

Соронзон орныг бөмбөлөг координатаар задлаж байгуулалт хийх арга

Ү.Сүхбаатар¹. Л.Мөнхбат². С.Ганцогт³.

¹Монгол Улс, Шинжлэх Ухааны Академи, Одон Орон Геофизикийн Судалгааны Төв

²Монгол Улс, Ховд аймаг, Ховд Их Сургууль.

³Монгол Улс, Шинжлэх Ухааны Академи, Физик Техникийн Хүрээлэн

Монгол нутагт соронзон орны газрын хэмжилтүүд тодорхой цэгүүдэд хийгдэж байсан боловч нягтрал багатай, тухайн бүс нутгийн тогтоц, геологийн онцлогуудтай холбон судлах боломжгүй зэрэг нь газрын соронзон хэмжилтийг тусгай зорилго, шийдэх асуудлуудтай уялдуулан хийж орон зайн тархалтыг нь тогтоох шаардлагатайг харуулж байгаа юм.

Түлхүүр үгс: Соронзон орон, жишиг орон, потенциал, бөмбөлөг задаргаа, координат

1. ОРШИЛ

Тогтмол соронзон оронг бөмбөлөг координатаар задлаж зураглал хийх, онолын бодолтын хэмжилтийн утгатай жиших.

Физикийн зарим вектор хэмжигдхүүнээс гадна орны тухай адил мэдээлэл агуулсан скаляр оронг өргөн хэрэглэдэг. Заримдаа векторыг скаляр хэмжигдхүүний градиент хэлбэрээр илэрхийлж болох ба энэ тохиолдолд скалярыг векторын потенциал буюу скаляр потенциал гэж нэрлэдэг.

Соронзон орны хүчлэг **H**, соронзон индукц **B**-д харгалзах скаляр потенциалуудыг доорхи байдлаар бичиж болдог.

$$\mathbf{H} = -\nabla W \quad (1)$$

$$\mathbf{B} = -\nabla U \quad (2)$$

Хэрэв эх соронзон орныг судлахад зориулагдсан соронзон хэмжилтүүд агаар мандлын доод хэсэгт буюу шууд Дэлхийн гадарга дээр хийгдэж байгаа ба агаар мандал нь үл дамжуулагч, соронзон чанартай бус орчин гэсэн бүрэн үндэслэлтэй таамаглал дэвшүүлбэл өгөгдсөн нөхцлөөр соронзжилт

$$U(r, \theta, \phi) = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n \frac{r^n}{a^{n-1}} (b_n^m \cos m\phi + c_n^m \sin m\phi) P_n^m(\cos\theta) + \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{a^{n+2}}{r^{n+1}} (g_n^m \cos m\phi + h_n^m \sin m\phi) P_n^m(\cos\theta) \quad (5)$$

а-дэлхийн радиус, $b_n^m, c_n^m, g_n^m, h_n^m$ – ажиглагдсан соронзон оронд сайн дөхүүлэх коэффициентүүд. $P_n^m(\cos\theta)$ – Лежандрын олон гишүүнт.

$$U = U_i + U_e \quad (6)$$

Энд U_i, U_e -нь R_1 ба R_3 мужид тус тус эх үүсгэвэр нь орших орны потенциал. 5, 6-р томъёоноос ажиглагдаж байгаа соронзон орны потенциалыг дотоод, гадаад хэсэгт хувааж үзэж болохыг хялбар харж болно.

($M = 0$) ба гүйдлийн нягт ($J = 0$) тэгтэй тэнцүү. Ийм учраас соронзон индукцийн вектор орны скаляр потенциал U нь Лапласын тэгшитгэлийг хангана.

$$\nabla^2 U = 0 \quad (3)$$

Эх нь Дэлхийн төвтэй давхцсан бөмбөлөг солибцолын (r, θ, ϕ) системд Лапласын тэгшитгэлийн тухайн шийд доорхи хэлбэртэй байдаг. Үүнд:

$$\begin{aligned} & \cos(m\phi) \\ & r^k P_n^m(\cos\theta) \\ & \sin(m\phi) \end{aligned} \quad (4)$$

Энд k нь n буюу $(n+1)$ -тэй тэнцүү ба $m \leq n$,

Бүх орон зайг 3 мужид хувааж болно. Үүнд: R_1 - доод хагас хавтгай, R_2 - Дэлхийн гадаргуутай нийлсэн дээд хагас хавтгайн нимгэн давхрага R_3 - дээд хагас хавтгайн муж ба R_2 -ийн гадна оршино. R_2 - мужид ямар ч эх үүсгэвэр байхгүй учир энэ мужид U - потенциалыг доорхи байдалтай бичиж болно.[1]

Практикт потенциал U шууд ажиглагддаггүй бөгөөд соронзон орны ажиглагддаг соронзон индукцийн утгатай 2-р томъёогоор холбогддог. Хэрэв бөмбөрцөгийн дурын цэгт соронзон орны X, Y, Z - байгуулагчуудыг хэмжсэн гэвэл

$$\begin{aligned} x = B_\theta &= -\left(\frac{1}{r}\right) \frac{\partial U}{\partial \theta} \\ y = B_\phi &= -\left(\frac{1}{r \sin \theta}\right) \frac{\partial U}{\partial \phi} \\ z = B_r &= -\frac{\partial U}{\partial r} \end{aligned} \quad (7)$$

Ийм илэрхийлэлийг бичиж болно. Эндээс 7-р илэрхийлэлээс дифференциал авч $r = a$. гэвэл өөрөөр хэлбэл дэлхийн гадарга дээр

$$X = -\sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n [(b_n^m + g_n^m) \cos m\phi + (c_n^m + h_n^m) \sin m\phi] (d P_n^m(\cos\theta) / d\theta) \quad (8)$$

$$Y = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n [m(b_n^m + g_n^m) \sin m\phi - m(c_n^m + h_n^m) \cos m\phi] P_n^m(\cos\theta) / \sin\theta \quad (9)$$

$$Z = -\sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=0}^n [\{n b_n^m - (n+1) g_n^m\} \cos m\phi + \{n c_n^m - (n+1) h_n^m\} \sin m\phi] P_n^m(\cos\theta) \quad (10)$$

ингэж бичиж болно. Хэрэв X, Z-ийн утга дэлхийн гадаргуугийн цэгүүдэд тодорхой бол $\cos m\phi$, $\sin m\phi$ үржигдхүүнүүдийг тодорхойлж, $b_n^m, c_n^m, g_n^m, h_n^m$ -коэффициентүүдийг олж болно. Үүнийг соронзон орны бөмбөлөг задаргаа (СОБЗ) гэж нэрлэдэг. g, h коэффициентүүдийн утга нь b, c коэффициентүүдийн утгаас олон дахин их байдаг. Эндээс үзэхэд эх соронзон орны эх үүсгэгч нь Гилбертийн таамагласнаар дэлхийн дотоодод батлагдаж байгаа юм. Зарим судлаачид гадаад эх үүсгэгчтэй орны далайц ойролцоогоор 20нТл хүрдэг гэж тогтоосон байдаг.

Геофизикт ажиглагддаг янз бүрийн хэмжигдэхүүнд олон улсын жишиг тогтоох нь заримдаа ихээхэн ач тустай байдаг. Жишээлбэл Олон улсын хэвийн (нормал) таталцлын орон, чичирхийлэлийн долгионы гүйлтийн хугацааны Джеффрис-Буллены загвар, агаар мандлын стандарт загвар гэх мэт. Эх соронзон орны стандарт дөхсөн орныг *Олон улсын жишиг* (эталон) *соронзон орон* (International Geomagnetic Reference Field-IGRF) гэж нэрлэдэг. Хүснэгт 1-д Жишиг соронзон орны коэффициентүүдийн утгыг 1990 оныг үзүүлэв.

Олон улсын жишиг соронзон орны коэффициентүүдийн утга 1990 оны үеэр

**II. СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ,
АРГА ЗҮЙ**

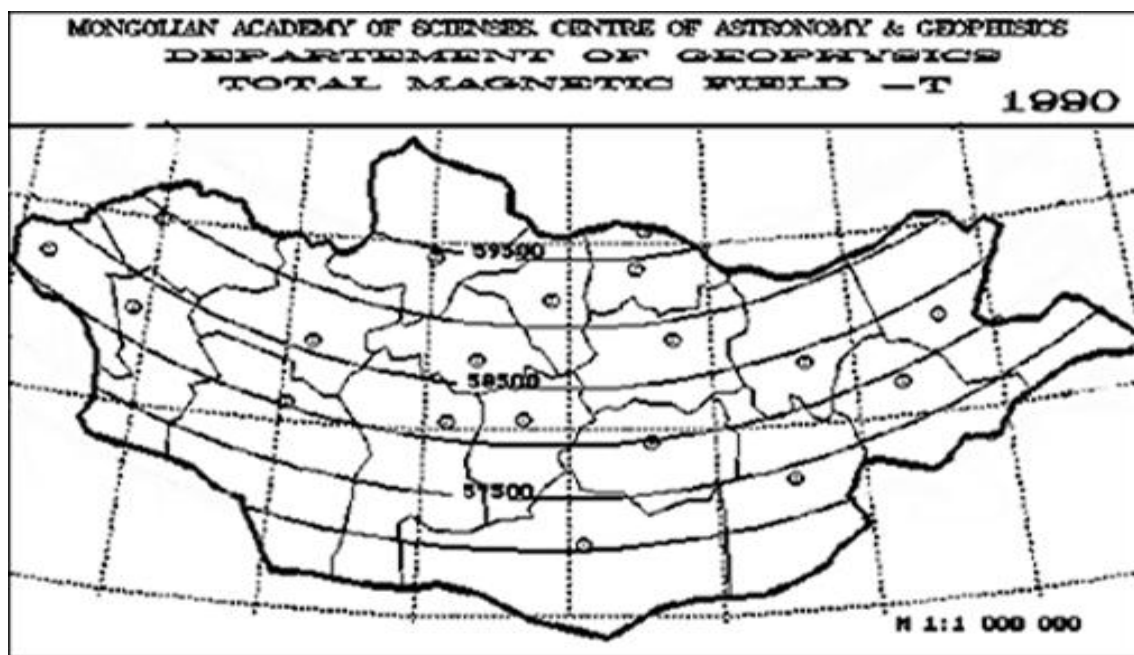
Хүснэгт 1

-29682	-1789	5318	-2197	3074	-2356	1685	-425	1329	-2268
-263	1249	302	769	-406	941	782	262	291	-232
-421	98	116	-301	-210	352	44	237	157	-122
-152	-167	-64	-26	99	66	64	-16	65	77
-172	67	2	-57	17	4	-94	28	78	-67
-77	1	-25	29	3	4	22	8	16	10
-23	-2	-3	24	4	12	-1	-20	-9	7
-14	-21	4	12	5	10	0	-17	-7	-10
4	9	-19	1	15	-12	11	9	-7	-4
-7	-2	9	7	7	0	-8	-6	1	-3
-4	2	2	1	-5	3	-2	6	4	-4
3	0	1	-2	3	3	3	-1	0	-6

Тухайн улс орны хувьд янз бүрийн нутаг дэвсгэрт хийгдсэн соронзон хэмжилтүүдийг нэгэн түвшинд оруулах, нэг суурьтай болгоход ОУЖСО чухал ач холбогдолтой бөгөөд манай улсад энэ орны тархалтыг тооцоолох нь практикийн чухал ач холбогдолтой.

III. ДҮГНЭЛТ

Зурагаас үзэхэд манай орны нутаг дэвсгэрт хэвийн соронзон орны утга ихээхэн хэмжээгээр өөрчлөгддөг болох нь харагдаж байна. Тухайлбал соронзон орны бүтэн байгуулагч T манай орны өмнө хэсгээс хойд хэсэгт $\approx 56500 \div \approx 60000$ нТл хувирч байна. Ийм учраас ажиглагдсан соронзон орноос гаж орныг ялгахад хэвийн соронзон орны утгыг зөв тооцох зайлшгүй шаардлагатай болох нь харагдаж байна.



Зураг.1 Боловсруулсан арга зүйг үндэс болгон Паскал хэл дээр программ бичиж бодолт хийж манай орны нутаг дэвсгэрийн хэвийн соронзон орны тархалтыг T-байгуулагчуудаар 1990 оны үеэр тооцоолсоныг харуулав.

АШИГЛАЛСАН МАТЕРИАЛ

1. Яновский Б.М. Земной магнетизм, Ленинград, 1964г