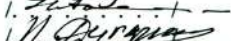


МОНГОЛ УЛСАД ГЕОЛОГИЙН АЛБА БАЙГУУЛАГДСАНЫ
80 ЖИЛИЙН ОЙД ЗОРИУЛАВ

Зохиогч : Ц. Түдэв / 
Н. Дондог / 
Н. Арвисбаатар / 
П. Дугараа / 

МОНГОЛ УЛСЫН НУТАГ ДЭВСГЭРИЙН ХЭМЖЭЭНД
ХИЙГДЭХ ЦАХИЛГААН, СОРОНЗОН, ГРАВИМЕТР,
АГААРЫН ГЕОФИЗИКИЙН ЗУРАГЛАЛЫН АЖЛЫГ
ГҮЙЦЭТГЭХ БА ТАЙЛАГНАХ ЗААВАР

Хянасан :

АМГТГ-ын ГХХ-ийн дунд масштабын зураглал хариуцсан
мэргэжилтэн .  /С. Батмөнх/

Шинжээч :

Геофизикийн мэргэшсэн инженер /Я. Уламсайн/

Геофизикийн инженер /М. Дуйнхаржав/

Уул Уурхай хүнд үйлдвэрийн яамны
сайдын 2017 оны 12 сарын 12-ны
А/237 тоот тушаалаар батлав.

Улаанбаатар хот
2018 он

УУЛ УУРХАЙ, ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН ЯАМ АШИГТ МАЛТМАЛ ГАЗРЫН ТОСНЫ ГАЗАР

Зохиогчид:

Ажлын хэсгийн ахлагч

Агаарын геофизикийн заавар боловсруулсан

Гравиметрийн хайгуулын заавар боловсруулсан

Соронзон хайгуулын заавар боловсруулсан

Ц.Түдэв

*Монгол Улсын зөвлөх геофизикч
ШУ-ны доктор PhD*

Н.Дондог

Монгол Улсын зөвлөх геофизикч

Н.Арвисбаатар

*Монгол Улсын зөвлөх геофизикч
ШУ-ны доктор PhD*

П.Дугараа

*Монгол Улсын зөвлөх геофизикч,
ШУТИС-ын ГУУС-н профессор PhD*

Хянасан:

Я.Уламсайн

Геофизикийн мэргэшсэн инженер

М.Дуйнхаржав

Геофизикийн мэргэшсэн инженер

Хэвлэлийн эхийг нийлсэн:

Б.Сайнжаргал

*АМГТГ-ын ЭБМТТ-ийн геофизикийн
мэдээллийн сан хариуцсан геофизикч*

Хэвлэлийн эхийг бэлтгэсэн:

М.Гантогтох

Хэвлэсэн газар:

“Сэлэнгэпресс” ХХК

Хэвлэх тоо:

200

Хэвлэлийн хуудас

A5

2019 оны 10 сарын 10-нд хэвлэв

ГАРЧИГ

Зааврын танилцуулга	7
Заавар баталсан тухай УУХҮЯ-ны сайдын тушаал	9
НЭГ. ГЕОФИЗИКИЙН ЦАХИЛГААН ХАЙГУУЛЫН АЖЛЫН ЧАНАРЫГ ҮНЭЛЭХ БА ТАЙЛАГНАХ ЗААВАР Ц.Түдэв	10
1.1. Цахилгаан хайгуулын ажлын хөдөлмөр ба цаг зарцуулалтын төлөвлөлт, баримтжуулалт	10
1.1.1. Багийн бүтэц, бүрэлдэхүүн, цаг зарцуулалт	10
1.1.2. Цаг зарцуулалтын төсөв зохиолт	10
1.2. Цахилгаан зураглалын багаж, тоног төхөөрөмжүүдийн хэвийн ажиллагааны баримтжуулалт (QA-Quality acquisition)	11
1.2.1. Хугацааны ба давтамжийн горимын багажнуудын хэвийн ажилаагааг шалгах	11
1.3. Хээрийн ажлын хэмжилтийн анхдагч материалд тавигдах шаардлагууд	12
1.3.1. Цахилгаан хайгуулын хугацаанаас хамааралтай аргуудын хээрийн хэмжилтийг хүлээн авахад тавигдах шаардлагууд	12
1.3.2. Цахилгаан хайгуулын давтамжийн хамааралтай аргуудын хэмжилтийн чанарт тавигдах шаардлагууд	14
1.4. Утас, электродууд ба уусмал	15
1.5. Холбооны хэрэгсэл	16
1.6. Цахилгаан хайгуулын хээрийн ажлын чанарын баримтжуулалт (QC-Quality Control)	16
1.7. Цахилгаан хайгуулын ажлын топо-геодезийн ажилд тавих шаардлага	16
1.8. Боловсруулалт ба үр дүнг илэрхийлэх файлууд, зохиох зургууд	17
1.9. Үр дүнгийн тайлангийн жишиг загвар, бүтэц	18
ХОЁР. ГЕОФИЗИКИЙН СОРОНЗОН ХАЙГУУЛЫН АЖЛЫН ЧАНАРЫГ ҮНЭЛЭХ БА ТАЙЛАГНАХ ЗААВАР. П.Дугараа	21
2.1. Соронзон хайгуулын ажлын төлөвлөлт	21
2.2. Багийн бүтэц, бүрэлдэхүүн, цаг зарцуулалт	21
2.3. Цаг зарцуулалтын төсөв зохиолт	22
2.4. Дэлхийн соронзон орон ба цаг тоолол	22
2.4.1. Дэлхийн ба орон нутгийн цаг тоолол, төрөл	23
2.4.2. Дэлхийн соронзон орны хувьслууд, түүний засвар хийх	23
2.4.2.1. Дотоод эх үүсвэртэй соронзон хувьслын засвар хийх (IGRF Correction)	

2.4.2.2. Гадаад эх үүсвэртэй хоногийн соронзон хувьслын засвар хийх Diurnal Correction	26
2.5. Явган соронзон зураглалын багаж, тоног төхөөрөмжүүд, тохиргоо хийх, багажны хэвийн ажиллагааны баримтжуулалт (QA-quality acquisition)	28
2.5.1. Протоны прецессийн соронзон хэмжигч багаж	29
2.5.2. Протон-электроны прецессийн соронзон хэмжигч багаж	29
2.5.3. Соронзон орон хэмжигч багажны хэмжилтийн чанарын хяналт (QA)	30
2.6. Соронзон зураглалын масштаб, ажиглалтын тор, хяналтын цэг, соронзон хувьслын хяналтын цэг, баримтжуулалт	36
2.7. Явган соронзон зураглалын талбайн чанарын баримтжуулалт, хяналтын шугам (QC-quality control)	37
2.8. Соронзон зураглалын ажлын топогеодезийн систем, сонголт	38
2.9. Хэвийн ба газар зүйн хүндрэлтэй нөхцөлд соронзон хэмжигч багажтай ажиллах хөдөлмөр хамгаалал аюулгүй ажиллагааны мөрдөх заавар	38
2.10. Соронзон зураглалын боловсруулалт, геологийн тайлалын үр дүнг чулуулагийн соронзон мэдрэхүй шинжийг тусган илэрхийлэх	39
2.11. Соронзон зураглалын үр дүнгийн тайлан зохиолт	39
ГУРАВ. ГЕОФИЗИКИЙН ГРАВИМЕТРИЙН ХАЙГУУЛЫН АЖЛЫН ЧАНАРЫГ ҮНЭЛЭХ БА ТАЙЛАГНАХ ЗААВАР. Н.Арвисбаатар	42
3.1. Оршил	42
3.2. Дэлхийн стандарт эллипсоид (сфероид) хэлбэр, түүний параметрууд	43
3.3. Гравиметрийн хээрийн ажлын аргачлал ба технологи	45
3.3.1. Гравиметрийн багажыг ажилд бэлдэх	45
3.3.2. Гравиметрийн багажны хадгалалт ба тээвэрлэлт	46
3.3.3. Монгол улсын өндрийн ба гравиметрийн тулгуур цэгийн сүлжээ	46
3.3.3.1. Өндрийн сүлжээ	47
3.3.3.2. Гравиметрийн сүлжээ	47
3.3.3.3. Хиймэл дагуулын сүлжээ	48
3.4. Гравиметрийн зураглалын чанарын үнэлгээ (QA/QC)	49
3.4.1. Дэлхийн стандарт WGS 84 эллипсоид (сфероид) гадаргуу дээр хийх гравиметрийн тооцооны засварууд	49
3.4.1.1. Эллипсоид WGS 84 гадаргуу дээрх хүндийн хүчний хэвийн орны тооцоо (Normal Gravity Calculation)	49

3.4.1.2. Агаар мандлын эффектийн засвар (Atmospheric effect Correction)	50
3.4.1.3. Өндрийн засвар (Height Correction)	51
3.4.1.4. Буге сферлэг засвар буюу завсарын нимгэн үеийн засвар (Bouguer Spherical Cap Correction)	52
3.4.1.5. Буллардын (Bullard) засвар	53
3.4.1.6. Гадаргуугийн хүндийн хүчний нөлөөг засварлах (Terrain Correction)	53
3.5. Чулуулгийн нягтын тодорхойлолт	59
3.6. Гравиметрийн ажлын боловсруулалт ба үр дүнг тайлагнах бүтэц	60
ДӨРӨВ. АГААРЫН ГЕОФИЗИКИЙН АЖЛЫН ЧАНАРЫГ ҮНЭЛЭХ БА ТАЙЛАГНАХ ЗААВАР. Н.Дондог	62
4.1. Ерөнхий зүйл	62
4.2. Агаарын геофизикийн ажлын төсөл, төсөв зохиолт	62
4.3. Агаарын соронзон зураглал	63
4.4. Агаарын гамма-спектрометрийн судалгаа	64
4.5. Судалгааны ажлын арга аргачлал	67
4.5.1. Соронзон судалгаа	67
4.5.1.1. Талбайн агаарын соронзон зураглал ба	67
4.5.1.2. Талбайн зураглалын масштаб, нислэгийн өндөр, талбайг зураглах арга, чиглэл, маршрутын урт	70
4.5.1.3. Агаарын соронзон хэмжилтийн үр дүнгийн холболт	71
4.5.1.4. Тусгай төрлийн агаарын соронзон зураглалын аргачлал. маршрутын, нарийвчилсан, өндрийн олон түвшний ба тооцоолсон маршрутаар хэмжих	72
4.5.1.5. Маршрутын, нарийвчилсан, өндрийн олон түвшний ба тооцоолсон маршрутаар хэмжих	72
4.5.1.6. Хэцүү хүнд нөхцөлд явуулах агаарын соронзон зураглалын аргачлалын онцлог. Хүйтэн (бага температуртэй) ба халуун (өндөр температуртэй) үеийн зураглал	74
4.5.1.7. Өндөр уулын дүүрэгт хийх зураглал	74
4.5.2. Багажны тохируулга	75
4.5.2.1. Нислэгийн чиглэлээс хамаарсан засвар	76
4.5.2.2. Онгоцны хөдөлгөөнөөс хамаарсан засвар	77
4.5.2.3. Агаарын соронзон зураглалд СОХХ-ийн засвар тооцох	79
4.6. Гамма-спектрометрийн судалгаа	79

4.6.1. Талбайг зураглах арга, нислэгийн өндөр, чиглэл, маршрутын урт	79
4.6.2. Хайгуулын суурь бааз	80
4.6.3. Хайгуулын торлол, түүнд тавих хяналт	80
4.6.4. Цаг агаарын төлөв	81
4.6.5. Аюулгүй ажиллагааны зохицуулалт	81
4.6.6. Гамма-спектрометрийн тохируулгууд (gamma ray spectrometer calibrations)	82
4.6.7. Судалгааны ажлын явцад хийгдэх шалгалтууд	82
4.7. Илэрсэн гажлыг шалгах газрын шалгалтын ажил	82
4.8. Өгөгдлийн чанарын шалгалт – QC ба боловсруулалт	83
4.8.1. Агаарын соронзон зураглалын өгөгдөлийн чанарын шалгалт – QC. Хээрийн болон суурин боловсруулалтын ажлын баримт мэдээлэл, өгөгдлүүд ба чанарын хяналт шалгалт	83
4.8.1.1. Агаарын соронзон зураглалын хэмжилтийн үр дүнгийн боловсруулалт	85
4.8.1.2. Агаарын соронзон зураглалын алдааны нарийвчлал	88
4.8.2. Агаарын гамма-спектрометрийн судалгаа	89
4.8.2.1. Өгөгдлийн чанарын шалгалт – QC	89
4.8.2.2. Өгөгдөл боловсруулалт	91
4.8.2.3. Агаарын гамма спектрометрийн зураглалын дундаж квадрат алдааг тооцоолох	92
4.9. Үр дүнгийн тайлан	92
4.9.1. Эцсийн тайланд орох ажлын үр дүнгийн зургууд 95	92
4.9.2. Тайлан	96
5. ДҮГНЭЛТ	100
6. Ашигласан ном хэвлэлийн жагсаалт	100
7. Тайланд орсон зураг ба хүснэгтэн материалын нэрсийн жагсаалт	101

Зааврын танилцуулга

УУХҮЯ-ны төрийн нарийн бичгийн даргын 2016 оны 12-р сарын 05-ны өдрийн Б/116 тоот тушаалын 2-р хавсралтанд заасан ажлын удирдамжийн дагуу геофизикийн цахилгаан хайгуул, соронзон хайгуул, гравиметрийн хайгуул, агаарын геофизикийн хэмжилтийн чанар ба үр дүнг тайлагнахад тавигдах шаардлагуудыг хангахын тулд мөрдөж ажиллах зааврыг боловсруулсан. Заавар боловсруулах шаардлага геофизикийн хээрийн ажлын хэмжилтүүд янз бүрийн түвшинд хийгдэж байгаа болон үр дүнг тайлагнасан үр дүн геологи хайгуулын ажлын эрэлт хэрэгцээг тэр бүр хангалттай хэмжээнд хангаж чадахгүй байгаа зэрэг шалтгаанаар урган гарсан болно. Удирдамжинд зааж тохиролцсоны дагуу цахилгаан хайгуулын зааврыг ажлын хэсгийн ахлагч Ц.Түдэв /"Эрдэний Эрэл" ХХК-ийн зөвлөх геофизикч, Монгол улсын зөвлөх инженер геофизикч, Ph.D/, соронзон хайгуулын зааврыг ШУТИС-ийн ГУУС-ийн профессор П. Дугараа /Ph.D/, гравиметрийн хайгуулын зааврыг "АМО дисковер" ХХК-ийн зөвлөх инженер геофизикч Н. Арвисбаатар /Ph.D/, агаарын геофизикийн зааврыг "Геосан" ХХК-ийн зөвлөх инженер Н.Дондог /Монгол улсын зөвлөх инженер/, Г.Мэндсайхан /мэргэшсэн инженер геофизикч/ нар тус тус хийж гүйцэтгэн дуусаад албан ёсны томилогдсон шүүмжлэгч нарт өгч, гарсан шүүмжийн дагуу хэлэлцүүлгийг хоёр удаа зохион байгуулсан.

Албан ёсны шүүмжлэгч нараас гадна геофизикийн ажлын олон жилийн туршлагатай ахмад геофизикчид Б.Дэндэвчулуун, Т.Энхбаяр /мэргэшсэн геофизикч/ нар боловсруулсан заавруудыг хянан засвар хийсний зэрэгцээгээр нийтэд нь дүгнэсэн саналаа ирүүлж гүн туслалцаа үзүүлсэнд талархал илэрхийлэх нь зүйд нийцнэ. Залуу мэргэжилтэн Л.Энхмэнд гравиметрийн хайгуулын зааварт чухал санаануудыг санал болгон саналаа ирүүлснийг зааварт тусгалаа олсон болно. Цахилгаан хайгуул, соронзон

хайгуул, гравиметрийн хайгуулын боловсруулсан заавруудын талаар ирүүлсэн мэргэжлийн санал санааг нэгтгэн дүгнэхэд соронзон хайгуулын ба гравиметрийн хайгуулын зааврууд нь ихээхэн засвар хийх эсвэл шинэчлэн хийх шаардлагатай болсныг харуулсан байна.

Албан ёсны шүүмжлэгч “Магнетик сурвей” ХХК-ийн захирал, геофизикч М.Дуйнхаржавын гаргасан шүүмжлэлийн гол санаа нь соронзон ба гравиметрийн хайгуулын боловсруулсан заавар нь одоогийн техник, технологитой сайн уялдаагүй “ретро- хуучин” хэлбэртэй болсон байна гэдэг дүгнэлттэй дүйж байгаад оршиж байна.

Албан ёсны шүүмжлэгч “Гео-орон” ХХК-ийн захирал, мэргэшсэн геофизикч Я.Уламсайн цахилгаан хайгуулын зааварт тусгагдсан хэмжилтийн чанарыг үнэлэх параметруудийг хэт өндөр утгаар илэрхийлсэн нь үндэслэл муутай болсон байна гэсэн гол дүгнэлт гаргасан байна. Соронзон ба гравиметрийн хайгуулын боловсруулсан заавар нь технологийн дэвшилттэй энэ цаг үетэй уялдаагүй байгааг мөн онцлон гаргасан байна.

Агаарын геофизикийн боловсруулсан зааврын талаар санал, шүүмжлэл гараагүй байна. Дээр дурдагдсан санал, шүүмжийн дагуу цахилгаан хайгуулын зааврыг засварлах, соронзон ба гравиметрийн хайгуулын зааврыг шинэчлэн боловсруулах ажлыг ажлын хэсгийн ахлагч Ц.Түдэв хариуцан хийж гүйцэтгэв.



МОНГОЛ УЛСЫН
УУЛ УУРХАЙ, ХҮНД ҮЙЛДВЭРИЙН САЙДЫН ТУШААЛ

2017 оны 12 сарын 12 өдөр

Дугаар А/237

Улаанбаатар хот

Г Цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын
геофизикийн зураглалын ажил гүйцэтгэх,
тайлагнах заавар боловсруулах ажлын
тайланг хүлээн авах тухай

Монгол Улсын Засгийн газрын тухай хуулийн 20 дугаар зүйлийн 20.5.12 дахь заалт, 24 дүгээр зүйлийн 24.2 дахь хэсэг, Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн хуралдааны 2017 оны 09 дүгээр сарын 15-ны өдрийн УТХ-09-02 дугаар дүгнэлтийг тус тус үндэслэн ТУШААХ нь:

1. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдэх цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын геофизикийн зураглалын ажлыг гүйцэтгэх, тайлагнах заавар боловсруулах Ажлын хэсгийн тайланг хүлээн авсугай.

2. Цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын геофизикийн зураглалын ажлыг гүйцэтгэх, тайлагнах зааврыг хэвлэн нийтэлж мөрдүүлэх, хэрэгжилтэд хяналт тавьж ажиллахыг Төрийн нарийн бичгийн дарга (Г.Нандинжаргал), Ашигт малтмал, газрын тосны газрын дарга (Х.Хэрлэн) нарт даалгасугай.

3. Заавар боловсруулах ажлын хэсгийн тайланг Ашигт малтмал, газрын тосны газрын Эрдэс баялгийн мэдээллийн технологийн төвийн архивт биет бус хөрөнгөөр бүртгэж авсугай.

4. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд хийгдэх цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын геофизикийн зураглалын ажлыг гүйцэтгэх, тайлагнах заавар боловсруулах ажлын хэсгийн тайланг тайлангийн бичвэрийн дискийн хамт Эрдэс баялгийн мэргэжлийн зөвлөлийн хуралдааны 2017 оны 09 дүгээр сарын 15-ны өдрийн УТХ-09-02 дугаар дүгнэлт болон энэхүү тушаалыг хүлээн авсан өдрөөс хойш ажлын 5 өдөрт багтаан Эрдэс баялгийн мэдээллийн технологийн төвийн архивт зохих журмын дагуу хүлээлгэн өгөхийг Ажлын хэсгийн ахлагч (Ц.Түдэв)-д үүрэг болгосугай.

САЙД

Д.СҮМБЯАБАЗАР



НЭГ. ГЕОФИЗИКИЙН ЦАХИЛГААН ХАЙГУУЛЫН АЖЛЫН ЧАНАРЫГ ҮНЭЛЭХ БА ТАЙЛАГНАХ ЗААВАР

Ц.Түдэв

1.1. Цахилгаан хайгуулын ажлын хөдөлмөр ба цаг зарцуулалтын төлөвлөлт, баримтжуулалт

Цахилгаан хайгуулын ажлын төлөвлөлт, төсөл зохиолт буюу гэрээнд тусгасан байх шаардлагатай зүйлд нэгж ажлын хэмжээг хэдэн хүнтэй баг бүрэлдэхүүн хэдий хэр цаг зарцуулж хийхийг тооцож гаргасан байх шаардлага тавигдана. Дутмаг бүтэцтэй баг мөн хугацаанд шахагдсан тохиолдолд энэ нь ажлын чанарт сөрөгөөр нөлөөлдөг учраас төсөв тайланд энэ талаар тодорхой мэдээлэл цуглуулж тусгасан байх хэрэгтэй. Энэ цуглуулах мэдээлэлд цахилгаан хайгуулын багийн хийж буй зураглалын ажлын өдрийн ажлын гүйцэтгэл, хүндрэл, явц, сул зогсолтын шалтгаан зэргийг тусгасан тэмдэглэл багтах ба үүнийг survey logging буюу зураглалын ажлын явцын тэмдэглэлийг үнэн зөв хөтлөж, зургаар баримтжуулан тайланд тусгасан байна. Боловсруулалт ба тайлал хийхэд энэ тэмдэглэлийг ашиглана.

1.1.1. Багийн бүтэц, бүрэлдэхүүн, цаг зарцуулалт

Багажин дээр ялангуяа хүлээн авах багажин дээр гүйцэтгэгч инженер операторын үүргийг заавал бакалавр түүнээс дээш зэрэг дэвийн диплом, сертификаттай мэргэжлийн хүн гүйцэтгэж ажилласан байна.

1.1.2. Цаг зарцуулалтын төсөв зохиолт

Нийт ажлын хэмжээ, нэгж ажлын өртгийг захиалагч ба гүйцэтгэгч талууд харилцан тохирсноор төсөвт өртөг гарах бөгөөд энэ төсөвт тээврийн зардлыг тусад нь тусгасан байна. Зориудаар үнэ доош унагаах байдлаар ажил үүрэг гүйцэтгэхээс зайлсхийх

шаардлага тавина.

1.2. Цахилгаан зураглалын багаж, тоног төхөөрөмжүүдийн хэвийн ажиллагааны баримтжуулалт (QA-Quality acquisition)

Хугацааны ба давтамжийн хамааралтай аргуудын хэмжилтийн анхдагч материалд тавигдах шаардлагуудыг 2000 оноос хойших хугацаанд Монголд нэвтэрч буй өргөн хэрэглэгдэх болсон геофизикийн цахилгаан хайгуулын аргуудаар ажилласан арга туршлагад түшиглэн боловсруулан хийсэн. Энд тавигдах шаардлагууд хэмжилтийн чанар чансааг хангахад суурь шалгуур болох бөгөөд хэмжил зүйн сорилтоор (testing and checking and synchronization) хүлээн зөвшөөрөгдсөн багажаар хээрийн ажлын явцад хэмжилтийн чанарыг хянах, баримтжуулах үйл ажиллагаа хамрагдана. Энэ үйл ажиллагаа хэрхэн хангагдаж биелэгдснийг тайланд баримтаар баталгаажуулан оруулсан байна. Төсөлд ашиглахаар заагдсан багаж тоног төхөөрөмжүүдийг дотооддоо сорьж шалгах ба боломжгүй тохиолдолд анх үйлдвэрлэсэн байгууллагаар сорьж шалгуулж, баримтжуулан батлагаажуулсан байх шаардлага тавигдана.

1.2.1. Хугацааны (Time Domain) ба давтамжийн (Frequency Domain) горимын багажнуудын хэвийн ажилаагааг шалгах

Тодорхой хугацаанд ашиглах зөвшөөрөл буюу сертификат бүхий багажны ашиглалтын зааврын дагуу багажны ажилд бэлэн байдлыг сорилт хийж шалгах, тохируулга хийж тэдгээрийн өгөгдлөөр мөн фото зургаар хавсарган баримтжуулан төсөл, тайланд тусгасан байх шаардлагатай.

Тухайн сонгосон хүлээн авагч багажыг гадны нөлөө байхгүй жирийн нөхцөлд нэг цэгийн автомат буюу гар ажиллагааны давтан хэмжилтийг 50-иас дээш удаа хийж, дундаж квадрат алдааг тооцоолж гаргахад түүний утга нь уг багажны хэмжих нарийвчлалын хэмжээн дотор байвал тэр багаж хэмжилтийг хийх хэвийн чадвартай

байна гэж тооцож, төсөл, тайланд тусгана.

1.3. Хээрийн ажлын хэмжилтийн анхдагч материалд тавигдах шаардлагууд (QA-Quality Acquisition)

Хүлээн авагч багажнууд хэмжилтийн алдаа болон бусад хэмжилттэй холбоотой мэдээллийг хэмжилт бүрт тооцон дэлгэцэнд гаргадаг учраас энэ мэдээллээр хэмжилтийн чанарыг бүрэн хянаж ажилласан байх шаардлага тавигдана. Хэмжилтийн буюу анхдагч материалын чанарын үнэлгээг цахилгаан хайгуулын хугацаанаас (Time Domain) ба давтамжаас (Frequency Domain) хамааралтай аргуудад ангилан хийсэн.

1.3.1. Цахилгаан хайгуулын хугацаанаас хамааралтай аргуудын хээрийн хэмжилтийг хүлээн авахад тавигдах шаардлагууд

1.3.1.1. Хэмжилт эхлэхээс нэг ба түүнээс дээш хоногийн өмнө гүйдлийн алсын электродуудын газардуулгыг газрын хөрсний чийг, чиглэл болон аюулгүй ажиллагааны нөхцлийг хангах үүднээс тодорхой хэмжээ ба гүнтэй нүх бэлдэж, шорооноос том хэмхдэсүүдийг ялган зайлуулж, зөөлөн дэвсгэр шороон дээр давс цацаж, усалсны дараа тугалган цаас хэд давхарлаж дэвсээд түүнийг гүйдлийн утсанд холбоно. Нунтаг шороогоор булж нягтаршуулан тэгшилнэ. Шаардлагатай гэж үзвэл 80 см урттай зэвэрдэггүй ган гадаснуудаас нэмж газардуулга хийж болно. Бүх газардуулгын эсэргүүцэл 250-500 ом байх ба үүнийг тестерээр хэмжиж, цэгийн координатыг тодорхойлж, байршлыг фото зургаар баримтжуулна. Хэмжилт үл мэдэгдэх шалтгаанаар хангалтгүй болсон тохиолдолд алсын газардуулгын байршлыг өөрчилж зураглалын ажлыг гүйцэтгэх хэрэгтэй.

1.3.1.2. Хэмжилтийн хүлээн авах электродуудын контактын эсэргүүцэл 2-3 кило-ом, зарим хүндрэлтэй газар зүйн нөхцөлд 5-6 кило-ом байхыг зөвшөөрнө.

1.3.1.3. Хэмжилтийн цэгийн хэмжилтийг газар зүйн ба геологийн хурдас чулуулгийн илэрцийн тухай мэдээллийг солбилцлын хамт

тэмдэглэлийн дэвтэрт бичин хөтлөж, дараагийн боловсруулалт ба геологийн тайлал хийхэд ашиглана. Тэмдэглэлийг тайланд ашигласан байх ба зураг хэлбэрээр хавсаргасан байна.

1.3.1.4. Хүлээн авч буй сигналын хэмжээ болон хэмжилтийн алдаа зэрэг үзүүлэлт хүлээн зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс дээш доош хэтэрсэн үед хэмжилтийг хэд хэдэн удаа давтан хийх ба төлөөлөх эсэргүүцлийн (resistivity) зөрөө аравны эсвэл зууны нарийвчлалаар хязгаарлагдаж байвал хэмжилтийн үр дүнг хүлээн зөвшөөрнө.

1.3.1.5. Бүх сувгуудын хэмжилтийн үеийн туйлшралын бууралтын муруйн (decay curve) хэлбэр нь экспонент (алгуур бууралтаар) хэлбэрээр буурсан байна.

1.3.1.6. Бүх сувгуудын алдааны муруй тодорхой эмх замбраатай, зүй тогтолтой ба хамгийн дээд хязгаар нь стандарт хазайлтыг (standard deviation) гурав дахин авсан утгаас хэтрэхгүй байх шаардлагатай.

1.3.1.7. Эсэргүүцэл ба туйлшралын хэмжилт бүх сувгаар тодорхой зүй тогтолтой, сөрөг утгагүй байвал шаардлага хангасан хэмжилт гэж тооцож, дараагийн шатны боловсруулалтанд ашиглаж болно. Энэ тохиолдолд эсэргүүцэл ба туйлшралын хуурмаг гүний зүсэлтүүдийг (pseudosection) гаргаж, анхдагч материалын чанарын баримтжуулалтын бүрэлдэхүүнд хавсаргасан байна. Хуурмаг гүний зүсэлтэнд бүх сувгуудын эсэргүүцлийн хэмжилт тусч илэрч гарсан байх ба хэлбэр хэмжээний хувьд нам ба өндөр эсэргүүцлийн мужаар тодорсон байна.

1.3.1.8. Бүх сувгуудаар хэмжигдсэн эсэргүүцлийн муруйнууд нь шугамын дагуу ижил төсөөтэй ихэсч буурсан зүй тогтолтой байна.

1.3.1.9. Шугамчлалын ажлаар гарах зүсэлтийн эхлэл ба төгсгөл нь тэгш өнцөгт хэлбэртэй байхаар тооцож хэмжилтийг хийсэн байна.

1.3.1.10. Бүх сувгуудад сигналын хэмжээ зүй тогтолтойгоор ихэсч буурч байгаа нь харагдах ёстой. Цахилгаан шугамчлалын

олон сувгаар хэмжилт хийж буй нөхцөлд хэмжилтэнд хамрагдаж буй идэвхитэй электродын системийн урт 1200м хүрсэн зайнаас хол зайнд хэмжилтэнд хамрагдаж буй электрод дээр ирж буй потенциалын ялгаварын хэмжээ 10-15 милливольтоос дээш байлгаж хэмжилтийн үр дүнг хүлээн зөвшөөрнө. Хэмжилтэнд ирж буй сигналын хэмжээ тогтвортой, хангалттай байгааг хэмжилтийн өдөөгдмөл туйлшралын экспоненциаль хэлбэрийн бууралтын (decay curve) муруйгаар үнэлж хэмжилтийг хүлээн зөвшөөрч болно.

1.3.2. Цахилгаан хайгуулын давтамжийн хамааралтай аргуудын хэмжилтийн чанарт тавигдах шаардлагууд

1.3.2.1. Хээрийн хэмжилтэнд гарахаас өмнө багаж тоног төхөөрөмжийг дотооддоо эсвэл гадаадаас худалдаж авсан үйлдвэрт явуулж шалгаж, шалгуулж тестлэсэн сертификатаар батлагаажуулсан байна.

1.3.2.2. Ажиллах инженер операторууд, багийн бүрэлдэхүүнд орж байгаа бусад ажилтан ажилчдын мэргэжлийн болон эрүүл мэнд, аюулгүй техник ажиллагааны сургалт, зааварчилгааг шат дараалсан байдлаар өгч баримтжуулсан байна.

1.3.2.3. Өндөр хүчдэл өгөх алсын зайны цэгүүдийн газардуулгын эсэргүүцэл 250-500 омын хооронд хэлбэлзэж байхаар газардуулгын тохируулгыг хийж, солбилцол ба өндрийг тодорхойлж шаардлагатай тохиолдолд фото зургаар баримтжуулсан байна.

1.3.2.4. Цахилгаан соронзон орны нөлөөг багасгах үүднээс трансмиттерээс гүйдлийн электродууд хүртлэх утсыг зэс утсаар хийж газрын гадаргатай давхцуулан дэлгэх, гогцоо үүсгэхгүйгээр дэлгэж бэлдэх ба зарим шаардлагатай тохиолдолд газрын хөрсөнд булж ашиглаж болно. Хэмжилтийг дэлхийн агаар мандал болон шим мандал цахилгаан соронзон орны нөлөөлөл бага цаг хугацааг ажиглалтаар сонгож хийвэл зохино.

1.3.2.5. Хэт их буюу 800-1000 (заримдаа 1000-3000 вольт) вольт хүчдэл өгөх нь гүйдлийн импульсд цахилгаан соронзон орны

гадны шуугиант нөлөө (coupling) оруулдаг учир хүчдлийг 250-500 вольтоос эхлэн тохируулан өгч ажиллана.

1.3.2.6. Хүлээн авах электродын контактын эсэргүүцэл нь 2-3 кило-ом байхаар газардуулгыг тохируулан хэмжих ба зарим хүндэвтэр нөхцөлд 5-6 кило-ом хүрсэн үед хэмжилтийг хийж болно.

1.3.2.7. Багажны дотоод генераторын фазын сигналыг багаж ямар ч зөрөөгүй буюу тэг утгаар илэрхийлэн хэмжих синхроны тест хийж байх ба үүнийг ажил эхлэхийн өмнө мөн явцын дунд шааардлагатай үед дахин хийж байна.

1.3.2.8. Фазын хэмжилтийн фазын амплитуд ба фазын хэмжээ сувгуудын стек (stack-багажны автомат дараалсан хэмжилтийн тоо) бүрийн хэмжилтэнд ижил буюу ойролцоо байх тохиолдлыг хэмжилтийн чанар чансаа сайн болж байгаа гэж үзэж ажиллана.

1.3.2.9. Чанарын шаардлага хангасан хэмжилтийн үзүүлэлтэнд аравны зууны нарийвчлалаар зөрж хэмжигдэж буй давтан хэмжилтийн төлөөлөх эсэргүүцлийн утгыг чанарын шаардлагыг хангаж ажилласан гэж үзнэ. Ийм шалгуураар давтамжийн хамааралтай аргуудаар зураглал явуулсан ажлын чанарыг голлон үнэлнэ.

1.3.2.10. Монгол улсын нутаг дэвсгэрт хийгдсэн өнөөгийн техник технологийн шаардлага хангасан геофизикийн хээрийн судалгааны анхдагч тоон материалыг мэдээллийн нэгдсэн фондод хадгална.

1.4. Утас, электродууд ба уусмал

Гүйдлийг дамжуулах утсыг олон ширхэг зэс голтой утгаар, хэмжилтийн хүлээн авах хэлхээнд мөн тийм буюу цөөн тооны зэс голтой утас ашигласан байна. Гүйдлийн ба хэмжилтийн утсыг гогцооруулах, огтлолцуулах, агаараар дамжуулах байдлаар ашиглахыг хориглох шаардлага тавигдана. Гүйдлийн электродыг зэвэрдэггүй 80 см урттай ган гадсаар, хэмжилтийн электродыг 30-

40 см-ийн урттай ган гадасаар эсвэл үл туйлшрагч электродоор тус тус хийсэн байна. Үл туйлшрагч электродыг нэрмэл усанд ханатал найруулсан зэсийн байвангийн уусмалаар дүүргэж ашиглахыг зөвшөөрнө. Үл туйлшрагч электродод тусгай найрлагатай давсан электрод (solid pot electrode), бусад фирмийн үл туйлшрагч электрод ашиглахыг илүү үр дүн хэмжилтэнд гарна гэж үзэж байна.

1.5. Холбооны хэрэгсэл

Долгион ашиглах зөвшөөрөл авсан холбооны хэрэгслүүдийг ашиглах бөгөөд уулархаг газарт дахин дамжуулах зөөврийн станцууд ашиглахыг шаардана. Захиалагч талын чанарын хяналт тавихад зориулж интернет төхөөрөмж ашигласан байхыг шаардана.

1.6. Цахилгаан хайгуулын хээрийн ажлын чанарын баримтжуулалт (QC-QualityControl)

Хүлээн авагч багажнууд хэмжилтийн алдаа болон бусад хэмжилттэй холбоотой мэдээллийг хэмжилт бүрт тооцон дэлгэцэнд гаргадаг учраас энэ мэдээллээр хэмжилтийн чанарыг бүрэн хянаж ажилласан байх шаардлага тавигдана. Иймд талбайд хийгдсэн ажлын тодорхой хэсгийг давтан хэмжилтэнд хамруулах шаардлагагүй. 1.3-д заасны дагуу хэмжилт сайн хийгдсэн байх тохиолдолд зураглалын ажлын чанарыг үнэлэхдээ физик орон хэвийн үргэлжилж, геологийн мэдээлэлтэй хэрхэн таарч зохицож байгаагаар “Захиалагч”-ын талаас томилсон экспертийн үнэлгээ өгснөөр үнэлэгдэхээс гадна хяналтын шугамуудын (tie lines) физик орны үргэлжлэл үндсэн шугмуудынхтай (main lines) хэрхэн холбогдож байгаагаар давхар үнэлэгдэж талбайн зураглалын ажлын чанар үнэлэгдэнэ.

1.7. Цахилгаан хайгуулын ажлын топо-геодезийн ажилд тавих шаардлага

Гүйдлийн ба хэмжилтэнд хамрагдсан бүх цэгүүдийн байршлыг харьцуулах эллипсоид (сфероид) гадаргуу WGS84

дээр UTM проекцийн аргаар (UTM Easting, UTM Northing) эсвэл газар зүйн координатын системээр (Lat, Long) тодорхойлсон байна. Хэмжилтэнд хамрагдаж буй бүх цэгүүдийн байршил заагдсан солбилцолтой түүний өндөршилтэй алдаагүй тохирч байх шаардлагатай. Энэ шаардлагыг хангахын тулд топо ажлын азимутыг GPS-ээр гарган зайг метрийн хуваарьтай зай хэмжигчээр тэмдэглэн тэмдэг тавьж, ажиглалтын торлолыг хийж дуусгана. Хэмжилтийн цэгүүдийн солбилол ба өндрийг нэг ба хоёр долгионы GPS ашиглан тэнгэрийн урд хагасд үүлгүй тунгалаг байхад нэг жигд тогтворжуулан хүлээж ажиллах горимоор ажиллаж гүйцэтгэнэ. Өндрийг WGS84 эллипсоид (сфероид) гадаргуунаас эхлэн тоолж хэмждэг багаж төхөөрөмж ашиглана. Уулархаг нутаг дэвсгэрт ажиглалтын торлолыг зөвхөн хоёр долгионы DGPS төхөөрөмж ашиглан гүйцэтгэнэ. Хайгуул, олборлолттой холбоотой талбайд үндэсний GPS сүлжээг ашиглан өндрийг зөв харьцуулах гадаргуутай холбож тодорхойлсон байна.

1.8. Боловсруулалт ба үр дүнг илэрхийлэх файлууд, зохиох зургууд

Боловсруулалт ба түүнээс гаргах үр дүнгийн бүрдэлд дараахь материалуудыг заавал оруулсан байна. Үүнд :

1.8.1. Баримт материалын зураг. Хэмжилтийн шугамуудын байршил, тэжээлийн (ухсан, суулгасан, булсан) болон хэмжилтийн электродуудын байршуулсан байдал гэх мэт/

1.8.2. Ажил явуулсан багаж хэрэгслийн техникийн тодорхойлолт болон фото зураг

1.8.3. Ажил үүрэг гүйцэтгэсэн ба тайлан боловсруулан зохиосон боловсон хүчний багийн товч тодорхойлолт.

1.8.4. Хэмжилтийн анхдагч материалын чанарын үнэлгээний (QA-Quality acquisition) баримтжуулалт

1.8.5. Хугацааны ба давтамжийн хамааралтай аргуудын

хэмжилт тус бүрийн стекийн хэмжилтүүдийг нэгтгэх, анхдагч ба давтан хэмжилтийн утгуудаас сонголт хийх зэрэг засах, хянах үйл ажиллагааг зориулалтын программа дээр хийж дуусгаад топо мэдээллийн хамт боловсруулалтын хувиргалт хийж зүсэлт гаргах, зүсэлтийн гүний тоон мэдээлэлтэй файлуудыг гарган авч Geosoft, Golden Surfer, MapInfo Discover зэрэг программуудаар дамжуулан 2D (Inverted Section) зүсэлт, 3D загвар (model) ба түүний зүсэлтүүдийг үүсгэн гарган авсан байна. Гүний түвшингийн хэвтээ зүсэлтийн зургуудыг “Захиалагч” талтай тохирсны дагуу тодорхой заасан гүнд гаргасан байж болно.

1.8.6. Боловсруулалтын оролт ба гаралтын файлуудыг төрөлжүүлэн ангилаад холбогдох зурагнуудыг проекцтой болон проекцгүйгээр зургийн файл болгон тайланд электрон хэлбэрээр CD/DVD дээр бичиж хавсаргасан байна.

1.9. Үр дүнгийн тайлангийн жишиг загвар, бүтэц

“Захиалагч” талд “Гүйцэтгэгч”-ийн гүйцэтгэсэн ажлын үр дүнг монгол (шаардлагатай бол англи хэл рүү хөрвүүлсэн байна) хэлээр бичсэн тайлангийн эцсийн хувилбарыг хэвлэмэл ба электрон хэлбэрээр дараахь үндсэн бүтэц, бүтцийн бүрэлдэхүүнтэйгээр хүлээлгэн өгсөн байна. Үүнд:

1.9.1. Хураангуй (Executive Summary). Энд ерөнхий мэдээллээс гадна гүйцэтгэсэн ажлаар гарсан гол үр дүн ба цаашдын хайгуулын ажилд өгөх зөвлөмжийн талаарх мэдээлэлийг багтааж бичсэн байна.

1.9.2. Агуулга (Table of contents). Агуулгын жагсаалтын дугаарлалтыг гурван түвшинд багтааж хийнэ. Нэгдүгээр түвшинд- бүлгийн нэр, хоёрдугаар түвшинд- бүлгийн доторхи зүйлчилсэн сэдвийн нэр, гуравдугаар түвшинд- дэд сэдвийн нэрийг тус тус ангилан төлөвлөсөн байна. Энэ жишигээр хүснэгт, гар зураг ба фото зургийн нэрсийн жагсаалтыг хийсэн байна.

1.9.3. Удиртгал (Preface). Зураглалын ажлын судалгааны

объектын тухай, зураглал хийсэн хугацаа, аргачлал, үр дүн, төслийн талбайн өмнөх судалгаа, гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын чанарын хяналтын тухай энэ бүлэгт багтааж оруулсан байна.

1.9.4. Хэмжилт ба боловсруулалт (Acquisition and Processing). Ашигласан багаж тоног төхөөрөмж ба дагалдах хэрэгслүүдийн техникийн тодорхойлолт, хэрэглэсэн аргын онолын үндэс ба боловсруулалтын аргын тухай мэдээлэлийг энэ бүлэгт агуулсан байна.

1.9.5. Цогц үр дүн ба тайлал (Comprehensive Result and Interpretation). Босоо ба хэвтээ зүсэлтүүд, 3D загварын үр дүнгийн зураг тус бүрт нь мөн нэгтгэсэн тайлал өгсөн байна.

1.9.6. Цаашдын нарийвчилсан хайгуулын ажлын зөвлөмж (Recommendation of Further Detail Exploration). Тухайн хайгуулын ажлын үр дүнд хийсэн цогц дүн шинжилгээ, төслийн гүйцэтгэсэн ажлын явцд гарсан хүндрэл бэрхшээл ба бусад асуудлууд, ажил явуулсан хайгуулын талбайг оролцуулсан төслийн нарийвчилсан хайгуулын талбай ялгасан үндэслэл зэрэг энэ хэсэгт багтаж орсон байна.

1.9.7. Дүгнэлт (Conclusion). Хайгуулын ажлын үр дүнгийн цогц тайлбарыг энд гаргаж бичсэн байна.

1.9.8. Ашигласан материал (References). Ном, өгүүлэл, тайлангийн нэрсийн жагсаалт багтана.

1.9.9. Хавсралт (Appendix). Хавсралт зураг Geosoft Oasis Montaj, MapInfo Discover, ArcGIS зэрэг газар зүйн мэдээллийн системийн болон бусад геофизикийн мэргэжлийн боловсруулалтын зориулалттай программаар хийгдсэн зурагнуудын проекцийн ба метрийн системийн тор, физик орны эрчимжилтийн хуваарь, таних тэмдэглэгээний бичиглэл болон зураг өөрөө маш тод уншигдахаар (A3) хэвлэж нэр өгч жагсаасан байх шаардлага тавигдана.

1.9.10. Гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын тайланг хэвлэмэл ба электрон хэлбэрээр бэлдэж хийсэн байна. Электрон хэлбэрийн бэлдцэнд хэмжилтийн ба топо ажлын анхдагч файлуудыг анхдагч ба текст (аски) форматаар цэгцлэгдэж CD/DVD хадгалагчид

бичигдсэн байна. Үүнээс гадна тайлан түүнд хамрагдах хавсралт зурагнууд, хүснэгтэн материалууд болон бусад шаардлагатай файлуудыг цэгцлэн бичсэн байна.

1.9.11. Төсвийн биелэлтийн тухай болон мэргэжлийн / мэргэшсэн ба зөвлөх/ боловсон хүчний тухай мэдээлэлийг бэлдэж оруулсан байна.

ХОЁР. ГЕОФИЗИКИЙН СОРОНЗОН ХАЙГУУЛЫН АЖЛЫН ЧАНАРЫГ ҮНЭЛЭХ БА ТАЙЛАГНАХ ЗААВАР

П.Дугараа Ц.Түдэв

2.1. Соронзон хайгуулын ажлын төлөвлөлт

Геологийн өгөгдсөн даалгаврыг сайн судлаж ажиллах нь хээрийн хэмжилтийн чанарыг энэ зааврын түвшинд хүргэж хийх мөн үр дүнгийн тайлан зохиоход тулгуурлах үндсэн материалын нэг болох тул ач холбогдолтой. Хайгуулын соронзон зураглалын ажил нь геологийн өгөгдсөн тодорхой даалгаварын үндэс дээр хийгдэнэ. Геологийн даалгаварт төмрийн хүдрийн эрэл хайгуулын соронзон зураглал, геологи-структүүрийн соронзон зураглалын талаар мэдээ, мэдээлэл агуулагдсан байж болно. Соронзон зураглал явуулах ажлын хэмжээг тодорхойлохдоо ажиглалтын буюу хэмжилт хийх торлолын шугамын чиг, урт, хоорондын зай зэрэг хэмжигдэхүүнүүдийг геологийн даалгавартай маш нарийн сайн уялдуулан хийж гаргасны дагуу ажлын хэмжээг тууш.км, физик цэгээр тооцож гаргаж төлөвлөнө.

2.2. Багийн бүтэц, бүрэлдэхүүн, цаг зарцуулалт

Багийн бүрэлдэхүүн бүрэн бус байснаас гарах эрсдлээс сэргийлэх зорилготой ба соронзон хайгуулын баг нь багийн ахлагч, инженер оператор, туслах ажилчин, жолооч, тогооч нараас бүрэлдэнэ. Соронзон хайгуулын зураглалын ажилд багийн гишүүдийн нийт бүрэлдэхүүн хэсгийг оролцох хувь хэмжээг хүн/ өдрөөр дор дурдсан загвараар тогтоож болно. Үүнд :

1. Багийн ахлагч	0.25
2. Оператор инженер	0.5
3. Жолооч	0.1
4. Тогооч	0.1
5. Туслах ажилчин	0.05
Нийт	100%

Нийт зарцуулагдах хүн/өдрийн буюу хээрийн хэмжилт үргэлжлэх хугацааг нийт ажлын хэмжээг нэг өдрийн гүйцэтгэх ажлын хэмжээнд хувааж тодорхойлно. Энэ хугацаанд төсөл төсөв зохиох, бэлтгэл ажил, баг бүрэлдэхүүний талбайд хүрэх, хээрийн анги татан буулгах, боловсруулалт ба тайлалт, тайлан бичилт хамгаалалт хийх зэрэг ажлын цаг зарцуулалтыг нэмнэ.

2.3. Цаг зарцуулалтын төсөв зохиолт

Нэгж ажлын өртгийн хэмжээ нь ажлын чанартай нягт холбоотой учир “чанар дагаж өртөг” гэсэн зарчмыг баримтлаж төсөв зохиолт хийгдсэн байх шаардлагатай. Төсөв зохиолт нь соронзон зураглал хийх багийн гишүүдийн нэг өдрийн цалинтай тэнцэх мөнгөн үнэлгээг 2.2.-д заасан цаг зарцуулалтын нэгж хугацаагаар үржүүлж нэг өдрийн хөдөлмөрийн хөлс тооцогдож гарна. Тээврийн зардлыг тусад нь бодно.

Соронзон хайгуулын нэг тууш.км – ийн нэгж өртөгийг 2000 оноос хойшхи зах зээлийн үнэлгээний ханшийн дундаж өртөгөөс бууруулахгүй байхаар доод хязгаарыг тогтоож ажиллах ба үнэлгээг хэт бууруулахыг хориглоно.

2.4. Дэлхийн соронзон орон ба цаг тоолол

Дэлхийн соронзон орон түүний эрин зууны ба хоногийн хувьслуудыг ашиглагдаж байгаа соронзон хэмжигч багажнуудын навигацын нэмэлт төхөөрөмжийн цаг тооллын тохирсон синхрон ажиллагаагаар үндсэн хэмжилтэнд засварлан хийсэн байх тухай мэдээллийг ашигласан байхад цаг тоолол хэрэглэгдэнэ. Дэлхийн шингэн металл цөмийн цахилгаан гүйдлээр дэлхийн соронзон орон үүсдэг гэсэн таамаглал сүүлийн үед ихээхэн хөгжиж байгаа ба дэлхийн радиусын 0.25-0.3 зайнд “соронзон динамо” механизм үйлчилдэг муж оршиж байна гэж тооцоолсон байна. Дэлхийн шингэн металл цөмөөс үүдэлтэй цахилгаан гүйдлээс гадна дэлхийн гадаргуугаар гүйж байдаг теллур гүйдэл буюу тэнэмэл гүйдлийн

физик орны динамик хувьслыг Францын 24 цагийн, Английн үд дунд хүртэлх, шөнө дунд хүртэлх 12 цагийн тооллын систем ашиглаж ажиглалт хийж байдаг байна.

2.4.1. Дэлхийн ба орон нутгийн цаг тоолол, төрөл

Хоногийн цаг тоололд хоёр систем байна. Шөнө дундаас цаг тоололыг эхлүүлдэг. Английн цаг тоололын системд хоногийн эхний хагас буюу шөнө дундын 00:00 цагаас өдрийн 12 цаг хүртэлх хугацааг *ante meridiem* (AM), хоногийн хоёрдугаар хагас буюу үдийн 12 цагаас шөнө дунд хүртэлх хугацааг *post meridiem* (PM) гэж 1-12 цагийн цифрийн ард тус тус тэмдэглэнэ. Жишээ нь : Өглөөний ба оройны 7 цагийг 7 PM, 7 AM гэж тэмдэглэдэг байна. Өглөөний 7 цаг нь хоногийн 24 цагийн эхний хагаст буюу үд дунд хүртэлх хугацаанд байгаа учраас үд дунд хүртэл (*ante meridiem* - до полудня) товчилсон англи систем хэрэглэж байна. Шөнө дунд болох тэр агшины цаг хугацааг 12:00 AM, үд дунд болох тэр мөчийг 12:00 PM гэж үзэж ашиглана.

UNIX цаг тоолол нь компьютерийн UNIX үйлдлийн системд хэрэглэгддэг 1970 оны 1 сарын шөнө дундаас эхлэн тоолсон секундын тоог гаргана. Ингэж оны эхнээс цаг тооллыг өдрөөр гаргаж хэрэглэдэг, геофизикийн багаж тоног төхөөрөмж ашиглаж байгаа тохиолдолд тухайн оны 1 сарын 1-нээс эхлэн өдрийн тоог гаргаж хэрэглэнэ.

Лондонгийн буюу UTC (Coordinated Universal Time) цаг тоолол нь дэлхийн иргэний анхны эталон цаг тоолол бөгөөд GPS ашиглаж ажилладаг багаж тоног төхөөрөмж энэ цаг хугацааг таньж авч хэрэглэдэг. Монгол орны цаг тоолол нь дэлхийн цаг тоололоос +8 цагийн зөрөөтэй байна.

2.4.2. Дэлхийн соронзон орны хувьслууд, түүний засвар хийх

Дэлхийн соронзон орны хувьсал өөрчлөлт нь дотоод ба гадаад эх үүсвэрүүдийн нөлөөгөөр урт, богино хугацаанд өөрчлөгддөг. Урт хугацааных нь дотоод, богино хугацааных нь нарны нөлөөнөөс

гол төлөв болдог байна.

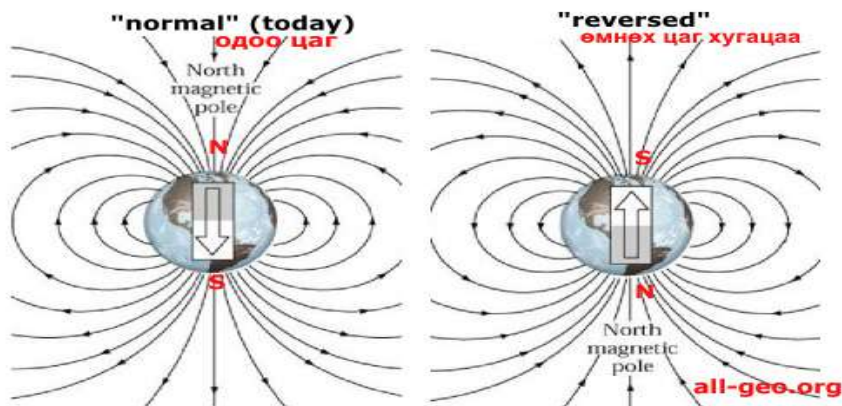
2.4.2.1. Дотоод эх үүсвэртэй соронзон хувьслын засвар хийх (IGRF Correction)

Энэ засварыг соронзон орны бүтэн векторын зураг зохион гаргахад ашиглана. Дэлхийн дотоод эх үүсвэрээр өөрчлөгдөх соронзон хувьслын өөрчлөлтийн коэффициентүүдийг таван жилийн мөчлөгөөр тооцоолон гаргасан байх ба засварыг Geosoft программ мөн бусад программын тусламжтайгаар хийсэн байна. Дэлхийн соронзон орны хойд ба урд туйлууд дэлхийн хөгжлийн өмнөх цаг хугацаанд туйл дээрх байрлал нь гулсан шилжихээс гадна туйлын байрлал нь солигддог байна. Дэлхийн соронзон орныг дэлхийн цөм үүсгэдэг бөгөөд энэ соронзон бүрхүүл нь сансрын аюултай цэнэгт бөөмийн урсгалаас дэлхийн аж төрөн амьдрагчдыг хамгаалж байдаг байна. Иймээс хэрэв дэлхийн соронзон орон өөрчлөгдвөл электрон төхөөрөмжүүд зөв ажиллаж чадахаа болих мөн дэлхий дээрх амьдралд ноцтой нөлөөлж болох юм.

Дотоод эх үүсвэр нь 10 – аас ойролцоогоор 10000 жилийн хугацаанд болж ирсэн дэлхийн шингэн цөмийн генераци болох механизмтай холбоотойгоор үүссэн дэлхийн соронзон орныг эрин зууны соронзон хувьсал гэж нэрлэнэ. http://www.femto.com.ua/articles/part_1/2070.html

Дэлхийн геосоронзон орон нь өнгөрсөн 780 000 жилийн турш байн байн өөрчлөгдөж байсан нь геологич геофизикч нарт тодорхойгүй байна. Ер нь геосоронзон орны өөрчлөлт нь 1000 ба 10000 жилийн хооронд болдог. Жишээ нь, 41 000 жилийн өмнө геосоронзон орны бүрэн өөрчлөлт болж, соронзон туйлуудын солигдох үзэгдэл нь 440 жил үргэлжилсэн байна. Тэр үед соронзон туйл солигдож дуусах хүртэл дэлхийн амьдралыг хамгаалагч соронзон орны хүчлэг нь 95% буурсан байна. Дундажаар 800 000 жилийн өмнө одоогийн соронзон хойд туйл Антарктида дээр, соронзон урд туйл нь газар зүйн одоогийн хойд туйлын цаана

байсан байна. <http://www.techtimes.com/articles/18359/20141021/earths-magnetic-poles-may-flip-soon-what-exactly-does-that-mean.htm>



Зураг 2.4.2.1. Дэлхийн соронзон туйлууд солигдох нь

Дэлхийн соронзон орны дотоод болон гадаад өөрчлөлтийн талаарх мэдээлэлийг Geophysical Journal International сэтгүүлээс байнга авч болно.

Дэлхийн соронзон орны хувьсан өөрчлөгдөх өөрчлөлт нь дотоод ба гадаад эх үүсвэртэй холбоотой тул үүнтэй холбоотой засваруудыг соронзон зураглалын хэмжилтэнд заавал хийсэн байна.

Германы агуу их математикч Карл Фридрих Гаусс 1839 онд дэлхийн соронзон орны загварыг сфер гармоник хэлбэрийн скаляр соронзон потенциал аргаар илэрхийлэн гаргасан байна. Энэ аргыг эдүгээ хүртэл хэрэглэж байгаа бөгөөд эгнээний задаргааны 120 коэффициентийг таван жил тутамд шинэчлэн гаргадаг бөгөөд үүнийг “дэлхийн соронзон орны олон улсын загвар” гэж нэрлэдэг байна (International Geomagnetic Reference Field – IGRF). Энэ загвар нь зөвхөн дэлхийн дотоод цөмтэй холбоотой ба 1945 оноос

2000 он хүртэл хугацаан дахь соронзон орны загварын өөрчлөлтийг бодож гаргасан ба 2005-2010 оны загварыг экстрополяци хийх замаар бодуулж гаргасан байдаг байна.

Өмнөх хоногийн соронзон орны хувьслын засвар (diurnal corrected TMI-дэлхийн соронзон орны хоногийн хувьслын засвар хийгдсэн вектор соронзон орны эрчимжилт) хийгдсэн соронзон орны хэмжилтүүд нь дэлхийн соронзон орны тархалтын шугамуудын бөхийлт (inclination) ба хазайлтын (declination) нөлөөтэй хэвээрээ байгаа тул энэ нөлөөг арилгахад хэмжилтийн утгууд нь соронзон орны шугамууд бөхийсэн ба хазайсан нөлөөгүй, өөрөөр хэлбэл, дээрх томъёололыг англиар хөрөвснийг илэрхийлбэл:

final corrected TMI = diurnal corrected TMI minus local IGRF plus IGRF base value. http://www.dmp.wa.gov.au/documents/region-al_geophysical_surveys/J2134_GA1224_Logistics_Report_Euc-la_2010.pdf

2.4.2.2. Гадаад эх үүсвэртэй хоногийн соронзон хувьслын засвар хийх (Diurnal Correction)

Дэлхийн гадаад эх үүсвэртэй холбоотой дэлхийн соронзон орны хоногийн хувьсал нь дэлхийн гадарга дээр өөр, өөр байна. Газрын соронзон зураглалд дэлхийн соронзон орны хоногийн хувьслын бүртгэх цэгийн байршлыг хүн малын ойртох боломжгүй, төмөр эд хэрэгсэл болон цахилгаан соронзон орны албадмал үүсгүүрээс хол, тайван жигд соронзон орон үүсгэгч геологийн тогтоцтой газарт сонгож, газар зүйн солбилцолыг баримтжуулсан байна. Энэ нь энэ цэгийг дараа ашиглах тохиолдолд хайж олох үндэслэл болно. Соронзон хэмжилтэнд ашиглаж буй багажуудын хэмжилтүүд нэгэн жигд ижил, тогтвортой байгааг хяналтын цэг дээр тэстлэн баримтжуулсан байна.

Баримтжуулах ажиллагааг 1.2.1-д заасны дагуу хийж багажны хэмжилтийн алдааг тооцоолох юм. Талбайд соронзон зураглал хийх багажны цаг тоолол нь хоногийн соронзон хувьслыг бүртгэх

багажны цаг тоололтой синхрон хийгдсэн байна. Газрын соронзон зураглалд тухайн газар зүйн байрлалд тохирох соронзон орны тулгуур утга буюу хоногийн өөрчлөлтийн дундаж (datum) утга, хоногийн тодорхой хугацаануудад (секунд) өөрчлөгдсөн дэлхийн соронзон орны хувьслын эрчимжилтийг ашиглана. Талбайн соронзон зураглалын өдрийн хэмжилтэнд хоногийн соронзон хувьслын засварыг дараахь монгол ба англи үгээр илэрхийлсэн томъёололыг ашиглана. Үүнд :

Тухайн талбайн

дэлхийн соронзон орны	тухайн талбайн	тухайн талбайн	тухайн талбайн
хоногийн хувьслын	соронзон орны	дэлхийн соронзон	хоногийн
засвар хийгдсэн соронзон	= бүтэн векторын	- орны хоногийн	+ хувьслын
орны бүтэн векторын	хэмжилтийн	хувьсал, нТл	дундаж утга, нТл
эрчимжилт, нТл	эрчимжилт, нТл		

(Total magnetic Intensity) (Rover magnetometer) (base magnetometer) (Local Datum)

diurnal corrected TMI = compensated TMI - diurnal + mean diurnal value

Энэ хоногийн соронзон хувьслын засвар хийх файлыг нягтлан үзэж шаардлага хангаагүй утгуудыг арилгах замаар засвар хийхэд бэлтгэнэ. Энэ хоногийн соронзон хувьслын засвар нь дэлхийн соронзон орны гадаад эх үүсвэрийн нөлөөний засварыг тухайн газар оронд ажиглагдсан богино хугацааны хувьслын өөрчлөлтөөр хийгдэж, түүний дундаж утга дээр харьцуулж гаргаж байгаа бөгөөд энэ засварын амплитуд нь ± 30 орчим нТл хүрдэг ба хээрийн хэмжилтийн үргэлжлэх хугацаанд засвар хийхэд хэдхэн $\pm$ нТл хүрч засагддаг.

Нарны идэвхижлээр цацарсан цацрагийн шуурга дэлхийн соронзон орны бүрхүүлтэй харилцан үйлчлэлцснээс үүдэн энэ хүрээнд байнга байдаг дэлхийн цагирган гүйдлийг улам идэвхижүүлснээр дэлхийн соронзон орны хувьсал хэдэн цагаас хэдэн хоногийн турш үргэлжлэн илэрдэг байна. Дэлхийн соронзон

орны хувьслын идэвхитэй эрчимжилттэй үе шат нь 7 цаг орчим үргэлжлээд буцаад 3 хоногийн турш хэвийн байдалдаа ордог байна. https://ru.wikipedia.org/wiki/Геомагнитная_буря

Дэлхийн байнгын соронзон орны хэмжээ экваторт – 0.34 эрстэд, дэлхийн туйлд – 0.66 эрстэд буюу ойролцоогоор $(30-70) \cdot 10^3$ болно. Дэлхийд болдог тайвандуу ба хүчтэй соронзон шуурга нь нарны идэвхижлийн 11 жилийн давтамжтай давхцаж илэрдэг байна.

2.5. Явган соронзон зураглалын багаж, тоног төхөөрөмжүүд, тохиргоо хийх, багажны хэвийн ажиллагааны баримтжуулалт (QA- quality acquistion)

Соронзон зураглалд дэлхийн соронзон орны бүтэн векторын зүг чигт мэдрэгчийн байрлал хамаарахгүйгээр дэлхийн соронзон орны бүтэн хэмжээг хэмждэг багаж тоног төхөөрөмжийг ашиглана. Соронзон орны байгуулагчдын (D, H, Z) байрлал зүг чигт соронзон орны байгуулагчийг мэдрэх мэдрэгчүүдийг байрлуулж хэмжвэл энэ нь вектор соронзон хэмжигч багаж болно. Соронзон орны хэмжигч багажнууд хэрэглэхэд авсаархан, тэжээл бага шаарддаг, навигацийн тоног төхөөрөмжтэй.

Протоны прецессийн соронзон хэмжигч багажнууд нь геологийн зураглалд 3000 нТл/м градиенттай соронзон орныг хэмжихэд зориулагдсан байна. Соронзон шинж чанар нь өндөр хар эрдэстэй болон төмөрлөг гарал үүсэлтэй объектуудыг илрүүлэхэд 10000 нТл/м хүртэл градиент хэмжих хүчин чадалтай Оверхаузерын эсвэл 30000 нТл/м хүчин чадалтай цезийн соронзон хэмжигч багажнуудыг ашигласан байна.

2.5.1. Протоны прецессийн соронзон хэмжигч багаж

Устөрөгчөөр баян уусмалын устөрөгчийн цөмийн протон дэлхийн соронзон орны нөлөөгөөр эргэлдэхдээ эргэлтийн тэнхлэг нь соронзон орны шугамыг тойрон эргэлдэж цахилгаан гүйдэл үүсгэж гүйдлийг хэмжих үзэгдлийг протоны прецесс, багажыг геофизикийн хайгуулын протон соронзон хэмжигч гэнэ. Соронзон

орныг хэмжихдээ устөрөгчөөр баян уусмалын гадуур байрлах соленоид ороомогт тогтмол гүйдэл өгөхөд уусмалыг тойрсон хүчтэй соронзон орон үүсч, уусмал доторх зарим протонууд энэ үүссэн соронзон оронтой нэгдэнэ. Цахилгаан өдөөгч гүйдлийг таслахад протонууд дэлхийн соронзон оронтой нэгдэж дэлхийн соронзон орны эрчимжилттэй шууд хамааралтай давтамжтайгаар прецесс хийнэ. Протоны прецесс нь эргэлдсэн соронзон орон үүсгэх ба улмаар индукцийн хэмжээгээр үүссэн цахилгаан гүйдлээр дэлхийн соронзон орны эрчимжилтийн хэмжээг тоон хэлбэрээр (нТл) дэлгэцэнд гаргаж харуулна.

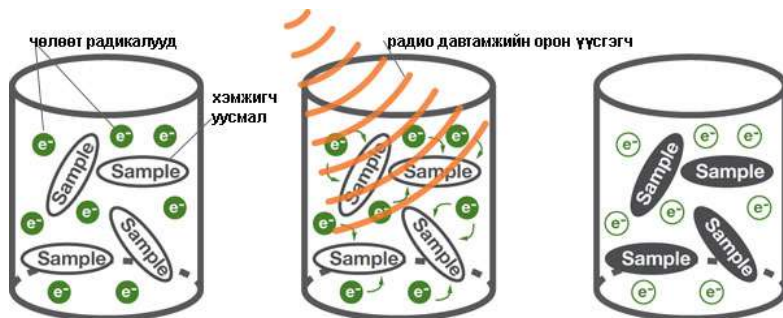


Зураг 2.5.1. Протоны прецессийн багажны физик үндэс

2.5.2. Протон-электроны прецессийн соронзон хэмжигч багаж

Протоны прецессийн үзэгдэлд ашиглаж буй уусмалд химийн чөлөөт радикалуудыг нэмэхэд үүссэн Оверхаузерийн цөмийн физик үзэгдлийг ашигласнаар соронзон хэмжигч багажны протоны прецессийн хэмжээг нилээд ихэсгэн сайжруулсан байна. Ороомгийн тусламжтайгаар протоныг өдөөхийн оронд чөлөөт радикалуудын электронуудын өөрийнх нь эргэлтийг (спин) бага хүчин чадлын радио давтамжийн орноор туйлшруулан өдөөж дараа нь энэ Оверхаузерийн эффектийн индукцийн нөлөөгөөр протоныг давхар өдөөж өгдөг учраас энэ төрлийн соронзон хэмжигч багажийг электрон-протоны прецессийн физик үндэстэй соронзон хэмжигч

багаж гэж нэрлэж болно. Нэг секундэнд 0.01-0.02 нТл стандарт хазайлтын нарийвчлалтай хэмжинэ.



Зураг 2.5.2. Протон-электроны прецессийн соронзон хэмжигч багажны физик үндэс

2.5.3. Соронзон орон хэмжигч багажны хэмжилтийн чанарын хяналт (QA- Quality Acquisition)

Багажны цаг хугацааны тоолол Гринвичийн цаг тоололоор синхронжсон, хэдэн секундйн алхамаар хэмжиж байгааг шалгана. Хэмжилтийн хугацааны алхамыг ихэнх тохиолдолд 2 секундээр зааж тохируулсан байна. Соронзон хувьслын бүртгэгч суурин багажны хэмжилтийн алхамыг дундажаар 5 секундээр тохируулж заасан байж болно. Багажны GPS –нд бүртгэгдэж буй дагуулын тоо 4 ба түүнээс дээш байгаа эсэхийг хянана. Хэмжилтийн чанар илтгэгч 99 утгаас буурсан тохиолдолд шалтгааныг тогтоож, шаардлагатай гэж үзвэл давтан хэмжих, боловсруулалтаас хасах гэх мэт арга хэмжээг авсан байх шаардлагатай. Хэмжилтийн чанарыг (QA) шалгаж үнэлэхэд хэмжилтийн чанар илтгэгчийн утгуудын өөрчлөлтийг харах шаардлагатай. Зураг 2.5.3.1. дээр хэмжилтийн чанарын илтгэгч утга буурч 59, 79, 89 хүрч буурсныг харуулсан байна. Хоёр оронтой энэ тоон утгын эхний цифр нь багажинд ирж байгаа прецессийн сигналыг багажинд зааж тохируулсан хугацаанд бүрэн бүртгэж амжсан эсэх хэмжилтийн чанарын эхний үзүүлэлтийг заана. Хоёрдох цифр нь прецессийн сигналын амплитудыг багаж

хэр чанартай хэмжсэнийг илтгэнэ. Сигналыг үргэлжлэх хугацаанд нь амплитудыг бүрэн хэмжиж байгааг 99 гэсэн утгаар илэрхийлж байгаа тохиолдолд соронзон орны сигналыг чанарын хангалттай үзүүлэлттэй хэмжиж байна гэж үнэлнэ.

```

/Gem Systems GSM-19TW 8042731 v7.0 27 III 2008 M t-ew3pl.v7s
/ID 1 File 05survey.wm 06 II 12
/
/X Y elevation nt sq cor-nt sat time picket-x picket-y
line 003300
0379197.60 5145150.64 001338 58029.04 99 000000.00 10 014600.0 * *
0379194.22 5145150.70 001338 58039.44 99 000000.00 10 014602.0 * *
0379190.99 5145150.96 001338 58038.19 99 000000.00 10 014604.0 * *
0379187.80 5145150.88 001338 58037.35 99 000000.00 10 014606.0 * *
0379184.45 5145150.90 001338 58030.17 99 000000.00 10 014608.0 * *
0379181.34 5145150.86 001338 58022.47 99 000000.00 10 014610.0 * *
0379178.25 5145150.97 001338 58020.29 99 000000.00 10 014612.0 * *
0379175.01 5145150.99 001338 58000.53 99 000000.00 10 014614.0 * *
0379171.72 5145150.72 001338 58078.93 59 000000.00 10 014616.0 * *
0379168.81 5145150.50 001337 58049.24 99 000000.00 10 014618.0 * *
0379165.76 5145150.42 001337 58011.07 99 000000.00 10 014620.0 * *
0379162.64 5145150.75 001337 57998.08 79 000000.00 10 014622.0 * *
0379159.50 5145150.96 001337 57997.89 89 000000.00 10 014624.0 * *
0379156.64 5145150.93 001337 58000.54 99 000000.00 10 014626.0 * *
0379153.72 5145150.99 001337 57993.71 99 000000.00 10 014628.0 * *
0379150.93 5145151.14 001337 57989.48 89 000000.00 10 014630.0 * *
0379148.09 5145151.38 001337 57989.25 99 000000.00 10 014632.0 * *
0379145.25 5145151.54 001337 57995.23 99 000000.00 10 014634.0 * *
0379142.65 5145151.73 001337 57998.80 99 000000.00 10 014636.0 * *
0379139.78 5145151.94 001337 57991.42 99 000000.00 10 014638.0 * *
0379136.76 5145152.00 001337 57982.96 99 000000.00 10 014640.0 * *
0379133.44 5145151.62 001337 57991.88 99 000000.00 10 014642.0 * *
0379130.01 5145151.08 001337 57987.56 99 000000.00 10 014644.0 * *
0379126.70 5145150.72 001337 57983.31 99 000000.00 10 014646.0 * *
0379123.25 5145150.51 001337 57980.28 99 000000.00 10 014648.0 * *
0379119.67 5145150.48 001337 57984.11 99 000000.00 10 014650.0 * *
0379116.19 5145150.41 001337 57994.54 99 000000.00 10 014652.0 * *
Xutm Yutm эллипсоид хэмжилт чанар засвар дагуул Лондон X Y
m m өндөр, м нТл илтгэгч нТл тоо цаг мин сек тор

```

Зураг 2.5.3.1. 8042731 сериал дугаартай GSM-19TW багажны 2012 оны 2 сарын 06-ны өдрийн үргэлжилсэн хэмжилтийн 05survey.wm файлын агуулга.

Соронзон зураглалын ажлын чанарыг харуулах чухал үзүүлэлтийн нэг нь шилжихэд зарцуулсан хугацаагаар операторын явалтын хугацааг тогтоох явдал юм. Зураг-2.5.3.2.

Хэрэв энэ хугацаа хэт бага байгаа тохиолдолд операторын хэмжилтийн шилжилт хэт хурдан байгаагаас прецесийн сигналыг бүртгэхэд багажинд тогтоосон хугацаа, жишээ нь 960 мсек-ээс бага хугацаанд оператор шилжиж, энэ хугацаанд сигнал бүртгэгдэж байгаа учир сигнал бүрэн бүртгэгдэж амжихгүй байгаагаас хэмжилтийн чанар илтгэгчийн эхний цифрийн утга 9-өөс бага

гарсан байна. Үүнийг инженер оператор байнга хянаж ажиллах шаардлага тавигдаж байна.

Хоёрдохь цифрийн үзүүлэлт нь навигацын дагуулын тоо хангалттай байгаа эсэхийг илтгэх ба цифрийн утга 9 гэсэн утгатай байх тохиолдолд хэмжилтийн цэгийн газар зүйн байршлын координат ба эллипсоид өндөр үнэмшил сайтай байна гэж чанарын үнэлгээг хийнэ.

00202E	0012675	N	58419.07	99	000000.00	091208.4
00202E	0012650	N	58142.90	99	000000.00	091220.9
00202E	0012625	N	58378.46	99	000000.00	091233.9
00202E	0012600	N	58664.11	99	000000.00	091246.9
00202E	0012575	N	58457.06	99	000000.00	091301.8
00202E	0012550	N	58411.13	99	000000.00	091315.7
00202E	0012525	N	58788.94	99	000000.00	091344.3
00202E	0012500	N	59164.14	99	000000.00	091358.1
00202E	0012475	N	58862.65	99	000000.00	091411.0
00202E	0012450	N	58949.06	99	000000.00	091424.2
00202E	0012425	N	59051.52	99	000000.00	091437.5
00202E	0012400	N	58836.34	99	000000.00	091450.7
00202E	0012375	N	58772.13	99	000000.00	091504.9
00202E	0012350	N	58716.26	99	000000.00	091517.6
00202E	0012325	N	58333.67	99	000000.00	091531.3
00202E	0012300	N	58340.74	99	000000.00	091543.9
00202E	0012275	N	58549.41	99	000000.00	091557.3
00202E	0012250	N	58439.09	99	000000.00	091611.0
00202E	0012225	N	58640.80	99	000000.00	091624.5
00202E	0012200	N	58390.14	99	000000.00	091637.1
00202E	0012175	N	59125.03	99	000000.00	091650.0
00202E	0012150	N	58802.23	99	000000.00	091703.1
00202E	0012125	N	58324.42	99	000000.00	091716.2
00202E	0012100	N	58376.09	99	000000.00	091729.6
00202E	0012075	N	58621.46	99	000000.00	091742.8
00202E	0012050	N	58517.69	99	000000.00	091757.9
00202E	0012025	N	58157.17	99	000000.00	091809.6
00202E	0012000	N	57773.20	99	000000.00	091823.0
00202E	0011975	N	58278.60	99	000000.00	091836.9
00202E	0011950	N	58547.79	99	000000.00	091851.2
00202E	0011925	N	58639.00	99	000000.00	091905.1
00202E	0011900	N	58316.46	99	000000.00	091918.8
00202E	0011875	N	58745.68	99	000000.00	091932.5
00202E	0011850	N	58535.53	99	000000.00	091947.1
00202E	0011825	N	58510.07	99	000000.00	092000.7
00202E	0011800	N	58673.44	99	000000.00	092019.3
00202E	0011775	N	58578.25	99	000000.00	092043.9
00202E	0011750	N	58610.45	99	000000.00	092058.3
00202E	0011725	N	58444.21	99	000000.00	092328.4
00202E	0011700	N	58429.39	99	000000.00	092342.0

25 м зайг 10 секундээс
дээш хугацанд явж
хэмжсэн чанарын 99
үзүүлэлттэй хэмжилтүүд

Зураг 2.5.3.2. Тасралттай буюу 25 м зайнд хэмжилт хийхэд шаардагдсан хамгийн бага дундаж хугацаа 10 секундээс дээш хугацаа хангалттай байгааг харуулсан чанарын сайн үзүүлэлттэй бичлэгээс

Соронзон орны хэмжилт сайн чанарын үзүүлэлттэй болсныг зураг 2.5.3.2.-д, хэмжилтийн чанар муу гологдолтой болсныг зураг 2.5.3.3.-д тус тус жишээ баримтаар харуулав.

Зураг 2.5.3.4.-д тухайн геологийн даалгаварт соронзон хэмжигч багажыг оновчтой сонгож чадаагүйн улмаас үүдэн гарсан техникийн алдааг харуулсан байна.

00212E	0009300	S	58730.44	99	000000.00	080925.7
00212E	0009275	S	58765.73	99	000000.00	080941.2
00212E	0009250	S	58623.82	99	000000.00	080958.4
00212E	0009225	S	58854.07	99	000000.00	081017.6
00212E	0009200	S	59153.22	79	000000.00	081039.1
00212E	0009200	S	59190.35	99	000000.00	081044.7
00212E	0009175	S	59481.26	99	000000.00	081105.4
00212E	0009150	S	59645.75	99	000000.00	081122.5
00212E	0009125	S	59819.09	99	000000.00	081140.4
00212E	0009100	S	60109.06	99	000000.00	081157.9
00212E	0009075	S	60230.68	99	000000.00	081215.2
00212E	0009050	S	60161.36	99	000000.00	081231.9
00212E	0009025	S	60115.08	79	000000.00	081248.1
00212E	0009025	S	60122.44	99	000000.00	081255.9
00212E	0009000	S	60205.63	99	000000.00	081319.1
00212E	0008975	S	60768.78	99	000000.00	081338.5
00212E	0008950	S	61200.76	99	000000.00	081355.3
00212E	0008925	S	62242.62	99	000000.00	081412.3
00212E	0008900	S	62901.93	38	000000.00	081430.7
00212E	0008900	S	64118.99	36	000000.00	081435.1
00212E	0008900	S	64119.65	36	000000.00	081438.7
00212E	0008900	S	64099.74	36	000000.00	081442.0
00212E	0008875	S	64932.17	45	000000.00	081503.5
00212E	0008875	S	65026.24	35	000000.00	081506.9
00212E	0008875	S	65015.87	35	000000.00	081509.7
00212E	0008875	S	64835.63	45	000000.00	081512.8
00212E	0008850	S	64624.21	76	000000.00	081537.6
00212E	0008850	S	64617.38	76	000000.00	081541.2
00212E	0008850	S	64687.91	86	000000.00	081544.3
00212E	0008850	S	64684.35	96	000000.00	081547.2
00212E	0008825	S	65427.17	15	000000.00	081626.8
00212E	0008825	S	65422.52	25	000000.00	081630.2
00212E	0008825	S	65417.16	25	000000.00	081632.7
00212E	0008825	S	65506.85	25	000000.00	081635.9
00212E	0008800	S	62317.86	48	000000.00	081718.2
00212E	0008800	S	62300.36	58	000000.00	081721.6
00212E	0008800	S	62269.10	49	000000.00	081724.3
00212E	0008800	S	62262.05	59	000000.00	081726.9
00212E	0008775	S	57783.73	99	000000.00	081751.0
00212E	0008750	S	56065.52	99	000000.00	081814.3
00212E	0008725	S	56186.14	99	000000.00	081831.4
00212E	0008700	S	57052.16	99	000000.00	081848.9
00212E	0008675	S	56284.53	99	000000.00	081906.0
00212E	0008650	S	56238.08	99	000000.00	081922.0
00212E	0008625	S	57035.44	99	000000.00	081938.7
00212E	0008600	S	57416.21	99	000000.00	081956.5
00212E	0008575	S	57814.40	99	000000.00	082012.8

Оператор хэмжилтийн чанарын хяналт хийж давтан хэмжилт хийсэн боловч чанар муу байгаа шалтгааныг олж засаагүй 5 цэгийн буюу 100 м зайны чанарын гологдол бичлэг

99 – прецессийн сигналыг хэмжиж амжих хугацааны ба прецессийн амплитудыг бүрэн хэмжсэн эсэх чанарыг илтгэгч. 1 – 9 хүртэл утгатай байна. Утга нь 9–өөс бага бол чанарын үнэлгээ буурна.

Зураг 2.5.3.3. Тасралттай буюу 25 м зайнд хэмжсэн хэмжилтийн чанар илтгэгчийн сигналын хэмжигдсэн хугацаа ба амплитуд хангалтгүй түвшинд хэмжигдсэн хэмжилтийн чанарын гологдолтой бичлэгийн хэсэг.

Зураг 2.5.3.3.-д оператор хэмжилтийн чанар муу байгааг анзаарч олон дахин хэмжсэн ч хэмжилтийн чанар засрахгүй байсныг харуулсан.

	A	B	C	D	E
65894	378056.9	5143950.6	1404.0	79.0	73560.8
65895	378982.1	5142348.6	1387.0	59.0	73588.5
65896	379043.6	5142504.7	1403.0	29.0	73601.3
65897	378103.4	5143930.0	1400.0	69.0	73612.4
65898	378998.5	5142602.3	1412.0	59.0	73671.7
65899	379037.1	5142549.1	1405.0	89.0	73708.6
65900	379008.6	5142604.0	1411.0	99.0	73770.9
65901	379047.6	5142524.9	1400.0	69.0	73865.6
65902	378062.3	5143949.2	1404.0	59.0	73943.1
65903	379028.0	5142526.8	1401.0	69.0	74097.3
65904	379011.2	5142604.6	1411.0	59.0	74161.5
65905	379037.9	5142525.8	1400.0	99.0	74243.7
65906	379001.0	5142602.7	1412.0	79.0	74289.6
65907	378994.1	5142550.7	1408.0	89.0	74301.4
65908	378104.0	5143924.4	1401.0	39.0	74378.7
65909	378060.5	5143949.7	1404.0	79.0	74390.1
65910	378058.7	5143950.2	1404.0	79.0	74395.4
65911	379035.5	5142526.0	1401.0	99.0	74397.8
65912	379030.4	5142526.6	1401.0	69.0	74574.0
65913	379033.0	5142526.1	1401.0	99.0	74685.4
65914	379003.4	5142603.3	1412.0	89.0	74703.2
65915	379005.9	5142603.6	1411.0	89.0	74732.4
65916	378103.6	5143927.3	1401.0	69.0	75325.9
65917	378996.4	5142550.6	1408.0	89.0	75536.9
65918	379001.2	5142550.4	1408.0	39.0	75657.0
65919	379036.2	5142504.8	1403.0	99.0	76175.7
65920	379027.0	5142503.5	1404.0	49.0	76488.5
65921	378998.6	5142550.3	1408.0	79.0	76501.6
65922	379041.2	5142504.6	1403.0	19.0	76937.7
65923	379031.4	5142504.2	1404.0	49.0	77339.9
65924	379034.0	5142504.4	1404.0	69.0	77369.2
65925	379029.2	5142504.2	1404.0	69.0	77812.3
65926	379038.8	5142504.7	1403.0	29.0	78850.5
65927					

Зураг 2.5.3.4. Төмрийн хүдэртэй буюу хэт суурьлаг чулуулагтай талбайн соронзон зураглалын үед багажны градиент хэмжих хүчин чадал нь бага багаж ашигласнаас хэмжилтэнд гарсан гологдол доголдлыг нөхөн засаж бичсэнийг харуулсан зураг.

2.6. Соронзон зураглалын масштаб, ажиглалтын тор, хяналтын цэг, соронзон хувьслын хяналтын цэг, баримтжуулалт

Соронзон зураглалын ажлыг торлолоор ба торлолгүйгээр хийж болно. Торлолоор хийхэд хэмжилтийн шугам ба цэг хоорондын зайг Захиалагч талын геологийн даалгавараар тогтоож өгсөн байна. Энэ тохиолдолд соронзон зураглалын масштаб шугам хоорондын зайгаар тодорхойлогдоно. Маш нарийнхан судлын ба хагарлын төрлийн эсвэл энэ нь шток хэлбэрийн байж болох геологийн объектуудыг соронзон зураглалаар гаргах тохиолдолд тодорхой торлолгүйгээр “хэрэх буюу зиг-заг” маягаар зүг бүрт зураглалын нягтралыг хангаж ажиллана.

Хяналтын цэгийг (контрольный пункт) үүсгэж ашиглаж болох ба энэ цэг дээр ижил ба ижил бус нэртэй үйлдвэрлэгчтэй соронзон хэмжигч багажнуудын хэвийн ажиллагааг үе үе хянах зорилгоор тэхдээ хоногийн соронзон хувьслын цэгийн засвар хийгдэж байхаар тооцож байрлалыг тогтоосон байна. Хоногийн соронзон хувьслын бүртгэх цэгийн байршлыг хүн малын ойртох боломжгүй, төмөр эд хэрэгсэл болон цахилгаан соронзон орны албадмал үүсгүүрээс хол, тайванжигдсоронзоноронүүсгэгчгеологийнтогтоцтойгазартсонгож, газар зүйн солбилцолыг баримтжуулсан байна. Баримтжуулалтыг багажнаас татаж авсан тоон агуулгатай файлаар, фото зургаар, зураглалын ажлын өдөр тутмын тэмдэглэлийн (survey logging) гар бичмэлээр (зураг хэлбэрээр тайланд оруулах) хийж бүрдүүлнэ. Соронзон зураглалын ажлын өдөр тутмын тэмдэглэлд (survey logging) чулуулгийн маршрутын дагуу үргэлжлэх хэмжилт, өнгө зүс,

нэрлэж болох нэр өгч, солбилцлыг тодорхойлж, шаардлагатай гэж үзвэл петрофизикийн шинжилгээний зориулалтаар дээж авч болох ба энэ геологи-геофизикийн тэмдэглэлийг соронзон орны боловсруулалт ба геологийн тайлалд ашиглана.

2.7. Явган соронзон зураглалын талбайн чанарын баримтжуулалт, хяналтын шугам, (QC-quality control)

Соронзон зураглалын чанарын үнэлгээний нэг үзүүлэлт нь холболтын буюу хяналтын (tie lines) шугмуудыг үндсэн шугмын (main lines) чиглэлд хөндлөн байхаар хэд хэдэн байрлалаар сонгож хийсэн байж болно. Соронзон зураглалын үндсэн шугам холболтын шугмын огтлолцол дээр соронзон орны засварууд хийгдсэн утгууд ижил байх тохиолдолд тухайн соронзон зураглалын ажил чанарын шаардлага хангасан байна гэж үнэлэх нэг үзүүлэлт болно.

2.8. Соронзон зураглалын ажлын топо-геодезийн систем, сонголт

Бүх цэгүүдийн байршлыг харьцуулах эллипсоид (сфероид) гадаргуу WGS84 дээр UTM проекцийн аргаар (UTM Easting, UTM Northing) эсвэл газар зүйн координатын системээр (Lat, Long) тодорхойлсон байна. Хэмжилтэнд хамрагдаж буй бүх цэгүүдийн байршил заагдсан солбилцол ба өндөршлийг ашиглаж байгаа соронзон хэмжигч багажны нэг долгионы GPS-ийн алдааны (3-15м) хэмжээнээс бага байхаар тооцож явалтын хурдыг тохируулж хэмжсэн байх шаардлага тавигдана. Соронзон хэмжигч багажинд хоёр долгионы DGPS ашиглагдаж байгаа бол алдааны хэмжээ нэг метр дотор буюу см-ийн нарийвчлалтай ХҮ координатыг тодорхойлдгийг тооцож явалтын хурд ба хиймэл дагуулын тоог хэмжилтийн утгын хамт хянаж ажиллах хэрэгтэй. Хэмжилтийн цэгүүдийн солбиллөл ба өндрийг нэг ба хоёр долгионы GPS ашиглан тэнгэрийн урд хагасд үүлгүй тунгалаг байхад нэг жигд тогтворжуулан хүлээж ажиллах горимоор ажиллаж гүйцэтгэнэ. Уулархаг нутаг дэвсгэрт ажиглалтын торлолыг зөвхөн хоёр долгионы GPS

төхөөрөмж ашиглан гүйцэтгэнэ. Хайгуул, олборлолттай холбоотой талбайд үндэсний GPS сүлжээг ашиглан өндрийг харьцуулах гадаргуутай зөв холбож тодорхойлсон байна.

2.9. Хэвийн ба газар зүйн хүндрэлтэй нөхцөлд соронзон хэмжигч багажтай ажиллах хөдөлмөр хамгаалал аюулгүй ажиллагааны мөрдөх заавар

Газар зүйн хүндрэлтэй нөхцөлд явганаар нэвтрэхэд хүндрэлтэй ой модтой, ус намагтай, уулын хад асгатай энгэр хормой болон бусад хэсэгтээ эгц огцом өгсүүр хэсэгтэй, элсэн манхан болон элсэрхэг хөрстэй газруудыг нэрлэнэ. Эгц огцом өгсүүр хэсгийг хоёр тийш налуу зам гаргаж зиг-заг хэлбэрээр тэхдээ багаж үүрсэн биеийн байдал босоо чиглэлд чиглэсэн байдлаар туулж гарна.

Соронзон зураглалын ажлын үед гарч болзошгүй ослын үед авах арга хэмжээний төлөвлөгөөг боловсруулан хийж мөрдөж ажиллана. Энэ төлөвлөгөөнд хандах албан газрын хаяг, холбоо барих утасны дугаарууд болон авах арга хэмжээ гэх мэт зүйл орсон байна.

Соронзон зураглалын хээрийн хэмжилтэнд бакалавр ба түүнээс дээш эрэмбийн батлагаажсан дипломтой, мэргэжлийн ба хөдөлмөр аюулгүй ажиллагааны зохих заавар авч ажиллах эрх авсан мэргэжлийн дадлагатай хүмүүсийг томилж ажиллуулна. Энэ тохиолдолд ажлын чанарын тухай алив нэг асуудлыг шийдэхэд хялбар болно.

Соронзон зураглалын оператор буюу гүйцэтгэгч нь туслах ажилчинтай хэмжилтийг гүйцэтгэх ба өмссөн гутал, хувцас, дагалдах эд хэрэгсэл зэрэгт маш өчүүхэн ч гэсэн ил далд металл төмөрлөг эд зүйлс байж болохгүй. Хөдөлмөр хамгаалалын зориулалттай гутал, өмд цамц, нарны туяанаас хамгаалах малгай байхгүй буюу ашиглаагүй тохиолдолд соронзон зураглалын ажилд гарахыг шууд хориглоно.

2.10. Соронзон зураглалын боловсруулалт, геологийн тайлалын үр дүнг чулуулагийн соронзон мэдрэхүй шинжийг тусган илэрхийлэх

Боловсруулалтын Geosoft программыг үндсэн программа хангамжаар сонгож, дараахь 2D зургуудыг бүрэн чимэглэл бичиглэл тэмдэглэлийн хамт бэлдэж, тод гаргацтай хэвлэн тайланд хавсаргасан байна. Үүнд: Соронзон хойд туйлд эсвэл экваторт шилжүүлсэн зураг, 1 ба 2-р уламжлалын зураг, Эйлерийн бодолт хийж dx , dy , dz ба аналитик сигналын зураг зохион гаргасан байна.

2.11. Соронзон зураглалын үр дүнгийн тайлан зохиолт

“Захиалагч” талд “Гүйцэтгэгч”-ийн гүйцэтгэсэн ажлын үр дүнг монгол (шаардлагатай бол англи хэлээр хөрвүүлсэн) хэлээр бичсэн тайлангийн эцсийн хувилбарыг хэвлэмэл ба электрон хэлбэрээр дараахь үндсэн бүтэц, бүтцийн бүрэлдэхүүнтэйгээр хүлээлгэн өгсөн байна. Үүнд:

2.11.1. Хураангуй (Executive Summary). Энд ерөнхий мэдээлэлээс гадна гүйцэтгэсэн ажлаар гарсан гол үр дүн ба цаашдын хайгуулын ажилд өгөх зөвлөмжийн талаарх мэдээлэлийг багтааж бичсэн байна.

2.11.2. Агуулга (Table of contents). Агуулгын жагсаалтын дугаарлалтыг гурван түвшинд багтааж хийнэ. Нэгдүгээр түвшинд- бүлгийн нэр, хоёрдугаар түвшинд- бүлгийн доторхи зүйлчилсэн сэдвийн нэр, гуравдугаар түвшинд- дэд сэдвийн нэрийг тус тус ангилан төлөвлөсөн байна. Энэ жишигээр хүснэгт, гар зураг ба фото зургийн нэрсийн жагсаалтыг хийсэн байна.

2.11.3. Удиртгал (Preface). Зураглалын ажлын судалгааны объектын тухай, зураглал хийсэн хугацаа, аргачлал, үр дүн, төслийн талбайн өмнөх судалгаа, гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын чанарын хяналтын тухай энэ бүлэгт багтааж оруулсан байна.

2.11.4. Хэмжилт ба боловсруулалт (Acquisition and Processing). Ашигласан багаж тоног төхөөрөмж ба дагалдах хэрэгслүүдийн

техникийн тодорхойлолт, хэрэглэсэн аргын онолын үндэс ба боловсруулалтын аргын тухай мэдээлэлийг энэ бүлэгт агуулсан байна.

2.11.5. Цогц үр дүн ба тайлал (Comprehensive Result and Interpretation). Босоо ба хэвтээ зүсэлтүүд, 3D загварын үр дүнгийн зураг тус бүрт нь мөн нэгтгэсэн тайлал өгсөн байна.

2.11.6. Цаашдын нарийвчилсан хайгуулын ажлын зөвлөмж (Recommendation of Further Detail Exploration). Тухайн хайгуулын ажлын үр дүнд хийсэн цогц дүн шинжилгээ, төслийн гүйцэтгэсэн ажлын явцд гарсан хүндрэл бэрхшээл ба бусад асуудлууд, ажил явуулсан хайгуулын талбайг оролцуулсан төслийн нарийвчилсан хайгуулын талбай ялгасан үндэслэл зэрэг энэ хэсэгт багтаж орсон байна.

2.11.7. Дүгнэлт (Conclusion). Хайгуулын ажлын үр дүнгийн цогц тайлбарыг энд гаргаж бичсэн байна.

2.11.8. Ашигласан материал (References). Ном, өгүүлэл, тайлангийн нэрсийн жагсаалт багтана.

2.11.9. Хавсралт (Appendix). Хавсралт зураг Geosoft Oasis Montaj, MapInfo Discover, ArcGIS зэрэг газар зүйн мэдээллийн системийн болон бусад геофизикийн боловсруулалтын зориулалттай программаар хийгдсэн зурагнуудын проекцийн ба метрийн системийн тор, физик орны эрчимжилтийн хуваарь, таних тэмдэглэгээний бичиглэл болон зураг өөрөө маш тод уншигдахаар хэвлэж нэр өгч жагсаасан байх шаардлага тавигдана.

2.11.10. Гүйцэтгэсэн хайгуулын ажлын тайланг хэвлэмэл ба электрон хэлбэрээр бэлдэж хийсэн байна. Электрон хэлбэрийн бэлдцэнд хэмжилтийн ба топо ажлын анхдагч файлуудыг анхдагч ба текст (аски) форматаар цэгцлэгдэж CD/DVD хадгалагчид бичигдсэн байна. Үүнээс гадна тайлан түүнд хамрагдах хавсралт зурагнууд, хүснэгтэн материалууд болон бусад шаардлагатай файлуудыг цэгцлэн бичсэн байна.

2.11.11. Төсвийн биелэлтийн ба боловсон хүчний тухай мэдээлэлийг бэлдэж оруулсан байна.

ГУРАВ.ГЕОФИЗИКИЙН ГРАВИМЕТРИЙН ХАЙГУУЛЫН АЖЛЫН ЧАНАРЫГ ҮНЭЛЭХ БА ТАЙЛАГНАХ ЗААВАР

Н.Арвисбаатар, Ц.Түдэв

3.1. Оршил

Геодезийн ба гравиметрийн хайгуулын зориулалтаар Монгол улсад өргөн ашиглагдаж байгаа CG-5 автомат гравиметрээр (Scintrex, Worden, LaCoste&Romberg төрлийн багаж хамаарна) гравиметрийн зураглалын ажилд АНУ-ын Геологийн Алба, Хойд Америкийн Гравиметрийн Сангийн хорооноос батлаж тогтоосон шинэ стандартаар бүрэн засварлагдсан Бугегийн гажлын тооцооллыг хийж нэвтрүүлэн ашиглах зорилготой. WGS 84 эллипсоидоос (сфероидоос) DGPS-ээр тооцон гаргасан өндрийн утгаар өндрийн засвар (high correction), завсарын нумласан нимгэн үеийн засвар (Bouguer Spherical Cap Correction), гадаргуугийн засварыг завсарын нимгэн хавтанг 166.738 км радиусын хэмжээнд завсарын муруй хавтангаар (curvature correction or bullard b correction) сольж, тухайн цэг орчмын топо-гадаргуугийн нөлөөг (terrain correction or bullard c) засварласан хүндийн хүчний гажлыг бүрэн засварлагдсан Буге гажил гэж нэрлэдэг байна. Ийм засваруудыг тооцоолон гаргаснаар гравиметрийн зураглалын ажлуудыг WGS 84 системийн нэг түвшингийн загварт оруулах бөгөөд гравиметрийн зураглалын ажлуудаар нэгдсэн мэргэжлийн дэлхийн жишиг мэдээллийн сан үүсгэх нөхцөл бүрдэнэ. Бүрэн засварлагдсан Буге гажлыг Excel программн макропрограммаар боловсруулан гаргаж болохыг энэхүү зааварт харуулсан. Монгол улсын геофизикийн гравихайгуулын судалгааны ажилд цөөн тооны хуучин Worden, LaCoste&Romberg багаж, нилээд тооны Scintrex фирмийн CG-5 багаж ашиглагдаж байгааг харгалзан Монгол улсын хэмжээнд гравихайгуулын нэгдмэл хэмжил зүйн зааврыг мөрдөн ажиллах нь ашигт малтмалын хайгуулын үр дүнг сайжруулахад чухал үүрэгтэй.

3.2. Дэлхийн стандарт эллипсоид (сфероид) хэлбэр, түүний параметрууд

Гравиметрийн үйлдвэрлэлийн болон судалгааны ажлыг дэлхийн хүлээн зөвшөөрөгдсөн эллипсоид (сфероид) хэлбэрт тохирох WGS 84 системийн нэгдсэн түвшинд оруулж хийж байх, тэгснээр мэдээллийн чанар чансаа, үнэлэмжийг дээшлүүлэх юм. Дэлхийн стандарт эллипсоид (сфероид) хэлбэр түүний параметрууд, эллипсоидоос (сфероид) өндрийн хэмжилт хийх, дэлхийн стандарт эллипсоид (сфероид) хэлбэрт (WGS 84) хийгдэх гравиметрийн засваруудыг хийхэд тавигдах арга зүйн шаардлагуудыг зааварт тусгасан. Дэлхийн хэлбэрийг хамгийн сайн дүрслэдэг харьцуулах (reference) геометр дүрс нь эллипсоид (сфероид) юм. Хоёр долгионы DGPS нь референци эллипсоидоос өндрийг хэмждэг ба энэ нь дэлхийн гадаргууг ойролцоогоор тодорхойлдог байна. Дэлхийн хүндийн хүч ба далайн түвшиний дундажаар тодорхойлогддог геоид гэж нэрлэгддэг гадаргуугаас уламжлалт ортометрийн өндрийг тодорхойлж байжээ. Эллипсоид ба геоид гадаргуугийн хоорондын зөрөөг геоид өндөр гэж нэрлэдэг байна. Стандарт арга, тогтмолуудыг ашиглан хүндийн хүчний бүрэн засварыг Scintrex, Lacoste&Romberg, Worden баражинд оруулж бүрэн засварлагдсан Буге гажлыг дэлхийн стандарт эллипсоид (сфероид) гадаргуу дээр тооцоолж гаргах шаардлага гравиметрийн хайгуул, судалгааны ажлын өмнө тавигдаж байна.

Дэлхий нийтийн эллипсоид WGS84 нь агаар мандал, далайг оролцуулсан дэлхийн массын төвд координатын эхтэй координатын системтэй ГЕОДЕЗИЙН ЭЛЛИПСОИД юм. Эллипсоид WGS84 нь дэлхийн хэмжээ, хэлбэр түүний гравитацийн болон соронзон орныг тодорхойлогч багц тогтмолууд ба параметруудээр илэрхийлэгдсэн бүрэн засварлагдсан Буге гажлыг илэрхийлж гаргах тулгуур гадаргуу (Datum-газар зүйн байршил тодорхойлохын тулд референци эллипсоидыг хувирган шилжүүлэх багц параметрууд) юм. Иймээс WGS84 эллипсоид нь глобал координатын системтэй дэлхийн

стандарт эллипсоид гэж тооцогдож бүх төрлийн топогеодезийн хэмжигч багаж тоног төхөөрөмж өндрийн хэмжээг энэ эллипсоидын гадаргуугаас эхлэн тооцон хэмжиж байгаа учраас энэ журмыг даган мөрдөхөд энэ WGS84 тулгуур эллипсоидын тухай мэдэж байх шаардлагатай.

Хүснэгт 3.2. Эллипсоидуудын нэрс ба тэдгээрийн параметрууд

name	a	b	1/f	f	e
Laplace 1802	6376615	6355776.4	306.0058	0.003268	0.08078
Bohnenberger 1809	6376480	6356799.51	324	0.003086	0.07851
Zach 1809	6376480	6355910.71	310	0.003226	0.08026
Zach-Oriani 1810	6376130	6355562.26	310	0.003226	0.08026
Walbeck 1820	6376896	6355834.85	302.78	0.003303	0.08121
Everest 1830	6377276	6356075.4	300.8	0.003324	0.08147
Bessel 1841	6377397	6356078.96	299.1528	0.003343	0.08170
Struve 1860	6378298	6356657.14	294.73	0.003393	0.08231
Clarke 1866	6378206	6356583.8	294.98	0.00339	0.08227
Clarke 1880	6378249	6356514.87	293.465	0.003408	0.08248
Hayford (Int'l) 1924	6378388	6356911.95	297	0.003367	0.08199
Krassovsky 1940	6378245	6356863.02	298.3	0.003352	0.08181
GRS67	6378160	6356774.52	298.2472	0.003353	0.08182
GRS80	6378137	6356752.31	298.2572	0.003353	0.08182
WGS84	6378137	6356752.31	298.2572	0.003353	0.08182
Mars (MOLA)	3396200	3376200	169.81	0.005889	0.10837

WGS84 стандарт эллипсоидыг түүний их тэнхлэгийн хагас ($a=6378137.0\text{м}$), шахалтын коэффициент ($1/f=298.257223563$), өнцгийн харьцангуй дундаж хурд ($\omega=7292115 \cdot 10^{-11}$ рад/сек), дэлхийн төвтэй давхцсан хүндийн хүчний тогтмол ($GM=3986004.418 \cdot 10^8$ м³/сек²) гэсэн дөрвөн параметрээр тодорхойлдог. Дэлхий даяар мөрдөгдөж буй стандарт WGS84 эллипсоидын параметрууд бусад эллипсоидуудын параметртэй харьцуулсан хүснэгтийн агуулгыг

дагаж мөрдөх журамд тусгав. Хүснэгт 3.2.

Дэлхийн тулгуур системийн хоорондын зөрөө нь тухайн цаг хугацаанд тодорхойлсон дэлхийн эллипсоид хэлбэрийг тодорхойлогч түүний их ба бага хагас тэнхлэгийн зөрөөгөөр илэрдэг байна. Энэ зөрөөний улмаас байршил зүйн хувьд хойд чиглэлд 2000м, зүүн чиглэлд 60-70м зөрж газар зүйн мэдээллийн системийн программууд дээр илэрдгийг анхаарах шаардлагатай.

3.3. Гравиметрийн хээрийн ажлын аргачлал ба технологи

Гравиметрийн хайгуулын ажлын хэмжилтийн чанарын асуудлын гол цөм нь WGS84 стандарт эллипсоидоос өндөр тодорхойлдог топо геодезийн багаж ашиглагдаж байгаа өнөө үед хээрийн шатны хэмжилтэнд хийх засваруудыг WGS84 стандарт эллипсоидод тохирсон байдлаар бүрэн гүйцэд хийж, улмаар Бугегийн бүрэн засварлагдсан гажил (Complete Bouguer Anomaly) тооцоолон гаргаж, дараагийн шатны суурин боловсруулалтанд шилжүүлэхэд оршино.

3.3.1. Гравиметрийн багажыг ажилд бэлдэх

CG-5 багажийг 48 цагаас илүү хугацаанд унтраасан байдалд байлгасан тохиолдолд хэмжилт хийхийн өмнө дараахь хүлээлт ба багаж шалгах шалгалтын үйл ажиллагааг хийсэн байна.

3.3.1.1. Багажтай танилцах, багажны тогтмол параметруудийг шалгахын тулд эхлээд 220 вольтын (батерей тэжээлийг салгасан байна) адаптерыг багажинд холбоод багажыг ажиллах орчины ижил температуртай цементен бат бэх суурь дээр байрлуулж температурыг тэнцвэржүүлэх зорилгоор 4 цаг хүлээнэ.

3.3.1.2. Батерейг хийсний дараа 48 цаг хүлээнэ.

3.3.1.3. Хүлээлтийн дараа багажтай танилцах, түүний тогтмолуудыг мөн тэр байран дээр нь багажны ашиглалтын зааврын дагуу багажыг давтан хэмжих авто (auto repeat) горимонд оруулж хэмжилт хийлгэж тодорхойлж шалгаад үр дүнг баримтуулсан

байна. Энэ хэмжилтийн үед адаптерыг салгаж, хэмжилт дууссаны дараа залгаж байх шаардлагатай.

3.3.1.4. 3.3.1.1.-д заасан суурин дээр хэмжилт хийх горимын сонголтуудыг хийж, 24 цагийн турш auto repeat mode горимоор хэмжихэд хэмжилтээр тогтоогдож буй гулсалтын хэмжээ (drift) багажны техникийн үзүүлэлтэнд заасан гулсалтын хэмжээтэй ижил байх шалгалт хийсэн байна. Багажны үйлдвэрээс тогтоосон бусад тогтмолуудыг (G.Cal1, TiltXSens, TiltYSens) тус бүрт нь шалгаж баримтжуулсан байна.

3.3.1.5. Эдгээр шалгалтыг хийж дууссаны дараа хээрийн ажилд ашиглаж болно.

3.3.2 Гравиметрийн багажны хадгалалт ба тээвэрлэлт

3.3.2.1. Гравиметрийн багажыг хээрийн ба суурин нөхцөлд бусад багаж тоног төхөөрөмжнөөс тусад нь халаалтгүй, ажлын орчины температуртай ижил байх хамгаалалтын түгжээтэй байгууламжинд хадгалах шаардлагатай.

3.3.2.2. Гравиметрийн багажыг үйлдвэрээс нь гаргасан маш зузаан зөөлөвч доторлогоотой, бат бэх, түгжээтэй зориулалтын хайрцаг саванд хийж, хэрэв авто хөсгөөр тээвэрлэх тохиолдолд тээврийн жолоочид тээвэрлэлт хийхэд анхаарч мөрдөх зохих зааварчилгааг өгч баримтжуулсан байна.

3.3.3. Монгол улсын өндрийн ба гравиметрийн тулгуур цэгийн сүлжээ

Гравиметрийн зураглалын бүх цэгүүдийн хэмжилтийг улсын гравиметрийн сүлжээний зохих шатны түвшинд оруулахын тулд гүйцэтгэгч дараахь сүлжээнүүдийн ашиглалтын талаар зохих хэмжээний мэдлэг, мэдээлэлтэй байхаас гадна гравиметрийн зураглалыг CG-5, DGPS ашиглаж хийх тохиолдолд холболтонд геодезийн өндөр дамжуулан ашигласан байна. Геодезийн өндрийн (ellipsoid height) сүлжээний цэгийн өндрийн утгатай цэгтэй нэг байрлалтай гравиметрийн тулгуур цэгийн утгыг тус тус холболтонд

ашигласан байхыг шаардана. Жишээ нь: Баянхонгор аймгийн төвийн гравиметрийн I ангийн цэгийн хүндийн хүчний утгыг GPS сүлжээний цэгтэй холбосон холболтын эллипсоид өндрийг дамжуулан ашигласан байх.

3.3.3.1. Өндрийн сүлжээ

Монгол улсын өндрийн тулгуур сүлжээ болж байгаа нивелирийн 2-р ангийн сүлжээ 52 шугам ба 22 полигоноос (нийт 13.6 мянган км урт) тогтоно. Полигоны периметр нь 370-аас 2300 км урт бөгөөд шугамыг 6-12 км тутам хөрсний репер, 70-150 км тутамд суурь реперээр бэхэлсэн. Өндрийн сүлжээний эхлэлийг Балтийн тэнгисээс авч, өндрүүдийг ортометрийн системд бодсон юм. Нивелирийн 2, 3, 4 ангийн нийт 5627 цэг бүртгэгдсэн байна.

3.3.3.2. Гравиметрийн сүлжээ

Гравиметрийн I ангийн сүлжээг байгуулахдаа УГЗЗГ-аас эрхлэн ЗХУ-ын (хуучин нэрээр) мэргэжилтнүүдийн тусламжтайгаар 1983 оны 8-р сараас 1984 оны 10-р сард хийж гүйцэтгэсэн байна. Гравиметрийн I ангийн сүлжээ нь 17 дүүжингийн ба 29 гравиметрийн хэмжилтийн 15 битүү полигоноос бүрддэг. Гравиметрийн I ангийн сүлжээ нь гравиметрийн гол пункт ба гравиметрийн I ангийн 23 пункттэй. Нэг пункт 70 мянган кв.км талбайд үйлчилж байхаар тооцоолжээ. Гравиметрийн I ангийн пунктуудыг төв суурин газар аймгийн төвүүдийн нисэх онгоцны буудалд 3.6-5.0 метрийн гүн суулгасан байна. Гравиметрийн гол пункт 0001 нь Улаанбаатар хотод Алтай зочид буудлын хонгилд байрладаг. Гол гравиметрийн пункт нь Буянт-Ухаа дахь 0049, Хүрэл тогоот дахь 1411 гэсэн хоёр орлох пункттэй. Гол гравиметрийн пунктийг олон улсын Ледовийн пункттэй холбосон бөгөөд хэмжилтийг дүүжинт комплект “Агат” дөрвөн ширхэг багажаар хийж гүйцэтгэсэн байна. Хэмжилтийн дундаж квадрат алдаа нь ± 0.021 мГаль байна. Гравиметрийн гол пунктын параметруудийг хүснэгт 3.3.3.2.-д харуулав.

Хүснэгт 3.3.3.2. Гравиметрийн гол цэгүүд, түүний параметрууд

Гол пунктын нэр	Цэгийн тэмдэглэгээний өндөр, м	Солбилцол, өргөргө, уртраг	Ортометрийн өндөр, м	Хүндийн хүчний утга, мгл	Дундаж квадрат алдаа
UB_0001	0.13	47° 55' 27" 106° 56' 12"	1316.837	980430.623	0.021
Khurel Togoot	0.46	47° 51' 52" 107° 03' 10"	1594.681	980359.329	0.014
Buyant Ukhaa	0.0	47° 51' 11" 106° 45' 21"	1266.703	980441.230	0.012

Гравиметрийн II ангийн тодорхойлолтыг 1987 оны 6-р сараас 11-р сар, 1988 оны 5-р сараас 8-р сар хүртэл хийж гүйцэтгэсэн байна. Гравиметрийн II ангийн 103 пунктүүд нь сумдын нисэх онгоцны хуучин буудал, цаг уурын ажиглалтын талбайд байрлах бөгөөд гравиметрийн тодорхойлолтыг ГАГ-2 комплект гравиметр багажаар шууд, урвуу хоёр удаагийн хэмжилтээр хийсэн. Хэмжилтийн дундаж квадрат алдааны дундаж утга нь ± 0.05 мГаль байсан байна. Эдгээр I, II зэргийн ангилалын ба гол пунктүүдтэй гравиметрийн зураглалын талбайн сонгосон цэгийг холбож тэр цэгт хүндийн хүчний утгыг дамжуулан шинээр III ангилалын тор үүсгэн ашиглах юм.

3.3.3.3 Хиймэл дагуулын сүлжээ

Монгол улсын хиймэл дагуулын сүлжээг 1997-1998 оны хооронд байгуулсан бөгөөд сүлжээний 34 цэгийг улсын триангуляцийн болон гравиметрийн 2-р ангилалын сүлжээний цэгүүдээс сонгож авсан. GPS-ийн хээрийн хэмжилтийг хоёр долгионы өндөр нарийвчлалтай Trimble 4000SSI маркийн хүлээн авагчаар хэмжсэн байна. ITRF системийн (ITRF-олон улсын дэлхийн координатын систем ба WGS 84 системийн хооронд 10 см алдааны зөрөө гарна) сүлжээний байнгын 7 станцыг өөрийн орны 4 станцитай холбож 7 хоногийн турш тасралтгүй хэмжсэн байна. GPS сүлжээг MON-REF 97 гэж нэрлэсэн. Энэ сүлжээний цэгүүдийн өндрийг геодезийн буюу эллипсоидоос хэмжсэн байгааг анхаарах хэрэгтэй. Аймаг тус бүрт цөөн тооны цэгүүд хуваарилагдан тодорхойлогдсон байна.

Булган аймагт Гурванбулаг, Баян-Агт, Хутаг-Өндөр, Тэшиг сумдад Монгол улсын GPS-ийн сүлжээний цэгийн солбилцол, өндрийн утгыг тодорхойлогдсон байна.

3.4. Гравиметрийн зураглалын чанарын үнэлгээ (QA/QC)

Гравиметрийн зураглалын ажилд ашиглаж байгаа дэлхийн ангилалын тулгуур цэгийн нарийвчлал 0.01-0.05 мгл, I ангилалын цэгийн хүндийн хүч тодорхойлсон нарийвчлал 0.03-0.05 мгл, II ангилалын цэгийн хүнтийн хүч тодорхойлсон нарийвчлал 0.1-0.03 мгл хязгаар дотор байх шаардлага тавигддаг. Улаанбаатар хот дахь Алтай зочид буудлын хонгилд байгуулсан UB 0001 дугаартай гравиметрийн улсын ангилалын тулгуур цэгийн хүндийн хүчний утгыг ± 0.021 мгл, II ангилалын цэгүүдийн хүндийн хүчний тулгуур утгыг ± 0.05 мгл нарийвчлалтай тогтоосон байна. Орчин цагт өргөн ашиглагдаж буй CG-5 гравиметрийн нэг цэг дээрхи олон удаагийн давтан хэмжилтийн нарийвчлал 0.001 мгл, өдрийн гулсалт (drift) 0.02мгл/өдөр байгааг харгалзан үзэхэд III -ангилалын тулгуур цэгүүдийн (base station) зураглалын нарийвчлалыг 0.02 мгл, хэмжилтийн үндсэн цэгүүдийн (station, рядовые) зураглалын нарийвчлалыг 0.04 мгл хүртэл байх шаардлага тавих ба энэ нь гравиметрийн зураглалын ажлын чанарын үнэлгээ хийх гол шалгуурын нэг байна.

3.4.1. Дэлхийн стандарт WGS 84 эллипсоид (сфероид) гадаргуу дээр хийх гравиметрийн тооцооны засварууд

3.4.1.1 Эллипсоид WGS 84 гадаргуу дээрх хүндийн хүчний хэвийн орны тооцоо (Normal Gravity Calculation)

Эллипсоид буюу сфероид харьцуулах гадаргуугийн тулгуур систем нь WGS84, GRS80 мөн бөгөөд харьцуулах гадаргуу ба тулгуур систем нь ижил нэг ойлголттой юм. Хүндийн хүчний онолын эллипсоид гадаргууг 1980 оны Геодезийн Харьцуулах Тулгуур Системд (GRS80) үндэслэсэн Сомиглианы (Somigliana) битүү хэлбэрт зориулсан томьёог ашиглан 2002 онд Хильдебранд

дэлхийн бөмбөрцгийн хойд, урд хагасын аль ч өргөрөгт хүндийн хүчний хэмжээг тодорхойлж болох дараахь томъёог гарган авсныг ашиглана:

$$g_{\varphi} = g_e \frac{1 + k \sin^2 \varphi}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}}$$

Энэ томъёонд хүндийн хүчний хэмжээг харьцуулж гаргах эллипсоид GRS80 гадаргуугийн параметрууд өгөгджээ:

$g_e = 978032.67715$ мгал (normal.gravity.equator.WGS84 = 978032.67714 мгал),

$k = 0.001931851353$ коэффициент,

$e^2 = 0.0066938002290$ коэффициент.

Эдгээр коэффициентийг дээрх томъёонд орлуулбал:

$$\text{normal.gravity.WGS84} = \frac{978032.67714 * (1 + 0.00193185138639 * \sin^2 x)}{\sqrt{1 - 0.00669437999013 * \sin^2 x}}, \text{ mgl}$$

болох ба Excel макро програмын тооцоог :

normal.gravity.WGS84=100000*9.7803267714*((1+0.00193185138639*(SIN(L3*(PI()/180)))^2)/(SQRT(1-0.00669437999013*(SIN(L3*(-PI()/180)))^2))), mgl

гэж хийнэ. Өргөргийн утгыг аравтын илэрхийлэлээр оруулах ба үүнийг

$$x = dd * \frac{\pi}{180}$$

шилжүүлэх шаардлагатай.

3.4.1.2 Агаар мандлын эффектийн засвар (Atmospheric effect Correction)

GRS80 эллипсоид дээр харьцуулсан гравиметрийн хэмжилтийн цэгийн өндөрт (H) харгалзах коэффициентүүдээр

илэрхийлэгдэх тэгшитгэлээр агаар мандлын массын нөлөөг хасах замаар энэ засвар хийгддэг байна.

$$g_{atm} = 0.874 - 0.000099 * H + 0.00000000356 * H^2$$

Excel:

$$=ROUNDUP((0.874-0.000099*N3+0.00000000356*N3^2),2)$$

N3 – excel программын баганы дугаар

3.4.1.3. Өндрийн засвар (Heigth Correction)

Гравиметрийн ажиглалт хийгдэж хэмжсэн хэмжилтүүдийн утга нь дэлхийн төвөөс холдох тутамд багасдаг. Иймээс ямар нэгэн цэг дээрх хэмжилтээр ажиглагдсан хүндийн хүчний хэмжээг хүндийн хүчний хүлээн зөвшөөрөгдсөн онолын эллипсоид (сфероид) гадаргуу дээр тооцоогоор ажиглагдах ёстой хүндийн хүчний хэмжээтэй харьцуулж жиших шаардлагатай учраас хэмжилтээр хүндийн хүчний хэмжээг тодорхойлох ажиглалт хийсэн цэгийн өндрийн хэмжээгээр тулгуур эллипсоид (сфероид) гадаргуу дээр уг цэг засагдан буух засвар буюу залруулгыг дараахь томъёогоор хийдэг (Hildebrand, 2002):

$$g_H = -0.308769097 * H + 0.000439773125 * H * \sin^2 \chi + 0.0000000721251838 * H^2$$

Excel макро нь:

$$= -0.308769097*N3+0.000439773125*N3*((\text{SIN}(L3*(-\text{PI}()/180)))^2) + 0.0000000721251838*N3^2$$

энэ томъёонд ба L3 -- өргөрөг аравтын бутархай утгаар, ба N3 -- RTK DGPS-ээр тодорхойлсон гравиметрийн ажиглалтын цэгийн өндрийн утга.

L3, N3 – excel – ийн боловсруулалтын программын баганы дугаар

3.4.1.4. Буге сферлэг засвар буюу завсарын нимгэн үеийн засвар (Bouguer Spherical Cap Correction)

Ажиглалтаар тодорхойлогдсон хүндийн хүчний утгыг эх газрын чулуулаг бүрхүүлийн 166.7 км радиус дотор муруйж тахийсан хавтангийн нягтын дундаж утгатай (2.67 г/см^3) болгох засварыг Буге сферлэг засвар (Hildenbrand, 2002) буюу залруулга гэж нэрлэж хийнэ.

$$\text{Үндсэн томъёо нь: } g_{sc} = 2\pi G\rho(\mu h - \lambda R)$$

μ , λ - эзлэхүүний коэффициентүүд; G - Ньютоны хүндийн хүчний тогтмол = $6.6725985 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ сек}^{-2}$; ρ - сферлэг хавтангийн нягт = 2670 кг м^{-3} ; h - GRS80 тулгуур эллипсоид дээрх ажиглалтын цэгийн өндөр, км; R - дэлхийн дундаж радиус ба гравиметрийн ажиглалтын цэгийн хосломол өндөр, км.

Excel:

=(N3-VLOOKUP(N3,'Bullard B Table'!\$A\$4:\$B\$67,1))*((VLOOKUP(N3+100,'

Bullard B Table'!\$A\$4:\$B\$67,2)-VLOOKUP(N3,'

Bullard B Table'!\$A\$4:\$B\$67,2))/100)+VLOOKUP(N3,' Bullard B Table'!\$A\$4:\$B\$67,2)+2*(PI())*(0.00000000006673)*N3*2670*100000

(Hm-Hm1) *((Hm+100m) mgal-Hm,mgal)/100+Hm,mgal+2*-PI*0.00000000006673* Hm*2670*100000

VLOOKUP (N3,'Bullard B Table'!\$A\$4:\$B\$67,1) ----- 'Bullard B Table' хүснэгтийн 1-р багананд N3-өндрийн утгыг A4:B67 нүдэнд хайж ижил тоог олоод 1-р баганаасаа буцааж хариу болгон өгнө. Хэрэв N3 тай ижил тоо байхгүй бол түүнээс бага өмнөх тоог хүснэгтнээс олж буцаана.

VLOOKUP (N3+100,'Bullard B Table'!\$A\$4:\$B\$67,2) ----- 'Bullard B Table' хүснэгтийн 1-р багананд N3+100 - өндрийн утгыг A4:B67 нүдэнд хайж олоод олсон мөрний дагуу 2-р багананд байгаа утгыг хариу болгон буцааж гаргана. Хэрэв N3+100 тай ижил тоо байхгүй бол түүнээс бага өмнөх тоог хүснэгтнээс олоод түүнд харгалзах тоог 2-р баганаас олж буцаана.

VLOOKUP (N3,'Bullard B Table'!\$A\$4:\$B\$67,2) ----- 'Bullard B Table' хүснэгтийн 1-р багананд N3 - өндрийн утгыг A4:B67 нүдэнд хайж олоод олсон мөрний дагуу 2-р багананд байгаа утгыг хариу болгон буцааж гаргана. Хэрэв N3 тай ижил тоо байхгүй бол түүнээс бага өмнөх тоог хүснэгтнээс олоод түүнд харгалзах тоог 2-р баганаас олж буцаана.

3.4.1.5. Буллардын (Bullard) засвар

Завсарын нимгэн хавтан үеийн (simple bouguer slab correction or bullard a) засвар хийсэн хүндийн хүчний гажлыг энгийн Буге гажил гэж нэрлэж байна. Завсарын нимгэн хавтанг 166.738 км радиусын хэмжээнд завсарын муруй хавтангаар (curvature correction or bullard b correction) сольж, тухайн цэг орчмын топо-гадаргуугийн нөлөөг (terrain correction or bullard c) засварласан хүндийн хүчний гажлыг гүйцэд засварлагдсан Буге гажил гэж нэрлэдэг байна.

Буллардын засварыг өндрийн олон гишүүнт тэгшитгэлээр тооцоолж олсон хүснэгтийн тусламжтай хийдэг байна.

$BB \approx Ah + B + C \rightarrow$ Bullard B (Bouguer) хүндийн хүчний Буллардын эффект, мгал; h- өндөр, метрээр

$$A = 1.464 \text{ Ч } 10^{-3}; B = -3.533 \text{ Ч } 10^{-7}; C = 4.5 \text{ Ч } 10^{-14}$$

3.4.1.6. Гадаргуугийн хүндийн хүчний нөлөөг засварлах (Terrain Correction)

CG-5 гравиметр хэмжилтийн үед гадаргуугийн нөлөөний засварыг инклинометрийн тусламжтайгаар эргэн тойрны талбайг 10м, 35м, 112м зайнд 6 цацрагаар хуваахад үүссэн 6 секторт таарах

өндөрлөгийн зөрөөний цэгүүдийн налууг өнцгөөр багажинд ээлжлэн хэмжиж оруулахад багажны заалтанд үзүүлж буй гадаргуугийн хүндийн хүчний нөлөөг ойрын зайнд тооцоолон хэмжилтэнд засвар хийх шаардлагатай.

3.4.1.1.-3.4.1.6. хүртэлх засваруудыг цэг тус бүр дээр хэмжилтээр бодогдож ажиглагдсан хүндийн хүчний утганд хийснээр бүрэн засварлагдсан Бугегийн гажил тооцоологдож гарна.

Complete Bouguer Anomaly= ObsAbsGravity-(NormalGravity+HeightCorr+AtmSphereCorr+ +BouguerSphericalCapCorr-TerrainCorr) Хэмжилтээр ажиглагдсан хүндийн хүч тооцоолох (Observed Absolute Gravity) $g_{\text{obs.abs.gravity}} = g_{\text{reading.common.point}} - g_{\text{reading.reference.point}} + g_{\text{gravity.reference.point}} + \text{DC Shift}$ гэсэн үндсэн томъёогоор бодно. Энд $g_{\text{reading.common.point}}$ – хэмжилтийн цэгийн хэмжилт, мгл; $g_{\text{reading.reference.point}}$ – гравиметрийн сүлжээний тулгуур цэг дээрх хэмжилт, мгл; $g_{\text{gravity.reference.point}}$ – гравиметрийн сүлжээний тулгуур цэг дээр тодорхойлсон хүндийн хүчний утга, мгл.

AG1		Complete Bouguer Anomaly (mGal)																					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	Day/Station	Date	Time	Duration	Latitude	Longitude	Height	Temp	Pressure	Humidity	Wind	Cloud	Visibility	Barometer	Altimeter	Leica/Trimble/Other	Trimble/Leica/Other	Trimble/Leica/Other	Trimble/Leica/Other	Trimble/Leica/Other	Trimble/Leica/Other	Trimble/Leica/Other	Trimble/Leica/Other
2	Example 001	2023/04/01	10:00	0:00	46.51	32.418	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
3	Example 001	2023/04/01	10:11	3:00	46.51	31.907	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
4	Example 001	2023/04/01	10:26	3:25	46.51	31.220	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
5	Example 001	2023/04/01	10:39	3:47	46.51	30.712	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
6	Example 001	2023/04/01	10:50	3:58	46.51	30.030	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
7	Example 001	2023/04/01	11:03	4:25	46.51	30.570	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
8	Example 001	2023/04/01	11:14	4:55	46.51	30.045	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
9	Example 001	2023/04/01	11:25	4:25	46.51	30.565	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
10	Example 001	2023/04/01	11:35	4:57	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
11	Example 001	2023/04/01	11:46	5:10	46.51	30.535	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
12	Example 001	2023/04/01	11:56	5:20	46.51	31.274	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
13	Example 001	2023/04/01	12:06	5:32	46.51	31.274	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
14	Example 001	2023/04/01	12:16	5:44	46.51	31.274	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
15	Example 001	2023/04/01	12:26	5:56	46.51	31.274	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
16	Example 001	2023/04/01	12:36	6:10	46.51	30.560	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
17	Example 001	2023/04/01	12:46	7:38	46.51	30.560	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
18	Example 001	2023/04/01	12:56	7:10	46.51	30.560	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
19	Example 001	2023/04/01	13:06	8:01	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
20	Example 001	2023/04/01	13:16	8:20	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
21	Example 001	2023/04/01	13:26	8:37	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
22	Example 001	2023/04/01	13:36	8:50	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
23	Example 001	2023/04/01	13:46	9:00	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
24	Example 001	2023/04/01	13:56	9:10	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
25	Example 001	2023/04/01	14:06	9:22	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
26	Example 001	2023/04/01	14:16	9:37	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
27	Example 001	2023/04/01	14:26	9:45	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
28	Example 001	2023/04/01	14:36	9:59	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
29	Example 001	2023/04/01	14:46	10:08	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
30	Example 001	2023/04/01	14:56	10:20	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
31	Example 001	2023/04/01	15:06	10:32	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
32	Example 001	2023/04/01	15:16	10:42	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
33	Example 001	2023/04/01	15:26	10:51	46.51	31.236	170	15.0	1000.0	60.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

AG1		Complete Bouguer Anomaly (mGals)										
	V	W	X	Y	Z	ΔA	ΔB	ΔC	ΔD	ΔE	ΔF	ΔG
1	Tide	Tide	Mean Drift	Drift & Tide	DC Shift	Theoretical	Height	Net Effect	Bouguer	Terrain	Observed	Complete
2	(mGal)	Corrected (mGal)	(mGal)	(mGal)	(mGal)	(mGal)	Correction (mGal)	(mGal)	Spherical Cap (mGal)	(mGal)	Absolute Gravity (mGal)	Bouguer Anomaly (mGal)
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
H B F Gravity												
Bulford B Table Calb. Table Absolute Base Meters												

Зураг 3.4.1.6.1. EXCEL программын макро программчлал ашиглан бүрэн засварлагдсан Буге гажлыг тооцоолон гаргах хүснэгтний эхний ба сүүлийн хэсгийн хуулбар

Энд багажны кварц системийн өөрчлөлтийн засварыг урьдчилан байгуулсан тулгуур цэгүүдийн сүлжээг ашиглан хийнэ. Кварц системийн цаг хугацааны өөрчлөлтийн засварыг (DC Shift-Drift Correction Shift, CG-5 багажных 0.02 мгл/өдөр) хийх хугацааг тооцохдоо техникийн энэ өндөр үзүүлэлтийг харгалзан гравиметрийн зураглалыг өндөр бүтээмжтэй хийх боломжийг энэ багаж олгож байгаа ба өдөрт 8 цаг ажиллана багажны гулсалт (DC shift) шугман хамааралтай гэвэл цагт $0.02/8=0.0025$ мгл/цаг өөрчлөлттэй байх ба энэ нь CG-5 багажны хэмжилт хийх нарийвчлал 0.001мгл утгаас 0.0015мгл утгаар их байгааг харгалзан багажны кварц системийн гулсалт мянганы нарийвчлалаар тохирох

буюу тэг өөрчлөлтэй байхаар тулгуур цэгүүдийн байршил ба тоог тогтоох шаардлагатай.

Төвийн тулгуур цэгтэй сүлжээ ашиглан гравиметрийн зураглал хийх тохиолдолд хамгийн эхний өдрийн ашигласан тулгуур цэгийн хэмжилтийн түвшинд дараагийн өдрүүдийн тухайн тулгуур цэг дээр хийгдсэн хэмжилтүүдийг оруулна. Үүний тулд дараагийн өдрүүдийн хэмжилтүүдийг эхний өдрийн хэмжилтээс тус бүр хасч нэг түвшинд оруулна. Зураг 3.4.1.6.1. - 3.4.1.6.4.

B1		fx	Gravity meters	
	A	B	C	D
1	#	Gravity meters	Selected meter #:	3
2	1	LaCoste & Romberg		
3	2	Worden		
4	3	Scintrex		
5				
	A	B	C	D
1	Absolute Base Station Information			
2	Station Name*	Example		
3	Latitude	46.88333		
4	Longitude*	-117.3667		
5	Ellipsoidal elevation (m)*	579.62		
6	Absolute Gravity (mgals)	980565.46		
7	Gravity Meter Readings			
8	Date*	1/21/2006		
9	Time*	17:09		
10	Counter ¹			
11	Converted ¹			
12	Measured gravity (mGals) ^{1,2,3}	4163.8218		
13	Tide ^{1,2}			
14	DC Shift ^{1,2,3}	-5.89		
15	Drift ^{1,2}			
16	Final Reading	4157.93		
17				
18				
19	Notes			
20	* Optional information			
21	¹ Required for LaCoste-Romberg gravimeter data			
22	² Required for Worden gravimeter data			
23	³ Required for Scintrex gravimeter data			

Зураг 3.4.1.6.2. Багажны төрөл ба тулгуур цэгийн мэдээллийг Excel хүснэгтэд бэлдэх нь

A1		Calibration Table						
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Calibration Table							
2								
3								
4	Counter	Cumulative	Factor Interval					
5	0	0	1.02272					
6	100	102.27	1.02265					
7	200	204.54	1.02259					
8	300	306.8	1.02254					
9	400	409.05	1.0225					
10	500	511.3	1.02248					
11	600	613.55	1.02246					
12	700	715.8	1.02246					
13	800	818.04	1.02246					
14	900	920.29	1.02247					
15	1000	1022.53	1.0225					
16	1100	1124.78	1.02253					
17	1200	1227.04	1.02257					
18	1300	1329.29	1.02262					
19	1400	1431.56	1.02267					
20	1500	1533.82	1.02273					
21	1600	1636.1	1.0228					
22	1700	1738.38	1.02288					
23	1800	1840.66	1.02296					
24	1900	1942.96	1.02305					
25	2000	2045.26	1.02314					
26	2100	2147.58	1.02323					
27	2200	2249.9	1.02333					
28	2300	2352.24	1.02344					
29	2400	2454.58	1.02355					
30	2500	2556.93	1.02366					
31	2600	2659.3	1.02377					
32	2700	2761.68	1.02389					
33	2800	2864.07	1.024					
Gravity		Bullard B Table		Calib. Table	Absolute Base		Meters	

Зураг 3.4.1.6.3. Lacoste-Romberg, Worden багажны хэмжилтийн хуваарийн тоог хувиргахад ашиглах тохиргооны мэдээлэлтэй хүснэгт

B3		fx		mgals					
	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Bullard B Table								
2									
3	Height (m)	mgals							
4	0	0							
5	100	0.143							
6	200	0.279							
7	300	0.407							
8	400	0.529							
9	500	0.644							
10	600	0.751							
11	700	0.852							
12	800	0.945							
13	900	1.032							
14	1000	1.111							
15	1100	1.183							
16	1200	1.248							
17	1300	1.307							
18	1400	1.358							
19	1500	1.402							
20	1600	1.439							
21	1700	1.469							
22	1800	1.491							
23	1900	1.507							
24	2000	1.516							
25	2100	1.518							
26	2200	1.512							
27	2300	1.5							
28	2400	1.481							
29	2500	1.454							
30	2600	1.42							
31	2700	1.38							
32	2800	1.332							
33	2900	1.278							
Gravity Bullard B Table Calib. Table Absolute Base Meters									

Зураг 3.4.1.6.4. Завсарын нимгэн хавтанг 166.738 км радиусын хэмжээнд завсарын муруй хавтангаар (curvature correction or bullard b correction) сольж бодоход ашиглах Буллардын В төрлийн засварын хүснэгт

3.5 Чулуулгийн нягтын тодорхойлолт

Гравиметрийн ажлын дагалдах ажлын нэг хэсэг нь хээрийн ажлын төгсгөлийн шатанд гравиметрийн талбайн гарсан зургийг

талбайн геологийн мэдээлэлтэй хамт дүн шинжилгээ хийж, чулуулгийн нягт тодорхойлох дээж авах байршлыг сонгож, байршил тус бүрээс чулуулгийн шинэ хэмхэдсэн дээжийг 50-иас дээш тоогоор авч, лабораторын хэмжилтэнд илгээж үр дүнг хүлээн авч боловсруулсан байна.

3.6 Гравиметрийн ажлын боловсруулалт ба үр дүнг тайлагнах бүтэц

Гравиметрийн ажлын хэмжилтийн анхан шатны буюу хээрийн боловсруулалтын үр дүнд бүрэн засварлагдсан Буге гажил тооцоологдон гарсан байх ба нягтын хэмжилтийн үр дүнг статистик аргын программаар боловсруулж арифметик дундаж ба модуль утга, стандарт хазайлт зэрэг үзүүлэлтүүдийг гаргасан байна. Тооцоонд модуль буюу олонхи дээжний голч утгыг ашигласан байна. Хүндийн хүчний орны боловсруулалтаар сонирхож буй гүний объектын байршилд тохирох үлдэгдэл физик орныг талбайн хэмжээнд буюу тодорхой сонгосон шугамын дагуу бүрэн засварлагдсан Буге гажлаас ялган авч, түүнд тохирох нягтын зөрөөтэй, хэлбэртэй, гүний геологийн загвараас үүсч байгаа хүндийн хүчний физик орныг тооцоолон, ялган авсан үлдэгдэл физик оронтой харьцуулж боловсруулалт хийсэн байна. Үлдэгдэл гажил ялган тооцоолохдоо дэвшилтэд арга сонгон авч ашигласан байх хэрэгтэй. Гравиметрийн ажлын тайлан дараахь бүтэцтэй байна. Үүнд:

3.6.1. Хүндийн хүчний зарчим ба өөрчлөлтийн тухай (Principles and Variations of Gravity)

3.6.2. Байршил ба эллипсоид өндөр тодорхойлох ойлголт (Location and Elevation Determinations)

3.6.3. Ашиглагдсан гравиметрийн ба байршил зүйн багажны техник үзүүлэлт (Instrumentation)

3.6.4. Тулгуур цэгийн сүлжээг байгуулсан аргачлал, нарийвчлал (Establishing Base Stations)

3.6.5. Гравиметрийн ба эллипсоид өндөр, солбилцолын хэмжилтийг ердийн цэг дээр хүлээн авалт хийх ба нарийвчлал (Data Acquisition)

3.6.6. Бүгегийн гажлын бүрэн засваруудыг хийсэн аргачлал (Reduction of Data)

3.6.7. Бүрэн засварлагдсан Бүгэ гажлын задаргааны арга, үр дүн (Separation of the gravitational field)

3.6.8. Талбайн судалгааны хамрах гүний геологийн тогтоц ба нягт (Geologic Setting and Density Determinations)

3.6.9. Интерпретаци (Interpretation)

3.6.10. Судалгааны ажлын товчоон ба дүгнэлтүүд (Summary and conclusions)

3.6.11. Ашигласан ном, хэвлэлийн жагсаалт (References)

ДӨРӨВ. АГААРЫН ГЕОФИЗИКИЙН АЖЛЫН ЧАНАРЫГ ҮНЭЛЭХ БА ТАЙЛАГНАХ ЗААВАР

Агаарын геофизикийн судалгааны ажлын заавар, түүнд тавигдах шаардлага

Н.Дондог, Г.Мэндсайхан, Б.Мөнхжаргал, Геосан ХХК

4.1. Ерөнхий зүйл

Агаарын геофизикийн судалгаанд соронзон болон гамма-спектрометрийн судалгааг дангаар нь болон бусад геофизикийн аргуудтай хослуулан геологи, тектоникийн нөхцөл байдлыг тодруулах, цацраг идэвхит, ховор, өнгөт болон үнэт металлын эрэл хайгуулд өргөн хэрэглэж байна.

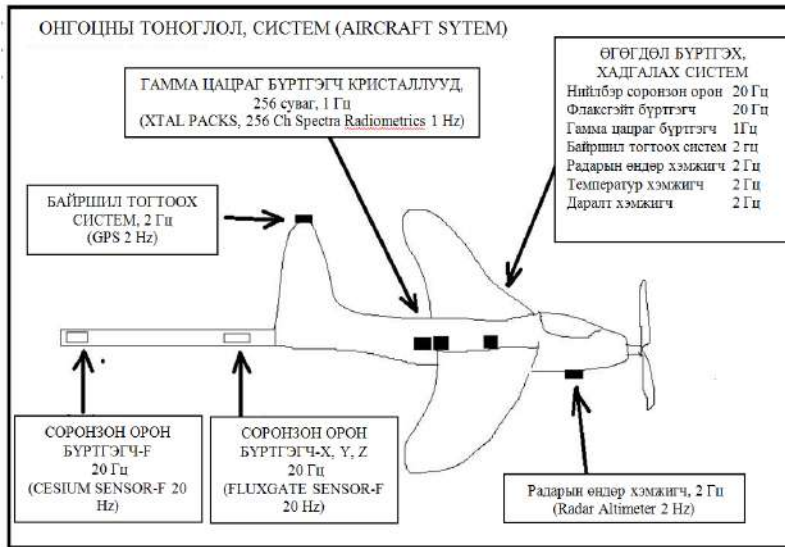
Сүүлийн жилүүдэд энэ аргыг хэрэглэх салбарын хүрээ өргөжиж хөрсний зураглал, гадаргын усны тархалт, давсжилт зэргийг зураглах чиглэлд боловсронгуй болж ирж байна.

4.2. Агаарын геофизикийн ажлын төсөл, төсөв зохиолт

Агаарын геофизикийн судалгаа явуулахаар засгийн газар болон хувийн компаниудаас зарласан гүйцэтгэгчийг шалгаруулах уралдаанд (тендерт) оролцох нь ажлын төсөл зохиох үндэслэл болно. Өнөөдөрийн байдлаар гүйцэтгэгчийг шалгаруулах уралдаанд (тендерт) оролцогчдод ажлын геологийн даалгавар, төсөл зохиоход тавигдах шаардлагууд (техник, аргачлал, ажлын зохион байгуулалт, туслах чанарын ажлууд, тэдгээрийн өртгийг тооцоолох арга гэх мэт)-ыг тусгасан төсөл бичих зааврыг гардуулдаг.

Агаарын геофизикийн судалгааны ажлын багаж тоног төхөөрөмжийн онгоцонд байрлуулах бүдүүвчийг зураг 4.2.-д харуулав.

AIRCRAFT SYSTEM:



The aircraft system only contains passive sensors, ie receivers; with the exception of the radar altimeter which has both a transmitter and a receiver.

Зураг 4.2. Агаарын геофизикийн судалгааны багаж төхөөрөмжийг байрлалын схем

4.3. Агаарын соронзон зураглал

Орчин үед хамгийн их хэрэглэгдэж байгаа агаарын соронзон багажнуудыг (ялангуяа манай оронд хэрэглэгдэж байгаа) дурдвал:

1. Протоны агаарын соронзон багаж нь соронзон орны бүтэн векторыг (T) хэмждэг бөгөөд алдаагүй тогтмол ажиллагаагаар ялгардаг. Өндөр болон дунд зэргийн нарийвчлалтай зураглалын ажилд хэрэглэдэг. Гулсалт байхгүй.

2. Квантын агаарын соронзон багаж нь соронзон орны бүтэн векторыг (T) хамгийн өндөр нарийвчлалтай хэмждэг. Хэмжилтийн

хурдаар онцгой ялгарна.

Онгоцонд бэхлэгдэхээс өмнө агаарын соронзон багаж нь соронзон үүсгүүрээс хол лабораторын нөхцөлд шалгагдсан байх ёстой. Онгоцонд багаж бэхлэхэд зориулсан тусгай төхөөрөмжүүдийг уг онгоцыг үйлдвэрлэсэн үйлдвэрт ерөнхий зохион бүтээгчийн удирдлага дор суурилуулна.

Агаарын соронзон судалгааны ажилд дараахи багаж хэрэгсэл хэрэгтэй.

- Агаарын соронзон багаж
- Байршил тогтоох, өндөр тодорхойлох систем- GPS
- Өндөр хэмжигч багаж
- СОХХ-ийг хэмжих соронзон багаж
- Онгоцны багажнуудыг газар дээр тэжээлээр хангах цахилгаан үүсгүүр
- Онгоцонд байрлах компьютер
- Үндсэн багаж төхөөрөмжийг тохируулах, шалгах, засварлах лабораторын багаж хэрэгслүүд
- Компьютер, принтер
- Өгөгдлийг бичиж хадгалах систем

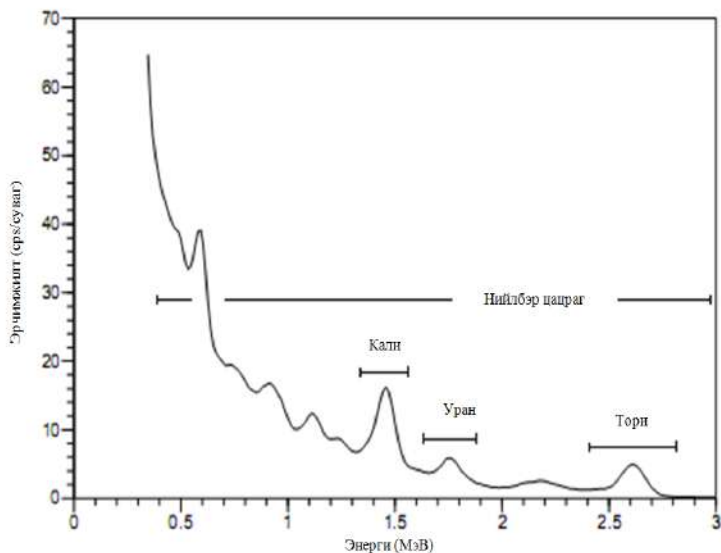
4.4. Агаарын гамма-спектрометрийн судалгаа

Агаарын гамма-спектрометрийн судалгааны үндсэн багаж нь өндөр мэдрэмжит детектор бүхий гамма спектрометр бөгөөд нэмэлт туслах төхөөрөмжүүдэд байршил тогтоох, чиглүүлэх GPS-ийн систем, радиолокацийн өндөр хэмжигч, даралт, температур хэмжигч, өгөгдлийг бичиж хадгалах систем орно.

Агаарын гамма-спектрометр нь хамгийн багадаа 2 ш, тус бүр нь 16 л багтаамжтай детектороос бүрдэнэ. Детектор тус бүр нь 4 ш, 10.2x10.2x40.6 см NaI-ийн дулаан тусгаарлагчтай саванд байрлах кристаллуудаас бүрдэнэ. Спектрометр нь 0-3.0 МэВ энергийн

хооронд багадаа 256 сувагийг тасралтгүй хэмжинэ.

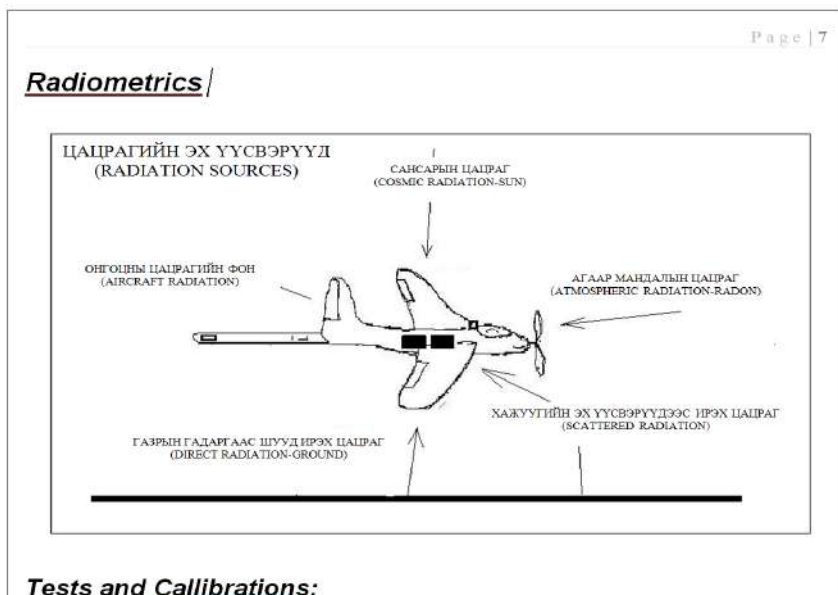
Геологийн бус эх үүсвэр бүхий 3.0-6.0 МэВ энергитэй цацрагийг (сансарын) бүртгэж боловсруулалтанд ашиглана. Зураг 4.4.1.



Зураг 4.4. Гамма цацрагийн спектрийн үндсэн хэлбэр ба элементүүдэд харгалзах энергийн цонх

Хүснэгт 4.4. Олон улсын атомын энергийн агентлагаас (IAEA, 1991) зөвлөмж болгосон геофизикийн судалгаанд ашиглах гамма цацрагийн энергийн цонх

#	Цонхнууд	Энергийн хүрээ (МэВ)	Сувар(Channels)	Цацраг идэвхт нуклид
1	Нийлбэр цацрагжилт	0.400 – 2.810	33 – 238	–
2	Кали	1.370 – 1.570	116 – 133	^{40}K (1.460 МэВ)
3	Уран	1.660 – 1.860	140 – 158	^{214}Bi (1.765 МэВ)
4	Тори	2.410 – 2.810	250 – 238	^{208}Tl (2.614 МэВ)
5	Сансарын цацраг	3.0-6.0		3.0-6.0 (МэВ)



Зураг 4.4.2. Агаарын гамма-спектрометрийн багажинд бүртгэгдэх цацрагын төрлүүд

4.5. Судалгааны ажлын арга аргачлал

4.5.1. Соронзон судалгаа

4.5.1.1. Талбайн агаарын соронзон зураглал ба шугаман судалгааны төрлүүд

Агаарын соронзон зураглалын ажлыг биелүүлэх даалгаврын төрлөөр нь геологийн чиглэлтэй зураглал ба тусгай зориулалтын гэж хуваана.

Агаарын соронзон хайгуулын геологийн чиглэлтэй зураглал нь дотроо талбайн ба шугаман гэж хуваагдана.

Агаарын соронзон хайгуулын шугаман судалгааг талбайтай танилцах маршрутын, нислэгийн тулгуур шугамын сонголт, СОХХ хэмжих тулгуур цэгийн байрлалыг сонгох зэрэгт ашиглана.

Талбайн зураглал нь агаарын соронзон хайгуулын үндсэн гол ажил юм. Энэ ажил нь хоорондоо ижил зайтай зэрэгцээ байрлах шулуун шугамуудаар судалгааг явуулна. Зөвхөн өндөр уулын хүнд нөхцөлтэй бүсд илүү төвөгтэй нислэгийг, түүний дотор муруй шугамаар судалгаа хийнэ.

Агаарын соронзон хайгуулын талбайн судалгааг хэд хэдэн төрөл болгон хуваана.

1. Геологийн судалгааны чиглэлээр – геозураглал ба эрэл-зураглалын гэж ялгана.

Геозураглал гэдэг нь геологийн дүүрэгчлэл ба жижиг масштабын зураглалын ажилд туслах зорилгоор хийсэн жижиг ба дунд масштабын соронзон зураглалын ажлыг хэлнэ. Энэ ажлын туламжтайгаар соронзон орон дээр тэмдэглэгдэж байгаа том болон дунд зэргийн хэмжээтэй геологийн биетүүдийг илрүүлж судална. Үүнийгээ жижиг масштабын геологийн зураг зохиох ажилдаа ашиглана.

Том ба дунд масштабын геологийн зураглалын ажилд туслах зорилгоор эрэл-зураглалын соронзон хайгуулын ажлыг

том масштабаар ($M1:50000$ ба түүнээс том) гүйцэтгэнэ. Талбайн зарим геологийн тогтоцыг тодруулах, хүдрийн тархалтыг хянасан структур ба тектоник хагарлуудыг илрүүлэхэд ашиглана. Заримдаа ашигт малтмал нь соронзон орны өндөр гажил өгч байвал эрлийн ажилд шууд хэрэглэнэ.

2. Масштабаар нь – том ($M1:10000-1:50000$), дунд ($M1:100000-1:200000$), жижиг ($>M1:500000$) масштабын гэж ангилна.

3. Зураглалын дундаж квадратын алдаагаар нь бага нарийвчлалтай ($m_1 > 15$ нтл), дунд зэргийн нарийвчлалтай ($m_1 = 5-15$ нтл), өндөр нарийвчлалтай ($m_1 < 5$ нтл) судалгаанууд гэж ялгана.

4. Талбайг бүрхсэн нислэгийн байдлаар нь: ижил өндөрт ниссэн, газрын гадарга дагаж ниссэн, гадаргын ерөнхий хэлбэрийг дагаж ниссэн, өндөр уулын дүүрэгт судалгаа явуулахаар боловсруулсан тусгай хөтөлбөрөөр ниссэн гэж хуваана.

5. Зураглалын нислэгийн өндрөөр нь: бага өндрийн ($H < 100$ м), дунд зэргийн өндрийн ($H = 100-300$ м), их өндрийн ($H > 300$ м) гэж ангилна.

Бүх талбайг хамруулсан агаарын соронзон зураглалын ажил ба сонирхолтой зарим хэсгийг илүү том масштабаар судалсан нарийвчилсан зураглалын ажил гэж бас ялгана.

4.5.1.2. Талбайн зураглалын масштаб, нислэгийн өндөр, талбайг зураглах арга, чиглэл, маршрутын урт

Зэрэгцээ, шулуун шугамаар явуулах талбайн судалгааны зураглалын масштабыг дараахи томъёогоор тодорхойлно.

$M = 1:100 \cdot d$ d -маршрут хоорондын зай, метрээр.

Жишээ нь: маршрут хоорондын зай нь 100 м байвал судалгааны ажлын масштаб нь $1:10000$ болж байна.

Хэрэв нэвтрэлт бэрхшээлтэй талбайд муруй шугамаар судалгаа явуулбал дараахи томъёогоор тодорхойлно. $M = L:100000$
 $S = l:100000$.

L- судалгааны S км² талбайд явуулах бүх маршрутуудын нийлбэр км. (I- Зураглалын нягтрал буюу 1 км² талбайд оногдох судалгааны шугамын дундаж километр.)

Агаарын соронзон судалгааг а) жижиг б) дунд в) том масштабын гэж баримжаагаар ангилна. Жижиг масштабын судалгаанд 1:2500000, 1:1000000 ба 1:500000 хамаарах ба ихэвчлэн том нуур, далай, тэнгис дээгүүр судалгаа хийхэд ашиглана.

Судалгааны дунд масштабт 1:200000 ба 1:100000 орно. Том масштабын судалгаанд 1:50000, 1:25000 ба 1:10000 хамаарна.

Геологийн шийдэх асуудал ба масштабаас хамааруулж агаарын соронзон судалгааны ажлыг тодорхой өндөрт нисч гүйцэтгэнэ. Талбайд явуулах нислэгийг ерөнхийд нь дөрвөн үндсэн зарчмаар гүйцэтгэдэг байна. Үүнд: а) Далайн түвшнээс дээш нэг тодорхой өндөрт нисэх, б) Газрын гадаргын хэлбэрийг дагаж тодорхой хэмжээний өндөрт нисэх в) Гадаргын ерөнхий хэлбэрийг дагаж нисэх г) Өндөр уулын бүсэд тухайн талбайдаа тохируулан боловсруулсан илүү төвөгтэй бөгөөд тусгайлан бэлтгэсэн шугамын дагуу нислэг үйлдэх. Энэ дөрөв дахь төрлийн нислэгийг явуулахдаа захиалагчтай заавал тохиролцоно. Ажлын төсөл ба тайланд талбайг бүрхсэн нислэгийн схем ба дундаж өндрийг заавал тусгана.

Агаарын соронзон судалгааг нам өндрийн (H<100м), дунд зэргийн өндрийн (H=100-300м) ба их өндрийн (H>300м) гэж хувааж үздэг. Ихэнх тохиолдолд агаарын геофизикийн судалгааг 100-300 метрийн өндөрт явуулдаг байна.

Хүснэгт 4.5.1.2. Янз бүрийн геологийн тогтоцтой талбайд гүйцэтгэх агаарын соронзон судалгааны онцлог шинж чанар

Ажлын талбай	Зураглалын дундаж квадратын алдаа. (нтл)	Шийдэх асуудал	Зураглалын ердийн масштаб	Нислэгийн дундаж өндөр (метр)	Талбайд нисэх ердийн арга
I. Гүнд орших (фундамент) ул чулуу нь зузаан тунамал хурдсаар хучигдсан тал газар (депрессия)	<15 нтл	Тунамал хурдас ба структурыг зураглах, тунамал хурдас дахь ашигт малтмалыг илрүүлэх, ул чулуулгийн бүтэц ба гадаргууг судлах.	1:200000 1:50000 1:25000 1:10000	100-300 м	Нэг тогтмол өндөрт ниснэ.
II. Ул чулуу нь 25-300м хүртэл зузаантай тунамал хурдсаар хучигдсан газар	<15 нтл	Ул чулууг зураглах, түүний тектоник эвдрэлүүдийг судлах, ашигт малтмалын эрэл ба ховроор тунамал хурдсыг зураглах	1:200000 1:50000 1:25000 1:10000	50-300 м а.50-300 м	Нэг тогтмол өндөрт ниснэ.
III.Хучаасгүй, эсвэл бага хучаастай геологийн иж бүрдэл бүхий газарт	<25 нтл	Ашигт малтмалын эрлийн ажил, геологийн зураглалын ажилд нэмэлт мэдээлэл олох, талбайн тектоникийг судлах	1:50000 1:25000 1:10000	Өөрчлөлт багатай соронзон оронтой газарт б.100-500м Өөрчлөлт ихтэй сор. оронтой газарт	Газрын гадарга дагаж нэг тогтмол өндөрт ниснэ.

Эдгээр газарт нислэгийн өндөр нь өргөн хүрээнд хэлбэлзэх бөгөөд урьдын судалгаануудын туршлага болон өндрийн олон түвшинд хийсэн туршилтын нислэгийн үр дүнг задлан шинжлэх замаар сонгоно. Гэхдээ бас геологийн даалгавар, зураглалын нөхцөл (газрын гадаргын хэлбэр, судалгааны шугамын чиглэл, илрүүлэх гажлын хэлбэр ба түүний чиглэлийн тэнхлэг гэх мэт) зэргийг мөн давхар харгалзан үзнэ.

Агаарын геофизикийн судалгааны масштаб нь ажлын зорилго ба геологийн даалгавраас хамаарч өргөн хүрээнд хэлбэлзэнэ.

Геологийн зураглалын ажлыг шинээр явуулахдаа агаарын геофизикийн судалгааг түрүүлж хийж үр дүнг суурь мэдээлэл болгон ашиглах хэрэгтэй. Агаарын геофизикийн судалгааны масштаб нь тухайн геологийн судалгааны масштабаас нэг юмуу хоёр масштабаар том байна.

4.5.1.3. Агаарын соронзон хэмжилтийн үр дүнгийн холболт

Холболт гэдэг нь агаарын соронзон орны хэмжилтийн үр дүнг нэг түвшинд оруулахыг хэлнэ. Судалгаа хийсэн хэд хэдэн тусдаа талбайн соронзон орны үр дүнг нэг түвшинд оруулна. Үүнийг хээрийн болон боловсруулалтын ажлын үе шатуудад хийж гүйцэтгэнэ.

Агаарын соронзон судалгаанд алдаа гаргахад нөлөөлдөг зарим эх үүсвэрийг арилгах, багасгах үүрэгтэй олон үйлдлийн ажиллагааг холболт гэнэ. Протонны, квантын ба бусад төрлийн соронзон багаж хэрэглэн гүйцэтгэсэн дурын масштабтай талбайн агаарын соронзон зураглалын ажилд холболтыг заавал хийнэ.

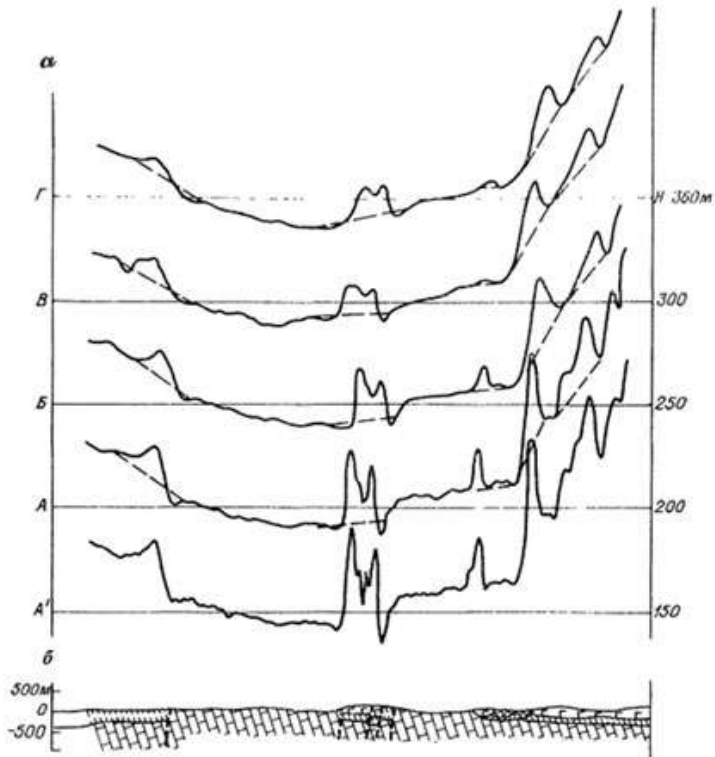
Соронзон орны хоногын хэлбэлзлэл, нислэгийн чиглэл, хөдөлгөөнөөс хамаарсан соронзон орны өөрчлөлтүүдээс алдаа гардаг. Энэ алдааг 0 – тулгуур цэг дээр байрлуулсан СОХХ хэмжих багажны өгөгдөл ба тусгайлан явуулсан нислэгийн үр дүнгээр тооцсон нислэгийн чиглэл, хөдөлгөөн болон бусад засваруудыг хийснээр арилгаж болно.

Тулгуур шугамын сүлжээгээр (ТШС) ба шугамаар давтан хэмжилт (ШДХ) хийх гэсэн хоёр төрлийн аргаар холболтыг гүйцэтгэнэ. Хамгийн сайн арга нь соронзон зураглал хийх явцдаа байгуулсан тулгуур шугамын (ТШС) сүлжээг ашиглан гүйцэтгэсэн холболт юм. Зөвхөн ТШС ашиглан гүйцэтгэсэн холболтын ажил нь чанартай болж чадаагүй нөхцөлд ШДХ аргыг ашиглан холболт хийх, эсвэл энэ хоёр аргыг хослуулан хэрэглэхийг зөвшөөрнө.

4.5.1.4. Тусгай төрлийн агаарын соронзон зураглалын аргачлал.

4.5.1.5. Маршрутын, нарийвчилсан, өндрийн олон түвшний ба тооцоолсон маршрутаар хэмжих

Маршрутын соронзон зураглалыг явуулах журам нь ажлын даалгавар болон нөхцөлөөс хамаарна. Хэрэв маршрутын судалгааг тодорхой шугамаар (МС) геологийн мэдээлэл олж авахаар явуулж байгаа бол соронзон орны хэмжилтийн үр дүнгийн өндөр чанарыг хангах бүх арга хэмжээг заавал авна. Үүнд: Байршлын ба өндрийн нарийвчилсан холболт, нислэгийн үед нэг тогтмол өндөрт, нэг чиглэлд ниссэн, СОХХ-соронзон орны хоногийн хувьсал ба нислэгийн чиглэлийн засварууд хийсэн гэх мэтийн арга хэмжээг авсан байна. Судалгааны талбайтай танилцах зорилготой явуулж байгаа шугаман судалгаа бол дурын аргачлалаар гүйцэтгэнэ.



Таних тэмдэг



Өндрийн олон түвшингийн нислэгийн үр дүнгийн график

а-тухайн маршрут дээрх олон түвшингийн нислэгийн үр дүнгээр гаргасан Т-соронзон орны график,
б-геологийн зүсэлт
1-Бүх төрлийн залруулга хийгдсэн соронзон орны график, 2-Базальт, 3-Девоны хурдас, 4-Боксит,
5-Рифейн карбонатууд

Зураг 4.5.1.4. Агаарын соронзон зураглалын соронзон орны өндрийн түвшингийн график зураг

4.5.1.6. Хэцүү хүнд нөхцөлд явуулах агаарын соронзон зураглалын аргачлалын онцлог. Хүйтэн (бага температуртэй) ба халуун (өндөр температуртэй) үеийн зураглал

Хүйтэн үед ажиллахад:

-онгоцыг дулаацуулах ба зорчигчдын тасалгааг дотоод халаалтаар хангах

-багажны тосолдог деталиудыг хөлддөггүй тосоор тослох

-Их хүйтэнд онгоц нисэхээс өмнө зорчигчдын тасалгааг онгоцны буудлын халаагчийг ашиглан халуун агаараар үлээлгэх (багажны хөлрөлтийг бүрэн арилтал нь)

- Агаарын соронзон багажуудыг онгоц нисэхээс өмнө онгоцны буудлын цахилгаанд залгаж асаана (их хүйтэнд 1-1.5 цаг нисэхээс өмнө).

-Өвлийн хүйтэн нөхцөлд гондолыг хэрэглэхгүй байх нь зүйтэй. Их цанталтын үед зураглалын ажлыг зогсооно.

Өвлийн нөхцөлд хэмжих багаж нь заводуос зөвшөөрсөн температурын хэмжээнд ажиллаж байсан бол зураглалын аргачлал зуныхтай ижил байна.

Халуунд хэмжилтийн багажийг хэт халахаас хамгаална (онгоц ба гондолыг цайвар цагаан өнгөөр будах). Нислэгийг өглөө эртийн сэрүүн цагаар хийх. СОХХ-д ажиллаж байгаа багажийг хэт халалтаас хамгаалахын тулд гэр барьж түүн дотроо байрлуулах.

4.5.1.7. Өндөр уулын дүүрэгт хийх зураглал

Тавигдсан даалгавар, масштаб ба газрын гадаргын байдал зэргийг харгалзан өндөр уулын дүүрэгт агаарын соронзон зураглалын ажил явуулах аргачлалыг сонгоно. Эдгээр хүчин зүйлүүдээс хамаарч дараахи ажлуудыг хэрэглэж болно.

1. Агаарын соронзон зураглалыг өндрийн хэд хэдэн түвшинд хийж гүйцэтгэнэ. (Ихэвчлэн жижиг ба дунд масштабын ажилд). Талбайг газрын гадаргын төсөөтэй байдлаар нь авч үзэн хэд хэдэн

хэсэг болгон хуваана. Хэсэг бүрийг тогтмол, гэхдээ өөр өөр өндөрт нисч судалгаа явуулна. Өөр өөр өндрийн нислэгтэй хэсгүүдийн уулзвар орчмыг хооронд нь холбохын тулд давхцалтай хэмжинэ.

2. Агаарын соронзон зураглалын ажлыг ойролцоогоор тогтмол нэг өндөрт гүйцэтгэх.

-Уул нуруунд хурц өнцгөөр чиглэж, өндөр уулын гадарга дагаж тойрсон үндсэн маршрутаар

-Шатлалаар нэг зүгт гулссан

- Ижил өндөртэй хаялбар дагаж

Энэ 2–р зүйлд тоочсон нөхцөлүүд болон уул нурууг, хөндийг, структур ба тектоникийг дагаж олон удаа нисэх шаардлага гардаг. Өндөр уулын бүсэд найдвартай тулгуур шугамын сүлжээ байгуулж чадаагүй нөхцөлд холболтыг давталтын шугамаар гүйцэтгэнэ. Саланги тус тусдаа шугамуудын зураглалын ажлын алдааг бодоход ашиглахыг зөвшөөрнө. Эдгээр шугамуудын өөр хоорондоо огтлолцсон цэгийн орчимд нэг ижил өндөрт нисэж давхацсан эсэхэд хатуу хяналт тавина.

4.5.2.Багажны тохируулга

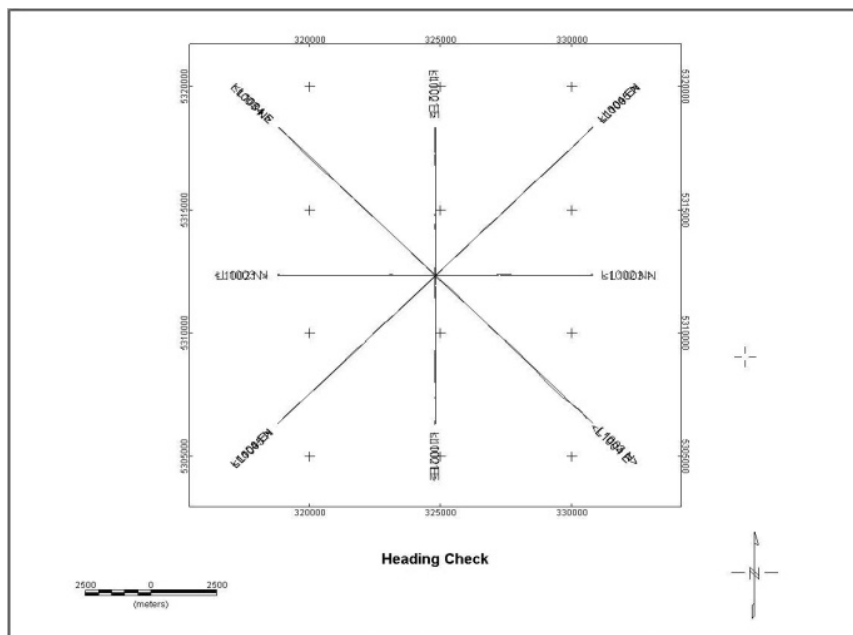
Өгөгдөл цуглуулж хадгалах системийг GPS-тэй холбоно. GPS нь байршил, өндөр, цаг хугацаа, холбогдсон хиймэл дагуулын тоо зэрэг мэдээллийг өгнө.

Хээрийн ажлын өмнө онгоцонд суурилуулсан багажыг үйлдвэрлэгч-зааврын зааврын дагуу онгоцны буудал дээр хянамгай шалгана. Шалгалтын төгсгөлийн шатанд туршилтын нислэг хийж агаарын соронзон багажны ажиллагааг хянана. Соронзон багажны заалт нь тогтмол хэвийн байгаа, эсэхийг судална. Үүний тулд сайн судлагдаж танигдсан соронзон орон бүхий нэг шугамыг ашиглана. Энэ шугамыг шалгалтын шугам гэж нэрлэнэ. Энэ нислэгийг жил бүр заримдаа хагас жилд хийж болно. Шалгалтын шугамын соронзон орны өөрчлөлт нь 50 нтл/км-ээс бага байх ёстой ба түүний урт

нь 10 км-ээс урт байх шаардлагатай. Шалгалтын шугамаар олон дахин давтан нисэж хэмжсэн үр дүнг давхцуулан харьцуулна. Давтан хэмжилтүүдээс харьцуулж бодсон дундаж квадратын алдааг тооцож үзнэ. Энэ тооцож гаргасан алдааны нарийвчлал нь байршлын холболт хийхэд тохирч байвал соронзон багажыг ажилд бэлэн болсон гэж тооцно.

4.5.2.1. Нислэгийн чиглэлээс хамаарсан засвар

Бүх төрлийн агаарын соронзон багажны нислэгийн чиглэлийн засварыг тодорхойлох хэрэгтэй (Зураг 4.5.2.1.). Нислэгийн чиглэлийн засварыг яг тодорхойлохын тулд 1) нэг цэг (төвийн тэмдэг)-ийг сонгож байрлуулна 2) төвийн тэмдэгээс 8 зовхист 45° -ын зайтай (0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° ,) шугамуудаар шулуун дараа нь буцах чиглэлээр тус бүр хоёр удаа нислэг хийнэ. Шугам тус бүрийн урт нь 5-10 км байна. Эдгээр шугамууд дээр, ялангуяа төвийн тэмдгийн орчим тайван тогтуун соронзон орон байх ёстой. Соронзон орны хэлбэлзэл бага үед энэ нислэгийг явуулна.

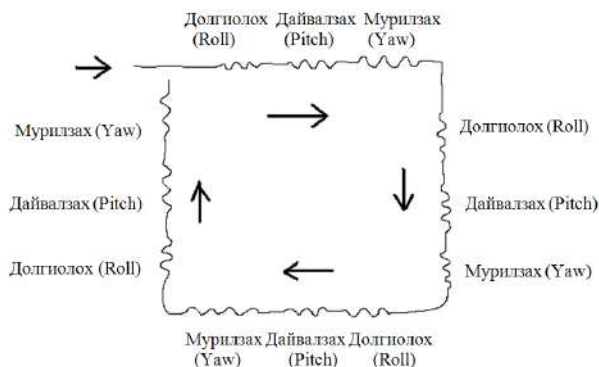


Зураг 4.5.2.1. Нислэгийн чиглэлийн засвар хийх шугамуудын байршлын зураг.

4.5.2.2. Онгоцны хөдөлгөөнөөс хамаарсан засвар

Соронзон хэмжигч багаж онгоцны савлах өгсөж уруудах гэх мэтийн хөдөлгөөнүүдээс хамааран хэрхэн өөрчлөгдөж байгааг тооцоолж засварыг хийдэг (Зураг 4.5.2.2). Энэ засварыг төсөл болгон дээр заавал хийнэ. Хэрэв уг төсөлд хэд хэдэн талбай байгаад нислэгийн чиглэл өөр эсвэл талбайнууд хоорондоо хол байвал талбай тус бүр дээр энэ засварын нислэгийг гүйцэтгэнэ. Мөн түүнчлэн онгоцны ямар нэг төхөөрөмж өөрчлөгдсөн эсвэл соронзонгийн багажаа сольсон, ямарваа нэг гүйдэлээр ажилладаг төхөөрөмж нэмж тавьсан, онгоцны үйлчилгээнд орохдоо багажыг салгасан бол дахиж энэ засварын нислэгийг хийнэ.

I.e.:



○ **MAGNETIC COMPENSATION TRIGGERS:**

- ☐ One comp box for each orientation / area of each survey.
- ☐ After 100 hour service.
- ☐ After any magnetic sensor changes.
- ☐ After any aircraft component changes.
- ☐ After any current draining equipment changes.

Зураг 4.5.2.2. Онгоцны хөдөлгөөнөөс хамаарсан засваруудыг тодорхойлох нислэгийн зураг

Дайвалзах (Roll), долгиолох(өгсөж уруудах) (pitch), мурилзах (yaw) гэж нэрлэсэн энэ 3 үйлдлийг судалгааны үндсэн шугамтай ижил чиглэлд дээрх зурагт үзүүлсэн байдлаар гүйцэтгэнэ. Нислэгийн өндөр ойролцоогоор 3000 метр байх ба соронзон орны өөрчлөлт багатай, аль болох уулархаг биш газар сонгоно. Энэ шалгалтын нислэгийн өгөгдөлийг тусгай программ хангамжийн тусламжтайгаар хөдөлгөөн тус бүр дээр гарч байгаа алдааг тооцоолдог. Эдгээр засварыг тооцохын тулд онгоц байгаа цэгээс 3 чиглэлийн тэнхлэгийн дагуу соронзон векторуудыг хэмжээд нийлбэрээр нь соронзон орны бүтэн векторыг тооцдог (Жишээ нь: Fluxgate маркийн) багаж онгоцонд байрлуулна.

4.5.2.3 Агаарын соронзон зураглалд СОХХ-ийн засвар тооцох

Агаарын соронзон судалгаанд соронзон орны хоногийн хэлбэлзлэлийн (СОХХ) засварыг заавал тооцно. Ер нь соронзон орны хэлбэлзлэл нь янз бүрийн өргөрөгт өөр өөрийн онцлогтой байна. Соронзон шуургатай үед судалгааны ажил хийхийг хориглоно. Хэрэв мэдэлгүй хийчихсэн бол түүнийг дахиж хийнэ. СОХХ-ийг тулгуур цэг дээр тасралтгүй хэмжилтийн найдвартай байдлыг тооцож 1-2 ширхэг магнетометрийг байрлуулж 2-10 сек давталтай хэмжинэ. СОХХ-ийн засварыг өдөр бүр тогтмол хийнэ.

4.6. Гамма-спектрометрийн судалгаа

4.6.1. Талбайг зураглах арга, нислэгийн өндөр, чиглэл, маршрутын урт

Агаарын гамма-спектрометрийн хэмжилт нь ихэвчлэн соронзон хайгуул гэх мэт бусад аргуудтай хамт хийгддэг. Судалгааг геологийн структурт хөндлөн чиглэлтэй, параллель шугамуудын дагуу хийнэ. Шугам хоорондын зай нь судалгааны ажлын геологийн даалгавар, зорилгоос хамаарна. Геологийн ба экологийн нарийвчилсан судалгааны үед шугам хоорондын зайг ихэвчлэн 100-500 м-ээр авдаг. Региональ геохимийн суурь судалгааны үед шугам хоорондын зай 1 км болон түүнээс дээш ч байж болно. Ажлын зорилго нь жижиг (локаль) гажил илрүүлэх 1:25000-аас том масштабын судалгаанд нислэгийн өндөр 80 м-ээс ихгүй байна. Харин 1:50000 масштабын судалгааны хувьд талбайн мэдээллийг бүрэн авахын тулд нислэгийн өндөр 300 м байна. Ер нь 150 м-ээс дээш өндрийн судалгааг ямар нэг жижиг (локаль) гажил илрүүлэх зорилгоор хийхгүй бөгөөд дараах шаардлагуудыг хангасан байна. Үүнд: а. өндөр мэдрэмж, тогтворжилттой багаж ашиглах, б. гамма цацрагийн бүтэн энергийн спектрийг хэмжих, в. өгөгдөлд статистик шүүлтүүрийн (фильтер) боловсруулалтын аргыг хэрэглэх, г. агаар мандлын радоны нөлөөг хасаж залруулах чадвар бүхий программ

хангамж ашиглах, д. чулуулгийн гамма цацрагийн энергийн спектр нь агаарт хэрхэн сарниж байгааг тооцох зэрэг болно. Нислэгийн өндөр нь онгоцны хүчин чадал, гадаргуугийн уулархаг байдал, нислэгийн аюулгүй байдал зэрэгээс хамаарч өөрчлөгдөж болно.

Нислэгийн үндсэн шугамтай перпендикуляр, тэдгээрийн хоорондох зайнаас 10 дахин их зайтай холболтын тулгуур шугамуудыг мөн хийнэ. Нислэгийн хурд далавчит онгоцны хувьд 60-70 м/с, нисдэг тэрэгний хувьд арай бага 20-35 м/с байж болно. Гамма-спектрометрийн хэмжилт 1 секундйн хугацаанд тоологдож хэмжигдэнэ. Энэ хугацаанд онгоц дунджаар 70 м зайг шугамын дагуу туулж өнгөрөх ба боловсруулсан мэдээлэл нь 70 м тутамд гарч ирдэг.

Өндөр уул нуруудтай хэсэгт газрын гадаргаас тогтмол ижил өндрийн барьж нисэх боломжгүй байдаг. Ийм үед өгөгдлийг шалгаж үзээд газрын гадаргуугийн байдлаас хамаарч өндрийн тодорхой түвшингээс дээш хэмжсэн өгөгдлийг нягталж шаардлага хангахгүй хэсгийн өгөгдлийг хасна. Тохирох түвшин нь багажны мэдрэх чадвар, тухайн геологийн орчноос ирэх сигналын эрчимээс хамаарна.

4.6.2. Хайгуулын суурь бааз

Хээрийн судалгааны анги нь судалгаа хийх талбайдаа аль болох ойр, онгоц хөөрч буух боломжтой зориулалтын зурвас бүхий газрыг сонгож байрлах ба байрлал, судалгаа үргэлжилсэн он/сар/өдөр, гэх зэрэг мэдээллийг тодорхой тэмдэглэж өгнө.

4.6.3. Хайгуулын торлол, түүнд тавих хяналт

Хайгуулын талбайн торлолыг зориулалтын программаар бэлтгэж төлөвлөнө.

Бүх үндсэн болон холболтын зангилаа шугамууд байрзүйн WGS84 UTM бүс дээр хийх ба хэмжилтийн өгөгдөл ч энэхүү систем дээр бичигдсэн байна. Судалгааны шугамыг талбайн хүрээнээс 300 м илүү гаргаж төлөвлөнө. Судалгааны үед ямар нэг

шалтгаанаар дутуу хийгдсэн шугамыг гүйцээхдээ 2 тулгуур шугам дээр давхцалтай байхаар тооцож хийнэ.

Хайгуулын системийн навигацид онгоцны байршил тогтоох систем- GPS (Global Positioning System) ашиглах бөгөөд нисэгч шугамыг дагаж нисэхдээ тусгай программыг ашиглана.

Навигацын систем хагас секунд бүрт хэмжилтийн компьютерт GPS ийн өгөгдлийг илгээх бөгөөд компьютер шугамын гажилтийг тооцоолж нисэгчид шугамаасаа хэрхэн хазайж байгааг шууд харуулдаг. Ингэснээр нисэгч шугамыг алдалгүй дагаж нисэх боломжтой болно. Төлөвлөсөн шугамын дагуу ниссэн байдал нь шугам хоорондын зайн 20%-иас ихгүй хазайлттай байна.

4.6.4. Цаг агаарын төлөв

Цаг агаарын нөхцөл тааламжтай байх нь сайн хэмжилт авахад зайлшгүй чухал хүчин зүйл болох бөгөөд хайгуул хийж байгаа зарим өдрүүдэд хүчтэй салхи, цас бороо, нам өндрийн үүл, манан зэрэг саад тохиолдох магадлалтай. Цаг агаараас болж хайгуулын нислэг хойшлогдох гэх мэт асуудлуудыг тухайн өдөр бүрийн хайгуулын нарийвчилсан тэмдэглэлд бичнэ.

4.6.5. Аюулгүй ажиллагааны зохицуулалт

Онгоц өөрийн Аваарын дохио дамжуулагчтай (ELT) байна. Энэ нь онгоцыг алсаас хянах боломжийг олгодог. Нэмэлтээр нисэгч онцгой нөхцөл байдалд хэрэглэх зүйлсийг онгоцонд авч явдаг ба аюулгүйн ажиллагааны дүрэм журмыг суурь бааз болон онгоцонд явах бүх хүмүүст танилцуулсан байна (PELT). Онгоцны орчны зохицуулалт

Бүх үйл ажиллагаа ямар нэгэн алдаагүй явагдах нөхцлийг хангаж, онгоцыг шатахуунаар цэнэглэх үед бүх эрсдлийг тооцон (түлш гоожих, гал гарах) ажиллана.

Газар дахь үйл ажиллагаа нь нисэх зурвас болон онгоцны зогсох талбайн цэвэрлэгээ, ямар нэгэн аюул учруулж болзошгүй

зүйлсээс хамгаалах дээр төвлөрнө. Нисэх буудлын эсвэл төслийн бүх ажилтан онгоцыг аюулгүй байлгах арга хэмжээг авна.

4.6.6. Гамма-спектрометрийн тохируулгууд (gamma ray spectrometer calibrations)

Агаарын гамма-спектрометрийн өгөгдөлд дараах хэд хэдэн залруулгыг (correction) хийх хэрэгтэй болдог. Үүнд фоны залруулга (background correction), өндрийн залруулга (height correction), стриппинг залруулга (stripping correction), мэдрэгчийн залруулга (элементийн агуулга-sensitivity correction) орно.

Залруулгын өгөгдлийг гаргаж авахын тулд дараах 4 үндсэн үйл ажиллагааг хийнэ. Үүнд: Онгоц болон сансрын фоныг тодорхойлох өндрийн нислэг, Цацраг идэвхит үүсгүүр (radioactive pads) ашиглаж хийгдэх газрын тохируулга, Агаараас хэмжсэн хэмжилтыг газар дээр тооцоолох (Calibration range flights), Радоны фоны тохируулгын нислэг орно.

4.6.7. Судалгааны ажлын явцад хийгдэх шалгалтууд

Энэ нь хээрийн судлагааны ажлын үед гамма спектрометрийн багаж төхөөрөмжийн тохиргоо зөв хийгдэж хэвийн ажиллаж байгааг шалгах, шаардлага хангахуйц чанартай өгөгдөл авахын тулд хийгддэг шалгалтууд юм.

- Тохируулгыг баталгаажуулах шалгалт
- Өдөр бүрийн Торийн үүсгүүртэй шалгалтын хэмжилт
- Өдөр бүр хийгдэх системийн ялгах чадварын шалгалт (Daily system resolution test)
- Спектрийн тогтвортой хэвийн байдлын шалгалт (Monitoring spectral stability)
- Өдөр бүрийн шалгалтын нислэг (test line)

4.7. Илэрсэн гажлыг шалгах газрын шалгалтын ажил

Агаарын соронзон болон гамма спектрометрийн ажлаар

илэрсэн сонирхолтой гажлуудыг геологийн даалгаварын дагуу холбогдох газрын ажлаар шалгана. Ажлын төрөл ба хэмжээг илэрсэн гажлын тоо, шинж чанартай уялдуулж тогтооно. Үүнд геологийн шалгах маршрут, петрофизик, спектрийн шинжилгээний дээжлэлт, газрын соронзон, хүндийн хүчний судалгаа, явган болон авто гамма-спектрометрийн судалгаа, цахилгаан хайгуулын аргачлалууд зэрэг ажлуудыг цогц байдлаар эсвэл сонголт хийж явуулна. Уг ажлуудыг холбогдох арга аргачилал, зааварын дагуу хийж гүйцэтгэнэ. Шалгалтын ажлын багийн бүрэлдэхүүнд хийгдэх ажлуудийн төрлөөс хамаарч геологич 1, геофизикч 2 болон жолооч 3-5, туслах ажилчид 2-12 байна.

4.8. Өгөгдлийн чанарын шалгалт – QC ба боловсруулалт

4.8.1. Агаарын соронзон зураглалын өгөгдөлийн чанарын шалгалт – QC. Хээрийн болон суурин боловсруулалтын ажлын баримт мэдээлэл, өгөгдлүүд ба чанарын хяналт шалгалт.

Ажил эхлэхийн өмнө ангийн дарга нь энэ зааврын энэ бүлэгт дурдсан тодорхой заалтуудыг удирдлага болгон бүх хээрийн судалгааны анхдагч мэдээлэл болох тоон өгөгдлүүдийг хэрхэн бүртгэж авах, хадгалж байх, боловсруулалтад ашиглах журам боловсруулж гаргана.

Агаарын геофизикийн зураглалын ажлын мэдээллүүдийн жагсаалт цахим хэлбэрээр :

- 1) соронзон орны тоон өгөгдлүүд
- 2) газар зүйн байршил: өргөрөг, уртрагаар
- 3) шугамын дугаар
- 4) хугацаа: он, сар, өдөр, цаг, минут, секунд
- 5) температур
- 6) агаарын даралт
- 7) онгоцны нислэгийн өндөр GPS-ийн мэдээллээр

8) газрын гадаргаас дээшхи өндөр Radar Altimeter багажны мэдээллээр

9) Fluxgate төрлийн соронзон багажаар X,Y,Z тэнхлэгийн дагуу хэмжсэн соронзонгийн векторуудын мэдээлэл.

Захиалагч нь бүх төрлийн ажлын бүх үе шатанд тогтмол чанарын шалгалт хийж, бас хээрийн болон боловсруулалтын ажлуудын материалын эмх цэгцэнд оруулсан байдал болон боловсруулалтын программ хангамж ба бусад ажиллагаанд өөрсдийн зөвлөмжийг өгнө.

Хээрийн ажил дуусах үеэр захиалагчийн томилсон комисс хээрийн материалыг гүйцэтгэгчийг байлцуулан хүлээн авч акт бичнэ.

Комисс нь хээрийн материалыг хүлээн авч дүгнэхдээ дараахи зүйлийг бас тооцож үзэх болно.

-Ангийн өмнө тавигдсан даалгаврыг төсөлд заасан ажлын хэмжээ ба төрлөөр нь бүрэн чанартай гүйцэтгэсэн, эсэх

-Хээрийн анхдагч материалын чанар: энэ хээрийн судалгааны аргачлал зөв эсэх, хяналтын хэмжилтийн хэмжээ, хэмжилтийн алдааны нарийвчлал, багажинд хийсэн шалгалт, хээрийн ажлын үед ангиас хийсэн тогтмол шалгалтын байдал:

-Ажлын геологийн ба эдийн засгийн үр өгөөж

-Хээрийн материалын боловсруулалтын чанар ба цаг үеэ олсон байдал.

-Ангиас даалгавраа давуулж биелүүлсэн ажлууд.

Хээрийн ажил хүлээж авсан актыг захиалагч байгууллага батлана. Энэ актанд бичсэн дүгнэлт ба өгсөн дүнг эцсийн үр дүнгийн тайлан хамгаалах үед харгалзан үзнэ.

Эцсийн үр дүнгийн тайлан хамгаалсны дараа хээрийн материал ба боловсруулалтын материалуудыг архивт тушааж хадгалуулна. Архивт хадгалуулах ёстой агаарын геофизикийн

судалгааны материалуудын жагсаалтыг доор дурдваас:

1) хээрийн хэмжилтүүдийн цахим мэдээлэл бичсэн CD-нүүдийн бүртгэл хийсэн баримт бичгүүд

2) багажнаас авсан анхдагч болон боловсруулсан соронзон орны тоон өгөгдлүүд багтаасан цахим CD-нүүд.

3) онгоцны нислэгийн өдөр бүрийн товч тайлан, талбайг бүрхсэн шугамуудын зураг

4) Соронзон орны график болон зургууд байвал

5) Тоон боловсруулалт хийсэн мэдээллийн жагсаалт

6) СОХХ-ын хэмжилтийн тоон мэдээллүүд ба засвар хийсэн цахим тооцооны CD-нүүд.

7) Багажнуудад хийсэн шалгалт ба тохируулгын мэдээлэл

8) Холболт хийсэн бичвэрийн ба тоон мэдээллүүд

Эдгээр материалуудаас гадна уг судалгааг давтан бүрэн боловсруулахад шаардлагатай бүх мэдээллүүдийг архивт тушаана.

4.8.1.1. Агаарын соронзон зураглалын хэмжилтийн үр дүнгийн боловсруулалт

Ерөнхий заавар

Агаарын соронзон орны мэдээлэлийг боловсруулах ажил нь дараахи үйл ажиллагаануудаас бүрдэнэ.

А. Боловсруулалтын үндсэн үйл ажиллагаанууд.

1. $T_{\text{засварласан}} = T_{\text{хэмжсэн}} - T_{\text{СОХХ}} + T_{\text{хэвийн түвшний}} - 3_{\text{нислэгийн чиглэл}} - 3_{\text{холболтын}} - 3_{\text{GPS-хугацаа}} - 3_{\text{хөдөлгөөн}} - 3_{\text{өдөөгдмөл}} - 3_{\text{IGRF}}$

$T_{\text{засварласан}}$ - маршрутын дагуух соронзон орны бүрэн засварласан утга

$T_{\text{хэмжсэн}}$ - соронзон орны хэмжсэн утга

$T_{\text{хэвийн түвшний}}$ - соронзон орны хэвийн түвшний

$3_{\text{нислэгийн чиглэл}}$ - (heading error) соронзон орны нислэгийн чиглэлийн засвар (Зураг 3)

T_{COXX} - соронзон орны хоногийн хэлбэлзлийн

$3_{\text{холболтын}}$ - соронзон орны холболтын засвар

3_{GPS} - Соронзон мэдрэгч багажны байрлалаас болж хэмжилт GPS –с соронзон мэдрэгч (sensor) хүртэлх утгаар бага зэрэг шилжинэ (Prallax error) (Зураг 3).

$3_{\text{хугацаа}}$ -(Lagerror) Мөн өгөгдөл процессороор дамжуулагдан хадаглагдах хүртэлх хугацааны алдагдлыг засах шаарлагатай.

$3_{\text{хөдөлгөөн}}$ -(Fluxgate) Онгоцны савлах, өгсөж уруудах гэх мэтийн хөдөлгөөнөөс хамаарсан соронзон орны алдааны засвар (Зураг 4).

$3_{\text{өдөөгдмөл}}$ - Roll, pitch, yaw Онгоц нь дэлхийн соронзон орондотор хөдөлж байгаагаас болон бусад шалтгаанаас өдөөгдмөл соронзон орон үүсдэг. Энэ алдааг засах засвар.

3_{IGRF} -IGRF (International Geomagnetic Reference Field) засвар. Энэ нь дэлхийн аль хэсэгт хайгуул хийснээс хамааран дэлхийн соронзон орны утгаас хэмжилт хир их өөрчлөлттэй байсныг харуулдаг. Өөрөөр хэлбэл тухайн орчин дахь чулуулгын үүсгэж байгаа соронзон орны өөрчлөлтийг харуулдаг гэсэн үг юм.

Эдгээр засвараас гадна хэмжих багажны зохион бүтээсэн онцлогтой холбоотой засвар хийх бол тэр нь багажны зааварт тодорхой тусгагдсан байдаг.

Эдгээр бүх засваруудыг тодорхойлоход зориулагдан боловсруулсан тусгай хөтөлбөрүүдийг ашиглана.

2. Соронзон орны ижил утгын зураг ба графикийн зургуудыг зохиох

3. Соронзон зураглалын ажлын дундаж квадратын алдааг тодорхойлох

Б. Боловсруулалтын нэмэлт үйл ажиллагаанууд

4. Соронзон орны том масштабын графикуудын альбом зохиох

5. Өндрийн олон түвшний соронзон орны графикуудыг босгох бас нарийвчилсан судалгааны мэдээллээр график босгох.

6. Соронзон орныг янз бүрийн түвшинд бодож шилжүүлэх ба ижил утгын зургууд зохиох, график босгох,

В. Боловсруулалтын туслах төрлүүд

7. Байршлын холболтын материалын боловсруулалт ба жинхэнэ нислэгийн шугамуудын зураг зохиох.

8. Агаарын соронзон хайгуулын хэмжилтээр холболт хийсэн мэдээллийн боловсруулалт ба түүнийг дагалдсан засваруудыг гаргаж авах.

Боловсруулалтын эцсийн шатанд агаарын соронзон хэмжилтийн үр дүнгээр геологийн тайлал хийдэг

Агаарын соронзон хайгуулын мэдээллээр геологийн тайлал хийх ажлын үндсэн үе шатуудын ерөнхий төлөвүүдийг дурдая.

1. Талбайн соронзон орны орон зайн баримжаа шинжилгээ, бусад дүүргүүдийн төсөөтэй соронзон, геологийн, геофизикийн цогцолбор ажлууд, чулуулаг ба хүдрийн соронзон болон бусад физик шинж чанарууд болон талбайн геоморфолог зэрэг мэдээллүүдтэй харьцуулалт хийх (Чанарын боловсруулалт гэж нэрлэгдсэн).

2. Геологийн дүүрэгчлэл, геологийн зураглал, ашигт малтмал байж болох хүчин зүйлүүдийг мөрдөж дагах, илрүүлэх ба бас ашигт малтмалтай шууд холбоотой соронзон гажлыг илрүүлэх зэрэг зорилгоор соронзон орны хуваарилалтад тооцоо, шинжилгээ хийх. (Соронзон орны онцлогт хийсэн статистик шинжилгээний үндсэнд соронзон орон нь геологийн биетүүд, стрүктүрүүд, геологийн хөгжлийн түүх, бусад физик орны гажлын зураг, графикуудтай ямар коррелацийн холбоотойг илрүүлж тогтоох)

3. Зарим гажил үүсгэгч биетүүдийн гүн ба байршлын мэдээллийг тооцон бодож гаргах, олон тооцооны үр дүнг статистик

ба орон зайн тооцоо шинжилгээ хийх.

4. Нарийвчилсан ба өндрийн олон түвшний зураглалд дүн шинжилгээ хийх

5. Нарийвчлан боловсруулсан геологийн схем, зураг, зүсэлтүүд, гажил үүсгэгч биетүүдийн ижил гүний зураг гэх мэтийг зохиох

6. Агаарын соронзон хайгуулын талбайн цаашид судалгаа явуулах геологийн дүгнэлт ба зөвлөмжийг зохиох.

Хээрийн материал боловсруулалтын ажлын гол зорилго нь зураглалын ажлын чанарт шуурхай хяналт тавьж байх ба судалгааны үр дүнгээс хамааруулж шуурхай төлөвлөлтийг цаг алдалгүй хангахад оршино. Хээрийн нөхцөлд дараахи төрлийн ажлуудыг заавал гүйцэтгэнэ.

1. Нислэгийн чиглэлийн засварыг тодорхойлох

2. Байршлын холболтын мэдээллээр жинхэнэ ниссэн шугамуудын зураг зохиох,

3. Өндрийн олон түвшний ба давтан хэмжилтийн зураглалын үр дүнгийн боловсруулалт

4. Тулгуур сүлжээ болон давтан хэмжилтийн холболтууд

5. Зураглалын алдааны нарийвчлалыг урьдчилан тодорхойлох.

6. Зураглалын үр дүнгийн урьдчилсан боловсруулалт

Агаарын соронзон хайгуулын ажлын үр дүнгийн боловсруулалтыг хийх

Боловсруулсан тоон өгөгдлөөр соронзон орны ижил утгын ба график зургуудыг зохиох.

Энэ ажилд Geosoft Oasis montaj, MapInfo, Adobe illustrator C52 болон соронзон хайгуул ба цацрагийн боловсруулалтад зориулсан тусгай программуудыг ашиглана.

4.8.1.2. Агаарын соронзон зураглалын алдааны нарийвчлал

Зураглалын дундаж квадратын алдаа

Зураглалын дундаж квадратын алдааг $m_1 = +_{-}\{\sum b_i^2/2(n-1)\}^{1/2}$ гэсэн томъёогоор бодно. b_i -үндсэн ба тулгуур маршрутуудын огтлолцсон цэгт хэмжсэн хоёр соронзон орны ялгавар $b_i = T_{\text{үндсэн}} - T_{\text{шалгалтын}}$ n -шалгалтын хэмжилтийн нийт тоо. Соронзон зураглалын ажлын алдааг тавиас илүү олон ($n > 50$) хэмжилтээс бодно. Бас давтан хэмжилтийн утгаар тооцоолж болно.

Өөрчлөлт багатай тайван соронзон (эрчимжилт нь 0-50 нтл/км) оронтой хэсэг ба эрчимжилтийн өөрчлөлт ихтэй соронзон гажлын хэсгүүдийн дундаж квадратын алдааны нарийвчлалыг тус тусд нь бодно. Үндсэн ба хөндлөн чиглэлийн нислэгүүдийн огтлолцсон цэгт хэмжсэн хоёр соронзон орны ялгавар b_i -г бүх засварыг (СОХХ, нислэгийн чиглэлийн, холболтын гэх мэт) хийсний дараа бодно. Шалгалтын шугамуудын хэмжилт нь бүх нөхцөлөөр үндсэн шугамуудын судалгаатай төстэй байх ёстой. Үүнд: үндсэн маршруттай ижил өндөрт ниссэн байх, байршлын холболт нь ижил аргачлалаар гүйцэтгэсэн байх, хийгдсэн засварууд (СОХХ, девиацийн, холболтын гэх мэт) нь ижил байх, шалгалтын маршрутуудыг соронзон орны өндөр эрчимжилттэй хэлбэлзэл байхгүй буюу багатай үед явуулна. Тайван тогтуун (эрчимжилтийн өөрчлөлт нь 0-50 нтл/км) соронзон оронтой хэсэгт зураглалын дундаж квадратын алдаа нь $m_1 < 15$ нтл байна. Соронзон орны эрчимжилтийн өөрчлөлт ихтэй хэсэгт зураглалын дундаж квадратын алдаа нь $m_1 < 50$ нтл байна.

4.8.2. Агаарын гамма-спектрометрийн судалгаа

4.8.2.1. Өгөгдлийн чанарын шалгалт – QC

Спектрометрийн багажнаас татаж авсан анхдагч файлыг (“.spo” гэх мэт) Geosoft, Praga зэрэг ижил төстэй программд оруулж өгөгдөлд чанарын шалгалт болон бусад залруулга боловсруулалтыг хийнэ. Чанарын шалгалтаар өгөгдлийн тасралтгүй бичигдсэн байдал, нэмэлт ашиггүй шуугиан орсон эсэхийг сайтар шалгана.

Дээрх алдаа гарсан тохиолдолд шаардлагатай хэсгийг дахин хийнэ. Хэмжсэн өгөгдөлд чанарын шалгалт хийхдээ хүснэгт, график байдлаар харьцуулалт хийж шалгаж байх, ямар нэг өөрчлөлттэй хэсгийг анхааралтай олон талаас нь авч үзэж шалгаж байх хэрэгтэй. Өгөгдлийг шууд интерполяци хийж зураг байдлаар харах нь хангалттай чанарын шалгалт болж чадахгүй. Нислэгийн чанарын шалгалтад дараах зүйлүүд орно. Үүнд:

- Ажлын даалгаварт заасан техникийн тодорхойлолт, шаардлагыг харах
- Хэмжсэн түүхий өгөгдлийг хадгалах, боловсруулалтын төврүү илгээх
- Файлын стандартчилагдсан бүтцийг бий болгох, файлийн нэршлийг ойлгомжтой байхаар нэрлэх
- Хэмжсэн өгөгдөл тасралтгүй, тогтвортой байсан эсэхийг хүснэгт, графикаар шалгах
- Үйл ажиллагааны тэмдэглэл, өөрчлөлтийн талаарх мэдээлэл
- Төлөвлөсөн шугамын дагуу ниссэн байдал, түүний алдаа, онгоцны хурд
- Байршил тогтоох системийн (GPS) ажиллагаа, бичиглэл хийгдээгүй тасалдсан эсэх, хиймэл дагуулын тоо зэрэг.
- Спектрометр: Ажилласан кристаллын тоо, бодит хугацаа (live time), радоны нөлөө зэргийг шалгах,
- Аналог өгөгдөлийн тасралтгүй болон хүчин төгөлдөр байдлыг шалгах, статистик бодолт хийж харьцуулах
- Шалгалтын шугамын өгөгдөлд бодолт харьцуулалт хийж өгөгдлийг алдааг үнэлэх
- Өгөгдлийг интерполяци хийж зураг зохиох, (DTM, K, U, Th, TC, Baro Altimeter)
- Ямар нэг алдаа гарсан бол тэмдэглэл хийх

- Өдрийн ажлын бүтээмж, үйл ажиллагааны талаар өдрийн товч тайлан хийх
- Бүх цуглуулсан өгөгдлийг нэрлэж хадгалах
- Агаарын гамма спектрометрийн зураглалын алдааны нарийвчлалыг бодож гаргах.

4.8.2.2. Өгөгдөл боловсруулалт

Мэдээлэл боловсруулалтанд Geosoft, Praga болон Intrepid болон бусад ижил төстэй программуудыг ашиглана. Суурин боловсруулалтаар хэмжсэн өгөгдөлд геологийн бус нөлөөллийн залруулгуудыг хийж газрын цацраг идэвхит элементүүдийн агуулгыг (K, U, Th, Нийлбэр цацраг идэвхжилт) тодорхойлох юм.

Өгөгдлийн боловсруулалт нь дараах үе шатуудтай байна.

- Урьдчилсан боловсруулалт
- Спектрийн шуугианыг хасах (Spectral smoothing techniques)
- Хугацаа алдалтын залруулга (live time or dead time correction)
- Энергийн тохируулга (Energy calibration)
- Онгоц болон сансрын фоны залруулга (Aircraft and cosmic background corrections)
- Радоны залруулга
- Стриппинг залруулга (Stripping corrections)
- Өндрийн залруулга (Height correction)
- Хэмжилтийн өгөгдлийг цацраг идэхит элементийн агуулгад хөрвүүлэх (Reduction to elemental concentrations)
- Талбайн өгөгдлийг нэгэн түвшинд оруулах (Levelling the data)
- Интерполяци
- Нэмэлт боловсруулалт/Өндрийн бодолт
- Гадаргуугийн тоон загвар (DTM)

4.8.2.3. Агаарын гамма спектрометрийн зураглалын дундаж квадрат алдааг тооцоолох

Зураглалын дундаж квадратын алдааг давтан хэмжилтийн шугамын утгаар $m_1 = +_{-} \{ \sum b_i^2 / 2(n-1) \}^{1/2}$ гэсэн томъёогоор бодно. b_i -үндсэн ба тулгуур маршрутуудын огтлолцсон цэгт хэмжсэн хоёр цацрагийн орны ялгаварууд $b_U = C_{\text{үндсэн}}^U - C_{\text{шалгалтын}}^U$; $b_K = C_{\text{үндсэн}}^K - C_{\text{шалгалтын}}^K$; $b_{Th} = C_{\text{үндсэн}}^{Th} - C_{\text{шалгалтын}}^{Th}$; $b_{TC} = C_{\text{үндсэн}}^{TC} - C_{\text{шалгалтын}}^{TC}$; Үүнд: C нь K, U, Th-ийн агуулга болон нийлбэр цацрагийн эрчимжилтийн утга; n-шалгалтын хэмжилтийн нийт тоо.

Хүснэгт 4.8.2.3. Цацрагийн орны зураглалын ажлын алдааг тавиас олон ($n > 50$) хэмжилтээс бодох ба дараах хязгаараас ихгүй байна.

№	Суваг	Хэмжих нэгж	Дундаж квадрат алдаа
1	Нийтбэр цацраг	cps	>200
2	Кали	%	0.5
3	Уран	ppm	0.5
4	Тори	ppm	1.5

4.9. Үр дүнгийн тайлан

4.9.1. Эцсийн тайланд орох ажлын үр дүнгийн зургууд

Судалгааны ажлын эцсийн гол үр дүн нь геофизикийн соронзон-Т, нийлбэр цацрагжилт-ТС болон уран-У, торий-Th, калий-K агуулгын талбайн ижил утгын зургууд ба хэмжилтийн шугамын дагуух график зургууд болно. Мөн судалгаа хийсэн масштабаар нислэг үйлдсэн шугамуудын байршилийн зургийг заавал хавсаргана. Өндөр нарийвчлалтай зураглал хийсэн бол дээр дурьдсан материалуудаас гадна бүх шугамын эсвэл тусгайлан сонгосон зарим шугамуудын том масштабын графикуудын цомог (альбом) хавсаргаж болно. Үүнээс гадна тайлангийн геологийн

тайлалд ашигласан болон бичвэрт иш татсан бусад зураг (соронзон орны босоо ба хэвтээ өөрчлөлтийн зургууд, хойт туйлын засвар хийсэн зураг, цацраг идэвхит элементүүдийн харьцааны Th/K , U/K , U/Th зураг гэх мэт) ба графикуудыг хавсаргаж болно. Үндсэн масштабаар зохиогдсон геофизикийн орны зураг дээр нарийвчилсан судалгааны хил ба өндрийн олон түвшний нислэгийн шугам, тооцоолсон маршрутын шугамуудыг буулгаж өгнө. Тэдгээрийн зураг ба графикуудыг тайланд тусдаа хавсралт болгож оруулна.

Эцсийн үр дүнгийн тайланд геофизикийн орны зургууд ба графикуудыг нэг хэлбэртэй бүтэцтэй гаргана. Тайлантай холбогдсон бүх асуудлуудыг энэхүү зааврын шаардлагын дагуу шийдвэрлэнэ.

Том масштабын графикуудыг босгохдоо тайлангийн масштабаас хэвтээ масштабыг нь хэд дахин илүү томоор авна. Мөн тухайн геофизикийн орны эрчимжилт ба онцлогоос хамааруулж босоо масштабыг сонгоно.

Соронзон орны үр дүнгийн зургийг зохиохдоо дараахи зөвлөмжүүдийг удирдлага болгоно. Ижил утгын шугам хоорондын алхамыг сонгохдоо зураг сайн ойлгогдож уншигдаж байхаар тохируулна: Үндсэн ижил утгын шугамуудын хоорондын хамгийн бага утга нь 2.5 m1-тэй тэнцүү байж болно. m1-зураглалын дундаж квадратын алдаа. Гэхдээ эдгээр үндсэн ижил утгын шугамын дундуур завсрын ижил утгын шугам татахыг зөвшөөрдөг. Соронзон орны хувьд босоо масштаб нь 1мм=m1-ээс томгүй байна. Үүнд: m1-зураглалын дундаж квадратын алдаа. Зарим үед зураглалын дундаж квадратын алдаатай ойролцоо бага эрчимжилттэй сулхан гажлыг судлахад илүү том босоо масштаб ашиглаж болно. Жишээ нь: энэ сулхан гажлууд нь шугам хооронд давтагдана. Ийм гажлууд нь тунамал хурдас хөгжсөн тогтуун тайван соронзон оронтой хэсэгт тааралдана. Ер нь босоо масштабыг шугамын дагуу соронзон орны онцлогийн тухай тодорхой ойлголт өгөхөөр, шугам хооронд гажлууд

нь давтагддаг байхаар сонгоно. Талбайн хэмжээнд босоо масштаб нь ижил байна. Хэрэв соронзон орны онцлогоос энэ боломжгүй бол зарим хэсгийг тасдан том, эсвэл жижиг масштабуудаар графикууд босгож болно.

Туслах чанарын график материалуудыг зохиох ба ашиглахад доор дурьдах асуудлуудыг тооцож үзэх шаардлагатай.

1. Соронзон орны хувиргасан зургуудыг дараах шаардлагууд байгаа эсэхийг үндэслэн зохионо. Үүнд: дундачлах радиусын сонголт, хэмжсэн соронзон орны өөрчлөлтийг бодох засварлах, соронзон орныг янз бүрийн түвшинд бодож шилжүүлэх шаардлага байгаа эсэх.

Соронзон орны хэвтээ ба босоо өөрчлөлтийн зургуудын онцлог:

-боловсруулалтын үр дүнгээр геологийн биетүүдийн хил хязгаарыг илүү тодорхой гаргаж өгдөг.

-ийм зургууд нь элдэв шугаман хэлбэрийн алдаанаас чөлөөлөгдсөн байдаг.

-соронзон орны өөрчлөлтийн графикууд нь мэдээллээ бүрэн хадгалдаг ба Т-ийн график шиг өөр хоорондоо огтлолцол багатай байдаг.

Соронзон орны үлдэгдэл гажлын онцлог:

-Энэ зургийг зохиоход холболтын алдаа, тооцогдоогүй урт давтамжтай хэлбэлзлэлийн ба нислэгийн чиглэлийн нөлөө арилна.

-Зургийн дундачлах радиусын хэмжээнээс хамааруулж янз бүрийн онцлогтой соронзон гажлуудыг ялгана. Жишээ нь: соронзон орны онцлогоор нь дүүрэгчлэх гэх мэт ач холбогдолтой.

-Үлдэгдэл гажил нь зөвхөн дундачлах радиус ба ажлын талбайн геологийн тогтоцоос гадна соронзон зураглалыг яаж хийсэн (соронзон багажны төрөл ба ажлын горим, нислэгийн өндөр, талбайг ямар дарааллаар зурагласан, зураглалын масштаб

гэх мэт) зэргээс хамаарна.

Гамма спектрометрийн үр дүнгийн зургийг зохиохдоо дараах зүйлийг анхаарах хэрэгтэй. Үүнд: Уламжлалт аргууд болох хэмжилтийн шугамын дагуу график босгох, талбайн хэмжээнд ижил утгын зураг гаргана. Гаргасан бүх зурагуудыг ижил газарзүйн солбилцолын системд хөрвүүлж проекцлох хэрэгтэй. Цацрагийн мэдээллийг графикаар үзүүлэх нь мэдээллийг орон зай болон далайцын бүрэн нарийвчлалтайгаар гаргах боломжтой болгодог. Өгөгдлийг грид-лэх гэдэг нь анхдагч өгөгдлийг тодорхой интервал бүхий торлолд оруулж интерполяци хийж ижил утгын зураг зохиохыг хэлдэг. Олон төрлийн грид-лэх алгоритм байдаг бөгөөд агаарын судалгаанд хоёр чиглэлт грид (bi-directional gridding), хамгийн бага хазайлтын (minimum curvature) аргыг ихэвчлэн ашигладаг. Грид хийхдээ торлолын зайг (cell size) шугам хоорондын зайн $1/4-1/5$ –р ихэвчлэн авна. Хоёр чиглэлт грид (bi-directional gridding) алгоритм нь шугамнаас шугам хоорондын хамаарлыг ашигладаг үр дүнтэй аргачилал юм. Энэ нь эхлээд нислэгийн шугамны дагуу тэнцүү интервалаар интерполяци хийдэг. Дараа нь уг интерполяци хийгдсэн утгыг нислэгийн шугам хооронд хөндлөнгөөр интерполяц хийдэг. Хоёр чиглэлт грид-лэх аргыг геологийн тогтоцдоо хөндлөн ниссэн үед ашиглахад илүү тохиромжтой. Мөн нислэгийн шугамнууд нь хоорондоо параллель байрлалтай үед уг аргыг хэрэглэнэ.

Хайгуулын талбайн геологийн тогтоцдоо хөндөлнгөөр хэмжилт хийгдээгүй үед хамгийн бага хазайлтын (minimum curvature) алгоритмыг ашиглах нь илүү тохиромжтой. Мөн криггинг (kriging) аргыг тодорхой чиглэл, зүй тогтол, эмх цэгцгүй тархмал байдалтай өгөгдлийг боловсруулахад илүү тохиромжтой.

Гридлэсэн зурагаа саарал (grey scale image) болон өнгөт (colour coding techniques) байдлаар гаргаж болно. Саарал зурагийг талбайн тодорхой хэсгийг тодруулах, сонирхолтой хэсгийг ялгахад ашиглах боломжтой. Спектрометрийн мэдээллийг өнгөөр

ялгаснаар тухайн талбайн цацраг идэвхит элементийн тархалтыг ажиглахад илүү хялбар болгодог.

Цацраг идэвхит элементүүдийн харьцааг янз бүрийн хувилбаруудаар гаргаж саарал (grey scale image) зургаар үзүүлэх боломжтой. Хөрсний чийг, ургамалын тархалт болон газрын гадаргын өндөржилт зэрэг спектрометрийн хэмжилтэнд үзүүлэх хүрээлэн буй орчны нөлөөлөл нь уг нь харьцаанд нөлөө бага үзүүлдэг. Тиймээс уг харьцаа нь геологийн тогтоцтой илүү төстэй дүр зургийг үзүүлдэг.

Сүүдэрдэх алгоритм ашиглан зургийг зохиомлоор тодорхой чиглэлд гэрэлтүүлэх болон сүүдэртүүлдэг.

Кали, Тори, Ураны утгад улаан, ногоон болон цэнхэр өнгийг ашиглан тэдгээрийг хамтад нь харуулсан гурвалсан утгын зураг (ternary image) зохиох нь гамма спектрометрийн мэдээллийг зургаар харуулах үндсэн хэлбэр юм. Цэнхэр өнгөний өөрчлөлтөд хүний нүд мэдрэг бус байдаг бөгөөд хамгийн шуугиан ихтэй ураны сувгийг харуулахад энэ өнгийг ашигладаг.

Агаарын геофизикийн судалгаанд GPS, радарийн өндөр хэмжигч ашиглан өндөржилтийн утгыг давхар авдаг бөгөөд энэ утгаар гурван хэмжээст зураг гаргаж геофизикийн тайлалтанд ашигладаг. Эдгээр зураг нь гамма цацрагийн утга болон тухайн талбайн өндөршилт, хэвгий налуу зэрэг геоморфологийн хоорондох хамаарлыг тооцоход илүү хэрэгтэй.

4.9.2. Тайлан

Хээрийн ба боловсруулалтын ажлын үр дүнгээр явуулсан судалгааны бүх мэдээллийг эцэст нь тайлан хэлбэрт оруулна. Тайлан нь дараахи жишгийн мэдээлэл агуулна.

Оршил

Бүлэг I. Ажлын талбайн тухай ерөнхий мэдээлэл

Бүлэг II. Талбайн геологи-геофизикийн тодорхойлолт

Бүлэг III. Тайлангийн хугацаанд хийсэн ажлууд, багаж, аргачлал, техник, төхөөрөмж.

Бүлэг IV. Материалын боловсруулалт, задлан шинжилгээ

Бүлэг V. Ажлын үр дүн

Дүгнэлт

Оршил хэсэгт ажлын зорилго, геологийн даалгавар, төлөвлөгөөний жинхэнэ биелэлт, төслөөс гажсан өөрчлөлт ба түүний шалтгаан, ажилласан багийн бүрэлдүүн: тайлан зохиоход оруулсан хувь нэмрийг үндэслэн дарааллаар нь зохиогчдын нэрсийг бичиж өгнө.

Бүлэг I. Ажлын талбайн газарзүйн ба засаг захиргааны харъяалалын тухай мэдээлэл, байршлын солибцол, топозургийн хуудасны (номенклатур) дугаар, агаарын фотозургийн онцлог, зам харгуй, усан сүлжээ, онгоцны буудал ба талбайн бусад онцлог, ажил явуулах нөхцөл ба дараагийн бүлгүүдтэй холбоотой бусад мэдээллүүдийг багтаана. Тухайн дүүрэгт мэдэгдэж байгаа соронзон орны хэлбэлзлийн тухай мэдээлэл байгаа бол түүнийг заавал оруулна.

Бүлэг II. Энэ бүлэг нь а) Геологи-геофизикийн судалгааны түүх б) Талбайн геологийн тогтоц в) Чулуулгын физик шинж чанар гэсэн гурван дэд бүлгээс бүрдэнэ. Эхний дэд бүлэгт цаг хугацааны дарааллаар тухайн талбайд хийгдсэн геологийн ба геофизикийн ажлын тойм, өгөгдсөн даалгаварт шууд хамааралтай ажил байсан бол түүнд задлан шинжилгээ хийсэн дүгнэлт: ялангуяа соронзон хайгуулын ажлын аргачлал ба үр дүнд онцгой анхаарал хандуулах. Хоёрдугаар дэд бүлэгт ангийн өмнө тавигдсан тодорхой даалгаварыг харгалзан, хамгийн сүүлийн үеийн мэдээлэл ашиглан

геологийн тогтоцыг товч бичнэ. Гуравдугаар дэд бүлэгт Чулуулгын ба ашигт малтмалын физик шинж, юуны өмнө соронзон чанарын тухай задлан шинжилгээ хийнэ.

Бүлэг III. Ангийн өмнө тавигдсан даалгаварыг зааж, гүйцэтгэсэн ажлын явц ба онцлог, судалгааны аргачлалыг бичнэ. Үүнд: зураглалын масштаб, маршрутын чиглэл, талбайнуудын ба маршрутын дугаарууд, СОХХ-ын засвар, холболт хийсэн аргууд болон аргачлалтай холбоотой бусад асуудлуудыг бичнэ. Мөн энд багаж, техникийн тодорхойлолтууд, зураглалын ажлын алдааны нарийвчлал, хээрийн ажлын чанарын дүгнэлт ба техник-эдийн засгийн үзүүлэлтүүдийг оруулна.

Бүлэг IV. Агаарын геофизикийн материалуудын боловсруулалтын аргачлал ба засвар хийх арга ажиллагааг дэлгэрэнгүй бичнэ. Тайланд хавсаргасан график зургуудын масштабын сонголтыг үндэслэл сайтай гаргаж өгнө.

Бүлэг V. Агаарын геофизикийн судалгааны материалуудад задлан шинжилгээ хийж, тэдгээрийн геологийн шалтгаанийг шүүн тунгаах, талбайн геологийн тогтоцыг нарийвчлах, ашигт малтмалын эрэл явуулах талбайнуудыг сонгон цаашид ажил явуулах талаар зөвлөмж өгнө. Энэ бүлгийг зохиохдоо өөрийн ажлаас гадна бусад геолог-геофизикийн ба уул, өрөмдлөгийн ажлуудын үр дүнг харгалзан үзнэ.

Дүгнэлт: Энд ажлын үр дүнг товчхон илтгээд түүний геологийн үр өгөөж ба ардын аж ахуйд үзүүлэх нөлөө, тухайн талбайг цаашид судлах аргачлалын талаар зөвлөмж өгнө. Энэ судалгааны ажлын үр дүнг цаашид ашиглахын тулд хээрийн ба боловсруулалтын ажлын бүх арга, аргачлалыг, бас ажлын үр дүнд хийсэн дүгнэлтийг маш тодорхой үндэслэсэн байх ба тайлангийн бичвэрийн хэсэгт ойлгомжтой тайлбарласан байх ёстой.

Тайлангийн үндсэн бичвэрийн хэсгээс гадна товч агуулга (аннотация), гарчиг, бичвэрийн хавсралтын жагсаалт, график

материалын жагсаалт, шүүмж, тайлан хамгаалсан протокол, ашигласан материалын жагсаалт, хээрийн материал хүлээн авсан комиссын акт, фондод тушаасан анхдагч материалын жагсаалт зэргийг багтаана. Тайлангийн зарим хэсгийн тайлбар ба дүгнэлтийн баталгаа болгож хавсаргах график зургуудыг бас тайланд хавсаргана. Үүнд:

1. График материал
2. Шаардлагатай геологийн зургууд
3. Тайлангийн бичвэрийн хэсэгт зураг маягаар оруулсан зарим хавсралтууд

Тайланг хоёр хувь бэлтгэнэ. Хэрэв гүйцэтгэгч хэрэгтэй гэж үзвэл тайланг 3 хувь хэвлээд нэг хувийг нь захиалагчийн зөвшөөрлөөр өөртөө үлдээж болно. Тайлан нь геофизикийн ба геологийн хоёр шүүмжтэй байна.

Эцсийн тайлангаас гадна судалгааны явцад улирлын ба жилийн тайлангуудыг захиалагчийн төлөвлөсөн хугацаануудад гаргаж өгнө.

5. ДҮГНЭЛТ

1.1. Геофизикийн цахилгаан, соронзон, гравиметр, агаарын геофизикийн зураглалын ажлын чанарыг үнэлэх ба тайлагнах заавар боловсруулах төслийн ажлыг өгөгдсөн геологийн даалгаврын удирдамжийн дагуу хийж гүйцэтгэлээ.

1.2. Боловсруулсан зааврын хяналтыг зохих журмын дагуу шүүмж хийлгэж засвар хийв.

1.3. Зааврыг үйлдвэрлэлд нэвтэрч буй орчин үеийн дэвшилтэд техник технологийн ололт болон сүүлийн хорь шахам жилийн ажлын туршлаганд үндэслэн боловсруулав.

1.4. Боловсруулсан зааврын дагуу геофизикийн хээрийн ажилд эксперт хийх, хүлээн авахад ашиглах зориулалттай болно.

1.5. Дээр дурдагдсан геофизикийн аргуудын ажлын үр дүнгээр геофизикийн мэдээллийн нэгдсэн нэг түвшингийн сан бүрдүүлэхэд баримтлах тулгуур материал болох ач холбогдолтой.

1.6. Цаашид энэхүү зааврыг улсын хэмжээнд мөрдөж, үе үе сайжруулан боловсронгуй болгож ашиглах нь зүйтэй гэж үзэж байна.

6. Ашигласан ном хэвлэлийн жагсаалт

6.1. http://www.femto.com.ua/articles/part_1/2070.html

6.2. <http://www.techtimes.com/articles/18359/20141021/earths-magnetic-poles-may-flip-soon-what-exactly-does-that-mean.htm>

6.3. http://www.dmp.wa.gov.au/documents/regional_geophysical_surveys/J2134_GA1224_Logistics_Report_Eucla_2010.pdf

6.4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Геомагнитная_буря

Тайланд орсон зураг ба хүснэгтэн материалын нэрсийн жагсаалт

1	Зураг-2.4.2.1.	Дэлхийн соронзон туйлууд солигдох нь
2	Зураг 2.5.1.	Протоны прецессийн багажны физик үндэс
3	Зураг 2.5.2.	Протон-электроны прецессийн соронзон хэмжигч багажны физик үндэс
4	Зураг 2.5.3.1.	8042731 сериал дугаартай GSM-19TW багажны 2012 оны 2 сарын 06-ны өдрийн үргэлжилсэн хэмжилтийн 05survey.wm файлын агуулга.
5	Зураг 2.5.3.2.	Тасралттай буюу 25 м зайнд хэмжилт хийхэд шаардагдсан хамгийн бага дундаж хугацаа 10 секундээс дээш хугацаа хангалттай байгааг харуулсан чанарын сайн үзүүлэлттэй бичлэгээс
6	Зураг 2.5.3.3.	Тасралттай буюу 25 м зайнд хэмжсэн хэмжилтийн чанар илтгэгчийн сигналын хэмжигдсэн хугацаа ба амплитуд хангалтгүй түвшинд хэмжигдсэн хэмжилтийн чанарын гологдолтой бичлэгийн хэсэг.
7	Зураг 2.5.3.4.	Төмрийн хүдэртэй буюу хэт суурьлаг чулуулагтай талбайн соронзон зураглалын үед багажны градиент хэмжих хүчин чадал нь бага багаж ашигласнаас хэмжилтэнд гарсан гологдол доголдлыг нөхөн засаж бичсэнийг харуулсан зураг
8	Зураг 3.4.1.6.1.	EXCEL программын макро программчлал ашиглан бүрэн засварлагдсан Буге гажлыг тооцоолон гаргах хүснэгтний эхний ба сүүлийн хэсгийн хуулбар
9	Зураг 3.4.1.6.2.	Багажны төрөл ба тулгуур цэгийн мэдээллийг Excel хүснэгтэд бэлдэх нь
10	Зураг 3.4.1.6.3.	Lacoste-Romberg, Worden багажны хэмжилтийн хуваарийн тоог хувиргахад ашиглах тохиргооны мэдээлэлтэй хүснэгт
11	Зураг 3.4.1.6.4.	Завсарын нимгэн хавтанг 166.738 км радиусын хэмжээнд завсарын муруй хавтангаар (curvature correction or bullard b correction) сольж бодоход ашиглах Буллардын В төрлийн засварын хүснэгт
12	Зураг 4.2.	Агаарын геофизикийн судалгааны багаж төхөөрөмжийг байрлалын схем
13	Зураг 4.4.	Гамма цацрагийн спектрийн үндсэн хэлбэр ба элементүүдэд харгалзах энергийн цонх

14	Зураг 4.4.2.	Агаарын гамма-спектрометрийн багажинд бүртгэгдэх цацрагын төрлүүд
15	Зураг 4.5.1.4.	Агаарын соронзон зураглалын соронзон орны өндрийн түвшингийн график зураг
16	Зураг 4.5.2.1.	Нислэгийн чиглэлийн засвар хийх шугамуудын байршлын зураг.
17	Зураг 4.5.2.2.	Онгоцны хөдөлгөөнөөс хамаарсан засваруудыг тодорхойлох нислэгийн зураг
18	Хүснэгт 3.2.	Эллипсоидуудын нэрс ба тэдгээрийн параметрууд
19	Хүснэгт 3.3.3.2.	Гравиметрийн гол цэгүүд, түүний параметрууд
20	Хүснэгт 4.4.	Олон улсын атомын энергийн агентлагаас (IAEA, 1991) зөвлөмж болгосон геофизикийн судалгаанд ашиглах гамма цацрагийн энергийн цонх
21	Хүснэгт 4.5.1.2.	Янз бүрийн геологийн тогтоцтой талбайд гүйцэтгэх агаарын соронзон судалгааны онцлог шинж чанар
22	Хүснэгт 4.8.2.3.	Цацрагийн орны зураглалын ажлын алдааг тавиас олон ($n > 50$) хэмжилтээс бодох ба дараах хязгаараас ихгүй байна.