



## ЧЕЛЯБИНСКИЙН СОЛИРООС ҮҮДЭЛТЭЙ НЭЛ АВИАГ БҮРТГЭСЭН НЬ

**Ч.Баярсайхан С.Дэмбэрэл**

ШУА – ийн Одон орон, геофизикийн судалгааны төв  
Цахим иуудан: bayarsaikhan@rcag.ac.mn

### **Товч агуулга.**

Оросын Холбооны Улсын Челябинскийн мужийн Черваркул хотын ойролцоо 2013 оны 02-р сарын 15 өдөр олон улсын цагаар 03 цаг 20 минутын орчим агаар мандлын давхаргыг зүсэн солир унах үзэгдэл ажиглагдсан байна. Энэ солироос үүдэлтэй агаар мандлаар тархан ирсэн нэл авиаг Монголд ажиллаж байгаа байгаа нэл авианы I34MN станц дээр 17 минутын туршид бүртгэсэн байна. 1908 онд Сибирийн Тунгуст унасан солироос хойш зуу гаруй жилийн дараа тохиож байгаа томоохон хэмжээний /15-17 м диаметртэй/ солир дэлхийн агаар мандлыг зүсэн унах байгалийн энэхүү сонин үзэгдэл нь нэл авианы гол үүсгүүрүүдийн нэг юм. Солир нь дэлхийн агаар мандалд 11.2-72.8 км/с хурдтай орж ирэх ба давтамжийн хягаар нь 0.3-3 Гц зурвас бүртгэгддэг байна (A.Le Pichon, et. al 2009). ОХУ-д унасан уг солир нь 20-30 км/с хурдтайгаар дэлхийн агаар мандалд орж ирснийг урьдчилсан байдлаар тодорхойлжээ. Солирын биет агаар мандлыг ийм их хурдтай зүсэж унахдаа шатаж, улмаар 15-20 км –ийн өндөрт хүчтэй дэлбэрсэн байна. Энэ процессоос үүссэн нэл авиаг олон улсын Цөмийн Туршилтыг Бүрэн Хориглох Гэрээний Байгууллагын (ЦТБХГБ) нэл авианы сүлжээ станцууд, түүний дотор Монголд дахь нэл авианы станцад бүртгэсэн. Бүртгэгдсэн нэл авианы долгионы бичлэгүүдыг боловсруулж дараах урьдчилсан үр дүнг гарган авлаа.

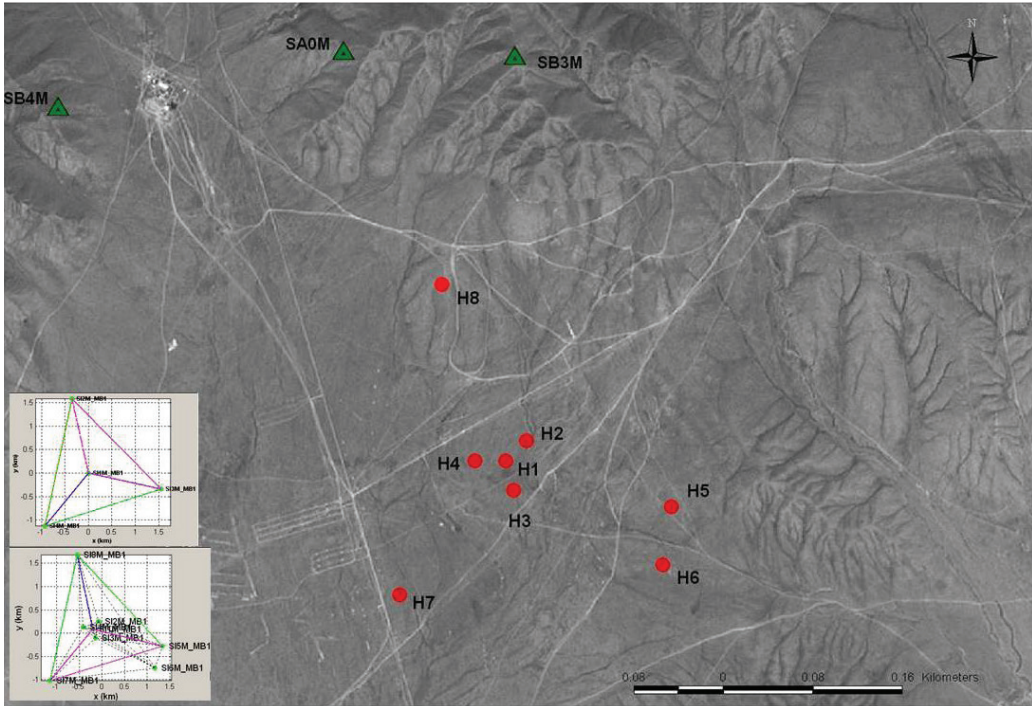
### **ОРШИЛ**

ЦТБХГБ – ын нэл авианы сүлжээ станцууд нь агаар мандал дахь цөмийн дэлбэрэлтийн улмаас үүсэх нэл авиаг бүртгэж байрлалыг нарийвчлан тодорхойлох зорилготой бөгөөд станцын бүртгэгч багаж нь дэлбэрэлтээс үүсэх 0.001-5 Гц-ийн нам давтамжийн дууны долгионы бүртгэж авдаг. ЦТБХГБ-ын Олон Улсын Хяналт-Шинжилгээний Тогтолцооноос (ОУХШТ) нэл авианы бүлэг станцыг Улаанбаатараас баруун урагш 52 км зайд Таван Толгой хөндийд, цэргийн ангийн сургалтын талбайн ойролцоо байгуулсан. Энэ бичил бүлэг станцын төв цэг нь хойт өргөрөгийн 47° 48'06.26822''N, зүүн уртрагийн 106° 24'36.44396''E солбицолд оршдог (зураг 1).

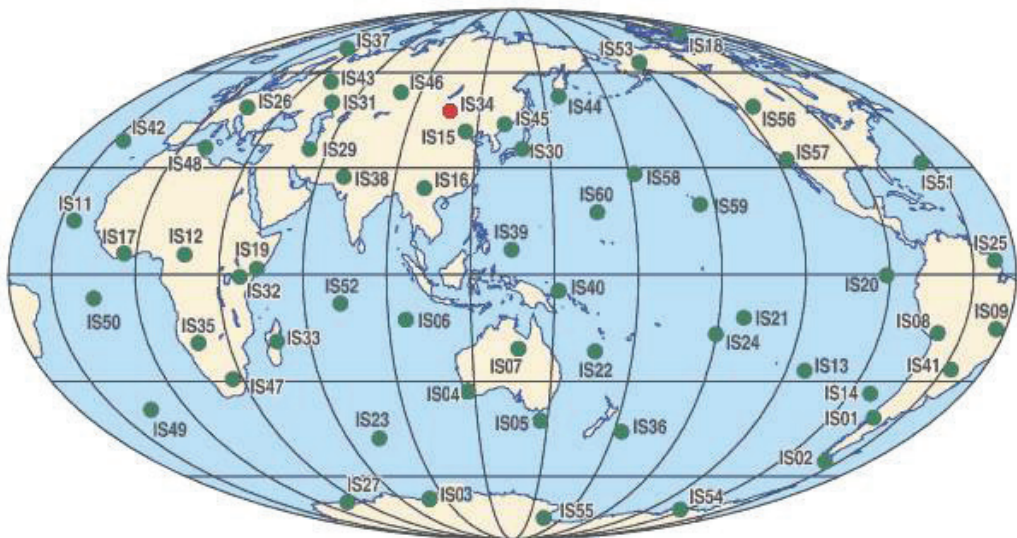
Цөмийн Туршилтыг Бүрэн Хориглох Гэрээний Байгууллага (СТВТ), Олон Улсын Хяналт-Шинжилгээний Тогтолцоо сүлжээнээс (IMS) инфра авианы сигнал бүртгэгч дэлхийн 60 станцын сүлжээ байгуулах ажлын хүрээнд 2000 оны сүүлээр инфра авианы станцыг манай улсад суурилуулсан (2-р зураг).

### **МЭДЭЭЛЛИЙН БОЛОВСРУУЛАЛТ**

ЦТБХГБ – ын ОХУ-д байрладаг нэл авианы хоёр станц, ойролцоо байрлалтай бусад сүлжээ станцууд энэ мэдээллийг бүртгэсэн байна. Энэхүү солироос үүдэлтэй дэлбэрэлтийн хүч ойролцоогоор тротилын эквивалентаар 300 гаруй килотонны хүчтэй болсон байна. 1908 оны Тунгусын солироос



Зураг 1 Геометрын зөв дүрс бүхий найман сенсортой инфра авианы бичил сүлжээ станцын ерөнхий байрлал



Зураг 2 Инфра авианы 60 станц бүхий Олон улсын хяналтын сүлжээ IMS-ийн байршил, (Улаан цэгээр Монголд ажиллаж байгаа станц)

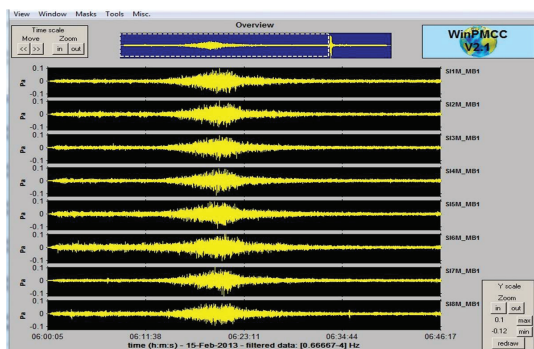
хойших агаар мандалд болж байгаа хамгийн том хүчтэй дэлбэрэлтэд зүй ёсоор тооцогдох болно. Солир нь Дэлхийн агаар мандлын давхаргад орж ирээд 30.5 секунд унасны дараа 15-20 км-ын өндөрт дэлбэрсэн байна. Энэ үзэгдэл нь манай нэл авианы станцад 2013 оны 02-р сарын 15 өдрийн орон нутгийн цагаар 14 цаг 20 минутад (03:20 UTC) тэмдэглэгдэж эхэлсэн. (зураг 3).

3-р зурагт босоо тэнхлэгээр нэл авианы станцын сенсоров дугаар болон агаарын даралтыг харуулсан ба хэвтээ тэнхлэгээр цаг, хугацааг мөн давтамжийг тэмдэглэсэн. Солир агаар мандалд орж ирэх үеийн солирын долгионы бичлэгийг харуулсан. ЦТБХГБ-ын нэл авианы сүлжээ станцуудад уг солирын дууны долгион бүртгэгдсэн бөгөөд солир унасан байршлыг олон улсын

нэл авианы станцуудын мэдээллийг нэгтгэн боловсруулж тодорхойлоо (Зураг 4).

4-р зурагт Олон улсын нэл авианы сүлжээ станцуудын мэдээллээр солир унасан чиглэлийг тогтоосон ба дээрхи станцуудын байршил болон станцын олон улсын кодын үзүүлээ. Жишээ нь I34MN Монгол улсын нэл авианы станцын олон улсын код.

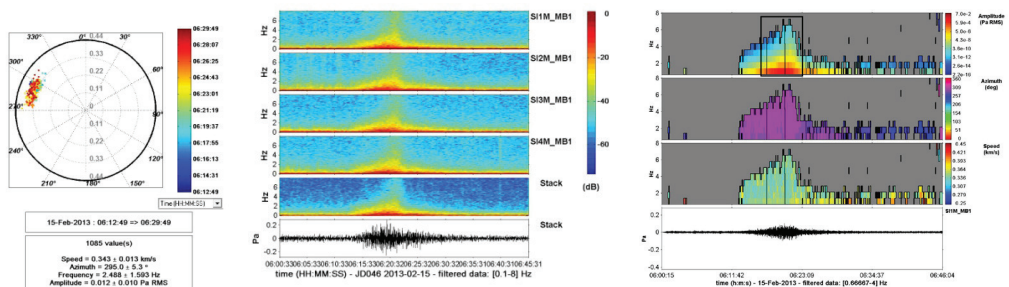
Нэл авианы I34MN станцаар солироос үүсэх дууны долгионд нарийвчилсан боловсруулалтыг хийснээр 296.9 градусаар чигийг тогтоосон ба агаар мандалд дууны долгион нь 303 м/с хурдтайгаар тархаж байгааг тогтоосон. 5-р зургаар зүүн дээд талд нь азимут, хурдны тархалтыг үзүүлсэн диаграмм, баруун дээд талд солирын дууны долгионы спектрограф давтамжийн



Зураг 3. ОХУ – ын Челябинск мужийн Черваркул хотын ойролцоо 2013 оны 02-р сарын 15 өдөр олон улсын цагаар 03 цаг 20 минутад (14:20 орон нутгийн цагаар) унасан солир нь Монголд ажиллаж байгаа байгаа нэл авианы станцад 3 цагийн дараа тэмдэглэгдсэн



Зураг 4 ЦТБХГБ-ын нэл авианы олон улсын станцуудаар солир унасан үзэгдэл тохиосон цэгийн азимутыг тодорхойлсон байдал

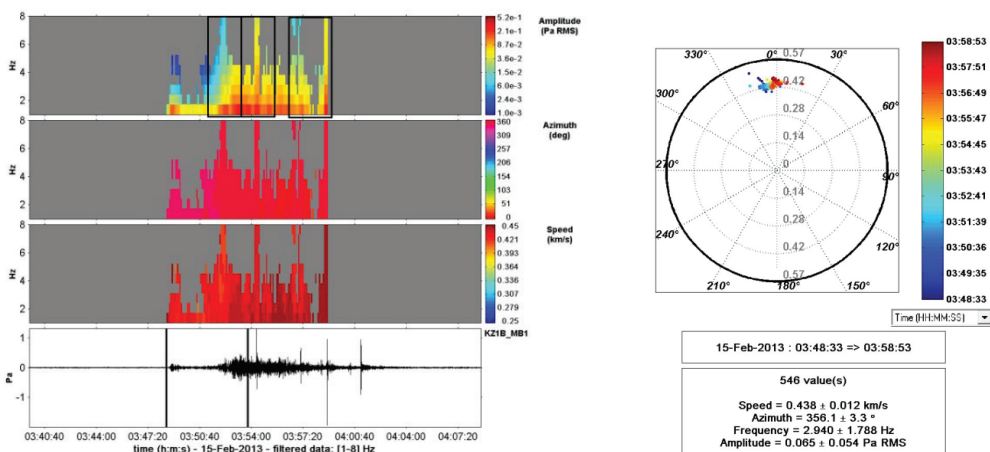


Зураг 5 Нэл авианы I34MN станцад бүртгэгдсэн солирын долгионы нарийвчилсан боловсруулалтын үр дүн.



өөрчлөлт, доод талд нь амплитудын өөрчлөлтийг өнгөөр ялгаж хугацаагаар нь харууллаа. Энэ солирын байрлалаас 3170 гаруй километрын зайд байрласан I34MN станцад детекцлэгдсэн давтамжийн хамгийн бага утга 0.67 Гц байсан ба хамгийн их утга 2.85 Гц-ээр бүртгэгдсэн бөгөөд амплитуд нь 0.014 Па rms буюу ойролцоогоор 35-40 дБ-д хүрсэн байна (хар хүрээнд). Азимутын өөрчлөлт нь 280 градусаас 306 градуст хэлбэлзэх бөгөөд энэ нь тухайн үеийн салхины чиглэл болон салхины хүч зэрэг агаар мандлын хүчин зүйлүүдээс хамааралтай. Дууны долгионы хугацаа нь 17 минут үргэлжлсэн байна.

Мөн олон улсын сүлжээ станцуудаас авсан мэдээлэлд нарийвчилсан боловсруулалтыг хийсэн ба жишээг 6-р зурагт харуулсан. Казакстаны нэл авианы станц нь солир унасан газраас хамгийн ойрын зайд байх ба энэ станцад бүртгэгдсэн дууны долгионы тархалтын хурд 443 гаруй м/с хүрсэн байна. 6-р зурагт харуулсан спектрограм (хар хүрээнд) Казакстаны I31KZ нэл авианы станцад 1.73 Гц давтамжаар тэмдэглэгдсэн ба тодорхойлсон үр дүнгээс харахад солирын агаар мандалд дэлбэрэх амплитуд нь 0.076 Па rms буюу 25-30 дБ хүрсэн байна.



Зураг 6 Казакстаны нэл авианы I31KZ станцаар тодорхойлсон спектрограф болон азимут, хурдны тархалтыг үзүүлсэн диаграмм

## ДҮГНЭЛТ

Инфра авианы долгионыг байгалийн үзэгдэл, хүний үйл ажиллагаа болон ан амьтад үүсгэдэг. Эдгээр үүсгүүрийн үндсэн суурь (фон) нь хээрийн болон орчны чимээ, шуугиан байдаг бөгөөд үүсгэх долгионы шинж өөр өөр байдаг. Дэлхийн агаар мандалд солир, огторгуйн биетүүд орж ирэх үед инфра авианы долгионыг үүсгэдэг байна. Энэ нь урт долгион байх бөгөөд ихэвчлэн 0.3-3 Гц давтамжтай, үргэлжлэх хугацаа нь өөр байдаг. Амплитуд нь зайнаас хамаараад ойролцоогоор 1000 километрээс

өөрчлөгддөг бөгөөд долгионы тархалт нь стратосферийн салхины чиглэлээс хамаарна (Ч.Баярсайхан, 2013, х 28).

2013 оны 02 сарын 15-нд Улаанбаатар, Сонгино дахь инфра авианы станцад бүртгэгдсэн ОХУ-ын Челябинскийн мужийн Черваркул хотын ойролцоо унасан солир Дэлхийн агаар мандалд орж ирэх үеийн бүртгэгдсэн сигнал, мөн I34MN станцад бүртгэгдсэн дууны мэдээллийг, сигнал боловсруулах РМСС аргаар тодорхойлж боловсруулсан үр дүнг үзүүлээ.



Челябинскийн солироос үүссэн нэл авианы долгион нь агаар мандлын үе давхаргуудаар тархсанаар агаар мандлын бүх үе давхаргын фаз болон хурдууд ажиглагдсан.

Мөн янз бүрийн зайд байрлах олон улсын сүлжээ станцууд нь мэдээллээ

харилцансолилцожавснаараа солирынагаар мандалд дэлбэрсэн болон агаар мандлаар туулах хугацаа, трасе хурд, агаар мандалын хүчин зүйлүүдээс хэрхэн хамаарч байгааг нарийн судлах боломж бүрдэж байна.

#### Ашигласан бүтээлийн жагсаалт

1. Баярсайхан, Ч (2012) Инфра авиа тархалтын зүй тогтолыг I34MN станцаар сайжруулан судалсан сейсмо-акустик анализ. Улаанбаатар 2012 х28-30
2. Cansi Y. (1995) An automatic seismic event processing for detection and location: The PMCC method Geophysical Research Letters Vol. 22: 1021-1024
3. Le Pichon A, Blanc E, Hauchecorne A, (2009) Infrasound Monitoring for Atmospheric Studies. DOI 10.1007/978-1-4020-9508-5\_1, © Springer Science+Business Media B.V.2010
4. Le Pichon A, Cansi Y (2003) PMCC for infrasound data processing. Inframatics 2:1-9
5. Le Pichon A, Fuigues D, Fouquet D, Schlupp A, (1998) Infrasound Site Survey Report MONGOLIA I34MN. pp 10-13.
6. Szuberla C, Olson J (2004) Uncertainties associated with parameter estimation in atmospheric infrasound arrays. J Acoust Soc Am 72:1456-1460
7. Garc ıs MA, Hansen RA, Lindquist KG (1998) Traveltimes for infrasonic waves propagating in a stratified atmosphere Geophys J Int 135:255-263