

## МАНАНГИЙН ПРОГНОЗ

1.Цацрагийн мананг прогнозлохын тулд манан үүсэх температурыг голчлон шүүдэр цэгийн температурын анхны утгаар доорх томъёогоор тодорхойлно:

$$a. T_T = T_d - \delta T_d - \delta T'_T,$$

Үүнд:  $T_T$  – манан үүсэх температур;  $T_d$  – шүүдэр цэгийн температурын анхны утга /голчлон 18 цагийн/;  $\delta T_d$  – манан үүсэх хугацаа хүртэл буурч болох шүүдэр цэгийн температурын утга;  $\delta T'_T$  – агаар хөрч манан үүсэхэд шаардагдах температурын утга;

$\delta T_T = \delta T_d + \delta T'_T$  гэсэн утгыг эмперик аргаар олно. Оройн 18 цагийн байдлаар  $\delta T_T$  нь  $T_d$  –ээс дараах байдлаар хамааралтай байна:

$T_d$ °C.....	0	- 1.0...-30	< -30
$\delta T_T$ °C.....	1 - 2	1:5 - 3.0	3 - 5

Хуучин ЗХУ-ын Европын нутаг дэвсгэрийн төв хэсэг дэх талархаг нутагт манан үүсэхэд шүүдэр цэгийн температур буурахыг дараах томъёо, хүснэгтийн дагуу тодорхойлно:

$$б. T_T = 0.2 (2T_d^{(0)} + T_d^{(-6)} + T_d^{(-12)} + T_d^{(-18)}),$$

Үүнд:  $T_d$  – хаалтан дотор өгөгдсөн индексийн заасан хугацаанд хэмжсэн шүүдэр цэгийн температур (0- эхлэх хугацаа /исходный срок/, -6, -12, -18 гэдэг нь эхлэх хугацаанаас өмнөх 6, 12, 18 цаг болно).

Хүснэгт 1.

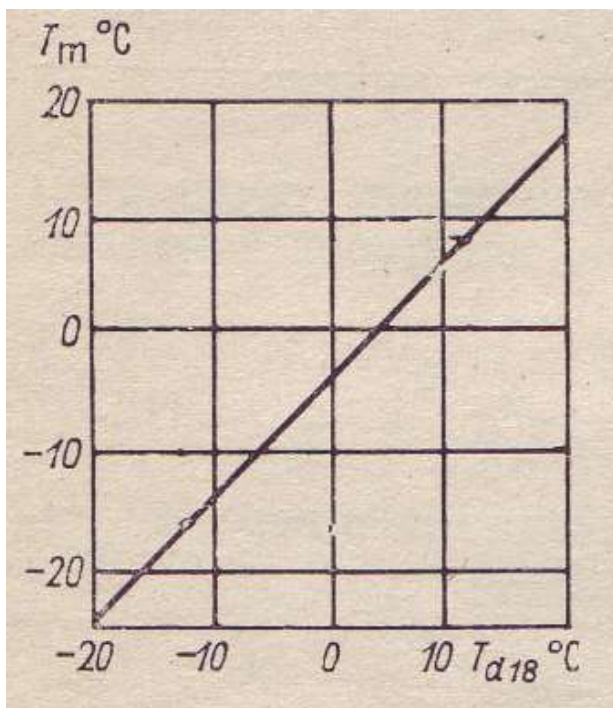
**18 цагийн анхны утгаасаа ( $\delta T_d$  °C) хамааран буурах шүүдэр цэгийн температурын дундаж утга ( $\delta T_d$  18 °C)**

$\delta T_d$ 18 °C	$\delta T_d$ °C
20...11	2
10...0	2.2
-1...-10	2.4
-11...-20	2.8
-21...-30	3.5

Манан үүсэх температур ( $T_T$ ) - ыг графикаар тодорхойлно. Уг графикийн хэвтээ тэнхлэгээр эхлэх хугацаан дахь, голчлон 18 цагийн шүүдэр цэгийн температурын утга, харин босоо тэнхлэгээр манан /будан/ үүсэх температурыг тус тус авсан байна.

Мананг  $T_m \geq T_{мин}$  байх тохиолдолд урьдчилан мэдээлнэ. Манан үүсэх боломжтой гэж тооцсоны дараа хийн мандлын доод давхарга дахь салхины хуваарилалт, температурын босоо чиглэлээрх тархац, шүүдэр цэгийн температур зэрэг нь манан үүсэхэд таатай нөлөөлөх эсэхийг тогтоох шаардлагатай. Жилийн хүйтэн улиралд цацрагийн манан үүсэхэд салхины хурд 100 м-ийн өндөрт 7 м/с-ээс, харин 300-900 м-ийн

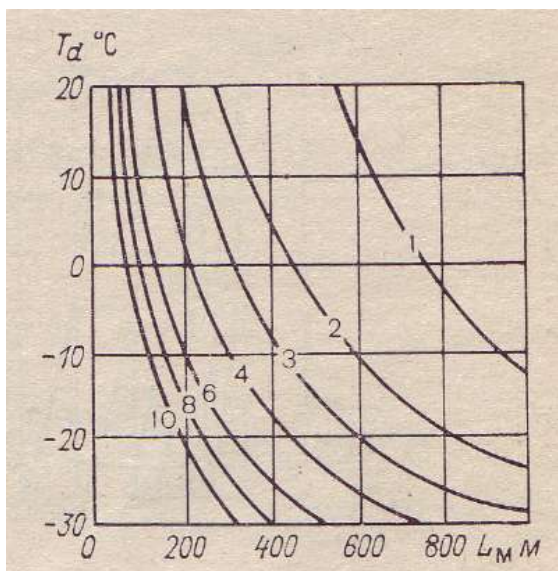
хоорондох өндөрт 10 м/с-ээс хэтрээгүй нөхцөлтэй байна. Дулаан улиралд салхины хязгаарын хурд дээрхээс 2 м/с-ээр бага байх ёстой. Агаарын температур, шүүдэр цэгийн температурын тархалт нь шөнийн газар орчмын инверсийн давхаргад усны уурын өтгөрөлт болох нөхцөлийг хангасан байх ёстой. Тэгэхдээ агаарын температур нэмэх байх үед шүүдэр цэгийн температур  $0^{\circ}\text{C}$ -т ойролцоо,  $-10^{\circ}\text{C}$  хүртэл бол  $1^{\circ}\text{C}$ -ээс хэтрэхгүй,  $-20^{\circ}\text{C}$ -ээс  $-30^{\circ}\text{C}$  хүртэл бол ойролцоогоор  $2^{\circ}\text{C}$ ,  $3^{\circ}\text{C}$  байна.



1 дүгээр зураг. Манан үүсэж болох температурыг 18 цагийн шүүдэр цэгийн температурын анхны утгаар тодорхойлох график

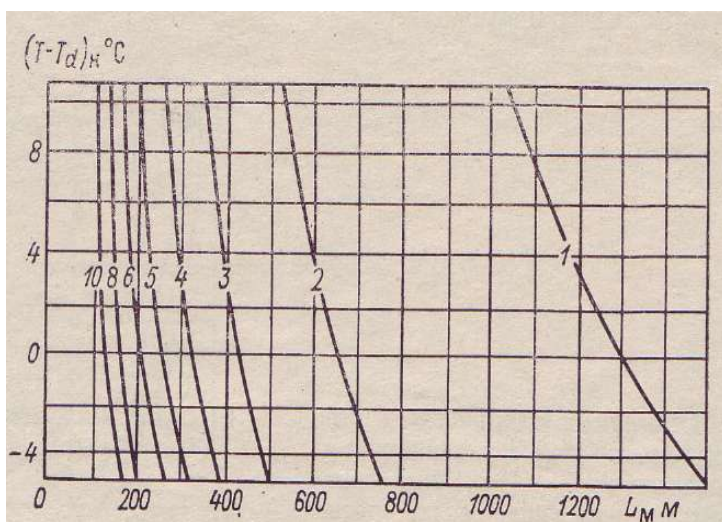
### Манан дахь алсын барааны харагдац

Манан дахь алсын барааны харагдац нь түүний услэгийн хэмжээ, өөрөөр хэлбэл усан дусал, талстуудын геометр хэмжээ, тэдгээрийн нэгж эзэлхүүнд агуулагдах тооноос хамаарна. Цацарагийн болон нүүлтийн манан дахь алсын барааны хамгийн бага зайг урьдчилан мэдээлэхийн тулд... дугаар зурагт үзүүлсэн хагас эмпирик номограммууд ашиглана.



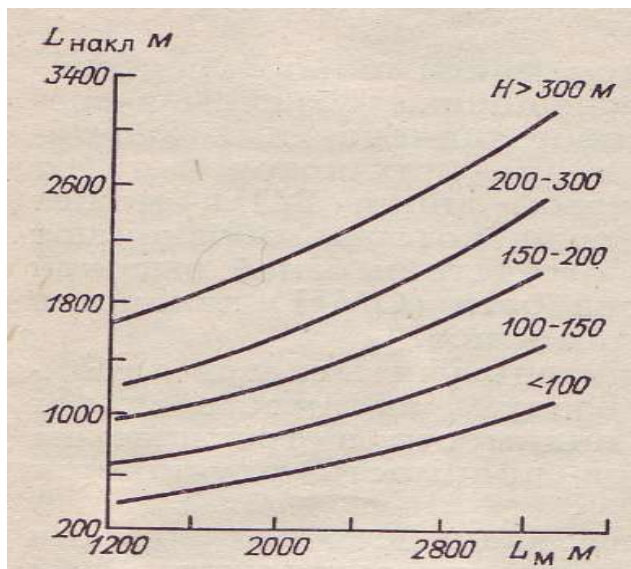
2 дугаар зураг. Цацрагийн манан дахь алсын барааны хамгийн бага харагдацыг ( $L_M$ ) үндсэн хугацаанд  $T_d$  – ийн болон шүүдэр цэгийн температурын хамгийн их өөрчлөлтийн утгаар  $T_{d \max}$  тодорхойлох цогц муруйнуудын номограмм.

Тунадасан дахь алсын барааны харагдацыг урьдчилан мэдээлэхдээ түүний эрчимшил, усан дусал, талстуудын геометр хэмжээг харгалзан үзэх шаардлагатай. Адил хэмжээний эрчимшилтэй цасан дахь алсын барааны харагдац бороон дахь харагдацаас арай муу байна.



3 дугаар зураг. Нүүлтийн манан дахь алсын барааны хамгийн бага харагдацыг ( $L_M$ ) замналын эхлэлийн цэг дэх шүүдэр цэгийн температурын дутацын  $(T - T_d)_H$  болон  $(T_{дн} - T_{дк})$  ялгаврын утгуудаар (ташуу муруйнууд) тодорхойлох номограмм.

Нам өндөртэй давхраат үүлэн дор ташуу чиглэл дэх алсын барааны харагдацыг буудалд газардахаар уруудаж буй агаарын хөлгийн бүхээгнээс ойролцоогоор үнэлэхийн тулд ... дугаар зурагт үзүүлсэн номограмм ашиглана.



4 дүгээр зураг. Налуу алсын барааны харагдацыг ( $L_M$ ) өдрийн цагт тодорхойлох номограмм.  $H$ —үүлний өндөр.

Ер нь алсын барааны харагдацыг урьдчилан мэдээлэхдээ юуны өмнө агаарын массын гарлын шинж байдлыг тогтооно. Арктикийн агаар дахь алсын барааны харагдац халуун бүсийн агаар дахь алсын барааны харагдацыг бодоход хэдэн арав илүү сайн байдаг. Хийн мандлын фронтын бүс дэх алсын барааны харагдац тунадаснаас болж эрс муудах онцлогтой зэргийг анхаарах нь зүйтэй.

Алсын барааны харагдацын хамгийн бага утгыг урьдчилан мэдээлэх үндсэн шалгуур доорх нөхцөлтэй байна: Нам өндөртэй үүлтэй, харьцангуй чийгшил 90% түүнээс их, өөрөөр хэлбэл шүүдэр цэгийн температурын дутац  $1^\circ\text{C}$ -тэй тэнцүү юмуу бага байхад үүлний өндөр 100-200 бол алсын барааны харагдац 4 км, үүлний өндөр 100-60 м бол алсын барааны харагдац 4 км-ээс 1.5 км, үүлний өндөр 60-30 м бол алсын барааны харагдац 1.5 км байна гэж үзнэ.

## Монгол орны нутаг дээрх температурын инверсийн онцлог зарим шинж

### Оршил

Орчих мандалд агаарын температур доод түвшнээсээ харьцангуй **дулаарсан** давхаргыг **инверсийн давхарга** гэнэ. Инверсийн үе давхарга нь агаарын давхаргуудын хоорондох үе давхаргыг салган заагласан мэт байх тул заримдаа саатуулах хүлэмжийн үе давхарга ч гэж нэрлэх нь бий /Пинус Н.З., Шметер С.М.,1965/. Ийм учраас инверсийн давхаргын дор утаа, тоос удаан хугацаагаар хуримтлагдан хадгалагдана.

Монгол орны нутаг дэвсгэр дээр жилийн аль ч улиралд газар орчим болон чөлөөт хийн мандалд инверс ажиглагдаж байна. Өвлийн улиралд газрын гадарга хүчтэй хөрөхөөс гадна эсрэг циклоны цаг агаарын горимын нөлөөгөөр инверсийн зузаан ихсэнэ.

Инверсийн давхаргыг үүссэн өндрөөр нь газар орчны, чөлөөт хийн мандлын гэж ангилна. Газар орчмын инверс нь ихэвчлэн цацрагийн гаралтай байх авч зарим тохиолдолд дулаан агаарын нүүлттэй холбоотой байна.

Цаг агаар цэлмэг, тогтуун үед газрын гадарга дулаанаа туяаруулан алдснаас хөрч, улмаар түүнтэй хиллэж буй агаарын давхарга мөн хөрч, газрын гадарга орчимд шөнийн цагт, эсвэл өвлийн улиралд цацрагийн гаралтай инверс үүснэ. Өглөө нар гарч, газрын гадарга халах, салхины хурд нэмэгдэхэд шөнө үүссэн инверсийн давхарга суларсаар арилна.

Хүйтний улиралд ажиглагддаг инверсийн давхарга нь, ялангуяа 12, 1 дүгээр сард зузаан, эрчимшил харьцангуй ихтэй байна /Константинов П.Я./ Хүйтэн гадаргуу дээр дулаан агаар шилжиж ирснээс инверсийн давхарга үүснэ. Өөрөөр хэлбэл газрын гадаргын харьцангуй хүйтэн агаар дээгүүр дулаан агаар орж ирж дороосоо хөрөх үед дулаан фронтын инверс үүснэ.

Чөлөөт хийн мандлын инверсийн давхаргыг гарал үүслээр нь **үрэлтийн, хүчлэгийн, эсрэг циклоны, фронтын** гэж ангилна. **Үрэлтийн инверсийн** давхарга нь газрын гадаргаас дээш хэдэн зуун метрийн өндөрт өдрийн цагт үүснэ. Энэ үед инверсийн давхаргын доод хил орчимд температурын босоо чиглэлээрх шатлал нэмэх утгатай, өндрөөсөө температурын өөрчлөлт тогтмол байна. Ийм инверсийн давхаргын зузаан нь хэдэн арван метр авч эрчимшил ихтэй байна.

**Хүчлэгийн инверс** салхины хурд ихтэй давхаргад, ялангуяа уулын салхин дор үүснэ. Салхины хурд ихтэй түвшин дор температурын босоо шатлалын утга их, харин зузаан нь бага байна.

**Эсрэг циклоны** буюу **суултын инверсийн** давхарга нь янз бүрийн өндөрт үүсдэг, зузаан нь хэдэн арван метрээс хэдэн зуун метр хүрнэ. Энэ инверсийн давхаргад харьцангуй чийгшил өндрөөсөө огцом буурдаг онцлогтой, харин түүн дотор **Sc, Ac** хэлбэрийн үүл ажиглагдана.

**Өвлийн улиралд газрын** гадаргаас шууд ажиглагдсан инверс, газар орчныхтой нийлж маш зузаан эрчимшил бүхий инверс үүсгэх бөгөөд энэ нь 10-20 м/с хурдтай салхитай үед ч замхрахгүй байдаг.

**Ажиглалтын мэдээ, боловсруулсан аргазүй**

Монгол орны нутаг дээрх инверсийн давтагдал, зузаан, эрчимшил зэргийг гаргахдаа аэрологийн 8 станцын 1976-1985 оны 1-12 дугаар сарын өдөр тутмын 08, 20 цагийн ажиглалтын мэдээг ашигласанболно. 1 дүгээр хүснэгтэнд аэрологийн станцуудын далайн түвшнээс дээш өндөр, байрлал, ажиглалтын нийт тоог үзүүлэв.

1 дүгээр хүснэгт

Станцын байршил, ажиглалтын тоо

Станцын нэр	Станцын өндөр, м	Өргөрөг	Уртраг	Ажиглалтын тоо
Улаангом	939.4	48° 59	92° 05	3556
Алтай	2180.7	46° 24	96° 15	3220
Мөрөн	1283.4	49° 34	100° 10	3591
Арвайхээр	1812.8	46° 16	102° 47	2513
Даланзадгад	1464.9	43° 35	104° 25	1961
<b>Улаанбаатар</b>	<b>1306.6</b>	<b>47° 55</b>	<b>106° 52</b>	<b>2953</b>
Сайншанд	938.0	44° 54	110° 07	3905
Чойбалсан	746.9	48° 05	114° 33	4272

Газраас эхлэн температур шууд дулаарсан давхаргыг **газрын инверс**, далайн түвшнээс дээш **3 км өндөр** хүртэл ажиглагдсан инверсийг **газар орчмын инверс** гэж боловсруулалтыг энгийн аргаар хийлээ. Инверсийг доод, дээд хил, зузаан, эрчимшил гэсэн хэмжигдэхүүнээр илэрхийлдэг тул тэдгээрийн олон жилийн дундаж утгуудыг цаг уурын хэмжигдэхүүнүүдийн нэгэн адил гаргасан болно.

Агаарын температур өндрөөсөө дулаарч эхэлсэн түвшнийг инверсийн өндөр буюу доод хилийн өндөр, уг дулааралт зогссон түвшнийг инверсийн дээд хил гэж авсан. Мөн инверсийн дээд, доод хил дэх агаарын температурын зөрөөг инверсийн эрчимшил, дээд, доод хилийн өндрүүдийн зөрөөг инверсийн зузаан гэж авлаа.

### Үр дүн

Монгол орны нутаг дэвсгэр дээр аль ч улиралд тодорхой хэмжээний инверс ажиглагдаж байна. Инверсийн давтагдлыг нь авч үзвэл өвлийн улиралд их байснаа хавраас эхлэн багасаж, намраас дахин ихсэнэ. Давтагдлын хамгийн их утга нь станц бүхэнд өвлийн улиралд, хамгийн бага утга нь зуны улиралд ажиглагдаж байна. Энэ нь өвлийн улиралд газрын гадарга дулаанаа нэлээд ихээр алдаж, хүчтэй хөрснөөс газрын инверсийн давтагдал их байна.

Өвлийн улирлын инверсийн давтагдлыг газар нутгийн хувьд авч үзвэл хамгийн их нь Улаангомд 85%, Чойбалсанд 91%, мөрөнд 88%, сайншандад 92%, Алтайд 91% байгаа нь харьцангуй их, Арвайхээр, Улаанбаатар, Даланзадгадад арай бага байна. 2 дугаар хүснэгтэнд Улаанбаатар хот орчмын газрын инверсийн давтагдал, зузаан, эрчимшилийг үзүүлэв.

Зуны улиралд шөнийн цагт газрын гадарга дулаанаа алдсанаас хөрч, инверсийн давхарга үүснэ. Давтагдлын хамгийн бага буюу 8% нь Арвайхээр, Даланзадгад, хамгийн их буюу 39.4% нь Чойбалсанд хүрнэ. Харин **газар орчмын** инверсийн давтагдал Чойбалсан, Улаангом станцад харьцангуй их 59.7-60.0% байна.

Эсрэг циклоны нөлөө болон газрын гадаргын хүчтэй хөрөлт нь өвлийн улирлын инверсийн зузааныг ихэсгэнэ. Монгол орны нутаг дэвсгэр дээр жилийн дундажаар 0.3-0.7 км зузаантай газрын инверс ажиглагдана. Өвлийн улиралд хамгийн их зузаан ажиглагдаж, Улаангомд 1.4 км хүрнэ. Улаанбаатарт 0.6-0.8 км, Алтай, Арвайхээрт харьцангуй бага, 0.3-0.4 км зузаантай инверс ажиглагдана. Зуны улиралд инверсийн зузаан багасаж, дундажаар 0.3-0.5 км болно.

## 2 дугаар хүснэгт

Улаанбаатар хот орчмын газрын инверсийн давтагдал, зузаан, эрчимшил

Сар	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жил
Давтагдал,%	21.2	22.9	15.2	15.5	12.4	8.9	9.6	10.6	14.1	18.2	21.5	19.8	15.5
Зузаан, м	737	629	558	554	535	471	472	543	523	526	724	809	590
Эрчимшил,°C	6.2	4.7	3.5	2.5	1.7	1.9	1.5	1.8	2.4	3.0	5.1	6.9	3.4

Инверсийн эрчимшлийн жилийн дундаж утгыг авч үзвэл газар бүрт харилцан адилгүй, Улаангомд 7.9°C, Мөрөнд 4.0 °C буюу хамгийн их, Арвайхээрт 2.4 °C, Даланзадгадад 2.8 °C, хамгийн бага байна. Инверсийн эрчимшил өвлийн улиралд хамгийн их утгандаа хүрдэг, тухайлбал, Улаангомд 12 дугаар сард 15.9°C, 1 дүгээр сард 19.2°C, 2 дугаар сард 17.0 °C байна. Харин газар орчмын инверсийн эрчимшил багасаж, 0.9 -5.1 °C, хамгийн их утга нь өвлийн улиралд Улаангом станцад 10.2-14.9 °C, хамгийн бага нь зуны улиралд Мөрөнд 0.6-0.8 °C ажиглагдана.

Баасанхүү Г., Гомболүүдэв Ц. ЭШБ, УБ, 1996, №18, х 41-46.