсэд оршино (Хүснэгт 3.1.2).

**Хүснэгт 3.1.2.** *Цэвдэг бүслүүрийн талбай, эзлэх хувь (аймгаар).*

| Засаг, захиргааны нэгж | Аймгийн нутаг дэвсгэр, км$^2$ | Цэвдэгт бүслүүрийн талбай, км$^2$ | Аймгийн нутагт эзлэх цэвдэгт бүслүүрийн хувь, % | Цэвдэгт бүслүүрийн нутагт эзлэх талбайн хэмжээ, % |
|---|---|---|---|---|
| Хөвсгөл | 100661.2 | 95839 | 95.2 | 20.7 |
| Завхан | 83315.0 | 52888 | 63.5 | 11.4 |
| Архангай | 55285.6 | 39957 | 72.3 | 8.6 |
| Хэнтий | 80891.5 | 39565 | 48.9 | 8.6 |
| Баян-Өлгий | 47121.2 | 38405 | 81.5 | 8.3 |
| Булган | 48722.0 | 30339 | 62.3 | 6.6 |
| Сэлэнгэ | 41258.9 | 30319 | 73.5 | 6.6 |
| Төв | 75227.4 | 26861 | 35.7 | 5.8 |
| Баянхонгор | 116114.2 | 26429 | 22.8 | 5.7 |
| Дорнод | 125266.2 | 19569 | 15.6 | 4.2 |
| Увс | 70891.3 | 18177 | 25.6 | 3.9 |
| Ховд | 77811.0 | 16360 | 21.0 | 3.5 |
| Говь-Алтай | 143341.4 | 13447 | 9.4 | 2.9 |
| Өвөрхангай | 62937.9 | 8908 | 14.2 | 1.9 |
| Улаанбаатар | 3960.7 | 3178 | 80.2 | 0.7 |
| Дархан-Уул | 3188.9 | 1351 | 42.4 | 0.3 |
| Орхон | 841.6 | 579 | 68.8 | 0.1 |
| Дорноговь | 109754.5 | - | - | - |
| Дундговь | 74678.6 | - | - | - |
| Говьсүмбэр | 5546.9 | - | - | - |
| Өмнөговь | 165185.6 | - | - | - |
| Сүхбаатар | 83164.8 | - | - | - |

## 3.2 МОНГОЛ ОРНЫ ЦЭВДГИЙН МОНИТОРИНГ СУДАЛГАА БА ӨӨРЧЛӨЛТ

Монгол орны хэмжээнд цэвдгийн мониторингийн хэмжилт суурин ажиглалтын станцууд 1960-1980 аад оны үед хэд хэдэн газарт төвлөрч хийж байсан боловч тогтвортой урт хугацаанд үргэлжилж чадаагүй байдаг. 1990-ээд оны сүүл үеэс цэвдэг судлаач Н.Шархүү цэвдгийн мониторинг судалгааг сэргээж хэд хэдэн газар эхлүүлж байсан. Харин 2008 оноос хойш ШУА-ийн Газарзүйн хүрээлэн, Ус, цаг уур, орчны судалгааны хүрээлэнд хэрэгжсэн гадаад, дотоодын төсөл хөтөлбөрийн хүрээнд Монгол орны нийт газар нутгийг хамарсан цэвдгийн мониторингийн цооногуудыг өрөмдөж тоноглосон. Эдгээр цооногуудын зарим нь 1970-1980 аад оны үеийн нэг удаагийн температурын хэмжилттэй бол ихэнх нь 2008-2010 оноос хойш тасралтгүй температурын хэмжилтийг хийж байна.

Монгол орны хэмжээнд Газарзүй-геоэкологийн хүрээлэн, Ус, цаг уур, орчны судалгааны хүрээлэн, судлаач Н.Шархүү зэрэг байгууллага, хувь хүний харъяалалд нийт 200 орчим цэгт цэвдгийн байнгын мониторинг хэмжилт хийж байна.

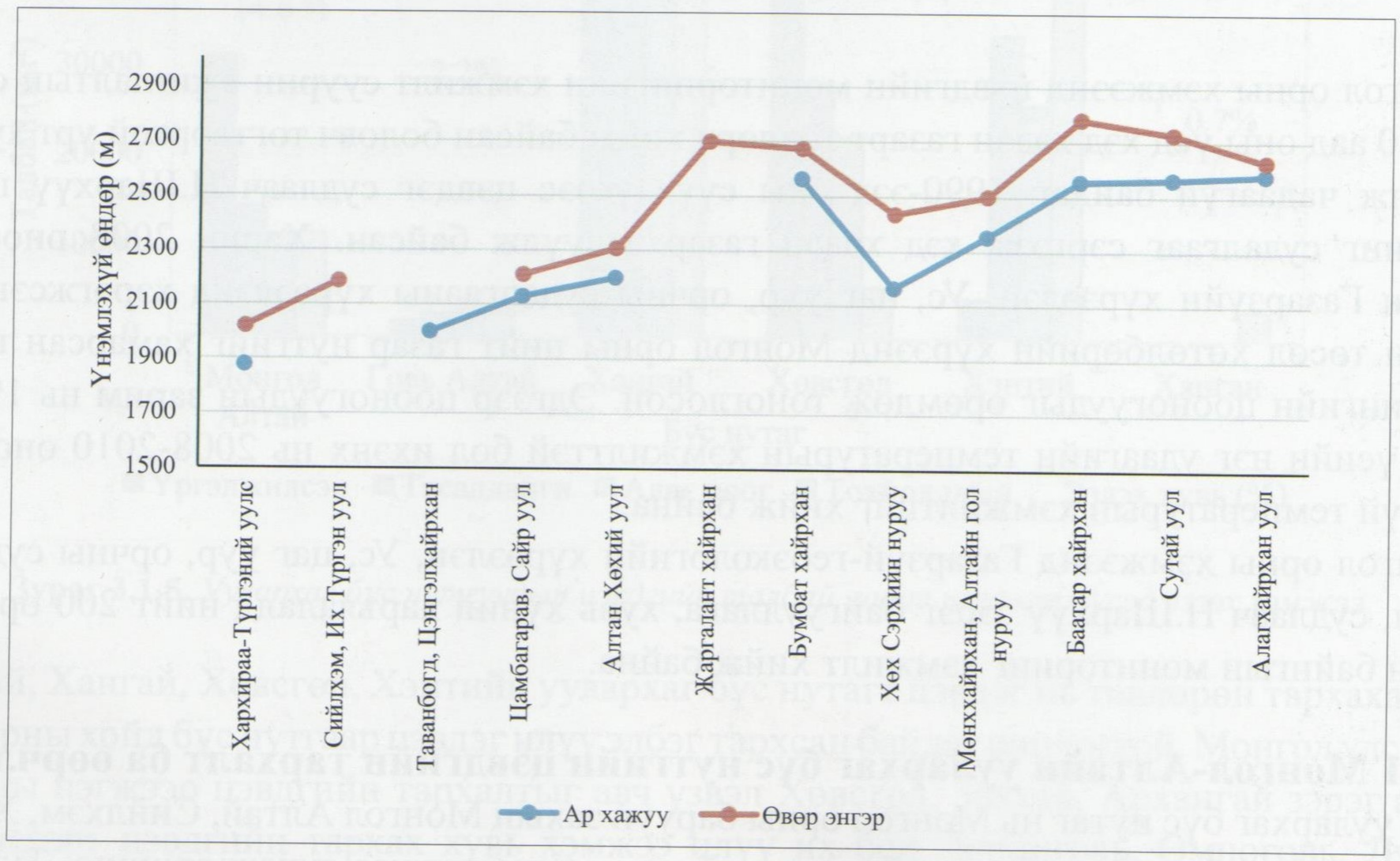
### 3.2.1 Монгол-Алтайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн тархалт ба өөрчлөлт

Энэ уулархаг бүс нутаг нь Монгол орны баруун захын Монгол Алтай, Сийлхэм, Хархираа, Түргэний уулсыг багтаадаг бөгөөд баруун хойноос зүүн урагшаа сунаж оршино. Түүний хил нь Увс нуурын хотгороос эхлэн Хяргас, Хар-Ус, Дөргөн, Хар нуурын хотгорыг хөндлөн огтолж,

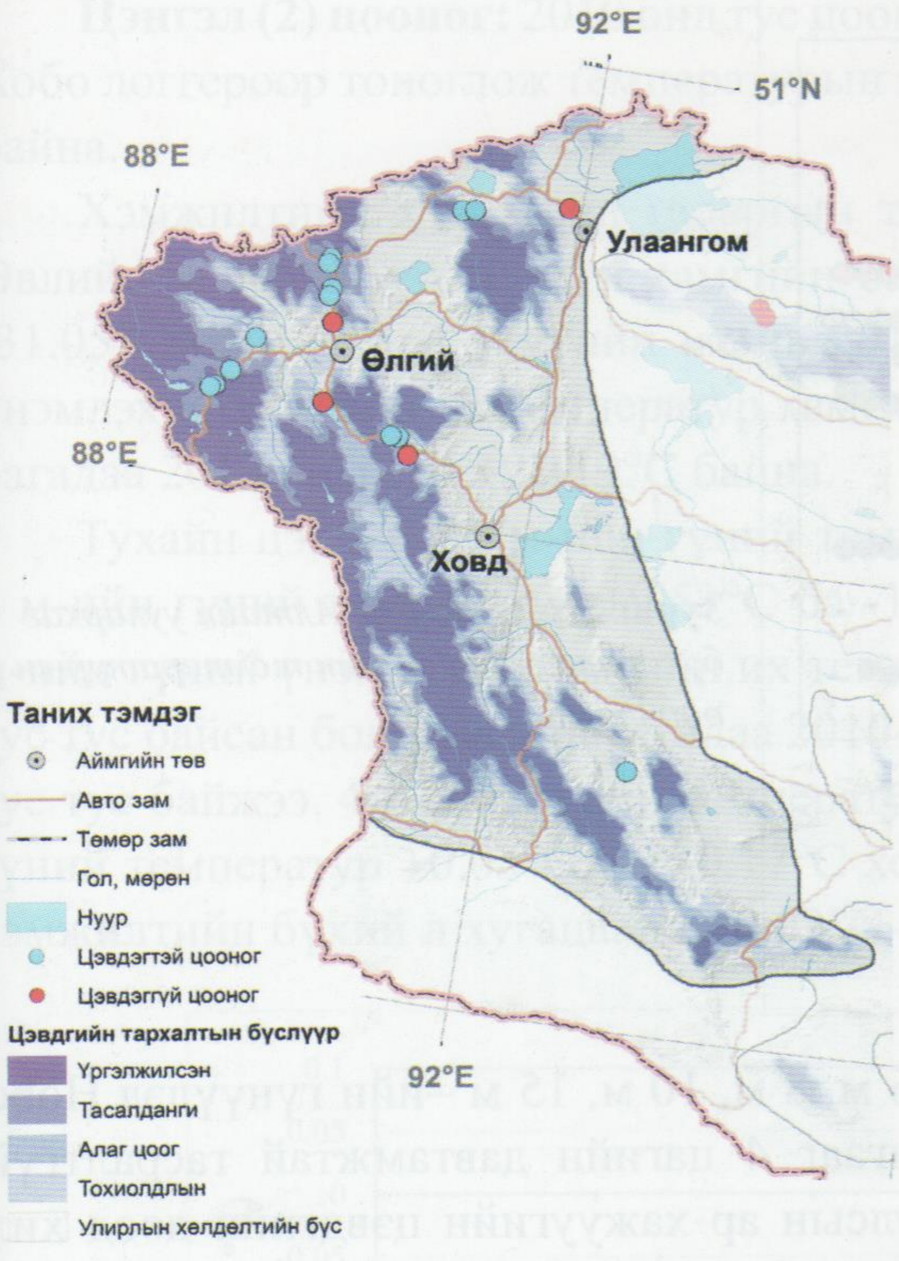
Дарвийн нурууны ар хормойгоор тойрч Шаргын хотгорыг дайран Алаг Хайрхан уулын өвөр бэлээр ороож Бодонч, Үенч голуудыг огтлон Булган голын урд талаар улсын хилд тулж очно.

Алтайн уулархаг мужид манай улсын Баян-Өлгий аймаг бүтнээрээ багтахаас гадна Увс аймгийн баруун хэсэг, Ховд, Говь-алтай аймгийн баруун хэсэг тус тус ордог. Тус бүс нутгийн уул нурууд Монгол орон дахь урагшаа тохойрсон хоёрдох эгнээ уулс хамаарахдаа ихэвчлэн баруун хойноос зүүн урагшаа сунаж оршино. Үндсэн нуруу нь энэ чиглэлээр зэрэгцэн нягт байрласан учраас салбар нурууд богинохон бөгөөд Хангай, Хэнтийн их мужийн шиг гол нуруудад перпендикуляр орших явдал бараг үзэгдэхгүй, гол төлөв өргөрөг дагаж салбарлана. Монгол Алтайд улсын хилийн дагуу гол нуруу оршино. Тэдгээрээс хамгийн өндөр нь гол нуруу (дундаж өндөр 3500 гаруй метр) бол бусад хоёр нуруу дараалан намсаж дундах нь 3000-аад метр, хамгийн хойдох нь 2500 орчим болно. Монгол Алтайн уулархаг бүс нутаг нь газарзүйн байрлал, уулзүйн тогтоц, уур амьсгалын нөлөөгөөр геокриологийн өвөрмөц, бусдаас ялгаатай орчин бүрэлдсэн байдаг. Харьцангуй нимгэн сэвсгэр хурдас, тачир ургамлан бүрхэвч нь тус бүс нутагт уулын онцлог шинжтэй цэвдэг бүрэлдэн тогтох бичил уур амьсгалын нөхцөл болдог. Өөрөөр хэлбэл тус уулсын системийн хэмжээнд цэвдэг үүсэн хөгжих, оршин тогтноход нөлөөлөх давамгайлах хүчин зүйлс нь далайн төвшнөөс дээш өргөгдсөн байдал болон зүг зовхис юм.

Монгол Алтайн уулархаг бүс нутаг нь газарзүйн байрлал, уулзүйн тогтоц, уур амьсгалын нөлөөгөөр геокриологийн өвөрмөц, бусдаас ялгаатай орчин бүрэлдсэн байдаг. Харьцангуй нимгэн сэвсгэр хурдас, тачир ургамлан бүрхэвч нь тус бүс нутагт уулын онцлог шинжтэй цэвдэг бүрэлдэн тогтох бичил уур амьсгалын нөхцөл болдог. Энэхүү бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн 14.8% ноогдох бөгөөд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэг 31158 км$^2$, тасалданги тархалттай цэвдэг 14462 км$^2$, алаг цоог тархалттай цэвдэг 11459 км$^2$, тохиолдлын тархалттай цэвдэг 11571 км$^2$ талбайг тус тус эзлэнэ (Зураг 3.2.2). Гадаргын өндөр болон зүг зовхис нь Монгол Алтайн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн тархалт, түүний доод хил оршин байх гол хүчин зүйлс болдог. Цэвдгийн тархалтын доод хил Хархираа-Түргэний уулсад 1850-2010 м, Алтай Таванбогд, Цамбагарав уулсад 2000-2220 м, Мөнххайрхан, Хөх Сэрхийн нуруунд 2160-2400 м, Сутай, Алаг хайрхан уулсад 2500-2700 метрийн өндөрт тус тус байна. Өөрөөр хэлбэл, хойноос урагшлах тутам цэвдгийн тархалтын доод хил өндөрсөж байгаа нь өндөр, өргөргийн зүй тогтол хүчтэй илэрдгийг харуулж байна (Зураг 3.2.1).




**Зураг 3.2.1.** *Монгол Алтайн уулсын цэвдгийн доод хилийн үнэмлэхүй өндөр (уулс тус бүрээр)*




**Зураг 3.2.2.** *Монгол Алтайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн тархалт.*

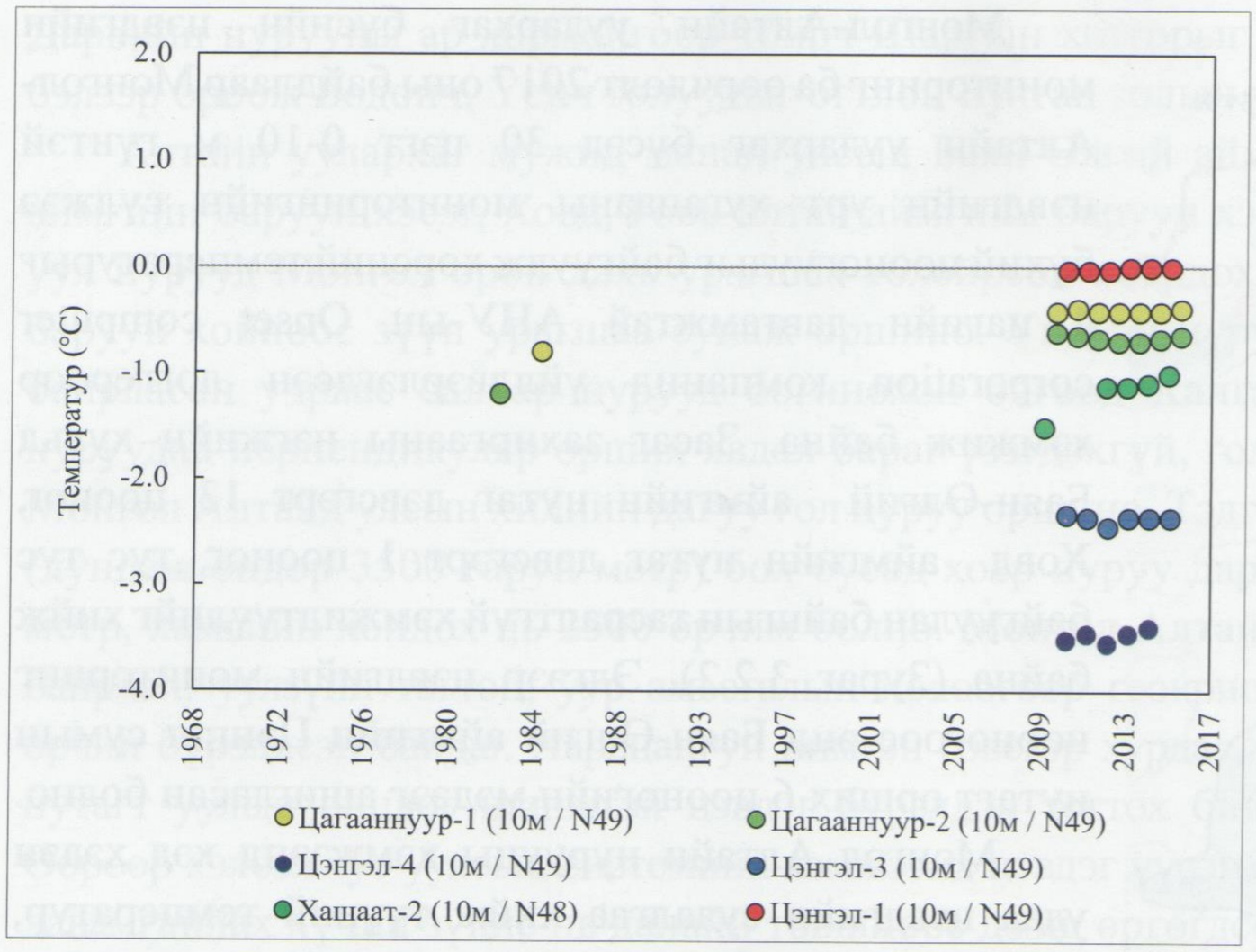
Монгол-Алтайн уулархаг бүсийн цэвдгийн мониторинг ба өөрчлөлт 2017 оны байдлаар Монгол-Алтайн уулархаг бүсэд 30 цэгт 0-10 м гүнтэй цэвдгийн урт хугацааны мониторингийн сүлжээ бүхий цооногуудыг байгуулж хөрсний температурыг 4 цагийн давтамжтай АНУ-ын Onset computer corporation компанид үйлдвэрлэгдсэн логгероор хэмжиж байна. Засаг захиргааны нэгжийн хувьд Баян-Өлгий аймгийн нутаг дэвсгэрт 13 цооног, Ховд аймгийн нутаг дэвсгэрт 1 цооног, тус тус байгуулан байнгын тасралтгүй хэмжилтүүдийг хийж байна (Зураг 3.2.2). Эдгээр цэвдгийн мониторинг цооногоос энд Баян-Өлгий аймгийн Цэнгэл сумын нутагт орших 6 цооногийн мэдээг ашигласан болно.

Монгол Алтайн нурууны хэмжээнд хэд хэдэн удаа цэвдгийн судалгаа хийж түүний температур, зузаан, тархалтын зүй тогтол зэргийг тодорхойлж байжээ. Баян-Өлгий аймгийн Ногооннуур сумын Цагааннуур тосгоны бүтээн байгуулалтын ажилтай холбоотойгоор цэвдгийн судалгаа хийж, температурын хэмжилт хийж байсан бол Асгатын орд газарт температурын хэмжилт хийж цэвдгийн зузааныг 364.5 м гэж тооцоолсон байдаг (Бат-Эрдэнэ, 1995).

Монгол Алтайн уулархаг бүс нутгийн хэмжээнд цэвдгийн мониторингийн 33 цэг байдаг бөгөөд эдгээрээс 10-15 м хүртэлх гүнтэй 6 цооногийн мэдээг энэхүү судалгаанд ашиглав. Үүнээс уулын өвөр энгэрийн бэл хормойд байрлах Цагааннуур-1 цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1985 онд -0.8°C, 2010 онд -0.42°C, 2011 онд -0.39°C, 2012 онд -0.42°C, 2013 онд -0.42°C, 2014 онд -0.42°C, 2015 онд -0.42°C, 2016 онд -0.39°C, 2017 онд -0.39°C, харин уулын ар хажуугийн Цагааннуур-2 цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1983 онд -1.2°C, 2010 онд -0.62°C, 2011 онд -0.64°C, 2012 онд -0.67°C, 2013 онд -0.70°C, 2014 онд -0.70°C, 2015 онд -0.67°C, 2016 онд -0.67°C, 2017 онд -0.51°C болж тус тус нэмэгдсэн байна. Баян-Өлгий аймгийн Толбо сумын нутаг дахь Хашаат-2 цооногийн 10 метрийн гүний температур 2009 онд -1.51°C, 2012 онд -1.12°C, 2013 онд -1.12°C, 2014 онд -1.1°C, 2015 онд -1.01°C, 2016 онд -1.07°C хэм болж өөрчлөгдсөн байна.

Баян-Өлгий аймгийн Цэнгэл сумын нутаг дахь Цэнгэл-1 цооногийн 10 м-ийн гүний температур 2010 онд -0.03°C, 2011 онд -0.03°C, 2012 онд -0.03°C, 2013 онд -0.004°C, 2014 онд -0.004°C, 2015 онд -0.004°C, 2016 онд +0.024°C болж өөрчлөгдсөн байна.Цэнгэл-3 цооногийн 10 м-ийн гүний температур 2010 онд -2.33°C, 2011 онд -2.36°C, 2012 онд -2.45°C, 2013 онд -2.36°C, 2014 онд -2.36°C, 2015 онд -2.36°C болж өөрчлөгдсөн байна. Цэнгэл-4 цооногийн 10 м-ийн гүний температур 2010 онд -3.50°C, 2011 онд -3.44°C, 2012 онд -3.53°C, 2013 онд -3.44°C, 2014 онд -3.39°C, 2016 онд -3.41°C болж өөрчлөгдсөн байна.

Эдгээр цооногийн цэвдгийн температурын урт хугацааны хандлагаас харахад 10 жил тутамд 0.15-0.18°C –ээр дулаарч байна. Цэвдгийн температурын өсөлт дулааны физикийн шинж чанараас хамаарахаас гадна тэг хэмд ойрхон байвал түүний өсөлтийн эрчим бага байна (Зураг 3.2.3). Тухайлбал, дулааны энерги нь түүнийг дулаацуулахаас гадна нууц дулаан шингээлтэд зарцуулагдана.



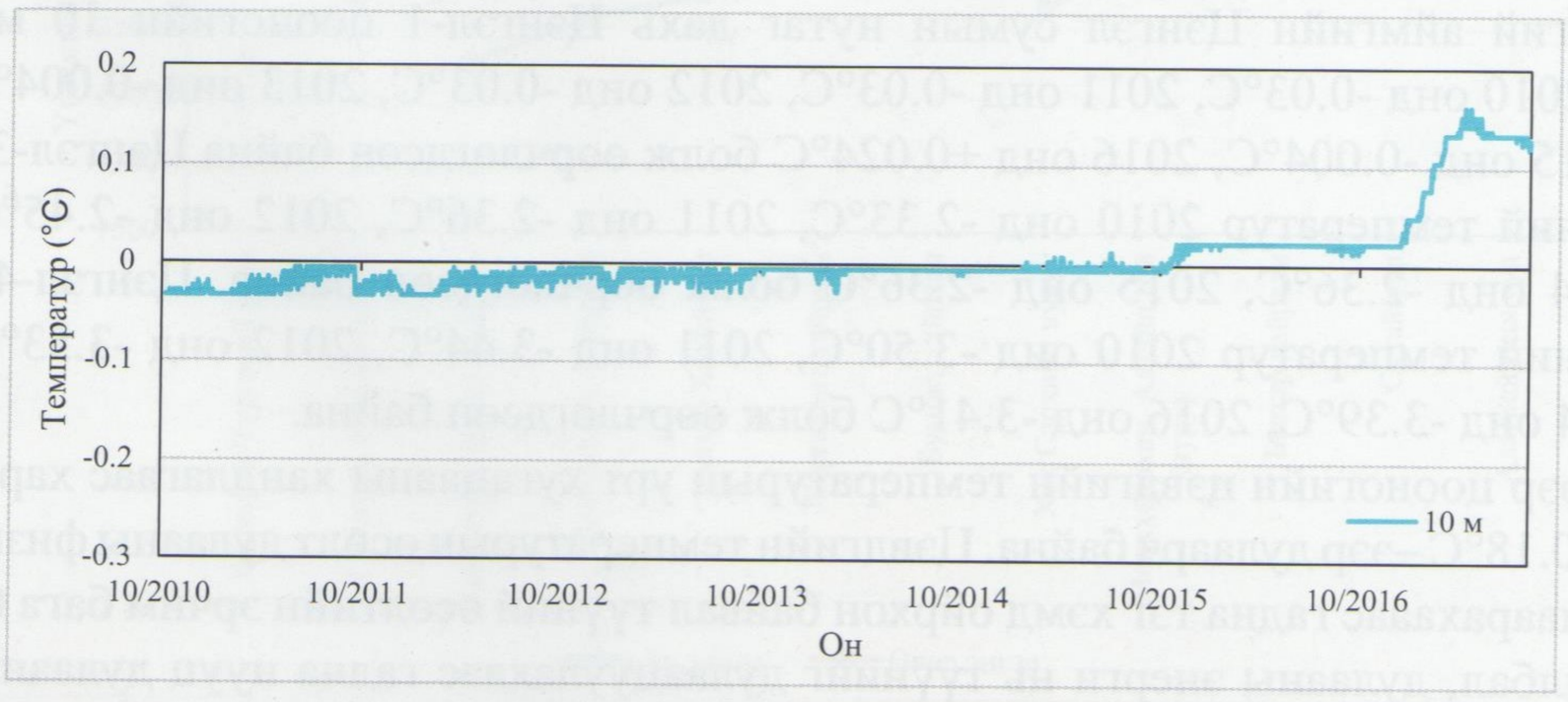

**Зураг 3.2.3.** *Монгол Алтайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн температурын өөрчлөлт.*

**Цэнгэл (1) цооног:** 2010 онд 0 м, 1 м, 2 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м, 15 м –ийн гүнүүдэд Hobo logger –оор тоноглож температурын хэмжилт судалгааг 4 цагийн давтамжтай тасралтгүй хэмжиж байна. Уг цэг нь Монгол-Алтайн бүсийн уулсын ар хажуугийн цэвдгийн доод хил илрэх өндрийн төвшинд оршино. Энд 6.2 – 10.2 м хооронд 4.0 м зузаантай цэвдэгтэй.

Хэмжилтийн хугацаанд гадаргын температур +28.45°C - -30.84°C хооронд хэлбэлзэнэ. Өвлийн улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур хамгийн багадаа 2010-2011оны өвөл –30.84°C байсан бол хамгийн их нь 2016-2017 оны өвөл -23.33°C байна.Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2015 оны зун +28.45°C байсан бол хамгийн багадаа 2011оны зун +25.31°C байна.

Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +11.55°C ба -12.23°C хооронд хэлбэлзэх бол 2 м-ийн гүний температур +6.48°C ба -5.76°C хооронд хэлбэлзэнэ. Дулааны улирлын 1 ба 2 м-ийн гүний үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2017 ба 2016 ондуудад +11.48°C ба +6.55°C тус тус байсан бол хамгийн багадаа 2011-2012 оны өвөл -12.23°C ба -5.76°C тус тус байжээ.

Түүнчлэн 4 м-ийн гүний температур -1.04°C ээс +3.2°C хооронд хэлбэлзэх бол 6 м-ийн гүний температур -0.12°C ээс +1.24°C хооронд хэлбэлзэнэ. 8м-ийн гүний температур 2010 оноос хойших бүхий л хугацаанд -0.08°C байсан байна. Харин 15м-ийн гүний температур хэмжилтийн бүхий л хугацаанд +0.22°C-ээс +0.33°C хооронд оршино (Зураг 3.2.4).

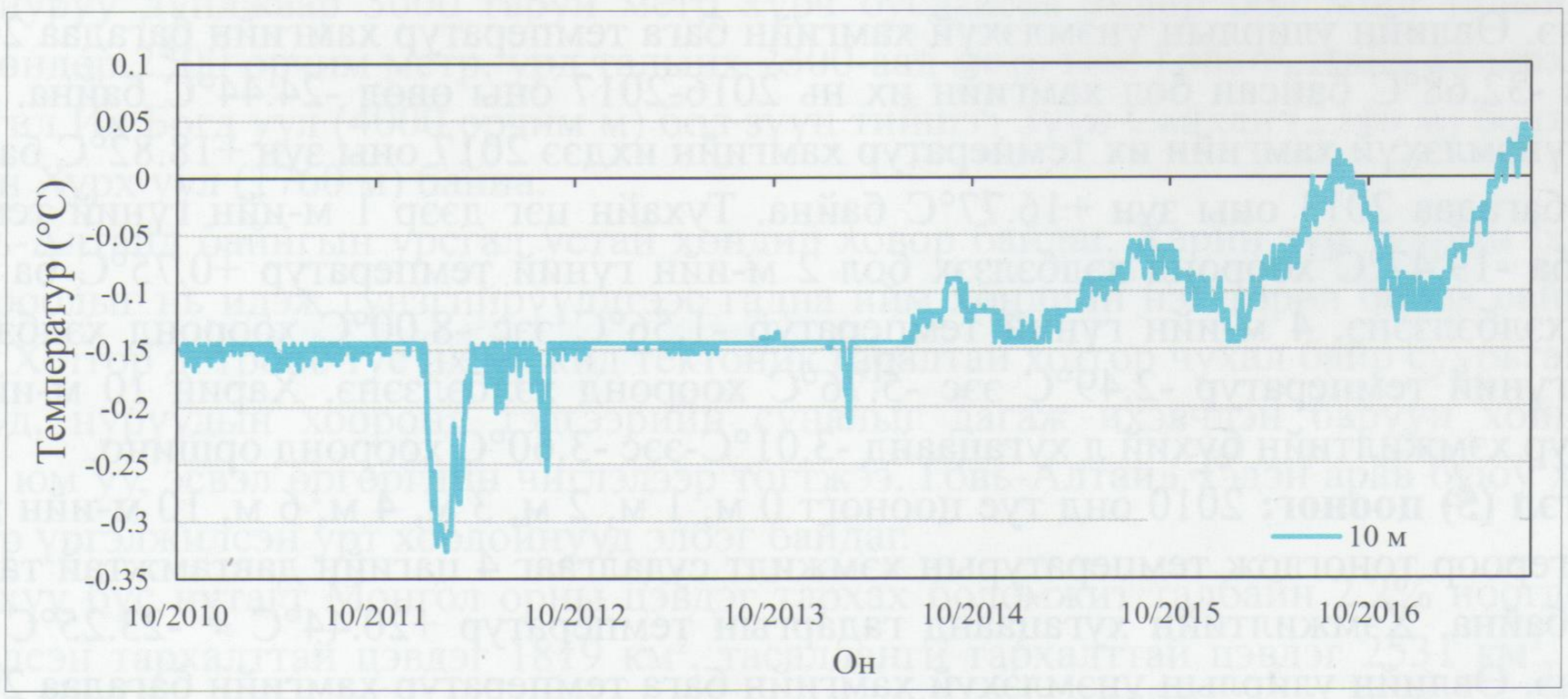



**Зураг 3.2.4.** *"Цэнгэл 1" цооногийн 2010 - 2017 оны 10 м гүний температур.*

**Цэнгэл (2) цооног:** 2010 онд тус цооногийг 0 м, 1 м, 2 м, 3 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м-ийн гүнүүдэд Хобо логгероор тоноглож температурын хэмжилтийг 4 цагийн давтамжтай тасралтгүй хэмжиж байна.

Хэмжилтийн хугацаанд гадаргын температур +26.39°C - -31.05°C хооронд хэлбэлзэнэ. Өвлийн улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур хамгийн багадаа 2011-2012 оны өвөл -31.05°C байсан бол хамгийн их нь 2016-2017 оны өвөл -22.74°C байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2015 оны зун +26.39°C байсан бол хамгийн багадаа 2013 оны зун +21.19°C байна.

Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +13.81°C ба -14.98°C хооронд хэлбэлзэх бол 2 м-ийн гүний температур +9.53°C ба -10.25$^0$C хооронд хэлбэлзэнэ. Дулааны улирлын 1 ба 2 м-ийн гүний үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2015 онд +13.81°C ба +9.53°C тус тус байсан бол хамгийн багадаа 2010-2011 ба 2011-2012 онуудын өвөл -14.98°C ба -10.25°C тус тус байжээ. 4 м-ийн гүний температур -3.04°C ээс +3.75°C хооронд хэлбэлзэх бол 8 м-ийн гүний температур +0.03°C ээс -0.17°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 10м-ийн гүний температур хэмжилтийн бүхий л хугацаанд +0.02°C-ээс -0.33°C хооронд оршино (Зураг 3.2.5).



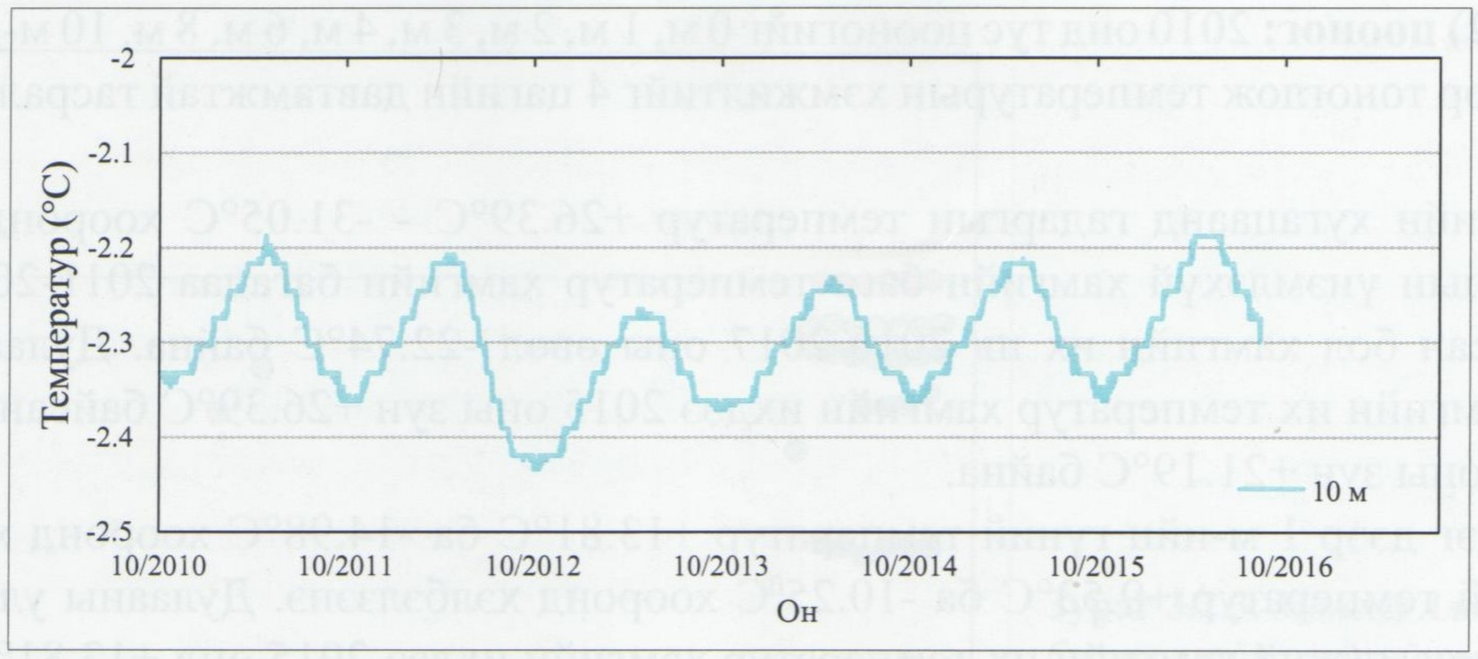

**Зураг 3.2.5.** *"Цэнгэл 2" цооногийн 2010- 2017 оны 10 м гүний температур.*

**Цэнгэл (3) цооног:** 2010 оноос тус цооногт 0 м, 1 м, 2 м, 3 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м-ийн гүнүүдэд Хобо логгероор тоноглож температурын хэмжилт судалгааг 4 цагийн давтамжтай тасралтгүй хэмжиж байна.

Хэмжилтийн хугацаанд гадаргын температур +23.44°C ÷ -29.15°C хооронд хэлбэлзэнэ. Өвлийн улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур хамгийн багадаа 2011-2012 оны өвөл -29.15°C байсан бол хамгийн их нь 2014-2015 оны өвөл -25.03°C байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2015 оны зун +23.44°C байсан бол хамгийн багадаа 2016 оны зун +20.51°C байна.

Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +10.73°C ба -16.91°C хооронд хэлбэлзэх бол 2 м-ийн гүний температур +6.64°C ба -11.82°C хооронд хэлбэлзэнэ. Дулааны улирлын 1 ба 2 м-ийн гүний үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2015 онд +10.73°C ба +6.64°C тус тус байсан бол хамгийн багадаа 2011-2012 онуудын өвөл -11.82°C ба -7.64°C тус тус байжээ.

4 м-ийн гүний температур -0.64°C ээс -5.01°C хооронд хэлбэлзэх бол 8 м-ийн гүний температур -2.06°C ээс -2.16°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 10 м-ийн гүний температур хэмжилтийн бүхий л хугацаанд -2.19°C-ээс -2.44°C хооронд оршино (Зураг 3.2.6).

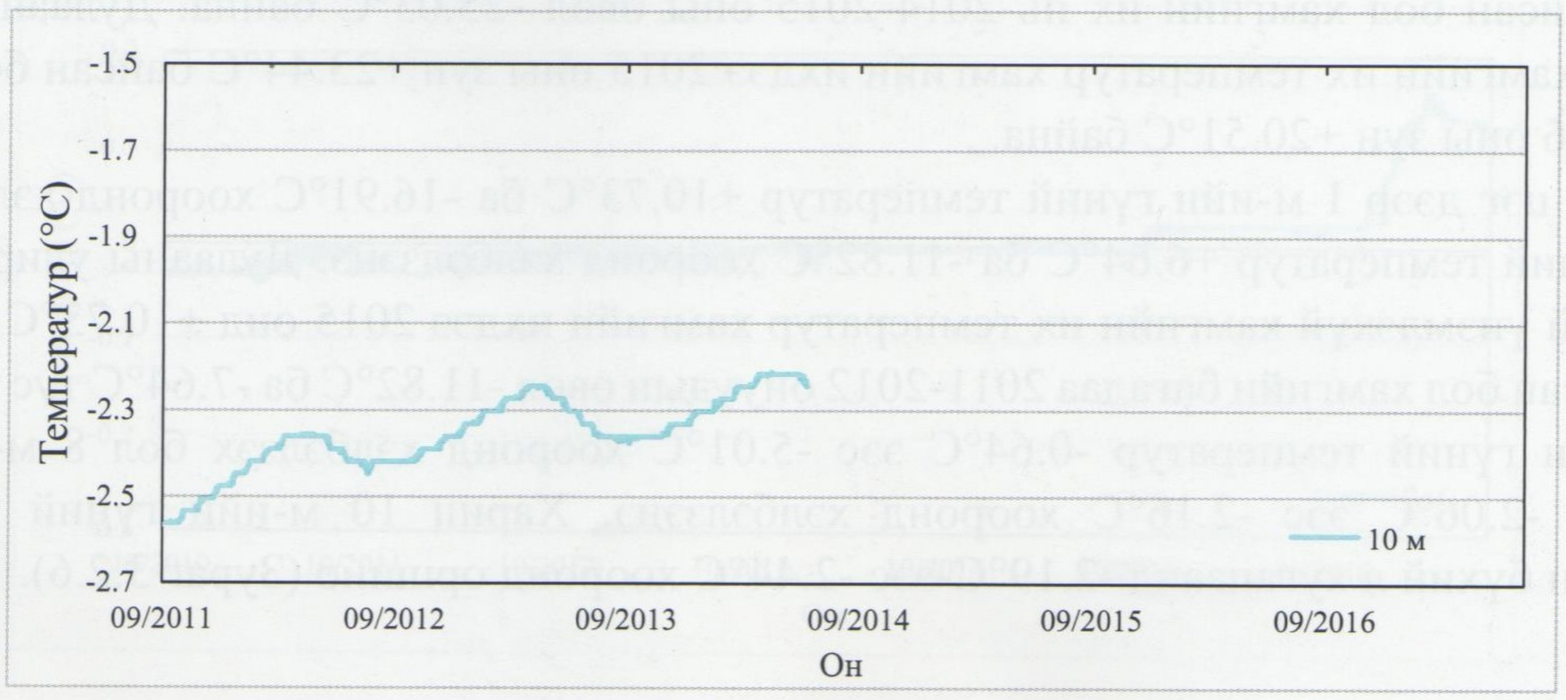



**Зураг 3.2.6.** *"Цэнгэл 3" цооногийн 2010- 2017 оны 10м гүний температур.*

**Цэнгэл (4) цооног:** 2010 онд тус цооногт 0 м, 1 м, 2 м, 3 м, 4 м, 6 м, 10 м, –ийн гүнүүдэд Хобо логгероор тоноглож температурын хэмжилт судалгааг 4 цагийн давтамжтай тасралтгүй хэмжиж байна. Хэмжилтийн хугацаанд гадаргын температур +19.19°C - -32.68°C хооронд хэлбэлзэнэ. Өвлийн улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур хамгийн багадаа 2011-2012 оны өвөл -32.68°C байсан бол хамгийн их нь 2016-2017 оны өвөл -24.44°C байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2017 оны зун +18.82°C байсан бол хамгийн багадаа 2013 оны зун +16.77°C байна. Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +7.52°C ба -19.47°C хооронд хэлбэлзэх бол 2 м-ийн гүний температур +0.75°C ба -12.21°C хооронд хэлбэлзэнэ. 4 м-ийн гүний температур -1.56°C ээс -8.00°C хооронд хэлбэлзэх бол 6 м-ийн гүний температур -2.49°C ээс -5.76°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 10 м-ийн гүний температур хэмжилтийн бүхий л хугацаанд -3.01°C-ээс -3.60°C хооронд оршино.

**Цэнгэл (5) цооног:** 2010 онд тус цооногт 0 м, 1 м, 2 м, 3 м, 4 м, 6 м, 10 м-ийн гүнүүдэд Хобо логгероор тоноглож температурын хэмжилт судалгааг 4 цагийн давтамжтай тасралтгүй хэмжиж байна. Хэмжилтийн хугацаанд гадаргын температур +20.44°C ÷ -23.25°C хооронд хэлбэлзэнэ. Өвлийн улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур хамгийн багадаа 2014-2015 оны өвөл -23.25°C байсан бол хамгийн их нь 2015-2016 оны өвөл -17.66°C байна.

Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2012 оны зун +20.44°C байсан бол хамгийн багадаа 2013 оны зун +17.40°C байна. Тухайн цэг дээр 2 м-ийн гүний температур +5.69°C ба -13.29°C хооронд хэлбэлзэх бол 3 м-ийн гүний температур +0.25$^0$C ба -6.48$^0$C хооронд хэлбэлзэнэ.4 м-ийн гүний температур -1.33°C ээс -4.08°C хооронд хэлбэлзэх бол 6 м-ийн гүний температур -1.92°C ээс -2.95°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 10 м-ийн гүний температур хэмжилтийн бүхий л хугацаанд -2.21°C-ээс -2.42°C хооронд оршино (Зураг 3.2.*7*).




**Зураг 3.2.7.** *"Цэнгэл 5" цооногийн 2010- 2014 оны 10 м гүний температур.*

### 3.2.2 Говь-Алтайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн тархалт ба өөрчлөлт

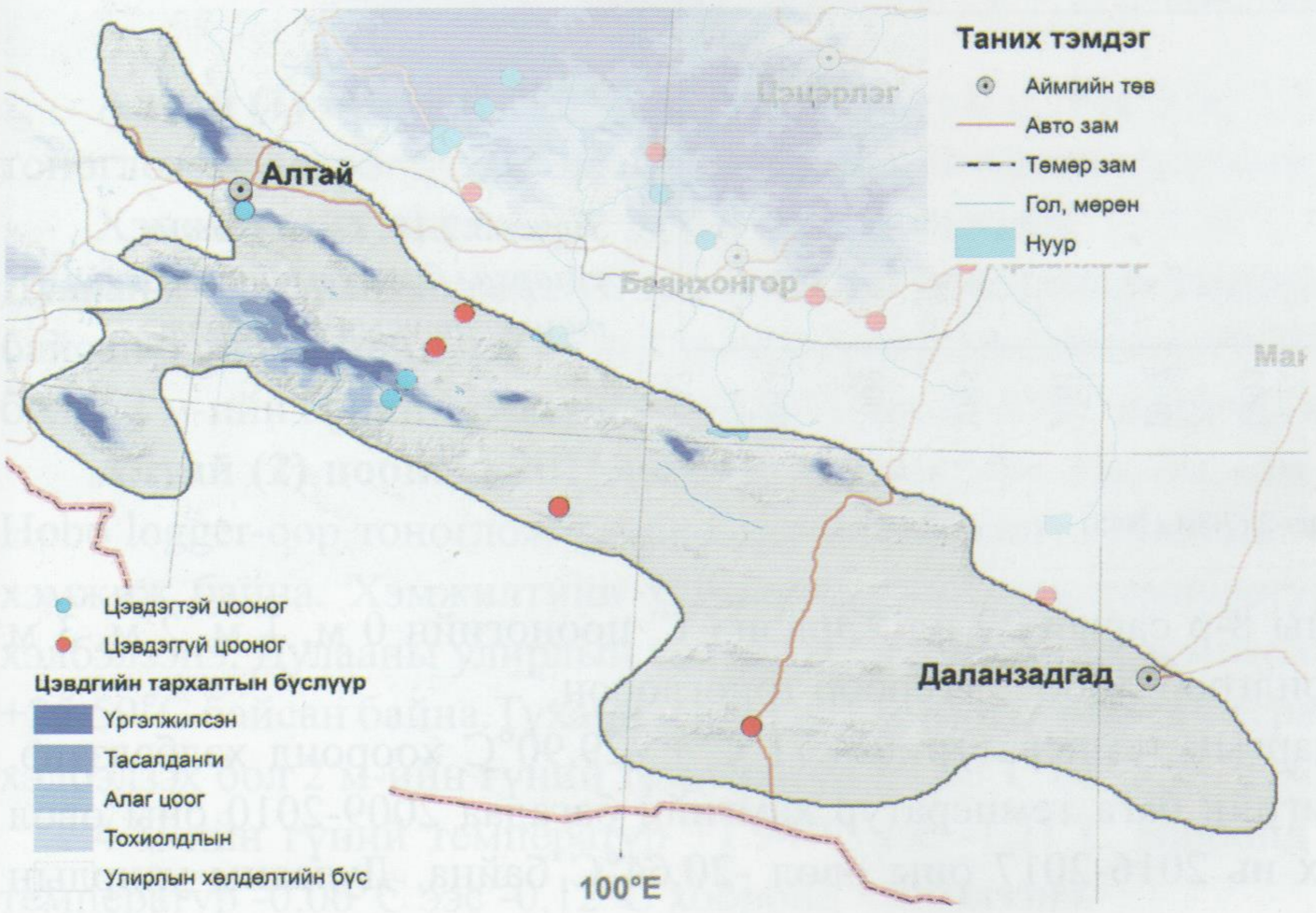
Говь-Алтайн уулархаг бүс нутаг нь газарзүйн байрлал, уулсын чиглэлийн хувьд Монгол Алтайн нурууны үргэлжлэл ба хуурай, гандуу бүс нутаг руу гүн түрж орсон учраас цэвдгийн нөхцөл нь хязгаарлагдмал шинжтэй бөгөөд өндөр уулсын оройгоор тархдаг.

Энэ уулархаг бүс нутаг нь тус орны баруун хэсгийн Хасагт хайрхан, Хантайширын нуруу, Гичгэний нуруу, Аж Богдын нуруу, Говь Гурван сайханы нурууг багтаадаг. Хамгийн том нь зүүн урагшаа салбарласан Хөвчийн нуруу, Аж Богдын нуруу хоёр болно. Эдгээр нурууд Алтайн өмнөх говь руу гүн түрж орсон байдаг. Баруун хойноос зүүн урагшаа сунаж оршино. Түүний хил нь Хасагт хайрхан уулын араас эхлэн зүүн урагш чиглэн Хантайширын нуруу, Баянцагааны нуруу, Говь-Алтайн хойд захын нурууны ар бэлийг барьсаар Хурхын усын зүүн талаар ороож урд захын нуруудын өвөр бэлийг дагаж баруун тийшээ аажмаар баруун хойшоо чиглэнэ. Алаг нуурын хотгорын баруун хойд зах хүрч зүүн хойш эргэн Шаргын говийг зүүн захаар тойрон Хасагт хайрхан уул хүрнэ.

Говь-Алтайн уулархаг мужид Говь-Алтай, Баянхонгор, Өвөрхангай, Өмнөговь аймгуудын дунд хэсэг тус тус ордог. Говь-Алтайд бол Гурван Богд, Гурван Сайханы уулсыг багтаасан дундах нуруу дунджаар 3000 гаруй метр хүрч бусдаасаа өндөр бол хойд талын нурууны дундаж өндөр 2500 орчим метр, урд талынх 2300-аад метр юм. Говь-Алтайн уулархаг бүсийн ноён оргил Их Богд уул (4000 орчим м) бол зүүн тийшээ Зүүн Сайхан (2346 м) болж бүр зүүн үзүүрийн Хурх уул (1760 м) байна.

Говь-Алтайд байнгын урсгал устай хөндий ховор байдаг. Харин түр зуурын борооны ус урсаж ёроолыг нь идэж гүнзгийрүүлдгээс гадна ийм хөндийн нэг төрөл болох сайрыг ихээр үүсгэнэ. Хотгор дотроос тус их мужид тектоник гаралтай хотгор чухал байр суурьтай. Тэдгээр хотгорууд, нуруудын хооронд тэдгээрийн суналыг дагаж ихэвчлэн баруун хойноос зүүн урагшаа юм уу, эсвэл өргөргийн чиглэлээр тогтжээ. Говь-Алтайд хэдэн арав буюу хэдэн зуун километр үргэлжилсэн урт хоолойнууд элбэг байдаг.

Энэхүү бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн 2.2% ноогдох бөгөөд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэг 1819 км$^2$, тасалданги тархалттай цэвдэг 2531 км$^2$, алаг цоог тархалттай цэвдэг 3032 км$^2$, тохиолдлын тархалттай цэвдэг 2784 км$^2$ талбайг тус тус эзлэнэ (Зураг 3.2.8). Гадаргын өндөр болон зүг зовхис нь Говь-Алтайн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн тархалт, түүний доод хил оршин байх гол хүчин зүйлс болдог бөгөөд цэвдгийн тархалтын доод хил Хантайшир, Гичгэний нуруунд 2400-2620 м, Их Богдын нуруунд 2550-2680 м, Аж Богдын нуруунд 2700-2800 метрийн өндөрт тус тус байна (Зураг 3.2.9).

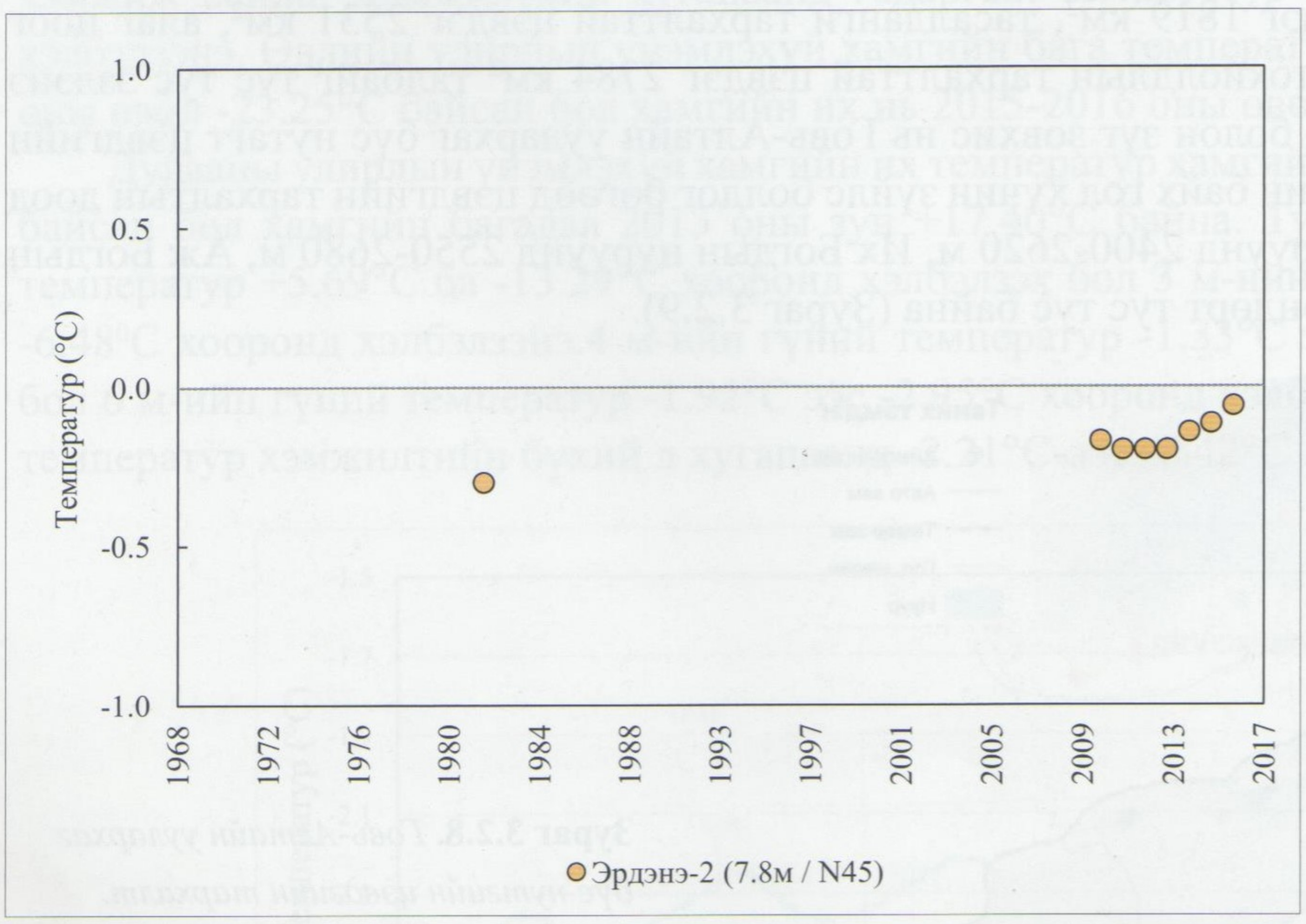



**Зураг 3.2.8.** *Говь-Алтайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн тархалт.*




**Зураг 3.2.9.** *Говь-Алтайн уулсын цэвдгийн доод хилийн үнэмлэхүй өндөр (уулс тус бүрээр)*

***Говь-Алтайн уулархаг бүсийн цэвдгийн мониторинг ба өөрчлөлт***. Энэхүү бүс нутагт цэвдгийн мониторингийн 8 цэг байдаг бөгөөд эдгээрээс Говь-Алтай аймгийн Эрдэнэ сумын хуучин төв орчимд байрлах цооногийн 7.8 метрийн гүний температур нь 1982 онд -0.3°C, 2010 онд -0.17°C, 2011 онд -0.19°C, 2012 онд -0.19°C, 2013 онд -0.19°C, 2014 онд -0.14°C, 2015 онд -0.11°C, 2016 онд -0.06°C, 2017 онд -0.004°C болж нэмэгдсэн байна. Энэ цооногийн температурын урт хугацааны хандлагаар 10 жил тутамд 0.036°C-ээр дулаарсан байна (Зураг 3.2.10). Говь-Алтайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн температур тэг хэмд ойрхон хэдий ч дулаарлын эрчим нь харьцангуй бага байна. Учир нь дулааны энерги нь түүнд агуулагдах мөсийг хайлуулахад зарцуулагдаж байгаатай холбоотой юм.




**Зураг 3.2.10.** *Говь-Алтайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн температурын өөрчлөлт.*

**Эрдэнэ (1) цооног:** 2009 оны 8-р сарын 29 нд "Эрдэнэ 1" цооногийн 0 м, 1 м, 2 м, 3 м гүнүүдэд температур хэмжих зорилгоор Хобо логгероор тоноглосон.

Хэмжилтийн хугацаанд гадаргын температур +24.71°C ÷ -29.90°C хооронд хэлбэлзэнэ. Өвлийн улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур хамгийн багадаа 2009-2010 оны өвөл -29.90°C байсан бол хамгийн их нь 2016-2017 оны өвөл -20.64°C байна. Дулааны улирлын

үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2010 оны зун +24.71°C байсан бол хамгийн багадаа 2014 оны зун +18.82°C байна.

Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +9.06°C ба -12.26°C хооронд хэлбэлзэх бол 2.3 м-ийн гүний температур +4.09°C ба -6.80°C хооронд хэлбэлзэнэ.

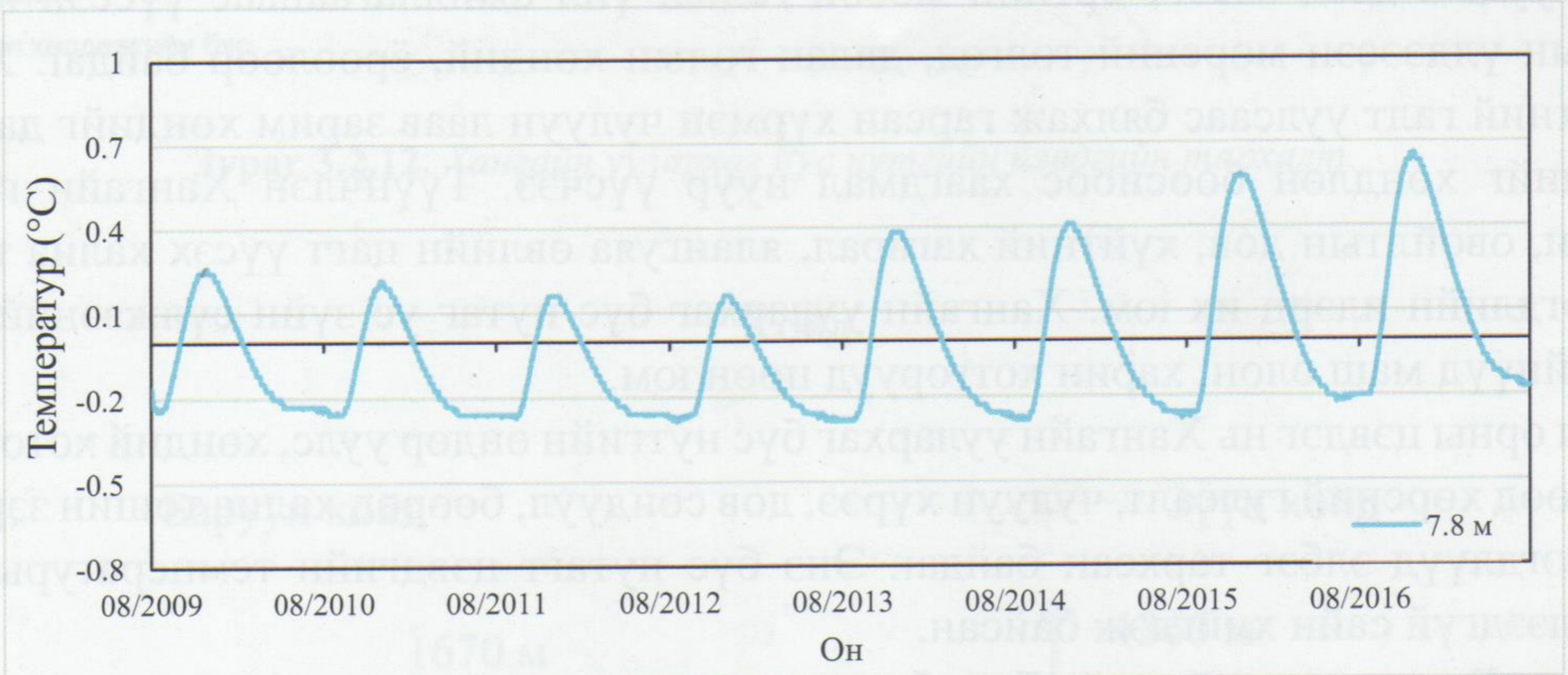
**Эрдэнэ (2) цооног:** 1980-аад оны сүүлчээр Эрдэнэ сумын хуучин төв цэвдгийн нөлөөнөөс болж нүүсэн. Энэ цооног нь Монгол нутаг, Дорнод Сибирт тархсан олон жилийн цэвдгийн өмнөд хилд хамгийн ойрхон байрладгаараа цэвдгийн ухралт алдарлын талаар хамгийн үнэн бодит мэдээлэл өгөх чухал ач холбогдолтой. 1982 оны 4-р сарын 29 нд цооногт температурын хэмжилт хийхэд цэвдэгтэй байжээ.

2009 оны 8-р сарын 29 нд "Эрдэнэ 2" цооногийн 0 м, 1 м, 2 м, 3 м, 4 м, 5 м, 6 м, 7.8 м гүнүүдэд температур хэмжих зорилгоор Хобо логгероор тоноглосон.

Хэмжилтийн хугацаанд гадаргын температур +25.14°C ÷ -25.06°C хооронд хэлбэлзэнэ. Өвлийн улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур хамгийн багадаа 2010-2011 оны өвөл -25.06°C байсан бол хамгийн их нь 2014-2015 оны өвөл -19.02°C байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2010 оны зун +25.14°C байсан бол хамгийн багадаа 2016 оны зун +20.15°C байна.

Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +12.86°C ба -13.03°C хооронд хэлбэлзэх бол 2 м-ийн гүний температур +8.15°C ба -8.06°C хооронд хэлбэлзэнэ.

4 м-ийн гүний температур +3.33°C ээс -1.19°C хооронд хэлбэлзэх бол 7.8 м-ийн гүний температур +0.66°C ээс -0.28°C хооронд хэлбэлзэнэ (Зураг 3.2.11).




**Зураг 3.2.11.** *"Эрдэнэ 2" цооногийн 2009- 2017 оны 7.8 м гүний температур.*

**Алтай (1) цооног:** 2015 онд тус цооногт 0 м, 3 м, 5 м, 7.2 м-ийн гүнүүдэд Хобо логгероор тоноглож температурын хэмжилт судалгааг 4 цагийн давтамжтай тасралтгүй хэмжиж байна.

Хэмжилтийн хугацаанд гадаргын температур +25.59°C ÷ -24.55°C хооронд хэлбэлзэнэ. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2017 оны зун +25.59°C байсан байна.Тухайн цэг дээр 3 м-ийн гүний температур +8.39°C ба -1.16°C хооронд хэлбэлзэх бол 7.2 м-ийн гүний температур +2.07°C ба +3.85°C хооронд хэлбэлзэнэ.

**Алтай (2) цооног:** 2015 онд тус цооногт 0м, 1м, 2м, 3м, 4м, 5м, 6м, 7.2 м-ийн гүнүүдэд Hobo logger-оор тоноглож температурын хэмжилт судалгааг 4 цагийн давтамжтай тасралтгүй хэмжиж байна. Хэмжилтийн хугацаанд гадаргын температур +25.59°C ÷ -24.55°C хооронд хэлбэлзэнэ. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2017 оны зун +25.59°C байсан байна.Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +11.20°C ба -9.75°C хооронд хэлбэлзэх бол 2 м-ийн гүний температур +7.20°C ба -5.99°C хооронд хэлбэлзэнэ.

4 м-ийн гүний температур +1.94°C ээс -1.21°C хооронд хэлбэлзэх бол 7.2 м-ийн гүний температур -0.06°C ээс -0.12°C хооронд хэлбэлзэнэ.

### 3.2.3 Хангайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн тархалт ба өөрчлөлт

Хангайн уулархаг бүс нутаг нь Монгол орны төв хэсгийг эзлэн ойт хээрийн бүсийг голчлон багтааж орших бөгөөд бусад бүс нутгуудаас хамгийн их талбайг эзэлдэг. Түүний хил зааг баруун ба өмнө хэсэгтээ их мужийн хилтэй нийлж хойд талдаа Хөвсгөлийн уулс болон улсын хил, зүүн талдаа Хэнтийн уулсын захаар гарна. Энэ бүсэд Хангайн нуруу, түүний салбар уулсаас гадна Сэлэнгэ Орхоны сав газрын уулс багтах учир гадарга нь нийтдээ уулархаг боловч уулс жигд өндөр биш буюу өөрөөр хэлбэл өндөр уулын зэрэгцээ бэсрэг ба нам уул, цав толгод тархана (Цэгмид, бусад 1969).

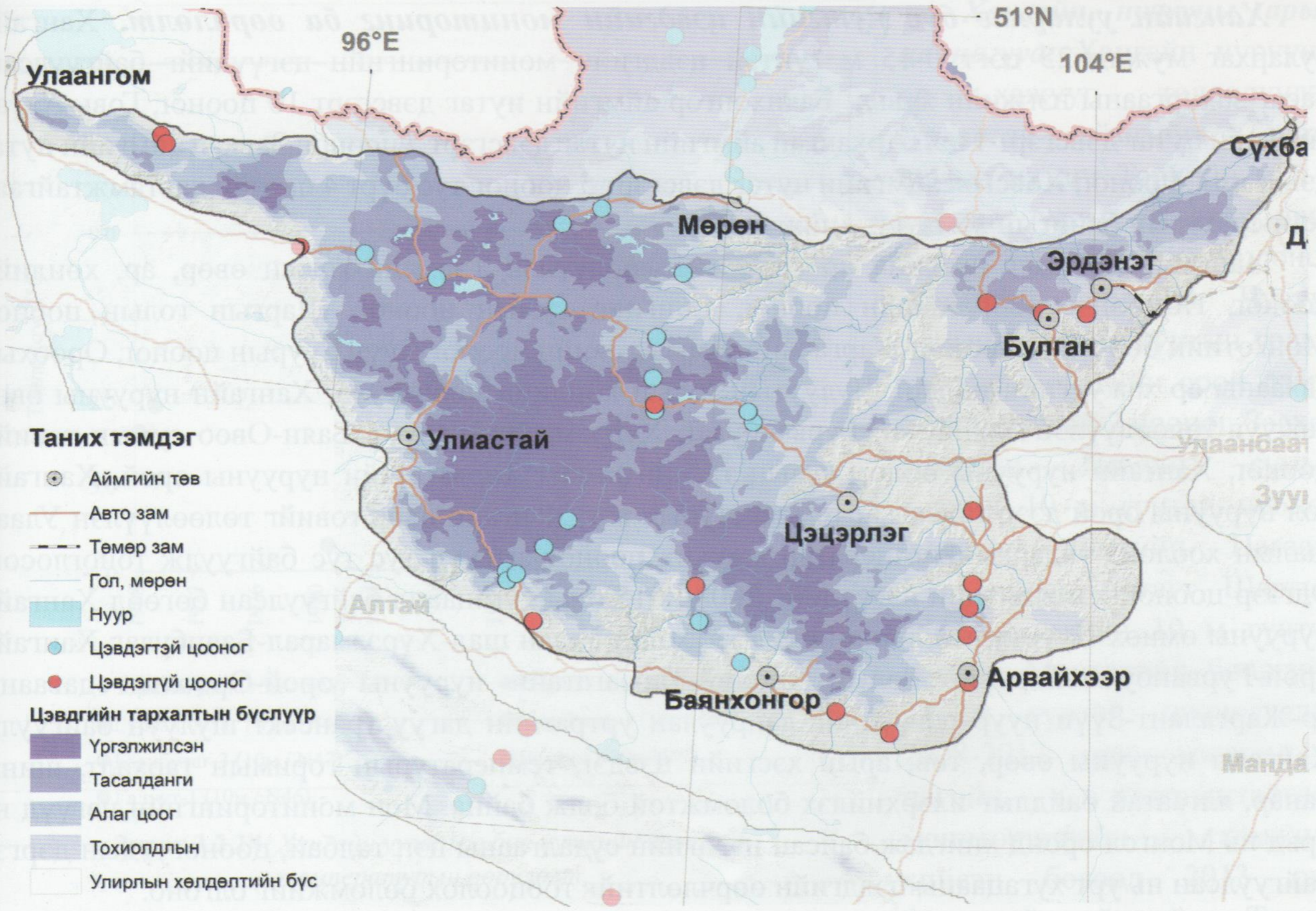
Хангайн гол нуруу баруун хойноос зүүн урагшаа сунаж тогтсон байхад, түүний зарим салбар Булнай, Тарвагатайн нурууд өргөргийн чиглэлтэй буюу гол нуруунд бараг перпендикуляр байрлалаар тогтсон ажээ. Хангайн уулархаг бүс нутаг нь Хангайн гол нуруу, түүний салбар уулс, Сэлэнгэ, Орхоны сав дахь бэсрэг уулс гэж хуваагдах ба тэдгээр нь тус тусдаа онцлог шинжтэй юм. Үнэмлэхүй өндөр нь дунджаар 3000 м орчим боловч зарим оргил далайн түвшнөөс дээш 3500-4000 метр хүрнэ. Хамгийн өндөр оргил нь Улиастай хотоос зүүн тийш орших мөнх цастай Отгонтэнгэр уул 4031 метр хүрдэг. Хангайн төв нурууны хяр нуруу нь ихэвчлэн хавтгай буюу бөмбөгөрдүү хэлбэртэй, зарим газарт өргөн талбай байдгаас үзвэл түүнийг эртний тэгш өндөрлөгийн үлдэгдэл гэж үзэж болно. Ийм хавтгай хяр дээр намаг балчиг, жижиг нуур хүртэл бий болжээ.

Төв нурууны дунд хэсэгт уулын хажуу эгц цавчим, хад чулуу элбэгтэй байдаг. Харин тал руугаа налуу болсоор нийт гадаргын байдал нь бэсрэг уулсын хэв шинжтэй болно. Эгц хажуунуудын дээд хэсэгт эртний мөсөн голын үйл ажиллагаанаас үүссэн хунх байдаг. Мөсөн голын үлдээсэн морений толгод, далан голын хөндий, ёроолоор байдаг. Хангайн гол нуруунд эртний галт уулсаас бялхаж гарсан хүрмэн чулуун лаав зарим хөндийг дагаж урссан, зарим хөндийг хөндлөн боосноос хаагдмал нуур үүсчээ. Түүнчлэн Хангайн гол нуруунд солифлюкци, овойлтын дов, хүйтний хагарал, ялангуяа өвлийн цагт үүсэх халиа тошин зэрэг криоген үзэгдлийн илэрц их юм. Хангайн уулархаг бүс нутаг ус зүйн сүлжээний нягт ихтэй учир хөндийнүүд маш олон, харин хотгорууд цөөн юм.

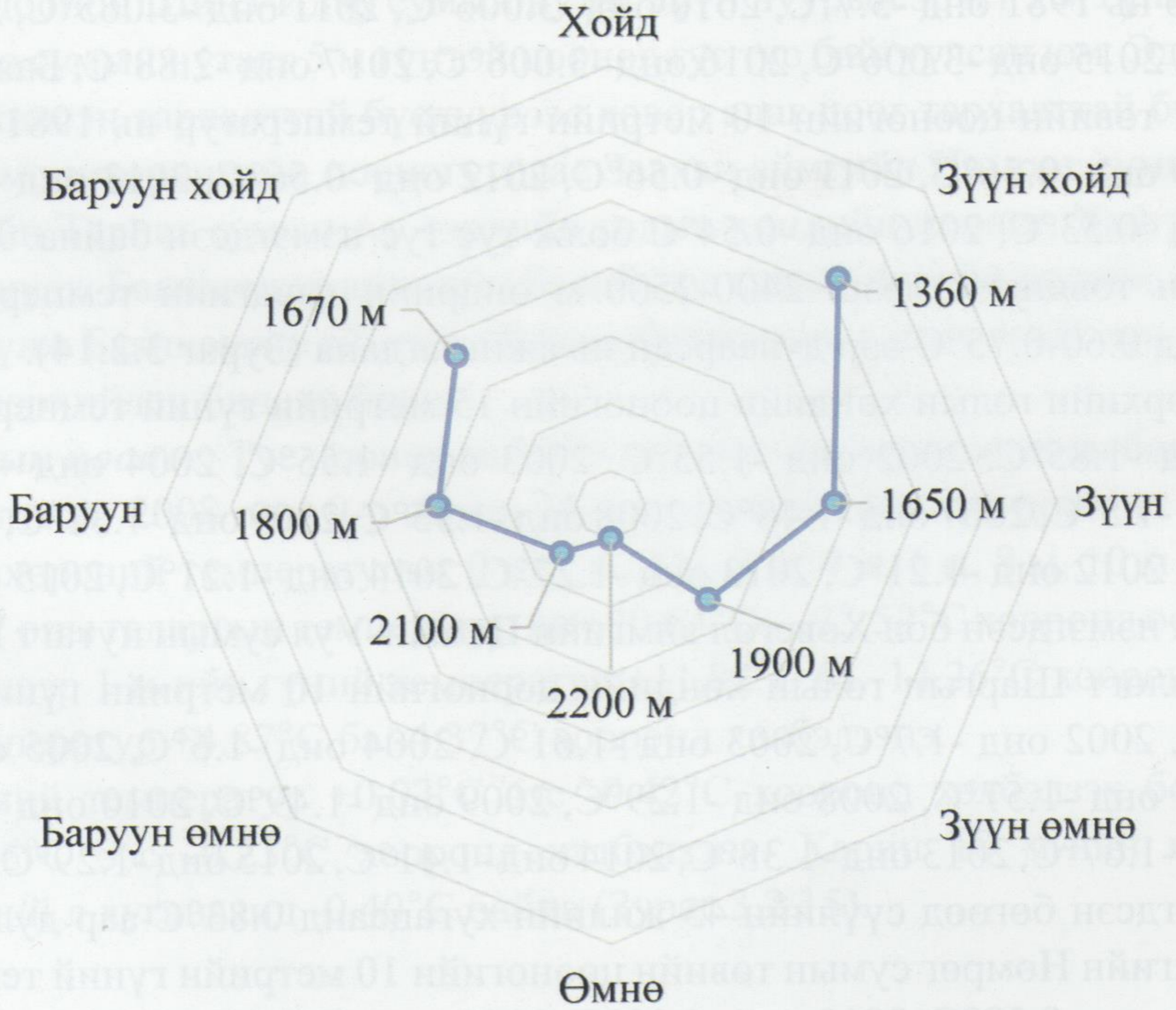
Монгол орны цэвдэг нь Хангайн уулархаг бүс нутгийн өндөр уулс, хөндий хотост төвлөрөн тархдаг бөгөөд хөрсний гулсалт, чулуун хүрээ, дов сондуул, бөөрөг, халиа тошин зэрэг хүйтний гаралтай үзэгдлүүд элбэг тархсан байдаг. Энэ бүс нутагт цэвдгийн температурын хэмжилт, судалгаа нэлээдгүй сайн хийгдэж байсан.

Жишээ нь Баянхонгор аймгийн Баянбулаг суманд цэвдгийн байнгын ажиглалт, хэмжилтийн станц ажиллаж байсан. Хангайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн зузааныг Баянхонгор аймгийн Гурванбулаг сумын орчимд 117 м (Бат-Эрдэнэ, 1995), Идэрийн голын хөндийд 25 м (Гравис нар, 1974), Хойд тэрхийн голын хөндийд 123 м (Шархүү, 2011 ) гэж тооцоо болон хэмжилтээр тодорхойлж байсан.

Энэ бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн 38.1% ноогдох бөгөөд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэг 40222 км$^2$, тасалданги тархалттай цэвдэг 48655 км$^2$, алаг цоог тархалттай цэвдэг 49809 км$^2$, тохиолдлын тархалттай цэвдэг 37525 км$^2$ талбайг тус тус эзэлнэ (Зураг 3.2.12). Монгол орны цэвдгийн тархалтын зурагт үзүүлснээр Хангайн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн тархалтын доод хил Хан Хөхийн нуруунд 1400-1900 м, Хангайн баруун хэсэгт 1800-2000 м, Хангайн өвөр хэсэгт 2000-2200 м, Хангайн зүүн хэсэг болон Орхон-Сэлэнгийн бэсрэг уулсад 1400-1800 метрийн өндөрт тус тус байна (Зураг 3.2.13).




**Зураг 3.2.12.** *Хангайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн тархалт.*



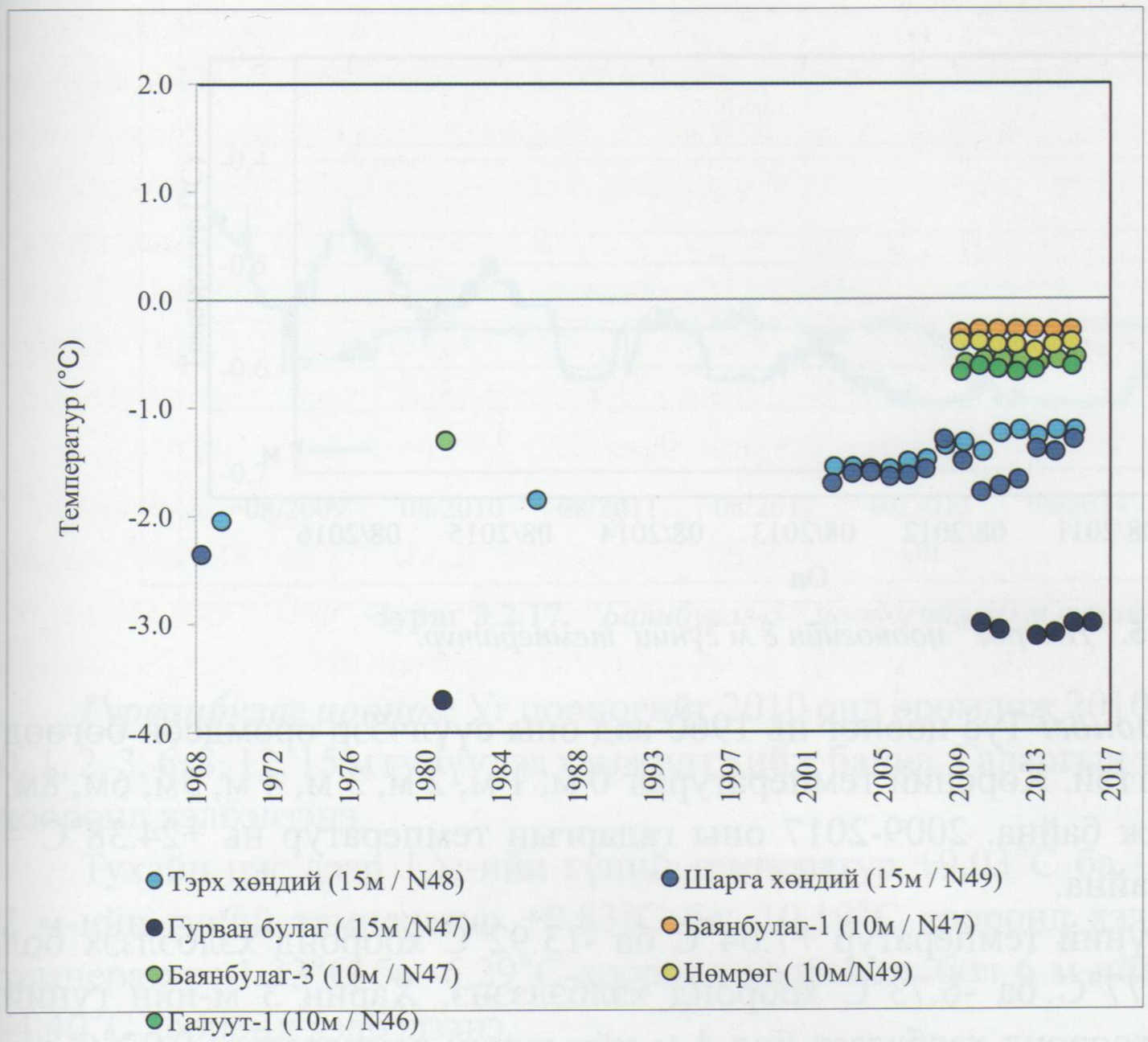

**Зураг 3.2.13.** *Хангай уулархаг нутгийн цэвдгийн доод хилийн үнэмлэхүй өндөр (зүг зовхисоор)*

***Хангайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн мониторинг ба өөрчлөлт.*** Хангайн уулархаг мужид 25 цэгт 0-15 м гүнтэй цэвдгийн мониторингийн цэгүүдийг байгуулсан. Засаг захиргааны нэгжийн хувьд Баянхонгор аймгийн нутаг дэвсгэрт 10 цооног, Говь-Алтай аймгийн нутаг дэвсгэрт 1 цэг, Архангай аймгийн нутаг дэвсгэрт 7 цооног, Завхан аймгийн нутаг дэвсгэрт 2 цооног, Хөвсгөл аймгийн нутаг дэвсгэрт 5 цооног тус бүрт 4 цагийн давтамжтайгаар температурын байнгын хэмжилт хийж байна.

Хангайн уулархаг нутгийн ар хажууг төлөөлүүлэн Тэрхийн голын өвөр, ар, хөндийн цооног, Нөмрөг сумын төвийн цооног, Сонгино сумын цооног, Шаргын голын цооног, Мөнгөтийн бөөргийн цооног, Жаргалант сумын төвийн цооног, Зүүн нуурын цооног, Ороохын дабааны ар хажуугийн цооног, Чулуутын голын хөндийн цооногууд, Хангайн нурууны өвөр хажууг төлөөлүүлэн Баянбулаг, Гурванбулаг, Хүрээмарал, Галуут, Баян-Овоо сумын төвийн цооног, Хангайн нурууны өндөр уулын тагийн хэсэгт Тарвагатайн нурууны орой, Хангайн гол нурууны орой дээр гадаргын температурын цэг, Хангайн өвөр говийг төлөөлүүлэн Улаан шалын хоолойд гадаргын температур хэмжих цооног, цэгүүд тус тус байгуулж тоноглосон. Эдгээр цооног, хэмжилтийн цэгүүдийг 2008-2015 оны хугацаанд байгуулсан бөгөөд Хангайн нурууны өмнөх Нууруудын хөндийн цэгээс хойш Улаан шал-Хүрээмарал-Баянбулаг-Хангайн орой-Гурванбулаг-Тэрхийн голын хөндий-Тарвагатайн нурууны орой-Ороохын дабааны ар-Жаргалант-Зүүн нуур цэгүүдийг дайруулан уртрагийн дагуу трансект шулуун байгуулж Хангайн нурууны өвөр, төв, арын хэсгийн цэвдэг, температурын горимын тархалт, шинж чанар, ялгаатай байдлыг илэрхийлэх боломжтой болж байна. Мөн мониторингийн цэгүүд нь урьд нь Монгол оронд хийгдэж байсан цэвдгийн судалгааны цэг, талбай, цооногуудын дэргэд байгуулсан нь урт хугацааны цэвдгийн өөрчлөлтийг тооцоолох боломжийг олгоно.

Хангайн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн мониторингийн 38 цэг байдаг бөгөөд эдгээрээс 7 цооногийн 10-15 м гүний температурын мэдээг боловсруулан энэхүү судалгаанд ашигласан. Баянхонгор аймгийн Гурванбулаг сумын төвд 2420 м өндөрт орших цооногийн 15 метрийн гүний температур нь 1981 онд -3.7°C, 2010 онд -3.006°C, 2011 онд -3.065°C, 2013 онд -3.12°C, 2014 онд -3.09°C, 2015 онд -3.006°C, 2016 онд -3.006°C, 2017 онд -2.88°C, Баянхонгор аймгийн Баянбулаг сумын төвийн цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1981 онд -1.3°C, 2009 онд -0.59°C, 2010 онд -0.56°C, 2011 онд -0.56°C, 2012 онд -0.56°C, 2013 онд -0.59°C, 2014 онд -0.56°C, 2015 онд -0.53°C, 2016 онд -0.54°C болж тус тус нэмэгдсэн байна. Хангайн нурууны өвөр талд далайн төвшнээс дээш 2400-2500 м өндрийн цэвдгийн температур сүүлийн 33 жилийн хугацаанд 0.60-0.75°C-ээр дулаарсан нь ажиглагдана (Зураг 3.2.14).

Мөн Хойд Тэрхийн голын хөндийн цооногийн 15 метрийн гүний температур нь 1969 онд -2.04°C, 1986 онд -1.85°C, 2002 онд -1.55°C, 2003 онд -1.55°C, 2004 онд -1.57°C, 2005 онд -1.57°C, 2006 онд -1.5°C, 2007 онд -1.48°C, 2008 онд -1.35°C, 2009 онд -1.32°C, 2010 онд -1.41°C, 2011 онд -1.24°C, 2012 онд -1.21°C, 2013 онд -1.27°C, 2014 онд -1.21°C, 2015 онд -1.21°C, 2016 онд -1.15°C болж нэмэгдсэн бол Хөвсгөл аймгийн Цагаан-Уул сумын нутагт Булнайн нурууны арын тэгш өндөрлөгт Шаргын голын хөндийн цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1968 онд -2.35°C, 2002 онд -1.7°C, 2003 онд -1.61°C, 2004 онд -1.6°C, 2005 онд -1.64°C, 2006 онд -1.63°C, 2007 онд -1.57°C, 2008 онд -1.29°C, 2009 онд -1.49°C, 2010 онд -1.78°C, 2011 онд -1.72°C, 2012 онд -1.67°C, 2013 онд -1.38°C, 2014 онд -1.41°C, 2015 онд -1.29°C, 2016 онд -1.29°C -ээр тус тус нэмэгдсэн бөгөөд сүүлийн 45 жилийн хугацаанд 0.83°C-аар дулаарсан (Шархүү, 2011). Завхан аймгийн Нөмрөг сумын төвийн цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1981 онд -0.75°C, 2009 онд -0.39°C, 2010 онд -0.39°C, 2011 онд -0.39°C, 2012 онд -0.39°C, 2013 онд -0.39°C 5, 2014 онд -0.39°C, 2015 онд -0.39°C, 2016 онд -0.36°C болж нэмэгдсэн байна. Хангайн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн температурын дулаарлын эрчим 10 жил тутамд 0.2°C, дулаан цэвдгийн (< -2.0°C) дулаарлын эрчим 0.1°C -ээр тус тус нэмэгдсэн байна (Зураг 3.2.14).



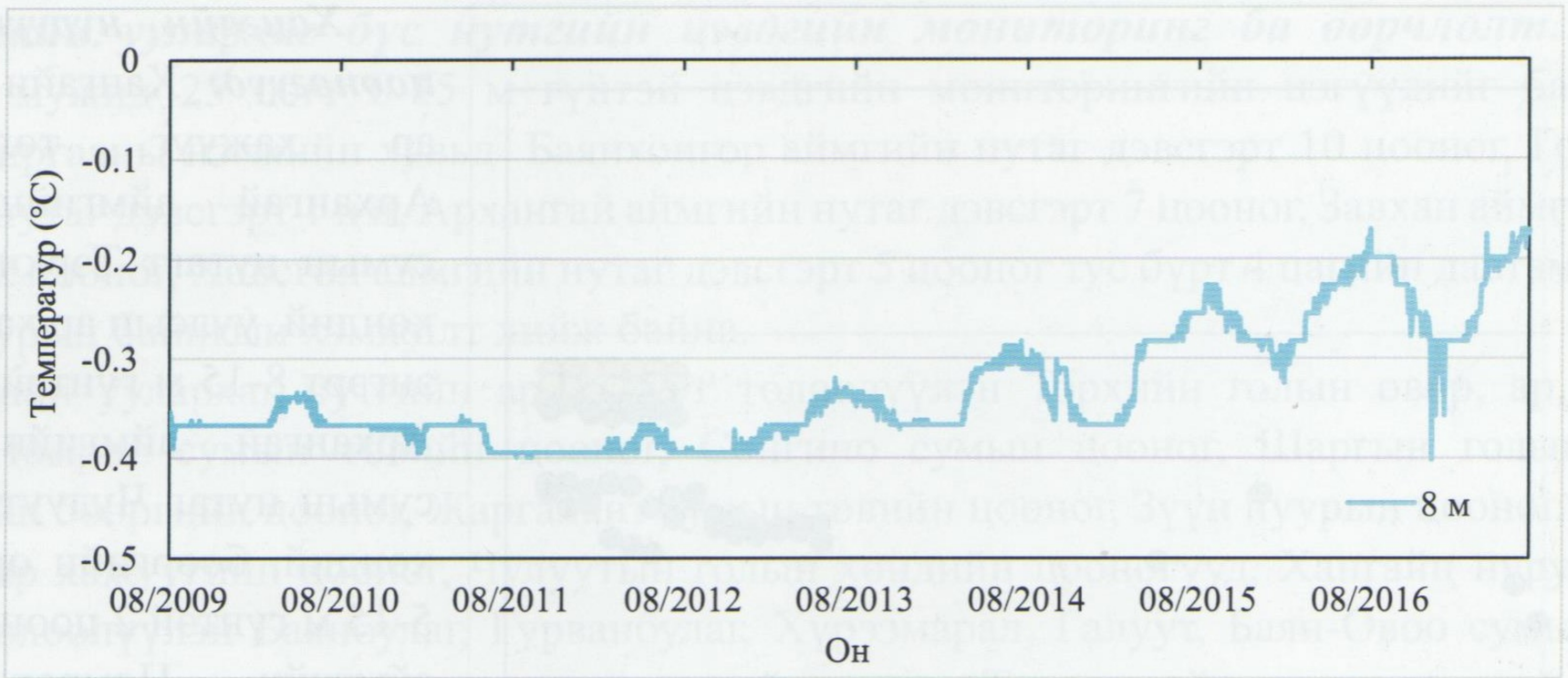

**Зураг 3.2.14.** *Хангайн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн температурын өөрчлөлт.*

***Хангайн нурууны арын цооногууд:*** Хангайн нурууны ар хажууг төлөөлүүлэн Архангай аймгийн Тариат сумын нутагт Тэрхийн голын хөндий, уулсын ар хажуу, өвөр энгэрт 8-15 м гүнтэй 3 цооног, Архангай аймгийн Чулуут сумын нутаг Чулуутын голын хөндий, бөөргийн орой дээрх 5-15 м гүнтэй 2 цооног, Завхан аймгийн Нөмрөг сумын төвийн 10 м гүнтэй цооног, Хөвсгөл аймгийн Цагаан-Уул сумын нутагт Шаргын голын хөндийн 10 м гүнтэй цооног, Мөнгөтийн бөөргийн 25 м гүнтэй цооногуудад 2008-2017 оны хооронд 4 цагийн давтамжтайгаар мониторингийн хэмжилт хийсэн бөгөөд 2013 онд Архангай аймгийн Тариат сумын нутаг Тарвагатайн нурууны орой дээр гадаргын температурын цэг, Хөвсгөл аймгийн Жаргалант сумын нутагт Ороохын дабааны ар хажууд 2 м гүнтэй цооног, Жаргалант сумын төвд 6 м гүнтэй цооног, Шинэ-Идэр сумын нутаг Зүүн нуурын эрэгт 3 м гүнтэй цооног, Завхан аймгийн Сонгино сумын нутагт 5 м гүнтэй цооног тус тус байгуулсан юм. Эдгээр цооногууд нь цэвдгийн үргэлжилсэн тархалттай бүслүүрээс ховор алаг цоог тархалттай бүслүүрийг хамран оршино. Эдгээр мониторингийн цооногуудаас Завхан аймгийн Нөмрөг сумын төвийн цооног, Архангай аймгийн Тариат сумын Ар тэрхийн голын хөндийн цооног, Хангайн нурууны өвөр энгэрийг төлөөлүүлж Баянхонгор аймгийн Баянбулаг сумын төвийн цооног, Хангайн өндөрлөг хэсгийг төлөөлүүлж Баянхонгор аймгийн Гурванбулаг сумын цооногийг тус тус температурын горим, явцаар илэрхийлэн бичсэн болно.

***Нөмрөг сумын цооног:*** Тус цооног нь 1980-аад оны үед өрөмдөгдсөн бөгөөд тэр үеийн нэг удаагийн хэмжилттэй. 2008 оны 9-р сарын 16-ны өрөмдлөгөөр тус цооногт цэвдэг 3.5 м гүнд илэрсэн бөгөөд хөрсний температурыг 0 м, 1 м, 2 м, 3 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м гүнүүдэд хэмжиж байна. 2009-2017 оны гадаргын температур нь +30.64°C - –33.52°C хооронд өөрчлөгдөж байсан.

Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +11.82°C ба -14.26°C хооронд хэлбэлзэх бол 2 м-ийн гүний температур +4.87°C ба -4.37°C хооронд хэлбэлзэнэ.

4 м-ийн гүний температур +0.02°C ээс -0.42°C хооронд хэлбэлзэх бол 6 м-ийн гүний температур -0.06°C ээс -0.23°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 10 м-ийн гүний температур хэмжилтийн бүхий л хугацаанд -0.40°C байна (Зураг 3.2.15).

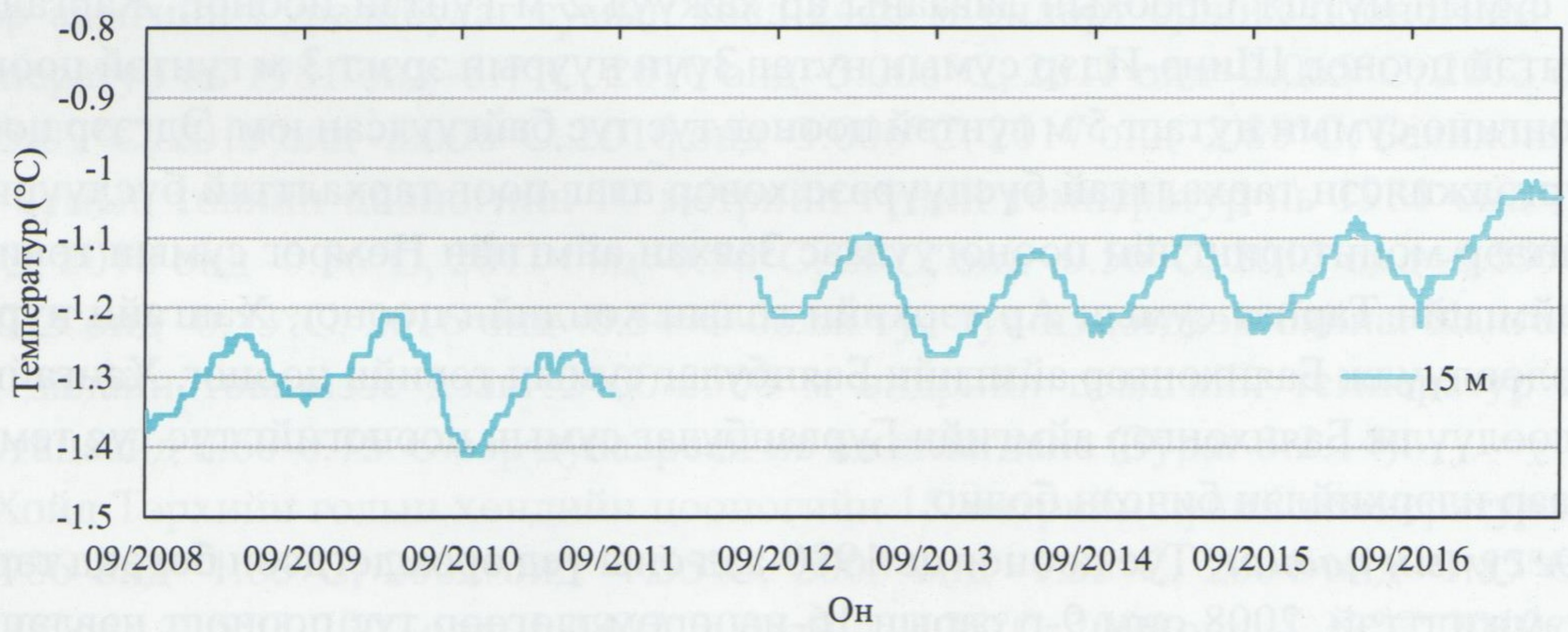



**Зураг 3.2.15.** *"Нөмрөг" цооногийн 8 м гүний температур.*

***Тэрхийн голын хөндийн цооног:*** Тус цооног нь 1960-аад оны сүүлчээр өрөмдсөн бөгөөд тэр үеийн нэг удаагийн хэмжилттэй. Хөрсний температурыг 0 м, 1 м, 2 м, 3 м, 4 м, 5м, 6м, 8м, 12м, 14м, 15м гүнүүдэд хэмжиж байна. 2009-2017 оны гадаргын температур нь +24.38°C – -31.33°C хооронд өөрчлөгдөж байна.

Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +7.64°C ба -13.92°C хооронд хэлбэлзэх бол 2 м-ийн гүний температур +0.77°C ба -6.73°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 3 м-ийн гүний температур -0.08°C ба -4.78°C хооронд хэлбэлзэх бол 4 м-ийн гүний температур -0.23°C ээс -3.70°C хооронд хэлбэлзэнэ.

6 м-ийн гүний температур -0.62°C ээс -2.51°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 15 м-ийн гүний температур хэмжилтийн бүхий л хугацаанд -1.18°C ба -1.41°C хооронд байна (Зураг 3.2.16).

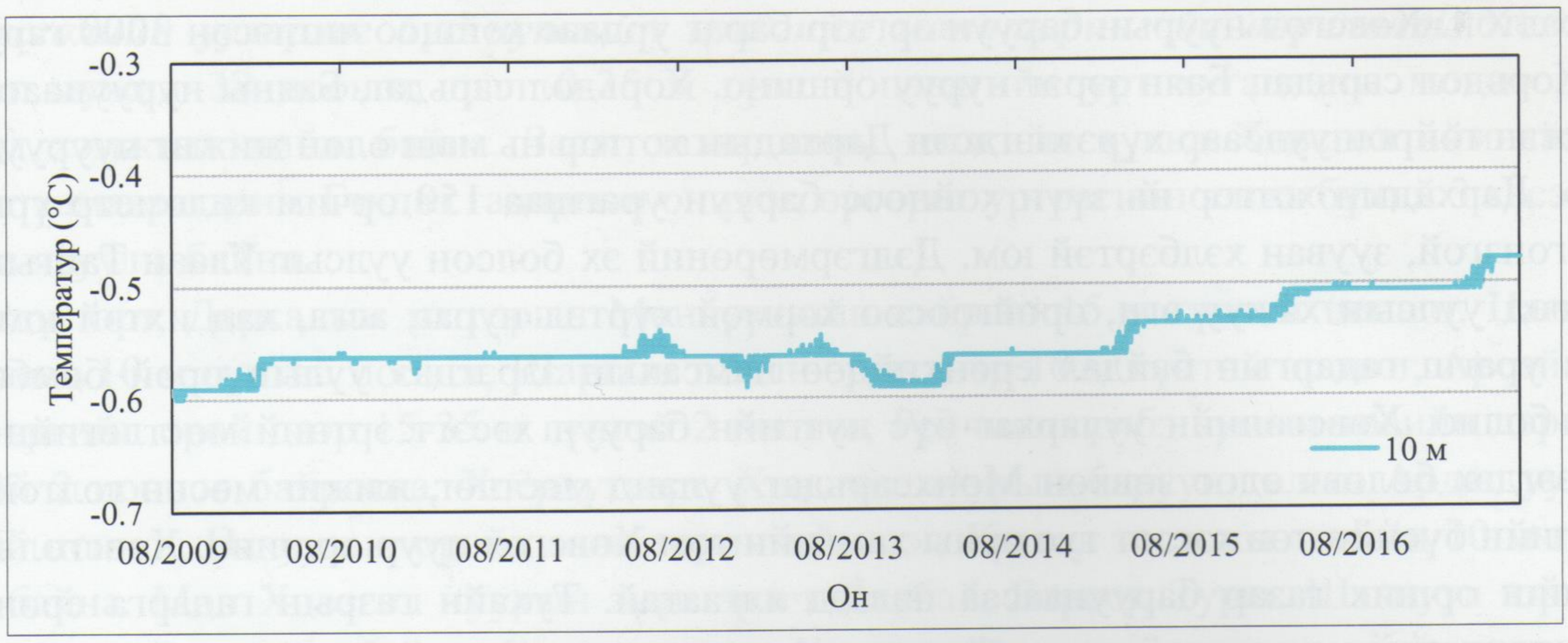



**Зураг 3.2.16.** *"Тэрх хөндий" цооногийн 15 м гүний температур.*

***Баянбулаг (3) цооног:*** Энэ цооногт температурын хэмжилт 1980 аад онд хийж байсан бөгөөд 2008 оны 9-р сарын 4-ний өдөр сэргээж өрөмджээ. 2008 оны өрөмдлөгөөр цэвдэг 3 м гүнээс илэрсэн байна. Хөрсний температурыг 0 м, 1 м, 2 м, 3 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м гүнүүдэд хэмжсэн. 2009-2017 оны гадаргын температур нь +25.02°C – -27.63°C хооронд өөрчлөгдөж байна.

Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +12.88°C ба -14.71°C хооронд хэлбэлзэх бол 2 м-ийн гүний температур +7.82°C ба -9.44°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 3 м-ийн гүний температур -3.12°C ба -4.02°C хооронд хэлбэлзэх бол 4м-ийн гүний температур 0.00°C ээс -1.93°C хооронд хэлбэлзэнэ.

8 м-ийн гүний температур -0.54°C ээс -0.68°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 10 м-ийн гүний температур хэмжилтийн бүхий л хугацаанд -0.50°C ба -0.59°C хооронд байна (Зураг 3.2.17).

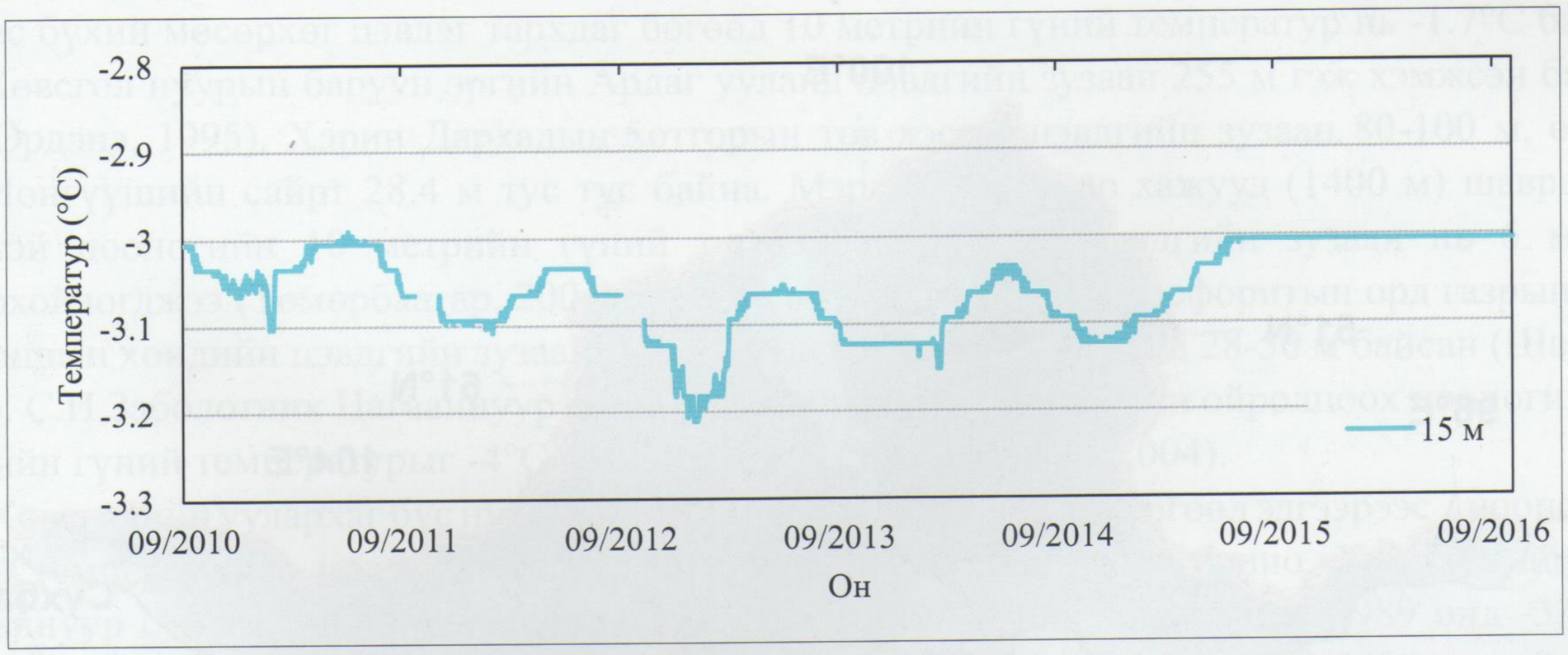



**Зураг 3.2.17.** *"Баянбулаг-3" цооногийн 10 м гүний температур.*

***Гурванбулаг цооног:*** Уг цооногийг 2010 онд өрөмдөж 2010 оноос хойш 4 цагийн завсартай 0, 1, 2, 3, 6, 8, 12, 15 м гүнүүдэд хэмжилт хийж байна. Гадаргын температур +22.11°C ÷ –32.38°C хооронд хэлбэлзэнэ.

Тухайн цэг дээр 1 м-ийн гүний температур +9.03°C ба -18.31°C хооронд хэлбэлзэх бол 2 м-ийн гүний температур +0.83°C ба -10.19°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 3 м-ийн гүний температур -1.33°C ба -6.29°C хооронд хэлбэлзэх бол 6 м-ийн гүний температур -2.10°C ээс -4.40°C хооронд хэлбэлзэнэ.

8 м-ийн гүний температур -2.52°C ээс -3.66°C хооронд хэлбэлзэнэ. Харин 15 м-ийн гүний температур хэмжилтийн бүхий л хугацаанд -3.01°C ба -3.21°C хооронд байна (Зураг 3.2.18).

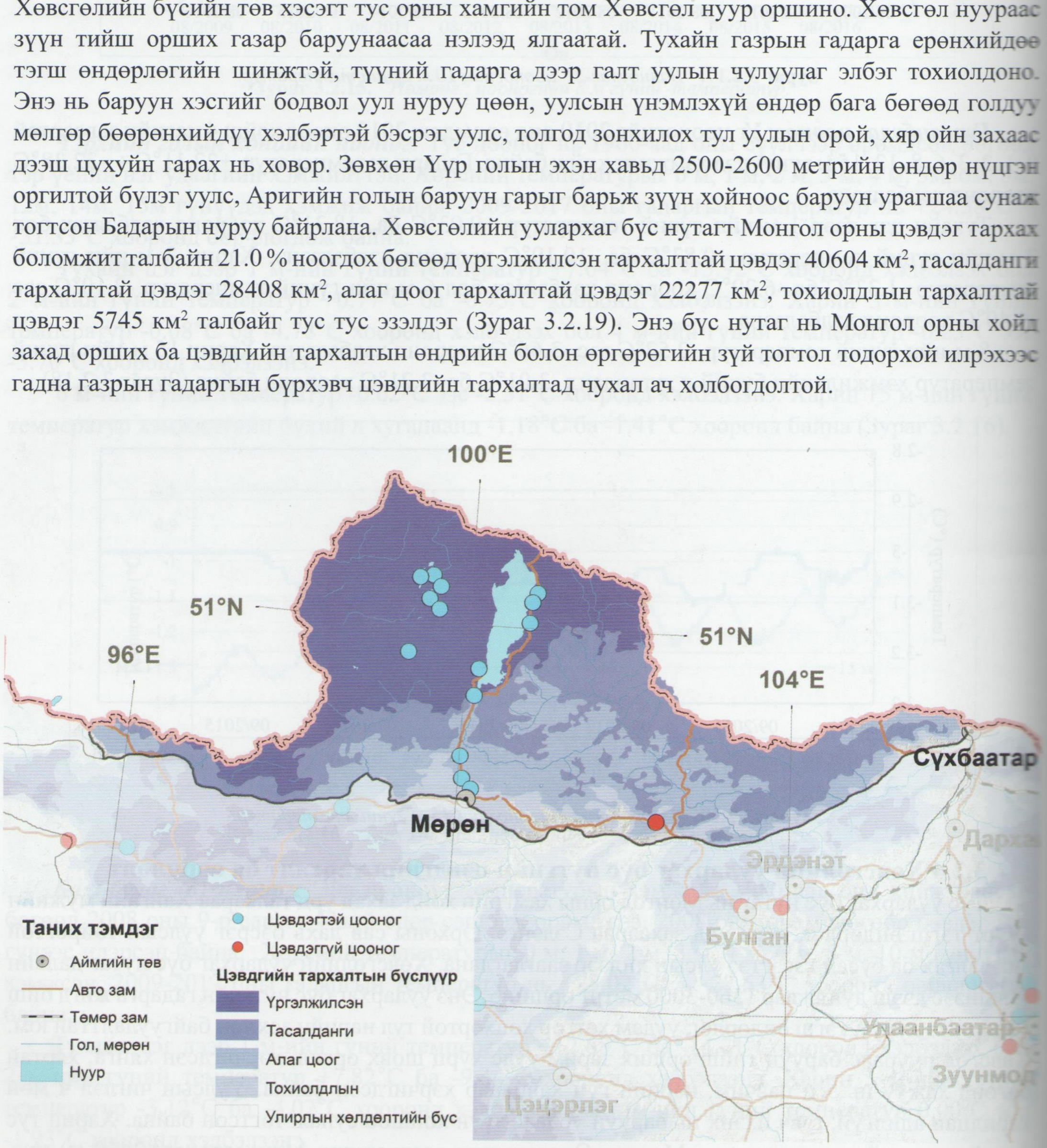



**Зураг 3.2.18.** *"Гурванбулаг" цооногийн 15 м гүний температур.*

## 3.2.4 Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн тархалт ба өөрчлөлт

Тус уулархаг бүс нутаг нь Монгол орны хамгийн хойд захад урд талаараа Хангайн мужийн нуурт тэгш өндөрлөг, зүүн урд захаараа Сэлэнгэ, Орхоны сав дахь бэсрэг уулсын тойрогтой хил залгах ба бусад хэсэгтээ улсын хилээр зааглагдана. Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутаг далайн төвшнээс дээш дунджаар 1560-3000 метрт оршино. Энэ уулархаг бүс нутгийн гадарга жигд биш өндөр уул нуруу, тэгш өндөрлөг, уудам хотгор хонхортой тул нарийн зохион байгуулалттай юм. Хөвсгөл нуураас баруун тийш орших зарим уулс хурц шовх оргил, хэрчигдсэн хянга, хяртай бөгөөд хажуу нь эгц цавчим, нарийн гүн хавцлаар хэрчигдсэн байна. Уулсын чиглэл ч мөн харилцан адилгүй, гэвч ихэнх нь баруун урдаас зүүн хойшоо сунаж тогтсон байна. Харин тус бүсийн хамгийн өндөр уул нь Монгол Оросын хил дээр орших Мөнхсарьдаг (3460 м) уул, Соёны нуруутай зэрэгцээ зүүн урдаас баруун хойшоо сунаж тогтсон мөнх цастай жижиг

мөсөн голтой. Хөвсгөл нуурын баруун эргээр бараг урдаас хойшоо чиглэсэн 3000 гаруй метр өндөр Хорьдол сарьдаг, Баян зэрэг нуруу оршино. Хорьдол сарьдаг, Баяны нуруунаас баруун тийш эргэн тойрон уулсаар хүрээлэгдсэн Дархадын хотгор нь маш олон жижиг нуурууд бүхий оршино. Дархадын хотгор нь зүүн хойноос баруун урагшаа 150 орчим километр үргэлжлэх бөгөөд гонзгой, зууван хэлбэртэй юм. Дэлгэрмөрөний эх болсон уулсыг Улаан Тайгын нуруу гэх бөгөөд уулсын хажуу эгц, оройгоосоо хормой хүртэл нураг, асга, хад ихтэй юм. Улаан Тайгаас урагш гадаргын байдал ерөнхийдөө намсахын зэрэгцээ уулын орой бөмбөгөрдүү хавтгай болно. Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутгийн баруун хэсэгт эртний мөстлөгийн ул мөр элбэг үзэгдэх боловч одоо зөвхөн Мөнхсарьдаг ууланд мөстлөг, жижиг мөсөн голтой байна. Хөвсгөлийн бүсийн төв хэсэгт тус орны хамгийн том Хөвсгөл нуур оршино. Хөвсгөл нуураас зүүн тийш орших газар баруунаасаа нэлээд ялгаатай. Тухайн газрын гадарга ерөнхийдөө тэгш өндөрлөгийн шинжтэй, түүний гадарга дээр галт уулын чулуулаг элбэг тохиолдоно. Энэ нь баруун хэсгийг бодвол уул нуруу цөөн, уулсын үнэмлэхүй өндөр бага бөгөөд голдуу мөлгөр бөөрөнхийдүү хэлбэртэй бэсрэг уулс, толгод зонхилох тул уулын орой, хяр ойн захаас дээш цухуйн гарах нь ховор. Зөвхөн Үүр голын эхэн хавьд 2500-2600 метрийн өндөр нүцгэн оргилтой бүлэг уулс, Аригийн голын баруун гарыг барьж зүүн хойноос баруун урагшаа сунаж тогтсон Бадарын нуруу байрлана. Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн 21.0 % ноогдох бөгөөд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэг 40604 км$^2$, тасалданги тархалттай цэвдэг 28408 км$^2$, алаг цоог тархалттай цэвдэг 22277 км$^2$, тохиолдлын тархалттай цэвдэг 5745 км$^2$ талбайг тус тус эзэлдэг (Зураг 3.2.19). Энэ бүс нутаг нь Монгол орны хойд захад орших ба цэвдгийн тархалтын өндрийн болон өргөрөгийн зүй тогтол тодорхой илрэхээс гадна газрын гадаргын бүрхэвч цэвдгийн тархалтад чухал ач холбогдолтой.




**Зураг 3.2.19.** *Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн тархалтын зураг*

***Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн мониторинг ба өөрчлөлт***. Хөвсгөлийн уулархаг мужид 38 цооног, цэгт 0-35 м гүнтэй цэвдгийн урт хугацааны мониторингийн цэгүүдэд хэмжилт хийж байна. Засаг захиргааны нэгжийн хувьд Хөвсгөл аймгийн нутаг дэвсгэрт хамаарагдана. Гэхдээ гадаргын онцлог, өргөрөг уртрагийн ялгаа бүхий 3 хэсэг газарт судалгаа явуулж байна.

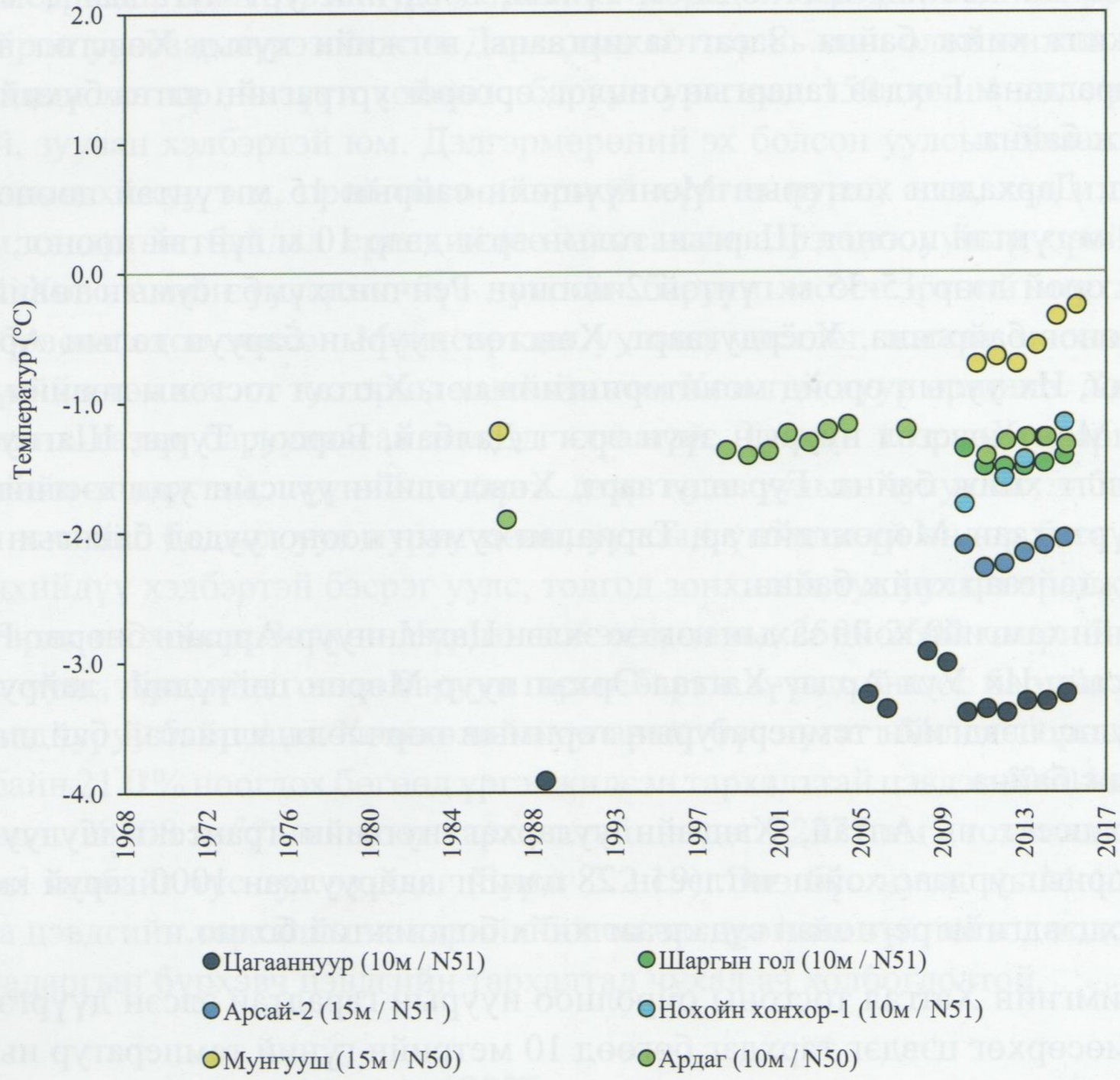
Нэгдүгээрт, Дархадын хотгорын Мөнгүүшийн сайрын 15 м гүнтэй цооног, Цагааннуур сумын төвд 10 м гүнтэй цооног, Шаргын голын эрэг дээр 10 м гүнтэй цооног, Арсайн голын хоёр бөөргийн орой дээр 15-35 м гүнтэй 2 цооног, Ренчинлхүмбэ сумын төвийн дэргэд 6-10 м гүнтэй 2 цооног байрлана. Хоёрдугаарт, Хөвсгөл нуурын баруун талын Ардаг ууланд 15 м гүнтэй цооног, Их уулын оройд мониторингийн цэг, Хатгал тосгоны төвийн 10 м гүнтэй 2 цооног байна. Мөн Хөвсгөл нуурын зүүн эрэгт Далбай, Борсог, Тураг, Шагнуул зэрэг газар байнгын хэмжилт хийж байна. Гуравдугаарт, Хөвсгөлийн уулсын урд хэсгийг төлөөлүүлэн Эрхэл нуур, Бүрэнхаан, Мөрөнгийн ар, Тариалан сумын цооногуудад байнгын хэмжилтийг 4 цагийн давтамжтайгаар хийж байна.

Хэмжилтийн хамгийн хойд захын цэгээс эхлэн Цагааннуур-Арсайн бөөрөг-Ренчинлхүмбэ-Мөнгүүшийн сайр-Их Уул-Ардаг-Хатгал-Эрхэл нуур-Мөрөн цэгүүдийг дайруулан трансект шулуун байгуулж, цэвдгийн температурын горимын өөрчлөлт, ялгаатай байдлыг илэрхийлэх боломжтой болж байна.

Энэхүү трансект нь Алтай, Хангайн уулархаг нутгийн трансект шулууны үргэлжлэл болж Монгол орныг урдаас хойш чиглэсэн 28 цэгийг дайруулсан 1000 гаруй км урт трансект байгуулж, мөнхцэвдгийн регионал судалгааг хийх боломжтой болно.

Хөвсгөл аймгийн Хатгал тосгоны ойролцоо нуурын гаралтай элсэн дүүргэвчтэй хайрган хурдас бүхий мөсөрхөг цэвдэг тархдаг бөгөөд 10 метрийн гүний температур нь -1.7°C байсан бол Хөвсгөл нуурын баруун эргийн Ардаг ууланд цэвдгийн зузаан 255 м гэж хэмжсэн байдаг (Бат-Эрдэнэ, 1995). Харин Дархадын хотгорын төв хэсэгт цэвдгийн зузаан 80-100 м, өмнөд зах Мөнгүүшийн сайрт 28.4 м тус тус байна. Мэргэн уулын ар хажууд (1400 м) шавранцар хөрстэй цооногийн 10 метрийн гүний температур -0.1°C, цэвдгийн зузаан нь 6 м гэж тодорхойлогджээ (Төмөрбаатар, 2004). Хөвсгөлийн Бүрэнхааны фосфоритын орд газрын уулс хоорондын хөндийн цэвдгийн зузаан 5-20 м, уулсын орой, ар хажууд 28-50 м байсан (Шархүү, 2011). С.И.Заболотник Цагааннуур сумын онгоцны буудлын талбайн ойролцоох цооногийн 15 метрийн гүний температурыг -4°C гэж тогтоожээ (Төмөрбаатар, 2004).

Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутаг мониторингийн 33 цэг байдаг бөгөөд эдгээрээс 7 цооногийн гүний температурын мэдээнд тулгуурлан боловсруулж ашигласан болно. Хөвсгөл аймгийн Цагааннуур сумын төвд орших цооногийн 10 метрийн гүний температур 1989 онд -3.91°C, 2005 онд -3.25°C, 2006 онд -3.36°C, 2008 онд -2.91°C, 2009 онд -3.006°C, 2010 онд -3.39°C, 2011 онд -3.36°C, 2012 онд -3.39°C, 2013 онд -3.301°C, 2014 онд -3.301°C, 2015 онд -3.24°C, 2016 онд -2.88°C болж нэмэгдсэн байна. Дархадын хотгорын Мөнгүүшийн сайрын эрэг дээрх цооногийн 15 метрийн гүний температур 1987 онд -1.22°C, 2011 онд -0.704°C, 2012 онд -0.64°C, 2013 онд -0.70°C, 2014 онд -0.56°C, 2015 онд -0.33°C, 2016 онд -0.25°C, 2017 онд -0.25°C, Ардаг уулын 10 метрийн гүний температур нь 1987 онд -1.9°C, 1999 онд -1.41°C, 2000 онд -1.38°C, 2001 онд-1.24°C, 2002 онд -1.31°C, 2003 онд -1.21°C, 2004 онд -1.17°C, 2007 онд -1.21°C, 2011 онд -1.41°C, 2012 онд -1.29°C, 2013 онд -1.27°C, 2014 онд -1.27°C, 2015 онд -1.32°C болж тус тус нэмэгдсэн байна (Зураг 3.2.20; Шархүү, 2011; Жамбалжав, 2016). Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутагт сүүлийн 26-29 жилийн хугацаанд цэвдгийн температур 0.57-0.85°C-аар дулаарсан байна (Жамбалжав, 2016).

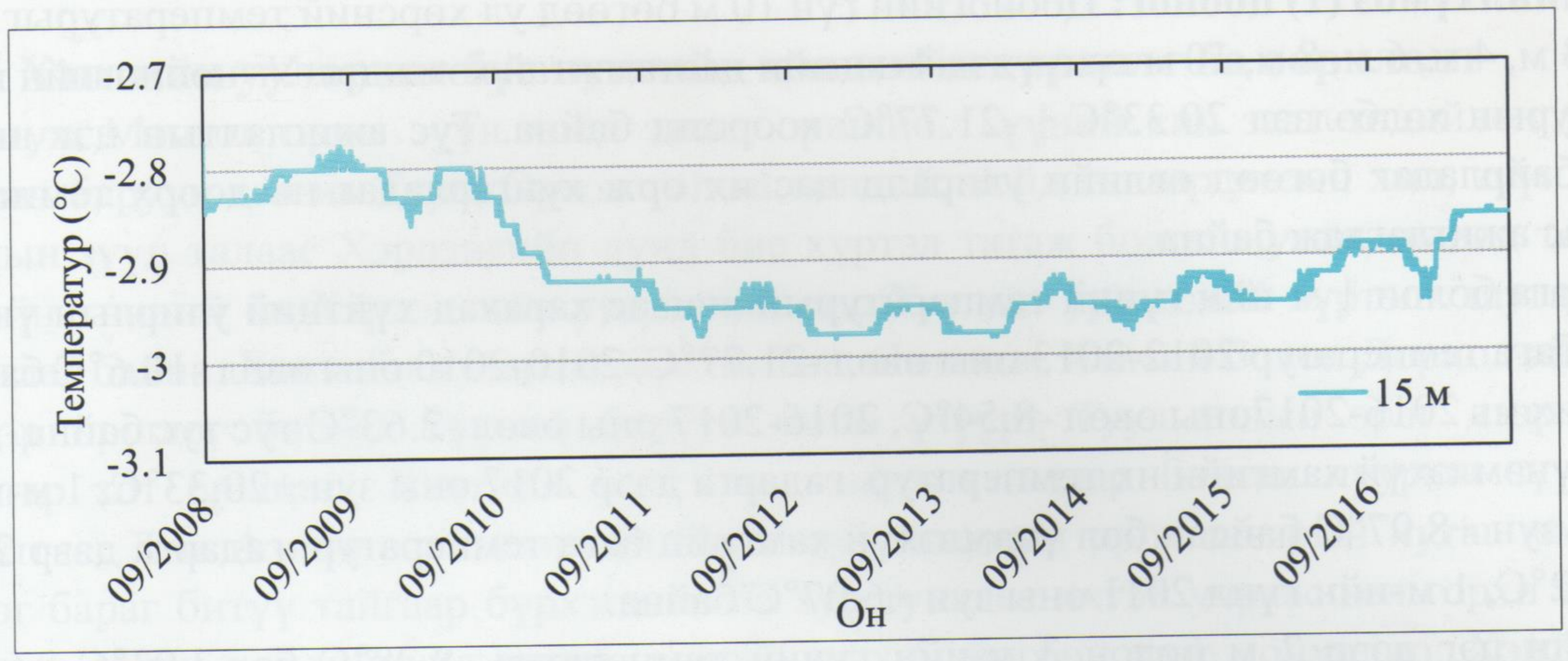



**Зураг 3.2.20.** *Хөвсгөлийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн температурын өөрчлөлт.*

***Цагааннуур цооног:*** Цооногийн гүн 15 м бөгөөд ул хөрсний температурыг гадарга, 2 м, 10 м, 15 м гүнүүдэд тус тус хэмждэг. Уг цооногийн гадаргын температурын хэлбэлзэл +24.5°C | -38.46°C хооронд байна.

Хүйтний улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур 2009-2010 оны өвөл -38.46°C байсан бол хамгийн их нь 2014-2015оны өвөл -26.83°C байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур хамгийн ихдээ 2010 оны зун +24.5°C байсан бол хамгийн багадаа 2012 оны зун +22.9°C байна.

Тухайн цэг дээр 2 м-ийн гүний температур -11.33°C ба -0.56°C хооронд хэлбэлзэх бол 10 м-ийн гүний температур -3.01°C ба -2.71°C хооронд хэлбэлзэнэ. 15 м-ийн гүний температур 2008 оноос хойших бүхий л хугацаанд -2.95°C ба -2.8°C хооронд байсан байна (Зураг 3.2.21).



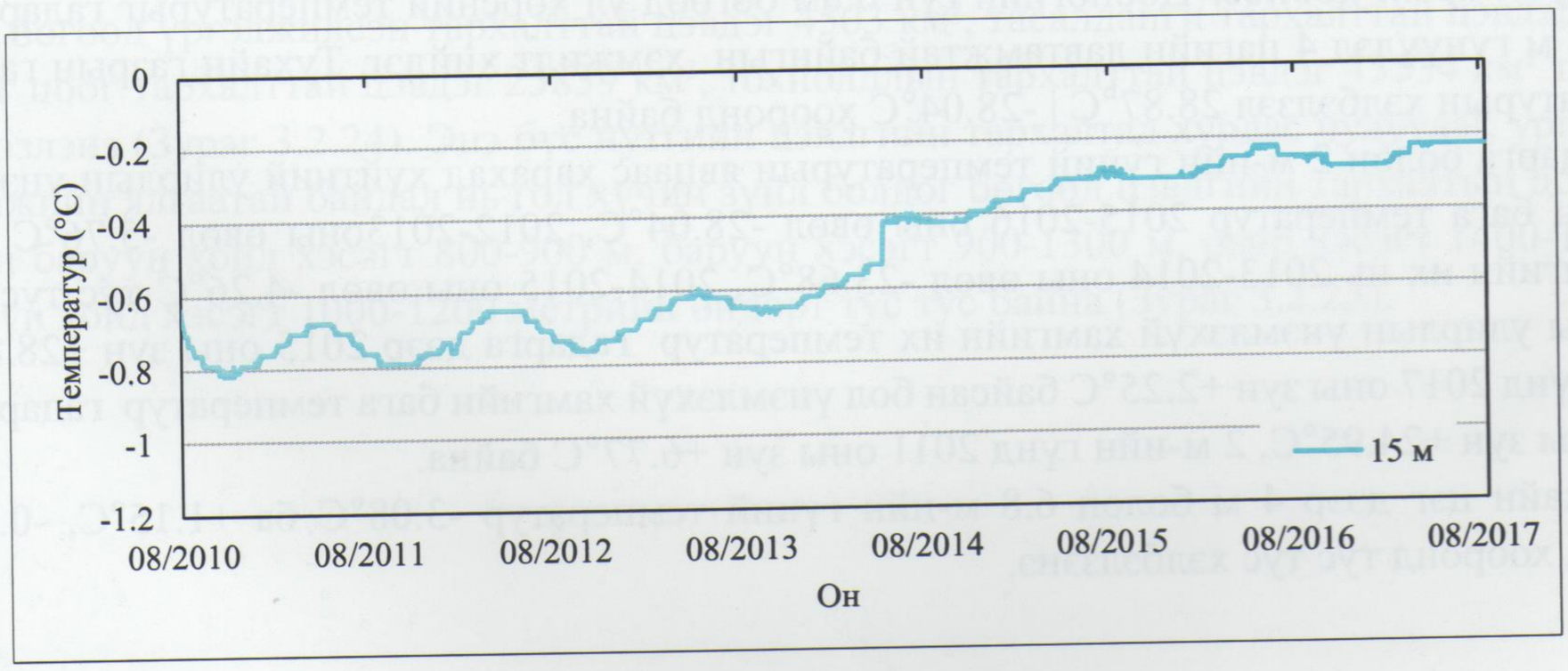

**Зураг 3.2.21.** *"Цагааннуур" цооногийн 2008-2017 оны 15 м-ийн гүний температур.*

***Мөнгүүшийн сайрын цооног:*** Цооногийн гүн 25 м бөгөөд ул хөрсний температурыг гадарга, 1 м, 3 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м, 15 м гүнүүдэд 4 цагийн давтамжтай байнгын хэмжилт хийдэг. Уг цооногийн гадаргын температурын хэлбэлзэл +23.03°C | -31.19°C хооронд байна. Доорх температурын муруйгаас харахад өвлийн улиралд цас их унадаг мөн 1м гүний температурын муруйд 0 хөшиг байгаа нь ул хөрсний чийгшилт ихтэйг харуулж байна. 15 м гүнд температурын нэвчилт ажиглагдаж байна.

Гадарга болон 1 м-ийн гүний температурын явцаас харахад хүйтний улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур 2011-2012 оны өвөл -31.19°C, 2011-2012 оны өвөл -11.47°C байсан бол хамгийн их нь 2016-2017оны өвөл -16.7°C, 2014-2015 оны өвөл -7.35°C тус тус байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур гадарга дээр 2013 оны зун +23.03°C, 1 м-ийн гүнд 2015 оны зун +4.79°C байсан бол үнэмлэхүй хамгийн бага температур гадарга дээр 2012 оны зун +21.71°C, 1 м-ийн гүнд 2011 оны зун +2.62°C байна.

Тухайн цэг дээр 3 м болон 4 м-ийн гүний температур -4.8°C ба -0.26°C, -3.87°C ба -0.42°C хооронд тус тус хэлбэлзэх бол 6 м болон 8 м гүний температур -2.69°C ба -0.56°C, -2.04°C ба -0.68°C хооронд тус тус хэлбэлзэнэ.

10 м болон 15 м-ийн гүний температур 2010 оноос хойших хугацаанд -1.58°C ба -0.59°C, -0.79°C ба -0.23°C хооронд байна (Зураг 3.2.22).



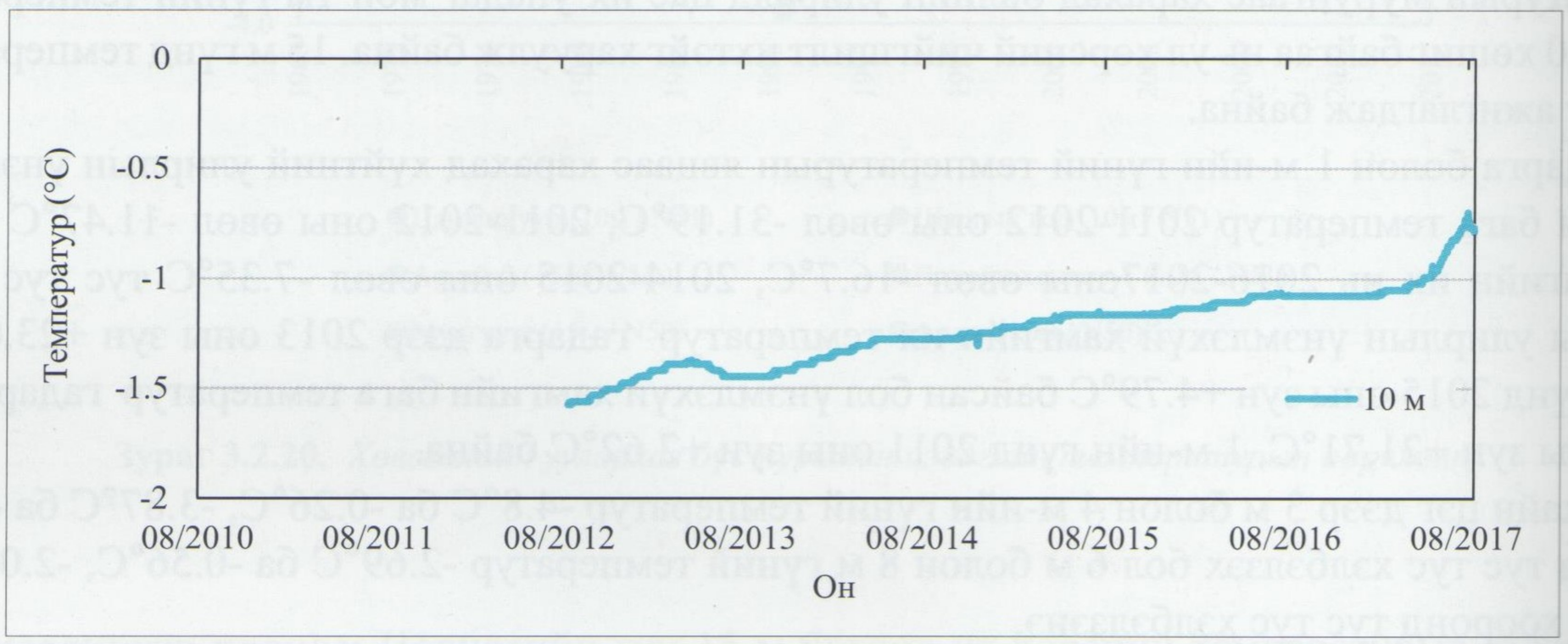

**Зураг 3.2.22.** *"Мөнгүүшийн сайр" цооногийн 2010-2017 оны 15 м-ийн гүний температур.*

**Ренчинлхүмбэ (1) цооног:** Цооногийн гүн 10 м бөгөөд ул хөрсний температурыг гадарга, 1 м, 2 м, 3 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м гүнүүдэд 4 цагийн давтамжтай хэмждэг. Уг цооногийн гадаргын температурын хэлбэлзэл 20.33°C | -21.77°C хооронд байна. Тус ажиглалтын цэг нь нохойн хонхорт байрладаг бөгөөд өвлийн улиралд цас их орж хунгарладаг нь доорх температурын муруйнаас ажиглагдаж байна.

Гадарга болон 1 м-ийн гүний температурын явцаас харахад хүйтний улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур 2012-2013 оны өвөл -21.77°C, 2010-2010 оны өвөл -10.6°C байсан бол хамгийн их нь 2016-2017оны өвөл -8.54°C, 2016-2017 оны өвөл -2.63°C тус тус байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур гадарга дээр 2017 оны зун +20.33°C, 1 м-ийн гүнд 2017 оны зун +8.97°C байсан бол үнэмлэхүй хамгийн бага температур гадарга дээр 2014 оны зун +18.92°C, 1 м-ийн гүнд 2011 оны зун +6.07°C байна.

Тухайн цэг дээр 2 м болон 3 м-ийн гүний температур -8.28°C ба -3.93°C, -6.05°C ба -0.17°C, хооронд тус тус хэлбэлзэх бол 4 м гүний температур -4.38°C ба -0.34°C хооронд тус тус хэлбэлзэнэ.

8 м болон 10 м-ийн гүний температур 2010 оноос хойших хугацаанд -2.26°C ба -0.87°C, -2.09°C ба -1.06°C хооронд байна (Зураг 3.2.23).




**Зураг 3.2.23.** *"Ренчинлхүмбэ-1" цооногийн 2010-2017 оны 10 м-ийн гүний температур.*

***Мөрөн арын цооног:*** Цооногийн гүн 6.8м бөгөөд ул хөрсний температурыг гадарга, 2 м, 4 м, 6.8 м гүнүүдэд 4 цагийн давтамжтай байнгын хэмжилт хийдэг. Тухайн газрын гадаргын температурын хэлбэлзэл 28.87°C | -28.04°C хооронд байна.

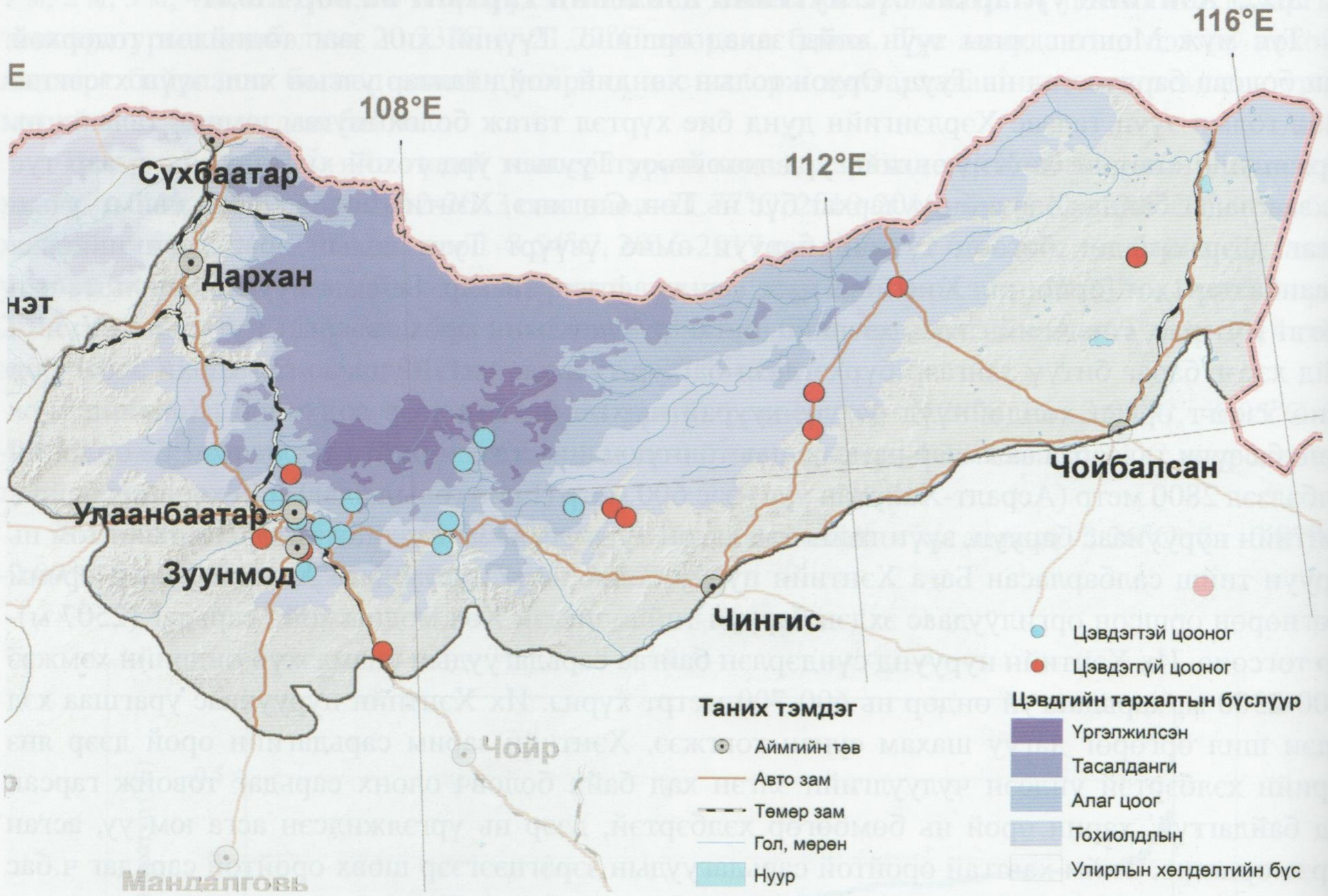
Гадарга болон 2 м-ийн гүний температурын явцаас харахад хүйтний улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур 2015-2016 оны өвөл -28.04°C, 2012-2013оны өвөл -5.76°C байсан бол хамгийн их нь 2013-2014 оны өвөл -23.68°C, 2014-2015 оны өвөл -4.26°C тус тус байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур гадарга дээр 2015 оны зун +28.87°C, 2 м-ийн гүнд 2017 оны зун +2.25°C байсан бол үнэмлэхүй хамгийн бага температур гадарга дээр 2013 оны зун +24.95°C, 2 м-ийн гүнд 2011 оны зун +6.77°C байна.

Тухайн цэг дээр 4 м болон 6.8 м-ийн гүний температур -3.08°C ба +1.15°C, -0.7°C ба -0.65°C, хооронд тус тус хэлбэлзэнэ.

### 3.2.5 Хэнтийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн тархалт ба өөрчлөлт

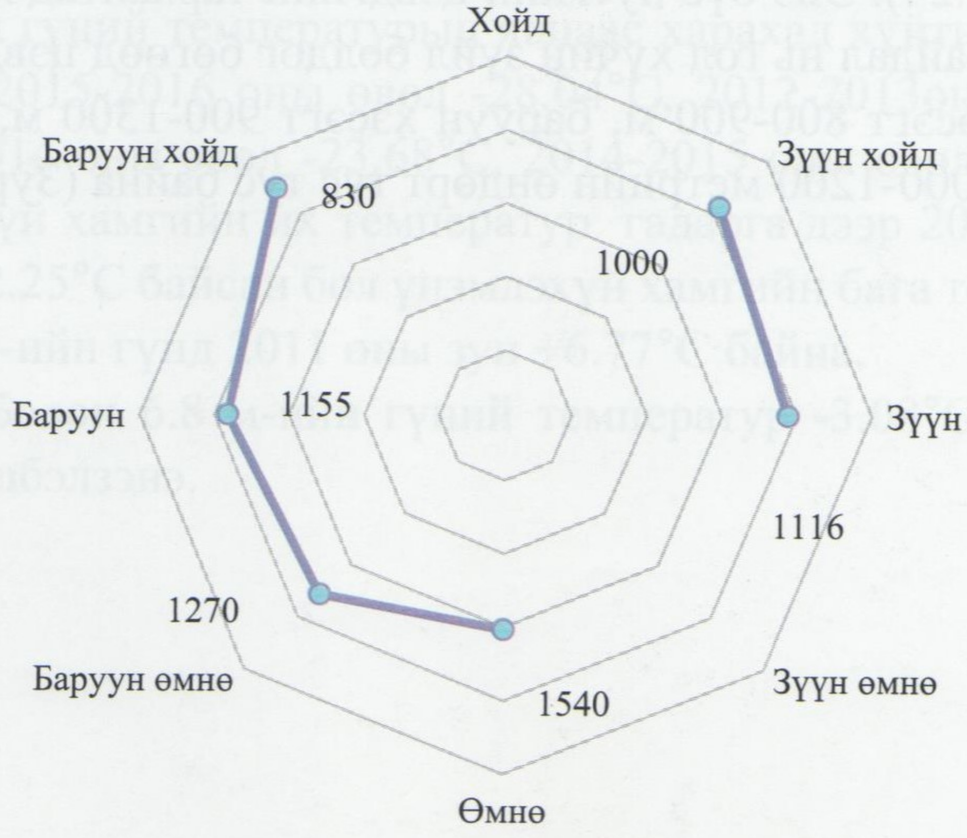
Тус муж Монгол орны зүүн хойд захад оршино. Түүний хил зааг төдийлөн тодорхой биш боловч баруун тал нь Туул, Орхон голын хөндий, хойд талаар улсын хил, зүүн хэсэгтээ Онон голын зүүн талаас Хэрлэнгийн дунд бие хүртэл татаж болох шугам, өмнөд талынх нь Хэрлэнгийн хөндий ба Хэрлэнгийн урд тохойгоос Туулын урд тохой хүртэлх шугамаар тус тус зааглагдаг байна. Хэнтийн уулархаг бүс нь Төв, Сэлэнгэ, Хэнтий болон Дорнод аймгуудын нутаг дээр оршдог бөгөөд түүний баруун өмнө үзүүрт Туул голын эрэг дээр нийслэл Улаанбаатар хот оршино. Хэнтийн муж ландшафтын талаар Байгал нуурын зүүн талын тайгат нутгаас Төв Азийн говь хээрийн нутаг руу шилжин орох завсрын нутаг юм. Үүний хойд хэсэг бараг битүү тайгаар бүрхэгдсэн ба хур тунадас ихтэй учраас гол горхи элбэг бол өмнө хэсэгт өргөн хөндийнүүд усгүй, хуурай шахам бөгөөд хээр зонхилно. Хэнтийн муж өмнө ба зүүн талаараа аажмаар намсаж цав толгодод шилждэг ч нийтдээ уулархаг ба өндрийн хэлбэлзэл 2800 метр (Асралт-Хайрхан уул)-ээс 600 метр (Ерөө голын адаг)-ийн хооронд байна. Хэнтийн нуруунаас баруун, зүүн тийш хэд хэдэн нурууд салбарладгийн дотор хамгийн том нь баруун тийш салбарласан Бага Хэнтийн нуруу болно. Энэ нуруу Бага Хэнтий уулын орчим бөөгнөрөн оршсон оргилуудаас эхлэн баруун тийш чиглэн Хөх модны хойд сарьдаг (2507 м)-аар төгсөнө. Их Хэнтийн нуруунд сүндэрлэн байгаа сарьдагуудын үнэмлэхүй өндрийн хэмжээ 2200-2300 м, харьцангуй өндөр нь 600-700 метрт хүрнэ. Их Хэнтийн нуруунаас урагшаа хэд хэдэн шил өргөрөг дагуу шахам сунан тогтжээ. Хэнтийн зарим сарьдагийн орой дээр янз бүрийн хэлбэртэй үндсэн чулуулгийн элгэн хад байх боловч олонх сарьдаг товойж гарсан хад байдаггүй, харин орой нь бөмбөгөр хэлбэртэй, дээр нь үргэлжилсэн асга юм уу, асган хүрээ оршино. Тийм хавтгай оройтой сарьдагуудын зэрэгцээгээр шовх оройтой сарьдаг ч бас үзэгдэнэ. Хэнтийн уулсаар хур цас, мөсөн гол байхгүй байна. Хэнтийн мужид ус зүйн сүлжээ нягт, гол горхиудаар ихээхэн хэрчигдсэн бөгөөд голуудын хөндий гол нуруудаар нарийхан, харин бусад хэсэгт өргөн, ялангуяа голуудын хөндий уулнаас гарангуутаа тэлэгдэж улам өргөн болно. Жишээлбэл: Хэрлэнгийн хөндий дээд биед Ширнэт голын адаг хүртэл 1.5-2 километр өргөн бөгөөд хажуунууд нь эгц асга ихтэй байна. Уг хөндий маш их өргөсөж Зүүн Бүрэх голын адаг орчим 15 км хүртэл өргөн болдог байна. Хэнтийн мужийн дотоод ялгавар голчлон хотгор гүдгэр, уур амьсгал, хөрс, ургамалаар тодорхойлогдоно.

Хэнтийн уулархаг бүс нутагт Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбайн 23.2 % ноогдох бөгөөд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэг 4503 км$^2$, тасалданги тархалттай цэвдэг 33631 км$^2$, алаг цоог тархалттай цэвдэг 25839 км$^2$, тохиолдлын тархалттай цэвдэг 43534 км$^2$ талбайг тус тус эзлэнэ (Зураг 3.2.24). Энэ бүс нутгийн цэвдгийн тархалтад хурдас чулуулаг, ургамлын хэв шинжийн ялгаатай байдал нь гол хүчин зүйл болдог бөгөөд цэвдгийн тархалтын доод хил Хэнтийн баруун хойд хэсэгт 800-900 м, баруун хэсэгт 900-1300 м, өвөр хэсэгт 1400-1600 м, зүүн, зүүн хойд хэсэгт 1000-1200 метрийн өндөрт тус тус байна (Зураг 3.2.25).




**Зураг 3.2.24.** *Хэнтийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн тархалтын зураг.*

Хэнтийн уулархаг мужид 0-50 м гүнтэй 25 мөнхцэвдгийн урт хугацааны мониторингийн цооног, цэгүүдэд хэмжилт хийж байна. Засаг захиргааны нэгжийн хувьд Хэнтий болон Төв аймаг мөн Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрт хамаарагдана. Тухайн цэгүүдийг байгаль цаг уур, газрын гадаргын онцлог, мөн өмнө нь судлагдаж байсан байдал зэргийг харгалзан үзэж өөр өөрийн оцлогтой газарт байрлуулсан болно. Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутагт Хэнтий 36 өмнө нь судлагдаж байсан 10 м гүнтэй цооног, Хэнтий 50 Айраг нуурын эрэг дээрх 10 м гүнтэй цооног, Хэнтий 63 өмнө нь судлагдаж байсан 10 м гүнтэй цооног байрлана.



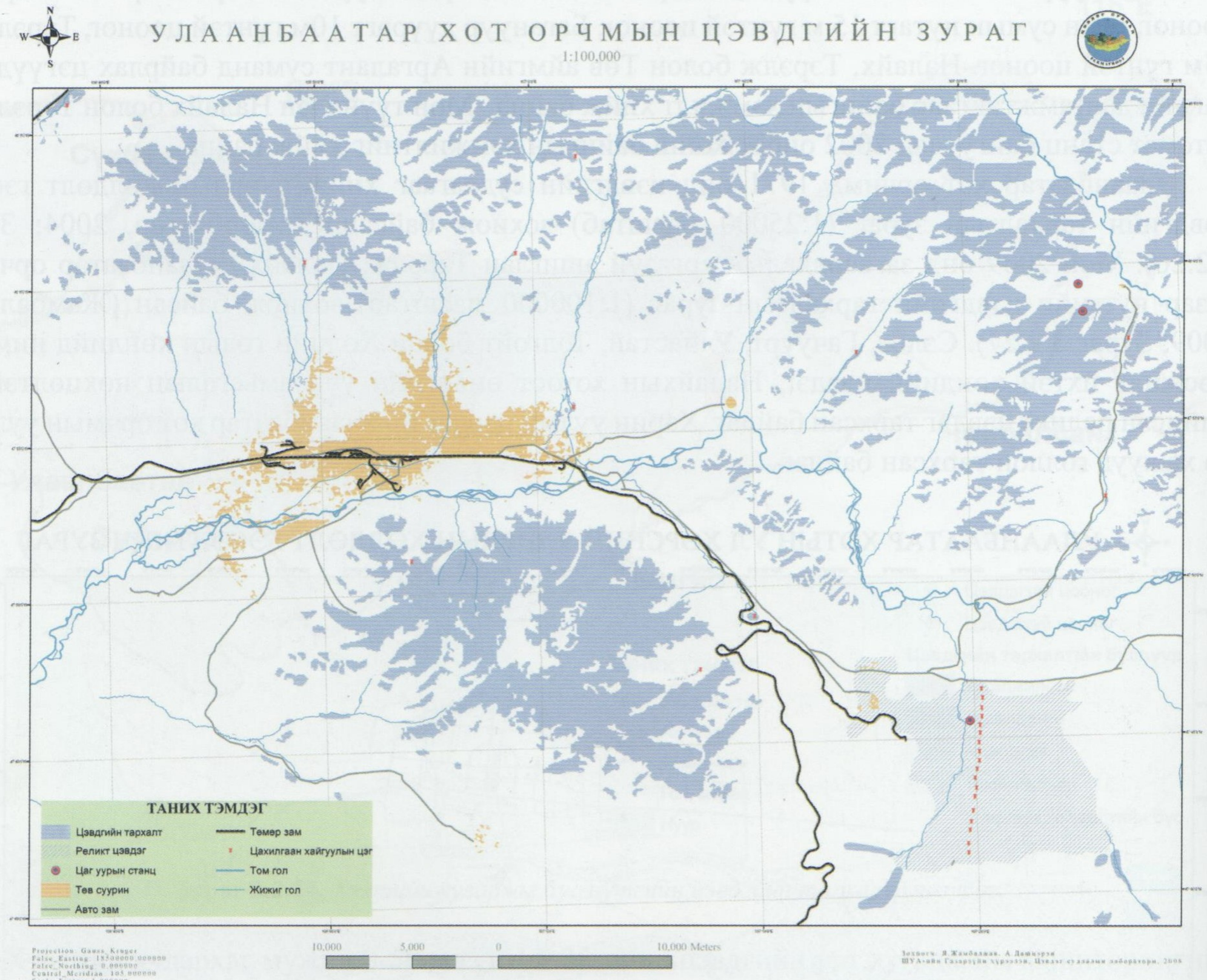

**Зураг 3.2.25.** *Хэнтийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн доод хилийн үнэмлэхүй өндөр (зүг зовхисоор)*

Хэнтийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн мониторинг ба өөрчлөлт Төв аймгийн Мөнгөнморьт сумын цаг уурын станцын хажууд 15 м гүнтэй цооног, Эрдэнэ уулын өвөр энгэрт 15 м гүнтэй цооног, Баян сумын нутагт 15 м гүнтэй цооног, Багануур дүүрэгт 10м гүнтэй цооног, Тэрэлжид 15м гүнтэй цооног. Налайх, Тэрэлж болон Төв аймгийн Аргалант суманд байрлах цэгүүдэд 4 цагийн давтамжтайгаар байнгын хэмжилт хийж байна. Мөн түүнчлэн Налайх болон Тэрэлжид автомат станц байгуулан 2002 оноос хойш байнгын хэмжилтийг хийж байна.

Улаанбаатар хот орчимд 1971 онд цэвдгийн судалгааг хийж улирлын хөлдөлт гэсэлт, цэвдгийн тархалтын зураг (1:25000 масштаб) зохиож байсан (Төмөрбаатар, 2004; Зураг 3.2.26). Мөн 2009 онд загварчлалын аргазүй ашиглан Тэрэлж, Налайх, Улаанбаатар орчмын газар нутгийн цэвдгийн тархалтын зураг (1:100000 масштаб) зохиож байсан (Жамбалжав, 2009; Зураг 3.2.27). Сэлбэ, Гачуурт, Улиастай, Толгойт болон Хөлийн голын хөндийд нимгэн, мөсжилт ихтэй хөндийн цэвдэг, Налайхын хотост өнөөгийн уур амьсгалын нөхцөлтэй үл нийцсэн реликт цэвдэг тархсан байдаг. Харин уулын цэвдэг нь Улаанбаатар хот орчмын уулсын ар хажууд голлон тархсан байдаг.

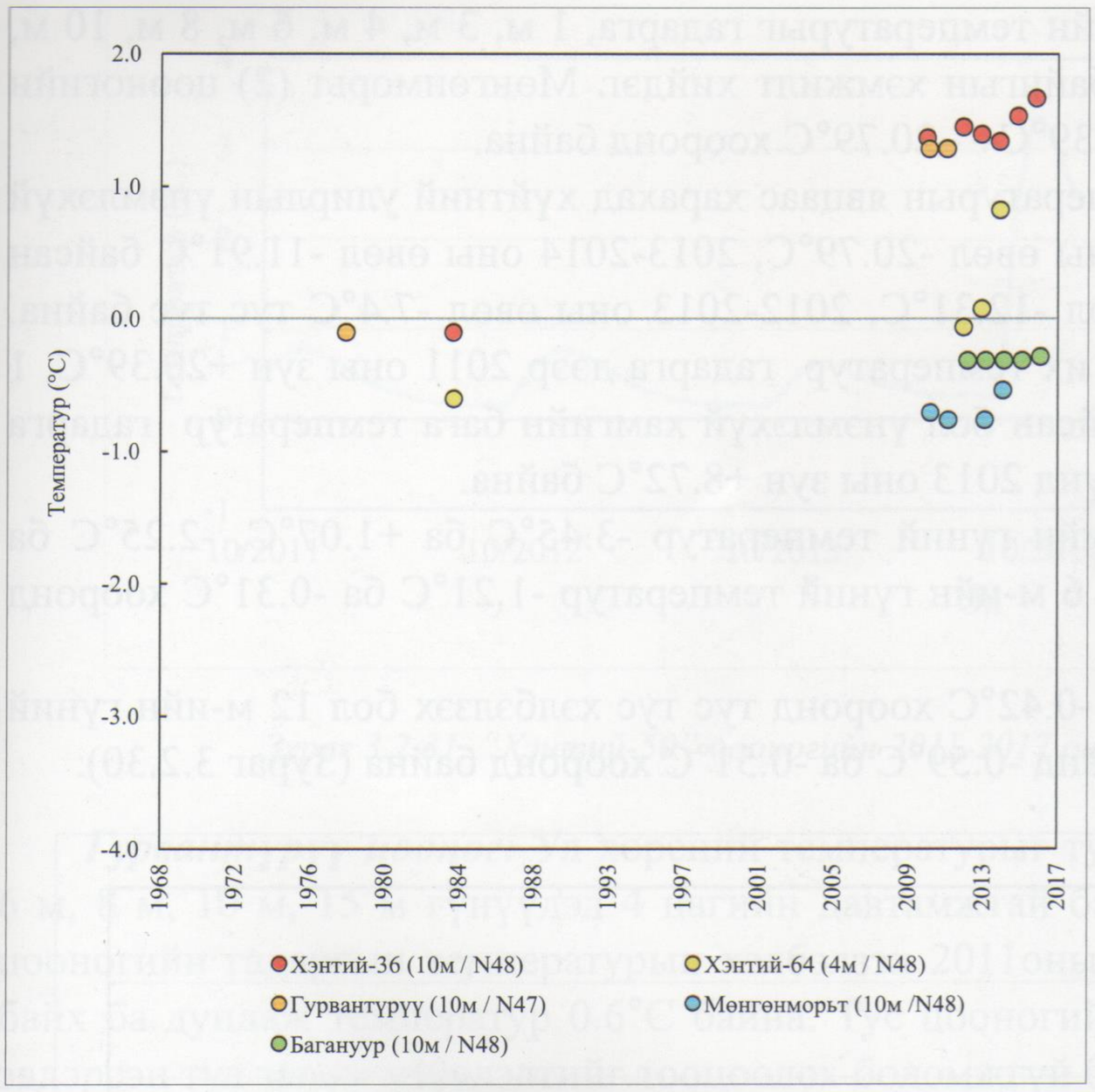



**Зураг 3.2.26.** *Улаанбаатар хотын улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн зураг (1971).*




**Зураг 3.2.27.** *Улаанбаатар хот орчмын цэвдгийн зураг (2009).*

Хэнтийн уулархаг бүс нутагт цэвдгийн мониторингийн 28 цэг байдаг бөгөөд эдгээрээс 5 цооногийн гүний температурын мэдээг энэхүү судалгаанд ашигласан. Төв аймгийн Баян сумын нутагт орших Гурвантүрүү цооногийн 10 метрийн гүний температур нь 1978 онд -0.1°C, , 2012 онд -0.06°C, 2013 онд +0.079°C, 2014 онд +0.82°C, Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутагт орших Айраг нуур орчимд цэвдгийн температур нь 1984 онд -0.1°C, 2010 онд +1.37°C, 2010 онд +1.37°C, 2012 онд +1.45°C, 2013 онд +1.39°C, 2014 онд +1.34°C, 2015 онд +1.53°C, 2016 онд +1.67°C болж тус тус цэвдэг гэсэж алдарсан байна (Зураг 3.2.28). Мөн Улаанбаатар хотын Ногооннуурын орчимд 1970 онд цэвдгийн зузаан 7 м орчим (Төмөрбаатар, 2004) гэж тэмдэглэгдэж байсан бол 2012 онд цэвдэг илрээгүй бөгөөд эрчимтэй алдралд орсныг тодорхойлжээ.

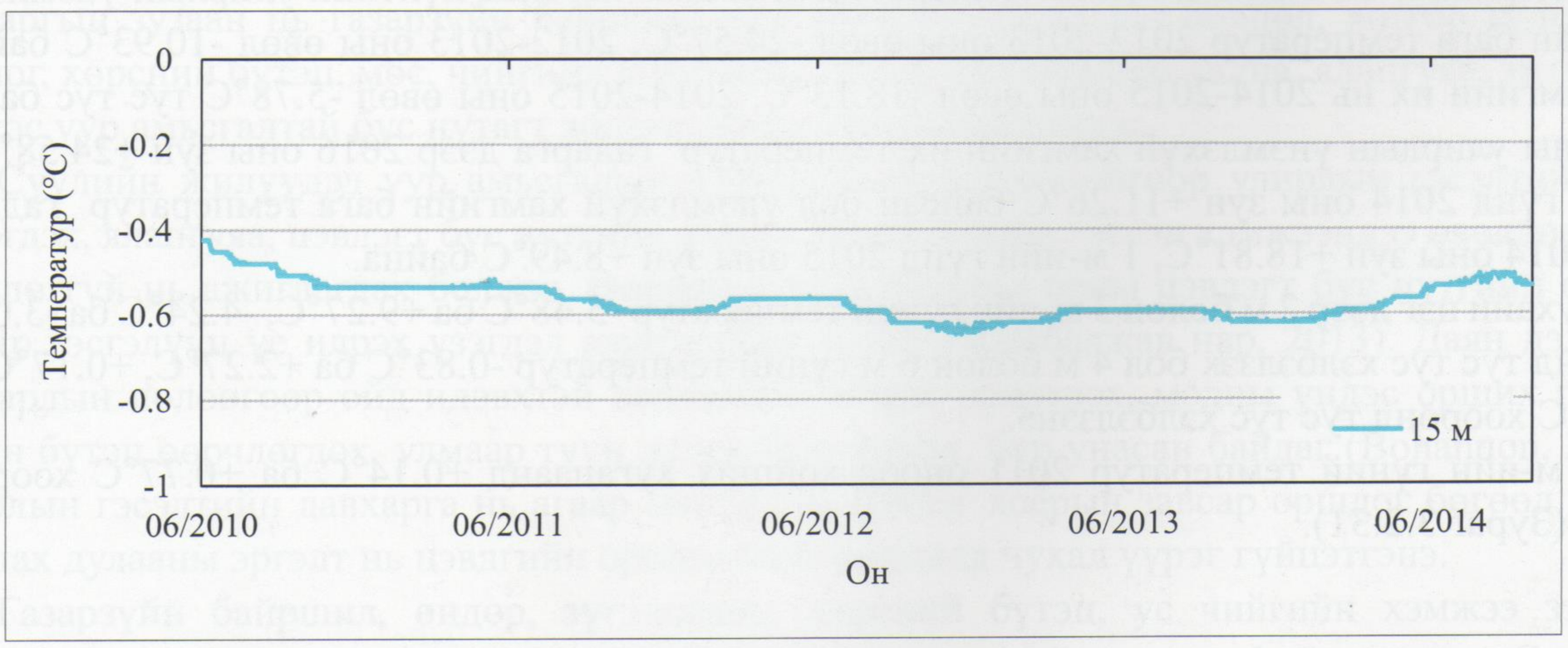



**Зураг 3.2.28.** *Хэнтийн уулархаг бүс нутгийн цэвдгийн температурын өөрчлөлт.*

***Мөнгөнморьт (1) цооног:*** Цэвдгийн температурыг тус цооногт гадарга, 1 м, 3 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м, 15 м гүнүүдэд 4 цагийн давтамжтай байнгын хэмжилт хийдэг. Мөнгөнморьт (1) цооногийн 2009-2014 оны хоорондох гадаргын температурын хэлбэлзэл +21.27˚C÷ -29.66°C хооронд байна.

Гадарга болон 1 м-ийн гүний температурын явцаас харахад хүйтний улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур 2011-2012 оны өвөл -29.66°C, 2011-2012 оны өвөл -15.91°C байсан бол хамгийн их нь 2013-2014 оны өвөл -21.21°C, 2013-2014 оны өвөл -11.69°C тус тус байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур гадарга дээр 2011 оны зун +21.27°C, 1 м-ийн гүнд 2012 оны зун +9.87°C байсан бол үнэмлэхүй хамгийн бага температур гадарга дээр 2014 оны зун +19.35°C, 1 м-ийн гүнд 2010 оны зун +7.81°C байна.

Тухайн цэг дээр 3 м болон 4 м-ийн гүний температур -4.87°C ба -0.14°C, -3.3°C ба -0.12°C хооронд тус тус хэлбэлзэх бол 6 м болон 8 м гүний температур -1.83°C ба -0.38°C, -1.16°C ба -0.43°C хооронд тус тус хэлбэлзэнэ. 10 м болон 15 м-ийн гүний температур 2010 оноос хойших хугацаанд -0.9°C ба -0.49°C, -0.59°C ба -0.51°C хооронд байна (Зураг 3.2.29).



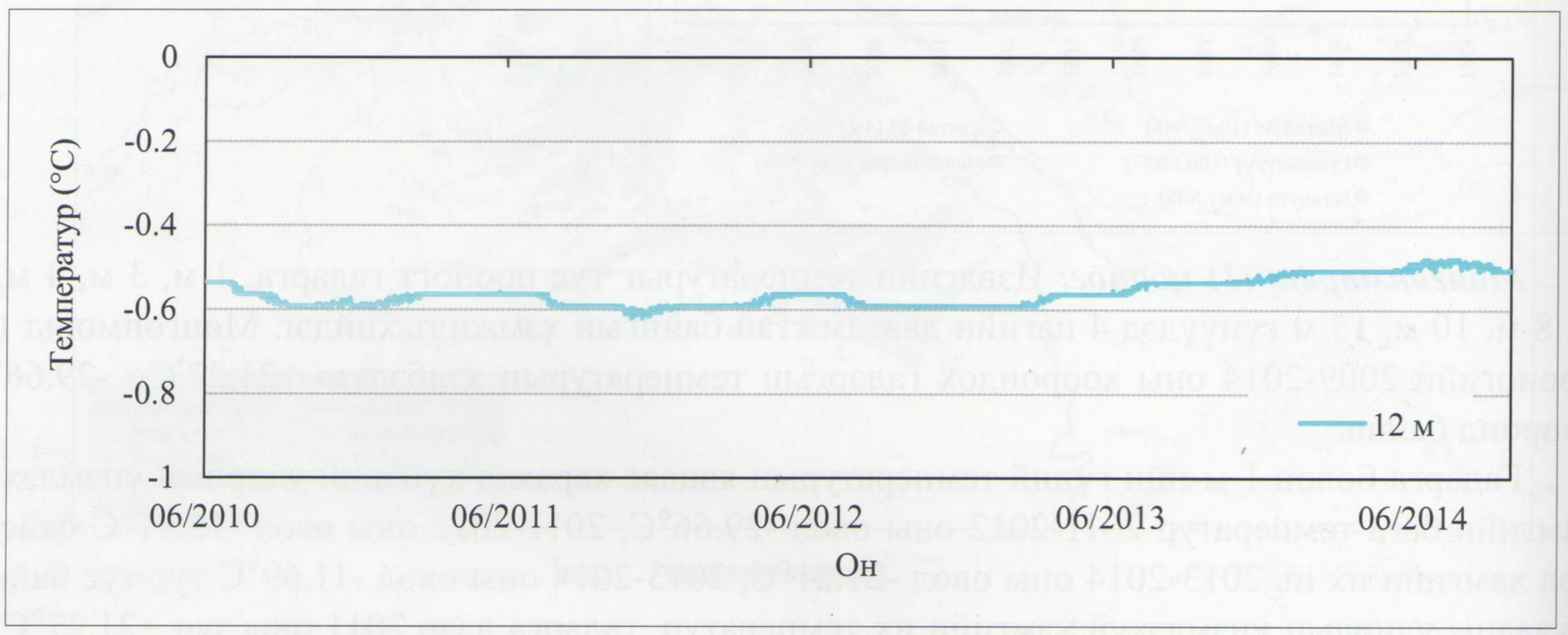

**Зураг 3.2.29.** *"Мөнгөнморьт-1" цооногийн 2010-2014 оны 15 м-ийн гүний температур.*

***Мөнгөнморьт (2) цооног:*** Цэвдгийн температурыг гадарга, 1 м, 3 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м, 12 м гүнүүдэд 4 цагийн давтамжтай байнгын хэмжилт хийдэг. Мөнгөнморьт (2) цооногийн гадаргын температурын хэлбэлзэл +20.39°C÷ –20.79°C хооронд байна.

Гадарга болон 1 м-ийн гүний температурын явцаас харахад хүйтний улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур 2010-2011 оны өвөл -20.79°C, 2013-2014 оны өвөл -11.91°C байсан бол хамгийн их нь 2012-2013 оны өвөл -12.31°C, 2012-2013 оны өвөл -7.4°C тус тус байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур гадарга дээр 2011 оны зун +20.39°C, 1 м-ийн гүнд 2012 оны зун +10.04°C байсан бол үнэмлэхүй хамгийн бага температур гадарга дээр 2013 оны зун +18.13°C, 1 м-ийн гүнд 2013 оны зун +8.72°C байна.

Тухайн цэг дээр 3 м болон 4 м-ийн гүний температур -3.45°C ба +1.07°C, -2.25°C ба -0.12°C хооронд тус тус хэлбэлзэх бол 6 м-ийн гүний температур -1.21°C ба -0.31°C хооронд хэлбэлзэнэ.

8 м гүний температур -0.87°C ба -0.42°C хооронд тус тус хэлбэлзэх бол 12 м-ийн гүний температур 2010 оноос хойших хугацаанд -0.59°C ба -0.51°C хооронд байна (Зураг 3.2.30).



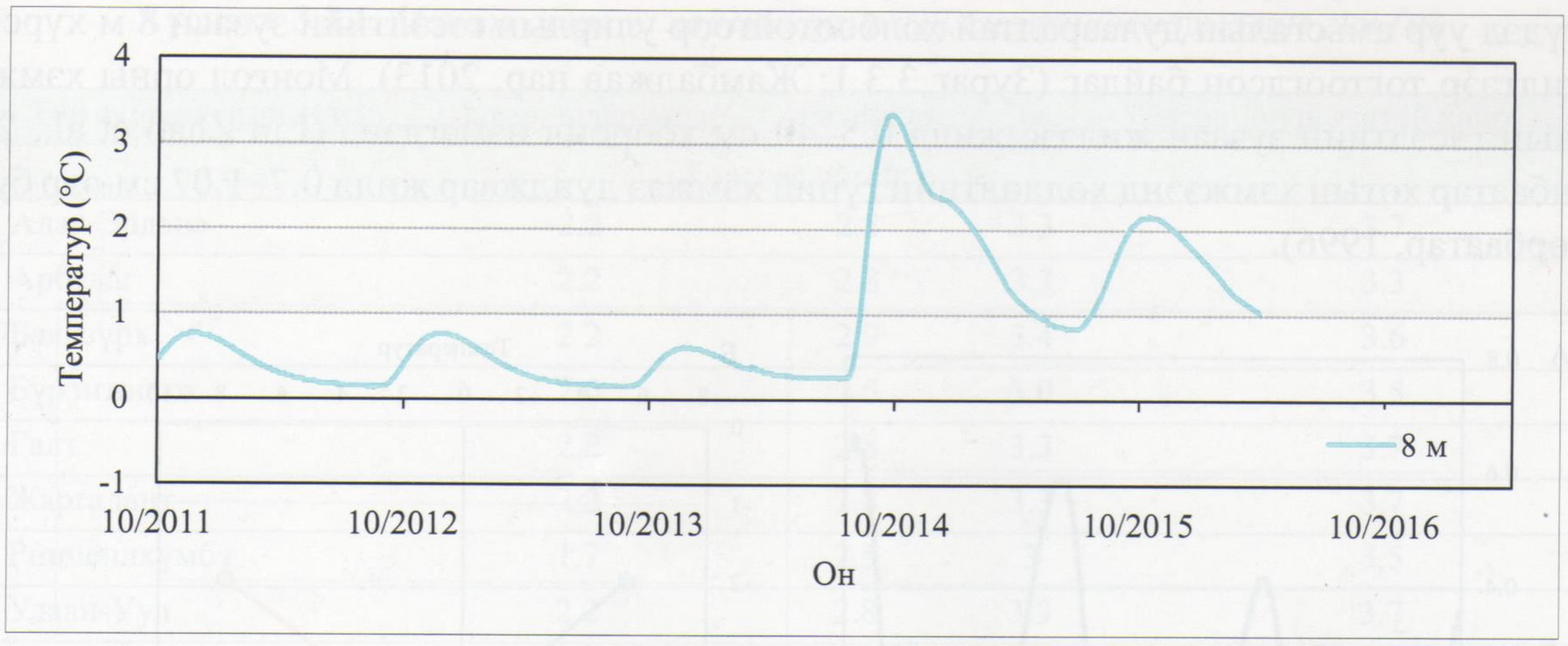

**Зураг 3.2.30.** *“Мөнгөнморьт-2” цооногийн 2010-2014 оны 12 м-ийн гүний температур.*

***Хэнтий 50 цооног:*** Цэвдгийн температурыг тус цооногт гадарга, 1 м, 2 м, 3 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м-ийн гүнүүдэд 4 цагийн давтамжтай байнгын хэмжилт хийдэг. Хэнтий 50 цооногийн гадаргын температурын хэлбэлзэл +24.58°C÷ -24.57°C байна. Мөн тухайн цооногийн хэмжилтийн багаж удаа дараа гэмтэж хэмжилтийн мэдээ дундаа тасарсан байдаг.

Гадарга болон 1 м-ийн гүний температурын явцаас харахад хүйтний улирлын үнэмлэхүй хамгийн бага температур 2012-2013 оны өвөл -24.57°C, 2012-2013 оны өвөл -10.93°C байсан бол хамгийн их нь 2014-2015 оны өвөл -18.13°C, 2014-2015 оны өвөл -5.78°C тус тус байна. Дулааны улирлын үнэмлэхүй хамгийн их температур гадарга дээр 2016 оны зун +24.58°C, 1 м-ийн гүнд 2014 оны зун +11.26°C байсан бол үнэмлэхүй хамгийн бага температур гадарга дээр 2014 оны зун +18.81°C, 1 м-ийн гүнд 2015 оны зун +8.49°C байна.

Тухайн цэг дээр 2 м болон 3 м-ийн гүний температур -5.48°C ба +9.27°C, -4.24°C ба -3.04°C хооронд тус тус хэлбэлзэх бол 4 м болон 6 м гүний температур -0.83°C ба +2.27°C, +0.17°C ба +0.78°C хооронд тус тус хэлбэлзэнэ.

8 м-ийн гүний температур 2011 оноос хойших хугацаанд +0.14°C ба +0.77°C хооронд байна (Зураг 3.2.31).




*Зураг 3.2.31. "Хэнтий-50" цооногийн 2011-2017 оны 8 м-ийн гүний температур.*

***Гурвантүрүү цооног:*** Ул хөрсний температурыг тус цооногт гадарга буюу 1 м, 2 м, 4 м, 6 м, 8 м, 10 м, 15 м гүнүүдэд 4 цагийн давтамжтай байнгын хэмжилт хийдэг. Гурвантүрүү цооногийн гадаргын температурын хэлбэлзэл 2011оны байдлаар +22.9°C – -27.6°C хооронд байх ба дундаж температур 0.6°C байна. Тус цооногийн хэмжилтийн багажууд усанд автаж эвдэрсэн тул зарим үзүүлэлтийг тооцоолох боломжгүй болсон.

## 3.3 УЛИРЛЫН ХӨЛДӨЛТ, ГЭСЭЛТ, ТҮҮНИЙ ӨӨРЧЛӨЛТ

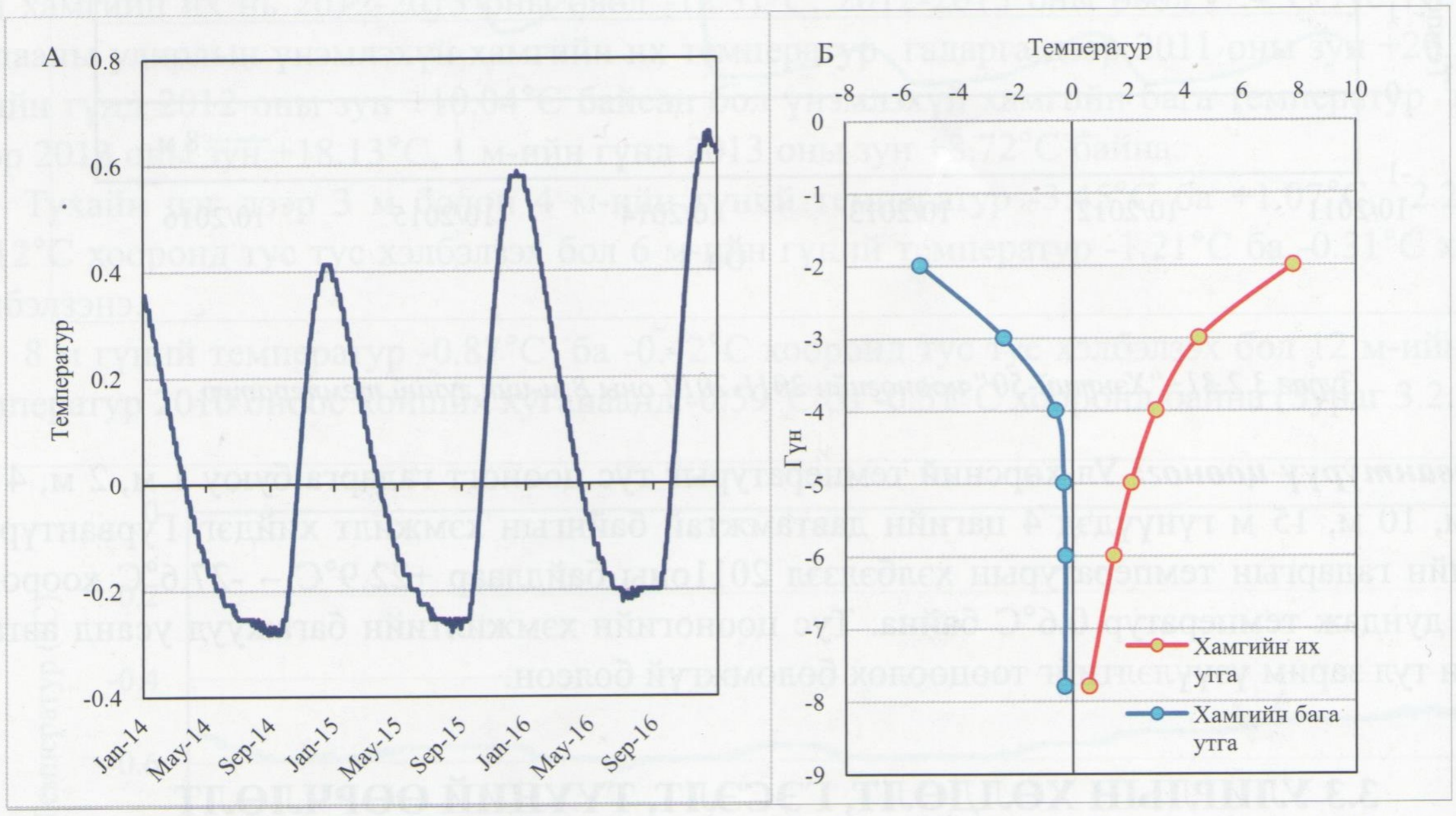
Агаарын температурын хамгийн бага утга хасах хэм рүү шилжих үед газар дээрээсээ хөлддөг. Хасах температуртай хугацаа тогтвортой үргэлжлэхийн хэрээр газрын хөлдөлтийн гүн нэмэгддэг ба улирлаар үргэлжлэх тохиолдолд улирлын хөлдөлт болдог. Хүйтэн сэрүүн бүс нутагт агаарын температурын хамгийн их утга эерэг болох үед газар дээрээсээ гэсдэг. Нэмэх температуртай хугацаа уртсах тусам газрын гэсэлтийн гүн нэмэгдэнэ. Хасах температуртай хугацаа богино үргэлжлэх тохиолдолд газрын гадарга гүехэн хөлдөх бөгөөд үүнийг богино хугацааны хөлдөлт гэнэ. Хугацаагаар нь богино хугацааны хөлдөлт, улирлын хөлдөлт, өнжмөл цэвдэг (нэг жилд гүн хөлдөж дараа зун хөлдсөн хэмжээндээ хүрч гэсээгүй тохиолдолд үүснэ), урт хугацааны хөлдөлт (цэвдэг) гэж ангилж болно (Кудрявцев, 1978).

Улирлаар гэсдэг давхаргыг идэвхтэй давхарга гэнэ. Улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн гол шалгуур үзүүлэлт нь түүний хөлдөлт, гэсэлтийн зузаан болно. Улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн давхаргын зузаан нь газарзүйн байршил, уур амьсгал, гадаргын нөхцөл, хотгор гүдгэрийн онцлог, хөрсний бүтэц, мөс, чийгийн агууламж зэргээс хамаарахаас гадна, ялангуяа, эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай бүс нутагт жилээс жилд нэлээд хэлбэлздэг.

Сүүлийн жилүүдэд уур амьсгалын дулааралтай холбоотойгоор улирлын гэсэлтийн гүн нэмэгдэх, ялангуяа, цэвдэгт бүс нутгийн өмнөд захаар зундаа гэссэн хэмжээндээ өвөлдөө хүрч хөлддөггүй нь ажиглагдах болжээ. Өөрөөр хэлбэл Монгол орны цэвдэгт бүс нутгийн өмнөд захаар гэсгэлүүн үе илрэх үзэгдэл ажиглагдаж байна (Жамбалжав нар, 2013). Даян дэлхийн дулаарлын нөлөөгөөр ойд идэвхтэй давхаргын зузаан нэмэгдэх, модны үндэс орших гүехэн үеийн бүтэц өөрчлөгдөх, улмаар түүн дээрх мод хазайх, бүр унасан байдаг (Bohannon, 2008). Улирлын гэсэлтийн давхарга нь агаар мандал ба цэвдэг хоёрын завсар оршдог бөгөөд түүнд явагдах дулааны эргэлт нь цэвдгийн оршин байх нөхцөлд чухал үүрэг гүйцэтгэнэ.

Газарзүйн байршил, өндөр, зүг зовхис, хөрсний бүтэц, ус чийгийн хэмжээ зэргээс хамаарч Монгол орны хэмжээнд улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн зузаан 1–6 м хүрнэ. Сүүлийн

жилүүдэд уур амьсгалын дулааралтай холбоотойгоор улирлын гэсэлтийн зузаан 8 м хүрсэн нь хэмжилтээр тогтоогдсон байдаг (Зураг 3.3.1; Жамбалжав нар, 2013). Монгол орны хэмжээнд улирлын гэсэлтийн зузаан жилээс жилд 0.5–40 см хооронд нэмэгдэнэ (Lin Zhao et al., 2010). Улаанбаатар хотын хэмжээнд хөлдөлтийн гүний хэмжээ дунджаар жилд 0.7–1.07 см-ээр буурна (Төмөрбаатар, 1996).




**Зураг 3.3.1.** *(А) Говь-Алтай аймгийн Эрдэнэ-2 цооногийн 7.8 м-ийн гүний температурын явц (2014-2016; (Б) 2.0-7.8 м-ийн гүний хамгийн их, хамгийн бага температурын муруй (2015)*

Байгалийн хэвийн нөхцөл дэх улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн гүн ба улирлын хөлдөлт гэсэлтийн норматив гүн гэж 2 ангилдаг. Дээр өгүүлсэн улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн гүний өөрчлөлт нь байгалийн хэвийн нөхцөл дэх өөрчлөлт болно. Харин төв суурин газрын хэмжээнд барилга байгууламжийн буурь суурийн төлөвлөлтөнд улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн норматив гүний утгыг ашигладаг. Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн судалгааг тэр л Монгол улсад бүтээн байгуулалт өрнөж эхэлсэн 1950-60 оноос ЗХУ-ын эрдэмтэн В.Ф.Жуков, 1960-70 оноос С.И.Заболотник, Д.Төмөрбаатар нар судлаж байжээ. Ингэж судлахдаа Монгол орныг улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн мужлалд хуваж төв суурин, аймаг, сумын төвийн хэмжээнд хөрсний бүтцээр нь ялган гаргасан байдаг. Улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн норматив гүнийг Стефаны тэгшитгэл болон Кудрявцевын тэгшитгэлээр тодорхойлдог. Кудрявцевын тэгшитгэлийг Монгол орны хэмжээнд хэмжилт, ажиглалтын мэдээтэй харьцуулах замаар шалгалт хийсэн байдаг. Монгол орон нь эх газрын эрс тэс уур амьсгалтай учраас хөрс, чулуулаг гүн хөлдөж, гэсдэг онцлогтой. 1970-1995 оны хооронд уур амьсгалын мэдээ ашиглан 2001 онд доктор Д.Төмөрбаатар, Я.Жамбалжав, Д.Ундармаа нар Монгол орны төв суурин газруудын улирлын хөлдөлт гэсэлтийн гүнийг Кудрявцевын тэгшитгэл ашиглан тодорхойлж, Монгол орны улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн зургийг зохиосон байна.

Улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн норматив гүнийг 10 жил тутамд шинэчлэн гаргаж байх шаардлагатай байдаг боловч сүүлийн 20 орчим жилд шинэчлэж амжаагүй байна. Даян дэлхийн уур амьсгалын дураалалт, газрын гадаргын талхлалт зэрэгтэй холбоотойгоор улирлын гэсэлтийн гүн нэмэгдэж зарим газарт 6-8 м хүрсэн нь хэмжилт судалгаагаар тодорхойлогдсон байдаг (Жамбалжав ба бусад, 2013). Тэгвэл улирлын хөлдөлтийн гүн нь багассан байдаг.

Доор хүснэгтээр Монгол орны улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн норматив гүний утгыг Д.Төмөрбаатарын 2001 онд тооцсоноор оруулав (Хүснэгт 3.3.1; Хүснэгт 3.3.2).

**Хүснэгт 3.3.1.** *Монгол орны ул хөрсний улирлын гэсэлтийн норматив гүн (м).*

| № | Төв суурин газрын нэр | Шавар, шавранцар | Элсэнцэр | Элс | Элсэн дүүргэвчтэй хайр, хайрга |
|---|---|---|---|---|---|
| | Хөвсгөл аймаг | | | | |
| 1 | Алаг-Эрдэнэ | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 2 | Арбулаг | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.3 |
| 3 | Баянзүрх | 2 2 | 2.9 | 3.4 | 3.6 |
| 4 | Бүрэнтогтох | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 |
| 5 | Галт | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 6 | Жаргалант | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 7 | Ринченлхүмбэ | 1.7 | 2.5 | 3 | 3.5 |
| 8 | Улаан-Уул | 2 2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 9 | Ханх | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 10 | Цагаан-Үүр | 2.0 | 2.5 | 3 | 3.4 |
| 11 | Цэцэрлэг | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 12 | Чандмань-Өндөр | 2 | 2.5 | 3 | 3.4 |
| 13 | Эрдэнэбулган | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 14 | Хатгал | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 15 | Цагаан-Уул | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| | Завхан аймаг | | | | |
| 1 | Их-Уул | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 2 | Нөмрөг | 2.5 | 2.8 | 3 | 3.5 |
| 3 | Сонгино | 2.8 | 3 | 3.3 | 3.6 |
| 4 | Түдэвтэй | 2.5 | 2.8 | 3 | 3.5 |
| 5 | Тэлмэн | 2.9 | 3.1 | 3.4 | 3.7 |
| 6 | Тэс - ‘ | 2.5 | 2.8 | 3 | 3.5 |
| 7 | Тосонцэнгэл | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| | Архангай аймаг | | | | |
| 1 | Өндөр-Улаан | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 2 | Тариат | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.3 |
| 3 | Хангай | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| 4 | Чулуут | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |
| | Баянхонгор аймаг | | | | |
| 1 | Баянбулаг | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 4 |
| 2 | Галуут | 2.8 | 3 | 3.3 | 3.8 |
| 3 | Гурванбулаг | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.5 |
| | Өвөрхангай аймаг | | | | |
| 1 | Уянга | 2.8 | 3 | 3.5 | 3.8 |
| | Төв аймаг | | | | |
| 1 | Мөнгөнморьт | 3 | 3.5 | 3.7 | 3.9 |
| | Хэнтий аймаг | | | | |
| 1 | Батширээт | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4 |
| 2 | Дадал | 2.9 | 3.4 | 3.7 | 4.1 |
| | Баян-Өлгий аймаг | | | | |
| 1 | Алтай | 2.5 | 3 | 3.3 | 3.7 |
| 2 | Дэлүүн | 2.6 | 3 | 3.3 | 3.7 |
| 3 | Цагааннуур | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 |

**Хүснэгт 3.3.2.** *Монгол орны улирлын хөлдөлтийн норматив гүн (м).*

| № | Төв суурин газрын нэр | Шавар шавранцар | Элсэнцэр | Элс | Элсэн дүүргэвчтэй хайр, хайрга |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Улаанбаатар хот | 2.7 | 3.2 | 3.9 | 4.7 |
| | Баян-Өлгий аймаг | | | | |
| 1 | Өлгий | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 2 | Алтанцөгц | 3 | 3.4 | 4 | 4.5 |
| 3 | Баяннуур | 2.8 | 3.3 | 3.6 | 4 |
| 4 | Бугат | 2.8 | 3.3 | 3.6 | 4.2 |
| 5 | Булган | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 6 | Буянт | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 7 | Ногооннуур | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 8 | Сагсай | 3 | 3.5 | 4.0 | 4.5 |
| 9 | Толбо | 2.8 | 3.2 | 3.7 | 4.2 |
| 10 | Улаанхус | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 11 | Цэнгэл | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| | Увс аймаг | | | | |
| 1 | Улаангом | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 2 | Баруунтуруун | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 3 | Бөхмөрөн | 2.6 | 3 | 3.5 | 4 |
| 4 | Давст | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 5 | Завхан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 6 | Зүүнговь | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.2 |
| 7 | Зүүнхангай | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 8 | Малчин | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 9 | Наранбулаг | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 10 | Өлгий | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 11 | Өмнөговь | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.2 |
| 12 | Өндөрхангай | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.2 |
| 13 | Сагил | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 14 | Түргэн | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 15 | Тариалан | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 16 | Тэс | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 17 | Ховд | 2.7 | 3 | 3.5 | 4 |
| 18 | Хяргас | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 19 | Цагаанхайрхан | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| | Ховд аймаг | | | | |
| 1 | Ховд хот | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 2 | Алтай | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.5 |
| 3 | Булган | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |
| 4 | Буянт | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 5 | Дарви | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |
| 6 | Дуут | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Зэрэг | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 8 | Манхан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 9 | Мөст | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 10 | Мянгад | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 11 | Үенч | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.5 |
| 12 | Ховд | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 13 | Цэцэг | 2.8 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 14 | Чандмань | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 15 | Эрдэнэбүрэн | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| | *Завхан аймаг* | | | | |
| 1 | Улиастай | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 2 | Алдархаан | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 3 | Баянтэс | 3 | 3.4 | 4 | 4.5 |
| 4 | Баянхайрхан | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 5 | Завханмандал | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 6 | Идэр | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 7 | Отгон | 3.6 | 3 5 | 4 | 4.5 |
| 8 | Сантмаргац | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 9 | Ургамал | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 10 | Цагаанхайрхан | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 11 | Цагаанчулуут | 2.8 | 3.2 | 3.6 | 4.3 |
| 12 | Цэцэн-Уул | 2.8 | 3 2 | 3.6 | 4.3 |
| 13 | Шилүүстэй | 2.8 | 3.2 | 3.6 | 4.3 |
| 14 | Эрдэнэхайрхан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 15 | Яруу | 3 | 3.5 | 4 | 4.6 |
| 16 | Дөрвөлжин | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| | Говь-Алтай аймаг | | | | |
| 1 | Алтай | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 2 | Баян-Уул | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 3 | Бугат | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 4 | Бигэр | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |
| 5 | Дарви | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |
| 6 | Дэлгэр | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |
| 7 | Жаргалан | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |
| 8 | Тайшир | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 9 | Тонхил | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3..8 |
| 10 | Төгрөг | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 11 | Халиун | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.5 |
| 12 | Хөхморьт | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 13 | Цогт | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 14 | Цээл | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 15 | Чандмань | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 16 | Шарга | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.5 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 17 | Эрдэнэ | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| | | *Архангай аймаг* | | | |
| 1 | Цэцэрлэг | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 2 | Батцэнгэл | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 3 | Булган | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 4 | Жаргалант | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 5 | Ихтамир | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 6 | Өгийнуур | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 4.1 |
| 7 | Өлзийт | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 4.2 |
| 8 | Төвшрүүлэх | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 9 | Хайрхан | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 10 | Хашаат | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 11 | Хотонт | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 12 | Цэнхэр | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 13 | Эрдэнэмандал | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| | | Хөвсгөл аймаг | | | |
| 1 | Мөрөн | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 2 | Их-Уул | 2.8 | 3.2 | 3.8 | 4.2 |
| 3 | Рашаант | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 4 |
| 4 | Тариалан | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.4 |
| 5 | Тосонцэнгэл | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.4 |
| 6 | Төмөрбулаг | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 7 | Түнэл | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 8 | Шинэ-Идэр | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| | | Баянхонгор аймаг | | | |
| 1 | Баянхонгор | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 2 | Баацагаан | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 3 | Баянговь | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |
| 4 | Баянлиг | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 5 | Баян-Овоо | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 6 | Баян-Өндөр | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 7 | Баянцагаан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 8 | Богд | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 9 | Бөмбөгөр | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 10 | Буянцагаан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 11 | Заг | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 12 | Жаргалант | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 13 | Жинст | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 14 | Өлзийт | 2.9 | 3.4 | 3.7 | 4.5 |
| 15 | Хүрээмарал | 2.6 | 2.8 | 3 | 3 |
| 16 | Шинэжинст | 2.3 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 17 | Эрдэнэцогт | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| | | Дорноговь аймаг | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Сайншанд | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.5 |
| 2 | Алтанширээ | 2.3 | 2.5 | 2.7 | 3.3 |
| 3 | Айраг | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.3 |
| 4 | Даланжаргалан | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.3 |
| 5 | Дэлгэрэх | 2.5 | 2.6 | 2.8 | 3.4 |
| 6 | Иххэт | 2.5 | 2.6 | 2.8 | 3.4 |
| 7 | Мандах | 2.3 | 2.5 | 2.7 | 3.2 |
| 8 | Өргөн | 1.6 | 2 | 2.3 | 2.4 |
| 9 | Сайхандулаан | 2.2 | 2.5 | 2.7 | 3.1 |
| 10 | Сүмбэр | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 11 | Улаанбадрах | 1.6 | 2 | 2.3 | 2.4 |
| 12 | Хатанбулаг | 1.6 | 2 | 2.3 | 2.4 |
| 13 | Хөвсгөл | 1.6 | 2 | 2.2 | 2.3 |
| 14 | Эрдэнэ | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.5 |
| | Сүхбаатар аймаг | | | | |
| 1 | Баруун-Урт | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 2 | Асгат | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.3 |
| 3 | Баяндэлгэр | 2.3 | 2.5 | 2.6 | 3.2 |
| 4 | Дарьганга | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 5 | Мөнххаан | 2.3 | 2.5 | 2.7 | 3.3 |
| 6 | Наран | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.3 |
| 7 | Онгон | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.3 |
| 8 | Сүхбаатар | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 9 | Түвшинширээ | 2.5 | 2.7 | 2.8 | 3.4 |
| 10 | Түмэнцогт | 2.5 | 2.7 | 2.8 | 3.4 |
| 11 | Уулбаян | 2.5 | 2.7 | 2.8 | 3.4 |
| 12 | Халзан | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.3 |
| 13 | Эрдэнэцагаан | 2.4 | 2.6 | 2.8 | 3.4 |
| | Булган аймаг | | | | |
| 1 | Булган | 2.8 | 3.2 | 3.8 | 4.3 |
| 2 | Баян-Агт | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 3 | Бугат | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 4 | Бүрэгхангай | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 5 | Гүрванбулаг | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 6 | Дашинчилэн | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 7 | Могод | 2.8 | 3 | 3.5 | 4 |
| 8 | Орхон | 2.8 | 3.1 | 3.6 | 4.3 |
| 9 | Сайхан | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 10 | Сэлэнгэ | 2.8 | 2.8 | 3.1 | 3.8 |
| 11 | Тэшиг | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.4 |
| 12 | Хангал | 2.8 | 3.1 | 3.6 | 4.3 |
| 13 | Хангай | 2.8 | 3.1 | 3.6 | 4.3 |
| 14 | Хутаг-Өндөр | 2.9 | 3.4 | 3.8 | 4.4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 15 | Хишиг-Өндөр | 2.8 | 3.1 | 3.6 | 4.4 |
| 16 | Эрдэнэт | 2.8 | 3.4 | 3.8 | 4.4 |
| | Сэлэнгэ аймаг | | | | |
| 1 | Сүхбаатар | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 2 | Алтанбулаг | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 3 | Баруунбүрэн | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 4 | Баянгол | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 5 | Дархан | 2.6 | 2.8 | 3.2 | 3.6 |
| 6 | Ерөө | 2.6 | 2.8 | 3.2 | 3.6 |
| 7 | Зүүнбүрэн | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 8 | Орхон | 2.7 | 2.7 | 3.2 | 3.8 |
| 9 | Орхонтуул | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 10 | Сант | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.6 |
| 11 | Хонгор | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 12 | Цагааннуур | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 13 | Шаамар | 2.6 | 2.8 | 3.2 | 3.6 |
| 14 | Мандал | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 15 | Дулаанхаан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| | Дорнод аймаг | | | | |
| 1 | Чойбалсан хот | 2.4 | 2.5 | 2.7 | 3.2 |
| 2 | Баяндун | 2.5 | 2.6 | 2.8 | 3.3 |
| 3 | Баянтүмэн | 2.4 | 2.5 | 2.7 | 3.3 |
| 4 | Баян-Уул | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 5 | Булган | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 6 | Гурванзагал | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 7 | Дашбалбар | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 8 | Матад | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 9 | Сэргэлэн | 2.6 | 2.6 | 3.1 | 3.6 |
| 10 | Халхгол | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 11 | Хөлөнбуйр | 2.6 | 2.5 | 2.7 | 3.3 |
| 12 | Цагаан-Овоо | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.5 |
| 13 | Чойбалсан | 2.5 | 2.7 | 2.6 | 3.5 |
| 14 | Чулуунхороот | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 15 | Эрээн | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| | Өвөрхангай аймаг | | | | |
| 1 | Арвайхээр | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 2 | Баруунбаян-Улаан | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.9 |
| 3 | Баянгол | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |
| 4 | Баян-Өндөр | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 5 | Богд | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.1 |
| 6 | Бүрд | 2.9 | 3.4 | 3.8 | 4.5 |
| 7 | Гучин-Ус | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |
| 8 | Зүйл | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 9 | Зүүнбаян-Улаан | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.1 |
| 10 | Нарийнтээл | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.1 |
| 11 | Өлзийт | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 12 | Сант | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 13 | Тарагт | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 14 | Төгрөг | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 15 | Хайрхандулаан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 16 | Хархорин | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.2 |
| 17 | Хужирт | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.2 |
| | Төв аймаг | | | | |
| 1 | Зуунмод | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.3 |
| 2 | Алтанбулаг | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.2 |
| 3 | Батсүмбэр | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 4 | Баян | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 5 | Баяндэлгэр | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.3 |
| 6 | Баянзүрх | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.5 |
| 7 | Баянжаргалан | 2.9 | 3 | 3.5 | 4 |
| 8 | Баянцагаан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 9 | Баянчандмань | 2.8 | 3.3 | 3.7 | 4.4 |
| 10 | Баянцогт | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.2 |
| 11 | Борнуур | 2.9 | 3 | 3.8 | 4.5 |
| 12 | Бүрэн | 2.6 | 3 | 3.5 | 4.2 |
| 13 | Дэлгэрхаан | 2.6 | 3 | 3.2 | 4.2 |
| 14 | Заамар | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 15 | Жаргалант | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 16 | Лүн | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 17 | Мөнгөнморьт | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 |
| 18 | Өндөрширээт | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.9 |
| 19 | Сэргэлэн | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 4.3 |
| 20 | Угтаалцайдам | 2.8 | 3.2 | 3.6 | 4.3 |
| 21 | Эрдэнэ | 2.8 | 3.1 | 3.5 | 4.2 |
| 22 | Эрдэнэсант | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.7 |
| 23 | Баянчандмань | 2.8 | 3.3 | 3.7 | 4.4 |
| | Хэнтий аймаг | | | | |
| 1 | Өндөрхаан | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.8 |
| 2 | Батширээт | 2.8 | 3.1 | 3.6 | 4.4 |
| 3 | Батноров | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 4 | Баян-Адарга | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 5 | Баян-Овоо | 2.6 | 2.7 | 3.2 | 3.5 |
| 6 | Баянхутаг | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.7 |
| 7 | Баянмөнх | 2.6 | 2.8 | 3.2 | 3.6 |
| 8 | Биндэр | 2.9 | 3.4 | 3.9 | 4.4 |
| 9 | Буянт | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Галшар | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 11 | Дадал | 2.9 | 3.4 | 2.9 | 4.5 |
| 12 | Дархан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 13 | Дэлгэрхаан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 14 | Жаргалтхаан | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 15 | Мөрөн | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 16 | Норовлин | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 17 | Хэрлэн | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 18 | Өмнөдэлгэр | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |
| 19 | Цэнхэрмандал | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| | Өмнөговь аймаг | | | | |
| 1 | Даланзадгад | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.5 |
| 2 | Баяндалай | 1.6 | 1.9 | 2.2 | 2.4 |
| 3 | Баян-Овоо | 1.5 | 1.8 | 2 | 2.8 |
| 4 | Булган | 1.6 | 2 | 2.3 | 2.4 |
| 5 | Гурвантэс | 1.5 | 1.8 | 2 | 2.8 |
| 6 | Мандал-Овоо | 2.3 | 2.5 | 2.7 | 3 |
| 7 | Манлай | 2.2 | 2.4 | 2.6 | 2.9 |
| 8 | Ноён | 1.6 | 2 | 2.3 | 2.4 |
| 9 | Номгон | 1.6 | 2 | 2.3 | 2.4 |
| 10 | Сэврэй | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.5 |
| 11 | Ханбогд | 1.6 | 2 | 2.3 | 2.4 |
| 12 | Ханхонгор | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.5 |
| 13 | Цогт-Овоо | 2.3 | 2.5 | 2.7 | 3.1 |
| 14 | Цогцэций | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.5 |
| 15 | Хүрмэн | 1.7 | 2.1 | 2.4 | 2.5 |
| | Дундгов аймаг | | | | |
| 1 | Мандалговь | 2.6 | 2.8 | 3 | 3.6 |
| 2 | Адаацаг | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.7 |
| 3 | Баянжаргалан | 2.4 | 2.6 | 3.7 | 3.2 |
| 4 | Говь-Угтаал | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.5 |
| 5 | Гурвансайхан | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 6 | Дэлгэрхангай | 2.5 | 2.6 | 2.8 | 3.3 |
| 7 | Дэлгэрцогт | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.5 |
| 8 | Дэрэн | 2.6 | 2.8 | 3.2 | 3.7 |
| 9 | Луус | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 10 | Өлзийт | 2.2 | 2.5 | 2.7 | 3 |
| 11 | Өндөршил | 2.1 | 2.4 | 2.6 | 3 |
| 12 | Сайнцагаан | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.7 |
| 13 | Сайхан-Овоо | 2.6 | 2.8 | 3.2 | 3.5 |
| 14 | Хулд | 2.5 | 2.7 | 2.9 | 3.4 |
| 15 | Цагаандэлгэр | 2.6 | 2.8 | 3.1 | 3.6 |
| 16 | Эрдэнэдалай | 2.7 | 2.9 | 3.2 | 3.8 |

## 3.4 КРИОГЕНИЙ ҮЗЭГДЛҮҮД

Ул хөрсний улирлаар харьцангуй гүн хөлдөж гэсдэг онцлогтой уялдаж, ул хөрс болон ус олон жил, улирлаар хөлдөж, гэсэх үйл явцад криогений (хүйтний) үзэгдлүүд үүсч хөгжих байгалийн аятай нөхцөл Монгол орны нутаг дэвсгэрт газар бүртээ харилцан адилгүй хэмжээнд бүрэлдсэн байдаг. Ул хөрс болон ус олон жил, улирлаар хөлдөх үйл явцад ул хөрс, чулуулгийн хүйтний өгөршил, ан цав, хагарал, овойлт, дов, улирлын ба олон жилийн цэвдэгт бөөрөг, гол-булаг-хөрсний халиа, тошин зэрэг криогений үйл явц, үзэгдлүүд үүсч хөгжинө. Тэгвэл мөсжилт ихтэй ул хөрс, чулуулгийн олон жил ба улирлын гэсэлтийн үйл явцад термокарстын (дулааны) хөндийлж, нуур-цөөрөм, хотос, дулааны идэгдэл, удаан ба түргэн солифлюкцийн дэнж, мөрөгцөг гадаргад илэрдэг. Мөн ул хөрс, чулуулгийн олон жил, улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн хавсарсан үйл явцад нохойн хонхор, хэмхдэс чулууны ялгарал, бөөгнөрөл, хүрээ, курум зэрэг криогений үзэгдлүүд бүрэлдэж үүсдэг.

Н.Лонжид (1969), В.Л.Суходровский (1974), Д.Лувсандагва (1975), Р.Ломборенчин (1993), Д.Төмөрбаатар (2006) нар геокриологийн хээрийн судалгааны явцад Монгол орны криогений үзэгдлүүдийн газарзүйн тархалт, морфологи болон тэдгээрийн хэмжээний талаар нэлээд мэдээ цуглуулж нэгтгэн тодорхойлж бичсэн байдаг. Түүнчлэн Корнилова (1964), Ананд (1975) нар Улаанбаатар хотын газар нутагт ул хөрсний хүйтний овойлтын хүч, түүний хэмжээг тодорхойлсон туршилт судалгаа явуулж байсан. Г.Ф.Гравис (1974) булшмал бөөрөг, нохойн хонхорын үүслийн механизмыг судласан. 1990-ээд оныг хүртэлх хугацаанд криогений үйл явц, үзэгдлийн талаар өөр сэдэвчилсэн нарийн судалгаа явуулаагүй. Харин Н.Шархүү 1990-ээд оны дундаас эхлэн тодорхой талбайнуудад ул хөрсний хүйтний овойлт, олон жилийн ба улирлын цэвдэгт бөөрөг, гол-булгийн халиа, термокарстын хотосын суулт, солифлюкцийн урсацын хурд тодорхойлох зэрэг криогений үзэгдлийн үүсэл, хөдлөлзүйн талаарх туршилт болон горимын хагас суурин судалгааг явуулсан юм. “Криогений үзэгдлүүд” гарчигт энэхүү туршилт, горимын судалгааны үр дүнгээс түлхүү жишээ болгон оруулав. Монгол орны криогений үзэгдлүүдийн газарзүйн тархалт, хэлбэр хэмжээний талаар өмнөх бүтээлүүдэд нилээдгүй бичиж байсан учир энэхүү бүлэгт зарим үр дүнг товч дурьдсан болно.

***Ул хөрс, чулуулгийн хүйтний өгөршил, ан цав, хагарал***. Ул хөрс, чулуулгийн хүйтний өгөршил, ан цав, хагарлын талаар Монгол орны хувьд урьд өмнө нь тусгайлан судалгаа хийгдэж байгаагүй. Газрын гадаргын ба гадарга орчмын чулуулаг олон жил болон улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн үйл явцад хүйтний өгөршилд орж улмаар хагарч бутардаг. Эрс тэс уур амьсгалтай манай орны нөцөлд чулуулгийн хүйтний өгөршил нэн идэвхтэй явагдах онцлогтой. Ялангуяа хадан чулуулаг гадарга дээр, ан цаваар ус чийгээр ханасан үед хөлдөхдөө илүү идэвхтэй өгөршиж бутардаг. Чулуулгийн өгөршиж нарийн ширхэг болтлоо бутрах нь түүний бүтэц, бүрэлдэхүүнээс хамаардаг байна. Тухайлбал ихэнх тохиолдолд боржин, өөхөн ба элсэн чулуу өгөршихдөө элс, дайрга болтлоо, харин занар, занаранцар, хүрмэн чулуу өгөршихдөө элсэнцэр, шавранцар болтлоо бутардаг.

Чийг ихтэй шавранцар, элсэнцэр, хүлэрлэг ул хөрс хөлдөхдөө эзэлхүүнээ тэлэхийн зэрэгцээ зарим хэсэгтээ агшиж газрын гадаргад 4-6 өнцгөөр торлосон хүйтний ан цав, хагарал үүсгэдэг. Торлосон хагарлын хоорондох зай 1 м-ээс 25 м хүртэл хэлбэлзэнэ. Харин хөрсний хүйтний урт, богино, шулуун эгнээт ан цав, хагарал голын эрэг дэнж, намгархаг газрыг захлан эмжсэн байдлаар илэрдэг. Ул хөрсөнд хүйтний ан цав, хагарал нь гадаргаасаа гүн рүүгээ шаантаг хэлбэртэй үүссэн байдаг. Хагарлын нэвтрэх дундаж гүн нь 0.7-1.5 м бөгөөд өргөн нь хөрсний гадаргад ихэвчлэн 1-3 см байх боловч хүлэрлэг хөрсөнд 10-20 см хүрнэ. Ул хөрсний хүйтний ан цав, хагарал 11-12 дугаар саруудад идэвхтэй явагдаж 1 дүгээр сараас түүний үйл явц бараг зогсдог бол хаврын улиралд энэ нь аажимаар буурсаар зуны улиралд бараг битүүрдэг.

Хүйтний ан цав, хагарал олон зуун жилээр давтагдаж явагдах тохиолдолд хөрсөнд хагарлын дагуу ургамлын үндэс, ялзмаг бүхий бараандуу өнгийн тоосорхог хөрсний шаантагласан босоо судлууд үүссэн байдаг. Монгол оронд шаантаг хөрсний судлуудын өргөн нь газрын гадарга хэсэгтээ 10-30 см хүрч байсан. Зэрэг гарлаар үүссэн цэвдэг хурдсанд хагарлын дагуу шаантагласан мөсөн судал дайралдах боломжтой. Зөвхөн Дархадын хотгорын Шаргын Ганга орчим ийм шаантаг мөсөн судал ажиглагдаж байсан (Зураг 3.4.1) .



**Зураг 3.4.1.** *а) Тэрхийн хөндийн татамд үүссэн 4-5 өнцгөөр торлосон хөрсний хүйтний торлосон бичил хагарал (Шархүү, 1969), б) Хөвсгөлийн Шаргын хөндийн намгийн хүлэрлэг хөрсний хүйтний ан цав (Шархүү, 1968).*

***Чулуулгийн хүйтний ялгарал, нохойн хонхор***. Цэвдэг тархсан уулсын районд криогений чулуун ялгарлын үйл явц, үзэгдэл хамгийн түгээмэл тохиолддог (Гравис нар, 1974). Чулуун ялгарлын үйл явцад уулсын цармын болон ойн бүсийн хярын тэгшивтэр (3-4° хүртэлх хэвгий) гадаргад чулуун олон өнцөгт хүрээ, хэсэгчилсэн бөөгнөрөл тархсан байдаг (Зураг 3.4.2). Чулуун бөөгнөрөл заримдаа уулын ам, хөндийн, голын эхэн хэсгийн тэгшивтэр татам дээр дайралдана. Чулуун ялгарал нь чийгээр ханасан буюу их чийглэг нарийн ширхэгт хөрсөн чигжээстэй том, жижиг хэмхдэс, бул чулуун хурдас олон жилийн туршид улирлаар хөлдөж гэсэх овойлт, суултын үйл явцад хэмхдэс чулуу, нарийн ширхэгт хөрс хоорондоо ялгарч байрших байдлаар үүссэн. Чулуун бөөгнөрлийн явцад зарим хавтгайдуу том хэмхдэс чулуу гадаргад хөшөө маягийн эгц босоо байрлалтай олонтаа дайралдана. Чулуун олон өнцөгт хүрээний анхдагч үүслийг хөрсний хүйтний ан цав, хагарлын үйл явцтай холбож үздэг.



**Зураг 3.4.2.** *а) Алтайн уулсын Цэнгэл хайрхан уулын ар хажуугийн 2800 м өндөршлийн тэгшивтэр хярд хүйтний ялгарлаар үүссэн хэмхдэс чулууны олон өнцөгт хүрээ, бөөгнөрөл (Шархүү, 2001), б) Хөвсгөлийн Ноён голын хөндийн ёроолд хүйтний ялгарлаар үүссэн бул чулууны бөөгнөрөл, судалт хүрээ (Шархүү, 2004).*

Ялангуяа, Хөвсгөл, Хангайн уулсын цэвдэг тархсан хөндий, хотгор газрын гадаргад оросоор булшлагдсан бөөргүүдийн дунд монголоор нохойн хонхор өөр хоорондоо нягт холбоотойгоор зэрэгцэж түгээмэл тархсан байдаг. Нохойн хонхорын гүн 0.2-0.8 м, өргөн 1-5 м байна. Булшлагдсан бөөрөг, нохойн хонхор нь гол төлөв цэвдгийн дээрх хөрсний устай хайргархаг элсэнцэр, элсэн ул хөрсөнд хүйтний овойлт, ялгарлын үйл явцад үүсдэг. 1971 онд Гравис, Шархүү нар Хөвсгөлийн Шаргын хөндийн хоёр цэгт бөөрөг, нохойн хонхорыг дайруулан 2 м гүн хөрсний зүсэлт хийж, 1971 онд Гравис бөөрөг, хонхорын үүслийн 4 үе шатны механик үйл явцыг ялган тодорхойлсон юм. Эдгээрийн анхдагч үүсэл нь хөрсний хүйтний хагаралтай холбоотой бөгөөд цаашдаа хөрсний хуйлармал овойлт, ялгарлын үйл явцад булшмал бөөрөг, нохойн хонхор улам бүр өргөжиж томроно. Булшмал бөөргөнд мөсөн цөм үүсдэггүй бөгөөд хайргархаг том ширхэгт хөрс ялгарч бөөгнөрнө. Бөөргийн оройн хөрс хуурайдуу бөгөөд бараг ургамлын бүрхэвчгүй байдаг. Харин нохойн хонхорт ургамлын үндэс, ялзмаг бүхий чийглэг харьцангуй нарийн ширхэгт хөрс шаантагласан хэлбэрээр ялгарч үүсэхийн зэрэгцээ гадаргадаа ургамлан бүрхэвч сайн хөгжинө. Үндсэндээ нохойн хонхор нь булшмал бөөргийн овойж агших үйл явцад хөрс ялгаран тэлэхдээ улам бүр хотойх байдлаар үүсэхээс биш түүнд термокарстын үйл явц нөлөөлөхгүй (Зураг 3.4.3).




**Зураг 3.4.3.** *а) Дархадын хотгорт үүссэн Ренчинлхүмбэ сумын ойролцоох нохойн хонхорын судалгаа (Шархүү, 2004), б) Тэрэлжийн амралтын ойролцоох Шижирэнгийн ам хөндийн ар хажуу бэлд үүссэн нохойн бичил хонхорын судалгаа (Шархүү, 2003).*

**Ул хөрсний хүйтний овойлт**

Тоосорхог бүрэлдэхүүнтэй чийглэг ул хөрс улирлаар хөлдөхдөө эзэлхүүнээ тэлж овойлт үүсгэдэг. Ийм хүйтний овойлт нь газрын гадаргад онцгойрсон байдлаар илэрнэ. Ул хөрс өвөл хөлдөхдөө овойж, зун гэсэхдээ доош суудаг. Сэлэнгийн сав газрын ул хөрсний хүйтний овойлтын зэрэглэлийг судлан зурагласны зэрэгцээ Тэрэлж, Санзай, Баруун хараа зэрэг районы ул хөрсний овойлт, суултын хэмжээ, хөдлөлзүйг 100-аад цэгт бүтэн жилийн турш сар бүр нивлерийн багажаар хэмжиж судалсан (Зураг 3.4.4). Энэхүү судалгааны хэмжилтийн мэдээнд тулгуурлан ул хөрсний овойлтын зэрэглэл, овойлт, суултын хөдлөлзүйг Хүснэгт 3.4.1 болон 3.4.2 -дугаар хүснэгтэнд тодорхойлов (Sharkhuu, 1999). Ул хөрсний хүйтний овойлтын хэмжээ нь ул хөрсний бүрэлдэхүүн, ус-чийг, температур, улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн гүнээс хамаарч байсан. Тэрэлжийн Шижирийн амны ар хажуу бэлийн мониторингийн цооногийн дэргэд чийглэг элсэнцэр чигжээстэй хайргархаг ул хөрсний улирлын гэсэлтийн гүн 4.3 м байхад хүйтний овойлт 2.5 м гүн явагдсан ба түүнээс доош гүнд ажиглагдаагүй. Түүнчлэн 1964 онд Корнилова Улаанбаатар хотноо элсэнцэр дүүргэвчтэй хайргархаг ул хөрсний 1.5-2.0 м гүн хөлдөлтөнд овойлтын хүч 19.5 кг/см$^2$ хүрч байсныг туршилт судалгаагаар тодорхойлсон байна (Зураг 3.4.4).






**Зураг 3.4.4. а)** *Тэрэлжийн ажиглалтын талбайд хөрсний хөлдөлтийн овойлтыг гүний хамааралтайгаар судлахын тулд нүх ухаж нарийн төмөр савааг ханын 0.5 м-ийн алхамтай 3.0 м-ийн гүн хүртэл тогтооож, шороогоор булснаар нивелирын хэмжилтэнд зориулсан гүний тулгуур тэмдэгтүүдийг тоноглов, б) Хөрсний бүрэлдэхүүн, чийгийн хамаарал бүхий газрын гадарга дээрх 40 гаруй цэгийн овойлт, суултын хэмжээг нивелирын багажаар сар бүр 2 удаа хэмжиж байв (Шархүү, 2003).*

**Хүснэгт 3.4.1.** *Ул хөрсний бүрэлдэхүүн, чийгийн хамаарал бүхий хүйтний овойлтын өндөр, зэрэглэл.*

| Хүйтний овойлтын зэрэглэл | Овойлтын өндөр, см | Ул хөсрний зонхилох бүрэлдэхүүн, чийгийн зэрэглэл |
|---|---|---|
| Маш сул | 0.5-2.0 | Хажуу бэлийн чийг багатай элс, элсэнцэр |
| Сул | 2-5 | Хажуу бэлийн дунд зэргийн чийглэг элсэнцэр, элс |
| Хүчтэй | 5-10 | Хөндийн, хотсын чийгээр ханасан шавранцар, элсэнцэр |
| Маш хүчтэй | 10-15 | Хөндий хотсын их чийглэг хүлэр, шавранцар, элсэнцэр |

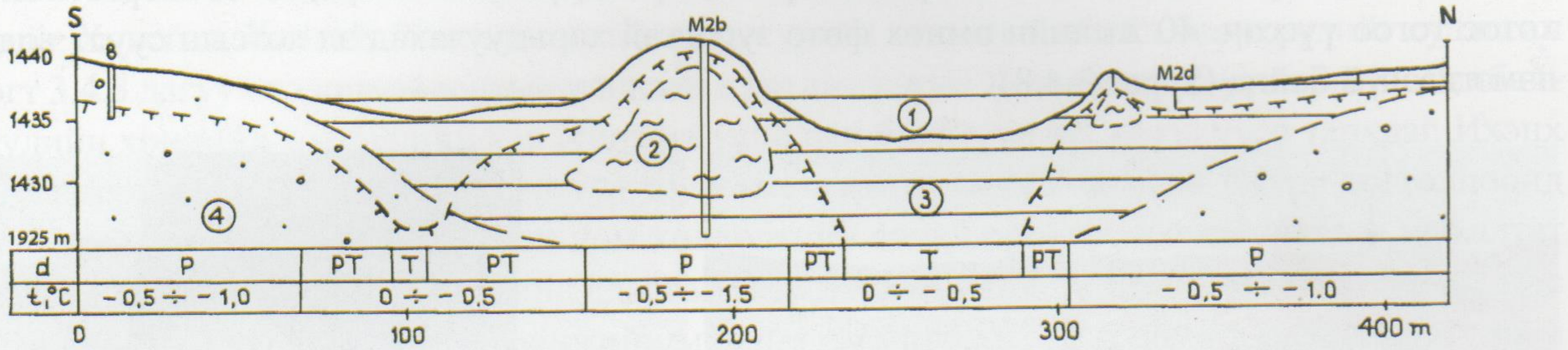
**Хүснэгт 3.4.2.** *Ул хөрсний улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн үйл явцад үүсэх овойлт, суултын идвэхшил, хөдлөлзүй.*

| Үйл явцын идвэхжил | Эхлэлтийн | Хүчтэй | Сул | Тогтвортой |
|---|---|---|---|---|
| Хүйтний овойлт | XI | XII-I | II-III | IV |
| Гэсэлтийн суулт | V | VI-VII | VIII-IX | X |

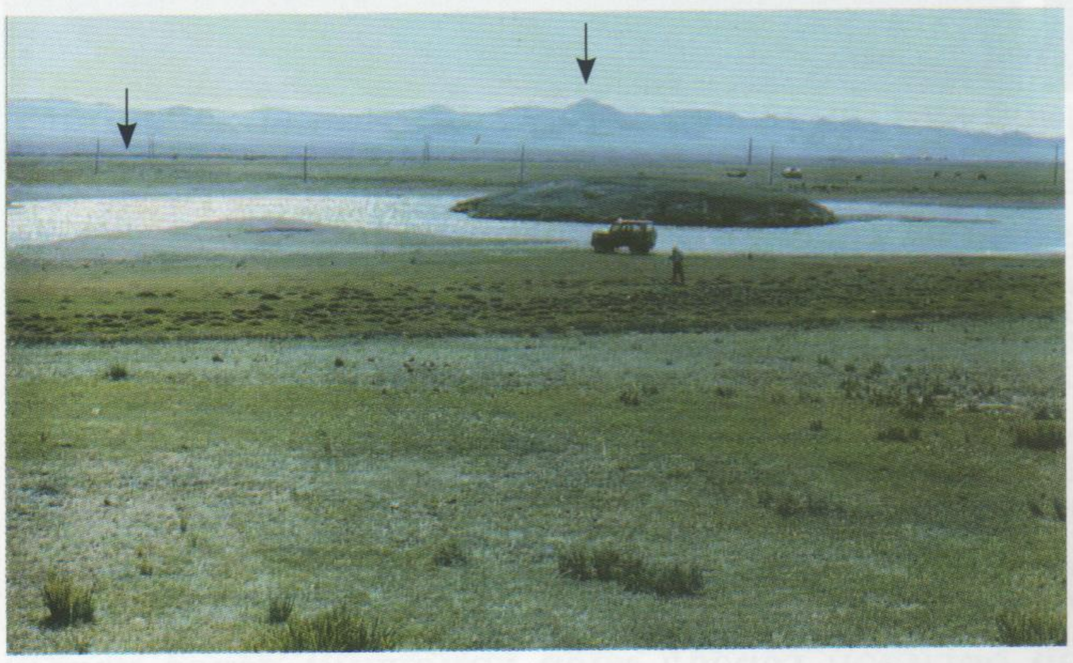
***Олон жилийн бөөрөг***. Онцгойрсон байдлаар овойлсон ул хөрсний байгалийн илрэл нь бөөргүүд юм. Бөөрөг нь олон жилийн ба улирлын үйл явцтай илэрдэг. Олон жилийн бөөргийн дундаж өндөр 3-5 м, диаметр нь 50-100 м байх боловч Хөвсгөл, Хангайн уулсын хөндий, хотгорын зарим том бөөргийн өндөр 10-20 м, диаметр нь 100-200 м хүрдэг. Олон жилийн бөөрөг голдуу шургамал гарлын цэвэр мөсөн цөмтэй байх бөгөөд түүний зузаан ихэвчлэн бөөргийнхөө өндрийн харьцаагаар хэмжигдэнэ. Ихэнх олон жилийн бөөргүүдийн орой, өвөр хажуу хэсэгтээ термокарстын үйл явц илэрч байсан. Налайхын Бүс нуур болон Тэсийн хөндийн Мөнгөтийн бөөргийг нарийвчлан судласан жишээн дээр олон жилийн бөөргийн үүсэл, хөгжлийн явцыг тодорхойлвол;

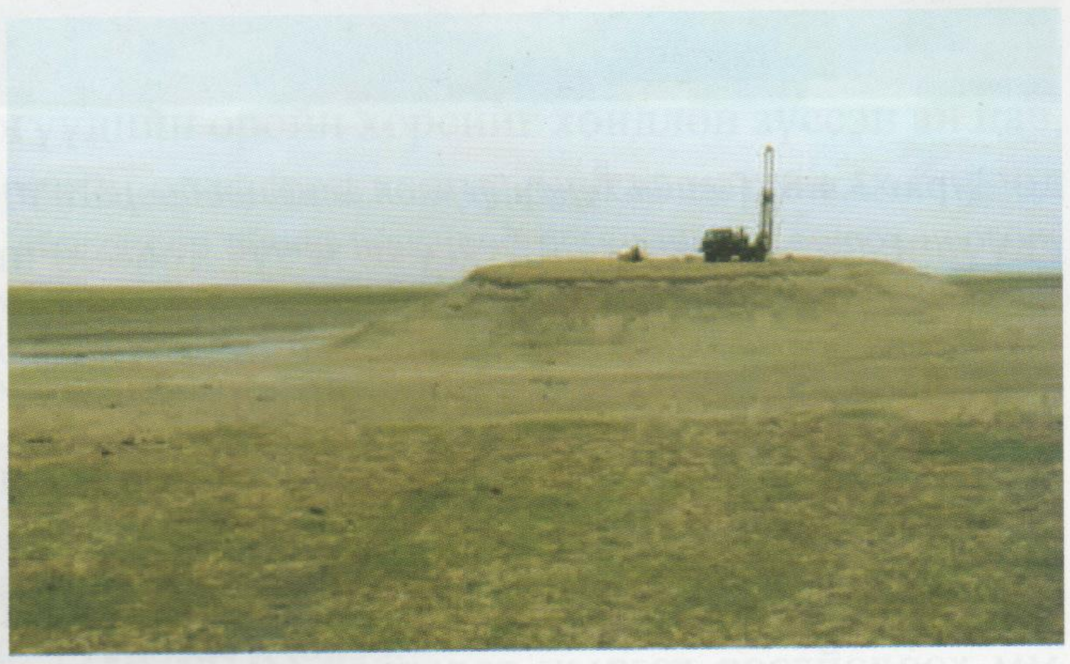
Олон жилийн бөөрөг Налайхын хотгор, Хонхорын хөндийд элбэг тархсан байдаг. Налайхын Бүс нуурын хотост том, жижиг олон жилийн хоёр бөөрөг үүссэн байдаг бөгөөд 4.5 м өндөр том бөөрөг нь нуурын төвд, 1 м өндөр бөөрөг нь нуурын хойт эрэг дээр байрлана (Sharkhuu et al., 2012). Эдгээр бөөрөг ихэвчлэн ялгарал, гарлын сийрэг мөсөн цөм нь артейзын усгүй, цэвдгийн

нам температурын нөхцөлтэй, доод цэрдийн шаварлаг хурдсанд гидрологийн битүү ба хагас задгай тогтолцоогоор үүсчээ (Зураг 3.4.5). Том бөөрөг нь 60-100 жилийн өмнө, жижиг бөөрөг нь 25-30 жилийн өмнө үүссэн гэж тооцоолсон байдаг. Бүс нуурын усны түвшин 1998-2013 оны хооронд 2.7 м буурч, бөөргийн өнгөн хөрс хуурайсаж, ургамлын бүрхэвчгүй болсноос шалтгаалан бөөргийн цэвдэг алдарсаар бөөргийн зүүн өмнөт хажууд улирлын гэсэлтийн 1.3 м зузаан хучаас үе бөөргийн мөсөн цөмийн гадаргад 2004 оны 8-р сараас гэнэт нурж гулссан байна (Зураг 3.4.6; Зураг 3.4.7). Нивелирийн мониторингийн хэмжилтээс үзвэл бөөргийн оройн зүүн өмнөт хэсгийн хөрсний гадарга 2005 онд 40 см, 2006 онд 45 см, 2007-2009 онд 45 см доош суужээ. Бөөргийн мөсөн цөм гадаргаасаа хайлснаар уг суулт үүссэн байна. Нуурын усны түвшин 2013 оны 6-р сарын сүүлчээр орсон аадар борооны үерийн усаар 15 жилийн өмнөх хэмжээнд хүртлээ гэнэт дээшилээд эдүүгээ болтол ахин буураагүй байна.

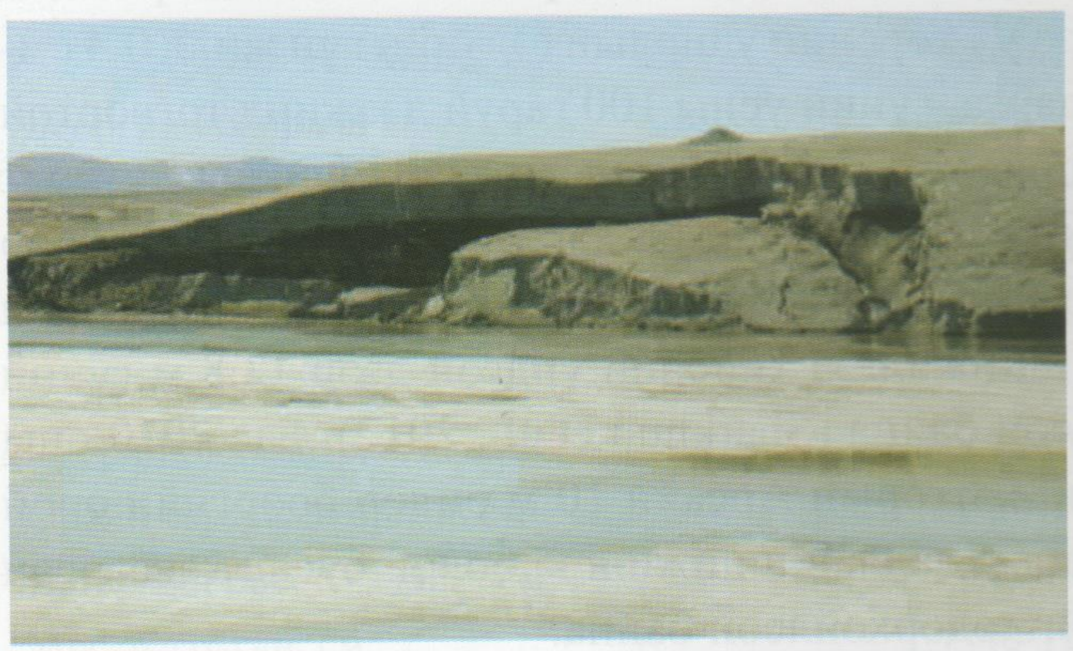



**Зураг 3.4.5.** *Налайхын хотгор дахь Бүс нуур ба олон жилийн цэвдэг бөөрөг (Шархүү, 2000). Таних тэмдэг: 1. Цэвдэг (Р), 2. Цэвдэг ба гэсгүүн (РТ), 3. Гэсгүүн (Т). Цагирагтай дугаар: 1. Нуурын ус, 2. Бөөргийн цулдмал ба ялгарал мөсөн цөм, 3. Нуурын хурдасны мөс буюу усаар ханасан шавранцар, шавар, 4. Аллювийн ба пролювийн элсэрхэг хайр, хайрга, d-Цэвдэг ба гэсгүүний байршил, t-Ул хөрсний жилийн дундаж температур (°С).*





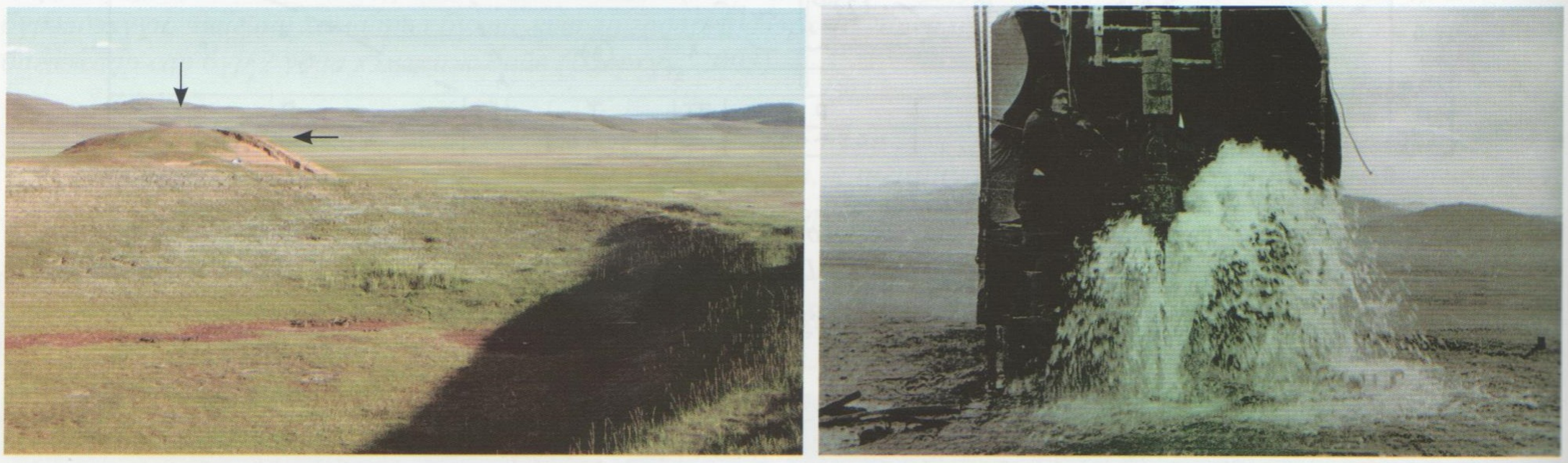
**Зураг 3.4.6.** *а) Налайхын Бүс нуур ба олон жилийн бөөрөг (Шархүү, 1999), б) Бүс нуур, бөөргийн өөрчлөлт (Шархүү, 2010).*





**Зураг 3.4.7.** *а) Алдарч буй бөөргийн зүүн өмнөт хажууд улирлын гэсэлтийн 1.3 м зузаан хучаас үе бөөргийн мөсөн цөмийн гадаргад 2004 оны 8-р сард гэнэт нурж гулссан байдал (Шархүү, 2005), б) Хөрсний нурсан гулсалтаар эгч мөргөцөг үүсгэсэн хананд бөөргийн мөсөн цөм илэрч байгаа нь (Шархүү, 2005).*

Булнай нурууны арын эртний нууруудын тэгш өндөрлөг дэхь Тэсийн хөндий орчмоор Мөнгөт, Асгат, Элээтийн олон жилийн бүлэг бөөргүүд үүссэн байдаг. Гравис, Шархүү нар эдгээрээс Мөнгөтийн 20 м өндөр, сууриараа 80-120 м өргөнтэй олон жилийн бөөргийн орой дээр 146 мм диаметрийн трубаагаар 1968 оны 10-р сарын эхээр 32 м гүн өрөмдөхөд бөөргийн цэвэр мөсөн цөмийн дороос артезийн шахалттай ус газрын гадаргаас дээш 1.0-1.2 м өндөрт гэнэт оргилон гарч нэг цагийн дараа 35 см, 5 цагийн дараа 4.3 см, 50 цагийн дараа 0.6 см болж буурсаар 120 цагийн дараа 32 м гүний ус гадаргад хальж гарахгүй болсон юм. Оргилсон усны гадаргад урсах идэгдлийн үйл явцаар бөөргийн нарийн ширхэгт элсэрхэг ул хөрстэй хажуугийн гадаргад 1.0-1.3 м гүн эгц ховилон жалга үүссэн. Хүхэрт устөрөгчийн үнэртэй гүний усны ундрага нь оргилж эхлэхдээ 187 $м^3$/цаг, температур нь хасах 0.15°С байсан *(*Шархүү, 1970*)*. Өрөмдлөгөөр ул хөрсний улирлын гэсэлтийн гүн 1.1 м байв. Мөнгөтийн өрөмдсөн бөөргөөс 200 м зайнд байрлалтай цэвдэгт бөөргийн оройд термокарстын 1 м гүн, 10-15 м өргөнтэй битүү хотос тогоо үүссэн. 40 жилийн өмнөх фото зурагтай харьцуулахад эл хотсын суулт тодийлөн нэмэгдээгүй байна (Зураг 3.4.8).



**Зураг 3.4.8.** *Тэсийн хөндийн олон жилийн бөөрөг: а) Зэрэгцээ хоёр бөөргийн нэгнийх нь оройд термокарстын тогоон хотос, харин нөгөө бөөргийн оройн цооногийн гүнээс оргилсон усны урсацын нөлөөнд хөрсний дулааны идэгдэл үүссэн байна (Шархүү, 2009). б) Бөөргийн мөсөн цөмийн доорх 32 м гүнээс артезийн шахалтат ус цооногийн өрөмдлөгөөр газрын гадаргад 1.2 м өндөрт оргилон гарч буй байдал (Шархүү, 1968).*

Мөнгөтийн бөөргийн үүсэл, хөгжлийг нарийвчлан судлахын тулд 2009 оны 8-р сард Аляскаас К.Ёшикава, Шархүү нар эл бөөргийн хуучин цооногийн дэргэд ахин 33 м гүн өрөмдөхөд бөөргийн цэвэр мөсөн цөмийн доорх артезийн шахалтат ус 32.6 м гүнээс 146 мм хоолойгоор газрын гадаргад 60-70 см өндөр оргилон гараад хоёр хоногийн дараа хальж гарахгүй болсон юм. Энэ нь бөөргийн мөсөн цөмийн дор цэвдэг хоорондын бага хэмжээний артезийн шахалтат ус байгаа болохыг илтгэнэ. Сүүлийн 40 жилд бөөргийн хөгжлийн үйл явц үндсэндээ зогсонги байдалд шилжсэний зэрэгцээ ул хөрсний улирлын гэлтийн гүн жилд 0.4 см-ээр нэмэгдсээр байжээ. Бөөргийн мөс болон гадарга, гүний усны 100 гаруй дээжинд тогвортой хүчилтөрөгч, устөрөгчийн изотопын задлан шинжилгээ хийсний үндсэн дээр Ёшикава дүгнэлт гаргахдаа Мөнгөтийн цэвдэгт бөөргийг артезийн усны задгай ба хагас битүү тогтолцоогоор салаавчлан давтагдах нөхцөлд үүссэн болохыг тодорхойлжээ. Мөн тэрээр бөөргийн 13.8 м гүнээс олдсон ургамлын үлдэгдэлд $^{14}C$ задлан шинжилгээ хийсний үндсэн дээр 13.8 м гүний мөс 8790 жилийн өмнө үүссэн болохыг тогтоосон байна (Sharkhuu et al., 2012). Бас 2010 оны 8-р сард М.Ишикава, Жамбалжав нар Дархадын хотгорын Арсайн 10 м өндөр бөөргийн орой дээр 35 м гүн өрөмдөж бөөргийн мөсний изотопын задлан шинжилгээ болон бусад хавсарсан судалгаа хийж тухайн бөөргийн үүсэл, хөгжлийг тодорхойлсон байна.

***Улирлын бөөрөг***. Улирлын бөөрөг ихэвчлэн уулсын ам, хөндий, нугын хүлэрлэг хөрсөн бүрхэвчтэй талбайд, мөн голын татам болон булаг орчмын намгархаг газар тархсан байдаг.

Ул хөрсний улирлын хөлдөлтөнд шахагдсан хөрсний ус эсэргүүцэл багатай хэсэгтээ бөөгнөрч өнгөн хөрсийг овойлгож хөлдөөх, хөрс усны тохиромжтой нөхцөл бүрдсэн цэвдэгтэй, цэвдэггүй аль ч газар улирлын бөөрөг үүсдэг. Ийм бөөргийн дундаж өндөр 0.3-1.0 м, суурийн диаметр нь 2-15 м байх боловч хамгийн тохиромжтой байгалийн нөхцөлд үүссэн зарим томоохон бөөргийн өндөр 1-2.5 м, диаметр нь 10-40 м хүрнэ. Ихэнх бөөргүүд зуувандуу дугуй хэлбэртэй бөгөөд оройн хэсгийн хөрсөө хөндлөн дайрсан 20-60 см хүртлэх өргөн ан цав, хагарал үүсгэсэн байдаг. Улирлын бөөргүүдийн зонхилох хэсэг нь гидролокалитын гарал үүсэлтэй байна. Иймд эдгээр бөөргүүдэд цэвэр буюу бага зэргийн хөрстэй холилдсон шургамал гарлын мөсөн цөмтэй байх бөгөөд зун мөс нь бүрэн гэсэхэд бөөрөг гадаргадаа бараг тэгш болтол доош сууна. Улирлын бөөрөг тухайн талбайдаа жил бүр тогтмол үүсээд байхгүй (Sharkhuu et al., 2011). Ялгарал гарлын мөсөн цөмтэй улирлын бөөргийг одоогоор тусгайлан судлагдаагүй байна. Ийм бөөргийн өндөр 0.2-0.5 м-ээс тодийлөн хэтрэхгүй. Шургамал мөсөн цөмтэй улирлын бөөргийн үүсэл, хөгжлийг Хөвсгөл, Хангай, Хэнтийн нутаг дахь гурван газрын талбайд бөөргүүдийг судласан Хүснэгт 3.4.3 дагуух тодорхойлолтын жишээн дээр авч үзвэл: Хөвсгөлийн зүүн эргийн Далбай-Сэвсүүлийн хөндийд янз бүрийн хэв шинжит улирлын бөөргүүд түгээмэл үүсч тархдаг. Ихэнх бөөрөг гидролоккалит хэв шинжтэй тул шургамал цэвэр мөсөн цөм нь битүү тогтолцоонд үүсдэг. Харин зарим бөөргийн мөсөн цөм хөлдөлтийн явцад оройгоосоо хагарахдаа шахалтат усаа аажим гадагш гаргаж бөөргийн гадаргад тодийгүй түүний орчны талбайд халианы мөс үүсгэсэн байдаг. Түүнчлэн зарим бөөргийн мөсөн цөм оройгоосоо голдуу 1-р сард гэнэт маш хүчтэй дэлбэрэхдээ бага хэмжээний шахалтат усаа бүрэн цацаж гаргаад бөөргийн мөсөн цөмийн дор хоосон хөндийлж үүсгэсэн байна (Зураг 3.4.9; Зураг 3.4.10). Бөөргүүдийн үүсэл, хөгжлийн онцлог, хөдлөлзүйг судлахын тулд хээрийн судалгааны ажиглалт, нивелирийн хэмжилтийг 5-7-9 дүгээр саруудад хийж байсан. Бөөргүүдийн өндөр, суурийн диаметр нь тэдгээрийн шургамал мөсөн цөмийн зузаанаас хамаарч байв. Мөн мөсөн цөмийн зузаан нь улирлын хөлдөлтийн гүнээс хамаарна. Бүх бөөргүүдийн оройн хөрсийг хөндлөн зүссэн ан цав, хагарал үүснэ. Хүйтний хагарлын өргөн нь бөөргийн оройгоос хажуу руугаа нарийсах бөгөөд бөөргийн хэлбэр хэмжээнээс хамаарна. Улирлын бөөрөг үүсэх эхлэлтийн үе 10-р сарын сүүлч 11-р сард, хамгийн идэвхтэй үе 12-1-2 дугаар саруудад, тогтвортой үе 3-4 дүгээр сард явагдана. Харин зун мөсөн цөмийн гэсэлтийн явцад бөөргийн хөрсний доош суулт 5-р сард эхлээд, 6-7-8 дугаар саруудад хамгийн идэвхтэй явагдаж, 9-р сард тогтворжино. Хүлэр бүрхэвчтэй намгархаг газрын харьцангуй зузаан мөсөн цөм үүсгэсэн зарим бөөргүүдийн хөрсний бүрэн суулт хэд хэдэн зун үргэлжиж байсан. Хуучин бөөргийн талбайд эвдэрч бутарсан хөрс нь бүрэн эдгэртлээ шинэ бөөрөг энд олон жилийн туршид үүсдэггүй ажээ.

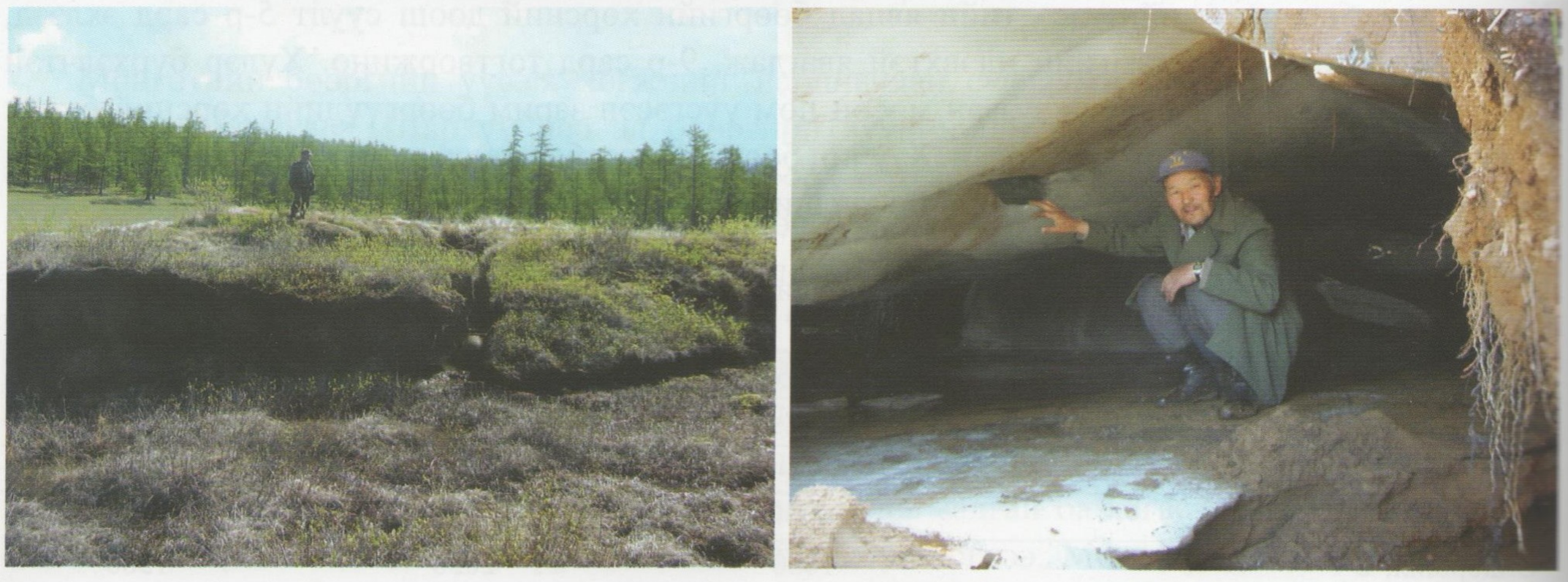
**Хүснэгт 3.4.3.** Судалгааны талбайн улирлын бөөргүүдийн үндсэн үзүүлэлтүүд

| Муж | Хөвсгөл | Хангай | Хэнтий |
|---|---|---|---|
| Бөөргийн байрлал | Далбай-Сэвсүүл | Таргат | тэрэлж |
| Өргөрөг | 51-(1-9) | 46-20 | 47-57 |
| Уртраг | 100-45 | 102-22 | 107-27 |
| Өндөршил, м | 1680 | 2050 | 1580 |
| Бөөргийн өндөр, м | 1.4-2.2 | 1.8 | 1.2 |
| Суурийн диаметр, м | 10-30 | 10-25 | 10-15 |
| Оройн хагарлын өргөн, см | 30-70 | 40-60 | 20-45 |
| Хагарлын босоо гажилт, см | 20-40 | 20-30 | 25-Oct |
| Мөс эхлэх гүн, см | 40-120 | 60-100 | 40-70 |
| Зонхилох хөрс | хүлэр | хүлэрлэг шавранцар | хүлэр |
| Бөөргийн бүрэн суултын хугацаа, жилээр | 1-4 | 1-2 | 1 |

Тэрэлж тосгоноос 2 км орчим урагш 47-57/107-27 сольболцол бүхий 1580 м өндөрт байрлах Ар горхийн ам хөндийн нугын намаг ба хүлэрлэг хөрстэй талбайд 2007 оны өвөл гидролоккалит хэв шинжийн 1.2 м өндөр, 10-15 м диаметртэй улирлын бөөрөг үүссэн юм. Бөөргийн оройг хөндлөн дайрч гарсан 20-45 см өргөн бөгөөд 10-25 см эгц гажилттай ан цав үүссэн байв (Зураг 3.4.11). Бөөргийн талбайн геологийн бүтэц нь 0.4-0.7 м зузаан хүлэр, хүлэрлэг шавранцар хучаастай усаар ханасан голын элс, хайрган ул хөрснөөс тогтжээ. Энэ нь улирлын бөөргийн 0.8-1.0 м зузаан шургамал мөсөн цөм бүрэлдэн тогтоход хамгийн аятай хөрс-усны нөхцөл болсон ажээ. Хүснэгт 3.4.4-ээс үзвэл 30 см зузаан хүлэрийн доорхи жилийн дундаж температур гадаргынхаас 1.6°C-аар, зуны дундаж температур мөн гадаргынхаас 9.4°C-аар тус тус хүйтэн байгаа нь өвөл хөрс-ус харьцангуй гүн хөлдөж зун аажим удаан гэсэх байгалийн нөхцөл болжээ. Бөөргийн мөсөн цөм 5-р сараас эхлээд 9-р сарын сүүлчээр бүрэн хайлснаар хөрс нь газартаа бараг тэгширтлээ доош суусан байв.



**Зураг 3.4.9.** *а) Далбайн хөндийн 30-40 см хүлэр бүрхэвчтэй намагархаг газар шинээр үүссэн улирлын 1.4 м өндөртэй бөөрөг, б) Сэвсүүлийн хөндийн халианы мөсөн бүрхүүлтэй улирлын 2 м өндөртэй бөөрөг (Шархүү, 2005).*



**Зураг 3.4.10** *а) Сэвсүүлийн хөндийд 2-р сард дэлбэрч хагарсан улирлын 2.2 м өндөртэй бөөргийн гаднах байдал (Шархүү, 2004), б) Энэ бөөргийн дэлбэрэлтэнд доторх ус нь цацагдаж үлдсэн шургамал мөсөн цөмийн хөндийлж (Шархүү, 2004).*

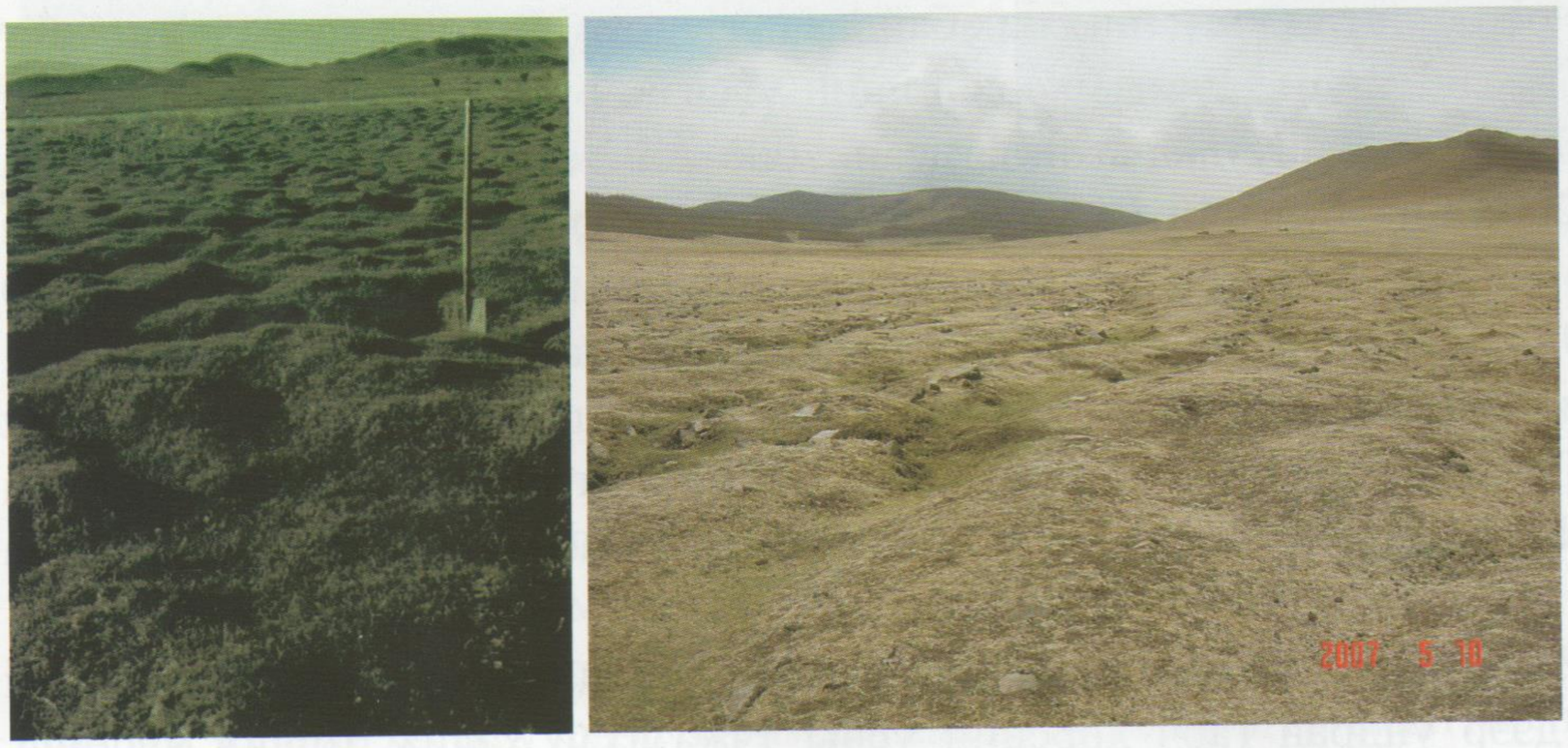
**Хүснэгт 3.4.4.** *Тэрэлжийн (Ар горхийн) бөөргийн хүлэр хөрсний температурын горим (2008-2009 он).*

| Хүлэрийн зузаан, см | 0 | 10 | 20 | 30 |
|---|---|---|---|---|
| Өвлийн дундаж температур, °С | -14.9 | -13.0 | -11.7 | -9.0 |
| Зуны дундаж температур, °С | 11.9 | 8.5 | 6.7 | 2.5 |
| Жилийн дундаж температур, °С | -0.8 | -1.6 | -1.8 | -2.4 |
| Температурын жилийн агууриг, °С | 39.9 | 24.5 | 21.6 | 17.0 |



**Зураг 3.4.11** *а) Хангайн нурууны Таргатын хөндийн улирлын 1.8 м өндөртэй бөөргийн мөсөн цөмийн гэсэлтээс үүсч буй хөрсний суулт, эвдрэл (Батхишиг, 2007), б) Тэрэлжийн голын хөндий дэх Ар горхийн хөндийн алдарч буй улирлын хүлэрлэг 1.2 м өндөртэй бөөргийн судалгаа (Шархүү, 2008).*

**Дов сондуул.** Дов сондуул буюу туфур нь хөрсний хүйтний хагарал, овойлт, суултын үйл явцад үүссэн элсэрхэг, шавранцар цөмтэй бөгөөд ширэгт бүрхүүлтэй криогений үзэгдэл юм. Энэхүү үзэгдэл нь уулын ам, хөндийн нуга, голын татам, булаг орчмын намгархаг ба их чийглэг ширэгт хөрстэй газар хамгийн түгээмэл тархсан байдаг. Дов сондуул морфологи шинжийн хувьд эгцэвтэр хажуутай бөгөөд дугуй, зууван, заримдаа хоорондоо дамнаж сунасан хэлбэртэй үүссэн байдаг (Зураг 3.4.12). Тэдгээрийн зонхилох өндөр нь 10-25 см ба 0.3-1.0 м өргөнтэй байдаг. Гэхдээ томоохон дамнаж сунасан дов сондуулын өндөр 20-40 см хүрнэ. Дов сондуулд ялгарал ба шургамал мөсөн цөм байхгүй тул зун хөрсний гэсэлтэнд суулт бараг үүсдэггүй. Дов хоорондын хотост 0.4-0.6 см гүн шаантагласан ургамлын үндэс, ялзмаг бүхий бараандуу өнгийн харьцангуй тоосорхог бүрэлдэхүүнтэй хөрсөн судал үүссэн байдаг.




**Зураг 3.4.12.** *а) Хөвсгөлийн Шаргын хөндийн намгийн дов сондуул (Шархүү, 1968), б) Хангайн уулс хоорондын хөндийн татмын дамнасан долгионт довууд (Шархүү, 2009).*

***Халиа, тошин.*** Өвөл хөрс хөлдөх явцад шахалтанд орсон ус газрын гадаргад түрэгдэн гарч хэтээ давхраатсан, зузаан мөсөн бүрхүүл үүсэхийг халиа гэж нэрлэдэг. Халианы зарим хэсэгт мөс бага хэмжээнд овойж тошин байдлаар үүснэ. Монгол орны цэвдэг тархсан бүс нутагт гол, булаг, ул хөрсний усны тэжээлтэй халиа тошин элбэг тархсан байдаг (Зураг 3.4.***13***; Зураг 3.4.14). Манай орны халиа зөвхөн улирлын үйл явцтай. Хөрс, ус, цаг уурын онцлогоос хамаарч халианы үүсэл, хөгжлийн явц, хэмжээ нь газар бүртээ төдийгүй, жил бүртээ харилцан адилгүй байна. Талбайгаараа 100-5000 м$^2$ бүхий багавтар, дунд зэргийн халиа зонхилж тархсан байдаг. Халианы үүсэх үйл явц ихэвчлэн 10-р сарын сүүлч, 11-р сард эхлэж, 12-2 дугаар саруудад хамгийн идэвхтэй байснаа 3-4 дүгээр саруудад зогсонго байдалд ордог. Харин ихэнх халианы мөс 4-р сарын сүүлчээс 6-р сарын эх хүртлэх хугацаанд хайлж ариладаг. Гэхдээ өндөрлөг уулсын ар хажуугийн дээд хэсэгт болон давчуу ам хөндийн ёроолд үүссэн зарим булгийн халианы зузаан мөс 9-р сар гэхэд бүрэн хайлж дуусаагүй байдаг.

Уулсын ам, хөндийн гол, горихны гольдролын дагуух ус зарим хэсэгтээ боогдож, эсвэл битүүрч хөлдөхдөө шахалтанд орж улмаар эсэргүүцэл багатай мөсөө задлан гадаргад халиалж талсжин давхраатаж хөлдөнө. Голын халианы мөсний зузаан 0.8 м-ээс 2.2 м-ийн хооронд хэлбэлзэнэ. Ихэнх голын халианы өргөн 10-40 м, урт нь 50-200 м орчим байна. Гэхдээ Эг, Идэр зэрэг зарим томоохон голын хөндийд том хэмжээний халиа үүсдэг. Тухайлбал 2005 оны 5-р сарын эхээр Эгийн голын эхэн хэсгийн өргөн хөндийн татамд халианы мөсний зузаан 1.0-1.5 м, өргөн нь 100-500 м, урт нь 600-800 м орчим байсан. Жамсрангийн 1965 оны ажиглалтаар Идэр голын хөндийд 3750 м$^2$ талбай бүхий халиа үүссэн байжээ. Голын халианы мөс зам, гүүрийн хэвийн ашиглалтанд ноцтой бэрхшээл учруулдаг.

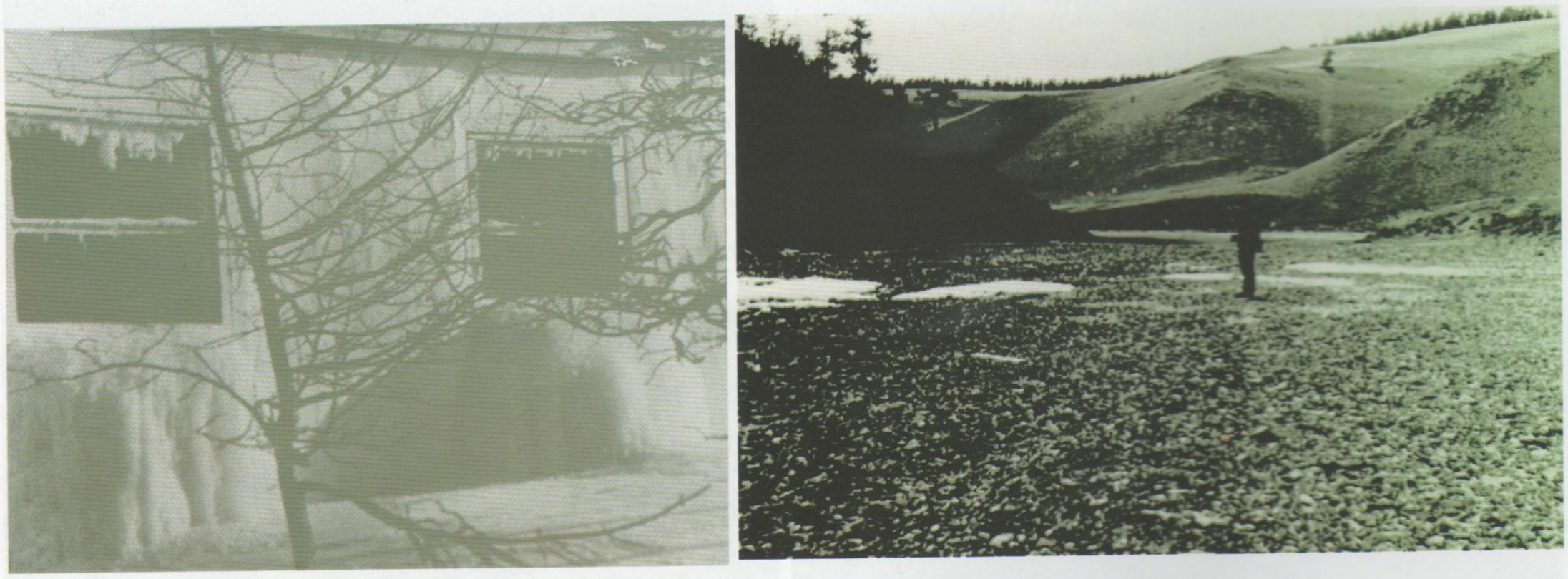
Өвөл булгийн ус харзлан тасралтгүй ундарч байх тохиолдолд булгийн эх болон гольдролын дагуу мөсөн халиа, тошин үүснэ. Халианы мөсний талбай, зузаан нь булгийн усны ундрагын хэмжээ, газрын бичил хотгор, гүдгэр зэргээс хамаарч маш өргөн хэмжээнд хэлбэлзэнэ. Тэрэлж, Хустай, Сэлбийн эх орчмын булгийн халианы үүсэл, хөгжлийн хөдлөлзүй, температурын горимыг нэлээд сайн судласан байдаг. Тухайлбал Тэрэлжээс баруун тийш 1.5 км алслагдсан 1608 м өндрийн түвшинд байрлах Шижирийн булгийн халианы хөдлөлзүйг 2002-2005 онуудад нивелирын хэмжилтээр судалсан (Шархүү нар, 2008). Нивелирын хэмжилтийг хоорондоо 20 м зайтай 14 зэрэгцээ зүсэлтийн дагуух 10 м тутмын зайн цэгүүд дээр байрлуулж халианы талбай, зузаан, булгийн усны ундрагыг сар бүр 2 удаа хэмжиж байсан. Хэмжилтийн дундаж мэдээгээр халианы талбай 15000-20000 м$^2$, зузаан 0.4-0.7 м, эзэлхүүн 9000-10000 м$^3$, усны температур 0.2-0.4°C байлаа. Ялангуяа өвлийн улирлын агаарын температурын явц, хэмжээнээс хамааран халианы хөдлөлзүй жил бүр харилцан адилгүй. Булгийн халиа ихэвчлэн 11-р сарын дундаас эхлэж, 12-1 дүгээр саруудад маш эрчимтэй үүсч, 2-3 дугаар саруудад эрчим нь буурсаар 4-р сараас 5-р сарын дунд хүртлэх хугацаанд мөс нь бүрэн хайлсан байв. Халианы талбайн зузаан нь горхины гольдролын хоёр талд ээлжлэн шилжих байдлаар явагдав. Хүмүүс халианы мөсийг цоолж ундны усаа авч байсан газар жижиг мөсөн тошин үүсчээ. Булгийн халианы хамгийн их ба бага хэмжээ нь 2003 ба 2005 онуудад ажиглагдсан. 2006-2007 онуудад уг булгийн халиа бараг үүсээгүй бөгөөд 2008 онд булгийн ус үндсэндээ бүрэн ширгэжээ. Сэлбийн хөндийн Дондогдуламын булгийн халианы мөс жил бүр харилцан адилгүй хэмжээнд, дунджаар 100-200 м өргөн, 400-500 м урт, 0.6-1.2 м зузаан үүсэх бөгөөд дунд зэргийн халианы ангилалд багтана. Хустайн Баянгийн хөндийн булаг жалгадуу газар байрласнаас шалтгаалан халианы мөсний талбай багавтар боловч зузаан нь 2.0-2.3 м хүрч байсан. Энэ булгийн халианы 2 м зузаан мөсний доорхи 1 ба 2-р саруудын дундаж температур нь гадаргынхаас 14-16°C-аар дулаан байв (Шархүү нар, 2008).

Өвөл ул хөрсний хөлдөлтийн үйл явцад хөрсний ус шахалтанд орж эсэргүүцэл багатай хэсгээр газрын гадарга дээр ундран гарч хөрсний усны тэжээлтэй халиа, тошин үүсгэнэ. Цэвдэг тархсан бүс нутгийн уулс хооронды хөндий, хотгорын ёроол, ар хажуу бэлийн ширэгт

хөрсний хучаастай бөгөөд усны түвшин гүехэн элс, хайргархаг хурдас бүхий намагтай газар хөрсний халиа элбэг тархжээ. Хөрсний халиа жил бүр харилцан адилгүй бөгөөд ихэвчлэн бага, багавтар талбайн хэмжээнд үүсдэг. Халианы мөсний зузаан нь газрын хотгор, гүдгэрээс хамаарч харилцан адилгүй боловч ерөнхийдөө харьцангуй бага ажээ. Хөрсний халиа заримдаа олон том, жижиг тошин хэлбэртэй илрэнэ. Хөрсний халиа үүсэх нөхцөлтэй газар өвөлдөө хөрсний шахагдсан ус гэр, байшингийн буурийн гэсэглэн хөрсөөр их хэмжээнд ундарч гарах нь элбэг тохиолдоно. Жишээлбэл хөрсний халианы ийм үйл явц, үзэгдэлд авагдсан Баянхонгорын Галуут, Завханы Сонгино, Түдэвтэй, Хөвсгөлийн Цагаан уул зэрэг олон сум, суурин газрын хуучин төвийг нүүлгэн суурьшуулж ихээхэн хохирол учирч байжээ.



**Зураг 3.4.13.** *а) Дархадын Бахтахын голын халианы мөсөнд автсан модон гүүр (Шархүү, 2005), б) Улаанбаатар хотын дэргэдэх Дондогдуламын булагийн халианы мөсөнд автсан хашаа байшин (Шархүү, 2010).*



**Зураг 3.4.14.** *а) Согино сумын нэгэн байшингийн шалны дороос нэвчиж гарсан хөрсний усны халианы мөс цонхыг давжээ (Лувсандагва, 1968), б) Хөвсгөлийн Шаргын хөндийн эхэн аманд булагийн халианы мөс 9-р сарын сүүлчээр бүрэн хайлж дуусаагүй байдал (Шархүү, 1968).*

***Термокарст.*** Уур амьсгалын дулаарал, газар ашиглалт, газрын талхагдал, түймэр гэх мэт хэд хэдэн хүчин зүйлсийн нөлөөнд мөсжилт ихтэй цэвдэгт хөрс дээд хэсгээсээ эхлэн гэсэх үед дулааны хөндийлж (термокарст) үүсдэг. Энэхүү криогений үзэгдэл хөгжлийнхөө үе шатнаас хамаарч газрын гадаргад хөрс доош сууж ан цав, хагарлууд, термокарстын том, жижиг нуур, цөөрөм, хуурай хотос үүсдэг. Заримдаа шаантаг болон шургамал гарлын мөсөн судал, мишэлтэй цэвдэгт ул хөрсөнд мөс хайлж хоосон хөндий зай үүсгэсэн байдаг. Түүнчлэн мөсжилт ихтэй

цэвдэгтэй газрын зарим гол, горхины усны урсгалаар дулааны идэгдэлийн (термо-эрози) үйл явц ажиглагдана. Усны идэгдэл, дулааны хавсарсан үйл явцад гол, горхины эргийн цэвдэг ул хөрс гэсч хялбархан бутарч нурдаг. Дулааны хөндийлж болон идэгдлийн үйл явцад үүссэн термокарстын нуур, хөрсний суулт, термо-эрозийн эргийн төрх байдлыг доорхи зургаар (Зураг 3.4.15; Зураг 3.4.16; Зураг 3.4.17) жишээ болгож харуулав. Дулааны хөндийлжийн нуур, хотос нь Дархадын хотгор, Булнайн ар эртний нууруудын тэгш өндөрлөг, Чулуутын хөндий зэрэг газрын нуурын ба заримдаа голын хурдастай нутаг дэвгэрт элбэг тархсан байдаг. Мөн дулааны хөндийлжийн эртний нуурын жижигэвтэр хотсууд Төв аймгийн Баян сумын өмнөт хэсгийн нутагт ажиглагдав. Орчин үеийн үйл явцтай дулааны хөндийлжийн нуур нь дугуй, зууван хэлбэртэй байна. Түүний диаметр нь 50-150 м, эрэг нь эгцэвтэр, нурмал, 0.5-1.5 м өндөр, усны гүн нь 0.8-2.0 м байна. Гэхдээ бөөргийн үйл явц хавсарсан эртний нуурын эргийн өндөр 5-10 м хүрнэ. Дархадын хотгорын Шаргын ганга орчмын цэвдэгт хурдсанд шаантагласан судлаар хоосон хөндийлж зай 2-3 м хүртэл гүн үүсэхдээ газрын гадаргад хөндий хөрсөн бүрхэвтэй, заримдаа хөрс нь хотойсон, цөмөрч нурсан үзэгдэл цөөнгүй дайралдаж байв. Ийм газар морь, шар-үхэр явж байхад нь хөрс нь доош цөмөрч эдгээр мал 2-3 м гүн ангалд унаж үхсэн байдаг. Мөн хөндийлжтэй талбайд мэдэлгүй барьсан гэрийн буурийн хөрс доош цөмөрсөн тохиолдол гарчээ.



**Зураг 3.4.15.** *а) Дархадын хотгорын термокарстын нуур (Шархүү, 2005), б) Налайхын ойролцоох Хонхорын термокарстын нуур (Шархүү, 2013).*



**Зураг 3.4.16.** *а) Дархадын хотгор дахь Шаргын Ганга голын эрэгт термо-эрозийн үйл явцад илэрсэн шаантаг хэлбэрийн мөсөн судал (Шархүү, 2004), б) Хөвсгөлийн Далбайн хөндийн нэгэн жалганд термо-эрозийн үйл явцад үүссэн хөрсний эвдрэл (Шархүү, 2004).*



**Зураг 3.4.17.** *а) Налайхын уурхайн районы мөсжилт ихтэй шаварлаг хурдасны гэсэх үеийн хөрсний суулт, хагарал (Шархүү, 2007 оны 6-р сар), б) Налайхын уурхайн районы ухмал шуудууны эгц эргийн нуралт (Шархүү, 2007 оны 6-р сар).*

Өндөр улаан сумын ойролцоох Чулуутын хөндийд дулааны хөндийлж ба идэгдлийн үйл явц, хөдлөлзүйг туршилт, ажиглалт судалгаагаар тодорхойлсон мэдээг жишээ болгон авч үзвэл: Усны дулааны идэгдлийн үйл явцын нөлөөгөөр Чулуутын голын 6-8 м өндөр бөгөөд эгц, эгцэвтэр эргийн 5-20 см зузаан мөсөн судлуудтай нуурын хурдасны нуралтын хурд 1969-1987 оны хооронд жилдээ 15-30 см байсныг эргийн 3 газрын цэгүүдийн зайн хэмжилтээр тодорхойлсон байдаг. Энэ хөндийн нуурын мөсөрхөг шавранцар хурдсанд орчин үеийн үйл явцтай цэвдэгт бөөрөг, дулааны хөндийлжийн нуур, цөөрөм хэдэн арваараа зэрэгцэж үүссэн байдаг. Энд дулааны хөндийлжийн үйл явц нэн идэвхтэй явагдаж буй нэгэн хотос талбайг 1996 онд сонгон авч 2009 оныг дуустал 5-8 цэгт жил бүр нивелирын хэмжилт хийсэн. Нутгийн хүмүүсийн аман мэдээгээр энэхүү хотост дулааны хөндийлжийн үйл явц 1980-аад оны сүүлчээс 1990-д оны сүүлчээр хамгийн идэвхтэй ажиглагдсан байна. Хотсын төв хэсэгт хөрсний суултын хурд 1996-1998 онд 25-40 см/жил, 1999-2001 онд 15-25 см/жил, 2005-2009 онд 0-8 см/жил буюу 1999-2009 оны хооронд дунджаар 10-15 см/жил байлаа (Хүснэгт 3.4.5; Зураг 3.4.18). Цэвдэг давхаргын дээд заагаас мөс гэсч хотсын ёроолд үүсгэсэн жижиг цөөрмийн гадагшлах усны урсац 1999 онд 1.2 л/секунд, 2002 онд 0.9 л/секунд байв. Түүнчлэн энд шинээр үүссэн булгийн усны ундрага 2002 онд 0.3 литр/секунд байлаа. 1990-2010 онуудад Чулуутын хөндийд нуурын мөсөрхөг хурдсанд дулааны хөндийлжийн үйл явц, үзэгдлүүд идэвхтэй үүсч хөгжиж байсан нь цаг уурын дулаарлаас шууд шалтгаалсны зэрэгцээ билчээрийн талхагдал багагүй нөлөөлсөн гэж үздэг.

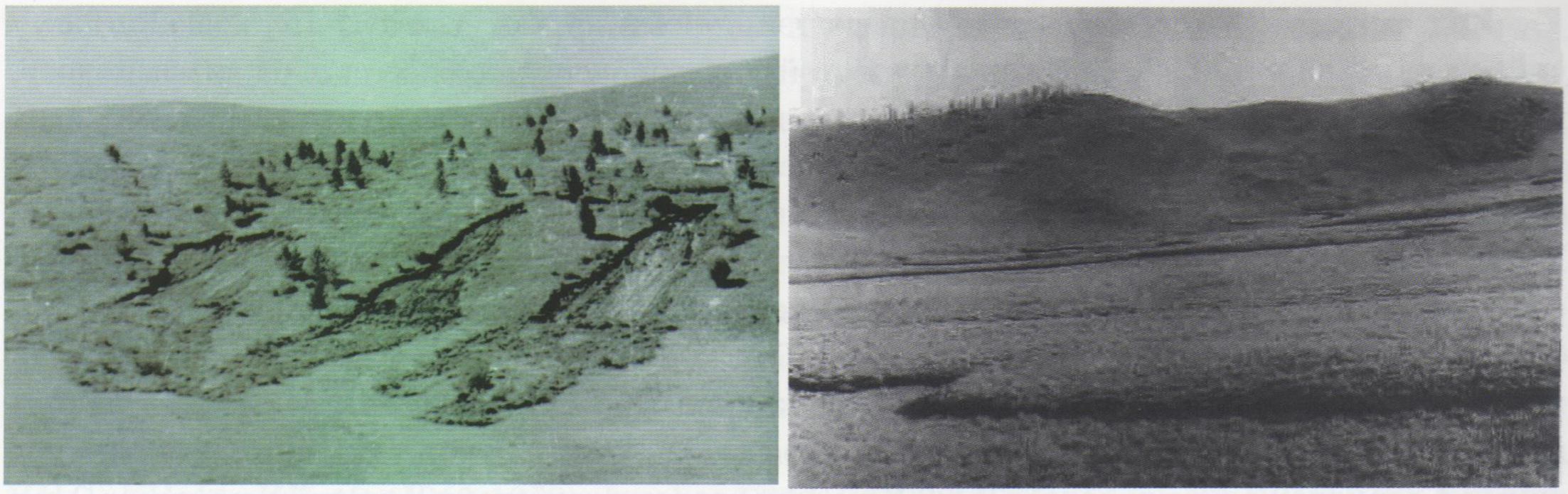
**Хүснэгт 3.4.5.** *Чулуутын хөндий дэхь дулааны хөндийлжийн хотсын 1999-2009 оны хоорондох суултын хэмжээ.*

| *Хэмжилтийн цэг* | Хэмжилт хийсэн жил | | | | | | | | | *Нийлбэр суулт, см* | *Гадаргын гүн, м* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *1999* | *2000* | *2001* | *2002* | *2003* | *2004* | *2005* | *2006* | *2009* | | |
| Жалгын хажуу эрэг | 19 | 21 | 23 | 18 | 13 | 15 | 8 | 4 | 2 | 123 | 251 |
| Булагийн гольдрил | 18 | 23 | 26 | 17 | 14 | 11 | 9 | 3 | 1 | 122 | 526 |
| Үлдэц бөөргийн орой | 21 | 19 | 13 | 9 | 6 | 3 | 3 | 1 | 0 | 75 | 338 |
| Хуурай хотсын ёроол | 25 | 23 | 19 | 22 | 16 | 9 | 8 | 5 | 2 | 129 | 600 |
| Усан цөөрмийн түвшин | 19 | 24 | 22 | 18 | 15 | 13 | 9 | 6 | 3 | 129 | 712 |



**Зураг 3.4.18.** *Чулуутын хөндийн термокарст: а) термокарстын мониторингийн температур, нивелирын хэмжилтийн талбай (Шархүү, 2002), б) термокарстын суулт, нуур-цөөрмийн тархалт (Шархүү, 2008).*

***Хөрсний гулсалт, курум.*** Цэвдэгт ул хөрсний улирлын гэсэлтийн үйл явцад хэмхдэс чулуу бүхий чийгээр ханасан элсэнцэр, шавранцар хөрс уян урсамтгай байдалд орж улмаар өөрийн хүндийн жингээр уулсын хажуу налууг дагасан хөрсний удаан, түргэн гулсалт (солифлюкци) Хангайн уулархаг мужийн ялангуяа Тэрх, Хичигэнэ, Хануй голын хөндийн ар хажуу бэл хэсгээр нэлээд түгээмэл үүсч тархжээ (Зураг 3.4.19). Удаан солифлюкци ямагт цэвдэг дээр суурьлаж 5-12° налууд урсах байдлаар гулсдаг бол түргэн солифлюкци 12-25° налууд, заримдаа улирлын хөлдөлттэй газрын налууд хөрсний гулгадас (оползень) байдлаар үүсдэг. Жишээлбэл, Д.Лувсандагвагийн тодорхойлсноор 1965 оны 7-р сарын сүүлчээр Завхан аймгийн Тосонцэнгэлээс 20 км ургаш Түргэн уулын ар хажуугийн 15-18° налууд 1 м гүний цэвдэг дээр суурилсан түргэн гулгадас 15-20 м өргөн, 150 м урт зурвас хөрсийг хамарч маш хүчтэй чимээ, доргиотой үүсч цэвдгийн дээрх хөрсний ус ховилоор урсаж байжээ. Түүнчлэн Н.Шархүүгийн тодорхойлсноор 1967 оны 6-р сарын эхээр Төв аймгийн Бор нуурын хөндийн ар хажуугийн 15-20° налууд өргөнөөрөө 10-30 м, уртаараа 150-250 м гурван зурвас талбайн сайргатай чийгээр ханасан элсэнцэр, шавранцар 1.0-1.5 м зузаан хөрс маш хүчтэй дуу чимээтэй гэнэт тасарч гэсэглэн хурдас дээр суурьлаж гулсахдаа 1 м орчим гүн гулгадсын хүнхээл, түүний адагт гулгадсын мөн 1 м орчим зузаан хуримтлал хөрс үүсгэсэн байна.



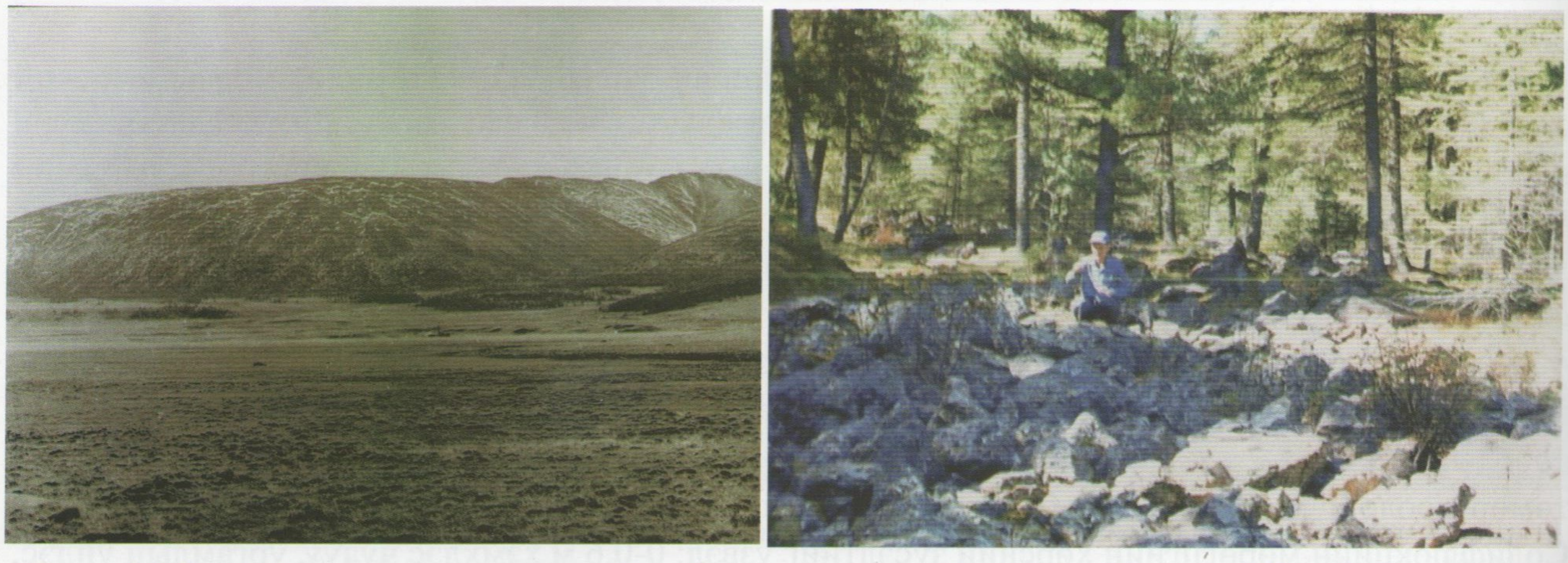
**Зураг 3.4.19.** *а) Төв аймгийн Бор нуурын хөндийн ар хажуугийн түргэн солифлюкцийн гулгадас (Шархүү, 1967), б) Архангайн Хичэгэний хөндийн ар хажуу бэлийн удаан солифлюкцийн шаталсан дэнжүүд (Шархүү, 1970).*

Хөрсний удаан гулсалтын явцад нэг буюу олон шатлалын 0.5-1.2 м өндөр мөрөгцөг бүхий солифлюкцийн дэнжүүд хажуу налуугийн гадаргад үүсдэг. Солифлюкцийн гулсалтын хурд нь хажуу налуугийн газар бүртээ харилцан адилгүй байдгаас шалтгаалж шаталсан дэнжийн мөрөгцгүүд үүсгэдэг. Мөрөгцгүүдийн хөрсний зүсэлтэнд өнгөн ширэгт хөрс хуйлран гулсаж, дарагдсан байдаг. Удаан солифлюкци хөрсний гулсалтын хурд, хөдлөлзүйг судлахын тулд 1999 оны 9-р сард Тэрхийн хөндийн ар хажуу бэлийн ойн захын ойролцоох 2160 м өндөршлийн 4-6° налууд (1969 онд мөрөгцөгийн хөрсний зүсэлт хийж байсан) солифлюкцийн дэнж ба 0.8 м өндөр мөрөгцөг дээр цэвдэг хүртлэх 1.6 м ба 2 м эгц гүн нүх ухаж нүхний ханан талын ёроолын цэвдэг хөрсөнд нарийн төмөр гадас зоогоод гадасны оройд 15 мм гольчтой 2 м урт төмөр хоолойг углан 90° эгц байрлуулж нүхийг хөрсөөр сайтар булсан юм (Зураг 3.4.20). Солифлюкцийн мөрөгцгийн хөрсний зүсэлтийг үзвэл: 0-0.6 м хэмхдэс чулуу, ургамлын үндэс, ялзмаг агуулсан бор хүрэн өнгийн элс, 0.6-0.75 м ургамлын үндэс их агуулсан бараан саарал өнгийн элсэнцэр, 0.75-1 м бараан хүрэн, заримдаа хар өнгийн сийрэгдүү хүлэрлэг хөрс, 1-2 м хэмхдэс чулуу, элсэнцрийн мишэл агуулсан цайвар хүрэн өнгийн элс илрэв. Ул хөрсний улирлын гэсэлтийн гүн 1.8 м байлаа. 8 жилийн дараа 2007 оны 9-р сард мөрөгцгийн нүхийг ухаж модон саваа хэрчмүүдийн хөрстэй хамт гулссан зайг хэмжихэд хөрсний гулсалт 8 жилд нүхний дээд хэсэгтээ 12 см, доод хэсэгтээ 6.5 см буюу жилд дунджаар 0.8-1.5 см хурдтай явагдсан байна. Д.Лувсандагва 1967-1971 оны ажиглалтын тодорхойлолтоор мөн зэрэгцээ газрын солифлюкцийн гадаргын хөрсний гулсалтын жилийн дундаж хурд 2.5-3.0 см/жил байжээ. Энэ нь өнөө үетэй харьцуулахад 1960-1970-аад онд цаг агаар нэлээд хүйтэн, хөсний ус-чийг их, улирлын гэсэлтийн гүн бага байсантай уялдаж цэвдэгт хөрсний гулсалт харьцангуй идэвхтэй явагдаж байсныг гэрчилнэ.



**Зураг 3.4.20.** *Тэрхийн голын хөндийн ар хажуу бэлийн удаан солифлюкци: а) Солифлюкцийн үйл явц харьцангуй идэвхтэй байсан үеийн ажиглалтын талбай (Шархүү, 1969), б) Солифлюкцийн үйл явц харьцангуй буурсан үеийн судалгааны талбай (Шархүү, 1999).*

Хад, асга буюу курум нь голдуу цэвдэгтэй уулсын ар хажуугийн 5-15° хэвгийн дагуу чийг ихтэй нарийн ширхэгт хөрсөн чигжээстэй хэмхдэс чулуун хурдсанд олон янзын хэлбэр, хэмжээтэй үүсдэг. Хажуу хэвгий, ойн бүрхэвч, хурдасны онцлог зэргээс хамаарч курум нь хажууг нилэнхүйд нь бүрхсэн, зурвасласан, судагласан байдлаар том, жижиг талбайн хэмжээнд бүрэлдэн тогтожээ (Зураг 3.4.21). Ойн бүрхэвч курумын үйл явцыг саатуулж хязгаарлана. Зарим уулсын ар хажуугийн чийглэг, цэвдэггүй, нарийн чигжээстэй коллювийн хурдсанд курумын үйл явц бага зэргээр ажиглагдана. Зайсангийн амны хярын 1900 м өндөрт хажуугийн 6-8° хэвгийд 12-15 м өргөнтэй судагласан 10-40 см диаметр бүхий хэмхдэс курумын урсацын хурдыг хөдөлгөөнгүй байрлалд хөндлөн хэц татаж 5 жил чулуу бүр дээр эгцэлсэн хэмжилт хийх аргаар тодорхойлов. Хэмжилтийн дүнгээс үзэхэд хэмхдэс чулуу бүрийн урсацын хурд жил бүр харилцан адилгүй бөгөөд 0.5-3.5 см/жил хооронд хэлбэлзэж 8 жилийн дунджаар 2 см/жил байв.



**Зураг 3.4.21.** *а) Курум түгээмэл тархсан Хангайн уулсын хажуугийн байдал (Шархүү, 1970), б) Богд уланд курумын хөдлөлзүйн мониторинг судалгаа хийж буй байдал (Шархүү, 2004).*

***Термокарстын нуур.*** Мөсжилт ихтэй цэвдэг гэссэнээр газрын гадрага суултанд орж, тухайн газарт цэвдгийн хайлсан ус хуримтлагдан үүссэн нуурыг термокарстын нуур (thermokarst lake) гэдэг (Эвердинген, 2002). Иймд термокарстын нуур нь цэвдгийн алдралыг илтгэх үндсэн индикаторын нэг болдог (Валлась, 1948). Термокарстын нуурууд сүүлчийн Плейстоцен-Мөстлөгийн эхэн үед мөсжилт ихтэй цэвдэгтэй, нам дор газруудад маш ихээр үүссэн (Рамптон, 1988; Вальтер., 2007). Термокарстын нуурууд нь цэвдэгтэй, чийг намгархаг газар, мөсжилт ихтэй шаварлаг хурдас, шаварлаг занар, суурь чулуулаг болон уулын цэвдэгтэй бүсүүд ялангуяа уулсын хөндий, хотос, тэгш өндөрлөг газруудад тархсан байдаг. Ерөнхийдөө 30%-иас дээш мөсний агууламжтай цэвдэг хөрсөнд термокарстын нуурууд үүсдэг (Гроссь., 2013) бөгөөд ойролцоогоор 2-4 м-ийн гүнтэй, ихэвчлэн 1-2 км-ээс 300 м-ийн диаметертэй жижиг нуурууд байдаг (Френч, 2007). Томоохон хэмжээний термокарстын нуурын ёроол доороо гэсгэлүүн үетэй бөгөөд энэ нь цэвдгийн хилээр зааглагддаг. Нуурын ёроолын жилийн дундаж температур ойролцоогоор 3-4°C бөгөөд гүний дулааны загварчлалын судалгаануудаар цэвдэгт бүсүүдэд тархсан маш олон термокарстын нуурын ёроол нэвт гэсгүүн гэдгийг тогтоосон байдаг (Френч, 2007). Мөн термокарстын нуурууд үүсэл, хөгжлийн үйл явц цэвдгийн тархалт, бүсээс хамаараад харилцан адилгүй байдаг. Нуурын ёроолын жилийн дундаж температур ойролцоогоор 3-4°C (Burn, 2002). Мөн термокарстын нуурууд нь цэвдгийн тархалт, бүслүүрээс хамаарч үүсэл, хөгжлийн үйл явц харилцан адилгүй.

Термокарстын нуурууд нь Монгол орны цэвдгийн тархалттай Алтай, Хангай, Хөвсгөл, Хэнтийн уулсын хоорондох томоохон чийглэг хотгор, голын хөндийд ихээр тархсан байдаг. Өмнөх судалгааны түүхээс харахад термокарстын нуурын тархалтыг Дархадын хотгор, Чулуутын голын хөндийд Төмөрбаатар (2001), Нишида ба Жамсран (2009), Шархүү (2011) нарын судалгаагаар тогтоосон байдаг. Гэвч эдгээр судалгаанууд термокарстын нуурын гадаргын усны урт хугацааны динамик өөрчлөлтийг хараахан тодорхойлоогүй.

А.Саруулзаяа 2009 оноос хойш монгол орны үргэлжилсэн ба тасалданги тархалттай цэвдэгт бүс нутагт Дархадын хотгор, Мөнгөтийн бөөрөг, Чулуутын голын хөндий, Хонгор-Өлөн, Галуут нуурын хөндий, Налайхын хотос болон Эрдэнэ (Хүснэгт 3.4.6) гэх мэт нийт 7 судалгааны цэгт термокарстын нууруудын урт хугацааны динамик өөрчлөлтийг өндөр нарийвчлалтай Corona KH-4, KH-4A, KH-4B (1962-1968), Landsat ETM + (1999-2001), болон ALOS/AVNIR-2 (2006-2007) хиймэл дагуулын мэдээ ашиглаж 0.1 га-аас 1000 га талбайтай нууруудад боловсруулалт хийсэн (А.Саруулзаяа, 2016).

**Хүснэгт 3.4.6.** *Термокарстын нууруудын динамик өөрчлөлтийг судалсан судалгааны цэгүүдийн хамрагдах талбай, цэвдгийн тархалт, цэвдгийн температур, мөсжилтийн хэмжээ болон идэвхтэй давхрагын мэдээлэл.*

| Судалгааны цэгүүд | Цэвдгийн бүслүүр | Судалгааны талбай (км²) | Өндөр (м) | Цэвдгийн температур (°C) | Мөсжилтийн хэмжээ (%) | Идвэхтэй давхаргын гүн (м) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Дархадын хотгор | Үргэлжилсэн | 576.3 | 1570 | -2.4 | >30 | 1.0-3.0 |
| Мөнгөтийн бөөрөг | Үргэлжилсэн | 12.1 | 1767 | -1.2 | 10-20 | 2.0-2.8 |
| Чулуутын голын хөндий | Үргэлжилсэн | 9.5 | 1856 | -1.6 | 10-20 | 1.2-2.0 |
| Хонгор-Өлөн | Үргэлжилсэн | 14.2 | 2377 | -1.4 | – | – |
| Галуутын хотос | Тасалданги | 0.2 | 1403 | -0.1 | 0-10 | 3.5 |
| Налайхын хөндий | Тасалданги | 76.6 | 2445 | -1.0 | – | – |
| Эрдэнэ | Тасалданги | 0.8 | 2417 | -0.4 | – | 7.8 |

Цэвдгийн температурын мэдээлэл-Я.Жамбалжав нар (2016)
Цэвдгийн мөсжилтийн мэдээ-Олон улсын цэвдгийн тархалтын зураг (1999)

Дээрх хүснэгтээс харахад судалгааны цэгүүд нь үргэлжилсэн болон тасалданги цэвдгийн тархалттай бүсүүдэд орших бөгөөд Дархадын хотгор, Мөнгөтийн бөөрөг, Чулуутын голын хөндий, Хонгор-Өлөн гэх мэт судалгааны цэгүүд дээр цэвдгийн температур -1.2°C-ээс хүйтэн бөгөөд мөсжилт ихтэй (Зураг 3.4.22) байсан. Монгол оронд тархсан цэвдэг нь Арктикийн бүстэй харьцуулахад ерөнхийдөө мөсжилт багатай. Харин Монгол орны өмнөд бүс нутаг мөсжилт багатай цэвдэг тархсан байдаг бөгөөд цэвдгийн температур харьцангуй дулаан байдаг.



**Зураг 3.4.22.** *Дархадын хотгорын мөсжилт ихтэй цэвдэг (Гэрэл зургийг Г.Цогт-Эрдэнэ, 2014).*

**Хүснэгт 3.4.7.** *CORONA, Landsat ETM, ALOS хиймэл дагуулын мэдээ ашиглаж судалгааны цэгүүд дээрх термокарстын нууруудын 1962-2007 оны хоорондох динамик өөрчлөлт (А.Саруулзаяа, 2016).*

| Судалгааны цэгүүд | 1962-1968 | | 1999-2001 | | 2006-2007 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Нуурын тоо | Нуурын талбай (га) | Нуурын тоо | Нуурын талбай (га) | Нуурын тоо | Нуурын талбай (га) |
| 1. Дархадын хотгор | 296 | 3350 | 350 | 3612 | 371 | 3651 |
| 2. Мөнгөтийн бөөрөг | 7 | 161 | 7 | 141 | 7 | 122 |
| 3. Чулуутын голын хөндий | 34 | 59 | 30 | 47 | 29 | 39 |
| 4. Хонгор-Өлөн | 10 | 110 | 13 | 119 | 13 | 124 |
| Нийт | 347 | 3680 | 400 | 3919 | 420 | 3936 |
| 5. Галуут нуурын хөндий | 2 | 7 | 1 | 5 | 1 | 1 |
| 6. Налайхын хотос | 108 | 409 | 73 | 371 | 64 | 367 |
| 7. Эрдэнэ | 8 | 6 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| Нийт | 118 | 422 | 77 | 380 | 68 | 371 |

Уг судалгааны үр дүнгээс харахад термокарстын нуурууд нь сүүлийн 45 жилийн хугацаанд үргэлжилсэн тархалттай цэвдэгт бүсэд орших Дархадын хотгорт нуурын тоо болон талбайн хэмжээ нэмэгдсэн бол Мөнгөт, Чулуутын голын хөндийд нуурын тоо тогтмол байсан ч талбайн хэмжээ буурсан. Харин Хонгор-Өлөн судалгааны цэгт нуурын тоо болон талбайн хэмжээ нэмэгдсэн байна. Үргэлжилсэн тархалттай цэвдэгтэй бүсэд нийт термокарстын нуурын талбай өссөн бөгөөд нуурын тоо мөн ихэссэн. Харин тасалданги тархалттай цэвдэгт бүсэд орших судалгааны цэгүүд Галуут нуурын хөндий, Налайхын хотос, Эрдэнэ-д термокарстын нууруудын

талбайн хэмжээ болон нуурын тоо багассан ерөнхий үр дүн гарсан (Саруулзаяа, 2016; ).

Термокарстын нуурын талбайн ангилалын үр дүнгээс харахад жижиг талбайтай (10 га-аас бага) нуурын тоо үргэлжилсэн ба тасалданги тархалттай бүсүүдэд ихээхэн хэлбэлзэлтэй үр дүн харуулсан (Саруулзаяа, 2017). Жишээлбэл, үргэлжилсэн тархалттай бүсэд жижиг нуурын тоо судалгааны хугацаанд тогтмол өссөн хэдий ч эдгээр нуурын талбай том нуурын талбайтай харьцуулахад харьцангуй бага өссөн бол тасалданги тархалттай бүсэд ижил хэмжээтэй нуурын тоо маш эрчимтэй буурсан. Харин нуурын гадаргын усны талбай 10 га-аас дээш хэмжээтэй нуурын тоо бараг өөрчлөгдөөгүй бөгөөд нуурын усны талбайн хэмжээ том нуурууд дээр илүү буурсан.

Сүүлийн 45 жилийн хугацаанд термокарстын нуурууд нь Монгол орны хэмжээнд термокарстын нуурууд гадаргын усны талбай болон тоо хэмжээ нь үргэлжилсэн тархалттай цэвдэгт бүсэд +7% (3680 га – 3936 га), +21% (347-420)-иар тус тус нэмэгдсэн байна (Зураг 3.4.23). Энэ хугацаанд нийт 85 нуур (166 га талбайтай) шинээр үүссэн нь термокарстын нуурын өөрчлөлттэй хамааралтай гэж дүгнэсэн. Эдгээр нуурууд ихэнх нь Харин эсэргээрээ тасалданги тархалттай цэвдэгт бүсэд 1962-2007 оны хооронд нуурын тоо болон талбай −42% (118-68), −12% (422 га – 371 га)-иар буурсан (Зураг 3.4.23). Энэхүү өөрчлөлт нь уур амьсгал болон тухайн газрын цэвдэгийн нөхцөлүүдээс хамаарч байсан. Учир нь 1962 оноос хойш жилийн дундаж агаарын температур, боломжит ууршилт үргэлжилсэн тархалттай цэвдэгт бүсэд тасалданги тархалттай бүстэй харьцуулахад илүү өссөн. Иймд уур амьсгалын дулаарлын нөлөөгөөр газрын доорх мөсжилт ихтэй цэвдэг гэсэлтэнд орсноор үргэлжилсэн тархалттай цэвдэгт бүсэд нуурын тоо болон талбай өссөн. Тасалданги тархалттай цэвдэгт бүсэд термокарстын нуурын ширгэлт нь магадгүй устаж алга болж байгаа цэвдэг, ихсэж байгаа гадаргын усны ууршилт болон газрын доорх усны нэвчилтийн нөлөөлөөс хамаарсан байх боломжтой гэж тодорхойлсон (Саруулзаяа, 2017).




**Зураг 3.4.23.** *Монгол орны цэвдгийн үргэлжилсэн болон тасалданги тархалттай бүсэд тархсан термокарстын нуурын гадаргын талбайн өөрчлөлт болон нуурын тоог хиймэл дагуулын 1962-2007 оны хоорондох мэдээтэй харьцуулсан байдал (Саруулзаяа, 2017).*

Мөн цэвдэгт бүсэд тархсан термокарстын нуурууд нь газрын гадаргын энергийн балансад хүчтэй нөлөө үзүүлж гүний температурын дулааны горимд өөрчлөлт оруулдаг (Жоргенсон, 2010) бөгөөд агаар мандал дахь хүлэмжийн хийн чухал эх үүсвэр болох CH4 (метан), CO2 (нүүрсхүчлийн давхар исэл) ялгаруулдаг нь судлаачдын зарим үр дүнгээр батлагдсан. Учир нь цэвдэгт хадгалагдан буй метаны асар их нөөц болох метаны гидрат нь термокарстын нуурын ёроолын гэсэглэн хурдаснаас ялгардаг. Өөрөөр хэлбэл, цэвдэг чулуулаг нь хэдэн сая жилийн настай эртний амьтан, ургамлын үлдэгдэлийг агуулдаг бөгөөд эдгээр нь агааргүй, чийглэг орчинд бичил биет организмуудын тусламжтайгаар задарснаар $CH_4$ ялгарах нөхцөл болдог (Вальтер, 2006). Иймд термокрстын нууруудаас ялгарах метан хий нь ирээдүйд агаар мандлын метан хийн орлого, зарлагад ихээхэн нөлөөлж дэлхийн дулаарлыг эрчимжүүлнэ гэж судлаачид үзэж байна (Вальтер, 2007).

Түүнчлэн цэвдэгт бүсэд тархсан термокарстын нуурууд нь нүүдлийн шувууд болон загасны амьдрах орчныг бүрдүүлдэг. Нууруудын гарал үүсэл, тэдгээрийн хөгжлийн үйл явц, нуурууд хатаж ширэгсэн сав газрын хэв шинж нь зэрлэг ан амьтадын хувьд байгалийн олон янз байдлыг бүрдүүлж байдгаараа чухал ач холбогдолтой юм. Мөн хойт бүс нутагт амьдарч байгаа олон мянган хүмүүс термокарстын нуурын усыг цэвэр усны нөөц болгон ашиглаж байна. Үүнд: ашигт малтмал, нүүрс устөрөгчийн нөөцийн хайгуул болон боловсруулалт, өвлийн мөсөн замын байгууламж, аж үйлдвэрийн усны эх үүсвэр, мөн алслагдсан хойд бүс нутгийн хүмүүсийн амьдралын амжиргааны нэг хэв маяг болох загас агнуур гэх мэт олон зорилгоор ашиглаж байна.

## ДҮГНЭЛТ, ЗӨВЛӨМЖ

Цэвдэг хөрсний дулааралт бүс нутаг бүрд харилцан адилгүй тэмдэглэгдсэн байдаг. Монгол орны хэмжээнд цэвдгийн дулааралт 0.04-0.3°C/10 жил байна. Хүйтэн цэвдгийн дулаарлын эрчим харьцангуй их бол дулаан цэвдгийн дулаарлын эрчим сул байна. Бүс нутгаар авч үзвэл Монгол Алтайн уулархаг бүсэд 0.15-0.18°C/10 жил, Говь-Алтайн уулархаг бүсэд 0.036°C/10жил, Хангайн уулархаг бүсэд 0.1-0.2°C/10 жил, Хөвсгөлийн уулархаг бүсэд 0.2-0.3°C/10 жил, Хэнтийн уулархаг бүсэд 0.1-0.15°C/10 жил-ээр тус тус дулаарч байна.

Сүүлийн 45 жилийн хугацаанд ялангуяа 5-10 м зузаантай, тэг хэмд ойрхон жижиг хэмжээний цэвдэгт арлууд алдарч үгүй болсон нь хэмжилтээр тогтоогджээ Энэ жижиг цэвдэгт арлууд нь голчлон тохиолдлын цэвдэгт бүслүүр бүхий нам дор газарт, булаг шандны ойр орчмын чийг намагтай хэсэгт, томоохон хотгорын төвд, зарим нэгэн жижиг голуудын дагуу чийг намгархаг хэсэгт тус тус тархсан байдаг. Энэ жижиг цэвдэгт арал алдарснаар тухайн чийг намагтай газар хатах, хуурайших, гадаргын болон хөрсний усны горимд өөрчлөлт орох зэрэг сөрөг үр дагаврууд дагуулж байна.

Монгол орны цэвдгийн тархалтын боломжит талбай 1971 оны үед 63% байсан бол энэ тоо 2016 оны байдлаар 29.3% болж буурчээ. Монгол орны геокриологийн 1971 оны 1:1500 000 масштабтай зурагт цэвдгийн тохиолдлын тархалттай бүслүүр 460110 км$^2$ талбайтай буюу нийт цэвдэгт бүс нутгийн 46.6% -д тархсан байна. Тохиолдлын тархалттай энэ бүслүүрт нийт талбайн <1% цэвдэгтэй байдаг. Тэгвэл 2016 оны 1:1000 000 масштабтай Монгол орны цэвдгийн зурагт хуучин зургийн тохиолдлын тархалттай бүслүүр бараг үгүй болсон байна. Өөрөөр хэлбэл, Монгол орны цэвдэг тархах боломжит талбай 50 гаруй хувиар буурсан боловч цэвдэг нь 5%-аар алдарчээ.

Зарим нэгэн криоген үйл явцын эрчим суларсан ч дулааны хөндийлж, дулааны хөндийлжийн нуур үүсэх зэрэг цэвдгийн деградацийн үед илэрдэг үзэгдлийн эрчим цэвдгийн үргэлжилсэн

тархалттай бүслүүрт эрчимжиж байгаа бол эсрэгээрээ тасалданги, алаг цоог тархалттай бүслүүрүүдэд термокарстын нуур ширгэх, тоо хэмжээ нь цөөрөх болсон байна. Энэ нь бас л цэвдэгт бүс нутгийн захаар цэвдгийн алдрал эрчимжиж буйг илтгэнэ.

Хөрсний усны болон булгийн гаралтай халиа дошин үүсдэг газрын тоо, хэмжээ жилээс жилд багасаад зогсохгүй зарим жил халиа үүсэхгүй өнжих тохиолдол ажиглагдана. Хөрсний усны болон булгийн халиа нь газрын гүний усны нөөцийн шууд илрэл болдог. Тэгвэл халиа дошингийн талбай, хэмжээ багасаж байгаа нь тухайн бүс нутгийн гүний усны нөөц багасаж буйг илтгэнэ.

Улс орны эдийн засаг хөгжихийн хирээр цэвдэгт бүс нутагт инженерийн хийцтэй барилга байгууламж барих, зам тавих ажил эрчимжиж байгаа ч гэсэн харамсалтай нь маш олон тооны барилга байгууламж, зам гүүр эвдэрч байна. Энэ нь нэг талаас цэвдгийн гэсэлттэй холбож болох боловч нөгөө талаас үүнийг өнөөгийн уур амьсгал, цэвдгийн нөхцөлтэй манай орны мөрдөж буй норм, стандарт тохирохгүй байгааг илтгэнэ. Өөрөөр хэлбэл, норм стандартыг 10 жил тутамд өөрчлөх шаардлагатай.

Доктор Д.Төмөрбаатарын 2001 онд 1970-1990 ээд оны үеийн мэдээ ашиглаж гаргасан ул хөрсний улирлын гэсэлтийн норматив гүн хамгийн гүндээ 4.1м байсан бол өнөөдөр зарим бүс нутагт, ялангуяа цэвдгийн захын бүс нутгаар улирлын гэсэлтийн гүн энгийн байгалийн нөхцөлдөө 8 м хүрдэг болсон.

Улс орны хэмжээнд нэн тэргүүнд хэрэгжүүлэх шаардлагатай зүйл бол бүх аймаг, сумын хэмжээнд цаг уурын харуул, станцуудыг түшиглэн улирлын хөлдөлт, гэсэлтийг хянадаг цэгүүдтэй болох шаардлагатай байна.

Улирлын хөлдөлт, гэсэлтийн норматив гүний лавлахыг улс орны хэмжээнд гаргах шаардлагатай байна.

Монгол орны хэмжээнд байгуулаад байгаа цэвдгийн хяналтын цэгийн тоо, чанарыг өнөөдрийнхөөс дордуулахгүй урт хугацаанд тогтвортой авч явах шаардлага тулгараад байна. Тухайн мониторингийг ашиглаж чадах чадвартай, авч чадах мэдлэг чадвартай боловсон хүчинтэй, ашигладаг, санхүүжүүлдэг байгууллагад хариуцуулах шаардлага зүй ёсоор тулгараад байна.

2010 онд батлагдсан ус үндэсний хөтөлбөрийн 3.2.4-т заасны дагуу орон нутагт цэвдэг судлалын өртөө, харуул байгуулах зорилтыг хэрэгжүүлэх шаардлагатай байна.

# АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ


Д.Бат-Эрдэнэ, (1995). Тепловой поток горных пород на территории Монголии и его влияние на многолетнемерзлую толщу, Диссертации на соискание ученой степени кандитата географических наук, Улаанбаатар.

Гравис и др., (1974). Геокриологические условия Монгольской Народной Республики, Совместная Советско-Монгольская научно-исследовательская геологическая экспедиция, Труды, вып. 10

Д.Даш, (2010). Монгол орны ландшафт-экологийн асуудлууд, Улаанбаатар.

Ершов Э.Д, Общая геокриология, учебник-М, Изд-во МГУ, 2002.

Я. Жамбалжав, (2009). Уулархаг нутгийн олон жилийн цэвдгийн зураглалд загварчлалын аргыг хэрэглэх боломж, Монгол Улсын Их Сургууль, Улаанбаатар. (Ph.D диссертац).

Я.Жамбалжав, Т.Ванчиг, Д.Баттогтох, А.Саруулзаяа, А.Дашцэрэн, ба бусад, (2013). Монгол орны мөнхцэвдгийн урт хугацааны мониторинг судалгаа, Сэдэвт ажлын эрдэм шинжилгээний тайлан, Шинжлэх Ухааны Академийн Газарзүйн хүрээлэн ажлын эрдэм шинжилгээний тайлан, Шинжлэх Ухааны Академийн Газарзүйн хүрээлэн.

Я.Жамбалжав, Т.Ванчиг, Д.Баттогтох, А.Саруулзаяа, А.Дашцэрэн, Ц.Жаргалтулга, Я.Гансүх, Ё.Амарбаясгалан, Х.Тэмүүжин, Ш.Нарангэрэл (2013). Монгол орны мөнхцэвдгийн урт хугацааны мониторинг судалгаа, Сэдэвт ажлын эрдэм шинжилгээний тайлан, Шинжлэх Ухааны Академийн Газарзүйн хүрээлэн ажлын эрдэм шинжилгээний тайлан, Шинжлэх Ухааны Академийн Газарзүйн хүрээлэн.

Я.Жамбалжав, Я.Гансүх, Х.Тэмүүжин, Г.Цогт-Эрдэнэ, Ц.Ундрахцэцэг, А.Саруулзаяа, Ё.Амарбаясгалан, А.Дашцэрэн, Ш.Нарангэрэл, (2016). Монгол орны цэвдгийн тархалтын зураг, масштаб 1:1000 000.

В.А.Кудрявцев, (1978). Общее мерзлотоведение, Второе издание, Издательство Московского Университета

А.Саруулзаяа, Я.Гансүх. 2014. Термокарстын нуурааc ялгарах метан хийн судалгааны анхдагч үр дүн. Монгол орны газарзүйн асуудал.2014, 1(10) 48-53.

Д.Төмөрбаатар, Монгол орны улирлын ба олон жилийн цэвдэг чулуулаг, Улаанбаатар, 2004.

Ш.Цэгмид, (1969). Монгол орны физик газарзүй, Улаанбаатар.

Шархүү Н. 1970. Булнайн ар тэгш өндөрлөгийн олон жилийн цэвдэг ул хөрс. “Монгол орны газарзүйн асуудлууд” №9, хуудас 86-113.

Шархүү Н, Лувсандагва Д, 1975. Монгол орны олон жилийн цэвдгийн үндсэн шинж. Улаанбаатар, ШУА-ын хэвлэл, 68-89 хуудас

Шархүү Н, Анармаа Ш, Идэртүвшин Л. 2008. Хустайн цогцолбор газрын цасны дулаан эзвэрлэлт, халианы хөдлөл зүй. “Тахь” эрдэм шинжилгээний өгүүллүүд №8, Улаанбаатар, хуудас 43-55.

Bohannon J, (2008). The big thaw reaches Mongolia’s pristine north. Science 319: 567-568

Brown, J., O.J.Ferrians, Jr., J.A. Heginbottom, and E.S.Melnikov, eds, (1997). Circum-Arctic map of permafrost and ground-ice conditions. Washington, DC: U.S.

French, H. M.: Past and present permafrost as an indicator of climate change, Polar Research., 18, 269–274, 1999.

Grosse, G., Jones, B. and Arp, C. (2013) Thermokarst Lakes, Drainage, and Drained Basins. In: Shroder, J.F., Ed., Treatise on Geomorphology, Glacial and Periglacial Geomorphology, publisher, San Diego, 325-353.

Hugh M. French, (2007). The Periglacial Environment, Third Edition, The University of Ottawa, John Wiley & Sons, Ltd.

Nishida, H. and Jamsran, Ts. (2009) Darkhadyn Wetland in Mongolia: Synthesis Investigation on Ecosystems. Kanazawa, NPO Mongolia Ecology Information Center, Japan.

Rampton, V.M., 1988. Quaternary Geology of the Tuktoyaktuk Coastlands, Northwest Territories. Geological Survey of Canada, memoir 423, 98 pp.

A.Saruulzaya, M. Ishikawa, Ya.Jambaljav. "Thermokarst Lake Changes in the Southern Fringe of Siberian Permafrost Region in Mongolia Using Corona, Landsat, and ALOS Satellite Imagery from 1962 to 2006", Journal of Advances in Remote Sensing. 2016. 5, pp 215-231.

A.Saruulzaya. 2017. Thermokarst lake dynamics in the continuous and isolated permafrost zones, Mongolia. Sapporo, "Coop press". 2017. pp 90.

Sharkhuu. N, 1999. Occurrence of Frost Heaving in the Selenge River Basin, Mongolia. *Permafrost and Periglacial Processes.* Vol. 10, pp 187-192.

Sharkhuu N, Sukhbuyan Sh, Anarmaa Sh. 2011. Seasonal frost mounds in Mongolia. Extended abstracts of the second international symposium on mountain and arid land permafrost, 22-26 August, 2011. Ulaanbaatar, Mongolia. pp. 66-68.

Sharkhuu N, Yokishawa K, Anarmaa Sh. 2012. Perennial frost mounds in Mongolia. In: Proceedings of the Tenth International Conference on Permafrost Salekhard, Russia, June 25–29, 2012 , pp. 371-376.

N.Sharkhuu, 2011, Long-term monitoring of permafrost in Mongolia, Extended Abstracts of Second International Symposium on Mountain and Arid Land Permafrost, 22-26 August, 2011, Ulaanbaatar, Mongolia.

Sharkhuu, N. (2011) Field Guidebook to Mountain and Arid Land Permafrost in the Nalaikh and Terelj Areas near Ulaanbaatar, and in the Hovsgol and Hangai Mountainous Regions, Mongolia. Ulaanbaatar, Mongolia, 1-50.

Tingjun Zhang, Mark A. Parsons, and Roger G. Barry, (2006). Statistics of Global Permafrost Distribution, Abstracts of Asian Conference on Permafrost, August 7-9, 2006, Lanzhou, China.

D.Tumurbaatar, 1998, Seasonally and perennially frozen ground around Ulaanbaatar, Mongolia, page 202-203, Extended Abstracts of 7th International Conference on Permafrost, Yellowknife, NWT, Canada, 23-27 June 1998,

Tumurbaatar, D. (2001) Permafrost in the Darkhad Depression of Hovsgol. Proceeding of the International Symposium on Mountain and Arid Land Permafrost, Ulaanbaatar, Mongolia, date, 79-82.

van Everdingen, R.O. (2002) Multi-Language Glossary of Permafrost and Related Ground-Ice Terms.

Vieira, G., et al., (2010). Thermal state of permafrost and active-layer monitoring in the Antarctic, Advances During the International Polar Year 2007-2009, Permafrost and Periglacial Processes, 21, 182-197

Wallace, R.E., 1948. Cave-in lakes in the Nabesna, Chisana, and Tanana River valleys, Eastern Alaska. Journal of Geology 56, 171–181.

Walter KM, Zimov AS, Chanton JP, D. Verbyla FS, Chapin III. 2006. Methane bubbling from Siberian thaw lakes as a positive feedback to climate warming, Nature, 443, 71–75, doi:10.1038/nature05040.

Walter, K.M., Edwards, M.E., Grosse, G., Zimov, S.A., Chapin, III., F.S., 2007. Thermokarst lakes as a source of atmospheric CH4 during the last deglaciation. Science 318, 633–636.

Zhao, L., Wu, Q., Marchenko, S.S. and Sharkhuu, N. (2010), Thermal state of permafrost and active layer in Central Asia during the international polar year. Permafrost Periglac. Process., 21: 198–207. doi:10.1002/ppp.688