



**МОНГОЛ УЛСЫН ШИНЖЛЭХ УХААНЫ АКАДЕМИ
ОДОН ОРОН, ГЕОФИЗИКИЙН ХҮРЭЭЛЭН**

**“МОНГОЛ ОРНЫ НУТАГ ДЭВСГЭРИЙН ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ЕРӨНХИЙ
МУЖЛАЛЫН ЗУРАГ БОЛОВСРУУЛАХ НЬ” ШИНЖЛЭХ УХААН,
ТЕХНОЛОГИЙН ТӨСӨЛ**

SHUTT_009/2016

**ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН АЮУЛЫН ҮНЭЛГЭЭ БА ЕРӨНХИЙ МУЖЛАЛЫН
СУДАЛГАА:**

Улаанбаатар хот– 2019

БАТЛАВ. ШУА- ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэнгийн

Захирал, ШУ- ны доктор, профессор:

/С.Дэмбэрэл/

2019 оны 2 дугаар сарын 26- ны өдөр

Захиалагч: БАРИЛГА, ХОТ БАЙГУУЛАЛТЫН ЯАМ

Төслийн удирдагч:

Академич С.Дэмбэрэл

Төслийн гүйцэтгэгчид:

Зөвлөх Доктор А.Баясгалан

Доктор Ч.Одонбаатар

Доктор М.Өлзийбат

Б.Лхагвадорж

Д.Анхцэцэг

Д.Мөнгөнсүрэн

М. Дэмбэрэлдулам

Д. Баттогтох

Э.Баярсайхан

Г.Баатарсүрэн

А.Амармэнд

М.Мөнгөншагай

ГАРЧИГ

1. ЕРӨНХИЙ ЗҮЙЛ	11
1.1. Төслийн ерөнхий агуулга.....	11
1.2. ШУА – ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэн (ООГХ).....	12
1.3. Судалгааны ажлын товч танилцуулга.....	13
1.4. Судлагдсан байдал.....	17
1.4.1. Газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (M1:2 500 000, 1983).....	17
1.4.2. Дэлхийн хэмжээнд ГХАУ тооцоолох программ хангамж (GSHAP-Global Seismic Hazard Assessment Program).....	22
2. МОНГОЛ ОРНЫ ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ИДЭВХЖИЛТ	24
2.1. Монгол орны газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүсүүд.....	26
2.1.1. Алтай-Тянь-Шаны бүс	26
2.1.2. Хангайн бүс	27
2.1.3. Хөвсгөлийн бүс.....	28
2.1.4. Хэнтийн бүс	29
2.1.5. Орхон Сэлэнгийн бүс	30
2.1.6. Дорнод Монголын бүс.....	31
2.2. Өнгөрсөн ХХ зуунд Монгол орны нутаг дэвсгэрт болсон хүчтэй газар хөдлөлтүүд	32
2.2.1. Булнай болон Цэцэрлэгийн газар хөдлөлт:	33
2.2.2. Монгол Алтай буюу Фүн-Юуны газар хөдлөлт:	35
2.2.3. Ачит нуурын газар хөдлөлт:	37
2.2.4. Эрдэнэхааны газар хөдлөлт:	39
2.2.5. Бүрэн-Бүтээлийн нурууны газар хөдлөлт:	40
2.2.6. Говь-Алтайн газар хөдлөлт:.....	41
2.2.7. Баянцагааны газар хөдлөлт:.....	42
2.2.8. Сайханы газар хөдлөлт:.....	43
2.2.9. Буурын хярын газар хөдлөлт:.....	44
2.2.10. Могодын газар хөдлөлт:.....	46
2.2.11. Цагаан шувуутын газар хөдлөлт:.....	47
2.2.12. Тахийн Шарын газар хөдлөлт.....	49
2.2.13. Мөнххайрханы газар хөдлөлт:	50
2.2.14. Дэрэнгийн газар хөдлөлт:.....	52
2.2.15. Чүйн газар хөдлөлт:	54
2.3. Монгол орны нутаг дэвсгэрт 2000 оноос хойш болсон газар хөдлөлтүүд	56
2.4. Мэдээллийн сан	58
3. ИДЭВХТЭЙ ХАГАРЛЫН СУДАЛГАА БА СЕЙСМОТЕКТОНИКИЙН ЗУРАГ	61

3.1.	ГЕОЛОГИЙН ТОГТОЦ	61
3.2.	ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ИДЭВХТЭЙ ХАГАРЛУУД.....	64
3.2.1.	Монгол Алтайн идэвхтэй хагарлууд.....	64
3.2.2.	Говь-Алтайн нурууны идэвхтэй хагарлууд.....	71
3.2.3.	Хангайн нурууны идэвхтэй хагарлууд.....	73
3.2.4.	Булнайн хагарлын бүс.....	86
3.2.5.	Хэнтийн бүс	87
3.3.	ИДЭВХТЭЙ ХАГАРЛЫН ТАЛБАЙН СУДАЛГАА	92
3.3.1.	Цахилгаан хайгуулын хэмжилт:.....	104
3.3.2.	Сейсмо хайгуулын хэмжилт.....	113
3.3.3.	Георадарын судалгаа	119
3.4.	ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ИДЭВХТЭЙ ХАГАРЛЫН МЭДЭЭЛЛИЙН САН	125
3.5.	МОНГОЛ ОРНЫ СЕЙСМОТЕКТОНИКИЙН ЗУРАГ	127
4.	ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ГОРИМЫН СУДАЛГАА.....	134
5.	ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ДОЛГИОНЫ ЗАМХРАЛТЫН СУДАЛГАА.....	155
6.	ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН АЮУЛЫН ҮНЭЛГЭЭГ ТООЦОО.....	158
6.1.	ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН АЮУЛЫН ҮНЭЛГЭЭГ ТООЦОХ АРГА ЗҮЙ.....	158
6.1.1.	Суурь үнэлгээний аргачлал.....	159
6.1.2.	Магадлалт үнэлгээний аргачлал:	161
6.2.	ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН АЮУЛЫН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ТООЦООЛОЛ.....	164
6.2.1.	Голомтын бүсүүд.....	166
6.3.	ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН АЮУЛЫН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ТООЦООНЫ ҮР ДҮН.....	167
7.	СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН	174
7.1.	Хэлэлцүүлэг	174
8.	ДҮГНЭЛТ	180
9.	НОМ ЗҮЙ.....	183
10.	ХАВСРАЛТ 1. МОНГОЛ ОРНЫ ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ЕРӨНХИЙ МУЖЛАЛЫН ЗУРАГ (ДАВТАГДАХ ХУГАЦАА - 50, 500, 2500 ЖИЛ).....	191
11.	ХАВСРАЛТ 2. МОНГОЛ ОРНЫ АЙМАГ, СУМД БҮРИЙН ХУВЬД ТООЦООЛСОН 500 БОЛОН 2500 ЖИЛИЙН ДАВТАГДАХ ХУГАЦААНЫ ХОХ БОЛОН MSK64 ШАТАЛБАРЫН БАЛЛЫН УТУУД.....	198
12.	ХАВСРАЛТ 3. МЭДРЭГДЭМ ХҮЧТЭЙ (MW≥5.0) ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ЖАГСААЛТ.....	206
13.	ХАВСРАЛТ 4. ТОВЧЛОЛ.....	223

ЗУРАГ

Зураг 1.1 Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг.	19
Зураг 1.2 GSNAP программ хангамжийг ашиглан Дэлхийн хэмжээнд тооцоолон гаргасан ерөнхий зургаас Монгол орны нутаг дэвсгэрт хамаарах хэсгийг үзүүлсэн зураг	22
Зураг 2.1 Нэгэн зууны сейсмшлийн зураг (1900-2000).	32
Зураг 2.2 Цэцэрлэг болон Булнайн газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч	35
Зураг 2.3 Фун-Юуны газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч.....	37
Зураг 2.4 Ачит нуурын газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч.....	38
Зураг 2.5 Эрдэнэхааны газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч.....	39
Зураг 2.6 Бүтээлийн газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч.....	40
Зураг 2.7 Говь-Алтайн газар хөдлөлт изосейстийн бүдүүвч зураг.....	42
Зураг 2.8 Сайханы газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч	44
Зураг 2.9 Буурын хярын газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч	45
Зураг 2.10 Могодын газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч	47
Зураг 2.11 Үүрэг нуурын газар хөдлөлтийн изосейстийн схем зураг.....	48
Зураг 2.12 Тахийн Шарын газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч	50
Зураг 2.13 Мөнххайрханы газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч.	51
Зураг 2.14 Дэрэнгийн газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч	53
Зураг 2.15 Чуйн газар хөдлөлтийн изосейстийн схем зураг	54
Зураг 2.16 Чуйн газар хөдлөлтөөр Баян-Өлгий аймгийн Буянт сумын Цагаан өтөг ууланд үүссэн эвдрэл (2003 оны 10 дугаар сарын 4).	55
Зураг 2.17. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий сейсмшлийн зураг (2001-2017).	57
Зураг 2.18. 2001 – 2017 бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн тоон хамаарал	57
Зураг 3.1 Төв Азийн хавтангуудын хөдөлгөөн.....	62
Зураг 3.2. ЕвроАзийн эх газрын харьцангуй шилжилтийн “GPS”-ын хурд.....	63
Зураг 3.3 Баруун Монголын томоохон идэвхтэй хагарлууд.	65
Зураг 3.4 Говь-Алтайн идэвхтэй хагарлын бүс (Хөх ягаан өнгийн полигоноор харуулав).	72
Зураг 3.5 Хангайн бүсийн идэвхтэй хагарлууд.	75
Зураг 3.6 Баянхонгор хагарлын бүс орчмын хялбаршуулсан байр зүйн зураг.	76
Зураг 3.7 Баянбулаг хагарал дээр хийгдсэн хээрийн судалгааны цэгүүдийн тойм зураг.....	78
Зураг 3.8 Баруун Монголын идэвхтэй хагарлууд	79
Зураг 3.9 Тэрхийн цагаан нуурын урд илэрсэн идэвхтэй хагарлын байршлын зураг (П.Хосбаяр). 1-Идэвхтэй хагарал, 2-Зөрөл хагарал, 3-Шилжилттэй хагарал	82
Зураг 3.10 Сансрын зурагт Барчин уулын хойд бэлээр үргэлжилж буй идэвхтэй хагарлын ул мөрийг сумаар зааж харуулав.	83
Зураг 3.11. Уянгын хагарал сансрын зураг.	85
Зураг 3.12. Булнайн идэвхтэй хагарлын бүс.	86
Зураг 3.13. Хэнтийн идэвхтэй хагарлын бүс.....	88

ЗУРАГ 3.14. ДЭРЭНГИЙН ИДЭВХТЭЙ ХАГАРАЛ ОРЧМЫН ХЯЛБАРШУУЛСАН БАЙР ЗҮЙН ЗУРАГ	92
ЗУРАГ 3.15 ХОВД ХАГАРЛЫН СИСТЕМИЙН Ар-ХӨТӨЛ СЕГМЕНТ	95
ЗУРАГ 3.16. ХАГАРЛЫН ГЕОМОРФОЛОГИЙН МАРКЕРУУДЫГ ХЭМЖИХ ЗОРИЛТ БҮХИЙ ЗУРАГ АВАЛТ.	96
ЗУРАГ 3.17. Дрон зураг авалтаас гаргаж авсан өндөршлийн зураг	97
ЗУРАГ 3.18. Дрон зураг авалтуудыг нэгтгэн гаргаж авсан Ортофото.	98
ЗУРАГ 3.19 Булнайн хагарлын зураглал	99
ЗУРАГ 3.20 Баруун Богдын хагарал	100
ЗУРАГ 3.21 Баян-Агт хагарлын зураглал. Хагарал улаан зураасаар зураглагдсан. Бөөрөнхий улаан тэмдэглэгээнүүд тухайн районд болсон газар хөдлөлийн төвүүд юм.	101
ЗУРАГ 3.22. Судалгааны талбайн ерөнхий байршил	105
ЗУРАГ 3.23. Тренч #1-ийн байрлал	106
ЗУРАГ 3.24. Соронзон орны индукцийн векторын утгын түгэлтийг сансрын зураг дээр давхцуулсан байдал (газрын гадаргуу дээрх хагарлын мөрийг хар шугамаар дүрслэв)	106
ЗУРАГ 3.25. Соронзон орны зураг (Тренч #1)	107
ЗУРАГ 3.26 ШУГАМ #2 –ийн дагуух геоцахилгаан зүсэлт (хагарлын уналын чигийг тасархай улаан шугамаар дүрслэв)	108
ЗУРАГ 3.27 ЦАХИЛГААН БОСОО ТАНДАЛТЫН АРГЫН ХЭМЖИЛТЭЭР БАЙГУУЛСАН ГЕОЦАХИЛГААН ЗҮСЭЛТ (ТАСАРХАЙ ШУГАМААР хагарлын уналын чиглэлийг тоймлон үзүүлэв)	109
ЗУРАГ 3.28 Тренч #2-ийн байрлал	110
ЗУРАГ 3.29. Соронзон орны индукцийн векторын утгын түгэлтийг сансрын зураг дээр давхцуулсан байдал.	111
ЗУРАГ 3.30. ШУГАМ #3 –ийн дагуух геоцахилгаан зүсэлт.	112
ЗУРАГ 3.31. ШУГАМ #4 –ийн дагуух геоцахилгаан зүсэлт.	112
ЗУРАГ 3.32. Булган аймаг, Могод сум дахь гурван судалгааны талбайн байршил:	114
ЗУРАГ 3.33. Хэмжилтийн ажлын талбайн ерөнхий байдал	114
ЗУРАГ 3.34. Могодын хагарал, тренч 1. Чичирхийллийн P, S долгионы бичлэг.	115
ЗУРАГ 3.35. Зай болон хугацаанаас хамаарсан хурдны годограф.	116
ЗУРАГ 3.36. Нэг шугам дахь сейсмик зүсэлт.	117
ЗУРАГ 3.37. S (хөндлөн) долгионы боловсруулалтын бүдүүвч зураг	117
ЗУРАГ 3.38. Цохилт бүрийг СDR ангилан харуулж байна.	118
ЗУРАГ 3.39. Анхан шатны сейсмийн гүний зураг	119
ЗУРАГ 3.40. Тренч #2-ийн баруун хана (дээд хэсэгт), хөрсний шаант хэлбэрийн эвдрэлийн мозайк зураг (доод хэсэгт)	120
ЗУРАГ 3.41. Тренч #1 болон түүн дээр хийгдсэн Георадарын хөндлөн огтлолуудын байрлалын зураг.	121
ЗУРАГ 3.42. Тренч #2 болон түүн дээр хийгдсэн Георадарын хөндлөн огтлолуудын байрлалын зураг.	122
ЗУРАГ 3.43. Тренч #2 дээр хийгдсэн Георадарын 250МГц антений хоёрдугаар хөндлөн огтлолын үр дүнгийн зураг.	122
ЗУРАГ 3.44. Тренч #2 дээр хийгдсэн Георадарын 250МГц антений гуравдугаар хөндлөн огтлолын үр дүнгийн зураг. Дээд талын өргөн бор шугам нь тренчийн байрлалыг заана.	123

Зураг 3.45. Тренч #2 дээр хийгдсэн Георадарын 500МГц антены нэгдүгээр хөндлөн огтлолын үр дүнгийн зураг.	
Дээд талын өргөн бор шугам нь тренчийн байрлалыг заана.....	123
Зураг 3.46. Тренч #2 дээр хийгдсэн Георадарын 500МГц антены хоёрдугаар хөндлөн огтлолын үр дүнгийн зураг.	
Дээд талын өргөн бор шугам нь тренчийн байрлалыг заана.....	123
Зураг 3.47. Тренч #2 дээр хийгдсэн Георадарын 500МГц антены гуравдугаар хөндлөн огтлолын үр дүнгийн зураг.	
Дээд талын өргөн бор шугам нь тренчийн байрлалыг заана.....	123
Зураг 3.48. Тренч #3 болон түүн дээр хийгдсэн Георадарын хөндлөн огтлолуудын байрлалын зураг.	124
Зураг 3.49 Монгол орны газар хөдлөлтийн Сейсмостектоникийн зураг.....	130
Зураг 4.1 Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрт бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй	135
Зураг 4.2 Монгол Алтайн бүсэд бүртгэгдсэн нийт газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй	137
Зураг 4.3 Монгол Алтайн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.	139
Зураг 4.4 Говь-Алтайн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй.....	140
Зураг 4.5 Говь-Алтайн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.....	140
Зураг 4.6 Булнайн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй	141
Зураг 4.7 Булнайн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.....	142
Зураг 4.8 Хангайн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй	142
Зураг 4.9 Хангайн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.....	143
Зураг 4.10 Могодын бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй	144
Зураг 4.11 Могодын бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.....	144
Зураг 4.12 Хөвсгөлийн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй.....	145
Зураг 4.13 Хөвсгөлийн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.....	146
Зураг 4.14 Хэнтийн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй	146
Зураг 4.15 Хэнтийн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.....	147
Зураг 4.16 Бүрэн-Бүтээлийн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй	148
Зураг 4.17 Бүрэн-Бүтээлийн бүсэд оршиж байгаа Зэлтэрийн идэвхтэй хагарлын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй.	148
Зураг 4.18 Байгалийн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй	149
Зураг 4.19 Алтай-Саяны бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй.....	149
Зураг 4.20 Тагнийн нурууний бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй	150
Зураг 4.21 Их нууруудийн хотгорын бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн	150
Зураг 4.22 Тянь-Шаны бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй	151

Зураг 4.23 Тянь-Шаны бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.....	151
Зураг 4.24 Говийн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй.....	152
Зураг 4.25 Говийн бүсэд оршиж байгаа Таван хар болон Өргөний идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.....	152
Зураг 4.26 Сейсмоструктур бус бүрийн идэвхжилт.....	153
Зураг 4.27 Сейсмоструктур бус бүрийн газар хөдлөлтийн давтагдалт.....	153
Зураг 6.1 Суурь үнэлгээний аргын тооцооны шаталбар.....	160
Зураг 6.2 Магадлалт үнэлгээний аргын тооцооны шаталбар.....	163
Зураг 6.3 ODPSHA програмын ерөнхий схем.....	164
Зураг 6.4 Газар хөдлөлтийн голомтын бүсүүд.....	167
Зураг 6.5 Монгол орны хөдлөлтийн мужлалт.....	168
Зураг 6.6 Газар хөдлөлтийн голомтуудын зайны тархалтын тархалт.....	170
Зураг 6.7 Голомтын бүсүүдийн магнитуд тархалтын функц.....	170
Зураг 6.8 ГХАҮ-ний муруй.....	171
Зураг 7.1 Монгол орны ерөнхий мужлалын зураг харьцуулсан байдал (1983 ба 2018).....	178
Зураг 10.1. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг. (50 жилийн давтагдах хугацаа, ХОХ -ААР).	191
Зураг 10.2. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (500 жилийн давтагдах хугацаа, ХОХ -ААР).	192
Зураг 10.3. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (2500 жилийн давтагдах хугацаа, ХОХ -ААР).....	193
Зураг 10.4. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (500 жилийн давтагдах хугацаа, баллаар - 1 алхмаар).....	194
Зураг 10.5. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (2500 жилд давтагдах хугацаа, баллаар -1 алхмаар).....	195
Зураг 10.6. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (500 жилийн давтагдах хугацаа, баллаар - 0,5 алхмаар).....	196
Зураг 10.7. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (2500 жилийн давтагдах хугацаа, баллаар - 0,5 алхмаар).	197

**НЭГДҮГЭЭР БҮЛЭГ
ЕРӨНХИЙ ЗҮЙЛ**

1. ЕРӨНХИЙ ЗҮЙЛ

1.1. Төслийн ерөнхий агуулга

(1) Төслийн нэр

“Монгол орны нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг боловсруулах нь” (ГХЕМ)

(2) Төслийг хэрэгжүүлэх үндэслэл:

Монгол Улсын “Барилгын тухай” хууль;

Монгол Улсын 2012 оны төсвийн тухай хууль;

“Газар хөдлөлтөөс учрах хохирлыг багасгах, урьдчилан сэргийлэх зарим арга хэмжээний тухай” Монгол Улсын Засгийн газрын 2004 оны 35 дугаар тогтоолын 2 дугаар заалт;

Монгол Улсын Засгийн газрын 2009 оны 157 дугаар тогтоолоор батлагдсан “Газар хөдлөлтийн гамшгийн эрсдэлийг бууруулах үндэсний хөтөлбөр”-ийг хэрэгжүүлэх үйл ажиллагааны төлөвлөгөөний 2.2 дугаар заалт

(3) Төслийн зорилго:

Монгол орны нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын М1:1 000 000 масштабтай зураг зохиох.

(4) Судалгааны талбай ба бүс нутгийн хувьд дараах үр дүнг гаргана:

- Газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн зураг.
- Сейсмодектоникийн тойм зураг.
- Газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг. (1:1000000 масштабтай)

Газар хөдлөлтийн хүчийг магадлалт үнэлгээний аргаар тооцоолон 50 жилд хүрч болох хөрсний оргил хурдатгалын хэмжээг 10 хувиас хэтрэхгүй байх магадлалтайгаар тооцоолон гаргана.

(5) Төсөл хэрэгжих бүс нутаг:

- Бүх Монголын нутаг дэвсгэр

(6) Төслийн гүйцэтгэгч:

ШУА – ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэн (ООГХ)

1.2. ШУА – ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэн (ООГХ)

НҮБ –аас 1957 оныг Олон улсын Геофизикийн жил болгон зарласны дагуу Монгол Улсын Засгийн газраас олон улсын энэ хамтын ажиллагаанд оролцох шийдвэр гаргаж ЗХУ-д үйлдвэрлэсэн соронзон цахилгаан системийн дүүжингээр тоногдсон фото бичлэгтэй газар хөдлөлтийг бүртгэх анхны “Улаанбаатар” станцыг 1957 оны 7 сард барьж байгуулсан юм. Станцын хэвийн ажиллагааг хангаж энэ станц дээр бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн мэдээллийг боловсруулж судалгаа шинжилгээний ажлыг эхлүүлснээр Монгол Улсад газар хөдлөл судлалын ажлын үндэс суурь тавигдсан юм. Тэр үеэс хойш газар хөдлөлтийг бүртгэх “Улаанбаатар” станц өргөжин хөгжиж өнөөдөр газар хөдөл судлалын чиглэлээр олон улсын түвшинд судалгаа шинжилгээний ажлыг гүйцэтгэдэг ШУА –ийн Одон орон, геофизикийн хүрээлэн болон хүрээгээ тэлжээ.

ООГХ нь мэдээллийг алсаас шууд горимоор дамжуулдаг, газар хөдлөлтийг бүртгэх тоон бичлэгтэй орчин үеийн багаж төхөөрөмжөөр тоноглогдсон 100 гаруй станцын сүлжээтэй, эдгээр станцын хэвийн ажиллагааг хангах, мэдээллийн санг бүрдүүлэх ба боловсруулах, нэгтгэж дүн шинжилгээ хийх албан үүрэг бүхий чадварлаг боловсон хүчнээр хангагдсан Үндэсний Мэдээллийн Төвтэй ШУА-ийн харьяа хүрээлэн юм.

ООГХ нь Монголын нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн зүй тогтол, горим, гүний тогтоц, хүчтэй газар хөдлөлтийн голомтын механизм түүний геодинамикийн процесстой уялдах шүтэлцээ зэрэг суурь судалгаа, томоохон хот суурины газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээг тогтоох хавсарга судалгааг хийдэг. Эдгээр судалгааны үр дүн нь Төв Ази, улмаар дэлхийн геодинамикийн процессыг судлах, болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлтийг урьдчилан таамаглах зэрэг олон улсын түвшинд нийцсэн судалгааг гадаад дотоодын эрдэмтэдтэй хамтран гүйцэтгэх боломжийг бүрдүүлж байна.

ООГХ –ийн судалгааны баг “Монгол орны нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын М1:1 000 000 масштабтай зураг”-ийг зохиоходоо олон улсын түвшинд өргөн хэрэглэгддэг газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний судалгааны ажлын шинэлэг арга зүйг нэвтрүүлэн судалгааны үр дүнг магадлалт болон суурь үнэлгээний аргаар боловсруулан гаргах зорилт тавьж ажиллалаа.

1.3. Судалгааны ажлын товч танилцуулга

Монголын газар хөдлөлтийн идэвхжилт нь Евро-Азийн ба Энэтхэгийн тектоник хавтангуудын мөргөлт, Байгалийн тэлэлтийн геодинамик процесс, бүс нутгийн чулуулаг мандал дахь геологи, геодинамикийн процесстой холбоотой болохыг гадаадын болон манай эрдэмтэн судлаачид тогтоож эрдэм шинжилгээний бүтээлүүддээ тусгасан байдаг [Florensov and Solonenko, 1965; Molnar and Tapponnier, 1977; Tapponnier and Molnar, 1979; Cunningham, 1998]

XX зуунд Монгол оронд магнитуд нь 7 ба түүнээс дээш 20 гаруй нэн хүчтэй газар хөдлөлт болсны 4 нь магнитуд 8 ба түүнээс дээш хүчтэй болсон нь Төв Азийн бүсэд орших манай орны нутаг дэвсгэр нь газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүсэд багтдаг болохыг батлан харуулдаг [Хилько ба бусад, 1985; Baljinnyam, I et al, 1993].

Монгол орны нутаг дэвсгэрт хийж гүйцэтгэсэн орчин цагийн тектоник, геологи - геофизик, геодинамик, түүхэн газар хөдлөлтийн мэдээлэл, газар хөдлөлтийг бүртгэх станцуудын мэдээллийн сан, хүчтэй газар хөдлөлтийн голомтын бүсэд хийсэн сейсмогеологийн судалгааны үр дүнгүүдийг нэгтгэн М1:2 500 000 масштабтай “Монголын нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг” -ийг Монгол Оросын эрдэмтэн судлаачид хамтран 1983 онд боловсруулан гаргасан юм (Зураг 1.1). Энэхүү судалгааны ажлын үр дүнгээр Монгол орны нутаг дэвсгэрийн 75-аас дээш хувь нь VII болон түүнээс дээш баллын газар хөдлөлтийн нөлөөнд өртөх магадлалтай бүсэнд хамрагддаг болохыг тогтоосон байдаг.

Газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (ГХЕМЗ) – ийг тухайн газар нутагт болсон хүчтэй газар хөдлөлт, газар хөдлөлтийн идэвхжилт, сүүлийн жилүүдэд хийгдсэн газар хөдлөл судлал, геологи – геофизикийн судалгаа шинжилгээний үр дүнг нэгтгэн шинээр хуримтлагдсан газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлын талаарх шинэ мэдээлэл, газар хөдлөлтийн долгионы замхралын нарийвчлан тодорхойлсон харьцаа, геодезийн болон судалгааны бусад шинэлэг үр дүнгүүдийг ашиглаж ГХЕМЗ – ийг 10-15 жилийн хугацаанд шинэчлэн боловсруулж газар хөдлөлтийн аюулын эрсдэлийг бууруулах үйл ажиллагаанд ашиглаж байх шаардлагатай байдаг боловч Монгол орны хувьд сүүлийн 35 жилд энэхүү судалгааны ажил хийгдээгүй байна.

Орчин үед олон улсын түвшинд газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээ (ГХАУ) –г суурь болон магадлалт үнэлгээний аргуудаар хийж байгаатай уялдуулан манай улсад ашиглагдаж байгаа барилгын норм нормативд тусгагдсан газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний физик параметрууд өөрчлөгдөж байгаа учраас одоогийн хэрэглэж буй барилгын норм нормативд ашиглагдах мэдээллийг судалгаа шинжилгээний ажлын үндсэн дээр шинэчлэн тодорхойлох зайлшгүй шаардлага гарч байгаа юм. Тиймээс энэхүү судалгааны ажлыг хийхдээ орчин үеийн судалгааны арга, арга зүй, шинэ мэдээллээр баяжсан мэдээллийн сан, судалгааны шинэ багаж тоног төхөөрөмж, техник технологийн ололт амжилтыг ашигласан орчин үед олон улсад өргөнөөр хэрэглэдэг аюулын үнэлгээний суурь болон магадлалт үнэлгээний аргуудаар тооцоог хийж, үр дүнг гаргасан болно.

ГХЕМ-ийн судалгаанд ашиглагддаг мэдээллийн санг улам бүр баяжуулж, тухайн үеийн арга зүй болон стандартад нийцүүлэн зарим аймаг, сумдын газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураг зохиох судалгааны ажлыг 1979-1989 онуудад хийж гүйцэтгэснээр манай орны 9 аймаг, 3 сумын төвийн М1:4 000 масштабтай ГХБМ зургийг зохиосон [Ключевский и др., 1998].

1994 оноос Монгол орны газар хөдлөлтийг бүртгэх станцыг техник технологийн хувьд шинэчлэх ажлыг эхлүүлж станцуудыг орчин үеийн тоон бичлэгтэй электрон багаж төхөөрөмжөөр тоноглон, газар хөдлөлтийн мэдээллийг шууд горимоор ООГХ рүү дамжуулах асуудлыг шийдсэн юм. 1994 онд Улаанбаатар хот орчмын нутаг дэвсгэрт орчин үеийн өндөр мэдрэмжтэй бичил сүлжээ станцыг суурилуулан ажиллуулж эхэлсэн нь бүс нутгийн газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний судалгааны ажлыг өндөр шинэ түвшинд хийж гүйцэтгэх боломжийг нээж өгсөн.

ООГХ нь 2015 онд Барилга Хот Байгуулалтын Яам (БХБЯ) – ний захиалгаар “Улаанбаатар хот болон Налайх, Багануур, Багахангай дүүргүүдийн нутаг дэвсгэрийн М1:10 000 масштабтай газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураг зохиох” гэрээт ажлын хүрээнд Улаанбаатар хотын газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зургийг шинэчлэн боловсруулж, дагуул дүүргүүдийн нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зургийг анх удаа шинээр зохион гаргасан юм. Мөн түүнчлэн Дорнод, Сүхбаатар, Хэнтий, Говь-сүмбэр, Дорноговь, Дархан-Уул, Дундговь, Орхон, Өвөрхангай, Баянхонгор, Архангай, Баян-Өлгий зэрэг 12 аймгийн төвүүдийн нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн

бичил мужлалын М1:10 000 масштабтай зураг зохиох судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэн 2017 оны 6 сард БХБЯ-нд хүлээлгэн өгсөн.

ООГХ нь 2016 оноос Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын М1:1 000 000 масштабтай зургийг шинэчлэн боловсруулах судалгааны ажлыг эхлүүлж хээрийн болон мэдээлэл боловсруулалтын судалгааны ажилд Төв Азийн бүс нутаг болон Монгол орны газар хөдлөл судлалын чиглэлээр олон улсад танигдсан Франц болон ОХУ -ын эрдэмтэн судлаачдыг урьж хамтран ажилласан юм. Хамтран хийж гүйцэтгэсэн судалгааны ажлын үр дүнгүүдийг нэгтгэн олон улсын эрдэм шинжилгээний хурлуудад илтгэл тавин олон улсын эрдэмтэн судлаачдын хүрээнд шүүн хэлэлцэн болно.

Уг төслийн хүрээнд дараах судалгааны ажлуудыг хийж гүйцэтгэлээ. Үүнд:

Газар хөдлөлтийн идэвхжилт ба горимын судалгаа: Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүсүүдийн мужлалыг тодорхойлж, тухайн муж бүрийн хувьд газар хөдлөлтийн горимын судалгааны гол параметрууд болох идэвхжилт ба давтагдах хугацааг тооцоолон гаргалаа.

Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлын судалгаа: Монгол орны нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын судалгааны ажилд ашиглагдах газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудыг төрлөөр нь ангилж тухайн хагарлын сансрын зурагт тайлал хийн хагарлуудын үндсэн параметруудийг тодорхойлох хагарлын дагуу хээрийн судалгаа шинжилгээний ажил хийж гүйцэтгэлээ. Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлыг илрүүлэх, тектоник зүй тогтлын тайлал хийх, хүчтэй газар хөдлөлтийн голомтын бүсэд төлөөлөл болгон авсан зарим хагарлуудын дагуу маршрутын, тренчийн болон геофизикийн хээрийн судалгааг явуулж тухайн хагарлын геометрийн параметрууд, хагарлын нас, хамгийн сүүлд болсон хүчтэй газар хөдлөлт, давтагдах хугацаа болон голомтын механизмыг тодорхойллоо.

Газар хөдлөлтийн сейсмик долгионы тархалтын судалгаа: Монгол орны хэмжээнд хүчтэй газар хөдлөлтийн голомтоос тархах сейсмик долгионы замхралын хуулийг тодорхойлоход ашиглагдах мэдээллийн санг бүрдүүллээ. Энэхүү мэдээллийг боловсруулан бүс нутгийн царцдас мандлаар тархах сейсмик долгионы замхралын хуулийг тодорхойллоо.

Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний үр дүн: Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийг 5х5 км талбай бүхий тооцооллын цэгүүдэд хуваан 63955 цэг бүрийн хадан хөрсөнд үзүүлж болзошгүй газар хөдлөлтийн хүчний хэмжээг суурь болон магадлалт үнэлгээний аргаар тооцоолон тодорхойллоо. Болзошгүй газар хөдлөлтийн тухайн цэгт үзүүлэх хүчийг тооцоолохдоо муж бүрийн газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн нөлөө болон хүчтэй газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудын нөлөөг тооцсон болно. Цэг бүр дээрх газар хөдлөлтийн хүчний хэмжээ нь болзошгүй газар хөдлөлтийн нөлөөнөөс хадан хөрсөн дээр үүсэх хөрсний оргил хурдатгал (ХОХ) –ын хэмжээ болон түүний утгад харгалзах MSK – 64 шаталбарын газар хөдлөлтийн баллын хэмжигдэхүүнээр тодорхойлсон болно. 50 жилд 10% болон 2%- ийн хэтрэх магадлалтай газар чичирхийллийн ХОХ –ын утгыг бодож газар хөдлөлтийн аюулын магадлалт үнэлгээг тогтоосон болно.

Газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (ГХЕМЗ): Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий зүй тогтол, идэвхжилт ба горимын судалгаа, газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудын судалгааны үр дүн болон газар хөдлөлтийн сейсмик долгионы замхралыг нэгтгэн тооцоолж, суурь болон магадлалт үнэлгээний аргаар Монгол орны нутаг дэвсгэрийн нэгж цэг бүр дээр тухайн орчмын хадан (эталон) хөрсний хувьд ХОХ ба баллыг тодорхойлсон үр дүнг дүрслэн үзүүлээ. Хадан хөрсний хувьд 50 жилд 10% хэтрэх магадлал буюу 475 жилд 1 удаа давтагдах магадлалтай нөхцөлийн хувьд газар чичирхийллийн ХОХ –ын утга болон түүнд харгалзах газар хөдлөлтийн нөлөөллийн баллын үнэлгээг MSK – 64 шаталбараар тодорхойлсон зураг байна. Зургийг М1:1 000 000 масштабтай бэлтгэсэн бөгөөд зургийг зохиосон он, зургийн нэр, зургийн тоогоор цифрлэн кодолж гаргав.

ГХЕМЗ нь Монгол орны нутаг дэвсгэрт урьд өмнө нь хийгдсэн геологи, геофизик, геодинамик, неогеотектоник, газар хөдлөл судлалын чиглэлийн олон жилийн судалгааны үр дүнг нэгтгэн газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээг суурь болон магадлалт үнэлгээний арга зүйг ашиглан тодорхойлж судалгааны талбайн цэг бүрд газар хөдлөлтийн улмаас үүсэж болзошгүй хөрсний оргил хурдатгал (PGA) болон газар хөдлөлтийн нөлөөллийг баллаар гаргасан тул бусад хэрэглээний зургуудтай жишиж хэрэглэхэд хялбар, практикийн ач холбогдолтой судалгааны ажлын үр дүн болсон юм. Зургийн үндсэн мэдээллийг

атрибут тоон хэлбэрт оруулсан нь судалгааны ажлын үр дүнг өнөөдөр манай улсад ашиглаж буй барилгын норм нормативыг шинэчлэн тогтоож практик ажилд шууд хэрэглэх боломж олгож байгаа төдийгүй энэ үр дүн нь цаашид хийгдэх бусад судалгаа шинжилгээний ажлуудын хувьд үнэтэй мэдээлэл, судалгааны материал болж байдгаараа онцлог ач холбогдолтой юм.

1.4. Судлагдсан байдал

Газар Хөдлөлтийн Аюулын Үнэлгээ (ГХАҮ) – ний судалгааны ажлыг 3 түвшинд хийж гүйцэтгэдэг. Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зургийг, хот суурин газруудын сав газрын хэмжээнд газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зургийг боловсруулж, харин стратегийн ач холбогдол бүхий томоохон үйлдвэр барилга байгууламж, өндөр барилга барих талбайн хувьд газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний захиалгат ажлыг тус тус хийж гүйцэтгэдэг. Эдгээр судалгааны ажлууд нь судалгааны талбайн хэмжээ, ашиглагдах мэдээллийн сан, судалгааны ажлын цар хүрээ, судлах арга зүйгээрээ ялгаатай ч гарах үр дүн нь нэг нь нөгөөтэйгөө уялдаатай, газар хөдлөлтийн аюулыг нарийвчлан тодруулсан, онцлогийг тодорхойлсон нягт уялдаатай байдаг.

1.4.1. Газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (M1:2 500 000, 1983)

1983 онд хийж гүйцэтгэсэн Монгол орны нутаг дэвсгэрийн M1:2 500 000 масштабтай газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зургийг зохиох судалгааны ажил нь тухайн он жилүүдэд судлагдаж хуримтлагдсан Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий сейсмшил, идэвхжилт ба газар хөдлөлтийн горимын судалгаа, хүчтэй газар хөдлөлтийн макро судалгаа, газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлууд болон палеосейсмологийн судалгааны үр дүнг ЗХУ болон Монголын эрдэмтэн судлаачдын нэгэн сэдэвт хамтын бүтээл юм (Зураг 1.1).

Тухайн үед өнгөрсөн 30 гаруй жилийн хугацаанд Монгол орны нутаг дэвсгэрт явуулсан геологи тектоник, газар хөдлөлтийн түүхэн болон багажийн судалгаа, хүчтэй газар хөдлөлтийн голомтын бүсэд хийгдсэн сейсмогеологийн судалгааны үр дүнг нэгтгэн Орос - Монголын эрдэмтдийн хамтарсан судалгааны баг газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалыг зохиох судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэсэн.

Ерөнхий мужлалын энэ зургийг суурь (детерминистик) үнэлгээний аргаар тооцоолж тэр үед ашиглагдаж байсан барилга байгууламж барих норм

нормативын дагуу MSK78 баллын шаталбараар тодорхойлсон байдаг. Судалгааны ажлын хүрээнд Монгол орны нутаг дэвсгэр дээрх болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлтийн голомтын бүсүүдийг ангилан үнэлж, Монгол орны нутаг дэвсгэрийг газар хөдлөлтийн чичирхийллээр нь мужилсан зургийг зохион үйлдвэрлэлд нэвтрүүлсэн байдаг. Энэхүү зургийн үр дүнг "Газар хөдлөлтийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм" [БНбд 22.01.01/ 2006] – д тусган үйлдвэрлэлд ашиглаж байна.

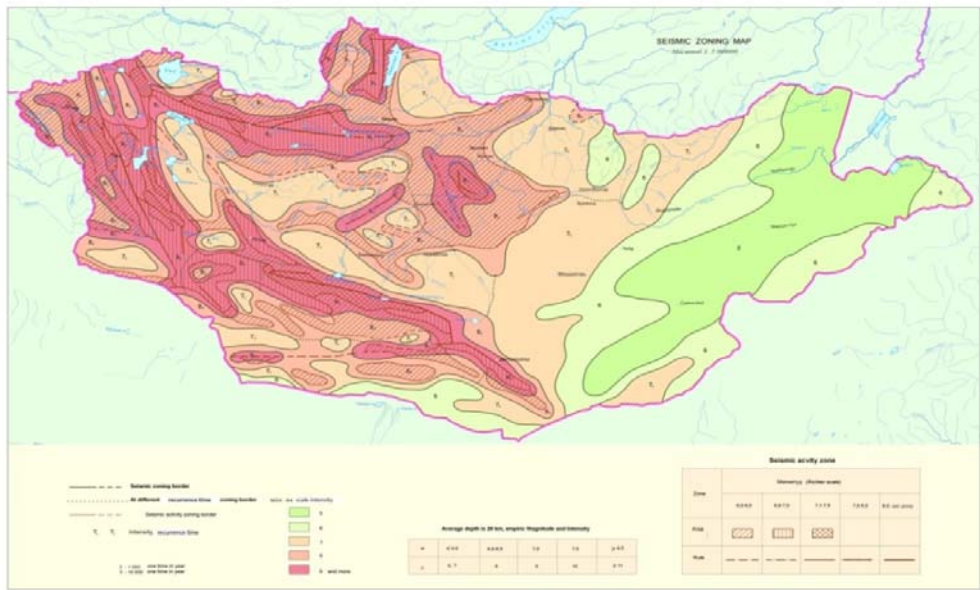
Энэхүү судалгааны ажлаар Монгол орны нутаг дэвсгэрт 500 оноос хойш түүхэн баримт бичгүүдэд тэмдэглэгдсэн түүхэн газар хөдлөлтийн мэдээлэл, палеосейсмологийн хээрийн судалгаагаар эдгээр хүчтэй түүхэн газар хөдлөлтүүдийн байршил, хүчийг ойролцоогоор тогтоож, 1957 – 1983 онуудад манай оронд болсон газар хөдлөлтүүдийг багажаар бүртгэн тодорхойлж газар хөдлөлтийн мэдээллийн нэгдсэн сан, түүний дотор $M > 3.5$ мэдэгдэм хүчтэй газар хөдлөлтийн мэдээллийг нарийвчлан бүрдүүлсэн нь чухал ач холбогдолтой ажил болсон юм.

Зарим аймаг, сумдын төвүүдийн нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зургийг зохиох судалгааны ажлыг гүйцэтгэсэн нь судалгааны мэдээллийн санг баяжуулсан, тухайн үеийн арга зүй болон стандартад нийцүүлэн хийсэн практик ач холбогдол судалгааны чухал ажлууд болсон юм. ГХБМ-ын зураг зохиох судалгааны ажлыг гүйцэтгэхдээ судалгааны тухайн талбайд газар чичирхийллийн нөлөөг илэрхийлэх үндсэн балл (I_0)-ыг сонгохдоо ГХЕМ-ын зураг зохиох ажлын хүрээнд тодорхойлогдсон баллын утгаар авч хэрэглэсэн байна (Хүснэгт 1.1).

Хүснэгт 1.1. Судалгаа хийсэн талбайн газар хөдлөлтийн балл

Аймаг сумын нэр	Газар хөдлөлтийн балл
Дорнод аймгийн төв Хэрлэн сум	5
Сүхбаатар аймгийн төв Баруун-Урт сум	5
Хэнтий аймгийн төв Хэрлэн сум	6
Говьсүмбэр аймгийн төв Сүмбэр	6
Дорноговь аймгийн төв Сайншанд сум	5
Дархан-Уул аймгийн төв Дархан сум	7 ₂
Өвөрхангай аймгийн төв Арвайхээр сум	7 ₂
Сэлэнгэ аймгийн төв Сүхбаатар сум	7 ₃
Төв аймгийн төв Зуун мод сум	7 ₃

Дундговь аймгийн төв Сайнцагаан сум	7 ₃
Завхан аймгийн төв Улиастай сум	7 ₃
Орхон аймгийн төв Баян-Өндөр сум	7,8
Булган аймгийн төв Булган сум	8 ₂
Баян-Өлгий аймгийн төв Өлгий сум	8 ₂
Хөвсгөл аймгийн төв Мөрөн сум	8 ₂
Баянхонгор аймгийн төв Баянхонгор сум	8 ₃
Архангай аймгийн төв Эрдэнэбулган сум	8 ₃
Өмнөговь аймгийн төв Даланзадгад сум	9 ₂
Увс аймгийн төв Улаангом сум	9 ₂
Ховд аймгийн төв Ховд сум	9 ₂
Говь-Алтай аймгийн төв Алтай сум	9 ₃
Тайлбар: 2- 50 жилд 1 удаа; 3- 500 жилд 1 удаа тохиолдоно	



Зураг 1.1 Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг.

Газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүс нутагт орших хот суурин газар нь хүчтэй газар хөдлөлтийн аюулд нэрвэгдэх эрсдэл өндөр байдаг тул эдгээр хот суурин газрын нутаг дэвсгэрт инженер сейсмологийн иж бүрэн судалгаа хийж, ГХЕМ-ийн зургаар тодорхойлогдсон газар хөдлөлтийн нөлөөллийн үндсэн баллыг тухайн сав газрын хөрсний инженер геологийн нөхцөлтэй уялдуулан нарийвчлан тодорхойлдог. Хот суурин газруудын нутаг дэвсгэрийн ГХБМ – ын зураг зохиох

ажлыг эрчимтэй хэрэгжүүлснээр 9 аймгийн төв, 3 сумын төвийн нутаг дэвсгэрийн М1:4 000 масштабтай ГХБМ-ийн зураг зохиож, үйлдвэрлэлд шилжүүлсэн байна. Эдгээр судалгааны ажлуудын үр дүнг газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм [БНбд 22-01-01]-д тусган ашиглаж ирсэн.

Монгол орны нутаг дэвсгэрийн хувьд хийгдсэн газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний судалгааны ажлын үр дүнд дүн шинжилгээ хийж дараах судалгааны бүтээлүүдийг нийтлэн хэвлэсэн байна. Үүнд:

Монгол орны нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын судалгааны ажлыг гүйцэтгэхдээ тухайн бүс нутгийн газар хөдлөлтийн ерөнхий зүй тогтол, төлөв байдал, палеосейсмогеологийн болон багажийн судалгаа, макросейсм судалгааны мэдээллийн сан, судалгааны талбайд хийгдсэн геологи – геофизикийн судалгааны ажлын үр дүн, мэдээллийн санг ашигласан байна. Ингэснээр хүчтэй газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудын тектоник динамик параметруудийг тодорхойлсон байна. Болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлтийн голомт дах хагарлуудын систем болон түүнтэй төстэй шинэ морфоструктурийн газар хөдлөлтийн аюулын потенциалыг тооцох нь Монгол орны газар хөдлөлтийн өндөр идэвхжилттэй бүс нутгийн сейсмотектоникийн дүн шинжилгээний ажлын гол үндэс болдог. Монгол орны сейсмотектоникийн зурагт хүчтэй газар хөдлөлтийн голомтын бүсүүдээс хамгийн их аюул учруулж болзошгүй магадлалтай бүсийг ялган тус тусад нь ангилж харуулсан байна.

Болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлтийн голомт тус бүрээс ирэх газар хөдлөлтийн сейсмик долгион нь тооцоолол хийгдэж буй тухайн цэг дээрх хөрсөнд ямар хэмжээний чичирхийлэл үүсгэж байгааг тооцоолон бодохдоо сейсмик долгионы замхралын хуулийг ашигласан байна. ГХЕМ – ын зурагт макро судалгааны үр дүнг тооцож оруулахдаа Монгол орны нутаг дэвсгэрт болсон магнитуд нь $6.0 \leq M \leq 8.3$ нийт 15 хүчтэй газар хөдлөлтийн нөлөөллийн изосейстийн бүдүүвч зургийг нэгтгэн оруулсан байна.

Изосейстийн бүдүүвч зургийг гаргахдаа макро судалгааны өгөгдлийн боловсруулан дундаж утгыг ашигласан байна. Газар хөдлөлтийн нөлөөллийн муж нь тухайн хүчтэй газар хөдлөлтийн хагарлын дагуу урт тэнхлэгт чиглэсэн гетероген эллипс хэлбэрээр тодорхойлогдсон бөгөөд магнитуд нь $M > 6.5$ газар

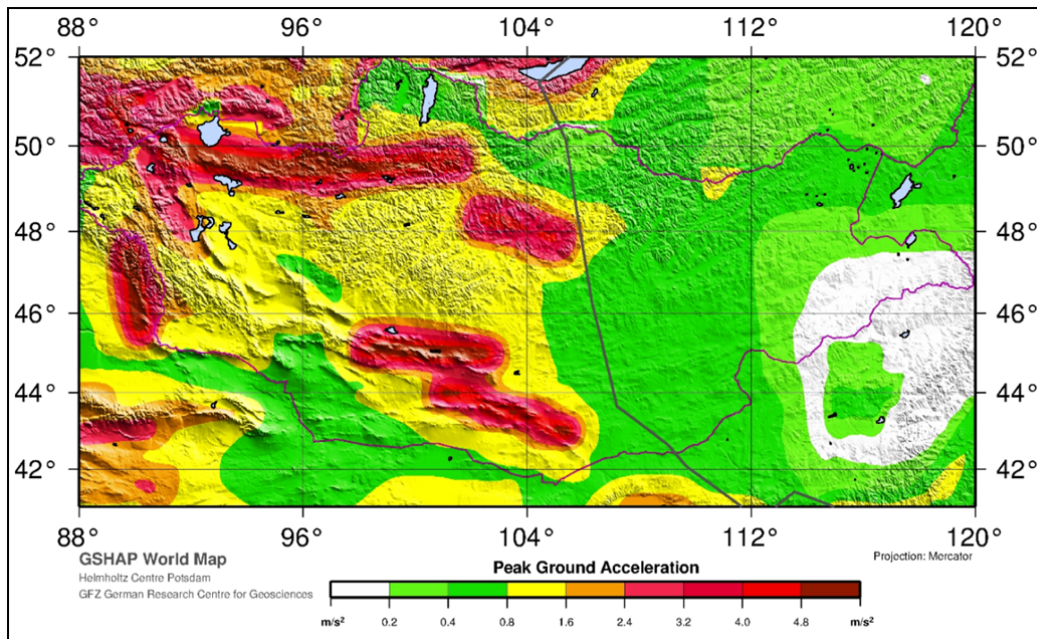
хөдлөлтийн хувьд газар доргилтын хүчний изосейстийн бүдүүвчийн загварыг гаргасан. Газар хөдлөлтийн нөлөөллийн бага баллын бүсийг харгалзан, идэвхтэй хагарлын эвдрэлийн бүсийн урт тэнхлэгийг изосейстийн бүдүүвчийн загвараар тогтоосон байдаг. Харин Монгол орны болон ОХУ – ын Байгаль нуур орчмын зарим нэгэн хүчтэй газар хөдлөлтийн үеэр үүссэн сейсмик долгионы чичирхийллийн эрчим хагарлын дагуух хөрсний зузаан давхаргад огцом буурч байсан онцгой тохиолдлыг харгалзан тооцсон байна.

Говь-Алтайн нурууны хөндийд VIII-IX баллын бүс өргөссөн бол Их нууруудын хотгорын томоохон хөндийгөөр газар хөдлөлтийн нөлөөллийн бүсийн өргөн багассан нь бодитоор ажиглагдсан. Хэрвээ изосейстийн зургийн хоорондох зайг зургийн масштабд 3 мм ба түүнээс бага байвал нэг бүсэд нэгтгэсэн байна.

1.4.2. Дэлхийн хэмжээнд ГХАҮ тооцоолох программ хангамж (GSHAP-Global Seismic Hazard Assessment Program)

Энэ программ хангамж нь Дэлхийн хэмжээнд ГХАҮ–г магадлалт үнэлгээний аргаар (Giardini ба бусад 1999) тооцоолж, газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний зургийг боловсруулан гаргахад зориулагдсан программ юм. Энэ программ хангамжийг ашиглан боловсруулж гаргасан зураг нь зөвхөн дэлхийн хэмжээний хүчтэй газар хөдлөлтийн мэдээлэл болон ерөнхий параметруудыг ашиглан зохиогддог учир тухайн улс орон, эсвэл бүс нутгийн газар нутгийн газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний тооцоонд хэрэглэхэд учир дутагдалтай юм. Дэлхийн хэмжээнд тооцоолсон газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний зургаас Монгол орны нутаг дэвсгэр багтсан хэсгийг (Зураг 1.2)-д үзүүлэв. Энэ зургийг хадан хөрсний оргил хурдатгал (ХОХ) нь 50 жилийн интервалд 10% – иас хэтрэх магадлалтай буюу 475 жилийн давтамжтай байх нөхцөлөөр тодорхойлогдсон болно.

Дүгнэж хэлэхэд, GSHAP программ хангамжийг ашиглан боловсруулан гаргасан Дэлхийн ГХАҮ –ний зургийг бүс нутгийн газар хөдлөлтийн аюулын ерөнхий төлөв байдлыг баримжаалахад ашиглахаас газар хөдлөлтийн аюулын нарийвчилсан үнэлгээний ажилд ашиглах боломжгүй юм.



Зураг 1.2 GSHAP программ хангамжийг ашиглан Дэлхийн хэмжээнд тооцоолон гаргасан ерөнхий зургаас Монгол орны нутаг дэвсгэрт хамаарах хэсгийг үзүүлсэн зураг

ХОЁРДУГААР БҮЛЭГ
ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ИДЭВХЖИЛТ

2. МОНГОЛ ОРНЫ ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ИДЭВХЖИЛТ

Монгол орны нутаг дэвсгэр нь төв Азийн газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүсэд багтдаг бөгөөд энэ нь хэдэн зуун сая жилийн өмнө Энэтхэгийн хойг Евро-Азийн эх газартай мөргөлдсөний улмаас бүрэлдэн тогтож эхэлсэн геологи, тектоникийн хувьд төвөгтэй нийлмэл бүтцийг агуулсан өргөгдлийн мужид хамаардаг. Монгол орны нутаг дэвсгэр нь энэхүү мужийн хамгийн хойд захын хэсэгт буюу тус мөргөлдөөний улмаас тектоник хөдөлгөөн идэвхтэй явагдаж буй бүс нутгуудаас хэдэн мянган километрийн зайд алслагдан оршдог учраас дээрх бүс нутгийг бодвол тектоникийн шилжилт хөдөлгөөн нь харьцангуй удаан явагддаг бүсэд хамаарна. Хэдий тийм боловч XX зуунд Дэлхийн хэмжээний нэн хүчтэй магнитуд нь 8 ба түүнээс дээш газар хөдлөлтүүд 4 удаа тохиосон байдаг. Үүнд: 1905 онд Хангай ба Хөвсгөл, Дархадын сав газрын зааг хэсэгт Хан-Хөхийн нуруунд 14 хоногийн зайтайгаар хоёр удаа тохиосон, газрын гадаргууд нийт 370 орчим км-ийн урт хагарал үүсгэсэн нэн хүчтэй Булнайн болон Цэцэрлэгийн газар хөдлөлт, 1931 онд Алтайн нуруу буюу Монголын баруун хязгаарын хил орчимд болон Монгол Алтайн газар хөдлөлт (Фун-Юуны газар хөдлөлт), газрын гадаргууд 270 орчим км урт үргэлжилсэн хагарал 1957 оны Говь-Алтайн газар хөдлөлтүүд орно.

Монгол орны нутаг дэвсгэрт ажиглагдаж буй газар хөдлөлтийн идэвхжилт, газар хөдлөлтийн төвүүдийн нягтрал, нэн хүчтэй газар хөдлөлтүүдийн байрлал нь ихэвчлэн хожуу дөрөвдөгчийн галавын үед идэвхэжсэн тектоник үйлчлэлийн нөлөөн дор үүссэн газар хөдлөлтийн идэвхтэй томоохон хагарлуудын дагуу байрласан байдаг. Нутгийн хойд хэсгийн газар хөдлөлтийн гол идэвхжилт нь Байгалийн рифтийн бүс ба Хөвсгөл, Бүсийн гол, Дархадын хотгор буюу тэдгээрийн хоорондын шилжилтийн бүс болох Тункийн хөндийн дагуу явагдаж байна. Нутгийн баруун хэсэгт идэвхжилт нь ихэвчлэн Алтайн нурууны газар хөдлөлтийн идэвхтэй, баруун гарын хэвтээ шилжилттэй хагарлуудын дагуу ажиглагддаг. Алтайн нурууны хувьд газар хөдлөлтийн идэвхжилт нь ихэвчлэн тус нурууны хойд хэсэгт болон 1931 онд болсон магнитуд нь $M_w=8$ –тай Фун-Юуны газар хөдлөлтөөр үүссэн хагарлын дагуу явагдаж байна. Дархадын сав газар болон Алтайн нурууны хоорондох газар хөдлөлтийн идэвхжилт нь ерөнхийдөө 1905 онд болсон Цэцэрлэгийн (1905/06/09, $M_w=8$) ба Булнайн (1905/07/23, $M_w=8.4$) газар хөдлөлтүүдээр

үүссэн хагарлуудын дагуу явагдаж өнөөдрийг хүртэл сулавтар газар хөдлөлтүүд тухайн хагарал орчим болсоор байна. Алтайн нурууны урд хэсгийн газар хөдлөлтийн идэвхжилт нь Тахийн шарын (1974/07/04) хүчтэй газар хөдлөлт болсон газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагаралтай холбоотой. Говь – Алтайн нурууны зүүн хэсгийн газар хөдлөлтийн гол идэвхжилт нь 1957 оны Богдын (1957/12/04, Mw=8, голомтод дахь балл XI-XII) нэн хүчтэй газар хөдлөлт болон түүний давталт хөдлөлтүүдийн нөлөөн дор явагдаж байна. Булган аймгийн Могод сумын ойролцоох газар хөдлөлтийн идэвхжилт нь 1967 оны 1-р сарын 5-нд магнитуд нь Mw=7.2 – той хүчтэй газар хөдлөлт болон газар хөдлөлтийн идэвхтэй Могодын хагаралтай холбоотой (Bayasgalan and Jackson, 1999).

Газар хөдлөлтийн идэвхжилт нь эдгээр голомтуудаас гадна өөр зарим нэгэн газар нутагт ажиглагдаж байна. Хангайн нурууны төв хэсэгт ажиглагдаж буй сулавтар газар хөдлөлтийн төвүүдийн нягтрал нь энэ бүс нутаг дахь чулуулаг мандлын деформацийн онцлогтой холбоотой. 2003 оны 9-р сарын 27-нд Алтайн нурууны хойд хэсэгт Орос Монголын хилийн заагт болсон магнитуд нь Mw=7.3 тай Чуйн газар хөдлөлт нь энэ бүс нутагт одоогоор ажиглагдаад буй хамгийн хүчтэй газар хөдлөлт нь болоод байна [Ulziibat M, 2006].

Гэхдээ өнгөрсөн зуунд ажиглагдсан эдгээр газар хөдлөлтийн идэвхжилт нь Монголын нутаг дэвсгэрт тохиосон бүхий л хүчтэй газар хөдлөлтүүдийн төвийн байрлалуудыг тэр бүрчлэн харуулж чадахгүй байна. Үүний нэг жишээ нь Эгийн давааны босоо шилжилттэй хагарлын дагуу одоогоос 300-500 жилийн өмнө тохиосон байж болох Хангайн нурууны хүчтэй газар хөдлөлт юм. Энэхүү нормал хагарал нь тус нурууны дунд биед орших бөгөөд уг хагарлын бүсэд 1570-аад оны үед магнитуд нь 7 ба түүнээс дээш хүчтэй газар хөдлөлт тохиолдож байсныг тэмдэглэжээ [Хилько, 1985].

Тухайн бүс нутгийн геологи, тектоникийн нөхцөл байдлыг сайтар судлан газар хөдлөлтийн судалгаанд тусгайлан авч үзэх нь Монгол орны нутаг дэвсгэрийг газар хөдлөлтийн голомтын бүсүүдэд хуваах, бүсүүдийг бүтэц, талбайн хэмжээний хувьд нарийвчлан тодорхойлоход чухал ач холбогдолтой байдаг. Монгол орны нутаг дэвсгэр нь газар хөдлөлтийн томоохон бүс болох Монгол-Агнуурын тэнгисийн баруун өмнөд хэсэгт орших ба хойд талдаа Сибирийн, урд талдаа Хятад, Таримын эртний картонуудын хооронд орших

баруун-хойноосоо үргэлжлэн Монголын нутаг дэвсгэр дээр урагш нумран зүүн-хойшоо сунаж тогтсон Урал-Монголын (Муратов, 1965) буюу Төв Азийн палеозойн атираат бүслүүрийн (Зоненшайн, 172) төв хэсэгт байрладаг.

Манай орны нутаг дэвсгэр нь дунджаар далайн түвшнээс дээш 1500 м өндөрт өргөгдсөн байх бөгөөд ялангуяа нутгийн баруун ба зүүн хойд хэсэг нь урт удаан хугацааны тектоникийн идэвхтэй хөдөлгөөнтэй холбоотойгоор хамгийн их атираажин өргөгдсөн байдаг. Геологи тектоникийн онцлогийг харгалзан Монгол орны нутаг дэвсгэрийг Алтай-Тянь-Шаны, Хангай, Хөвсгөл, Хэнтий, Орхон Сэлэнгэ, болон Дорнод Монголын гэсэн 6 неотектоник бүсэд хувааж авч үзсэн. [Балжинням И., 1975].

2.1. Монгол орны газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүсүүд

2.1.1. Алтай-Тянь-Шаны бүс

Энэ бүс нутаг нь Монгол орны баруун урд хязгаар Монгол-алтай , Говь-Алтай, Алтайн цаадах говь, Тянь-Шаны өндөр уулсыг хамарна. Өнгөрсөн ХХ зуунд манай орны нийт нутаг дэвсгэрт болсон магнитуд нь $M > 6.2$ хүчтэй газар хөдлөлтийн 50% нь энэ бүсэд болсноос $M > 7.3$ -аас дээш хүчтэй газар хөдлөлт 7 удаа (1903, 1915, 1931, 1938, 1957, 1958, 1960) болжээ. Уг бүс нь газар хөдлөлтийн хамгийн идэвхтэй бүс болох нь түүхэн болон багажийн судалгаагаар батлагдсан юм [Балжинням И., 1975].

Алтай-Тянь-шаны бүс нь кембри, палеозойн дунд үеийн атираат бүсэд багтана. Гадаргын төрх байдлаараа бусдаас илүү өргөгдсөн, баруун хойноос зүүн урагш чигт сунаж тогтсон структуртай болно [Балжинням И., 1975].

Энэ бүсэд орших хүчтэй газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлууд нь нэлээд эртний гаралтай ба антропогены үед хэд хэдэн удаа сэргэсэн хэмээн тэмдэглэгдсэн байдаг. Эдгээр хагарлууд дотроос хамгийн томоохон нь Толбо нуур, Ховд, Цагаан Шувуут, Их Богдын хагарлын бүсүүд юм. Энэ бүс нь Монгол Алтай, Говь-Алтайн нуруу ба Их нууруудын хотгорын заагаар зүүн урдаас баруун хойшоо ойролцоогоор 60 км өргөнтэй, хэдэн зуун км үргэлжлэн тогтсон урт зурвас газрыг хамрах бөгөөд хүчтэй газар хөдлөлтийн ялгарангуй том бүтцийн нэг юм. Энд Монгол Алтай (1931), Гурван Богд (1957), Баянцагаан (1958), Цагаан шувуут (1970) -ын хүчтэй газар хөдлөлтүүд болсон юм [Хилько, 1985].

Энэ бүсэд болж буй газар хөдлөлтийн процессыг шинжлэн үзэхэд магнитуд нь $M>5$ –тай хүчтэй газар хөдлөлтүүд болсон Цагаан шивээт, Түргэн, Мөнх хайрхан, Наран Хайрхан, Жаргалант, Хантайшир, Бурхан буудай, Гурван Богд, Гурван Сайхан зэрэг бүс нутгууд нь ерөнхийдөө өргөргийн дагуу баруун хойноос зүүн урагш сунаж тогтсон бөгөөд хамрах талбай, газар хөдлөлтийн хүчний хэмжээгээрээ харилцан адилгүй байна. Үүний дотор магнитуд нь $M>7.3$ – тай хүчтэй газар хөдлөлтийн улмаас үүссэн томоохон бүтцэд 45-60 км өргөн, 300—550 км урт зурвасыг хамарсан Гурван Богд, Мөнх Хайрханы бүтцүүд орно.

Магнитуд нь 6.2 ба түүнээс дээш газар хөдлөлт болох магадлалтай бүтцэд Монгол Алтайн төв хэсэг, Цаст Богдын нуруу, Аж Богд, Эдрэнгийн нуруу, Даянгийн нуруу, Атас Чингэс, Цагаан Богдын нуруудыг нэрлэж болно [Балжинням И, 1975].

Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зургаас үзэхэд энэхүү бүсийн ихэнх нутаг дэвсгэр нь газар хөдлөлтийн нөлөөллийн VII – IX баллын бүсэд багтдаг байна.

2.1.2. Хангайн бүс

Энэ бүс нь Хангайн нуруу болон түүний салбар уулс болох Булнай, Тарвагатай, Ханхөхийн уул нуруудын бүсийг багтаасан, Монгол орны төв хэсэгт оршдог болно. Хангай нуруу нь баруунаас зүүн урагш чиглэлийн суналтай боловч, түүний салбар Булнай, Тарвагатайн нуруу нь өргөргийн дагуу чиглэсэн далайн түвшнээс 3000-4000 м хүртэл өргөгдөн тогтсон байдаг. Плейстоцены дээд үеийн неотектоник хөдөлгөөнтэй холбоотойгоор бүхэлдээ эртний мөстлөгийн улбаа мөр, тэгшрэлийн гадарга хосолж огшсон цулдам хөмбөн бүтэцтэй ба тектоникийн жигд бус хөдөлгөөний улмаас Хангайн салбар уулс Ханхөхий, Булнай, Тарвагатай нурууд гүний хагарлын дагуу хэсэг бүлгээрээ харилцан адилгүй өргөгдөн тогтжээ. Тус хөдөлгөөний хамгийн хүчтэй илрэл нь ялангуяа Ханхөхийн нурууны доод бэлүүдэд тодорхой харагддаг байна [Флоренсов Н.А., Солоненко В.П., 1963].

Хангайн бүсийн баруун хойд хэсгийн Завхан, Хүнгий голууд болон Ойгон, Тэлмэн нууруудын хоорондох бүсүүд огтроошил багатай (үнэмлэхүй өндөр нь 2000-2300м) боловч тэдгээр нуруудын хотгор нь кайнозойн үеийн идэвхтэй хөдөлгөөний улмаас бий болсон ан цавт хөндий хоолой болох нь 1905 оны

сүйрүүлэх хүчтэй ($M_w=8.0$, Булнайн хэмээн нэрлэгдэх) хөдлөлтөөр бүр тодорхой болж байна. Хангай нурууны онцлог шинж гэвэл унтарсан галт уул элбэгтэй. Үүний дотор Орхон, Онги, Тэрх, Чулуут, Хануй голуудын сав газар болон Эгийн давааны орчмын кайнозойн үеийн галт уулуудыг нэрлэж болно. Түүнчлэн газар хөдлөлтийн нэлээд идэвхтэй палеозойн, кембри, кайнозойн насны гүний хагарлуудтай. Одоогийн байдлаар эдгээр гүний хагарлуудаас кембрийн үед тогтсон Ханхөхий, Баянхонгор; кайнозойн үед тогтсон Орхон, Тамир, Тариат, Эгийн давааны хагарлын бүсүүдэд хүчтэй (VI –VII баллын) газар хөдлөлтүүд нэлээд хэд болсон байна. Хангайн бүсэд болж байгаа хүчтэй газар хөдлөлтүүдийн ихэнх нь кембри, кайнозойн гүн ан цавууд болон каледоны эрт үеийн геосинклиналь антиклиналь бүтцүүдийн уулзварт болж байна [Хилько, 1985].

2.1.3. Хөвсгөлийн бүс

Энэхүү бүс нутаг нь Монгол орны хойд хэсэг болох Хөвсгөл нуур орчмын уулсыг хамран урдуураа Хангайн гүний хагарлаар зааглагдана. Энэ бүсэд нийт газар хөдлөлтийн 10 хувь болж байгаагаас хамгийн хүчтэй нь 1905 оны 7 дугаар сарын 9-ний өдөр болсон магнитуд нь $M_w=8.0$ -тай Цэцэрлэгийн нэн хүчтэй газар хөдлөлт юм. Уг газар хөдлөлт нь газрын гадаргуу дээр 115 км урт үргэлжилсэн хагарлыг үүсгэсэн байдаг. Энэ хагарал нь Ханхөхийн гүний хагарлын бүстэй салшгүй холбоотой. Хоёр дахь том хөдлөлт бол 1950 оны 04 сард Монгол-Зөвлөлтийн хилийн зааг зүүн Саяны нурууны Мөнх сарьдаг уулын зүүн үзүүрт IX баллын газар хөдлөлт болж байсан. Үүнээс гадна Тэнгис голын сав, Эрчимийн нуруунд VI – VII баллын нэлээд хэд хэдэн газар хөдлөлт болж байсан байна. Энэхүү Хөвсгөлийн бүсийг бусад бүсүүдтэй харьцуулахад уулсын тогтоц, тектоник хөдөлгөөний илрэлийн хувьд эрс сонин ялгаатай байдаг байна. Энэ бүсийн уул нурууд зүүн Саяны нурууны шууд үргэлжлэл бөгөөд гадаргуун бүтэц нь неотектоник хөдөлгөөний шинжээрээ Байгал орчмын цулдам хөмбөн өргөлт, хонхор хотгорын шинжтэй төстэй ба уртрагийн дагуу сунаж тогтсон байдаг. Тухайлбал синклиналь ховдол (грабен) антиклиналь гүвдлүүдээр (горст) хосолж зарим газраа гүний хагарлуудаар өргөгдсөн зүүн Саяны нуруу, Хөвсгөл нуурын баруун зүүн уулс, Эрчимийн нуруу болон Байгаль нуурын хотгорын шинж төрхийн өвөрмөц бүтцүүд болно.

Хөвсгөлийн баруун уулс болох Баян-уул, Хорьдол-Сарьдгийн нуруу нь Дархад Хөвсгөл нуурын хотгоруудыг зааглаж мердианы дагуу өргөгдсөн плейстоцений дунд ба дээд үеийн үүсэл бүхий 2700-3200 м –ийн үнэмлэхүй өндөртэй нэлээд хэрчигдсэн уул нурууд юм. Энд мөстлөгийн ул мөр нэлээд тодорхой байдаг бөгөөд плейстоцен, голоценийн үеийн газар хөдлөлтийн ул мөр мэдэгдэх илрэл бараг байдаггүй байна.

Баян-уул, Хорьдол-Сарьдгийн нуруунаас баруун тийш Дархадын хотгор, Тайгын нуруу үргэлжилнэ. Дархадын хотгор нь неоген дөрөвдөгчийн хурдсаар бүрхмэл ховдол (грабен) юм. Хөвсгөлийн бүсийн гадаргын хотгор гүдгэрийн байдал нь үндсэндээ урагшлах тусам намсаж огтроошил багатай болно.

2.1.4. Хэнтийн бүс

Хэнтийн бүс нь тус орны зүүн хойд хэсэг болох Их Бага Хэнтий, түүний салбар уулсыг хамарна. Хэнтийн уулс бүхэлдээ зүүн хойноос баруун урагш чиглэн оршино. Үнэмлэхүй өндөр нь 2300-2600 м хүрнэ. Энэ бүс тектоник хөдөлгөөний хувьд бусад бүсүүдээс нэлээд эрс ялгаатай. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий зүй тогтлоос харахад Хэнтийн бүс нутаг нь газар хөдлөлтийн нөлөөний VI – VII баллын бүсэд оршдог бөгөөд бүсийн баруун хойд хэсэгт хүчтэй газар хөдлөлтүүд 4-5 удаа болж байсан. Энэ нь тус орны хүчтэй газар хөдлөлтийн тооны 3 орчим хувийг эзэлж байна.

Хэнтийн өндөр уулс нь гадаргуун хэв шинжээрээ голдуу бөмбөгөр оройтой. Алтай, Хангайн өндөр уулстай адил Мөнх цас, мөсөн голгүй боловч эртний мөсөн голын улбаа мөр, нураг асга бүхий гүн хөндий хавчил, мөлгөр дов толгод, далан дэнжүүд хосолсон эртний тэгшрэлийн гадаргын тодорхой шинжийг харуулж байна.

Энэхүү бүсэд Хүдэр голын сав, Заамарын нуруу, Төв аймгийн Лүн, Өндөрширээт, Эрдэнэсант зэрэг сумын нутаг дэвсгэрт газар хөдлөлтийн эртний ул мөрийн шинж тэмдгүүд цөөн биш байгаа нь тектоникийн хувьд хөдөлгөөнтэй байна гэдгийг харж болох ч газар хөдлөлтийн хувьд хувьд дунд зэргийн бүтцэд орох хэдий ч Заамар, Зүрх уулсыг холбосон Лүн-Заамарын хотгорууд бусдаасаа идэвх өндөртэй байдаг байна.

Мөн энэ бүсэд газар хөдлөлтийн идэвх бүхий эвдрэлийн томоохон бүс гэвэл Өндөрширээт-Хүдрийн гүний ан цавын бүс юм. Энэ бүс нь баруун өмнөөс

зүүн хойшоо чиглэсэн суналттай, 10-120 км хүртэл өргөн, 400 км урт зурвасаар үргэлжлэх бөгөөд каледони, герцений атриат уулсын уулзвар бүс болох юм. Өөр нэг томоохон бүс гэвэл Эрээн давааны гүний ан цавын бүс орно. Энэ бүс нь Монгол-Амурын герцений системийн зүүн урд талаар эмжин, баруун өмнөөс зүүн хойшоо чиглэсэн сунал бүхий 45 км өргөн 200 км урт зурвас газрыг хамарч байна [Балжинням И., 1975].

2.1.5. Орхон Сэлэнгийн бүс

Орхон Сэлэнгийн бүс нь хойт талаараа Хөвсгөл, Байгаль, баруун талаараа Хангай, зүүн талаараа Хэнтий, урд талаараа Дорнод Монголын бүсүүдтэй хил залгаа хэд хэдэн бүсийн уулзвар хэсэгт байрладаг байна.

Газрын гадаргын төлөв байдлыг авч үзвэл зарим хэсэгтээ цавчим хавцалтай, өргөн хөндий бүхий бэсрэг уулсын бүс юм. Уул нурууд нь 1200-2200 м-ийн үнэмлэхүй өндөрт оршино. Энэ бүсийн нутаг дэвсгэр нь газар хөдлөлтийн идэвхтэй тектоник хагарлууд, газар хөдлөлтөөс үүсэлтэй хөндлөн хагарлуудаар хэрчигдэн өргөгдсөнөөрөө бусад бүсүүдээс тектоник нөхцлийн хувьд өвөрмөц ялгаатай. Жишээлбэл: Энэ бүсийн хойд хэсэг нь Хангай, Бүтээлийн нуруу, баруун зүүн хэсгүүд нь зүүн хойшоо чиглэсэн газар хөдлөлтийн идэвхитэй хагарлуудаар хэрчигдсэн байхад, төв болон баруун хэсэг болох Могод, Хаалга, Өрхтэй зэрэг уул нурууд нь уртрагийн дагуу чиглэсэн кайнозойн үеийн гүн ан цав болон газар хөдлөлтийн гаралтай хагарлуудаар хэрчигдэн өргөгджээ [Балжинням И., 1975].

Түүнчлэн энэ бүсэд дөрөвдөгчийн бялхмал хүрмэн чулуулгууд, унтарсан галт уулын тогоонууд нилээд элбэг байдаг. Хамгийн томоохон талбай эзэлсэн (2000 кв.км) дөрөвдөгчийн бялхмал хүрмэн чулуулаг нь Хануй голын адагт оршдог. Энд эвдэрч хэмхрээгүй тогоо бүхий кайнозойн 2 том унтармал галт уул (Уран-мандал, Хүйс мандал) байдаг. Үүнтэй уялдаж гарсан халуун рашаанууд цөөнгүй бий. Орхон Сэлэнгийн бүсэд бүх хүчтэй газар хөдлөлтийн 15 гаруй хувь нь болсон байна. 1967 онд магнитуд нь $M_s=7.5$ –тай хүчтэй газар хөдлөлт Булган аймгийн Могод сумын нутагт болсон бөгөөд энэхүү газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүс нь Монголын томоохон идэвхитэй бүс нутгийн нэгэнд тооцогддог байна.

Энэ бүс нутаг дахь газар хөдлөлтийн төвүүдийн зонхилох хэсэг нь унтарсан галт уулын тогоо, бялхмал хүрмэн чулуулаг бүхий кайнозойн үеийн гүн ан цавуудыг дагасан байдаг байна. Эдгээрийн дотор магнитуд нь 4.8-6.2 хүрсэн хүчтэй газар хөдлөлтүүд нь Хангай, Бүтээлийн нуруу дагуух газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлын бүсэд болж байсан байна.

Газар хөдлөл судлаач Л. Нацаг - Юмын дүгнэснээр энэ бүс нь Могод – Онгийн голын ан цавын бүсийн хойт үргэлжлэл хэсэг юм.

Могод – Онгийн голын ан цавын бүс нь каледони, герцени бүтцүүдийг 60 км өргөн, 800 км урт зурвасаар уртрагийн дагуу огтлон гарсан дунд зэргийн хүчтэй газар хөдлөлтийн бүс бөгөөд зарим хэсэгтээ эртний гүн ан цавуудыг огтолж гарсан байдаг. Гүн ан цавуудын уулзвар нутгаар газар хөдлөлтийн идэвхижилт өндөр ажиглагддаг.

2.1.6. Дорнод Монголын бүс

Энэ бүс нь Монгол орны зүүн хэсэгт байрладаг. Бусад бүсүүдтэй харьцуулж үзэхэд энэ бүс нь ухаа гүвээ, толгод хосолсон өндөршил багатай, талархаг нутаг болно.

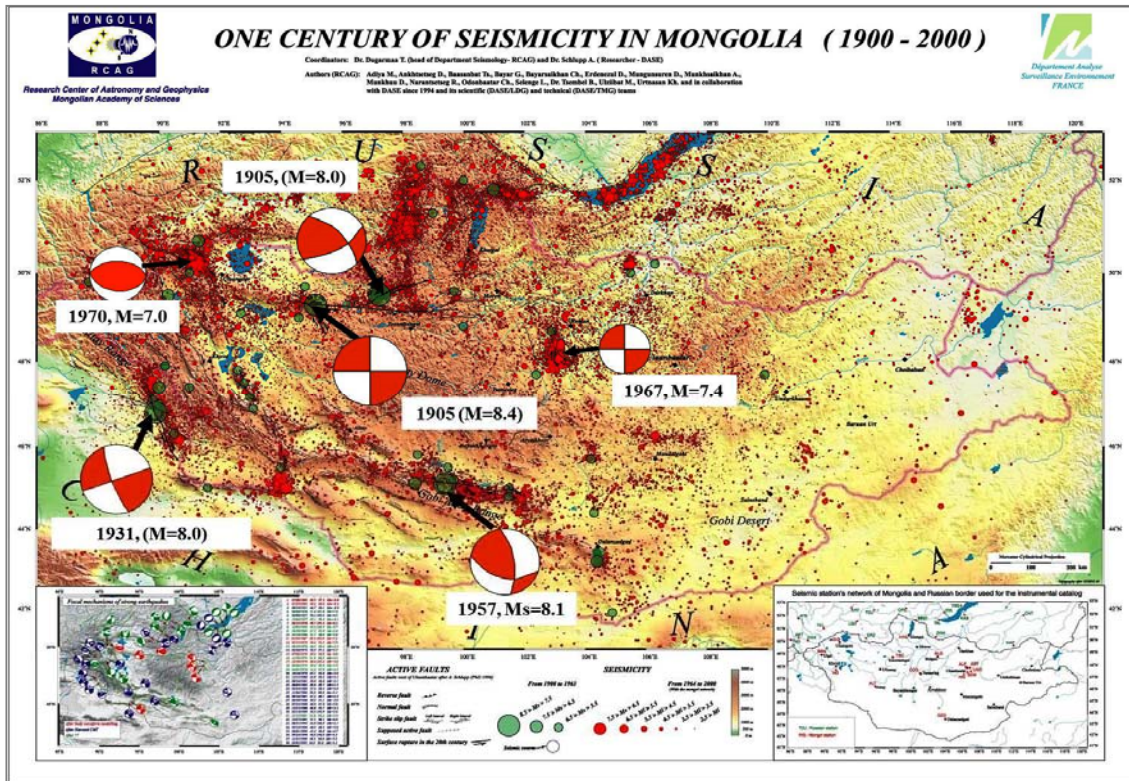
Геологи, тектоникийн судлагдсан байдлаас харахад энэ бүсэд мезозой, кайнозойн үеийн гүн ан цавуудын бүсүүдээс гадна нутгийн баруун хэсгээр кембрийн гүн ан цавын бүс байрлана. Түүнчлэн бүсийн хойд хагасаар дээд палеозойн-доод мезозойн үеийн галт уулын гаралтай бүсүүд оршино.

Газар хөдлөлтийн дунд зэргийн хүчний бүтцэд багтах өргөнөөрөө 45 км, уртаараа 200 км Эрээн давааны гүний ан цав нь Монгол-Амурын герциний системийн зүүн урд талаар эмжин орших бөгөөд доод цэрдийн насанд хамрагдана. Түүнчлэн Монгол Улсын зүүн урд хилийн дагуу орших Нүхтийн давааны өндөрлөг (Их Хянганы баруун салбар)-үүд болон Нөмрөг голын сав, Дарьгангын нутаг дахь дөрөвдөгч галавын галт уулын районууд газар хөдлөлтийн хувьд шинэхэн үеийнх болох ажээ.

Уг бүсэд нийт хүчтэй газар хөдлөлтийн 5 орчим хувь тохиолдсон бөгөөд газар хөдлөлтийн нөлөөллийн хүчний хувьд VI-VII баллаас хэтрэхгүй байна. Эдгээр газар хөдлөлтийн төвүүд кембри болон цэрдийн доод үе, кайнозойн үеийн гүний хагарлууд бүхий тектоник эвдрэлийн бүсүүдэд байрладаг [Балжинням И., 1975].

2.2. Өнгөрсөн XX зуунд Монгол орны нутаг дэвсгэрт болсон хүчтэй газар хөдлөлтүүд

Монгол оронд газар хөдлөл судлалыг үүсгэн хөгжүүлсэн цагаас хойш Монголын эрдэмтэн судлаачдын сүүлийн жар гаруй жилийн судалгаа шинжилгээний томоохон бүтээлүүдийн нэг бол “Монгол орны нэгэн зууны сейсмшлийн зураг” бүтээл юм. Энэхүү бүтээлд Монголд газар хөдлөлтийн судалгаа эхлэхээс өмнөх үе 1900-1963 онд болсон түүхэн газар хөдлөлтүүдийн болон 1964-2000 онуудад судалгааны багажаар тодорхойлогдсон газар хөдлөлтийн мэдээллүүдийг геологи, геофизик, геодинамик, неогетектоникийн чиглэлийн бусад судалгаа шинжилгээний ажлын үр дүнтэй нэгтгэн багтаасан нь урь өмнө нь хуримтлуулсан судалгааны мэдээллийн санг бүрдүүлсэн чухал ач холбогдол бүхий судалгааны бүтээл болсон юм (Зураг 2.1).



Зураг 2.1 Нэгэн зууны сейсмшлийн зураг (1900-2000).

Энэхүү зурагт өнгөрсөн XX зуунд Монгол орны нутаг дэвсгэрт болсон газар хөдлөлтүүдийн төвийн тархалтын мэдээллийг харуулсан болно. Ногоон дугуй дүрсээр 1900-1963 оны хооронд болсон түүхэн газар хөдлөлтүүдийг, улаан дугуй дүрсээр 1964-2000 оны хооронд болсон газар хөдлөлтийг бүртгэх

багажаар тодорхойлогдсон газар хөдлөлтүүдийн төвүүд болон улаан цагаантай бөөрөнхийгөөр тухайн хөдлөлтийн голомтын механизмыг тэмдэглэж үзүүлэв.

Энэхүү зургаас харахад Монгол орны нутаг дэвсгэр дээрх газар хөдлөлтийн идэвхжилт, ялангуяа нэн хүчтэй газар хөдлөлтүүдийн эпицентр нь хожуу дөрөвдөгчийн үед идэвхэжсэн тектоникийн гаралтай томоохон хагарлуудын дагуу байрласан байна. Нутгийн хойд хэсгийн хувьд Байгалийн рифтийн бүс ба Хөвсгөл, Бүсийн гол ба Дархадын хотгор буюу тэдгээрийн хоорондын шилжилтийн бүс болох Тункийн хөндийн дагуу гол идэвхжилт явагдаж байна. Нутгийн баруун хэсэгт газар хөдлөлтийн идэвхжилт нь ихэвчлэн Монгол Алтайн нурууны баруун гарын шилжилттэй хагарлуудын дагуу ажиглагдаж байна.

1900 оноос хойш Монгол орны нутаг дэвсгэрт магнитуд нь 7 ба түүнээс дээш хүчтэй газар хөдлөлт 20 гаруй болсноос магнитуд нь 8 болон түүнээс дээш нэн хүчтэй газар хөдлөлт 4 удаа болсон байдаг (1905 оны Цэцэрлэгийн хөдлөлт, газрын гадаргад 190 км хагарлыг үүсгэсэн; 1905 оны Булнай хөдлөлт – 455 км; 1931 оны Фүн-Юуны хөдлөлт – 180 км; 1957 он Говь-Алтайн хөдлөлт – 270 км). Өнгөрсөн XX зуунд Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрт нэн хүчтэй дээрх газар хөдлөлтүүд болсон явдал нь Монгол орон Төв Азийн газар хөдлөлтийн идэвхжил өндөртэй, геологи, геотектоник, геодинамикийн судлагдахууны хувьд нарийн төвөгтэй нөхцөл бүхий бүс нутагт багтдаг болохыг харуулна.

2.2.1. Булнай болон Цэцэрлэгийн газар хөдлөлт:

1905 оны 07 сарын 09-нд Хөвсгөл аймгийн Цэцэрлэг сумын нутагт магнитуд нь 8.0-тай нэн хүчтэй газар хөдлөлт, түүнээс 14 хоногийн дараахан тухайн газар хөдлөлтийн голомтын бүсэд, Завхан аймгийн Хан Хөхий, Булнайн нуруунд магнитуд нь 8.3-тай сүйрэлд хүчтэй газар хөдлөлт тус тус болсон байна. Эдгээр газар хөдлөлтүүд нь түүхэнд Цэцэрлэг болон Булнайн газар хөдлөлтүүд гэж тэмдэглэгдэн үлджээ. Цэцэрлэгийн газар хөдлөлт нь орон нутгийн цагаар үдийн хирд (УБ, 12 цаг 40 минут) болсон байдаг. Газар хөдлөлтийн төв нь Цэцэрлэг, Тэс, Шаварын голын бэлчрийн төв хэсэгт байсан бөгөөд тэр үед газар хөдөлж уулнаас чулуу нурж, нуурын ус өндөрт цацагдан, уулын мод үндсээрээ суга цохигдон ойчиж, газар хагарч, нүсэр хүчтэй дуу хэдэн өдрийн турш үе үе үргэлжилж, нутгийн хүмүүс ихэд айн сандарсан тухай

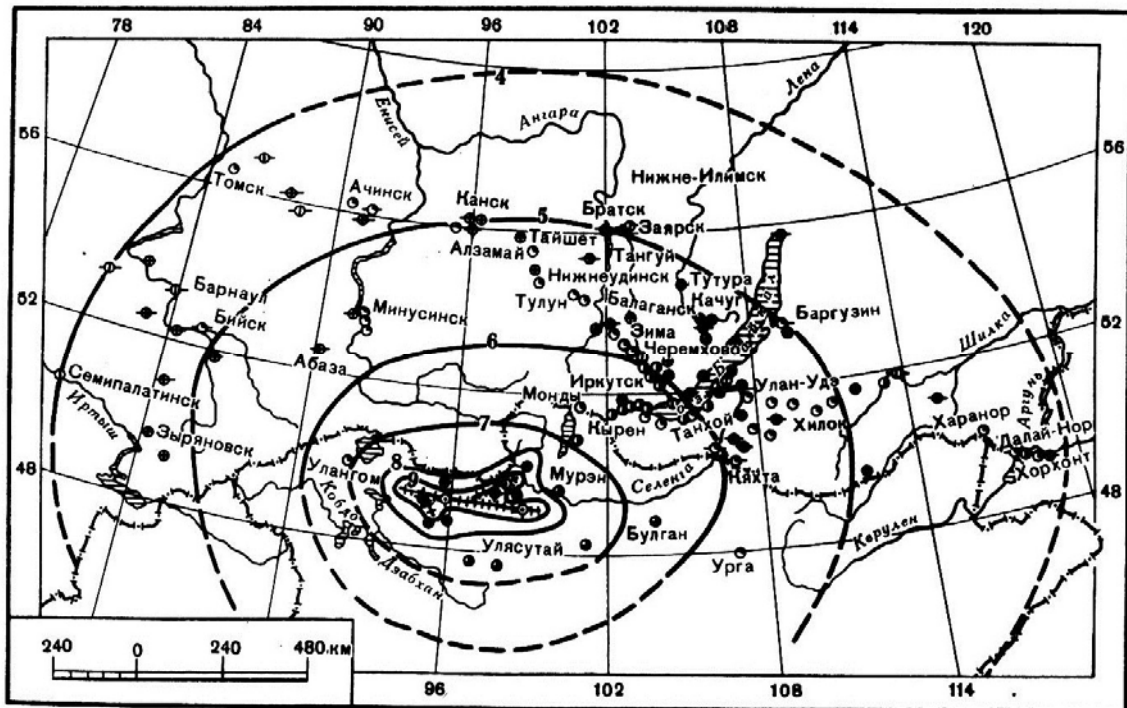
тэмдэглэгдсэн байдаг [Балжинням И., 1975]. Энэ газар хөдлөлтийн улмаас газрын гадаргууд үүссэн хагарал нь Ойгон нуураас эхлэн зүүн хойшоо чиглэн Тэсийн голын хөндийг дайран, Алтанхөхийн нурууг даван, Агарын голын эх хүртэл үргэлжилсэн байдаг. Цэцэрлэг, Тэс голуудын өргөн хөндийнүүд нь газрын ангархайгаас гарсан усанд автаж, Алтан хөлийн даваанд байсан 3 нуурын хоёрынх нь ус алга болж, Агар голын хөндийд газар хагарч ус олгойдон гарч, гол нууруудын ус эргээ даван хальж байсан аж. Мөн Ойгон нуураас Алтан хөлийн даваа хүртэл, баруун өмнөөс зүүн хойшоо чиглэсэн 6м хүртэл өргөн, 1м хүртэл өндөр босоо мөргөцгүүд үүсэж нийт хагархайн урт 115км хүрснийг “Цэцэрлэгийн хагарал” гэж нэрлэжээ [Балжинням И., 1975].

Газар хөдлөлтөөр Хул-Азарга, Алтан хөл, Шаврын нуруу зэрэг нутгуудад үүссэн хагарлын дагуух газрын хөрс 1,5-2,0м хүртэл өргөгдөж, зүүн хойд зүг рүү 2.5м шилжжээ.

Цэцэрлэгийн газар хөдлөлтөөс хойш 14 хоногийн дараа орон нутгийн цагаар бага үд (УБ, 10 цаг 46 минут) –д Булнайн нуруунд илүү хүчтэй сүйрэлт газар хөдлөлт болсон байна. Энэхүү Булнайн газар хөдлөлтийн улмаас газрын гадаргуу дээр тасралтгүй үргэлжилсэн урт хагарал үүсэж энэ хагарал нь Сангийн далайн нуураас эхлэн зүүн зүгт Хан хөхийн нурууны дунд бие хүртэл 370км урт үргэлжилсэн бөгөөд хэрвээ Тэрэгтэйн булан, Дүнгээний салбар хагарлуудыг тооцвол хагарлын нийт уртыг 490-500км урт гэж үзэж болно гэж судлаачид дүгнэсэн байдаг [Хилько.,1985]. Булнайн хагарлын ерөнхий байдал нь газрын гадаргын хэлбэрээс үл хамааран голдуу сэвсгэр хөрстэй хотгор газруудыг дайран уул нуруудын хажуу, голын хөндийг хөндлөн гулд огтлон хэрчсэнээрээ онцлог юм. Энэ хагарлын хамгийн их “төвөгтэй” хэсгийн нэг бол Хан Хөхийн нурууны үзүүр дэх “Тэрэгтэй зангилаа” нэртэй Тэрэгтэйн салбар хагарал юм. Булнайн хагарлын Увс аймгийн Зүүн хангай, Өндөр хангай сумдын нутгийн дунд үүссэн хагарлын хэсгийн хэвтээ чиглэлийн шилжилт нь 3.5-4.0м хүрсэн бол босоо чиглэлийнх нь Булнайн болон Тэрэгтэйд 1.5-2.0м хүрчээ.

Үүнээс гадна Булнайн газар хөдлөлтийн гол хагарлын дагуу хөрсний шаталсан шилжилт, овойлт нуралт, гулсалт элбэг бий. Цавдан, Ойгон нуур, Тэсийн хотгор, Сангийн далайн нуур зэрэг харьцангуй асар зузаан сэвсгэр хурдас бүхий хотгоруудад тэлэлтийн хүчдэлээс үүдэлтэй асар том ангархайнууд бий болсон байна. Цавдан нуурын хотгорт хэвтээ чиглэлийн

шилжилт 6м хүрч, зарим газартаа 8м -ээс давж байсан [Балжинням И., 1975]. Энэ газар хөдлөлт нь голомт орчмын газарт XI-XII баллаар, 650км зайд орших Эрхүү хотод VI баллаар, Өргөөд V-VI баллаар тус тус мэдрэгдэж байжээ. Цэцэрлэг, Булнайн газар хөдлөлтүүд Эрхүү хотын олон тооны хүмүүст толгой эргэх байдлаар илэрч, Булнайн газар хөдлөлт Цэцэрлэгийнхээс арай илүү хүчтэйгээр мэдрэгдэж, хотын зарим байшингийн хананд ан цав үүсэж, ургаа том моднууд ганхаж, өлгөөтэй байсан зүйлс савлаж, хаалга дуугарч, ханын цаг зогсож, сүмийн хонх дуугарах нь ажиглагджээ. Булнайн газар хөдлөлт нь 5 сая орчим км.кв талбайд мэдэгдсэн байх боломжтой ба Монгол оронд болсон хамгийн хүчтэй газар хөдлөлтөд тооцогддог юм (Зураг 2.2)



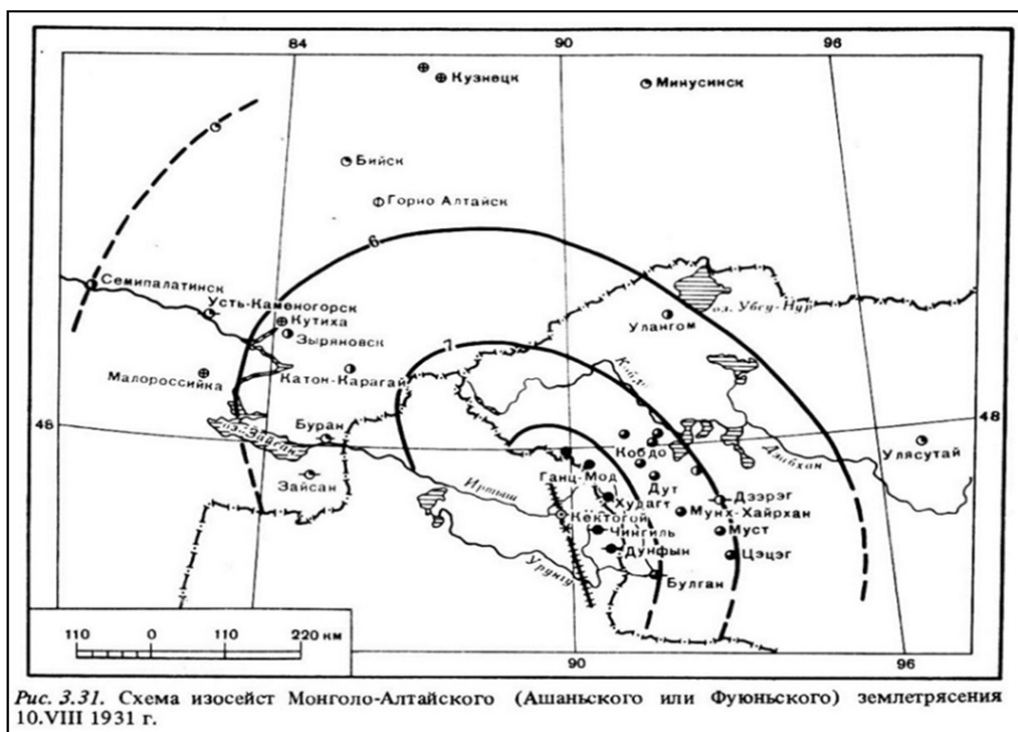
Зураг 2.2 Цэцэрлэг болон Булнайн газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч

2.2.2. Монгол Алтай буюу Фун-Юуны газар хөдлөлт:

1931 оны 8 дугаар сарын 10 –ны өдөр Монгол Алтайн нурууны баруун урд төгсгөлд магнитуд нь $M=8.1$ –тэй хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Энэтхэг болон ЕвроАзийн хавтангийн мөргөлдөөний нөлөөнд орших бүс нутгийн тектоник шахалтын нөхцөлийн улмаас уг бүсэд баруун гарын хэвтээ шилжилт бүхий олон тооны хагарлууд бий. Газар хөдлөлтийн гол идэвхжилт нь баруун хойноос зүүн урагш чиглэсэн хагарлын системийн дагуу явагдаж, чөлөөлөгдсөн

энергийн хэмжээ нь 300 дж/жил –д хүрч байсан байна. Энэхүү газар хөдлөлтөөр үүссэн хагарлын төв хэсэг дэх хамгийн их шилжилтүүд нь хэвтээ чиглэлдээ 14.6м, босоо чиглэлд 1–3.6м хүрдэг. Орос – Монголын судлаачдын судалгааны ажлын үр дүнгээр Фун – Юуны сүйрэлт хүчтэй газар хөдлөлтөөр Монгол Алтайн нурууны баруун урд хажуугаас эхлэн газрын гадаргууд асар том хагарал үүсэж, энэ хагарал нь Коктогойн районоос баруун хойш орших Байтаг Богдын нурууны баруун үзүүрээр зүүн урагш үргэлжилсэн байна. Хагарлын нийт урт нь 200 км – ээс багагүй (зарим судлаачдын үзэж байгаагаар 300 км хүрсэн) үргэлжилж, уулсын бэлээр 1.5–2м буюу зарим газартаа зогсоо хүнээс өндөр босоо шилжилт үүсгэсэн гэж Хятадын судлаачид тогтоосон байдаг.

Уг газар хөдлөлтийн үеэр Сагсай голын эхэнд газар доороос хүчтэй чимээ дуулдаж, хөрсөн дээр 2–10 м урт 0.4 м хүртэл өргөнтэй ан цав үүсэн, гэрт байсан савтай шингэн зүйлс цалиглаж байсан аж. Бодончийн голын адгаар Буянт, Хуурай цэнхэр болон Цэцгийн хотгорт (газар хөдлөлтийн төвөөс 180–230 км зайд) газар хүчтэй хөдөлж, мал амьтан тайван биш болж, унтаж байсан бүх хүмүүс сэрж, хөгшин настай хүмүүсийн толгой эргэж байсан тухай Оросын эрдэмтэн В.А.Обручев тэмдэглэлдээ товчхон бичиж дурдсан байдаг [Обручев В.А.,1932]. Энэхүү газар хөдлөлтийг болохоос өмнө нь Ховд хотод орон нутгийн цагаар шөнийн 1 цагийн үед урьтал газар хөдлөлт (форшок – хүчтэй газар хөдлөлтийн өмнөх газар хөдлөлтийг хэлнэ) болж тэр хавийн нутагт IV баллаар мэдрэгдэж байжээ. Гол хөдлөлтөөс 17 минутын дараа анхны давтан хөдлөлт (афтершок –хүчтэй газар хөдлөлтийн дараах давталт газар хөдлөлтийг хэлнэ), 20 минутын дараа арай бага хүчтэйгээр 6–7 удаагийн давтан хөдлөлт VI балл орчмоор, 08-15 цагийн хооронд дахин 6 удаагийн сулавтар давтан хөдлөлт мэдрэгдсэн байна. Энэ газар хөдлөлтөөс холгүй байрлалтай ЗХУ – ын Алтайн хязгаарын Зыряновск болон Усть-Каменогорскд (550-600км) VI баллаар, Бийскд (750 км) V баллаар мэдрэгдсэн байна. Макро мэдээний судалгаан дээр үндэслэн зурсан газар хөдлөлтийн изосейстийн зураг (Зураг 2.3) –т Ховд хотод (200 км –ын зайд) VII баллаар, Улиастай, Улаангомд (500–550 км) V–VI баллаар, нийтдээ V баллаар мэдрэгдсэн гэсэн дүгнэлтийг хийсэн байна (Зураг 2.3).



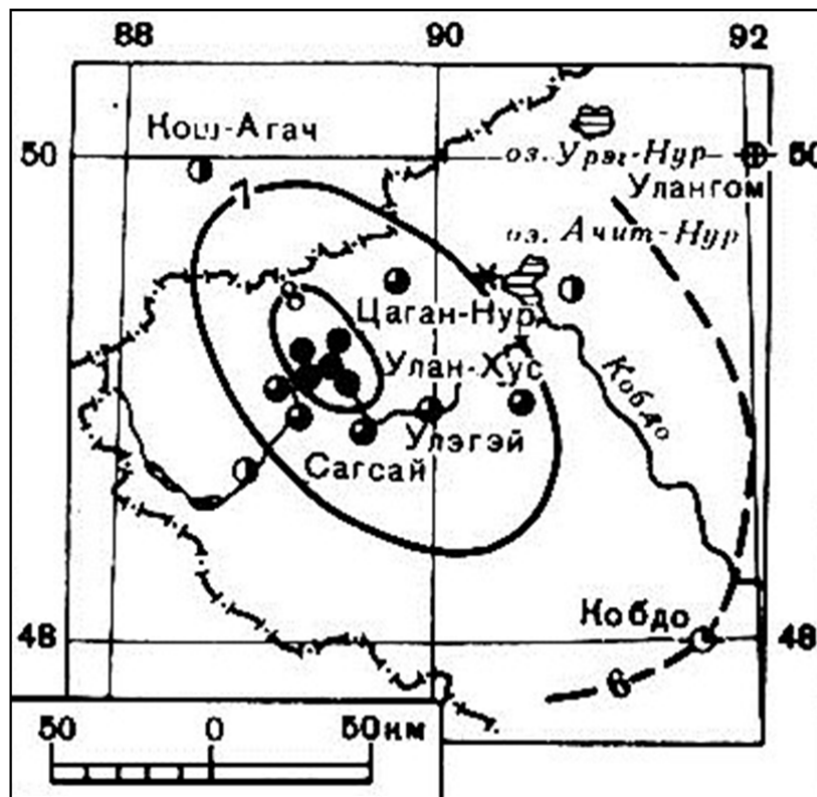
Зураг 2.3 Фун-Юуны газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч.

2.2.3. Ачит нуурын газар хөдлөлт:

1938 оны 10 дугаар сарын 19 –нд Монгол Алтайн нурууны хойд хэсэгт, Ачит нуурын баруун эрэгт магнитуд нь $M=6.6$ -тай хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Энэхүү газар хөдлөлтийн чичирхийлэл нь газар хөдлөлтийн төв орчмын нутаг дэвсгэрт VIII–IX баллаар мэдрэгдсэн байна. Харин Монгол Улсын хил залгаа орших Алтайн хязгаарын Чуйн голын эрэгт орших Кош-Агач тосгонд VI балл, Зыряновск хотод V балл, Усть–Каменогорск хотод III–IV баллаар мөн Семиплатинск, Барнаул хотуудад уг газар хөдлөлт мэдрэгдсэн. Баян–Өлгий аймгийн Улаанхус сумын нутагт газар дороос хүчтэй чимээ гарч 2-3 хоног үргэлжилсэн байна (Зураг 2.4). Хүрээ Хайрхан ууланд уулнаас их хэмжээний хад чулуу нурж, нуралт үүсэж, газар хагарч, намгархаг газраас ус оргилж байжээ. Хуучин Сагсай сумын нутагт /Улаан хуст сумаас зүүн урагш 15–20 км зайтай газарт/ газар дороос дуу гарсан байна. Улаан хустаас баруун зүгт Ховд голын хөндийд Кушкар уулын өмнө талын эгц хажуу талуудаас ус хүчтэй оргилж байсныг тэмдэглэсэн байдаг. Цагаан голын адагт голын ус мэдэгдэхүйц цалгилан долгиолж, ууланд тоос манарч байжээ. Хэд хэдэн удаагийн давталт хөдлөлтүүд дээр хүмүүс хөл дээрээ зогсож чадахгүй болж байсан бол Цэнгэл

суманд энэ газар хөдлөлт олон тооны машины моторын дууг санагдуулам хүчтэй чимээ гарч мэдрэгдсэн байна. Харин Цагааннуур суманд газар дороос бөглүү чимээ гарч, гэрт гадаа байсан бүх хүмүүст мэдрэгдэж, мал амьтад тайван бус байдалтай болж байжээ. Алтанцөгц сумын нутагт орших Тотгор, Улаан уул зэрэг уулс, Улаан хад, Цагаан толгой дахь өвөлжөөнүүдэд хүчтэй мэдрэгдсэн байжээ. Харин Ачит нуураас зүүн зүгт 10–15 км зайд орших нутгаар газар хөдлөлт сул мэдрэгджээ [Хилько, 1985].

Макро мэдээний судалгаанаас үзэхэд энэ газар хөдлөлтийн төв нь Толбо нуурын хагарлын хойд салаа болох Тал нуурын хагарал дээр тохиож байна. Энэ нь Ховдын гүний хагаралтай холбоогүй болох нь тодорхой. Газар хөдлөлтөөр төвийн тархалт нь баруун хойноос зүүн урагшаа неотектоник бүтцийн дагуу тархсан, голомт орчмын нутаг дэвсгэрт IX баллын нөлөө үзүүлсэн байх боломжтой гэж дүгнэжээ (Зураг 2.4).

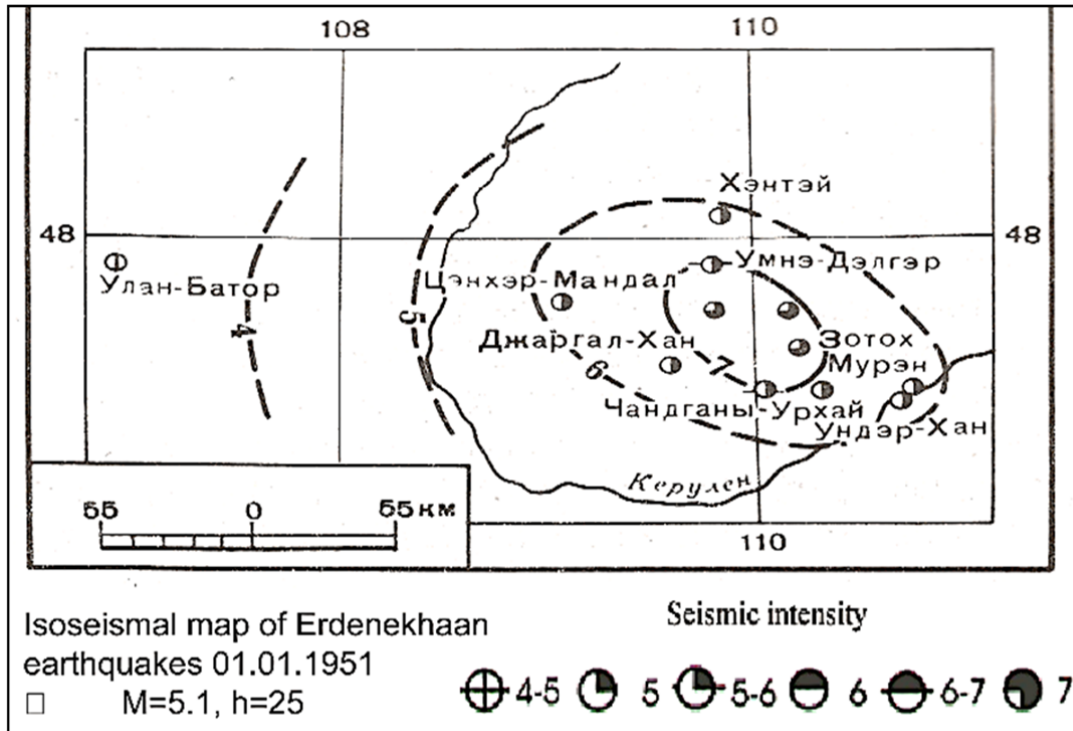


Зураг 2.4 Ачит нуурын газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч.

2.2.4. Эрдэнэхааны газар хөдлөлт:

1951 оны 1 дүгээр сарын 1-нд Хан Хэнтийн нурууны зүүн урд хэсэг болох Хэнтий аймгийн Өмнөдэлгэр сумын нутаг Эрдэнэхаан ууланд магнитуд нь $M=5.8$ -тай хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Уг газар хөдлөлтөөр Эрдэнэхаан уулын орчимд газрын доороос хүчтэй чимээ гарч, горхи жалганы эрэг нурж, хаданд цууралт үүсэж, хоёр гурван хоногийн турш газар хүнгэнэн дуугарч, 3 дугаар сар хүртэл хэд хэдэн удаагийн түлхэлт мэдрэгдэж байсан байна. Өмнөдэлгэр сумын хуучин төвөөс зүүн урагш 40км зайд орших Чандганы уурхайн тосгонд пийшин хананаасаа 7-10мм шилжиж, сумын улаан буланд тавьсан шинэ жилийн гацуур мод унасан байна. Мөн Зотол ууланд нуралт ажиглагджээ.

Макро мэдээний судалгаанаас үзэхэд хамгийн их (VII-VIII) баллын доргилтын хамрах талбай 800 км^2 –ээс хэтрэхгүй бөгөөд V баллын доргилтын дундаж радиус 75 км-ээс багагүй байна гэж дүгнэжээ. Мөн голомт орчмын нутаг дэвсгэрт VII баллын нөлөө үзүүлсэн байх боломжтой гэж тодорхойлсон байна (Зураг 2.5), [Хилько, 1985].

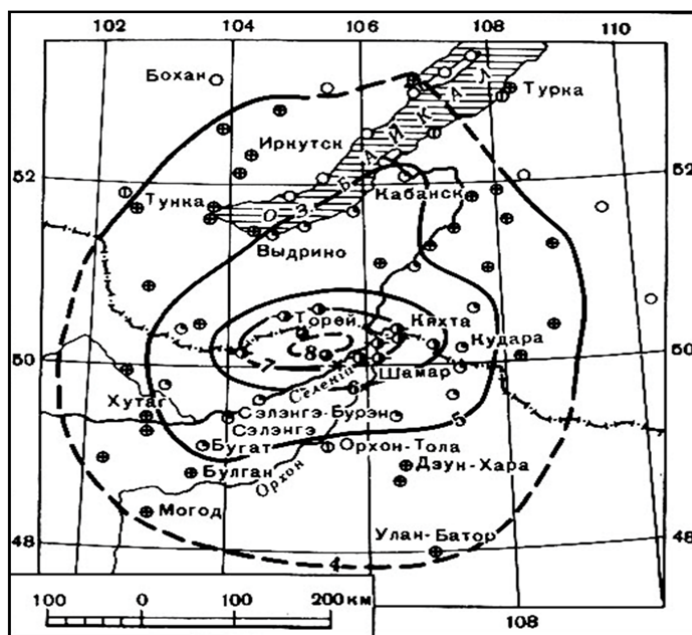


Зураг 2.5 Эрдэнэхааны газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч.

2.2.5. Бүрэн-Бүтээлийн нурууны газар хөдлөлт:

1957 оны 2 дугаар сарын 6-нд Монгол улсын хойд хилийн орчимд Бүтээлийн нуруунд магнитуд нь $M=6.5$ -тай хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Энэ газар хөдлөлт нь Сэлэнгэ аймгийн Цагааннуур сум, Зэлтэрийн хөндийгөөр илүү хүчтэй илэрч, сумын төвийн бүх оршин суугчид нойрноосоо сэргэж, гэр орноосоо гарцгаажээ. Ойрхон явж байгаа тракторын моторын дуу мэт чимээ гарч, гурван минут орчим газар чичирхийлж, байшингуудын хананд ан цав үүсэж, тоосгон яндангууд унажээ. Цагааннуур сумаас зүүн хойш 7-8км зайд орших Улаан худгийн өвөлжөөнд гэрт унтаж байсан хүмүүс сэргэж, гадагшаа гарсан ч зогсоход бэрх байсан байна. Хашаанд байсан мал тавгүйрхэн, нохой хуцаж, газар дороос аймшигтай дуу гарч, гэрт байсан тавиур дээрх бүх зүйлс унажээ. Сүхбаатар, Зүүнбүрэн, Шаамар зэрэг хот сууринуудад унтаж байсан хүмүүс сэргэж, гадагшаа гарч, ихэнх тоосгон байшингуудад нарийн ан цав гарч, яндангууд унасан байна. Улаанбаатар хотод (270км) 10с орчим газар мэдэгдэхүйц чичирхийлж, ор чичрэн, цонх, хаалга хяхтнан дуугарч, унтаж байсан зарим хүмүүс нойрноосоо сэргэж байжээ [Балжинням И., 1975].

Макро мэдээний судалгаагаар голомт орчмын нутаг дэвсгэрт VIII-IX баллаар, харин Орхон аймагт V баллаар мэдрэгдсэн байна (Зураг 2.6), [Хилько, 1985].



Зураг 2.6 Бүтээлийн газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч

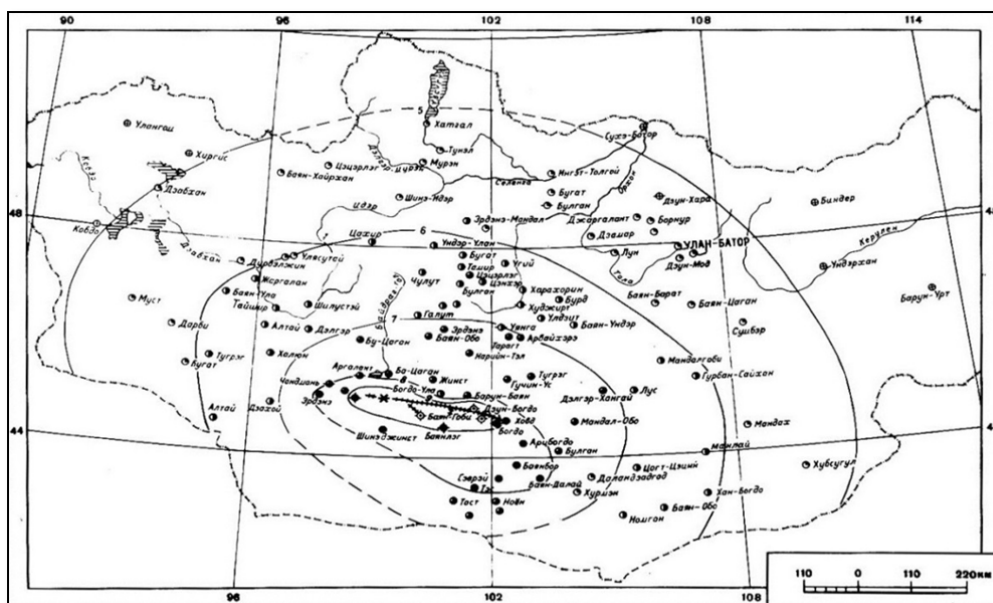
2.2.6. Говь-Алтайн газар хөдлөлт:

1957 оны 12 дугаар сарын 4 –нд Монголын баруун өмнөд хэсэг, Монгол Алтайн нурууны зүүн үзүүр Говь-Алтайн нуруунд магнитуд нь $M=8.3$ -тай сүйрүүлэх хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Уг газар хөдлөлтөөр үүссэн гол хагарал нь Бахар-Цэцэн уулын дундаас эхэлж, зүүн тийш Гурван Богд уулын ар бэл, Их нууруудын хотгорын урд захыг эмжин Бага Богд уулын үзүүр хүртэл бараг өргөргийн дагуу 270 км-ын урттай үргэлжилсэн хагарал үүссэн байна. Хагарлын зүүн хэсэг нь Өвөрхангай аймгийн нутагт хамаарагдах бөгөөд Баруун-баян-улаан ба Богд сумын нутгийг дайран өнгөрнө. Баруун хэсэг нь Баянхонгор аймгийн Баянлиг, Баянговь, Баянцагаан, Богд сумдын нутгийг хамарч байна. Гол газар хөдлөлтөөр үүссэн Торомхоны хөндийг хөндлөн хэрчсэн хагарлын босоо шилжилт 2-2.5м, хэвтээ чиглэлийн шилжилт 2.8м хүрсэн байв. Мөн Их Богд уулын Битүүт, Улиастайн хавцалд асар их хэмжээний нуралт үүссэн, Торомхоны сайр зэрэг газрууд илүү их хэмжээгээр эвдэрч, гол хагархайн өмнөд жигүүрийг хойд жигүүртэй харьцуулахад 1.5м өргөгдөж, 8.85м хүртэл зүүн тийш шилжсэн байна.

Говь-Алтайн газар хөдлөлт нь Монгол орны бүх нутгаас гадна, хил залгаа ОХУ-ын (Тува, Уулын Алтай, Буриад, Чита, Эрхүү муж), Хятадын Ганьсу, Нинса, Шинжаан Уйгарын автономит муж зэрэг газруудаар мэдрэгджээ. Газар хөдлөлтийн төвд ойр байсан бүх байшин барилга нурсан байна. Зүүн урд зүгт Өмнөговь аймгийн нутагт орших Тост, Сэврэй зэрэг нуруудын хөндийгөөр ус оргилж, худгийн усны түвшинд эрс өөрчлөлт орсон байна. Говь-Алтайн газар хөдлөлт маш их хүчтэй байсан хэдий ч энэ бүс нутагт тухайн цаг үед хүн ам сийрэг, томоохон барилга байгууламж ховор, газар хөдлөхөд хамгийн тэсвэртэй эсгий гэрт амьдарч байсан зэргээс шалтгаалан учирсан хохирол харьцангуй бага байжээ. Нэлээд тооны мал гамшигт өртсөнөөс тал хувь нь ямаа байсан нь голдуу хад чулууны нуралтад дарагдсанаас гадна олон тооны мал газрын ангал руу унаж сүйджээ. Энэ тухай С.Нинжбадгар гуай 1958 онд Үнэн сонинд нийтлүүлсэн “Говь-Алтайн газар хөдлөлтийг судалсан урьдчилсан дүн” өгүүлэлдээ: *Газрын гадаргууд үүссэн 270км хагархайгаас гадна хад, чулууны нуралтаас ойр орчимд нь өвөлжиж байсан айлуудаас 13 хүн нас барж, хориод хүн шархдаж, 614 мал сүйдэж, Баянхонгор аймгийн Баянговь, Баянцагаан, Өвөрхангай аймгийн Зүүнбогд сумын барилга газар хөдөлснөөс болж нуржээ.*

Баянхонгор аймгийн Баянлиг, Бууцагаан, Баацагаан, Баруунбогд сумдын барилгын тэн хагас нь эвдэрч , зарим нь нуржээ. Манай ахан дүүгийн найрамдалт ЗХУ, Хятад, Чех болон бусад орноос сэтгэл санааны болон эд материалын дэмжлэг үзүүлсэн юм.” гэж бичжээ.

Тус газар хөдлөлт нь монгол орны ихэнх нутаг дэвсгэрийг хамарсан бөгөөд Байгалийн хил залгаа нутгуудаар мөн мэдрэгдсэн, харин Алтайн урд залгаа Хятадын нутгаас мэдээ байхгүй байсан байна. Изосейстийн зургаас харахад VIII ба түүнээс дээших баллын нөлөө үзүүлсэн хүчтэй эвдрэл бүхий талбай 34000 км² эзлэх ба V баллын доргилт мэдэгдэх дундаж радиус нь 690 км болж байсан байна (Зураг 2.7).



Зураг 2.7 Говь-Алтайн газар хөдлөлт изосейстийн бүдүүвч зураг.

2.2.7. Баянцагааны газар хөдлөлт:

1958 оны 4 дүгээр сарын 7 -нд Говь-Алтайн (1957) хүчтэй газар хөдлөлтийн голомтын бүсээс холгүй баруун зүгт Баянцагааны нурууны өмнөд хэсэгт магнитуд нь $M=6.9$ -тэй газар хөдлөлт болж голомтондоо 9 баллаар мэдрэгдсэн байна. Уг газар хөдлөлтөөр Баян-Цагааны нурууны өмнөд бэлээс уулс хоорондын хотгор хүртэл 15 км-ийн урттай хагарал үүсжээ. Энэ хагарал нь зүүн хойшоо буюу өргөргийн дагуу чиглэлтэй байснаа Баянцагааны нурууны эгц хадан хажуу дээр хэсэг газар тасарснаа, усны хагалбарын ойролцоо дахин

гадарга дээр ил гарч ирсэн байжээ. Энэ хагарал нь төрх байдлын хувьд Говь-Алтайн газар хөдлөлтөөс эрс өөр ажээ.

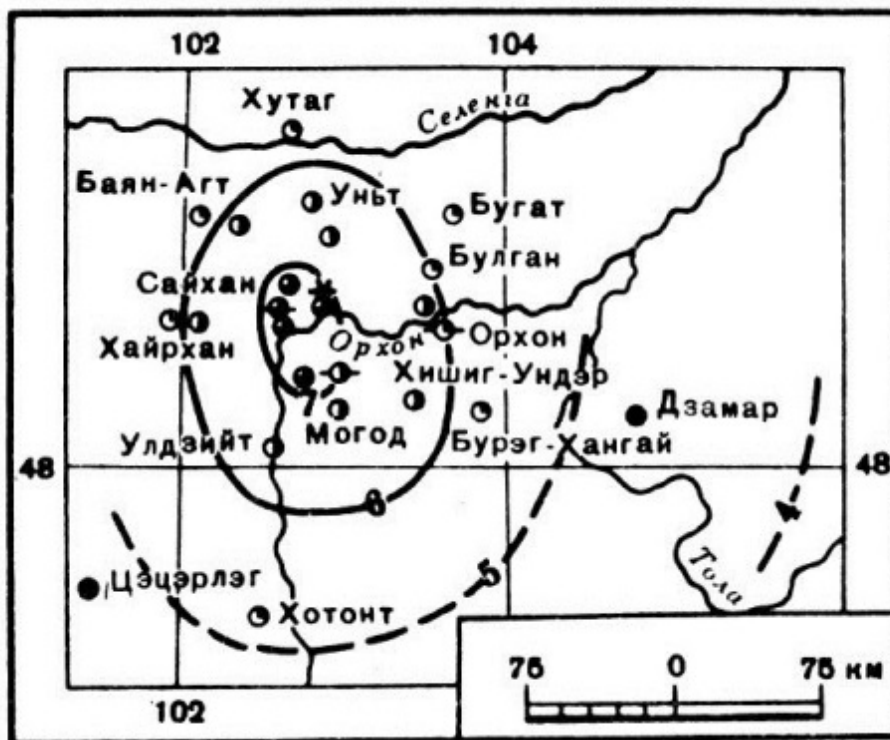
Энэхүү газар хөдлөлт нь Говь-Алтайн сүйрүүлэх хүчтэй газар хөдлөлтийн дараа болсон учир нутгийн хүмүүсийн анхаарлыг төдийлэн татаагүй байна. Энэ хөдлөлтийн талаарх мэдээ бараг байддаггүй байна.

2.2.8. Сайханы газар хөдлөлт:

1958 оны 6 дугаар сарын 23-нд Монгол орны хойд хэсэг Бүрэнгийн нурууны баруун өмнө орших Орхон голын бэлчирт, орон нутгийн цагаар үд дундын үед магнитуд нь $M=6.1$ хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Уг газар хөдлөлтөөр Булган аймгийн Сайхан суманд газар дороос алсад сонстох аянгын дуу мэт нүргэлсэн чимээ гарч, энэ нь гурван минут үргэлжилсэн гэж газар хөдлөлтийг мэдэрсэн хүмүүс ярьжээ. Байшингийн хананд эмх замбараагүй ан цав, цууралт үүсэж, пийшингүүдийн яндан унаж, цонхны шил хагарч, эмийн сангийн байшин хойд зүг рүү нэлээд их хазайж, сумын төвийн өмнө байдаг булгийн хөрс доош сууж, өнгөн хөрсөн дээр нь 10см хүртэл өргөнтэй жижиг ан цавууд үүсэж, уртаараа 20м орчим үргэлжилсэн байжээ. Хүчтэй давталт газар хөдлөлт эхний өдөр 3 удаа, дараагийн өдөр буюу маргааш нь 7 удаа, 6 дугаар сарын 25-нд 2 удаа хүмүүст мэдрэгджээ. 6 дугаар сарын 29-ны давталт хөдлөлт нь Улаанбаатар хотод мөн мэдрэгдсэн байна (Зураг 2.8).

Цөгрөг голын хөндийд нутаглаж байсан хүмүүс айн сандарч гэрээсээ гүйн гарцгааж, хүчтэй дуу чимээ гарч, голын зүүн эргийн сэвсгэр хөрсөнд хойшоо чиглэлтэй 300 гаруй м урт ан цав үүссэн бол Сайхан сумаас зүүн урагш 10км зайд орших Өрхтэйд хадны бага зэргийн нуралт үүсэж, Хөх Асгат уулнаас хад чулуунууд өнхөрчээ. Булган аймгийн Могод, Хишиг-Өндөр, Баян-Агт, Уньт, Мааньт, Архангайн Өлзийт зэрэг сум сууринуудад газар дороос тракторын моторын чимээ мэт дуу гарч, суурь муутай тавигдсан эд зүйл тавиур дээрээс унаж, дүүжлээтэй байсан гэрлийн шил савлаж, хана таазнаас шохой унасан зэргээс гадна сууцанд болон гадаа байсан хүмүүст мэдрэгдэж байжээ.

Энэ газар хөдлөлтийн хүчийг макро мэдээний судалгаагаар магнитуд нь $M=6.2$ хүчтэй, голомтын орчимд үзүүлэх нөлөө VIII–IX балл гэж тогтоожээ [Хилько., 1985].



Зураг 2.8 Сайханы газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч

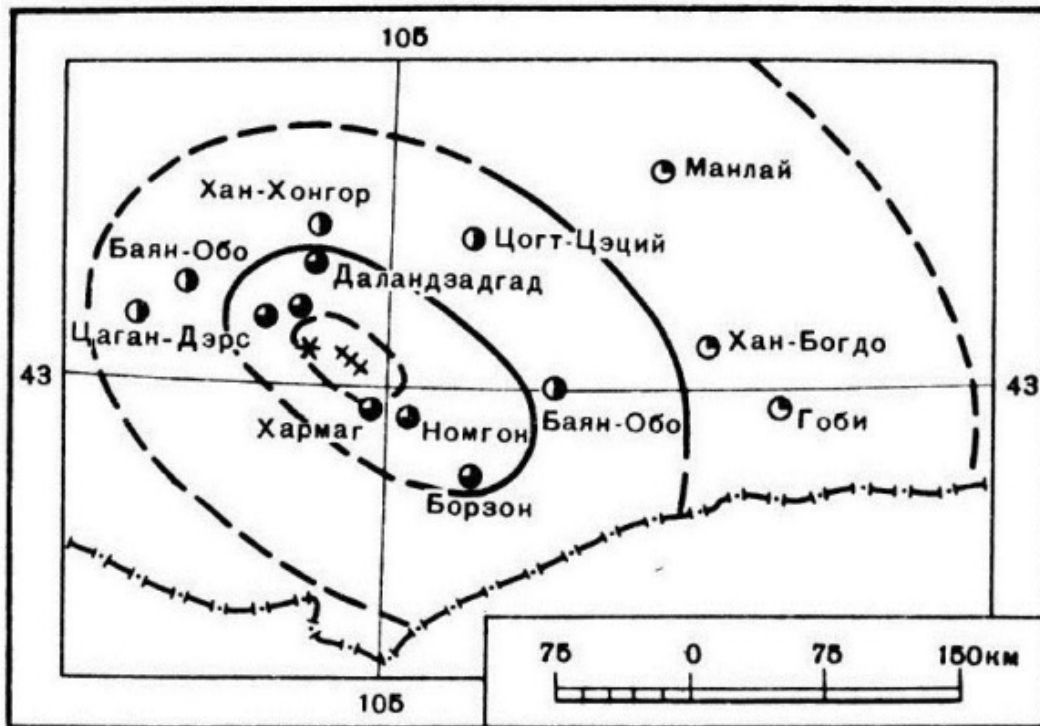
2.2.9. Буурын хярын газар хөдлөлт:

1960 оны 12 дугаар сарын 3-нд Говь-Алтайн нурууны зүүн төгсгөл Өмнөговь аймгийн нутаг Гурвансайханы уулсын зүүн урд үзүүр Буурын хярын нуруунд, орон нутгийн цагаар үд орчимд магнитуд нь $M=6,7$ -той хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Уг гол газар хөдлөлтийн дараа $M=5.5$ бүхий 3, $M=4.5-5.0$ хүрсэн 12 тооны мэдэгдэм хүчтэй давталт газар хөдлөлтүүд тус тус болж байсан байна.

Судлаач Л.Нацаг-Юмын судалгаагаар уг газар хөдлөлтийн улмаас “Буурын хяр”-ын нурууны хойд хормойг дагасан баруун хойноос зүүн урагш чиглэсэн 15км урт газар тасралттайгаар хагарч, урд жигүүр нь хойд жигүүрээсээ 15-20см -ээр өргөгдсөн босоо шилжилт үүссэн ба хэвтээ чиглэлийн шилжилт 10см -ээс хэтрээгүй болохыг тэмдэглэжээ [Хилько, 1985]. Газар хөдлөхийг мэдэрсэн хүмүүсийн яриагаар: газар дороос хүчтэй дуу гарч Буурын хярын нурууны эгц хажуугаас нуруулт үүсэж, чулуу өнхрөх чимээ дуулдаж, энэ үеэр дээрх нэр бүхий нурууны хормойгоор баруун хойноос зүүн урагш чиглэсэн

газрын цууралт үүссэн гэжээ. Тасралттай хагарал нь Буурын хярын нурууны зүүн урд хэсгийн намагт хөндий хүрсэн ба газар хөдөлсний дараа булгийн ундарга багасаж, худгийн усны түвшин мэдэгдэхүйц доошилжээ. Тахилгын ууланд богино хэмжээний 100-150м ан цав гарч бага зэргийн нуранги үүсжээ.

Судлаачид газар хөдлөлтөөр үүссэн хагарлын нийт уртыг бараг 18км хүрсэн, гол хагарал огшоос маягийн босоо шилжилттэй байсан гэж тэмдэглэжээ. Газар хөдлөлтийн төвөөс 40км -т орших Даланзадгад хотод сургуулийн хоёр давхар тоосгон байшин нэлээд их гэмтэж, хэд хэдэн байшингийн яндан бүтэн буюу хагас нуржээ. Номгон (65км), Хүрмэн сумдын (35км) ихэнх байшингуудад нарийн цууралт үүсэж шавардлага нь ховхорсон бол Баян-Овоо сумын байшингуудын хананд нэвт цууралт үүсжээ (Зураг 2.9). Улаанбаатар хотын Одон Орныг Судлах Оргилын /Богд ууланд/ конторын 2-р давхарт ажиллаж байсан хүмүүст газар хөдлөлт III баллаар мэдрэгдэж байсан байна. Энэхүү газар хөдлөлтийн хүчийг макро мэдээний судалгаагаар магнитуд нь $M=6.7$ хүчтэй, голомт орчмын нутаг дэвсгэрт үзүүлэх нөлөө IX балл хүрсэн байх боломжтой гэж дүгнэжээ.



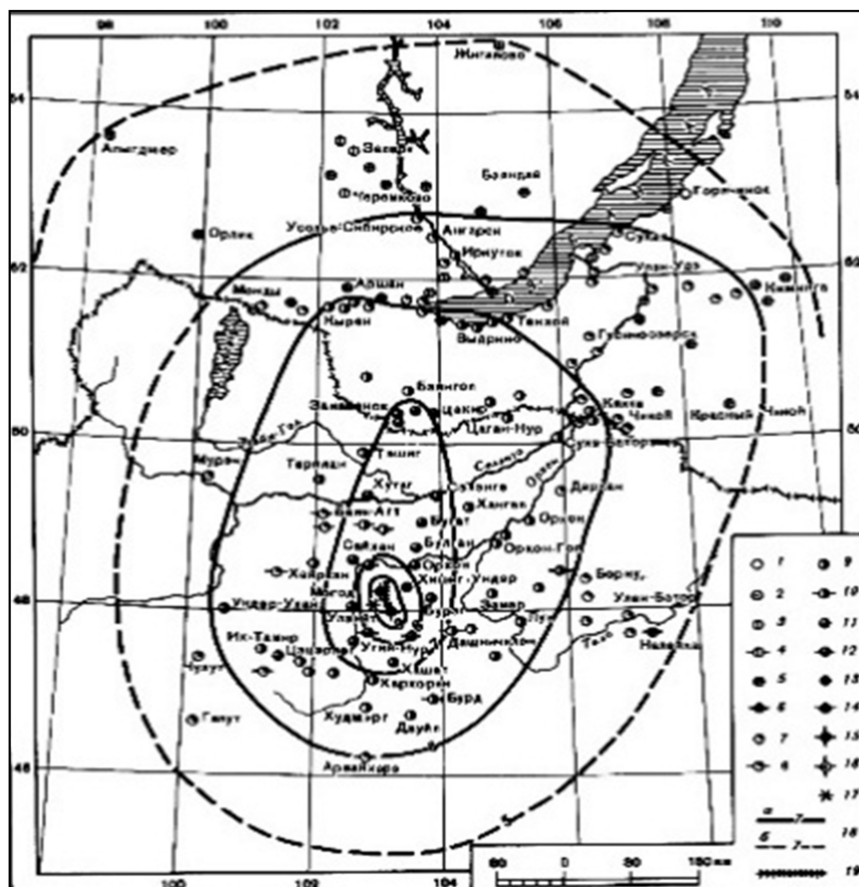
Зураг 2.9 Буурын хярын газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч

2.2.10. Могодын газар хөдлөлт:

1967 оны 1 дүгээр сарын 5 -нд Булган аймгийн Могод сумын нутагт орших Түлээ ууланд магнитуд нь $M=7.1$ –тэй хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Энэ газар хөдлөлтөөр газрын гадаргад үүссэн хагарал Могод сумын төвөөс 1.5км зайтай Халзангийн давааны баруун урд бэлээс эхлэн, урагшаа Түлээ уулын оройгоор даван, зүүн тийш эргэн Нурамтын бууц хүртэл хойноос өмнө зүг чиглэлтэй хэсэгчилсэн тасралттайгаар 45км урт үргэлжилсэн, зарим хэсэгтээ газар доош сууж, заримдаа дээш өргөгдөн ивэрч Сархиагийн бэлд хөрсөн дээр 20-30м -ээс 250-300м хүртэл өргөн зурвасаар язарч далагнасан хагархайнууд үүссэн байна [Балжинням И., 1975].

Энэ газар хөдлөлтөөр Орхон гол болон Өгийнуурын мөс хэд хэдэн газарт хагарч, Хулж голын хөндий, Бүрдийн хоолойд үүссэн ан цаваас ус, нойтон шавар оргин гарч, мөсөн халиа 40кв.км талбайг бүрхсэн тухай эвдрэлийн бүсэд хамгийн түрүүнд очиж судалгаа хийсэн И.Балжинням, Л.Нацаг-Юм нар тэмдэглэн үлдээжээ. Хосын хөтөлд үүссэн хагархайн зүүн жигүүр нь 0.6-0.7м өргөгдөж, ангархайн өргөн 0.5-0.6м хүрсэн бол Түлээ уулын оройн зүүн жигүүрт 1.5-2.0м өндөр босоо шилжилт үүссэн байжээ. Түлээ, Халзан, Улаан–Өндөр зэрэг ууланд нуралт үүсжээ. Булган аймгийн Могод, Хишиг–Өндөр, Бүрэгхангай, Орхон сумдын нутаг, Заамарын нуруу, Хулж голын сав газарт палеосейсмодислокац буюу эртний газар хөдлөлтийн улбаа мөр өнөөг хүртэл сайн хадгалагдан үлдсэний зарим нь Могодын газар хөдлөлтөөр үүссэн хагарлын бүс нутагт багтах Сэнжит, Асгат голын адаг, Дулаан хар уулын урд хажуу, Хулж голын зүүн эрэг дагуу газруудад бий. Хулж голын хөндий бол газар хөдлөлтийн өндөр идэвхжилтэй бүс нутгийн нэг мөн. Булган аймгийн Могод, Өлзийт сумын төвийн оршин суугчид “1967 оны 1 дүгээр сарын 2-нд орон нутгийн цагаар үдээс хойш буюу хүчтэй газар хөдлөлт болохоос 3 хоногийн өмнөөс Түлээ уулын зүгээс газрын дороос сулавтар чимээ гарч, сулхан түлхэлт мэдрэгдэж байсан” тухай дурсан ярьжээ [Балжинням И., 1975].

Могодын хүчтэй газар хөдлөлтийг Монгол улсын нутаг дэвсгэрт оршин суугчдын олонх, хил залгаа орших Өмнөд Байгалийн районы оршин суугчид мэдэрсэн байна. Нийслэл Улаанбаатар хотод уг хөдлөлт нь III–V баллаар мэдрэгдсэн байна (Зураг 2.10).



Зураг 2.10 Могодын газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч

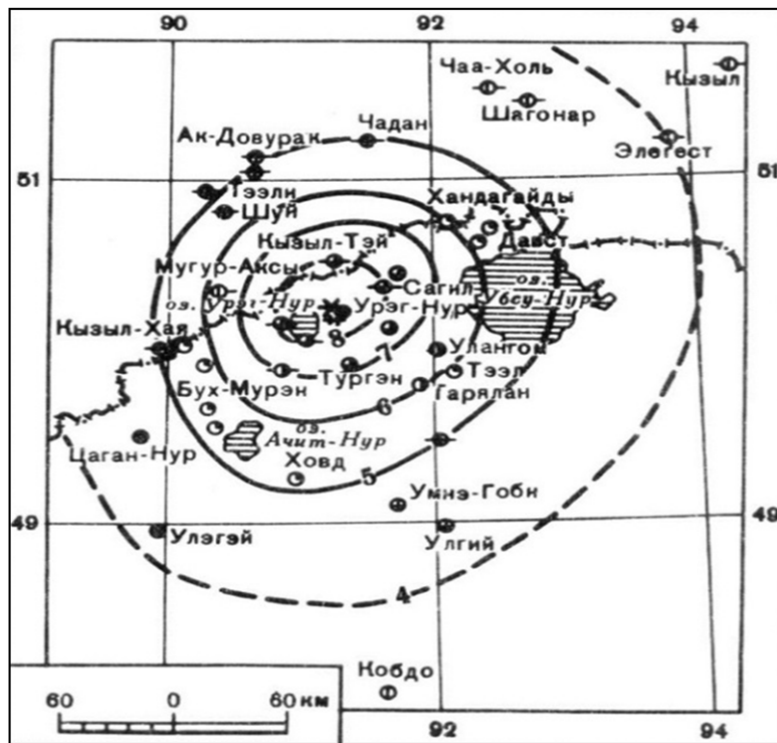
2.2.11. Цагаан шувуутын газар хөдлөлт:

1970 оны 5 дугаар сарын 15 –нд Монгол орны баруун хязгаар Монгол-Зөвлөлтийн хилийн зааг дээр орших Цагаан шувуут уулын зүүн урд биед магнитуд нь $M=7.0$ -той хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Уг газар хөдлөлтийг Үүрэг нуурын газар хөдлөлт ч гэж нэрлэдэг. Энэхүү газар хөдлөлт нь Үүрэг нуураас зүүн зүгт 10 км-ийн зайд орших Цагдуул уул, Биж булгийн районд газар дороос хүчтэй дуу гарч, хөрсөн дээр өргөргийн дагуу чиглэлтэй 6–7 км урт, зарим газартаа тасалдсан нэлээд хэдэн хэсэг хагарал, язралтууд үүсжээ. Эдгээрээс хамгийн урт нь болох Сонгинот болон Хэцүүгийн хавцлуудын хооронд 2км урт үргэлжилсэн хагарлын босоо шилжилт голдуу 2м, зарим газартаа 4 м хүрч, хойд жигүүрийн баруун үзүүрт шуудуу хэлбэрийн зэрэгцээ хоёр хагарал уртрагийн дагуу үүссэний нэг нь 21 м урт, 2 м өргөн, гүн нь 3.2–4 м байв. Нөгөө жигүүрт гол хагарлаас 30 м зайд 5 м голчтой 1.7–2 м гүнзгий нүх (өрх) үүсжээ. Анх газар хөдлөх үеэр Цагдуул уулын хойд бэлд орших Хагийн зогсоолд нэг гэр, хоёр

банзан байшин байсан ба энд 3 удаа газар дороос түлхэлт мэдрэгджээ. Гол хөдлөлтөөр гэр хүчтэй дайвалзаж, тавилга эд эдлэлүүд доргиж, дороо хөдөлж баруун урагш шидэгдсэн байна. Далтын хөтөл, Хоолтын аманд үлэмж хэмжээний чулуу нурсан байжээ [Балжинням И., 1975].

Увс аймгийн Сагил, Түргэн, Баянзүрх сумын төвүүдэд газар хөдлөлтийн нөлөө VII балл хүрч, мөн гол газар хөдлөлтөөс өмнө урьтал хөдлөлт (форшок) болж байсан байна. Гол хөдлөлтийн дараа олон тооны хүчтэй давталт хөдлөлтүүд болж хүмүүст мэдрэгдэж байжээ.

Макро мэдээний судалгаанаас харахад эвдрэлийн бүс нь багажаар тодорхойлсон газар хөдлөлтийн төвтэй тохирч байгаагаас гадна изосейстийн тахир шугамын муруйн хэлбэр бага зэрэг зүүн хойшоо чиглэсэн байгаа нь тухайн бүс нутгийн геологийн тогтцын үндсэн чиглэлтэй тохирохгүй байгаа нь ажиглагдаж байна. Үүнээс гадна доорх изосейстийн бүдүүвч зурагт эвдрэлийн бүсийн хэмжээ 50 кв.км орчим байгаа ба хөрсөн дэх үлдэгдэл деформацийн хэмжээ болон бусад шинж байдлаас үзэхэд голомтын орших гүн гүехэн 10км ээс хэтрээгүй зэргээс үндэслэн голомтдоо IX–X балл гэж дүгнэжээ (Зураг 2.11), [Хилько, 1985].



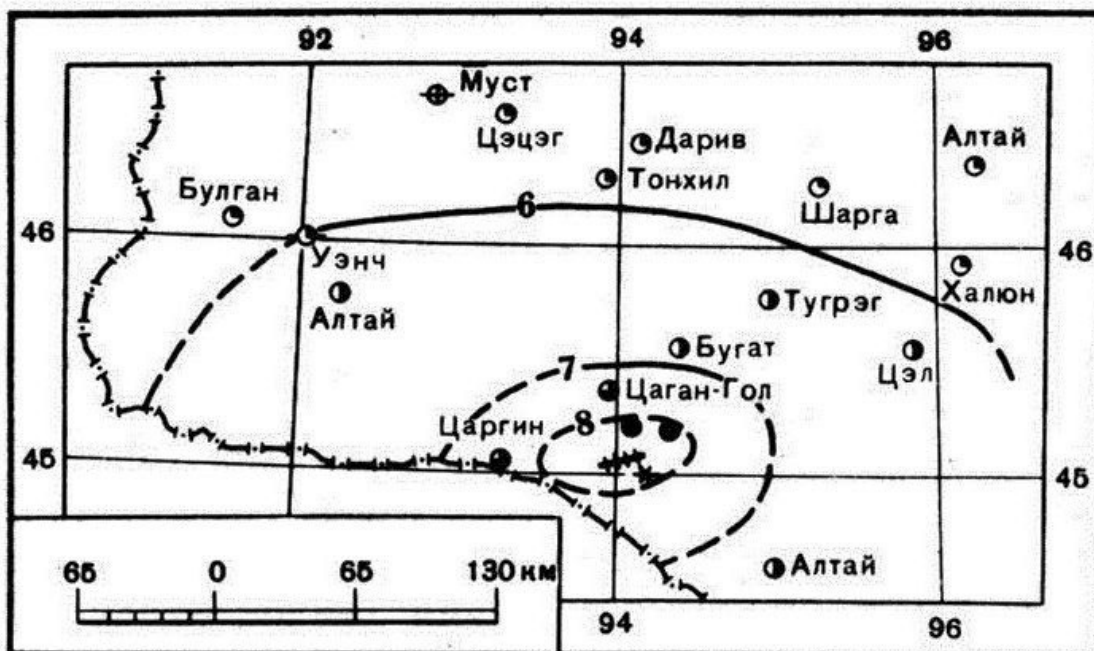
Зураг 2.11 Үүрэг нуурын газар хөдлөлтийн изосейстийн схем зураг.

2.2.12. Тахийн Шарын газар хөдлөлт

1974 оны 7 дугаар сарын 4-ны шөнө Монгол орны баруун урд хязгаарт Говь-Алтай аймгийн урд хэсэгт орших Тахийн Шар нуруунд магнитуд нь $M=6.9$ –тэй хүчтэй газар хөдлөлт болж голомт орчмын нутаг дэвсгэрт IX баллын нөлөө үзүүлсэн гэжээ (Зураг 2.12). Гол хөдлөлтөөс хойш 2-3 удаагийн хүчтэй давталт хөдлөлтүүд нутгийн хүмүүст мэдрэгдсэн ба 9 дүгээр сарын 18 –нийг хүртэлх хугацаанд магнитуд нь 4.5 ба түүнээс дээш хүчтэй давталт хөдлөлт 6 удаа болсныг тухайн үед Монгол улсын нутаг дэвсгэрт ажиллаж байсан газар хөдлөлтийг бүртгэх аналог станцуудад бүртгэгдэн, уг хөдлөлийн бичлэг нь фото цаасанд тэмдэглэгдэн үлджээ.

Энэ газар хөдлөлт нь Баруун хуурай ба Алаг нуурын хотгоруудыг зааг нутаг Хөвчийн нуруунд (Тахийн шар нуруунаас бага зэрэг хойд зүгт) болсон юм. Эрдэнэчулуут уулнаас баруун урд зүгт газар хөдлөлтийн төв болох хамгийн их эвдрэлийн бүс тохиож, газрын гадаргад бараг өргөргийн дагуу чиглэлтэй 17км урт хагарал үүсжээ. Энэ хагарал нь Цахир уулнаас эхлэн Тэрэгт хүрнээс зүүн хойш орших усгүй хөндий хүртэл үргэлжилсэн бөгөөд гол хагарлын дагуу үүссэн ан цавын өргөн 0.5м хүрсэн бол зарим газарт уулын бэлээр үүссэн босоо шилжилт 0.4-0.5м-т хүрчээ. Эрдэнэчулуут болон Шар нохойт уулын районд бага хэмжээний нуралт үүсэж, чулуу өнхөрсөн байж [Хилько, 1985]. Төхмийн булаг хавьд газрын гадаргад үүссэн жижиг ан цаваас ус олгойдон гарсан бол эндээс 10-аад км зайд орших Борбулаг, Ямаан усны булгууд бүрмөсөн ширгэж алга болсон байна.

Газар хөдлөлтийн үед эвдрэлийн бүсэд хамгийн ойр орших (45-70км) Царгийн болон Цагаан голын оршин суугчид бүгд нойрноосоо сэрж, зарим хүмүүсийн толгой нь эргэж байсан байна. Мөн тэр үед газар дороос дуу гарч, гэр болон модон байшингийн хана туурга шажигнан дуугарч байжээ. Модон байшингуудын хананы уулзвараар цав үүсэж, цонхны шил хагарч, ханын шавардлага ховхорсон байна. Газар хөдлөлт Говь-Алтай аймгийн Бугат, Төгрөг, Алтай, Цээл, Ховд аймгийн Үенч, Булган сумдын төвүүдэд VI баллын нөлөө үзүүлсэн байна (Зураг 2.12), [Хилько, 1985].



Зураг 2.12 Тахийн Шарын газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч

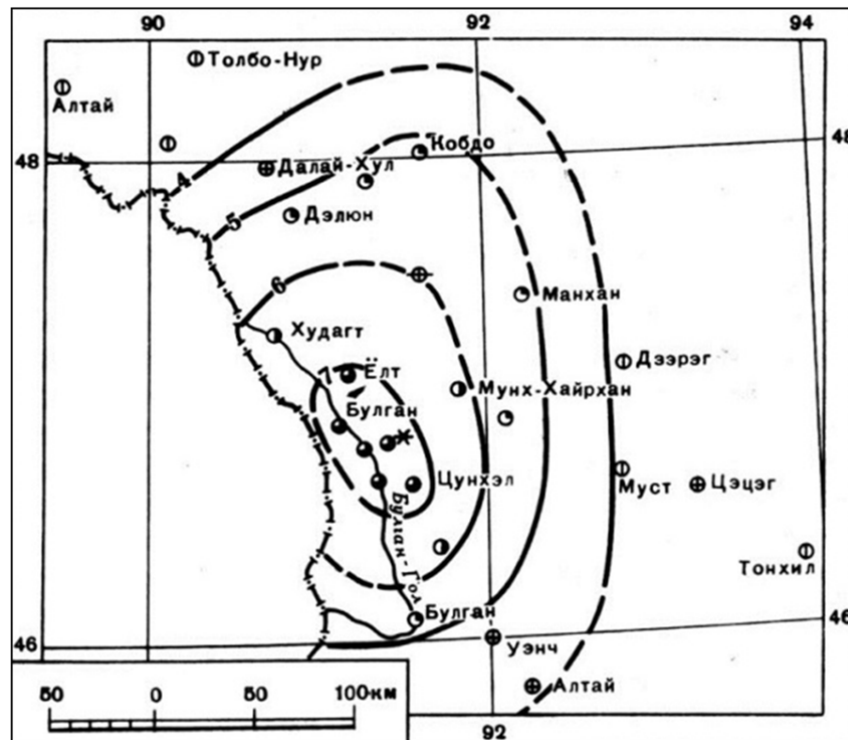
2.2.13. Мөнххайрханы газар хөдлөлт:

1975 оны 3 дугаар сарын 31 –нд Монгол Алтайн нуруунд магнитуд нь $M_I=5.7$ –той хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Уг газар хөдлөлтийн дараа олон тооны давталт хөдлөлтүүд ажиглагдаж, газар хөдлөлтийн төвөөс 100–140 км зайд орших Манхан, Дэлүүн сумын төв болон Ховд хот, Буянт, Хуурай Цэнхэрийн голын хөндийгөөр V баллаар мэдрэгдэж, газар хүчтэй хөдлөхөөс өмнө мөн газар дороос бөглүү чимээ дуулдаж байжээ. Газар хөдлөхөд гэр шажигнан, цонхны шил даржигнаж, сав суулга, яндан чичрэн дуугарч, өлгөөтэй байсан эд зүйлс 5–6 см савлаж байсан ч байшинд мэдэгдэм эвдрэл ажиглагдаагүй байна. Хятадын талаас макро мэдээ байгаагүйгээс изосейстийн бүдүүвч зураг бүрэн зурагдаагүй ч давталт газар хөдлөлтийн төвийн тархалт нь Булган голын хөндийг дагасан уртрагийн дагуу байрлажээ (Зураг 2.13).

Газар хөдлөлтийн төв Баян-Өлгий, Ховд аймгуудын хүн ам сийрэг суудаг Мөнххайрхан нурууны өмнөд хэсэгт Түргэний голын гүний хагарлын ойролцоо тохиожээ. Гол хөдлөлтөөс өмнө хэд хэдэн удаагийн урьтал түлхэлтүүд мэдрэгдсэнээс хамгийн хүчтэй нь 3 дугаар сарын 28-нд магнитуд нь $M_I=4.5$ хүрсэн байна. Мөнххайрханы газар хөдлөлтийн доргилт Монгол улсын нутаг дэвсгэр дээр хойд зүгт Өлгий хот, зүүн зүгт Говь–Алтай аймгийн Тонхил сум

хүрсэн бол Түргэний голын зүүн цутгалангийн эх болох Булган голын хөндийд хамгийн их хүчтэйгээр мэдрэгдэж энэ хавийн ойролцоох хавцлуудад хадны нуралт үүсэж, шороо чулуу нурснаас болж Булган голын баруун эргийн машин замыг хаасан байжээ. Ууланд тоос боссон ч газрын хөрсөн дээр ан цав илрээгүй байна. Булган сумын төвд газар дороос хүчтэй дуу чимээ гарч, бүх оршин суугчдад мэдрэгдэн, гэр байшингаасаа гүйн гарцгааж байжээ. Сумын сургуулийн хоёр давхар байшин эвдэрч, түүхий тоосго болон шургаагаар барьсан барилгуудад олон тооны ан цав үүсэж, шавардлага нь ховхорч унасан байна. Ёлт болон Улаан хуст бригадын төвд дээрхтэй ижил эвдрэл ажиглагджээ. Мөнххайрхан сумын Улаагчин, Булган бригадууд, Цүнхэл нуур зэрэг газарт VI баллаар мэдрэгдсэн байна (Зураг 2.13). Анх газар хөдлөхөд машин явж байгаа мэт дуу чимээ гарч газар доргиж хүмүүс хөл дээрээ тогтоход бэрхтэй болж ихэнх нь айн сандарцгааж байсан аж. Түүхий тоосгоор барьсан байшингуудад хөнгөн гэмтэл гарч, суурь муутай тавигдсан эд зүйлс унажээ.

Макро мэдээний судалгаагаар энэхүү газар хөдлөлтийн хүч нь $M=6.0$ хүчтэй, голомт орчмын нутаг дэвсгэрт VIII баллын нөлөө үзүүлсэн байх боломжтой гэж дүгнэжээ.



Зураг 2.13 Мөнххайрханы газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч.

2.2.14. Дэрэнгийн газар хөдлөлт:

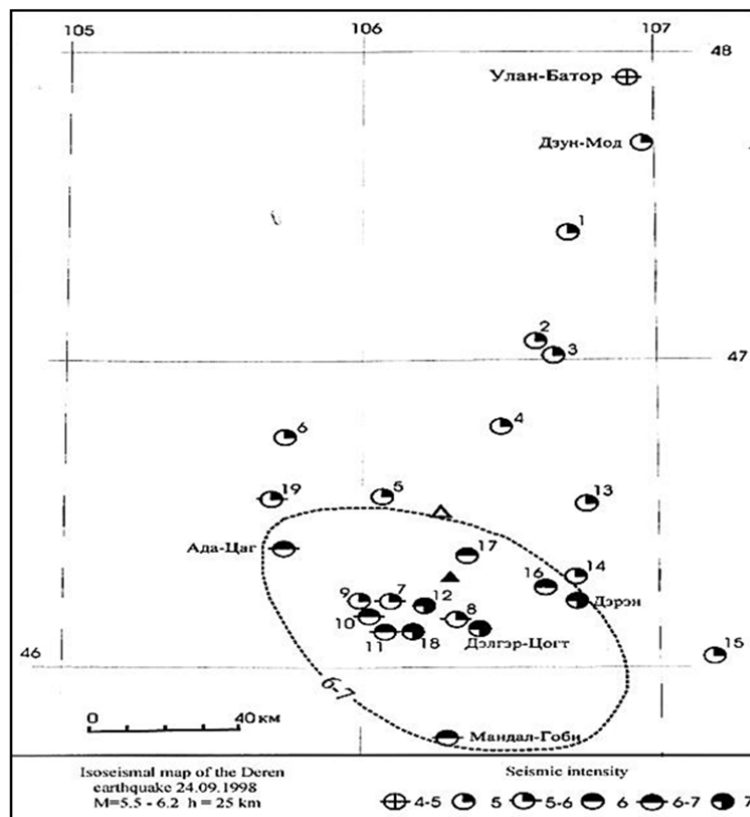
1998 оны 9-р сарын 24-нд Монгол орны төв хэсэг Дундговь аймгийн Дэрэн, Дэлгэрцогт сумын заагт магнитуд нь $M=5.8$ -тай газар хөдлөлт болсон. Энэхүү газар хөдлөлт нь голомтондоо VII баллын нөлөө үзүүлсэн хэдий ч 190 орчим км-ийн зайд орших Улаанбаатар хотод III–V баллаар мэдрэгдсэн байна (Зураг 2.14). Уг хөдлөлт нь Дэрэнгийн бүтцийн эртний хагарлын орчимд болсон бөгөөд энэхүү бүтэц нь геологи тектоникийн хувьд Хэнтийн бүсэд хамаарагдана.

Дэрэнгийн бүтэц дэх эртний хагарлын-палеодислокацийн хоёр улбаа мөрний тухай товч дурдвал: Эхнийх нь Дэрэн сумаас баруун урд зүгт 12км зайд, баруун хойноос зүүн урагш чиглэсэн 27км урт, нөгөө нь Дэрэн сумаас зүүн зүгт 6км зайд ерөнхийдөө зүүнээс баруун чиглэлтэй, уртаараа 10км мөргөцгөөс тогтсон байдаг. Судалгаагаар морфологийн хувьд газар хөдлөлтийн хагарлаас үүссэн энэхүү мөргөцгийн эхнийх нь нэлээд урт, хэмжээгээр газрын гадаргад тод илэрсэн, ерөнхийдөө 0.5–7.5м босоо чиглэлийн тохоос хэлбэрийн дунджаар 6м өндөр болохыг тогтоосны дээр хагарлын нийт уртын дагуу хэвтээ чиглэлийн шилжилт ажиглагдаагүй болохыг судлаачид тэмдэглэсэн байдаг. Хагарлын зүүн хэсэг дагуу түр зуурын ундаргатай горхи, булгаас үүсэлтэй жижиг хэмжээний тойром болон шалбааг тогтсон бол, харин баруун хэсэгт энэ нь огт ажиглагдахгүй байгаа нь энд зөвхөн босоо чиглэлийн хөдөлгөөн явагдсаныг гэрчилж байна. Дээр дурдсанаас үзэхэд энэхүү хагарлын бүсэд магнитуд 6–7 хүрэх хүчтэй газар хөдлөлт тохиож байсан гэж үзэх бүрэн үндэслэлтэй юм.

Палеосейсмийн судалгаагаар Дэрэнгийн бүтэц нь тохоос хэлбэрийн /босоо чиглэлийн/ хагаралд хамаарагдахаас гадна сансрын зурагт газрын гадарга дээр мөргөцөг хэлбэрээр тод илэрсэн байдаг. Монгол-Францын хамтарсан судалгааны баг хагарлын морфологийг нарийвчлан тогтоох зорилгоор орчин үеийн дифференциал GPS багажаар хагарлын дагуу хийсэн хэмжилтээр гадаргын хэлбэрийг мм -ийн нарийвчлалтай тогтоох боломжийг бий болгосон юм. Судалгаагаар мөргөцгийн өндөр дунджаар 6 ± 1 м гэж үзээд хагарлын дагуу хийсэн хөндлөн зүсэлтээс харахад тус мөргөцөг элэгдэлд орсон хэдий боловч хагарлын анхны төрх нь ерөнхийдөө хадгалагдаж үлдсэн болохыг тогтоосон юм.

Дэрэнгийн газар хөдлөлт болсон дарууд хүмүүст мэдрэгдсэн байдал болон барилга байгууламжид үзүүлсэн нөлөөний талаар голомтын бүсэд Монгол-Оросын судлаачдын орон нутагт очиж цуглуулсан макро мэдээг /аман мэдээ/ үндэслэн зохиосон изосейстын бүдүүвч /ижил доргилтын баллын/ зургийг зохиосон (Зураг 2.14). Энэ нь баруун хойноос зүүн урагш сунасан зууван дугуй хэлбэртэй зурагдсан нь Дэрэнгийн үндсэн хагарлын чиглэлтэй ерөнхийдөө тохирсон гэсэн дүгнэлтийг Монгол Оросын судлаачид хийжээ [Ключевский А.В., 1998].

Харин энэ бүсэд урьд өмнө ажиглагдсан газар хөдлөлтүүдээс хамгийн хүчтэй нь 1968 оны 7 дугаар сарын 11-нд болсон магнитуд нь $M=4.7$ хүчтэй газар хөдлөлт байжээ. Энэ хөдлөлт нь Дэрэнгийн хагарлын баруун хойд төгсгөлийн хэсэгт тохиолдож байжээ. Хамгийн сүүлд болсон хүчтэй газар хөдлөлт нь 2010 оны 1 дүгээр сарын 9 болон 2012 оны 1 дүгээр сарын 28-нд магнитуд нь $M=5.2$ -тэй хөдлөлт тус тус болж байсан байна.

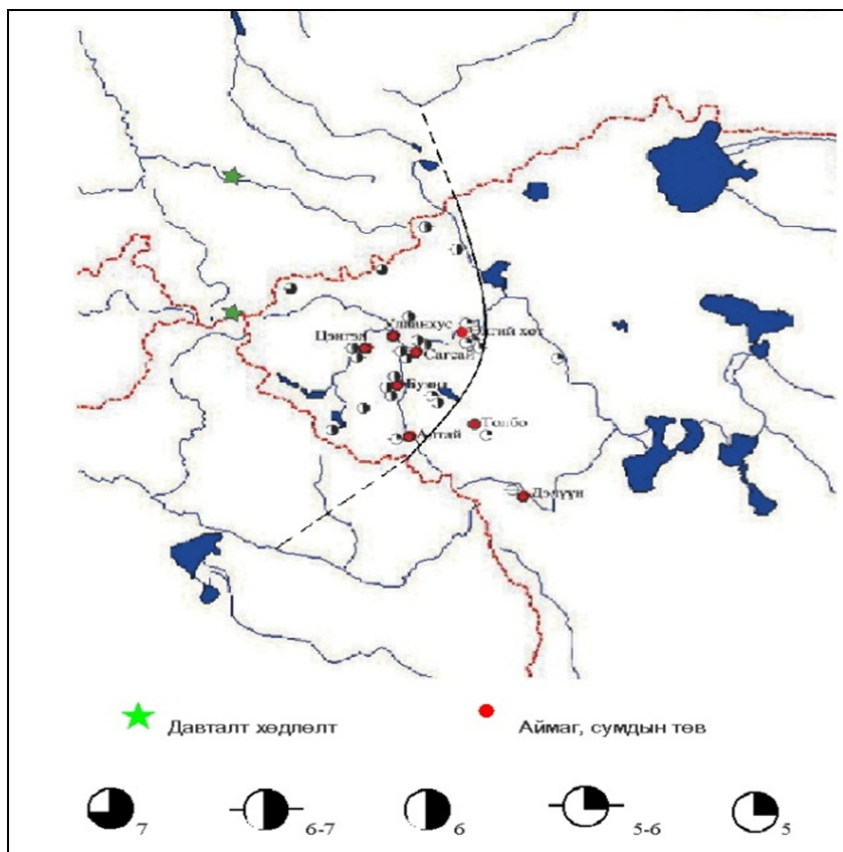


Зураг 2.14 Дэрэнгийн газар хөдлөлтийн изосейстийн бүдүүвч

2.2.15. Чуйн газар хөдлөлт:

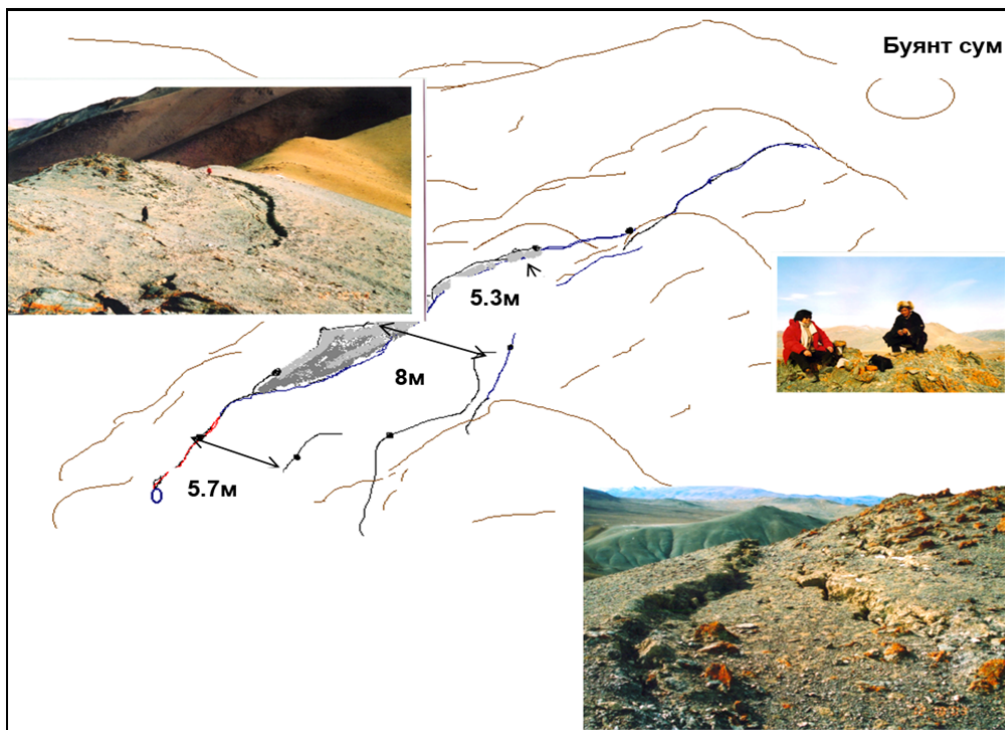
2003 оны 9 дүгээр сарын 27 –нд ОХУ –ын Уулын Алтайн нутгийн өмнөд хэсэгт буюу манай улстай хил залгаа нутагт магнитуд нь $M=7.0$ –той газар хөдлөлт болсон. Энэхүү газар хөдлөлтийг Чуйн газар хөдлөлт гэж нэрлэдэг. Газар хөдлөлтийн төв нь Чуйн болон Курайн хотгор хоорондын уулсын уулзварт Чуйн голын хөндийд тохиосон байна.

Монголын баруун аймгууд, Баян-Өлгий, Ховд, Увсын нутгаар VI баллаар мэдрэгдсэн болохыг 2003 оны 10 дугаар сарын 4 –өөс 14 хүртэлх хугацаанд ООГХ –ийн хээрийн судалгааны ажлын хүрээнд Өлгий хот (17 байгууламжаас 80 макро мэдээ), нүүдлийн станц суурилуулах замдаа Буянт, Сагсай, Толбо, Ногоон нуур, Цагаан нуур зэрэг сум, Улаан байшин, Даян, Асгат, Хөх эрэг, Ганц модны хилийн заставуудаар Алтайн хязгаарын газар хөдлөлтийн макро мэдээнд үндэслэн тогтоосон болно (Зураг 2.15).



Зураг 2.15 Чуйн газар хөдлөлтийн изосейстийн схем зураг

Мөн газрын гадаргуугийн деформацид орсон янз бүрийн суулт, эвдрэлийг үзэж фото зургаар баталгаажуулсан. Алтайн хязгаарын энэхүү газар хөдлөлтөөр Буянт сумын төвөөс зүүн урагш 4 км –ийн зайд орших Цагаан өтөг ууланд эвдрэл үүссэн тухай мэдээг сумын Засаг дарга К.Болатаас авч, энэ эвдрэлийг нүдээр үзсэн малчин Сентябр: 9 дүгээр сарын 27 –ны орой 6–7 цагийн орчимд малаа хариулж, үнэг отон дурандаж суухад нь хажуугийн Цагаан Өтөг уулын оройд 10 м өндөртэй тоос боссон гэсэн мэдээллийг өгсөн. Мэдээллийн дагуу уг газар очиход 5 метр өндөр эргийн ёроолд сул шороо хуримтлагдсанаас гадна эргийн дээд гадаргууд язралт үүссэн байв. Мөн малчин Сентябр 5 дугаар сарын Сагсайн газар хөдлөлтөөр энэ зурвас эвдрэлийн эхэнд 4–5м газар цууралт болсон нь одоо бороо, салхинд идэгдсэн ч шинэ цууралтаас ялгарч харагддаг гэж ярих. Бид малчны хамт Цагаан Өтөг ууланд гарахад уг уулын 3 жижиг оройг дайрч ойролцоогоор 125м урттай зурвас, 6.5м өргөн талбайд эвдрэл үүссэн байсан бөгөөд шилжилтийн өндөр 50см –ээс 1.1м хүрч, зарим ургаа хад цуурч хагаран цантсан байсны зургийг авч, эвдрэлийн талбайн бүдүүвчийг гаргасан болно (Зураг 2.16).

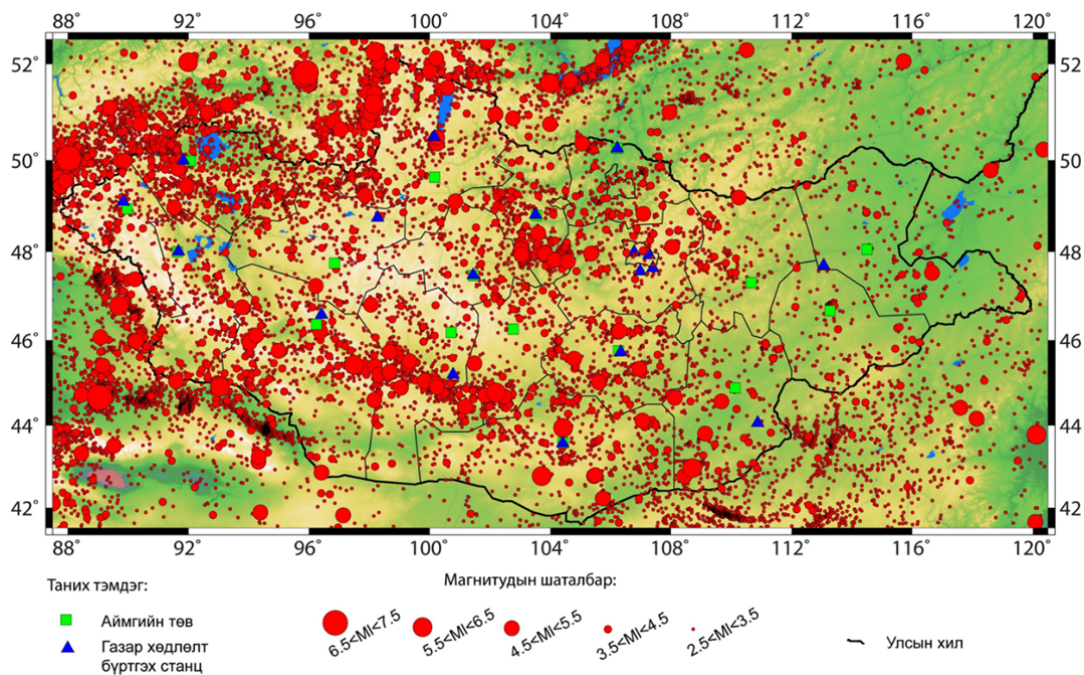


Зураг 2.16 Чуйн газар хөдлөлтөөр Баян–Өлгий аймгийн Буянт сумын Цагаан өтөг ууланд үүссэн эвдрэл (2003 оны 10 дугаар сарын 4).

Энэхүү газар хөдлөлт нь уг бүс нутагт газар хөдлөлтийг багажаар судалж эхэлсэн үеэс хойш тэмдэглэгдсэн хөдлөлтүүдээс хамгийн хүчтэй нь юм. Чуйн газар хөдлөлтийн доржилт Оросын бүгд найрамдах Алтай, Какасий, Буриад улсууд, Красноярскийн хязгаар, Новосибирск, Кемерово мужууд болон зүүн Казакстан зэрэг өргөн уудам нутгийг хамран мэдрэгджээ. Газар хөдлөлтийн төвд хамгийн ойрхон оршиж байсан Бельтирд VIII балл, Акташд VI–VII балл, Таштаголд VI балл, Прокопьевскд V–VI баллаар Новосибирск, Усть–Каменогорск, Семиплатинскд IV балл, Абаканд III–IV балл, Красноярск, Зайсан, Кемеревод III балл, Барнаул, Алма–Ата, Астанад II–III баллаар тус тус мэдрэгджээ. Газар хөдлөлтийн голомтын бүс Цаган-үзүн голын ай саваас эхлэн зүүн зүг рүү Хойд Чуйн нурууг чиглэсэн 20км орчим урт S маягийн систем хагарлаар гадаргууд илэрсэн байна. Зөвхөн гадаргууд илэрсэн хагарлаар зогсохгүй уулын нуралт, хөрсний гулгалт, уулын хажуугийн суулт ажиглагдаж, уулнаас хад чулуу өнхөрсөн байна. Гол хагарал баруун хойноос зүүн урагш чиглэлтэй бөгөөд хэвтээ хавтгайд шилжилтийг үүсгэсэн байна. Үүнээс гадна Цагаан голын хөндийгөөр олон тооны ан цав үүсэж, Цагаан, Талдур голуудын усны хагалбар хэсэгт асар том 300 м урт, 10 м хүртэл өргөн, гүн нь 30 м гаруй хагархай үүссэн байна. Чуйн газар хөдлөлтөөр газрын гадаргууд ил гарсан хагарал нь гарал үүслээрээ “Баруун Монгол” -той нэг гаралтай гэсэн дүгнэлтийг хийжээ [ООГХ –ийн тайлан 2003].

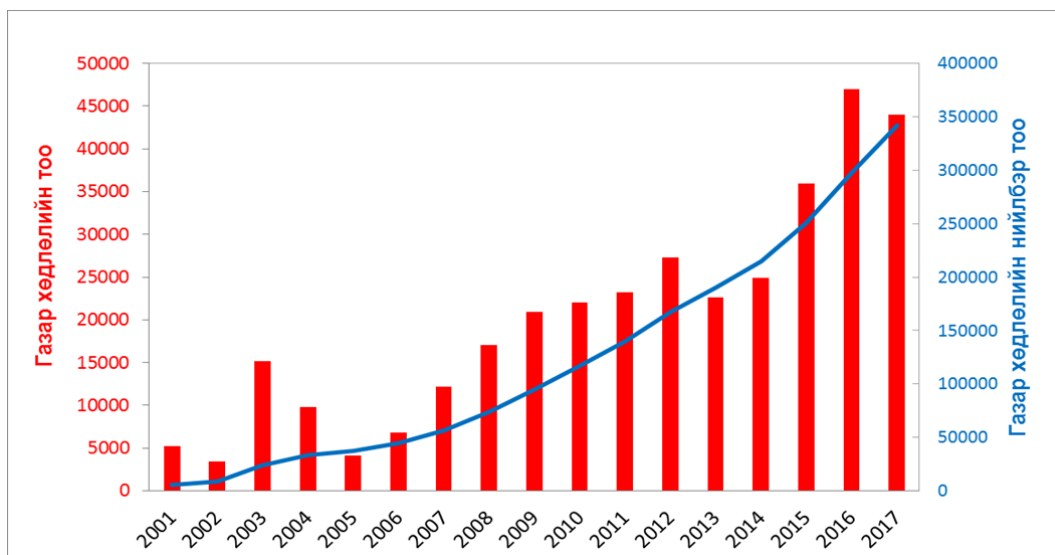
2.3. Монгол орны нутаг дэвсгэрт 2000 оноос хойш болсон газар хөдлөлтүүд

Сүүлийн 18 жилийн байдлаар Монгол орны нутаг дэвсгэрт нийт 350 мянга орчим газар хөдлөлт бүртгэгдсэн байна (Зураг 2.17). Эдгээрээс магнитуд (Mw) нь 5-аас дээш хүчтэй 170 орчим газар хөдлөлт болсноос хамгийн хүчтэй хөдлөлт нь 2003 оны 9 дүгээр сарын 27-нд болсон магнитуд нь M=7.3 хүрсэн Орос Монголын хил дээр Монгол Алтайн нурууны баруун хойд төгсгөл хэсэгт болсон байдаг [Ulziibat M, 2006].



Зураг 2.17. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий сейсмшлийн зураг (2001-2017).

Тус хугацаанд газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүс нутгуудаар Чуй, Цагаан шувуут болон Үнэгтэй, Булнай, Могод, Тахийн шар, Бүсийн гол, Говь-Алтайн нуруу, Дэрэн, Бүрэн Бүтээлийн нуруу зэрэг бүсүүд орж байна. Эдгээр бүсүүдэд газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн тоо буурахгүй жилээс жилд өссөн хэвээр байгааг доорх графикаас харж болно (Зураг 2.18).



Зураг 2.18. 2001 – 2017 бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн тоон хамаарал

Бүс нутгийн хувьд хүчтэй газар хөдлөлтийн голомтуудыг тодорхойлохоос гадна газар хөдлөлтийн идэвхжилт ихтэй бүсчлэлийг гаргахад чухал байр суурь эзэлдэг. Газар хөдлөлтийн голомтын бүсүүд нь тухайн бүсийн газар хөдлөлтийн ерөнхий сейсмшил болон хагарлын нөхцөлүүдээр тодорхойлогддог.

Газар хөдлөлтийн голомтын судалгааг газар хөдлөлтийн үндсэн мэдээллийн сангаас авсан тухайн судалгааны талбайн мэдээлэлд нарийвчилсан бодолт ба анализ хийж, улмаар тухайн бүсийн газар хөдлөлтийн төвийн тархалтын зургийг зохион, томоохон газар хөдлөлтийн голомтуудыг тодорхойлох ажлаар эхэлдэг.

Газар хөдлөлтийн голомтын тодорхойлолт нь тухайн газар хөдлөлт хэзээ, хаана, ямар хүчтэй болсноор илэрхийлэгдэнэ. Харин газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээнд тухайн газар хөдлөлтийн голомтын байрлал болон хагарлын хэмжигдэхүүн, газар хөдлөлт дахин давтагдах хугацаа болон голомт дахь газар хөдлөлтийн хүч (магнитуд)- ыг тооцдог. Тухайн голомтод болох хамгийн хүчтэй газар хөдлөлт магнитуд (M_{max}) нь тектоникийн тогтоц, хэлбэр хэмжээ болон газар хөдлөлтийн голомтоос ихээхэн хамаардаг байна.

2.4. Мэдээллийн сан

Монгол орны нутаг дэвсгэрийн ГХЕМ-ийн ажилд ашиглагдах газар хөдлөлтийн мэдээллийн санг бүрдүүлэхдээ Монголын ҮМТ-ийн мэдээллийн сангаас 1900–2017 онд болсон ойрын болон дундын зайны газар хөдлөлтүүдийг ялган авч газар хөдлөлтийн төвийн тархалт, магнитудын шаталбарын төрөлжүүлэл зэрэгт дүн шинжилгээ хийсэн. Мөн магнитудыг олон улсын ангилалд хөрвүүлэх ажлыг хийж үр дүнг гаргасан болно. Тус хугацаанд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтүүдийг сейсмик станцуудын бүрэн бүртгэж авсан байдлыг хугацаагаар үзүүлбэл:

$M_w \geq 1.0$ 1966 оноос хойш

$M_w \geq 2.0$ 1964 оноос хойш

$M_w \geq 4.0$ 1960 оноос хойш

$M_w \geq 5.0$ 1917 оноос хойш бүрэн бүртгэх чадвартай байсан байна.

Газар хөдлөлтийн хүчний хувьд магнитудыг зай болон хүчний хэмжээнээс нь хамааруулан олон төрлийн магнитудын томъёоллыг хэрэглэдэг. ГХАҮ-ний

тооцоонд хүчтэй газар хөдлөлтөөс үүссэн хөрсний шилжилтийн замхралын хуулийг ашигладаг бөгөөд энэхүү хуульдаа магнитуд зайны хамаарлыг тооцдог.

Олон улсын стандартад гадаргын долгионы магнитуд M_s -ийг хэрэглэдэг байсан ч сүүлийн үед олон орны эрдэмтэн судлаачид судалгаандаа момент магнитуд (M_w)-ийн томъёог өргөн хэрэглэдэг болсон. Иймд бид энэхүү судалгааны ажилдаа доорх томъёог [Yenier E., 2008] ашиглан M_l болон M_s -ыг M_w магнитуд руу хөрвүүлж тооцоог хийсэн болно.

$$M_w = 0.953M_l + 0.422, (3.9 < M_l < 6.8) \quad (2-1)$$

Мөн тооцож олсон момент магнитуд (M_w) болон Рихтерийн магнитуд (M_L) хоёрыг харьцуулж тэдгээрийн хоорондох алдааны хязгаарыг тогтоолоо. Магнитудын тооцооны дундаж хазайлтын алдааг:

$$\sigma = \sqrt{\sum_i (M_w - M_L)_i^2 / N_i} \quad (2-2)$$

томъёогоор тооцож үзэхэд алдааны хүрээ +/-0.34 гарсан ба энэхүү утга нь тухайн төрөл бүрийн магнитуд хоорондын зөвшөөрөгдөх алдааны хязгаарт багтаж байгаа тул дээрх момент магнитудын томъёог судалгааны ажилдаа ашиглах боломжтой хэмээн тооцож, тооцоонд оруулсан болно.

ГУРАВДУГААР БҮЛЭГ
ИДЭВХТЭЙ ХАГАРЛЫН СУДАЛГАА БА
СЕЙСМОТЕКТОНИКИЙН ЗУРАГ

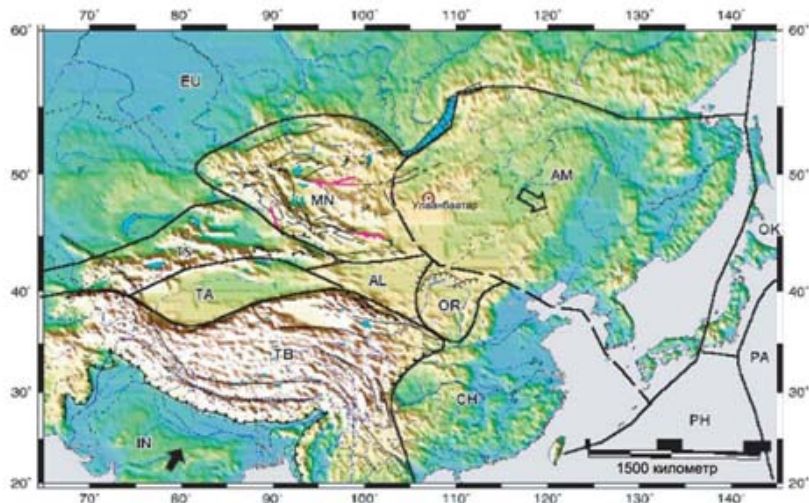
3. ИДЭВХТЭЙ ХАГАРЛЫН СУДАЛГАА БА СЕЙСМОТЕКТОНИКИЙН ЗУРАГ

3.1. Геологийн тогтоц

Тектоник хавтангуудын хөдөлгөөний улмаас 50 сая жилийн тэртээгээс Энэтхэгийн хавтан ЕвроАзийн хавтантай мөргөлдөн, Гималайн нуруу үүсэж улмаар шахалтын хүчний үргэлжлэл 2000-2500 км-ийн алсад орших бүс нутгийг атираатуулан Тянь-Шаны, Алтай, Говь Алтайн уулс нуруудыг үүсгэсэн байна. Энэхүү процесс өдгөө хүртэл үргэлжилсэн хэвээр байна. Мөн Хөвсгөл ба Байгаль рифтийн идэвхтэй процессын үр дүнд үүссэн бөгөөд нууруудын сунал хоёр тийшээ харьцангуйгаар салан холдох буюу тэлэх процесс явагдаж байна. Энэтхэг ба ЕвроАзийн хавтангуудын мөргөлдөөний хэв гажлын хүч урдаас хойшлох тутам сарнидаг зэргээс үзвэл Төв Азийн гүн дэх уул нурууд нь Гималайн уулсаас хожуу үүссэн байна. Тухайлбал: Гималайн уулс нь 55 сая жилийн тэртээ үүсэж эхэлсэн бол Кунлун-Шаны уулс 40-30 сая жил, Тянь-Шаны уулс 15-10 сая жил, Алтайн уулс 8-2 сая жил, Саяны уулс ~1 сая жилийн өмнө үүссэн ба одоо ч гэсэн уул үүсэх хөдөлгөөн үргэлжлэн явагдаж байна. Шахалтын нөлөөгөөр ихэвчлэн зүүн, баруун гарын шилжилтүүд болон тохрол хагарлууд үүсэж байна.

Бүс нутгийг хамарсан газар хөдлөлтийн зонхилох хувь нь томоохон газар хөдлөлтөөс үүссэн идэвхтэй хагарлуудаа дагаж үүсдэг бөгөөд газар хөдлөлтийн давтамж нь нэлээд урт хугацаагаар хэмжигддэг байна (хэдэн мянган жилээр тооцогдохоор). Хожуу дөрөвдөгчийн үед идэвхэжсэн идэвхтэй хагарлууд баруун Монголын ихэнх нутгийг эзэлдэг төдийгүй энэ нь Энэтхэг-ЕвроАзийн хавтангуудын шахалтын хүчнээс болсон гэж үздэг. Харин нутгийн хойд хэсэг Байгалийн рифтийн бүсийн тэлэлтийн хүчний нөлөөнд орсон байдаг. Хүчтэй газар хөдлөлтүүд нь голчлон тектоник хавтангууд болон бичил хавтангуудын заагийн дагуу орших гол хагарлууд дээр болж байна.

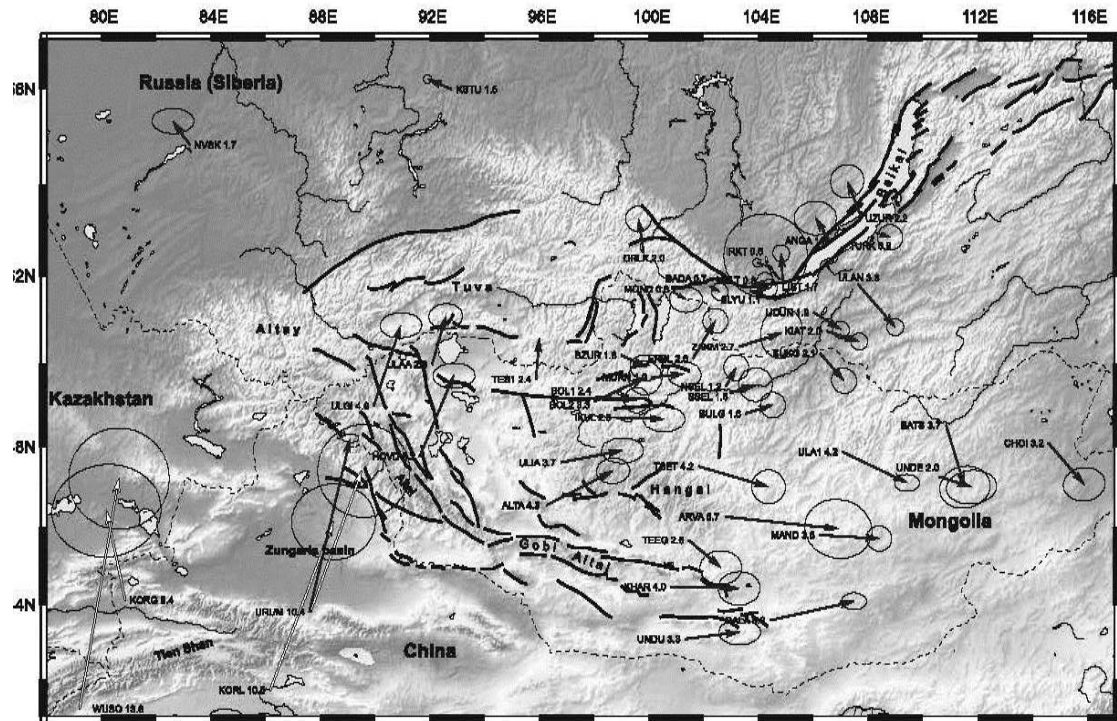
Монгол улсын нутаг дэвсгэр нь Төв Азийн геодинамикийн хоёр өөр орчинтой бичил хавтангуудад хуваагддаг (Зураг 3.1). Баруун Монгол нь хойно, урдаасаа чиглэсэн транс шахалтын мужид хуваагддаг учраас газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүсэд орно. Харин Дорнод Монгол нь зүүн урагш чиглэсэн таталтын хүчинд хамаардаг бөгөөд идэвхжил нь Баруун Монголыг бодвол харьцангуй бага байдаг.



Төв Азийн хавтангуудын хил заагууд (тэдний харьцангуй хөдөлгөөний чиглэлийг сумаар харуулав). Хавтангуудын нэрс: EU-Евро-Ази, IN-Энэтхэг, PH-Филиппин, PA-Номхон далайн хавтан. Бичил хавтангуудын нэрс: AM-Амур, TS-Тян Шан, MN-Монгол, AL-Алашан, OR-Ордос, CH-Хятад, TA-Тарим, TB-Түвд, ОК-Охотск.

Зураг 3.1 Төв Азийн хавтангуудын хөдөлгөөн.

Ийнхүү Монгол улсын нутаг дэвсгэр нь Энэтхэг-ЕвроАзийн хоёр томоохон хавтангийн мөргөлдөөн, Байгаль, Хөвсгөл орчмын сав газрын рифтийн тэлэлтийн нөлөөгөөр зүүн урд зүг рүү харьцангуй шилжилт хийж буй нь судалгаагаар батлагдаад байна (Зураг 3.2). Орчин үеийн GPS станцуудын мэдээллийг ашиглан хийгдсэн нарийвчилсан судалгааны үр дүнгээр Хангайн бүс нутаг 4 мм/жил-ийн хурдтайгаар харьцангуй шилжилт хийж байгааг тогтоосон байна [Calais et al, 2003].



Зураг 3.2. ЕвроАзийн эх газрын харьцангуй шилжилтийн “GPS”-ын хурд.

Монгол улсын нутаг дэвсгэр нь хойд талдаа Сибирийн, урд талдаа Хятадын эртний картонуудын хооронд байрлан урагш нумран зүүн-хойшоо сунаж тогтсон Урал-Монголын (Муратов, 1965) буюу Төв Азийн атираат бүслүүрийн (Зоненшайн, 172) төв хэсэгт оршино.

Ф. Пумпелли, Ф. Рихтхофен нар Төв Ази, ялангуяа Монголын нутаг дэвсгэрийг төв хэсэгтээ хэвтээ байрлалтай Ханхай хэмээх урсгалгүй нуурын савд хуримталсан элсжин, шавар, галт уулын лаваар дүүрдэг бөгөөд нэлээд өргөгдсөн нутаг болохыг тэмдэглэж түүнийг Дорнод Азийн тэгш өндөрлөг гэж нэрлэж байв.

3.2. Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлууд

3.2.1. Монгол Алтайн идэвхтэй хагарлууд

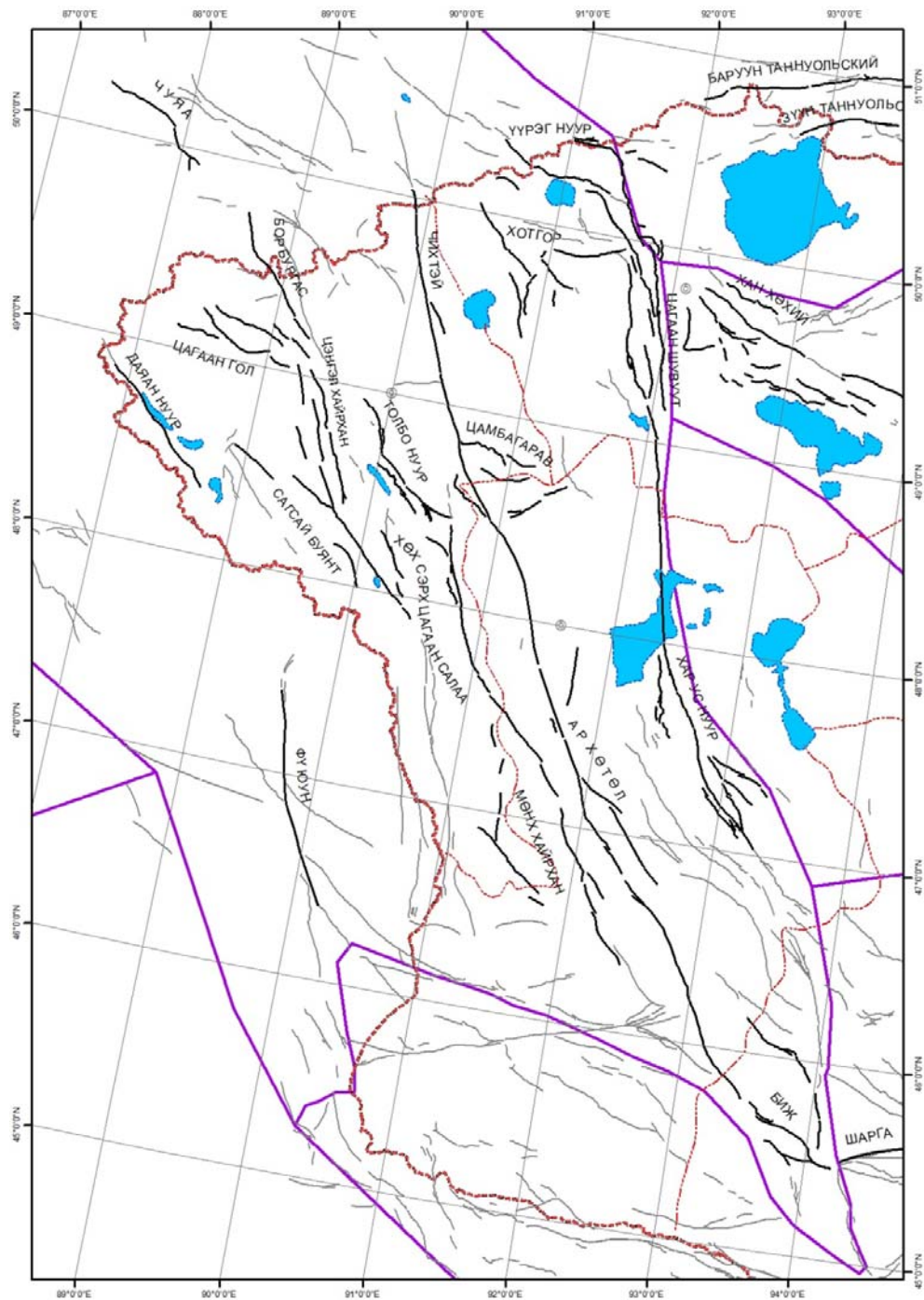
Энэ бүс нутаг нь нутгийн баруун хязгаар Алтайн өндөр уулсыг хамрах бөгөөд Монгол орны газар хөдлөлтийн хамгийн идэвхтэй бүс болох нь түүхэн болон багажийн судалгаагаар батлагдсан [Балжинням И., 1975].

Алтайн нуруу кембри, палеозойн дунд үеийн атираажилттай ба гадаргын төрх байдлаараа бусдаас илүү өргөгдсөн, баруун хойноос зүүн урагш чигт сунаж тогтсон структуртай юм [Балжинням И., 1975].

Монгол Алтайн уулс нь Энэтхэг-ЕвроАзийн мөргөлдөөний алс холын нөлөөтэй холбоотой атираажиж буй уулс юм. GPS хэмжилтүүдийн судалгаагаар Энэтхэг-ЕвроАзийн мөргөлдөөний ~10-15% нь энэ бүс нутагт хуримтлагддаг гэдгийг харуулдаг [Calais et al., 2003; Frankel et al., 2010].

Алтайн нуруунд БХ-ЗУ суналтай, баруун-гарын хэвтээ шилжилттэй хагарлууд болон тохрол хагарлууд зонхилно. Өмнөд хэсэгтээ транс шахалтын цэцгэн бүтэц хэлбэртэй.

Энэ бүсэд Фун-Юун, Даян Нуур, Цагаан Гол, Сагсай, Бор Бургас, Цэнгэл Хайрхан, Хөх Сэрх–Цагаан Салаа, Толбо Нуур, Мөнх Хайрхан, Чихтэй, Цамбагарав, Ар-Хөтөл, Биж, Хотгор, Цагаан Шувуут гэсэн баруун-гарын шилжилттэй хагарлууд байрладаг (Зураг 3.3).



Зураг 3.3 Баруун Монголын томоохон идэвхтэй хагарлууд.

Энэхүү зурагт адил үйлчлэлтэй шахалтын хүчтэй холбоотойгоор эдгээр хагарлууд баруун-гарын хэвтээ шилжилттэй, баруун хойноос зүүн урагшаа суналтай эвдрэлийг үүсгэж байна [Bayasgalan et al.,1998]. Түүнчлэн баруун хойшоо суналтай олон тооны идэвхтэй хагарлуудыг тус тус харуулав (Зураг 3.3).

Фун-Юуны хагарал

1931 оны 8 дугаар сарын 10-нд Монгол улсын баруун хил орчмын Хятад улсын Шинжаньд магнитуд нь $M=8.1$ хүрсэн хүчтэй газар хөдлөл болсон юм. Уг газар хөдлөлтийн нөлөөгөөр баруун-хойш 340° суналтай, 180 км урттай хагарал үүссэн ба нийт хагарлын дагууд баруун-гарын шилжилт хөдөлгөөн явагдсан байна [Shi and others, 1984; Yang and Ge, 1980; Zhang Pei-zhen, 1982].

Хагарлын хойд хэсэгт зөрөл хагарал харин урд хэсэгт огшил хагарал илэрсэн нь босоо тэнхлэг дээр бага зэрэг харьцангуй эргэлт болсон байж магадгүй юм гэсэн таамаглалыг төрүүлдэг бөгөөд босоо шилжилтийн утга 1-3.6 м хүрдэг [Балжинням И., 1993].

Алтайн нурууны өндөрлөг талаас бууж ирж байгаа усан сүлжээний системүүд Фун-Юуны хагарлаар 100м-3км хүртэл баруун гар тийш хэвтээ шилжсэн байдаг. Хагарал дунд плейстоценээс эхэлж идэвхэжсэн гэж үзэхэд хагарал дээр 10 мм/жил шилжилтийн хурд тогтоогдоно [Shi and others, 1984] гэж зарим эрдэмтэд тэмдэглэсэн бол усан сувгийн эрчимтэй зүсэлтийн процесс дунд-плейстоцен ч биш хожуу-плейстоценээс (2.5 сая жил) эхэлж явагдсан байсан ч хагарал дээрх шилжилтийн хурд хамгийн багадаа 1 мм/жил байна гэж зарим эрдэмтэд үзжээ [Балжинням И., 1993].

Хятадын эрдэмтдийн зохиосон геологийн зургаас харахад, палеозойн хагарлууд, тунамал хурдаснууд, гранитууд Фун-Юуны хагарлаар 25-30 км шилжсэн байдаг. Хэдэн мм/жил-ийн шилжилтийн хурдтай байхад ийм шилжилт хэдхэн сая жил дотор хуримтлагдана [Балжинням И., 1993].

Францын эрдэмтэд “Quickbird” сансрын зураг (~60 см пиксельтэй панхроматик) ашиглан судалж 1931 оны газар хөдлөлтөөр сэргээгдсэн баруун-гарын хэвтээ шилжилт бүхий Фун-Юуны хагарлын дагуух 290 цэгт хийсэн хэмжилтээс хэвтээ шилжилтийн дундаж утга 6.3 ± 1.2 м гэж тооцоолсон [Klinger et al., 2011]. Түүнчлэн Фун-Юуны хагарал дээр хамгийн багадаа 4 удаагийн эртний газар хөдлөлт болсон гэдгийг геоморфологийн шалгуур үзүүлэлтээр тогтоосон бөгөөд тэдгээр бүх эртний хөдлөлтүүд 1931 оны шилжилттэй ижил шилжилттэй байсан байна. Энэ хагарал дээр болж байсан газар хөдлөлтүүдийн гулсалтын тархац уламжлагдан сэргээгдсэн хандлагатай ба ижил шилжилтийн хурдтай гэж дүгнэжээ.

Фун-Юуны хагарал нь Алтайн нуруунд байрлах газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарал бөгөөд уг хагарал дээр магнитуд нь $M=8$ хүрсэн газар хөдлөлтүүд цаг хугацааны давтамжтайгаар болж байдаг нь тодорхой байна.

Сагсай-Буянт хагарал

Монгол Алтайн нурууны хэвтээ шилжилттэй хагарлуудын нэгэн адил Сагсай-Буянтын хагарал нь БХ-ЗУ чиглэлтэй, дөрөвдөгчийн идэвхтэй хагарал юм. Энэ хагарал нь Баян-Өлгий аймгаас БУ 40км –т, Буянт сумын нутаг дэвсгэрт байрлах ба гадаргуугийн морфологийн хувьд д.т.д 2000–2300м өргөгдсөн хотгорууд, Хөх–Сайн (3573 м), Эзэрлэг (2945 м), Чулуут (2742 м) гэх мэт уулсаар хүрээлэгдэнэ. Мөн хагарал нь Богоч, Тошинт уулын дунд хавиас эхлэн зүүн урагшаагаа Чулуут, Эзэрлэг, Хойд–Дэвсэг, Хөх–Сайн уулсын бэл хормойгоор үргэлжилдэг. Богочын ам ба түүнээс баруун хойших нутаг дэвсгэрт хагарал орчмын газрын гадаргууг нугасан хэлбэртэй адилтгаж болно. Босоо шилжилтийн далайц зарим хэсгээрээ 2м –т хүрнэ. Хагарлын бүсийн зүүн урд хэсэг, ялангуяа Өмнө голын огтлолцол дээр тохролын хил заагаар давлагаалсан хэлбэр ажиглагддаг бөгөөд энэ хэсэгт жижиг нуур, намаг зэргийг үүсгэсэн байна [Хилько, 1977]. Ландсатын зургаас тайлал хийхэд хагарал нь ихэнх тохиолдолд гадаргуу дээр илэрц сайтай байсан ба цөөн хэдхэн газарт бүдгэрсэн нь ажиглагддаг. Ялангуяа Хөх-Сайн, Харгиат уулсын бэлд хагарлын морфологи хамгийн сайн харагддаг байна [М.Өлзийбат, 2006]. Оросын эрдэмтэн Хилько тэргүүтэй эрдэмтэд 2-3.5м өндөртэй шахалтаас үүссэн гүдгэрүүд, 40–50м урттай, 2м гүнтэй тэлэлтээс үүдэлтэй хотгорууд (open crack) мөн 3м орчим хэвтээ шилжилтийг хэд хэдэн цэг дээр хэмжсэн байна. Мөн хагарлын урт, хэвтээ болон босоо шилжилтийн харьцаанд үндэслэн Сагсайн хагарлыг Х баллаас ($M=7.4$) багагүй хүчтэй газар хөдлөлтөөр үүсэх боломжтой гэж үзсэн. Сагсайн хагарал бол баруун-гарын хэвтээ шилжилттэй, тохрол төрлийн хагарал гэдэг нь тодорхой байгаа бөгөөд энэ нь Монгол Алтайн нурууны кайнозойн ерөнхий геодинамиктай тохирдог юм [Хилько, 1985].

Хөх Сэрх-Цагаан Салаа хагарал

Энэ хагарал нь Монгол Алтайн нурууны салбар уулсын нэг болох Хөх Сэрхийн нурууны зүүн бэлийг дагасан БХ-ЗУ суналтай, баруун-гарын хэвтээ шилжилттэй, 100 км-ээс их урттай хагарал юм.

Судлаачид хагарлаар шилжсэн аллювийн хурдасны гадаргуугийн дээжлэлт дээр үндэслэж, хагарлын шилжилтийн хурдыг $0.9+0.2/-0.1$ мм/жил гэж тогтоож, Монгол Алтайн нурууны нийт деформацийн $\sim 20\%$ орчим Хөх Сэрхийн хагарал дээр ногдож байна гэж тодорхойлжээ [Frankel et al., 2010].

Толбо-Нуур хагарлын систем

Анх 1974 онд Тихонов, 1985 онд Хилько нар Толбо Нуурын Хагарал (ТНХ –цаашид гэж нэрлэх) –ыг Монгол Алтайн нурууны баруун-гарын хэвтээ шилжилттэй, идэвхтэй хагарлуудын нэг гэдгийг тогтоосон байна. ТНХ суналын дагууд голдуу баруун-гарын хэвтээ шилжилттэй боловч хагарлын чиглэлийн хазайлт, дамжин өнгөрөх геологийн орчин зэргээсээ хамаарч тохрол хагарлын төрлийг мөн агуулдаг байна. ТНХ –тай баруун бэлээрээ хиллэдэг Дэлүүн нурууг судлаачид ТНХ дээрх хөдөлгөөний дүнд үүссэн тохрол блок гэж үзсэн [Балжинням И., 1993]. Харин Дэлүүн нурууны өргөгдлийн насны хувьд харьцангуй залуу ~ 1 сая жил гэж таамагласан байдаг.

ТНХ –ын Бөхөн уул, Сайр уулын сегментүүд Өлгий хотоос урагш 11км, 27км –т тус тус байрлана. Сайр уулын сегментийн хувьд газрын гадаргуу дээр илэрхий ялгарах 2.3м хүртэл өндөр мөргөцөгтэй ба хагарлын нас, давтагдах хугацааг тодорхойлох зорилготойгоор хагаралд хөндлөн шуудуу (trench) малтаж палеосейсмологийн судалгааг хийсэн [Баян-Өлгий аймаг 2017, ГХБМ-тайлан]. Энэхүү судалгаагаар 2630 ± 30 BP буюу одоогоос 2630 жилийн өмнө сүүлийн газар хөдлөлт болсон гэж тогтоогдсон. Судлаачид Монгол Алтайн нурууны идэвхтэй хагарлууд дээр болох газар хөдлөлт ойролцоогоор 2500 жилийн давтагдах хугацаатай гэж үздэг.

Ховд хагарлын систем

Ховдын хагарал нь Монгол Алтайн нурууг БХ-ЗУ суналтайгаар тууш дагасан баруун-гарын хэвтээ шилжилттэй хагарлуудын дотроос хамгийн урт нь юм. Сансрын зурагт харагдаж байгаагаар хойд зүгт ОХУ-ын Тува улсын нутаг дэвсгэрээс эхэлж Алтайн нурууны Түргэн уулын зүүн бэлийг дагаж, Ховд хотын баруун талаар гарч, урд зүгт Алаг Хайрхан уул хүртэл ойролцоогоор 550 км хүртэл үргэлжилдэг байна.

Энэхүү хагарал нь хойноос урагшаа Чихтэй, Ар-Хөтөл, Биж гэсэн 3 сегментэд хуваагддаг. Чихтэй сегмент нь Түргэн уулаас Цамбагарав уул хүртэл,

Ар-Хөтөл сегмент нь Цамбагарав уулаас Бодончын хавцал хүртэл, Биж сегмент нь Бодончын хавцлаас Алаг Хайрхан уул хүртэл тус тус үргэлжилдэг байна. Ховдын хагарлын Ар-Хөтөл сегмент нь газрын гадаргуу дээр бусдаасаа тод ялгарч харагддаг, илэрц сайтай бөгөөд сибирийн газар хөдлөлтийн макро мэдээгээр 1761 онд болсон хүчтэй газар хөдлөлтийн үр дүн гэж таамаглагддаг.

Чихтэй хагарал

Чихтэйн хагарал нь Ховдын хагарлын Чихтэй сегмент бөгөөд энэ нь газрын гадаргуу дээр илэрц сайтай, ерөнхий Ховдын гүний хагарлын дагууд эвдэрсэн газар хөдлөлтүүдийг илэрхийлэх, шилжилттэй хагарлын морфологийг үзүүлнэ. Ховд хагарлын Чихтэй сегмент нь Баян-Өлгий аймгийн Ногооннуур сумын Чихтэй бригадын дэргэдүүр үргэлжилдгээс үүдэн, өмнөх судлаачид тэр бригадын нэрээр нэрлэжээ.

Чихтэйн хагарал нь урагшаа үргэлжилсээр Ховд хотын баруун хойд талын Цамбагарав уул хүрдэг. Судлаачид Цамбагарав уулын баруун бэлийг даган уулын шувтарга хүртэл үргэлжлэх хэсгийг Цамбагаравын огшил хагарал гэдэг. Цамбагарав сегмент бол Ховд хагарлын системийн нэгэн хэсэг бөгөөд Цамбагарав уул д.т.д 4165 м-т өргөгдөн оршино.

Биж хагарал

Биж хагарал нь Монгол Алтайн нурууны зүүн урд үзүүрт буюу баруун Алтай, Говь–Алтайн нурууны уулзварын бүс нутагт, N45°53' ба N45°35' газарзүйн солбилцлын хооронд байрлана [М.Өлзийбат, 2006].

Уг хагарлын бүс дагуух морфологийн тухайд хэд хэдэн цувраа өндөр уул нурууд болон уулс хоорондын хотгороос бүрдэнэ. Тухайлбал, д.т.д 3738 м өргөгдсөн Алаг Хайрхан уул, Бүс Хайрхан (3393 м), Нарийн Бүс уул (3042 м) ба Хаг, Биж голын хөндий хотгоруудыг дурдаж болно. Бүс Хайрхан, Нарийн Бүс, Алаг Хайрханы уулсаар палеозойн метаморф тунамал чулуулаг болон хожуу палеозойн интрузив чулуулаг харин уулс хоорондын хотгороор неогени хэмхдэст тунамал хурдас чулуулаг өргөн тархалттай байдаг.

Сансрын зургийн тайллаар хойноос урагшаа чиглэлтэй, ~40 км үргэлжилсэн хагарлын ул мөр харагддаг. Энэ хагарал Нарийн Бүс уулын баруун хаяагаар үргэлжилж байснаа бага зэргийн чиглэлээ өөрчилж Хагийн хөндийн

аллювын хурдсыг огтолж Бүс Хайрханы зүүн бэлээр явж Алаг Хайрхан уулын орчим ирж төгсдөг байна [М.Өлзийбат, 2006].

Алаг Хайрхан уулын баруун бэлд Биж хагарал нь үндсэн чулуулгаа зүсэн үргэлжилдэг ба тэнд ~1 м өндөртэй, шугаман хэлбэртэй мөргөцөг үүсгэсэн байдаг [Хилько, 1977].

Хилько (1985) тэргүүтэй эрдэмтэд Биж хагарлыг ~25км урттай, хойноос урагшаа чиглэлтэй, баруун-гарын шилжилттэй, огшил хагарал гэж тэмдэглэжээ. Тэд хэд хэдэн цэг дээр ~2.5–3м баруун-гарын хэвтээ шилжилт хэмжсэн ба хагарлын насыг 500–1000 жилийн өмнө болсон гэж тогтоожээ. Биж хагарал нь баруун-гарын шилжилттэй, огшил хагарал бөгөөд энэ нь БУ–ЗХ чиглэлтэй хэвтээ хүчдэлийн чиглэлтэйгээ тохирдог юм [М.Өлзийбат, 2006].

Цагаан шувуутын хагарлын систем

Энэтхэг–ЕвроАзийн мөргөлдөөний улмаас манай орны баруун талын нутаг дэвсгэрт үйлчилж буй деформацийн процессын үйлчлэлтэй холбоотой, баруун-гарын шилжилттэй, томоохон идэвхтэй хагарлуудын нэг нь Цагаан Шувуутын хагарлын систем (цаашид ЦШХС гэх) юм.

ЦШХС бол Монгол Алтайн нурууны хамгийн зүүн захын шилжилттэй хагарал бөгөөд дотроо Үүрэг Нуур болон Хар Ус Нуур хагарал (цаашид ХУНХ гэх) гэсэн 2 томоохон хагарлаас бүрдэнэ.

1970 онд Монгол Алтайн нурууны хойд хэсэг Үүрэг нуурын уулс хоорондын хотгорт магнитуд нь $M=7$ хүчтэй газар хөдөлж, нуураас зүүн зүгт 10 км-т орших Цагд уул, Биж булгийн районд, өргөргийн дагуу чиглэлтэй 6-7 км урт хагарал үүсжээ [Балжинням ба Цэмбэл, 1971].

ХУНХ-аар шахагдан өргөгдөж хэлбэршсэн Жаргалант Хайрханы хагарлын насыг хамгийн багадаа 5 сая жил, хагарлын элэгдлийн гадарга дээр нь үндэслэж хагарал дээрх сүүлийн газар хөдлөлтийг 500-700 жил гэж таамагладаг.

Хагарлын дагуух шилжилтийн хурдыг 2.4 мм/жил гэж тодорхойлсон байдаг [Nissen et al., 2008].

Монгол Алтайн нурууны бусад хагарлууд

Монгол-Алтайн нуруу нь уртаашаа ~700 км, хамгийн өргөн хэсэгтээ ~500 км хүрэх асар уудам нутаг дэвсгэрийг эзэлдэг. Тухайн бүс нутгийн томоохон идэвхтэй хагарлууд нь дотоод гадаадын судлаачдаар, их бага хэмжээгээр судлагдаад байгаа боловч зөвхөн сансрын зураг дээрээс хагарлын ул мөр байгаа нь зураглагдаж, нарийвчилсан судалгаа хийгдээгүй олон тооны идэвхтэй хагарлууд байна. Үүнд: Даян Нуур, Цагаан Гол, Бор Бургас, Цэнгэл Хайрхан, Мөнх Хайрхан, Цамбагарав, Хотгорын идэвхтэй хагарлуудыг дурдаж болно. Эдгээр хагарлууд нь Алтайн нуруунд жигд үйлчилж байгаа регионал шахалтын хүчний улмаас баруун гарын хэвтээ шилжилттэй ба зарим газраа тохрол бүрэлдэхүүнтэй. ГХЕМ-ын зураг боловсруулахад хагарлуудын давтагдах хугацааг нарийвчилсан судалгааны ажил хийгдсэн хагарлуудтай адилтган ~2500 жил гэж авч үзсэн болно.

3.2.2. Говь-Алтайн нурууны идэвхтэй хагарлууд

Говь-Алтайн нуруу нь Монгол Алтайн нуруу болон төв Азийн олонх уулсын адилаар Энэтхэг-ЕвроАзийн хавтангуудын шахалтын нөлөөгөөр үүссэн бөгөөд тэр шахалтын дүнд Говь-Алтайн уулсыг цагийн зүүний дагуу эргэлтэд оруулсан байна.

Говь-Алтайн газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудад 1957 онд магнитуд нь $M=8.3$ –тай газар хөдөлж, 270 км хагарал үүсгэсэн Их Богд, мөн Баруун Богд, Их нууруудын Хөндий, Шарга, Цагаан Гол, Зарман, Бударгана, Аргалант, Хавцгайт, Арц Богд, **Булагтай**, Гурван Сайхан, Буурын Хяр, Цэций гэх мэт хагарлууд харъяалагдана (Зураг 3.4).

Гол газар хөдлөлтөөр Торомхоны хөндийг хэрчсэн тохрол хагарал үүсэж уг хөндийгөөр явсан авто зам дээрх хагарлын босоо шилжилт 2-2.5м, хэвтээ шилжилт 2.8м-ээр хэмжигджээ.

Энэ газар хөдлөлтөөр үүссэн Богдын хагарал газрын гадаргууд босоо, хэвтээ шилжилт, шилжилт-огшил, тохрол зэрэг бүхий л хагарлын төрлүүдийг үүсгэсэн байдаг. Тариат уулын хойд бэлээр үүссэн хэвтээ босоо шилжилтүүд 2-4 м хүрдэг. Хамгийн их эвдрэл Их Богдын нуруу, Орог нуурын сав газарт үүсжээ. Энэ тухай О.Намнандорж “Гол хагарлын баруун үзүүрээс баруун урагш 20-30 км Баянхонгор аймгийн Баянцагаан сумын төвийн байшингууд бүгд нурсан. Их Богдын өвөрт ойрхон 15-20 км зайтай орших Баянговь сум, Бага Богдын зүүн урд өвөр дэх Өвөрхангай аймгийн Богд сумын төвд нэг ч байшин үлдэлгүй нурсан зэрэг аюул хөнөөл, хор хохирол асар их болжээ” хэмээн бичжээ. Богдын газар хөдлөлтөөр газрын гадаргууд ~270км урттай хагарал үүссэн юм.

Буурын Хярын хагарал

1960 онд Говь Гурван Сайханы нурууны зүүн үзүүр болох Буурын Хярд хүчтэй газар хөдөлж, Буурын Хяр уулын хойд бэлийг дагаж, БХ-ЗУ сунал бүхий 15км урт хагарал үүсэж, хагарлын урд жигүүр нь хойд жигүүрээсээ 15-20см өргөгдсөн байна.

Говь-Алтайн нурууны бусад хагарлууд

Шарга, Цагаан Гол, Зарман, Аргалант, Хавцгайт, Арц Богд, Булагтай, Гурван Сайхан, Цэций зэрэг идэвхтэй хагарлуудыг сансрын зураг дээрээс зураглаж, ерөнхий мужлалын зураг боловсруулахад тусгасан болно. Эдгээр хагарлууд Говь-Алтайн нурууны ерөнхий суналын чиглэлтэй адил бараг өргөргийн дагуу суналтай, зүүн-гарын хэвтээ шилжилттэй. Хагарлууд дээрх газар хөдлөлтийн давтагдах хугацааг сайтар нарийвчлан судлагдсан Их Богд, Баруун Богдын хагаралтай адилтган ~3500 жил гэж авч үзсэн.

3.2.3. Хангайн нурууны идэвхтэй хагарлууд

Судалгаагаар Монгол улсын нутаг дэвсгэр нь Сибирийн хавтантай (stable Euroasia) харьцангуйгаар зүүн урагшаа шилжиж байгааг харуулдаг. Өргөргийн дагуу чиглэлтэй хагарлын бүс нутгийн хойд хэсэгт Булнайн шилжилттэй хагарал дээр, нутгийн өмнөд хэсэгт Говь-Алтайн шилжилттэй хагарал дээр тодорхой

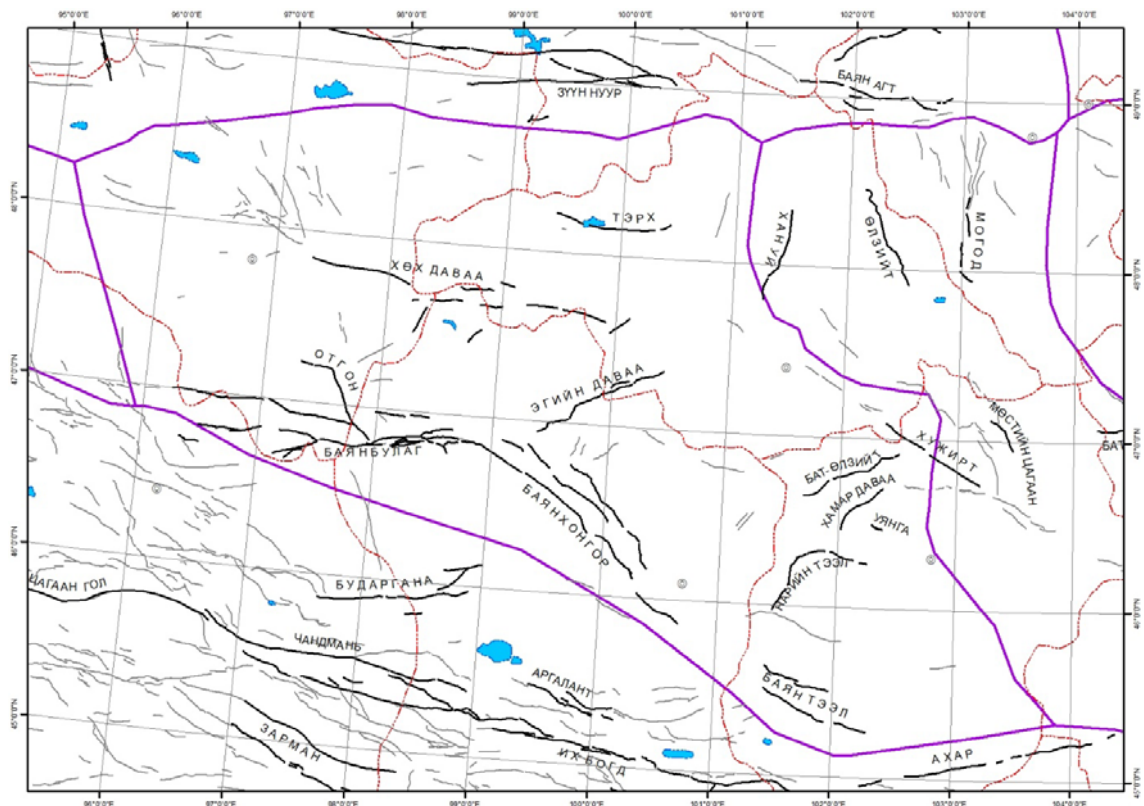
байна. Хангайн нуруу энэхүү хоёр системийн хооронд оршдог. Хангайн нурууны гарал үүсэл болон хожуу кайнозойн тектоник систем өнөө үед ч бүрэн гүйцэд тайлагдаагүй хэвээр байна.

Бөмбөгөр хэлбэртэй Хангайн нуруу нь д.т.д 4000м хүртэл өргөгдсөн бөгөөд хожуу цэрдийн эрозийн гадаргын өргөн тархалттай. Хангайн нурууны өмнөд ба баруун талын бассейнууд дэх эрозийн гадаргын харьцаа ~2000м өргөгдлийг бололцоотой гэж үздэг. Өнөө үед, энэхүү өргөгдлийн үргэлжилсэн хугацааны талаар баттай баримт материал байдаггүй боловч Хангайн нурууг хүрээлэн буй дунд олигоцены (25-30 сая/жил) настай бассейнуудад хэмхдэст тунамал хурдас өргөн тархалттай [Yanshin, 1975].

Хангайн бүсэд болж байгаа хүчтэй газар хөдлөлтүүдийн ихэнх нь кембри, кайнозойн гүн ан цавууд болон каледоны эрт үеийн геосинклинал антиклинал бүтцүүдийн уулзварт болж байна [Хилько, 1985].

Хангайн нурууны өргөгдлийн учир шалтгаан тодорхой биш бөгөөд судлаачид нэгдсэн нэг дүгнэлтэд хүрээгүй байна. Плиоцен-дөрөвдөгчийн үеийн галт уулын чулууны тархалт дээр үндэслэн Хангайн нурууг халуун мантийн түрэлтийн нөлөөгөөр үүссэн байх бололцоотой юм гэж үздэг [Windley and Allen, 1993]. Хэдийгээр грави аномалын шинж тэмдэг илэрдэггүй ч, Хангайн нурууны өргөгдөл бол мантийн түрэлтийн үр дүн юм [Bayasgalan et al., 2005]. Хангайн нуруунд гуравдагчийн болон дөрөвдөгчийн настай галт уул өргөн тархалттай байдаг [Filippov et al., 1976; Ionov, 2007; Barry et al., 2003; Yarmolyuk et al., 2008; Hunt et al., 2012; Ancuta et al., 2013]. Хангайн нурууны өргөгдөл бол базальтын магм хөөрөх явцдаа царцдаст бүрхүүлийн доод хэсэгт хуримтлагдан бөөгнөрөх процессын улмаас үүссэн гэсэн нэгэн өвөрмөц тайлбар байдаг [Petit et al., 2002; Bayasgalan et al., 2005], гэвч энэхүү таамаглал батлагдаагүй юм.

Хангайн бүсэд, Тэрх, Хөх Даваа, Эгийн Даваа, Отгон, Баянбулаг, Шилүүстэй, Баянхонгор, Нарийн Тээл, Бат-Өлзийт, Хужирт, Баян Тээг гэх мэт голдуу нормал хэв шинжтэй идэвхтэй хагарлууд байдаг. Тэдгээр нь дороо халуун мантийн суурьтай, өргөгдөж байгаа литосфертэй холбоотой үүсэж байгаагаар тайлбарлагдана (Зураг 3.5).



Зураг 3.5 Хангайн бүсийн идэвхтэй хагарлууд.

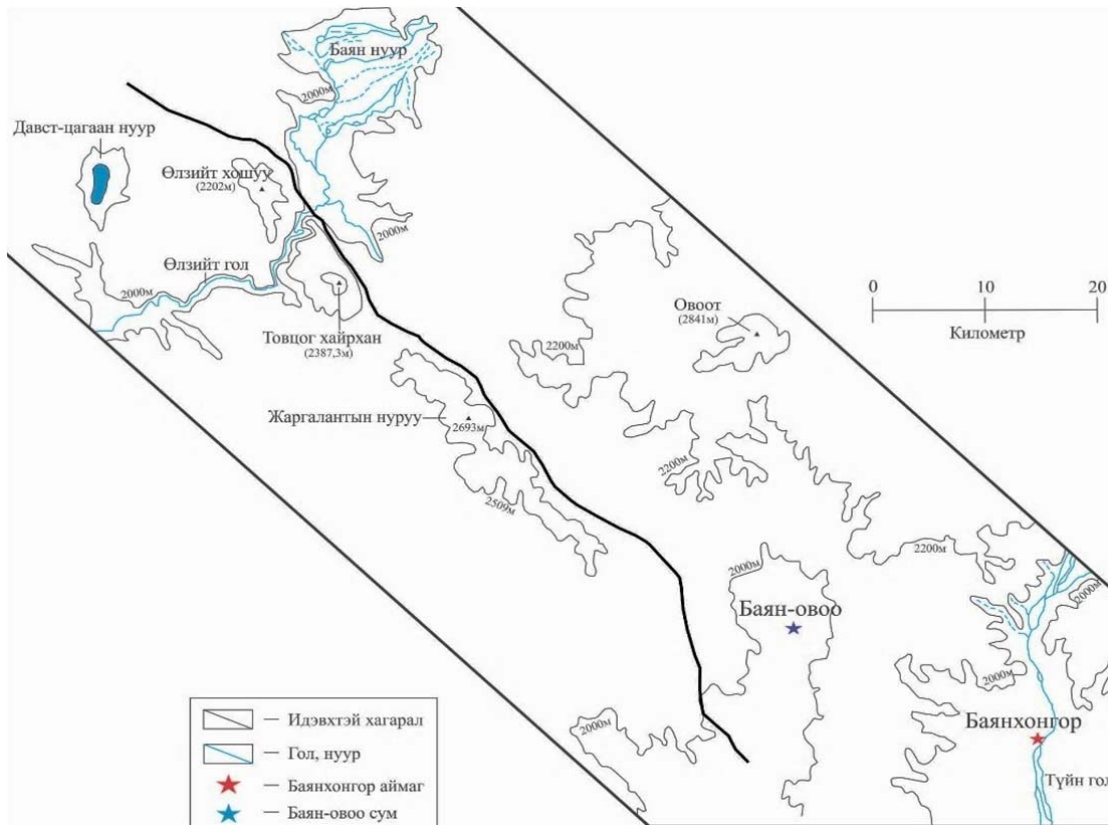
Баянхонгорын хагарал

Баянхонгорын хагарал нь Өмнөд Хангайн Хагарал (цаашид ӨХХ гэх) хэмээх ~350 км үргэлжилсэн систем хагарлын нэгэн хэсэг юм. Өмнө нь энэхүү хагарлын системийн Баянхонгор аймгийн Баянбулаг сум орчмын хэсгүүдийг Антон Шлупп (1996), Канинхам (2001), Волкер (2007) нар сансрын зургийн тандан судалгаа болон хээрийн маршрутаар судалсан.

Хангайн нурууны баруун өмнөд талаар Баянбулаг сумын төвийг дайран өргөргийн дагуу суналтай үргэлжлэх зүүн гарын шилжилттэй ӨХХ зүүн уртрагийн $98^{\circ}54'E$ орчмоос БХ-ЗУ суналтай болон мурийж хагарлын чиглэл, төрөл нь өөрчлөгддөг бөгөөд тэрхүү структурыг Баянхонгорын хагарал гэж өмнөх судлаачид нэрлэжээ. Түүнчлэн Баянхонгорын хагарлыг тохрол хагарал [Балжинням И., 1993], зөрөл хагарал [Cunningham, 2001] гэж үзсэн байдаг.

Баянхонгорын хагарал нь Бор Хайрхан уулаас эхлэн Товцог Хайрхан уул, Жаргалантын нурууны зүүн бэлийг даган БХ-ЗУ суналтайгаар ~85км үргэлжлэн Баянхонгор аймгийн төвөөс баруун тийш ~30км орчимд ирж төгсдөг (Зураг 3.6).

Хагарлын тархалт уулынхаа бэлийг дагасан нь орчныхоо геоморфологитой нийцтэй. Хагарлын төрөл нь регионал хүчдэлийн талбайтайгаа (regional strain field) тохирдог гэж үзсэн [Walker et al., 2007].



Зураг 3.6 Баянхонгор хагарлын бүс орчмын хялбаршуулсан байр зүйн зураг.

Сансрын зураг дээр хагарал уулсынхаа бэлийг дагасан суналтай, газрын гадаргуу дээр илэрхий ялгарах шугаман зурвас байдалтай харагдана. Хагарал хэд хэдэн сегментүүдээс бүрдэж байгаа боловч тэдгээрийн ерөнхий суналын азимут бараг ижил БХ-ЗУ чиглэлтэй байдаг.

Отгоны хагарал

Отгоны хагарал нь Хангайн нуруун ноён оргил Отгонтэнгэр (4021м) уулаас урд зүгт 45км орчимд Хавирга уулын зүүн бэлээс эхлэн Завхан голыг огтолж, БХ-ЗУ суналтайгаар ~66км үргэлжилж, Баянхонгор аймгийн Баянбулаг сумын төвөөс баруун зүгт ~16км-т Өмнөд Хангайн өргөргийн дагуу суналтай хагаралтай ирж нэгддэг. Сансрын зурагт харагдах байдал сайтай, уулсынхаа яг бэлийг дагасан бүтэцтэй байдаг.

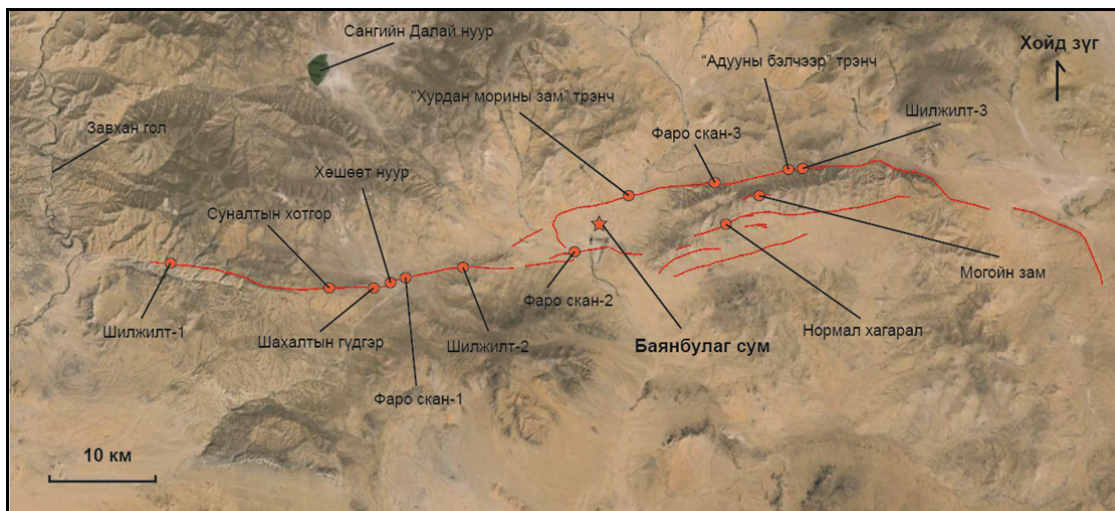
Завхан аймгийн Отгон сумаас урагшаа ~10км-т, Буянт, Жаргалант голуудын уулзвар орчмоор хагарал дайрч өнгөрдөг. Энэхүү уулзвараас дээрх голууд нэгдэж Завхан гол болж урсдаг. Сансрын зураг дээр Отгоны хагарал нь Завхан голын голдирлыг ~0.5км орчим зүүн гарт хэвтээ шилжүүлсэн харагддаг.

Энэхүү Отгоны хагарал нь Хангайн нурууны өмнөд хэсгийн зөрөл хагарлуудын ихэнх нь томоохон зүүн гарын хэвтээ шилжилттэй хагарлуудын жижиг салбар хэсэг юм [Cunningham., 2001].

Отгоны хагарлын хувьд зүүн-гарын хэвтээ шилжилт ба босоо шилжилтийн (dip slip) аль аль нь байгаа харагддаг. Хээрийн судалгаагаар бид босоо шилжилт нь зөрөл эсвэл огшилтын аль нь болохыг тогтоож чадаагүй. Хэдий тийм боловч, хагарлын урд хэсэг нь өргөргийн дагуу суналтай, зүүн гарын хэвтээ шилжилттэй Өмнөд Хангайн системийн шахалтын муруй (restraining bend) дээр байрладаг (Зураг 3.7) бөгөөд энэ шахалтын муруй доторх агшилт (shortening) –ыг Отгоны хагарал өөртөө агуулдаг байж болох юм [Cunningham, W.D., 2001]. Отгоны хагарлын чиглэл болон шилжилт нь 1905 онд болсон Булнайн газар хөдлөлтийн салбар хагарлууд болох Тэрэгт (огшилт ба баруун гарын хэвтээ шилжилт) ба Дүнгэн (баруун гарын хэвтээ шилжилт) –тэй төсөөтэй байгаа юм. Булнайн гол хагарал өөрөө өргөргийн дагуу чиглэлтэй, зүүн гарын хэвтээ шилжилттэй. Тиймээс Отгоны хагарлын Өмнөд Хангайн хагаралтай холбогдох хамаарал нь Булнайн хагаралтай Дүнгэн, Тэрэгтийн сегментүүд ямар зарчмаар холбогддогтой адил байж болох юм.

Баянбулагийн хагарал

Баянбулагийн хагарал нь Хангайн нурууны өмнөд бэлээр Завхан аймгийн Шилүүстэй сумаас Баянхонгор аймгийн Баян-Овоо сум хүртэл ~350км урт үргэлжилсэн, зүүн гарын хэвтээ шилжилт зонхилсон, идэвхтэй хагарал бөгөөд Өмнөд Хангайн Хагарал (цаашид ӨХХ гэх)- ын системийн нэгэн хэсэг юм [Walker et al., 2007]. 2015 онд тус хагарлын $97^{\circ}33'$ – $98^{\circ}33'$ уртраг хоорондын 100км орчим урттай талбайд хээрийн судалгааны ажлыг хийж гүйцэтгэсэн болно. (Зураг 3.7)



Зураг 3.7 Баянбулаг хагарал дээр хийгдсэн хээрийн судалгааны цэгүүдийн тойм зураг.

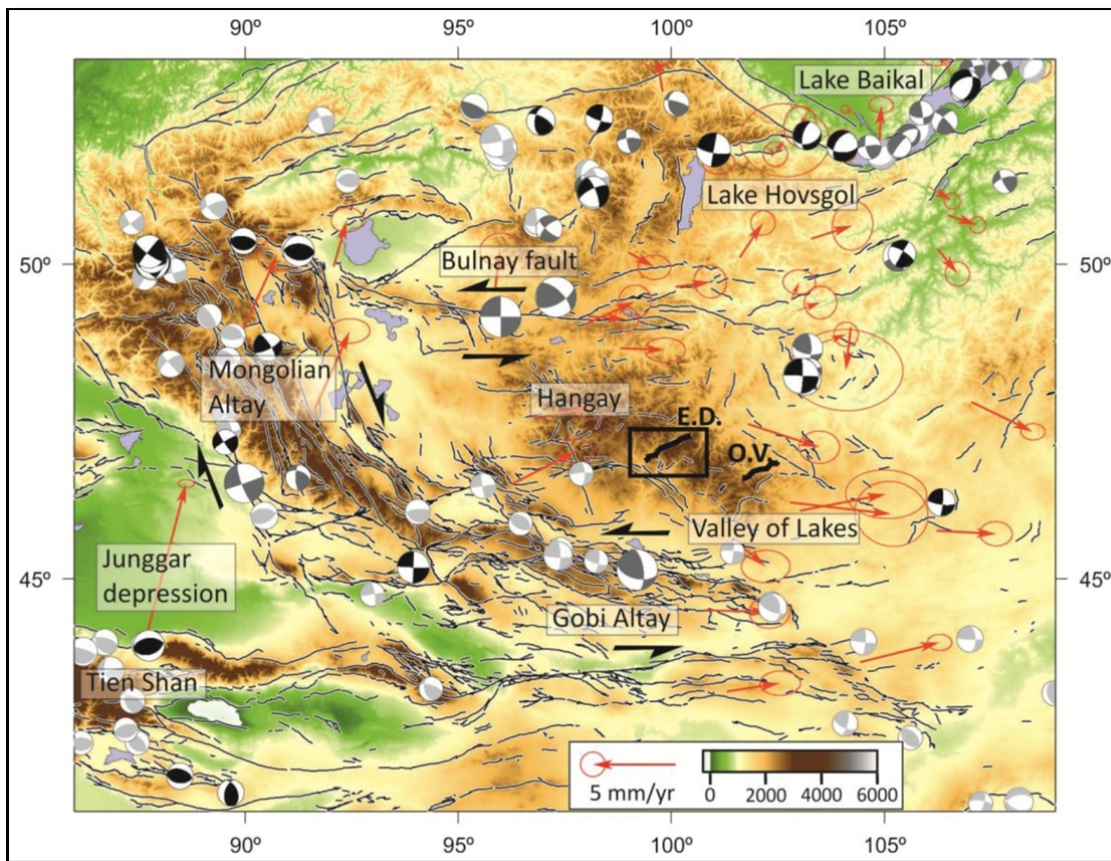
2012-2014 онуудад АНУ-ын Лихайн Их Сургуультай хамтарсан “Geodynamic Evolution of the Hangay Dome, Mongolia of Central Asia” төслийн хүрээнд суурилуулсан өргөн зурвасын станцуудад бүртгэгдсэн $3.0 < M < 5.6$ -тай 50 орчим газар хөдлөлтийн төвийн тархалтууд нь ӨХХ системийн дагуу давхцаж байв. Судалгааны хугацаанд болсон хамгийн хүчтэй буюу магнитуд нь $M=5.6$ -тай газар хөдлөлт (2012 оны 10 дугаар сарын 3-нд Баянхонгор аймгийн Баянбулаг сумын төвөөс урагш 14км-т, ~12км-ийн гүнд) уг хагарлын талбайд болсон байна.

Тухайн хагарлын бүсийн гүний тогтоц, шилжилт, хагарал дээр явагдсан газар хөдлөлтүүдийн насыг тогтоох палеосейсмологийн судалгааны хүрээнд хагарлын талбайд геологийн суваг малталтын судалгаа хийсэн. Уг судалгааны үр дүнгээр ӨХХ нь зөрөл ба тохрол бүхий зүүн-гарын хэвтээ шилжилттэй болох нь тогтоогдсон. Түүнчлэн хагарлын дагууд олон удаагийн хүчтэй газар хөдлөлтөөр үүссэн Хөшөөт нуур зэрэг томоохон хотгорууд байрладаг байна.

Эгийн Давааны хагарал

Энэ хагарал нь Хангайн нуруу бол Монгол улсын төв хэсэгт, хойд талаараа Булнайн, урд талаараа Говь-Алтайн зүүн-гарын хэвтээ шилжилттэй хагарлуудын хооронд байрлана (Зураг 3.8). Булнайн хагарал дээр 1905 онд $M_w=8$ магниудтай хоёр удаагийн газар хөдлөлт болсон [Baljinyam et al., 1993; Schlupp and Cisternas, 2007; Rizza et al., 2015], харин 1957 онд Говь-Алтайд

эвдэрсэн Богдын хагарлын урт 270км хүрдэг [Florensov and Solonenko, 1965; Kurushin et al., 1997; Baljinnyam et al., 1993; Rizza et al., 2011].



Зураг 3.8 Баруун Монголын идэвхтэй хагарлууд

Энэхүү зурагт баруун Монголын идэвхтэй хагарлуудыг [Walker et al., 2008] харуулсан SRTM (Shuttle Radar Topography Mission; Farr and Kobrick, 2000), газар хөдлөлтийн төвүүдийн механизмыг Баясгалан нарын (2005) өгүүллэгээс ашигласан. GPS хурдны утгууд Сибирьтэй харьцангуй тооцогдсон [Calais et al., 2003]. Эгийн Даваа (E.D.) болон Орхоны Хөндий (O.V.) хагарлууд тод хар өнгөөр тодотгогдон харуулжээ.

Дөрөвдөгчийн хагарлын нотолгоо Хангайн нуруунд элбэг боловч томоохон газар хөдлөлтийн багажийн бичлэг байдаггүй [Cunningham, 2001; Walker et al., 2008]. Эгийн Давааны хагарал бол Хангайн нуруунд байдаг зөрөл (нормал) хагарлуудын нэг юм [Baljinnyam et al., 1993; Cunningham, 2001; Walker et al., 2008]. Энэ нь хожуу дөрөвдөгчийн хурдсанд дунджаар 4.5м өндөртэй мөргөцөг байдлаар илэрдэг. Тод геоморфологи болон хагарлын тасралтгүй

үргэлжлэх байдал нь зарим судлаачдыг, 16-р зуунд тэмдэглэгдсэн түүхэн үйл явдалтай холбогдох боломжтой нэг удаагийн газар хөдлөлтөөр үүссэн хагарал гэж тайлахад хүргэдэг [Khilko et al., 1985; Baljinyam et al., 1993].

Хангайн нуруунд хэвтээ шилжилттэй болон зөрөл хагарлуудын аль аль нь байдаг. Олон тооны идэвхтэй хагарлууд GPS-ээр хэмжигдсэн регионал өргөргийн дагуу зүүн гарын хэвтээ шилжилттэй сунгалттайгаа (shearing) тохирсон гулсалтын векторуудтай [Calais et al., 2003]. Хангайн уулсын баруун болон урд хэсэгт хожуу дөрөвдөгчийн идэвхжилтэй нь батлагдсан олон тооны өргөргийн дагуу суналтай, зүүн гарын хэвтээ шилжилттэй хагарлын системүүдийг тогтоосон [Walker et al., 2007, 2008] (Зураг 3.8). Өндөрлөг газарт идэвхтэй зөрөл хагарлууд илэрч байгаа явдал нь нурууны дотоод өндөр байр зүйн нөлөөлөлтэй [Cunningham, 2001]. Гэсэн хэдий ч зөрөл хагарлууд дээрх гулсалтын векторууд нь регионал хүчдэлийн талбайтайгаа (strain-field) тохирч байна уу, эсвэл тэдгээр нь бөмбөгөр оройтойгоо холбоотой тэлэлтийн процесст хариу үйлдэл үзүүлж байна уу гэдэг нь тодорхойгүй байна [Baljinyam et al., 1993; Cunningham, 2001; Walker et al., 2008].

Эгийн Давааны хагарал дээр болсон эртний газар хөдлөлтийн ул мөр Хангайн нурууны дөрөвдөгчийн хурдсанд сайтар хадгалагдаж үлдсэн байдаг юм. Газрын гадаргуу дээгүүр хагарлын мөргөцөг нийт 80км урт үргэлжилдэг.

Урт хугацааны шилжилтийн хурд ба хагарлын үүсэл: Геоморфологийн судалгаагаар Эгийн Давааны хагарал дээр нийт уртынх нь дагууд голоцены цаг үед ганцхан удаагийн гадаргуугийн эвдрэл болсныг тогтоосон. Хэдий тийм боловч хожуу дөрөвдөгчийн хуримтлагдсан шилжилтүүд цөөн хэдэн газар илэрсэн. Эдгээр цэгүүд нь хагарлын давтагдах хугацаа болон дундаж шилжилтийн хурдны зарим хязгаарыг гаргаж ирэхэд хэрэг болдог.

Хожуу плейстоцены үед Эгийн Давааны орчим хагарлын ул мөрийг огтолсон ерөнхийдөө хойшоо урсгалтай хөндийн мөстлөгүүд явагдсан байгаа боловч өнөө үед Эгийн Давааны хагарлын өргөгдсөн жигүүр дээр байрлах өндөрлөг хэсэгт тогтмол орших цасан бүрхүүл, мөсөн гол байдаггүй. Гадаргуугийн бул чулуунуудын давтагдах тоо, тэдгээр чулуунуудын цухуйсан өндөр, гадаргуугийн налуу зэрэгт үндэслэн хөгшин настай мөстлөгийн хурдаснууд залуу мөстлөгийн хурдсаар ялгагдана. Эгийн Давааны яг арын

нэгэн хөндийд хагарлын хоёрдогч төгсгөлийн морейны хурдсыг огтлон шилжүүлсэн байдаг. Тэрхүү хоёрдогч төгсгөлийн морейны хурдас мөстлөгийн гол циркээс доош хөндийг дагаж ~11км, төгсгөлийн морейны сүүлчийн мөстлөгийн цасны доод хилээс дээш хөндийг өгсөж ~15км-т байрладаг. Энэ цэг дээр мөстлөгийн хурдас хагарлаар 8м шилжсэн. Үүгээр мөстлөгийн гаралтай хурдас хуримтлагдаж эхэлснээс хойш хагарал дээр хамгийн багадаа хоёр удаагийн газар хөдлөлт болсон гэдгийг харуулж байна. Волкер нар нь тухайн мөстлөгийн хурдасны (д.т.д 2550 м) гурван ширхэг боржин чулуулгаас ^{10}Be космоген насыг тогтоосон. Тэдгээр боржингууд 16.2 ± 1.8 , 17.6 ± 2.0 , 56.2 ± 5.5 мянган жилийн нас өгсөн. Хамгийн хөгшин болох 56.2 мянган жилийн нас регионал мөстлөг явагдсан цаг хугацаатай тохирохгүй бодит биш байна. Энэ нь ^{10}Be – ын дахин хуримтлагдалтын насыг давхар агуулсан байх талтай юм. Нөгөө хоёр боржингийн залуу нь 16.2 ± 1.5 мянган жилийн ^{10}Be настай.

Хагарлын насны дээд хязгаарыг Эгийн Давааны ойролцоох хагарлын хойд хэсэг дээр орших кайнозойн базальтын лаавын урсгал өгдөг. Тэнд хамгийн багадаа 295 м хүрэх хуримтлагдсан босоо шилжилтийн ул мөрийг хагарал үлдээсэн байдаг. Тухайн базальтын насыг $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ аргаар 6.27 ± 0.16 сая жил гэж тогтоосон байна [Tielke et al., 2007; Ancuta et al., 2013].

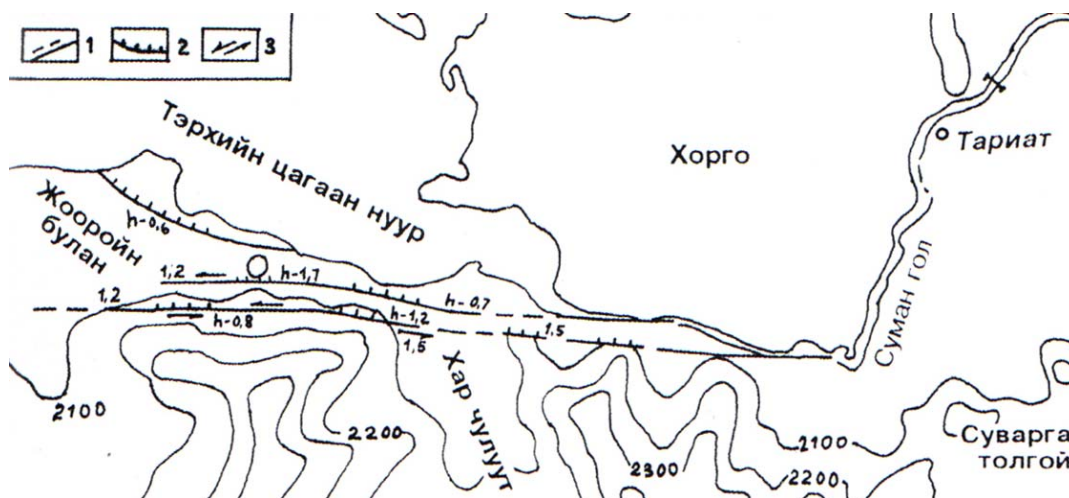
Эгийн Давааны хагарал бол хүйтэн, хуурай эх газрын нөхцөлд газрын гадаргууд хэдэн мянган жил хадгалагдан үлдсэн, бие даасан газар хөдлөлтөөр үүссэн хагарал эвдрэл юм. Хагарлын насыг ~5 мянган жил гэж тогтоосон. Түүнчлэн Монголд олон тооны идэвхтэй хагарлууд харьцангуй залуу настай байдаг ба тэдгээрийн кинематик хөдөлгөөний эрчимжилт 5 сая жил эсвэл түүнээс бага байж магадгүй байна. Үүнээс гадна, Эгийн давааны хагарал нь кайнозойн цаг үед хамаарах хуримтлагдсан шилжилт багатай, дахин сэргэсэн эртний хагарал дээр болсон томоохон газар хөдлөлтүүдийн төлөөллийн нэг юм.

Бага хэмжээний хуримтлагдсан шилжилттэй, харьцангуй удаан шилжилтийн хурдтай хагарлууд дээр болсон хүчтэй газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээг тооцох нь ихээхэн ярвигтай асуудал билээ.

Эгийн Давааны хагарлын урт 80км. Хагарал дээрх хамгийн их босоо шилжилт ~4.5м. Хагарлын уртаар M_w (момент магнитуд) тооцоход $M=7.3$ гэсэн утга гарсан [Wells and Coppersmith, 1994].

Тэрхийн Цагаан нуурын хагарал

Энэ хагарал нь Тэрхийн цагаан нуурын рифтогенез (rifting) маягийн хотгорын урт нь ~180км, өргөн нь 5-10км бөгөөд харин хагарал цуурлын хөдөлгөөний нөлөөнд өртөгдсөн зэрэгцээ шаталсан хагарлын хүрээг хамруулбал 20 гаруй км хүрдэг. Бараг өргөргийн чиглэлтэй хагарал эвдрэл, цууралтад өртөгдсөн бүсийн өргөнийг тухайн бүсэд ховдлон үүссэн рифтогенез хотгорын хэмжээгээр магадалж болох юм (Зураг 3.9).



Зураг 3.9 Тэрхийн цагаан нуурын урд илэрсэн идэвхтэй хагарлын байршлын зураг (П.Хосбаяр). 1-Идэвхтэй хагарал, 2-Зөрөл хагарал, 3-Шилжилттэй хагарал

Өмнөх судлаачид, “Тариатын рифтогенез хотгорын хэмжээнд плейстоцен ба голоцены үед идэвхэжсэн хагарлын шинж тэмдэг өнөөгийн гадаргуугийн галбирт болон заараг чулуулгийн хэмжээнд нэн тод тусгалаа олжээ. Тус хотгорын Тэрхийн Цагаан нуур, Суман голын эхэн хэсгийн баруун эрэгт зөрөл хагарал өргөн тархалттай бөгөөд Тэрхийн Цагааны гэсэн хагарлын дагуу зүүн гарын чиглэлтэй зөрөл шилжилт 1.2-1.7м хүрсэн ба 0.5-1.2м өндөр зэрэгцээ, шаталсан мөргөцөг үүссэн байна (Зураг 3.9). Тэрхийн цагааны идэвхт хагарлын сэдэрсэн хэсгийн урт нь 2.8км, 6км, 9.5км тус тус хүрсэн байдаг. Харин Барчингийн идэвхтэй хагарал нэлээн эгц мөргөцөг үүсгэн Суман гол, Чулуут голын бэлчир хүртэл бараг 14км үргэлжилнэ (Зураг 3.10).

Сөндлөн, зүүн гарын шилжилт 0.8м болно. Мөн Барчингийн гозгорыг арлаж зүүн хойшоо чиглэсэн хагарлын улбаа гадаргуугийн галбирт мөргөцөг байдлаар тод илэрч 1.5м хүрсэн өндөртэй бөгөөд 5км орчим мушгирсан байна. Газар хөдлөлтийн мужлалаар тийм ч өндөр зэрэглэлд оруулаагүй байсан ч

Тариатын хотгорын хэмжээнд нэн хожуу үед идэвхэжсэн хагарлуудыг илрүүлсэн явдал зөвхөн шинэ төрмөлийн шинэхэн цогцлолын бүтцүүдийг нэлээн гүнзгий нарийвчлан судлахын чухлыг илтгэхийн зэрэгцээ хүчтэй газар хөдлөлтийг урьдчилан таамаглах асуудалтай холбогдуулан тариатын бүсийг онцгойлсон геодинамикийн хяналтын байнгын ажиглалт явуулах судалбар талбай болгох нь зүйтэй” гэж тэмдэглэжээ [Хосбаяр П., 2012].



Зураг 3.10 Сансрын зурагт Барчин уулын хойд бэлээр үргэлжилж буй идэвхтэй хагарлын ул мөрийг сумаар зааж харуулав.

Түүнчлэн бид сансрын зургийн тандан судалгаагаар Тариатын хотгор, Тэрхийн Цагаан нуурын баруун хойд тал, Их Хажуу уулын өмнөд бэлд идэвхтэй байж болох структурыг илрүүлж, улмаар маршрутын судалгаа хийсэн. Хагарлын морфологи хэдийгээр ихээхэн элэгдэлд орсон боловч зөрөл хэв маягийг илтгэх тод мөргөцгүүдтэй нь нотлогдсон ба М1:500000 масштабтай геологийн зураг дээр буулгахад, дунд-хожуу кембрийн гранодиорит, гранитыг зүссэн түрүү пермийн цайвар чулуулаг (лайкокрит), боржин ба шүлтлэг хээрийн жоншны хольцтой магмын гүний чулуулаг (граносиенит), шүлтлэг хээрийн жонш (сиенит) –ын хил заагийг даган хагарсан байж болохоор зураглагдаж байна. Хагарлын ерөнхий азимут, Хангайн нуруунд судлагдсан бусад идэвхтэй бүтцүүдийн адил БХ-ЗУ бүтэцтэй ба цааш үргэлжилсээр Тэрхийн Цагааны хагаралтай холбогдож байна. Харин бидний маршрутын судалгаа хийсэн Их

Хажуу уулын хэсэгт зүүн-гарын хэвтээ шилжилт ажиглагдаагүй. Тэрхийн Цагаан нуурын хагарлын нийт урт ойролцоогоор 80км байна.

Хужиртын хагарал

Энэхүү хагарал нь Арвайхээр хотоос хойш 70км, Архангай аймгийн төв Цэцэрлэг хотоос зүүн урагш 82км, Өвөрхангайн Хужирт сумын төвийг дайран БХ-ЗУ (300°/110°) суналтай үргэлжилдэг зөрөл хагарал юм. Хагарал сумын төвийн ард талын Шунхлай уулын баруун үзүүрээс эхлэн, Гуа уулын урд бэлийг барин, Харзаны голыг огтлон явсаар, Ац уулын зүүн өвөр бэлд Хавцалын голын хөндийд ирж төгсдөг.

Сансрын зургийн тайллаар хагарал дээр харилцан адилгүй урттай 5 сегментэд ялган зурагласан ба тэдгээрийн нийт урт ~2 км хүрдэг.

Зөрөл хэв маягийг батлах гурвалжин налуу хажуу буюу “triangular facet” хагарлын дагууд хэд хэдэн газар тодорхой харагддаг. Тухайлбал, Гуа уулын зүүн бэлд 46°52'57”N, E102°50'38” цэг дээрх гурвалжин хажуу ойролцоогоор 10м налуу мөргөцөгтэй, орчны агуулагч чулуулаг нь цайвар-саарал өнгийн кварцаас бүрдэнэ. Хагарлын суурь геологийн орчин нь дунд-девоны настай Бумбат толгойн давхаргадас (свита) холимог элсжин, алевролит, хас маягийн чулуу түүнийг зүссэн дээд пермийн Хангайн бүрдлийн цайвар өнгийн боржин-диорит тархсан нутаг юм [Б.Дэлгэрцогт, 1990]. Монголын ихэнх идэвхтэй хагарлуудын адил палео-деформацын газрын гадарга дээрх үлдэц ул мөрийн дагууд дулааны улиралд тод ногоон өнгийн өтгөн ургамлын зурвас үүсдэг зүй тогтол Хужиртын хагарал дээр ч тод ажиглагддаг. Энэ нь хагарлын суларсан бүс дээр ургамал ногоо ургах нь илүү хурдан, мөн тэрхүү бүсийн дагуу ус чийг хангалттай хуримтлагддагтай холбоотой. Маршрутын судалгааны явцад гурван ч цэг дээр зүүн-гарын хэвтээ шилжилттэй байж болох шинж тэмдэг ажиглагдсан.

Уянгын хагарал

Уянгын хагарал нь Өвөрхангай аймгийн Уянга сумын арын Сайхан Хүрэн уулын урд бэлээр үргэлжилсэн идэвхтэй хагарал юм (Зураг 3.11). Хагарлаас сумын төв хүртэл 3км, Арвайхээр хот зүүн урд зүгт ~45км -т оршино.

Сансрын зургийн тайллаар хагарал 3 үндсэн хэсгээс бүрдэж байгаа нь ажиглагдах ба тус бүр 2км, 3км, 9км урттай сегментүүдэд ялгаж, маршрутын

судалгааг хийсэн. Газрын гадаргуу дээрээ үндсэн структуртайгаа нийцдэгээр Сайхан Хүрэн уулын бэлийг дагах бөгөөд цувраа шулуун үргэлжилсэн мөргөцгүүдийнхээ хаяагаар тод ногоон өнгийн ургамлын бүрхэвчийн зурвасаар дөрөвдөгчийн идэвхтэй хагарал гэдэг нь танигдана. Хагарлын мөргөцгүүд нь 3-4м өндөртэй, Онгийн голын хөндийгөөс уул тал руугаа шаталсан өргөгдлийн хэлбэртэй. Хагарал БХ320⁰ -ын суналтай бөгөөд хагарлын дагууд хөндлөн шилжилт ажиглагдаагүй (Зураг 3.11).



Зураг 3.11. Уянгын хагарал сансрын зураг.

Сумаар хагарлын улбааг заасан. Полигон дотор Уянга сумын төв байрлана. Хөндийг даган урсаж буй гол бол Онгийн гол юм.

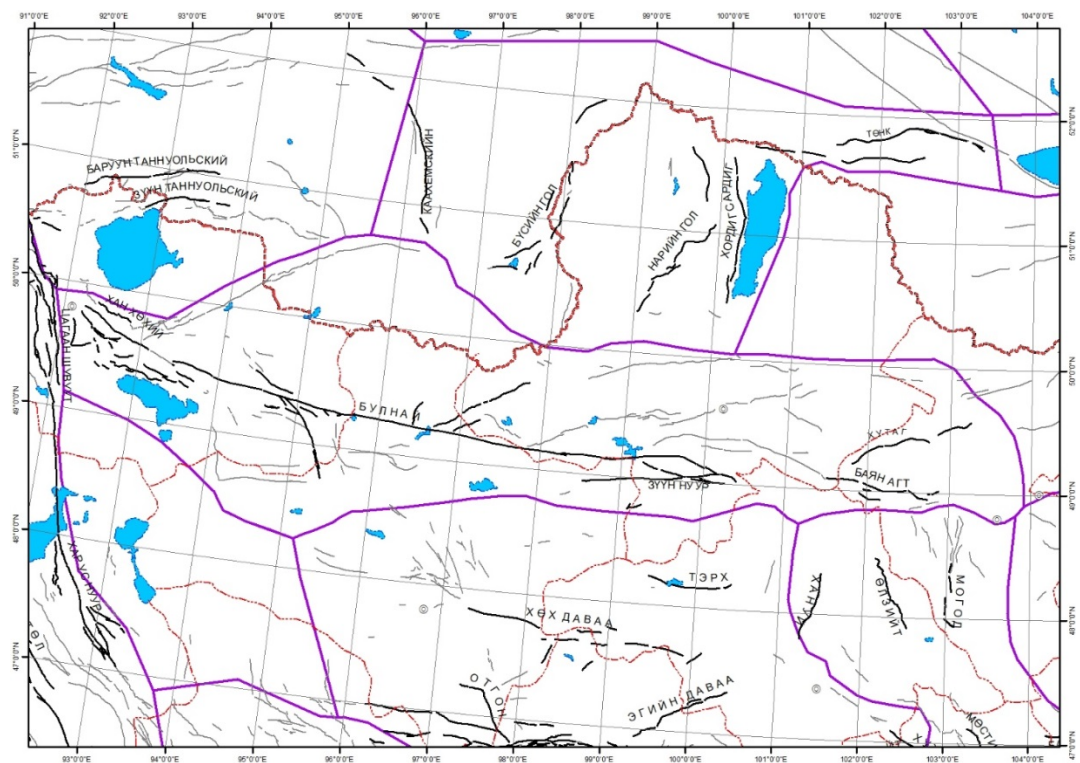
Могодын хагарал

Могодын хагарлын бүсийн гол эвдрэлээр уг бүсэд ХУ чиглэлд 3 дэд газар хөдлөлт (1967/01/05; 1967/01/20; 1967/01/22) болсон. Эхний хөдлөлт хойноос урагш чиглэлтэй баруун-гарын хэвтээ шилжилт бүхий хагарлын дагуу болсон ба арай хүчтэй 2 дахь хөдлөлт нь уг хагарал дээр тохрол хэлбэрийн хагарлыг үүсгэсэн байна. 3 дахь хөдлөлт нь хэвтээ шилжилттэй хагарлын урд төгсгөлд, БХ-ЗУ суналтай огшил-тохрол хагарал дээр болжээ. 1967 оны 1 дүгээр сарын 20-нд болсон хамгийн хүчтэй давталт хөдлөлт (афтершок, $M_w=7.0$) нь янз бүрийн огшилт хэлбэрийн сегментүүдтэй холбоотой ба энэ нь анхны хөдлөлт үүсгэсэн хэвтээ шилжилтийн урд хэсгийн төгсгөлд болсон байна. Гадаргууд 4 үндсэн салбар сегмент бүхий нийт 45км цууралт үүссэн байдаг.

3.2.4. Булнайн хагарлын бүс

Энэ бүс нь Хангайн нуруу ба түүний салбар уулс болох Булнай, Тарвагатай, Ханхөхийн уул нуруудын бүсийг хамарсан Монгол орны төв болон баруун хойд хэсэг юм. Хангайн нуруу нь баруунаас зүүн урагш чиглэлийн суналтай боловч, түүний салбар Булнай, Тарвагатайн нуруу бараг өргөргийн дагуу чиглэн далайн түвшнээс 3000-4000 м хүртэл өргөгдөн тогтсон байна. Плейстоцены дээд үеийн неотектоник хөдөлгөөнтэй холбоотойгоор бүхэлдээ эртний мөстлөгийн улбаа мөр, тэгшрэлийн гадарга хосолж огшсон цулдам хөмбөн бүтэцтэй ба тектоникийн жигд бус хөдөлгөөний улмаас Хангайн салбар уулс Ханхөхий, Булнай, Тарвагатайн нурууд гүний хагарлын дагуу хэсэг бүлгээрээ харилцан адилгүй өргөгдөн тогтжээ. Хөдөлгөөний хамгийн хүчтэй илрэл нь Ханхөхийн нурууны доод бэлүүдэд тодорхой харагддаг байна [Флоренсов Н.А., Солоненко В.П., 1963].

1905 онд магнитуд нь 8.3-8.5 –тай болсон Булнайн газар хөдлөлт бол эх газрын гүнд болсон дэлхий дээрх хамгийн хүчтэй газар хөдлөлтүүдийн нэг бөгөөд энэ газар хөдлөлтөөр газрын гадаргууд 370км урт хагарал үүссэн юм (Зураг 3.12).



Зураг 3.12. Булнайн идэвхтэй хагарлын бүс.

Зургийн төв хэсэгт тод хөх ягаан өнгийн битүү полигоноор хагарлын бүсийг үзүүлэв. Энэхүү бүсэд, Булнай, Зүүн Нуур, Баян-Агт, Хутаг хагарлууд хамаарагдана.

Зүүн нуурын хагарал

Энэ хагарал нь Сангийн Далай нуураас зүүн урагш 30км орчим зайд орших Зүүн нуураас эхлэн ~130км үргэлжилдэг. Хагарлын баруун төгсгөлд 1.5м босоо шилжилт зонхилох боловч, зүүн төгсгөл рүүгээ хэвтээ шилжилт давамгайлна. Зүүн-гарын хэвтээ шилжилт нь ~5м. Суналын азимут нь 80-85°, зарим хэсэгтээ 70-75°. Хагарлын морфологийн элэгдсэн байдлаас хагарлын насыг 300-500 жил гэж тогтоосон.

Хутаг-Өндрийн хагарал

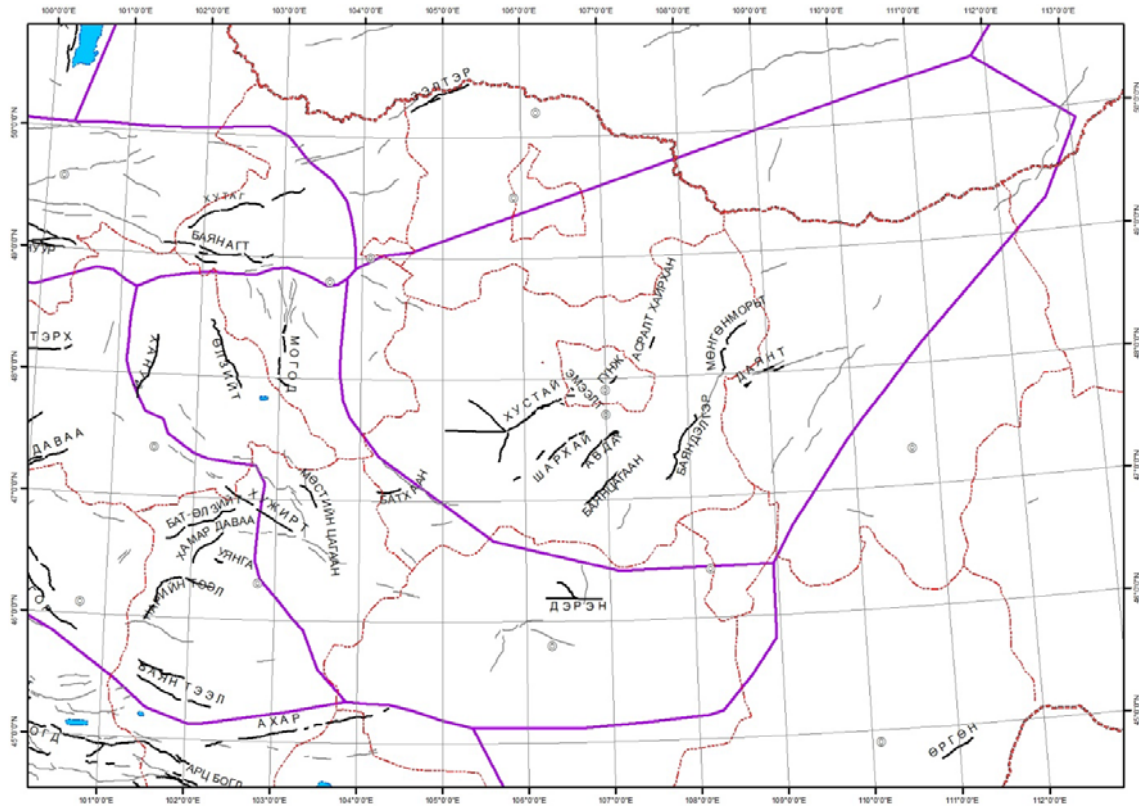
Хагарал нь Булганы Хутаг-Өндөр сумын хойд талын нурууны урд бэлээр үргэлжилдэг. Хутаг-Өндрийн хагарал нь сансрын зураг дээр илэрсэн нийт уртынхаа дагууд газар дээрээ үргэлжилдэггүй. Харин Сэлэнгэ мөрнийг огтолж байгаа баруун зүүн хэсэг дээрээ ихээхэн илэрцтэй хагарлын мөргөцөгтэй, зүүн-гарын шилжилтийг илэрхийлэх эхлэлгүй жалгууд, зүүн-гар шилжсэн цөөн хэдхэн залуу жалгатай. Гэхдээ илэрхий ялгарах хагарлын мөргөцгүүд нь уулынхаа бэл тал руу төвлөрсөн, ул чулуулагтайгаа хэтэрхий ойр байгаа учраас суваг малтах газар хангалттай бус байв.

3.2.5. Хэнтийн бүс

Хэнтийн бүс нь тус орны зүүн хойд хэсэг болох Их Бага Хэнтий, түүний салбар уулсыг хамарна. Хэнтийн уулс бүхэлдээ зүүн хойноос баруун урагш чиглэн оршино. Үнэмлэхүй өндөр нь 2300-2600м хүрнэ. Энэ бүс нь шинэхэн цогцлол болон өнөө үеийн хөдөлгөөний хувьд бусад бүсүүдээс нэлээд ялгаатай юм. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий зүй тогтлоос харахад Хэнтийн баруун хойд хэсэгт VI – VII баллын хүчтэй газар хөдлөлт 4-5 удаа тохиолдсон түүхтэй.

Хэнтийн өндөр уулс нь гадаргуун хэв шинжээрээ голдуу бөмбөгөр оройтой. Алтай, Хангайн өндөр уулстай адил мөнх цас, мөсөн голгүй боловч эртний мөсөн голын улбаа мөр, нураг асга бүхий гүн хөндий хавчил, мөлгөр дов толгод, далан дэнжүүд хосолсон эртний тэгшрэлийн гадаргын тодорхой шинжийг харуулж байна.

Хэнтийн бүсэд Хустай, Эмээлт, Шархай, Авдар, Баянцагаан, Гүнж, Асралт Хайрхан, Баяндэлгэр, Мөнгөнморьт, Даянтын идэвхтэй хагарлууд оршдог байна (Зураг 3.13).



Зураг 3.13. Хэнтийн идэвхтэй хагарлын бүс.

Батхааны хагарал

Энэхүү идэвхтэй хагарал нь Улаанбаатар хотоос баруун урагшаа ~210км, Төв аймгийн Эрдэнэсант сумаас урагшаа ~30км зайтай Батхаан уулын урд бэлд байрлана. Сансрын зураг дээр харагдах байдлаар хагарал нь Батхаан уулын урд бэлийг даган цагариг маягийн структур үүсгэнэ.

Бид 2013 оноос эхлэн хагарал дээр маршрут, геофизик, палеосейсмологийн судалгааг шат дараатайгаар гүйцэтгэсэн. Хагарлын мөргөцөг Батхаан уулын урд бэлээр зүүнээс баруун тийш өргөргийн дагуу суналтайгаар ~24км тасралтгүй үргэлжлэн, уулын баруун урд бэлийг ороосон “Монголын Элс” доогуур шургадаг. Салхины гаралтай Монголын Элс буюу Элсэн Тасархайн их элс нь Булган аймгийн Гурванбулаг, Рашаант сумдын

нутагт байрлах Хөгнө-Хан уулын баруун хойноос эхлэн Батхаан уулын урд бэл хүртэл ~120км үргэлжилдэг.

Батхааны хагарал нь энэ элсэн доогуур шургаад дуусаж байна уу эсвэл элсийг даган тодорхой зайнд үргэлжилж байна уу гэдэг нь эргэлзээтэй. Юутай ч элсийг цаашаа огтлон гарч байгаа шинж тэмдэг ажиглагддаггүй.

Батхаан хагарлаар хэрчигдсэн усан сүлжээний хөндийнүүдэд зүүн-гарын шилжилтийг нотлох морфологууд элбэг байдаг [Sankov et al., 2015]. Батхааны хагарал дээр дунджаар ~1.2-1.5м өндөртэй босоо шилжилтүүд, ~8-12м урттай зүүн-гарын хэвтээ шилжилтүүд хэмжигдсэн. Харьцангуй бага далайцтай босоо шилжилтийн утга хагарал дээрх нэг удаагийн газар хөдлөлтөөр үүсэх босоо шилжилт харьцангуй бага гэдгийг харуулж байна.

Баяндэлгэрийн хагарал

Уг хагарал нь Багануур хотын баруун урд талаас эхлэн Төв аймгийн Ар Хуст сумыг дайран ~70км үргэлжилнэ. Таамагласан дөрөвдөгчийн хагаралд тооцогдсон ч нарийвчилсан судалгаа хийгдээгүй [Бямбаа Ж., 2012]. Иймд уг хагарлын талбайд сансрын зургийн тайлал болон богино хэмжээний маршрутын судалгаа хийсэн боловч хожуу дөрөвдөгчийн хурдсыг зүссэн ул мөр тогтоогдоогүй. Гэсэн хэдий ч уг хагарал орших хөндийн дээд эх Хэрлэн голын баруун талаар судалгаагаар тогтоогдсон Мөнгөнморьтын идэвхтэй хагарал оршдог. Нэг томоохон хөндийд байрлалтай, нэг суналтай бүтэц учраас Баяндэлгэрийн хагарал гэж ялгасан болно.

Хустайн хагарал

Хустайн хагарал нь Улаанбаатар хотоос баруун урагш 40км зайд Хустайн нурууны урд бэлийн дагуу 100 орчим км урт сунаж тогтсон байдаг. Агаар, сансрын зураг болон хээрийн маршрутын судалгааны ажлын үр дүнд Хустайн хагарал нь 31–80км урттай 4 салбар хагарлуудаас бүрдсэн нийлмэл бүтэцтэй систем хагарлын бүс болохыг тогтоосон. Ерөнхий тектоник, геоморфологийн хэлбэр болон хагарлуудын дагуу явагдсан шилжилтээс нь үзэхэд плейстоцен ба голоцены цаг хугацаанд явагдсан хэд хэдэн удаагийн нийлмэл деформацийн шинжийг агуулсан болох нь ажиглагдсан.

Авдар уулын хагарал

Авдар уулын хагарал нь Төв аймгийн Сэргэлэн сумын нутагт, Улаанбаатар хотын төвөөс 70км зайд орших Хөндлөн уулын урд бэлээс эхлэн Эрдэнэ уул хүртэл зүүн хойшоо N40° чиглэлтэйгээр 50 орчим км урт үргэлжилсэн нутаг дэвсгэрийг хамран оршиж байна. Тус хагарлаас Улаанбаатар хот хүртэлх хамгийн ойрхон зай нь 35 км байгаа бол Төв аймгийн Зуунмод хотоос 20 гаруйхан км зайд байрлана. Улаанбаатар хот болон түүний орчмын бүс нутгийн геологийн зурагт өөр насны чулуулгийн хил зааг хэсэг буюу геологийн хагарал байдлаар тэмдэглэгдсэн байдаг.

Шархайн хагарал

Тус идэвхтэй хагарал нь Төв аймгийн Алтанбулаг сумаас урагшаа 35км зайд Шархайн хоолойн хойд талаар зүүн хойшоо 45⁰N чиглэлтэйгээр 50км урттай үргэлжилдэг бөгөөд хагарлын төгсгөл нь Хөшигтийн хөндий ба Ногоон Довын хоолойн уулзвар хэсэг хүртэл үргэлжлэн тогтсон байна. Хагарлын нэлээдгүй урт хэсэг нь Шархайн хоолойг дагаж үүссэн тул тус хөндийн нэрээр нэрлэсэн. Тус хагарал нь Улаанбаатар хотоос хамгийн холдоо 70км алслагдсан боловч зүүн төгсгөл хэсгээсээ 40км зайтай юм. Харин Төв аймгийн Зуунмод хотоос 19км, Хөшигтийн хөндийд баригдсан олон улсын нисэх онгоцны буудлаас ердөө 7км зайд оршиж байна.

Мөнгөнморьтын хагарал

Улаанбаатар хотоос зүүн хойш 140км –ын зайд Төв аймгийн Мөнгөнморьт сумын нутагт хойноос урагшаа чиглэлтэй идэвхтэй хагарал оршиж буйг ОХУ-ын эрдэмтэд илрүүлсэн байдаг. Түүнчлэн АНУ ба Монголын эрдэмтэд богино хугацааны маршрутын судалгаа хийж уг хагарлыг идэвхтэй болохыг нотолсон. 2013 онд дээрх мэдээллүүдэд үндэслэн Мөнгөнморьтын хагарлын дагуу нарийвчилсан судалгааны ажлыг ОХУ-ын Дэлхийн Царцдасын Хүрээлэнгийн эрдэмтэдтэй хамтран хийж гүйцэтгэсэн. 2013 оны намар хагарлын ерөнхий байршил, шилжилт хөдөлгөөнийг тогтоох зорилгоор сансрын нарийвчилсан зургийг шинээр захиалан бүрдүүлсэн. Тус судалгааны ажлаар Мөнгөнморьт сумын нутгаас эхлэн урагшаа Багануурын нутаг дэвсгэрийг хамарсан нийт 100км орчим үргэлжилсэн идэвхтэй хагарал оршиж буйг

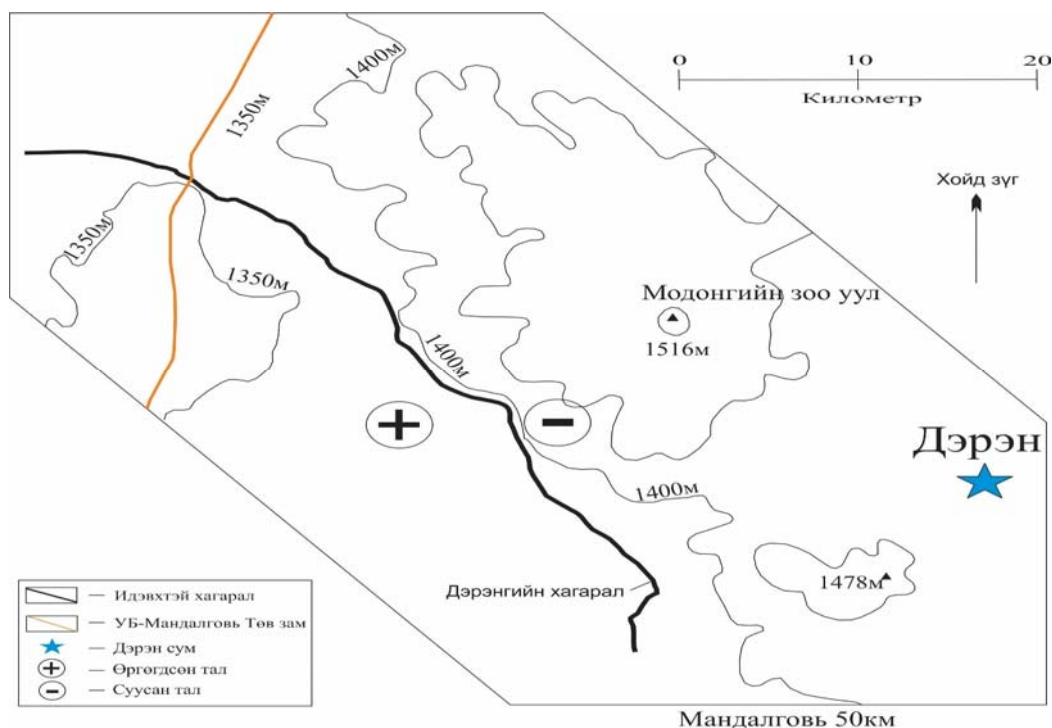
тогтоосон. 2010 оноос хойш тус хагарлын дагуу дунд болон хүчтэй газар хөдлөлтийн идэвхжилт ажиглагдах болсон.

Баянцагаан хагарал

Төв аймгийн Баянцагаан сумаас баруун хойш 3км-т хагарал байрлана. Баруун урдаас зүүн хойшоо чиглэлтэй уг хагарлын нийт урт ~70км. Сансрын зураг дээр Баян уул Зурхайчын хөндийн хил заагаар шугаман структур ялгарах тул таамагласан хагарлаар тэмдэглэсэн байдаг [Бямбаа Ж., 2012]. Геологийн маршрутын судалгаагаар цөөн хэдэн газар агуулагч чулуулагт дөрөвдөгчийн зөрөл хагарлын мөргөцөг байж болох морфологи илэрсэн болно.

Дэрэнгийн хагарал

Дэрэнгийн бүтэц нь газарзүйн байрлалын хувьд намхан уул, дов толгод бүхий хээр талын ба говь хангайн завсрын бүсэд оршино. Хагарлын морфологийн хувьд мөргөцөг нь милээн урт хэмжээгээр газрын гадаргууд тод илэрсэн бөгөөд дунджаар 6м (0.5–7.5м хооронд хэлбэлзэнэ) орчим өндөртэй, зүүн тийш налсан байдалтай байна. Дэрэнгийн хагарал нь Дэрэн сумаас баруун тийш 12км-ийн зайд БХ-ЗУ чиглэлтэй 315-330 градусын азимутаар 27км сунаж тогтжээ (Зураг 3.14). Хагарлын урт болон түүн дээр үүссэн шилжилтийн хэмжээ зэргийг харьцуулж үзэхэд энэ нь зөвхөн нэг удаагийн хүчтэй газар хөдлөлтөөс үүсэх боломжгүй гэдэг нь ажиглагдаж байна.



Зураг 3.14. Дэрэнгийн идэвхтэй хагарал орчмын хялбаршуулсан байр зүйн зураг

Хагарлын мөргөцгийн морфологийн хувьд ерөнхий чиглэл, зарим жижиг салбар хэсгийн чиглэл болон өндөр нь бараг жигд хэмжээтэй. Хагарлын нийт уртын дагуу хэвтээ чиглэлийн шилжилт ажиглагддаггүй, түүний мөргөцгийн хэлбэрээс үзэхэд тохрол хэлбэрийн хагарал болох нь тодорхой байдаг.

Wells-Coppersmith (1994) гаргасан харьцаагаар тооцвол 27км-ын урттай 1.5м шилжилттэй хагарал нь магнитуд $M=6.8$ хүчтэй газар хөдлөлтөөр үүсэх боломжтой [Robert S.Yeats., 1997]. Палеосейсмологийн судалгаагаар сүүлийн хөдлөлтийн үед хамаарагдаж буй хурдасны үе давхаргаас авсан дээжид явуулсан радиокарбонь лабораторийн судалгаагаар 1315 ± 30 жилийн настай буюу хамгийн сүүлийн хүчтэй газар хөдлөлт нь 1300 жилийн өмнө болсон нь тогтоогдсон.

3.3. Идэвхтэй хагарлын талбайн судалгаа

Төслийн хүрээнд бид газар хөдлөлийн ерөнхий мужлалын зураг зохиоход тулгуур болох Монгол орны газар хөдлөлийн өндөр идэвхжилтэй Ховд, Булнай, Баян-Агт, Могод, Баруун Богд хагарлуудыг ялган авч нарийвчилсан судалгааны ажил гүйцэтгэсэн.

Хагарлуудын нарийвчилсан зураглал хийж, хагарлууд дээр хамгийн сүүлд болсон хүчтэй газар хөдлөлийн хугацаа, магнитуд, газар хөдлөлийн давтамжийг тодорхойлох нь ГХЕМ-ын зураг зохиоход тооцогдох чухал параметр болдог.

Зураглал

Аливаа нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлийн мужлалын зураг зохиох хамгийн үндсэн параметруудийн нэг бол идэвхтэй хагарлын зураглал хийх явдал юм.

Судалгааны ажлын хүрээнд Ховд хагарлын Ар-Хөтөл сегмент, Булнайн хагарал, Баруун Богд хагарал (ББХ) болон Их Нууруудын Хөндийн хагарал (ИНХХ), Баян-Агт хагарлын нарийвчилсан зураглал хийгдсэн. Могодын хагарлын хувьд бол 1967 онд эвдэрсэн, харьцангуй залуу хагарал бөгөөд урьд өмнөх судлаачдаар сайтар зураглагдсан байдаг [Bayasgalan et al., 1999].

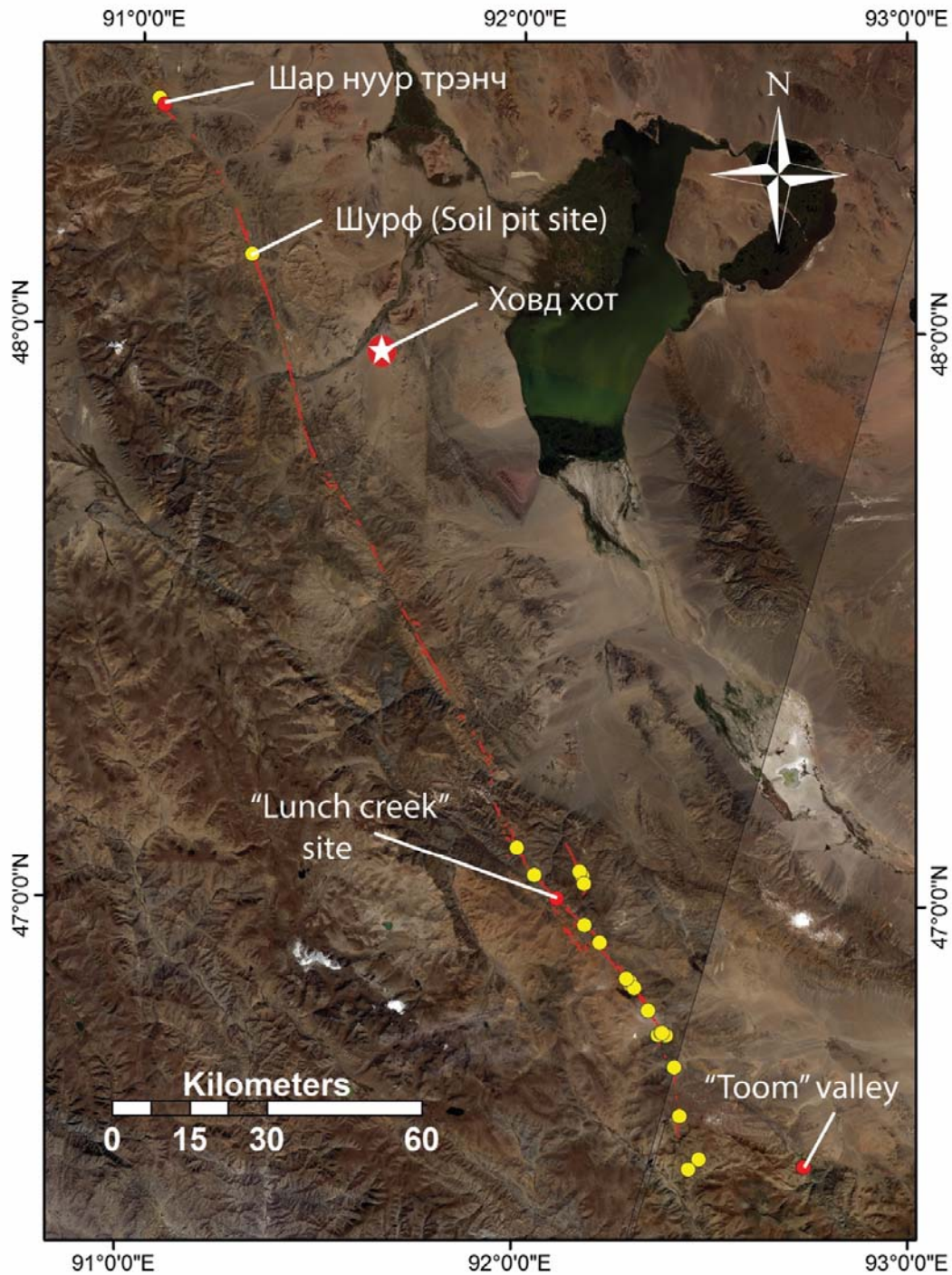
Ар-Хөтлийн хагарлын зураглал

Ар-Хөтлийн хагарал нь Цамбагарав хагарлын урд зах, Шургийн голоос эхлэн урд зүгт N130°–150° азимутаар Бодончын гол хүртэл үргэлжилнэ [Хилько нар.,1977]. Газрын гадаргуу дээр харагдах хагарлын морфологи нь цувраа маягийн сунгалтаас үүдэлтэй тэлэлт ба шахалтаар үүссэн хотгор, гүдгэрийн хэлбэрээр илэрнэ. Хагарлыг баруун-гарын шилжилттэй гэдгийг илтгэх зүүн-алхамт хотгорууд хагарлын нийт уртын дагуу элбэг байдаг. Хагарлын дагуух тэлэлтийн хотгоруудын урт 40–50м, өргөн 8–10м, гүн нь 2.5–3м –ийн хооронд хэлбэлзэнэ. Түүнчлэн, сунгалтын хотгоруудтай зэрэгцэн 15–20м урттай, 2–3м өндөртэй шахалтаар үүссэн гүдгэрүүд хагарлын дагууд түгээмэл юм.

Буянт гол, Дунд Цэнхэрийн голуудын хооронд хамгийн тод илэрцтэй шилжилтүүд байх бөгөөд Дунд Цэнхэрийн голын орчимд 1м босоо шилжилт, 5м баруун-гарын хэвтээ шилжилт хэмжигдсэн байдаг [Хилько, 1985].

Ховд хотоос урагш 40км–т Ар-Хөтөл хэмээх давааны онь дээр хагарал бөөрөнхий хэлбэртэй (~20м диаметртай) хоёр эртний хиргисүүрийг огтлон гарсан байдаг. Хиргисүүр дээр хийсэн хэмжилтээр сүүлийн газар хөдлөлтөөр үүссэн хэвтээ шилжилт 4.5±1м байв.

Ар-Хөтлийн хагарлын хувьд хагарлыг огтолсон голуудтайгаа перпендикуляр чиглэлтэй бөгөөд хагарлын дагуух олон удаагийн газар хөдлөлтийн шилжилтээр голын хөндийнүүд системтэйгээр зөөгдөн шилжсэн байдаг. Хагарлын хуримтлагдсан хэвтээ шилжилтүүдийг Ландсат 30м-ийн нарийвчлалтай сансрын зургууд дээр тайлал хийх замаар судлахад голууд баруун талаасаа зүүн тийш буюу Хөх Сэрхийн нуруунаас Хар Ус нуурын хөндий рүү чиглэлтэйгээр Ар-Хөтлийн хагарлыг огтлон урсдаг зүй тогтол ажиглагддаг ба Шивэрт, Цагаан Бургаст, Хойд Цэнхэр, Төгрөг, Хуурай гэсэн 5 голууд дээр хуримтлагдсан хэвтээ шилжилт хэмжигддэг. Тухайлбал, Шивэрт гол 3.8км шилжилттэй, Цагаан Бургаст гол 4км, Хойд Цэнхэр гол 4.4км ба 4.8км, Төгрөг гол 3.6км, Хуурай голд 4.7км баруун-гарын хуримтлагдсан хэвтээ шилжилтүүд тус тус хэмжигдсэн. Эндээс Ар-Хөтлийн хагарлын дундаж хуримтлагдсан хэвтээ шилжилтийг ~4км, хамгийн их хуримтлагдсан шилжилтийг Хойд Цэнхэр гол дээр хэмжигдсэн хоёр хэмжилтийн дунджаар 4.6км гэж тооцсон [М.Өлзийбат, 2006].

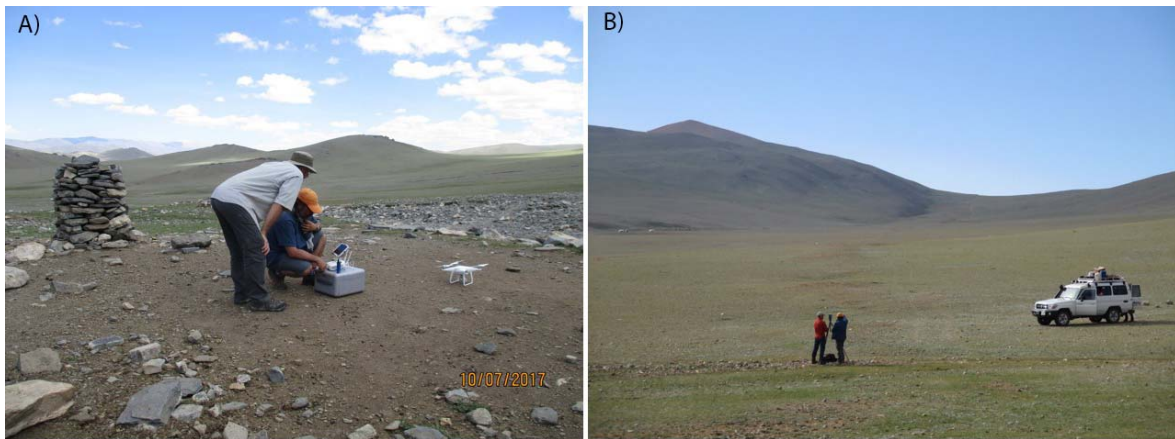


Зураг 3.15 Ховд хагарлын системийн Ар-Хөтөл сегмент.

Энэ зурагт улаан зураасаар Ар-Хөтөл сегментийг зураглаж, шар цэгүүдээр геоморфологийн хэмжилтүүд хийгдсэн цэгүүдийг тэмдэглэв.

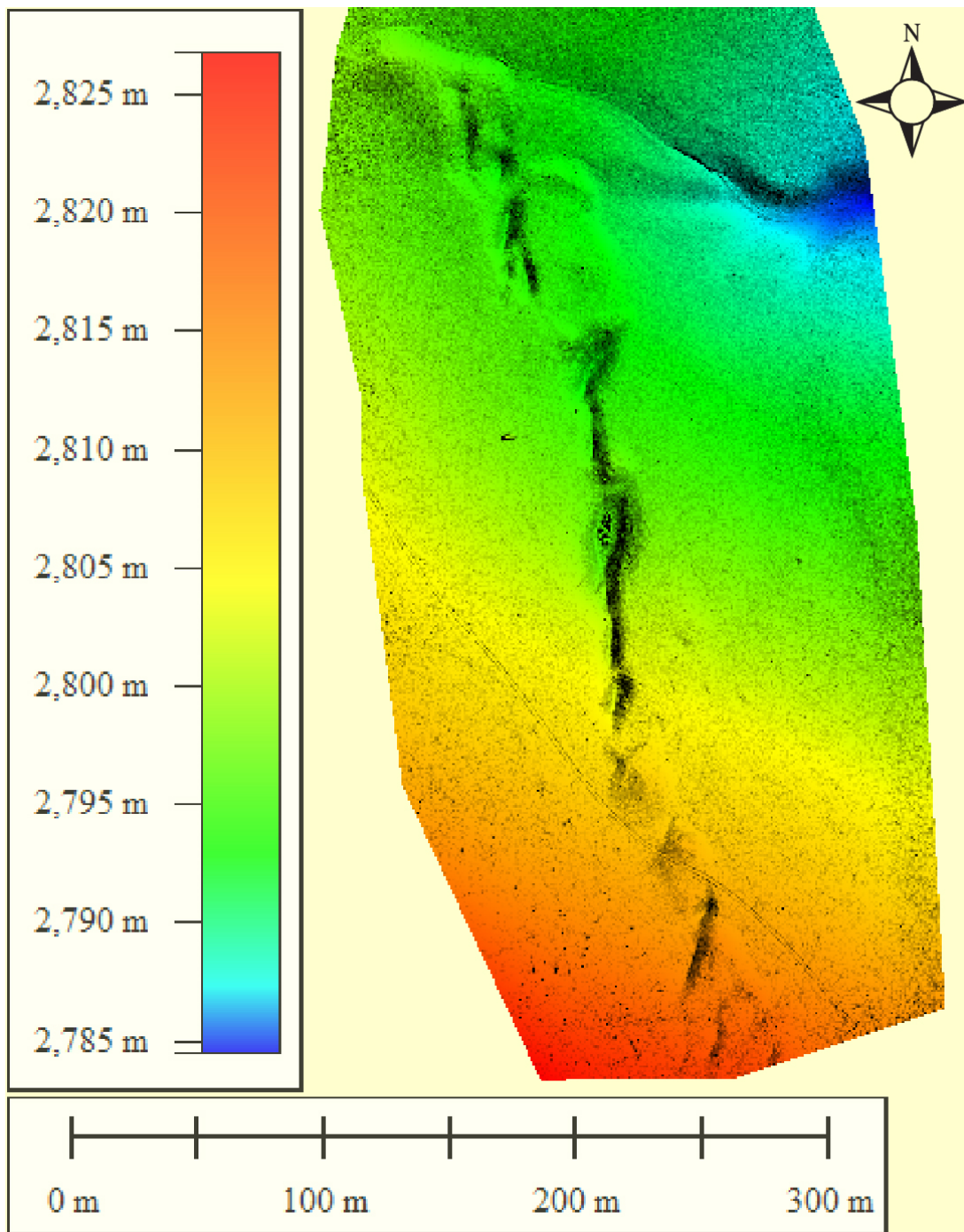
Дрон болон Фаро сканерын зураглал

Ховдын хагарлын Ар-Хөтөл сегмент газрын гадаргуу дээр тод харагдах мөргөцөгтэй, тэнд болсон сүүлийн газар хөдлөлтийн үлдээсэн ул мөр харьцангуй сайн харагдах боловч зарим хэсэгтээ ихээхэн эрозын процессын улмаас бүдгэрч арилсан байдаг. Бид түр зуурын болон тогтмол урсгалтай усан суваг дээрх шилжилтүүдийг хэмжих, хагарлын геоморфологийг тодруулан судлах зорилгоор дрон болон сканераар нарийвчилсан зураг авалтуудыг хийсэн (Зураг 3.16).



Зураг 3.16. Хагарлын геоморфологийн маркеруудыг хэмжих зорилт бүхий зураг авалт. Эдгээр зурагт (А) хэсэгт дроныг судалгаанд бэлтгэн команд өгч ачааллаж байна, (В) хэсэгт Фаро сканерын зураг авалт хийгдэж байгаа хэсгээс үзүүлэв.

Дроноор зураг авахад том талбайг хурдан хугацаанд бүрхэх давуу талтай. Гэвч зарим цэгүүд харьцангуй бага талбайтай мөн тухайн цэг дээр ажиллаж байхад салхи шуургатай, эсвэл дроны батарейг цэнэглэх боломжгүй нөхцөл байдалд Фаро сканераар зураг авалт хийгдсэн.



Зураг 3.17. Дрон зураг авалтаас гаргаж авсан өндөршлийн зураг.

Зурагт хагарлын тэлэлтээс үүссэн, зүүн-алхамт цувраа хотгорууд дээрх зураг дээр тод харагдана. Ховд аймгийн Мөст сумын нутаг дэвсгэрт байрлах Уртын гол гэдэг газар.



Зураг 3.18. Дрон зураг авалтуудыг нэгтгэн гаргаж авсан Ортофото.

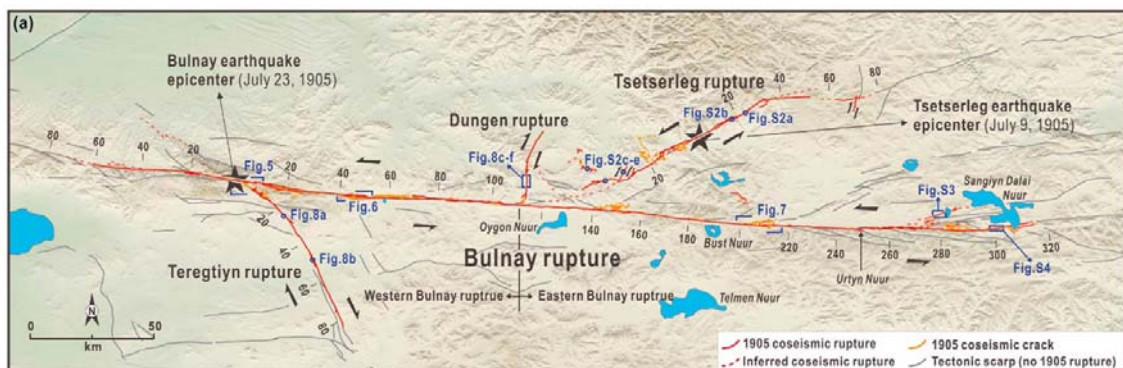
Зургийн дээд хэсэгт харагдах засмал зам масштаб болж байна. Ховд аймгийн Мөст сумын нутаг дэвсгэр.

Ховд аймгийн Мөст сумын нутаг дэвсгэрт байрлах Бага-Улаан даваа, Уртын гол гэдэг нэртэй газар дээр жишээ болгож үзүүлсэн дроны зураг авалт хийгдсэн. Энэ цэг дээр дрон нисгэж давхцалтай авсан нийт 81 ширхэг фото зургуудыг компьютер боловсруулалт хийж нэгтгэн тухайн талбайн өндөршлийн болон ортофото гаргаж авсан. Өндөршлийн (DEM) зургийн нарийвчлал 5см, ортофото нарийвчлал 3см-тэй тус тус тэнцэнэ. Энэ бол хагарлын геоморфологи, шилжилтийн кинематикийг тодорхойлох бололцоотой сайн нарийвчлал юм. Газар хөдлөлтөөр эвдэрсэн хагарал хөндийн тунамал хурдас дээр цуварсан сунгалтын хотгорууд үлдээсэн нь зураг дээр тод харагдаж байна (Зураг 3.18). Сунгалтын хотгорууд ерөнхий хагарлын дагууд цуварсан байдалтай, зүүн-алхамт бүтэцтэй байна. Хэдийгээр энэ талбай дээр шилжилт харагдахгүй байгаа боловч сунгалтын хотгорын зүүн-алхамт бүтэц бол баруун-гарын шилжилттэй хагарал дээр илэрдэг геоморфологийн хэв шинж юм.

Булнай хагарлын зураглал

Хагарал нь Увс аймгийн Хан-Хөхийн нуруунаас Хөвсгөл аймгийн нутаг дэвсгэр дэх Сангийн Далай нуур хүртэл ~388км үргэлжилдэг. Булнайн гол хагарал, Цэцэрлэг, Тэрэгт, Дүнгэн гэсэн сегментүүдтэй. Гадаад, дотоодын олон эрдэмтэн судлаачид уг хагарлыг судалж байсан боловч өдийг хүртэл нарийвчилсан зураглал хийгдээгүй байсан юм.

Манай хүрээлэн, Францын Дэлхийн Физикийн Хүрээлэн, Солонгосын Геологийн Хүрээлэнгийн эрдэмтэдтэй хамтран Булнайн хагарал дээр нарийвчилсан зураглалын судалгаа хийсэн (Зураг 3.19).



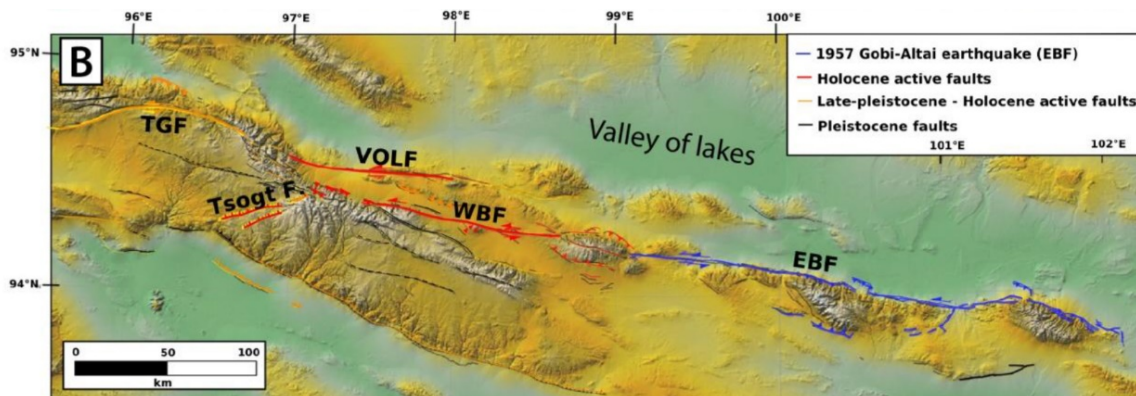
Зураг 3.19 Булнайн хагарлын зураглал.

Зураг 3.19 -д 1905 оны газар хөдлөлийн гол хагарал нь улаан өнгөөр зураглагдсан. Улбар шар өнгөөр хоёрдогч деформацийн бүсийг, тасархай зураасаар таамагласан хагарлыг, таван хошуугаар газар хөдлөлийн төвийг тус тус тэмдэглэсэн [Choi et al., 2018].

Зураглалаар Булнайн хагарлын сегментүүдийн шилжилт болон урт нь нарийвчлан шинэчлэгдсэн. Үүнд Цэцэрлэг сегментийн урт хамгийн багадаа 114км гаруй ба 2.34 ± 0.42 м шилжилттэй, Булнайн хагарлын урт ~ 388 км ба 6.37 ± 0.95 м шилжилттэй, Тэрэгт сегмент ~ 80 км урттай ба 2.90 ± 0.63 м шилжилттэй гэсэн үзүүлэлтүүд гарсан. Булнайн хагарлыг бүрдүүлж байгаа 4 сегментүүдийн нийт урт ~ 676 км хүрнэ.

ББХ болон ИНХХ-ын зураглал

1957 оны Говь-Алтайн газар хөдлөлтөөр үүсээгүй, Говь-Алтайн нурууныхаа дагууд баруун тийш Чандмань, Цахир уул хэсгээр үргэлжлэх >100 км хагарлыг Баруун Богд хагарал гэж нэрлэн судалсан (Зураг 3.20). 1957 онд болсон Их Богд (Зүүн Богд Хагарал) хагарал дээр 270 км урттай, зүүн-гарын хэвтээ шилжилттэй хагарал үүссэн.



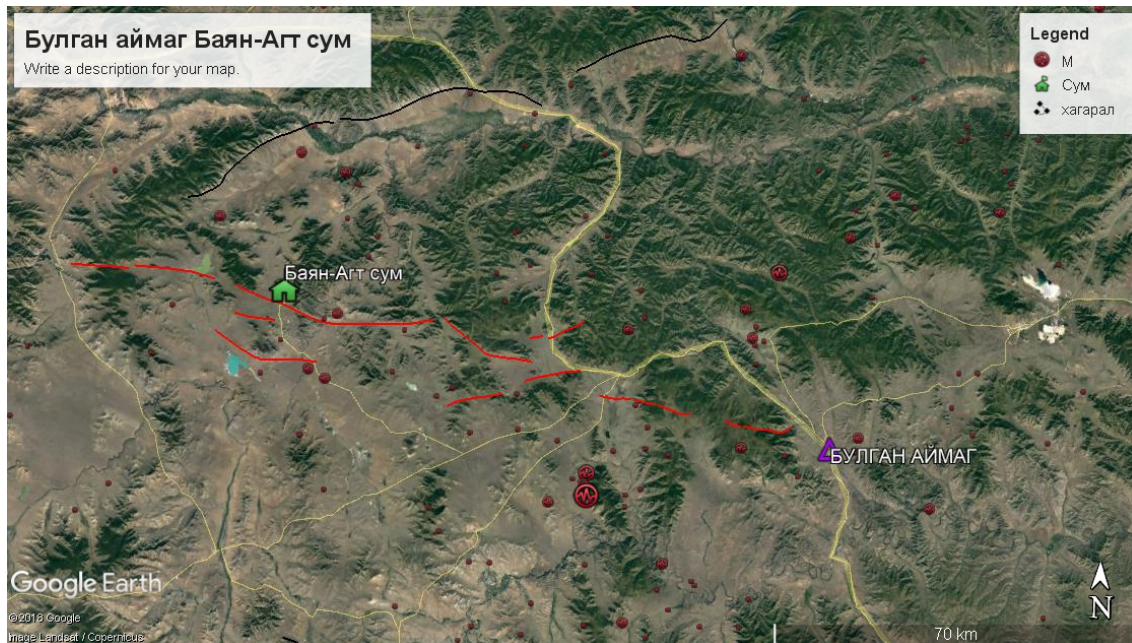
Зураг 3.20 Баруун Богдын хагарал

Энэ зурагт EBF (Зүүн Богд Хагарал), WBF (Баруун Богд Хагарал), VOLF (Их Нууруудын Хөндий Хагарал) гэж тэмдэглэв [Kurtz et al., 2017].

Баян-Агт хагарлын зураглал

Булганы Баян-Агт сумын төвөөр дайрсан зүүн-гарын шилжилттэй хагарал Булган аймгийн төвд 50км, Эрдэнэт хотын төвд 80км хүртэл (Уран тогоо уул хүртэл) үргэлжилдэг (Зураг 3.21). Баян-Агтын хагарал газрын гадаргуу дээр

идэвхтэй хагарлыг гэрчлэх олон тооны геоморфологийг харуулдаг юм. Үүнд бүс нутагт тархсан галт уулын гаралтай хүрмэн чулуун дээр илэрхий ялгарах шулуун мөргөцгүүдийг үүсгэдэг. Уран Тогоо уул өөрөө энэ хагарал дээр сууж байна. Баян-Агт сумаас баруун тийш Цэгээн нуур, Дөрөө нуур гэх мэт үргэлжилсэн нуурууд хагарлаар үүссэн томоохон бассейнууд дээр зэрэгцээ хэлбэртэй төвлөрдөг. Мөн Хануйн рашаан яг энэ хагарал дээр байрлалтай байдаг бөгөөд тэр хэсэгтээ Хануй гол хагарлаар ~800м зүүн-гар шилжсэн байдаг. Энэ нь хагарал нэлээн эртний идэвхжилтэй, олон удаагийн газар хөдлөлт энд болсныг илтгэж байна. Мөн түүнчлэн, өргөргийн дагуу чиглэлтэй энэ хагарал дээр зүүн хойш чиглэлтэй баруун-алхамт тэлэлтийн хотгорууд цувраа маягтайгаар тархсан нь хагарлын зүүн-гарын хэвтээ шилжилтийг баталж байна.



Зураг 3.21 Баян-Агт хагарлын зураглал. Хагарал улаан зураасаар зураглагдсан. Бөөрөнхий улаан тэмдэглэгээнүүд тухайн районд болсон газар хөдлөлийн төвүүд юм.

Идэвхтэй хагарлын шилжилтийн хурдны судалгаа

Гималайн нуруунаас хойшоо алсрах тусам царцдасын деформац, атираажилтын процессын хүч суларч, Хятадын хойд хэсэг ба Монголын нутаг дэвсгэрт байрлах бичил блокууд болон тэдгээрийг шилжүүлэгч идэвхтэй хагарлуудын шилжилтийн хурд багасдаг. Өөрөөр хэлбэл, Гималайн нуруунд ~50 мм/жил байгаа шилжилтийн хурд, Алтайн нуруунд ~7мм/жил болдог (Calais et

al., 2003). Нийт ~ 7 мм/жил шилжилтийн хурд, Алтайн нурууны идэвхтэй хагарлуудад тус тусдаа хэрхэн хуваарилагдаж байгааг тогтоох нь чухал сэдэв байсаар байна.

Монгол Алтайн нурууны хэмжээнд Хөх Сэрх, Толбо Нуур, Ховд, ХУНХ зэрэг хагарлууд дээр шилжилтийн хурдны судалгаа өмнөх судлаачдаар хийгдэж, $\sim 0.9+0.2/-0.1$ мм/жил (Frankel et al., 2010), 0.3-1.3мм/жил (Gregory et al., 2013), >1.2 (Vassallo, 2006), 2.4 ± 0.4 мм/жил (Nissen et al., 2009) гэж тогтоогдсон.

Ховд хагарлын шилжилтийн хурд

Ховд хагарлын шилжилтийн хурдыг ~ 1.2 мм/жил [Vassallo et al., 2006], Алтайн нуруунд явагдаж буй регионал деформацийн хурдыг 5мм/жил [Eric Calais et al., 2003] гэж тооцсон. Дээрх хамаарлуудыг хагарал дээрх хуримтлагдсан хэвтээ шилжилтийн дундаж болох ~ 4 км дээр авч ашиглахад 3.3сая/жил [Vassallo et al., 2006], 800 000жил [Eric Calais et al., 2003] болж байна. Энэ нь Ар-Хөтлийн хагарал хамгийн багадаа 800 000 жилийн өмнөөс хөдөлж эхэлснийг илтгэнэ.

GPS-ийн хэмжилтээр тооцсон царцдаст бүрхүүлийн регионал деформацийн шилжилтийн хурд цөөхөн станцаар хийгдсэн тул нарийвчлал багатай байж болно гэж судлаачид үздэг [Eric Calais et al., 2003]. Иймд Вассалло нарын хагарлын дагуух аллювын хурдасны шилжилтийг хэмжих замаар тооцсон ~ 1.2 мм/жил хурдыг энэ судалгаанд авч ашигласан.

ЗБХ, ББХ болон ИНХХ-ын шилжилтийн хурд

Говь-Алтайн нурууны Их Богд хагарал (ЗБХ) дээр харьцангуй олон судалгаа хийгдэж 0.5-1.2мм/жил гулсалтын хурд өмнөх судлаачдаар тодорхойлогдсон (Ritz et al., 1995; Owen et al., 1999; Ritz et al., 2003; Vassallo et al., 2005).

ЗБХ-ын дагууд 1957 оны газар хөдлөлтэй төсөөтэй үзэгдэл ~ 1 мм/жил –ын шилжилтийн хурдтайгаар 3000-4000 жил тутам давтагдана гэсэн тооцоог судлаачид хийсэн.

Тус төслийн хүрээнд Монгол-Францын хамтарсан судалгааны баг ББХ, ИНХХ дээр шилжилтийн хурдны судалгаа хийж гүйцэтгэсэн. Судалгаагаар ББХ

дээрх дундаж шилжилтийн хурд 0.7 ± 0.2 мм/жил, ИНХХ дээрх дундаж шилжилтийн хурд 0.5 ± 0.1 мм/жил гэж тодорхойлогдсон [Kurtz et al., 2018].

Хагарлын шилжилтийн хурдны судалгаа тухайн хагарал дээр болох газар хөдлөлтийн давтагдах хугацааг баримжаалах чухал параметр болдог.

Булнай хагарлын шилжилтийн хурд

GPS-ын судалгаагаар Булнай хагарлын хүчдэл хуримтлалын хүч 2.6 ± 1 мм/жил гэж хэмжигдсэн [Calais et al., 2003; Vergnolle et al., 2003]. Булнай хагарлын зүүн хэсгийн дагуу 3 цэгт хийгдсэн морфотектоникийн судалгаагаар хожуу плейстоцен-голоцены цаг үеийн дундаж хэвтээ шилжилтийн хурдыг 3.1 ± 1.7 мм/жил гэж тогтоогдсон [Rizza et al., 2015].

Идэвхтэй хагарлуудын газар хөдлөлийн давтагдах хугацааны судалгаа

Ар-Хөтөл хагарал: Хагарал дээр сүүлийн газар хөдлөлтөөр (1761 он) үүссэн ~4м хэвтээ шилжилтийг ~1.2мм/жил шилжилтийн хурдтай харьцуулахад хагарлын давтагдах хугацаа ~3000 жил болно.

ББХ ба ИНХХ: Говь-Алтайн нурууны баруун хэсгийн неотектоник тогтоц нь зүүн хэсгээсээ илүү нийлмэл бүтэцтэй. Энэ хэсэгт деформац ББХ ба ИНХХ гэсэн хоёр томоохон хэвтээ шилжилттэй хагарал дээр төвлөрдөг. Баруун Богд болон Их Нууруудын Хөндийн хагарлын шилжилтийн хурд, түүн дээр болсон түүхэн газар хөдлөлтүүдийг судлахын тулд бид Францын Монтпеллиерийн их сургуулийн судлаачидтай хамтран тектоник геоморфологи, палеосейсмологийн судалгааг хийж гүйцэтгэсэн.

Судалгаагаар ББХ, ИНХХ дээр 3000-4000 жил тутам Mw7.6-8 хүчтэй газар хөдлөлтүүд болох магадлалтай гэж тодорхойлогдсон [Kurtz et al., 2018].

Булнай хагарал: Хагарлын баруун хэсэгт Цавдан нуур болон Хан Хөхийн нурууны хооронд нэгэн сегмент дээр хийсэн палеосейсмологийн судалгаагаар 1905 оны өмнөх хөдлөлт 2480-3270 cal BP-ийн хооронд болсон гэж тогтоогджээ [Scwartz et al., 2009]. 1905 оноос өмнөх 2 удаагийн газар хөдлөлийн давтагдах хугацаа ~2700-4000 жил гэж тооцогдсон [Rizza et al., 2015].

Баян-Агт хагарал: Баян-Агт хагарал нь Булнай хагаралтай нэг суналтай, Булнай хагарал дээр болсон 1905 оны газар хөдлөлтөөр сэргэсэн шинэ

хагарлын төгсгөл хэсэг орчмоос эхэлсэн гэдэг утгаараа энэ хоёр хагарал цаг хугацаа, орон зайн хувьд нэг систем хагарал байж болох талтай юм.

Баян-Агтын хагарал дээр бидний хийсэн судалгаагаар 2155 ± 30 ВР, 7030 ± 40 ВР гэсэн цаг хугацаанд газар хөдлөлт болж байсан байх магадлалтай байна. Энэ нь дээрх судлаачдын Булнай хагарал дээр хийсэн үр дүнгүүдийн заримтай таарч байна. 1905 онд Баян-Агтын хагарал дээр газар хөдлөөгүй, түүний урд буюу 2155 ± 30 ВР орчим Булнай хагаралтай хамт хөдөлсөн байх магадлалтай. Эндээс Булнай хагарал дээр $\sim 2700-4000$ жил тутам газар хөдөлж байхад Баян-Агт хагарал дээр нэг өнжөөд Булнай хагаралтай хамт хөдөлдөг байж болох юм. Газар хөдлөл судлаач эрдэмтэд ерөнхий том хагарлууд болон салбар хагарлуудын хооронд ийм зүй тогтол ажиглагддаг тухай шинжлэх ухааны сэтгүүлүүдэд дурдсан байдаг.

Могодын хагарлын давтагдах хугацаа: Могодын хагарал дээр ойролцоогоор 25 мянган жил тутам, 1967 оны газар хөдлөлтэй төстэй магнитуд 7-той газар хөдлөлт болдог гэж тодорхойлогдсон. Түүнчлэн тухайн хагарлын гулсалтын хурд маш бага буюу ойролцоогоор 0.1мм/жил гэж тооцоологдсон.

Могодын хагарал – Булган аймгийн Могод сум

Булган аймгийн Могод суманд 1967 оны 1 дүгээр сарын 5-д магнитуд нь $M_w=7.5$ -тэй газар хөдлөлт болсон Могодын газар хөдлөлтийн голомтын бүс, Могодын хагарлын дагуу сонгосон талбайд талбайн геофизикийн судалгааны сейсмохайгуул, георадар болон цахилгаан хайгуулын болон агаарын зураглалын дрон хэмжилтийг тус тус хагарлын 3 сегментийн талбайд хийсэн болно.

3.3.1. Цахилгаан хайгуулын хэмжилт:

Хэмжилтийг МУИС -ийн Шинжлэх ухааны сургуулийн геологи, геофизикийн тэнхимийн 4 багш, 8 оюутны хамт 2017 оны 6 дугаар сарын 5 – 14 -ийг хүртэлх хугацаанд хийсэн.

Судалгааны ажлын хүрээнд цахилгаан хайгуулын албадмал туйлшралын аргын диполь-диполь аргачлалаар 200–350м урттай 3 шугам, поль-диполь аргачлалаар 200-300 м урттай 2 шугамын дагуу хэмжилт хийж, харгалзах геоцахилгаан зүсэлтийг байгуулж, тайллыг гүйцэтгэлээ. Мөн цахилгаан

хайгуулын цахилгаан босоо тандалт аргаар нийт 30 физик цэгт хэмжилт хийж, хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн зүсэлтийг байгууллаа.

Судалгааны талбайд сонгосон Тренч #1 болон Тренч #2-ийн байрлалын орчимд (Зураг 3.22) 20 тууш км гаруй урттай шугамын дагуу, 1:10000 масштабтай явган соронзон зураглалын ажлыг гүйцэтгэж, хэмжилтийн үр дүнд зохих боловсруулалтыг хийн, тодорхой үр дүнг гарган авлаа.



Зураг 3.22. Судалгааны талбайн ерөнхий байршил

Тренч #1 орчимд гүйцэтгэсэн судалгааны үр дүн

Судалгааны талбайд ухахаар төлөвлөсөн Тренч #1-ээс өмнө зүгт 10 гаруй метр зайд хагаралд перпендикуляр чиглэлд 2 шугамын дагуу цахилгаан хайгуулын албадмал туйлшралын аргын диполь-диполь аргачлалаар хэмжилт хийлээ (Зураг 3.23).

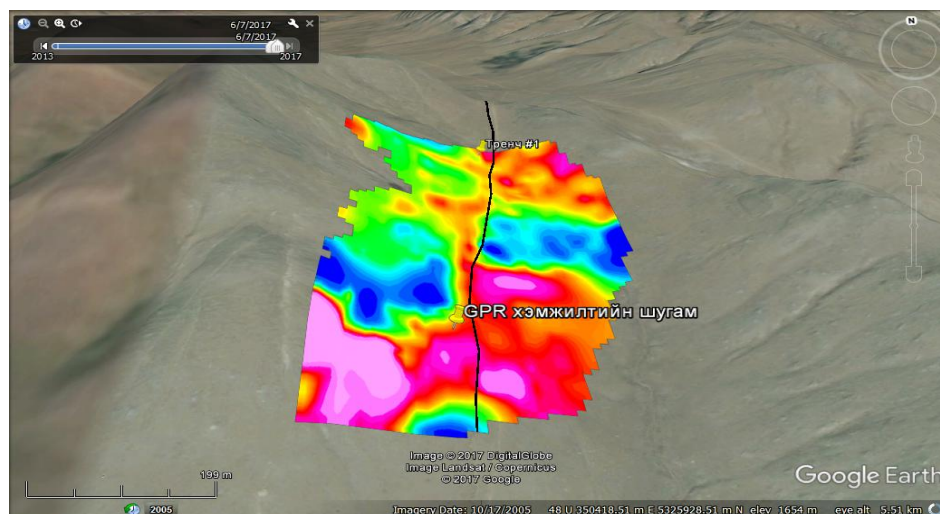


Зураг 3.23. Тренч #1-ийн байрлал

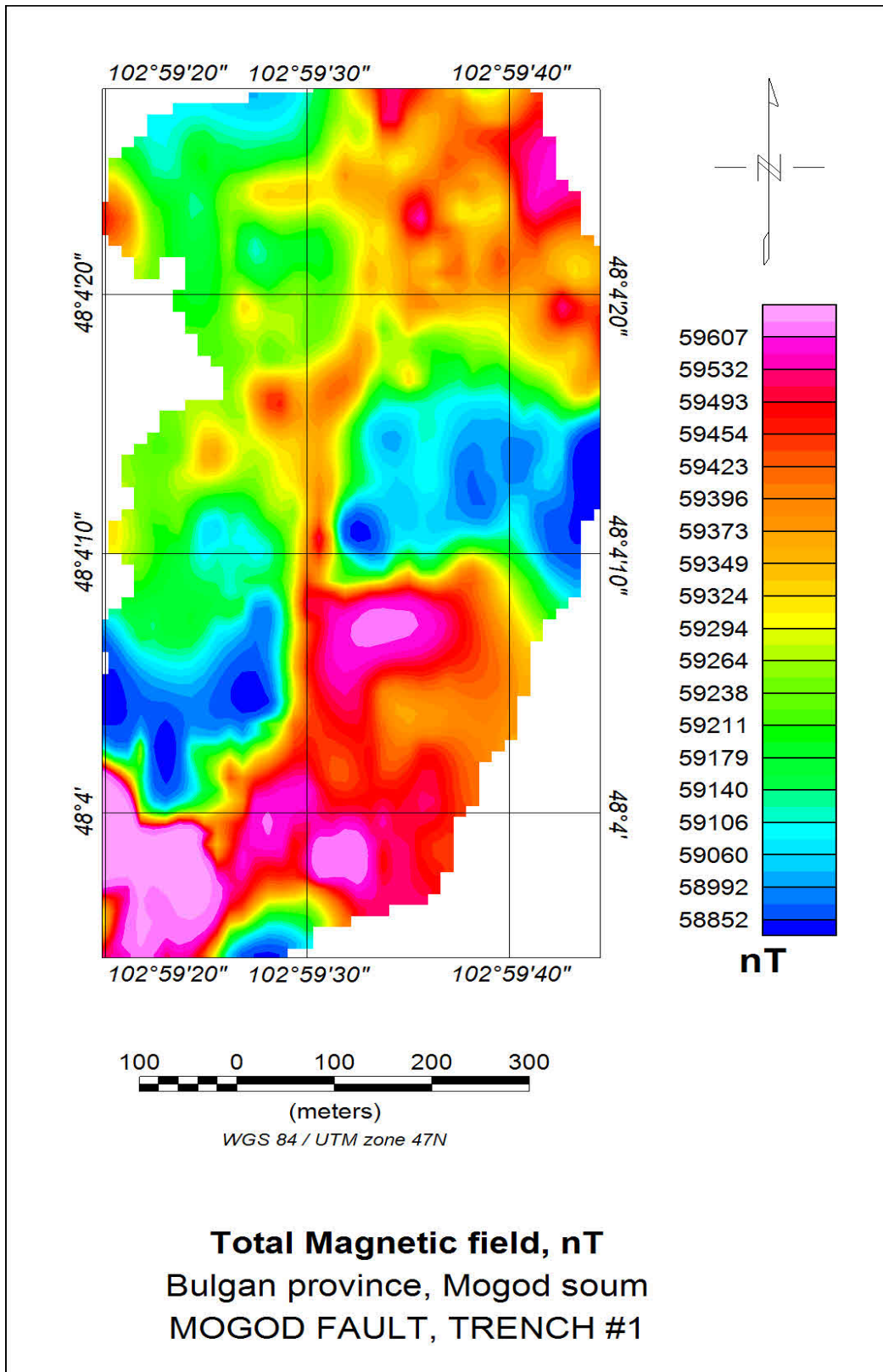
Дээрх зурагт цагаан шугам болон цахилгаан хайгуулын албадмал туйлшралын хэмжилтийн Шугам #1, хөх ба улааны дагуух электродуудын байрлал Шугам #2) гэж тэмдэглэв.

Соронзон хайгуулын судалгаа Тренч #1

Тренч #1 болон GPR хэмжилтийн төлөвлөсөн шугамыг хамарсан талбайд АНУ-ын Geometrics фирмийн G859 маркийн протоны магнетометр ашиглан 8 тууш км шугамын дагуу соронзон хайгуулын тойм судалгааг хийж гүйцэтгэлээ (Зураг 3.24)



Зураг 3.24. Соронзон орны индукцийн векторын утгын түгэлтийг сансрын зураг дээр давхцуулсан байдал (газрын гадаргуу дээрх хагарлын мөрийг хар шугамаар дүрслэв).

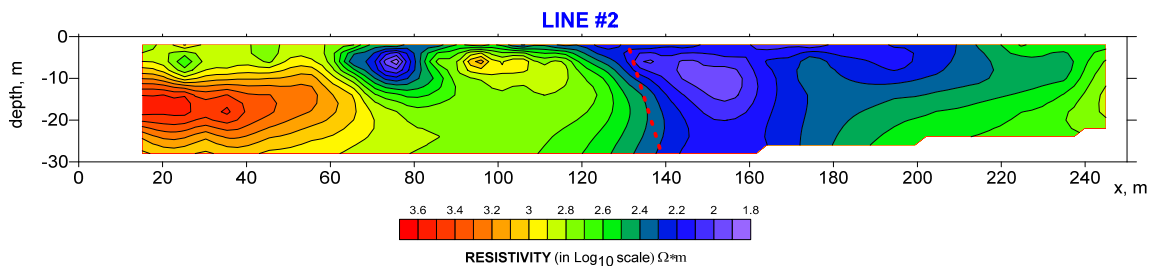


Зураг 3.25. Соронзон орны зураг (Тренч #1)

Зураг 3.24 ба Зураг 3.25–д үзүүлсэн соронзон хайгуулын үр дүнгээс харахад судалгааны талбай нь соронзон орны харьцангуй нийлмэл дүр төрхөөр зураглагдаж байна. Могодын хагарлыг дагасан байдалтай, соронзон орны өндөр градиент бүхий бүс тодорхойлогдож байгаа нь уг хагарлын ерөнхий байршлыг соронзон орны хэмжилтээр үнэлэх боломжтойг илтгэж байна. Цаашид 1:5000 масштаб бүхий нарийвчилсан соронзон хайгуул явуулж хагарлын параметруудийг үнэлэх нь зүйтэй.

Албадмал туйлшралын хэмжилтийн Шугам #2

Шугам #2 –ийн хувьд электрод хоорондын зайг 10м байхаар сонгож, нийт 8 дипольтой төхөөрөмж ашиглан гүйцэтгэлээ. Шугамын урт ойролцоогоор 300 м бөгөөд судалгааны хамгийн их гүн 30-35м хүрнэ.Зураг 3.26–д Шугам #2 –ийн дагууд тодорхойлсон геоцахилгаан зүсэлтийг үзүүллээ.



Зураг 3.26 Шугам #2 –ийн дагуух геоцахилгаан зүсэлт (хагарлын уналын чигийг тасархай улаан шугамаар дүрслэв)

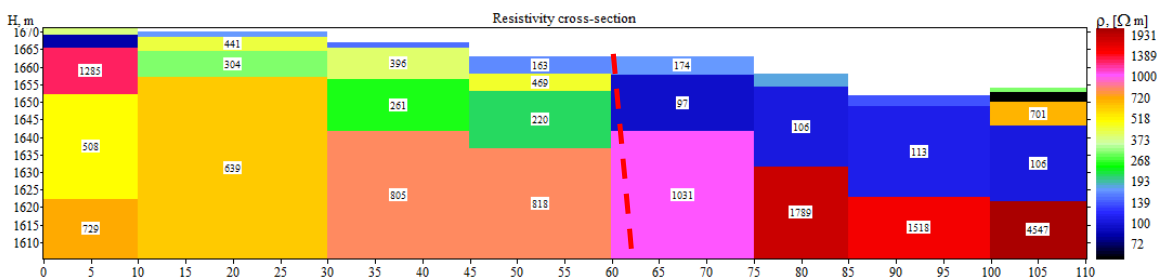
Энэхүү шугам нь Шугам #1 –ээс 5м зайд түүнтэй параллель байрлах тул Зураг 3.26 –д үзүүлсэн чулуулгийн хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн гүний ерөнхий дүр төрх Зураг 3.25–д үзүүлсэн Шугам #1 –ийн дагуух зүсэлттэй ойролцоо байх нь зүйн хэрэг юм. Шугам #2 –ийн дагуу хэмжилтийн утгаар хагарлын уналын өнцөг ойролцоогоор $\phi = 80^{\circ} \pm 6^{\circ}$ байх боломжтой хэмээн үнэллээ.

Хэмжилт хийж буй цахилгаан хайгуулын албадмал туйлшралын арга нь хагарлын параметрийг үнэлэхэд хэр зэрэг тохиромжтой эсэх, төхөөрөмжийн параметруудийг ямар утгатай байхаар сонговол тухайн тохиолдолд оновчтой байх зэргийг тодорхойлох зорилгоор өөр өөр диполийн параметрууд сонгож зэргэлдээ орших Шугам #1 ба #2 –ийн дагууд хэмжилтийг гүйцэтгэсэн болно. Шугам #2 –ийн дагуух хэмжилтэд ашигласан төхөөрөмжийн параметрууд

(электрод хоорондын зай – 10м, диполийн тоо – 8) –ийг бусад шугамуудын дагуух хэмжилтэд ашигласан болно.

Цахилгаан босоо тандалтын хэмжилт Шугам #2

Цахилгаан хайгуулын албадмал туйлшралын хэмжилт гүйцэтгэсэн Шугам #2 –ийн дагууд хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн утгын илүү гүний мэдээллийг тодорхойлох зорилгоор “Цахилгаан босоо тандалт” буюу ВЭЗ аргыг ашиглан нийт 8 цэгт хэмжилтийг гүйцэтгэж геоцахилгаан зүсэлтийг байгууллаа (Зураг 3.27, Зураг 3.28).

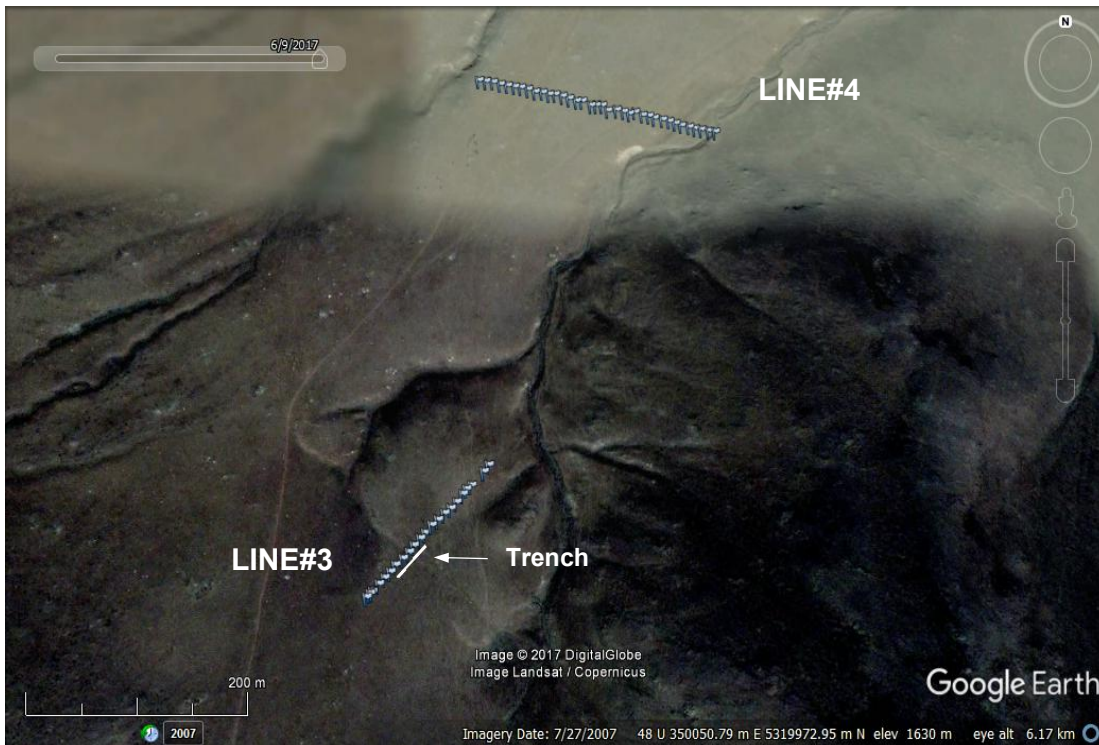


Зураг 3.27 Цахилгаан босоо тандалтын аргын хэмжилтээр байгуулсан геоцахилгаан зүсэлт (тасархай шугамаар хагарлын уналын чиглэлийг тоймлон үзүүлэв)

Зураг 3.27–д үзүүлсэн геоцахилгаан зүсэлтээс үзэхэд хагарлын ойр орчмын талбай 1.0-20.0м зузаантай сэвсгэр хурдсаар хучигдсан байх боломжтой юм. Хагарлын зүүн талд буюу харьцангуй нам дор хэсэгт сэвсгэр хурдасны зузаан ихсэх ба чийгшлийн улмаас чулуулгийн хувийн цахилгаан эсэргүүцэл эрс багассан байдалтай байна. Хагарлын хоёр талд гадаргуу орчимд чулуулгийн хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн гүний түгэлт эрс өөрчлөлттэй байна. Зураг 3.27-д харуулсан геоцахилгаан зүсэлт нь Зураг 3.25 ба Зураг 3.26–д үзүүлсэн зүсэлтүүдтэй нийцтэй байгаа нь цахилгаан хайгуулын албадмал туйлшралын арга болон ВЭЗ аргуудыг хагарлын судалгаанд хослуулан болон дангаар нь хэрэглэх боломжтойг харуулж байна.

Тренч #2 орчимд гүйцэтгэсэн судалгааны үр дүн

Могодын хагарал болон Түлээ уулын хагарлын уулзвар бүс орчимд Тренч #2 –ийг ухахаар төлөвлөсөн байна. Манай судалгааны баг Тренч #2 –ийн орчимд цахилгаан хайгуулын албадмал туйлшралын аргын поль-диполь аргачлалаар 2 шугамын дагуу хэмжилт гүйцэтгэсэн ба мөн судалгааны талбайн ойр орчмыг бүхэлд нь хамарч соронзон хайгуулын судалгааг гүйцэтгэсэн болно.

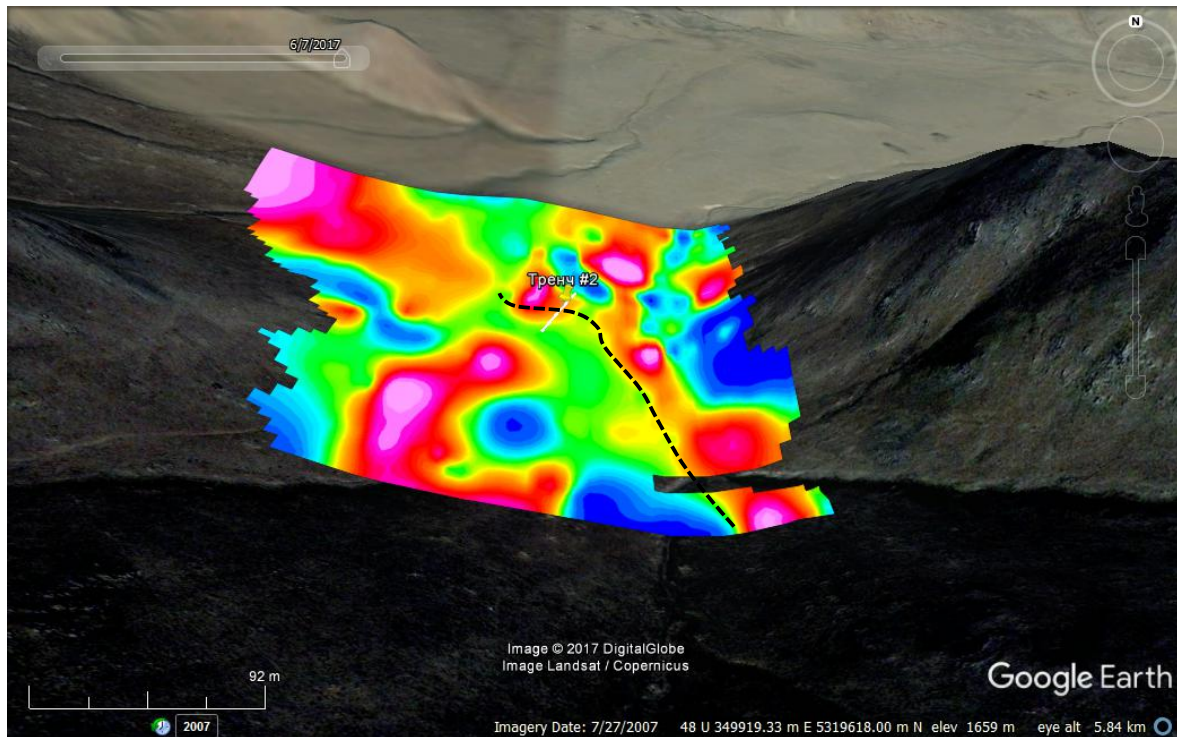


Зураг 3.28 Тренч #2-ийн байрлал

Зурагт цагаан шугам нь цахилгаан хайгуулын албадмал туйлшралын хэмжилтийн Шугам #3 ба Шугам #4 –ийн дагуух электродуудын байрлалыг харуулав.

Соронзон хайгуулын судалгаа Тренч #2

Тренч #2–ыг хамарсан талбайд АНУ-ын Geometrics фирмийн G859 маркийн протоны магнетометр ашиглан 7 тууш км шугамын дагуу соронзон хайгуулын тойм судалгааг хийж гүйцэтгэлээ (Зураг 3.28). Судалгааны талбай нь соронзон орны нийлмэл дүр төрхөөр зураглагдах ба газрын гадаргуу дахь хагарлын мөр нь соронзон орны градиентын өндөр утгаар илэрхийлэгдэж байна.



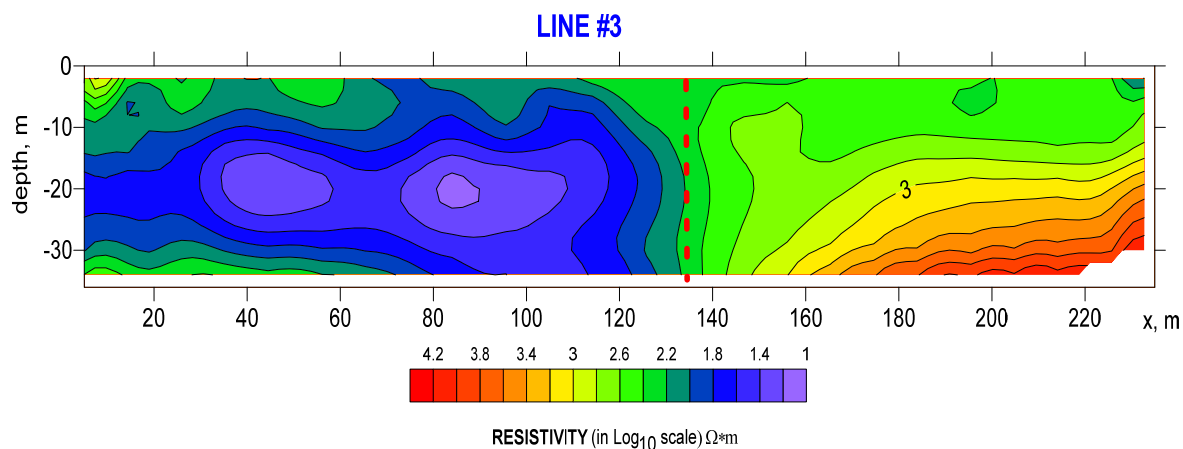
Зураг 3.29. Соронзон орны индукцийн векторын утгын түгэлтийг сансрын зураг дээр давхцуулсан байдал.

Энэ зурагт Тренч 2-ийн байрлалыг цагаан шугамаар, хагарлын мөрийг тасархай шугамаар тус тус дүрслэв.

Албадмал туйлшралын хэмжилтийн Шугам #3

Шугам #3 нь хагаралд перпендикуляр чиглэлд, Тренч #2 –ийн дагуу байрлах ба нийт урт нь 220м. Поль-диполь аргачлал (тэжээлийн нэг электродыг “хязгааргүй” хол зайд байрлуулна)–ын 8 дипольтой төхөөрөмж ашиглан, диполийн электрод хоорондын зай 10м байхаар хэмжсэн болно. Судалгааны хамгийн их гүн ойролцоогоор 30-35м хүрч байв. Уг шугамын дагуу хийсэн хэмжилтийн үр дүнгээр байгуулсан геоцахилгаан зүсэлт (чулуулгийн хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн зүсэлт) –ийг Зураг 3.30-д үзүүллээ.

Газрын гадаргууд ил харагдах хагарлын мөр орчимд чулуулгийн хувийн цахилгаан эсэргүүцэл огцом өөрчлөгдөж байна. Энэ нь хөрсний ус хагарлаар хаагдаж буйг илтгэж байх боломжтой. Тренч #2 –ийн орчимд хагарлын уналын өнцөг ойролцоогоор 90° хэмээн үнэллээ.

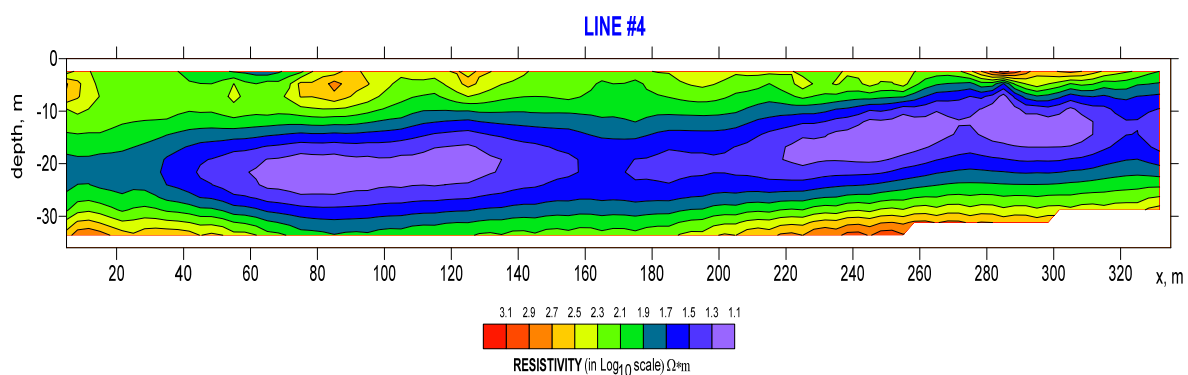


Зураг 3.30. Шугам #3 –ийн дагуух геоцахилгаан зүсэлт.

Энэ зурагт хагарлын уналын чигийг тасархай улаан шугамаар дүрслэв.

Албадмал туйлшралын хэмжилтийн Шугам #4

Тренч #2 –ийн байрлалаас хойд зүгт газрын гадаргуу дахь хагарлын мөр бүдгэрч, цаашид 2 км орчим газарт гадаргууд ил харагдахгүй болж байна. Газрын гадаргууд хагарлын мөр харагдахгүй байгаа энэ хэсэгт хагарлын байршлыг тодорхойлох зорилгоор Шугам #4 –ийн дагуу хэмжилт хийсэн болно (Зураг 3.31). Шугамын нийт урт 330м бөгөөд албадмал туйлшралын польдиполь аргачлалын 8 дипольтой төхөөрөмж ашиглан, диполийн электрод хоорондын зай 10 м байхаар хэмжсэн. Судалгааны хамгийн их гүн ойролцоогоор 30-35м хүрч байв.



Зураг 3.31. Шугам #4 –ийн дагуух геоцахилгаан зүсэлт.

Зургаас харахад хэмжилт хийсэн шугам нь хагарлыг хөндлөн гараагүй болох нь илэрхий байна. Ө.х. чулуулгийн хувийн цахилгаан эсэргүүцлийн утга хэвтээ чиглэлд огцом өөрчлөгдсөнгүй. Геоцахилгаан зүсэлтэд харьцангуй бага

эсэргүүцэлтэй (10-80 $\Omega \cdot \text{м}$), хэвтээ үе зураглагдаж байгаа нь бага гүний уст үе давхарга байгааг илтгэж байна.

Цаашид шугамын уртыг нэмэгдүүлэх замаар хагарлын илрүүлэх боломжтой юм. Хэрэв цахилгаан хайгуулын аргаар хагарлын байршил тодорхойлогдохгүй байвал энэ нь хагарлын чиг огцом өөрчлөгдсөнөөс шалтгаалан чулуулгийн бутрал, сулралын бүс өргөссөнөөр тайлбарлагдаж болох юм.

Дүгнэлт

1. Тренч #1 орчимд хийсэн цахилгаан хайгуулын судалгаагаар уг байршилд хагарлын уналын өнцөг $\phi=80^\circ \pm 6^\circ$ байх боломжтой хэмээн үнэллээ.

2. Тренч #2 нь Түлээ уулын хагарал болон Могодын хагарлын уулзвар орчимд байрлах ба энэ хэсэгт хагарлын уналын өнцөг ойролцоогоор 90° байх боломжтой.

3. Соронзон хайгуулын судалгаагаар хагарлын байршлыг тодорхойлох боломжтой ба газрын гадаргуу дахь хагарлын мөр нь соронзон орны градиентын өндөр утгаар илэрхийлэгдэж байна.

3.3.2. Сейсмо хайгуулын хэмжилт

Хэмжилтийг Булган аймгийн нутаг дэвсгэрт Могод сумын төвөөс 50 гаруй км зайд, хагарлын дагуух талбайд, ухсан 3 тренч дээр хийж гүйцэтгэсэн(Зураг 3.32). Хэмжилтийн ажлын талбайн ерөнхий байдал Зураг 3.33-т үзүүлэв. Хэмжилтийн зорилго нь долгион өдөөх цохилтыг газрын гадаргууд хүлээн авагчийн хажууд 40- 50 метрийн гүнд газар доорх үе давхаргуудад очих чичирхийллийн P ба S долгионы бичлэгийг хийж, сейсмик өгөгдлийг боловсруулан, анализ хийсэн.



Зураг 3.32. Булган аймаг, Могод сум дахь гурван судалгааны талбайн байршил:
Дээрх зурагт улаан өнгийн дөрвөлжингээр судалгааны талбайнуудыг, улаан өнгийн таван хошуугаар сумын төвийг дүрсэлж харуулав.

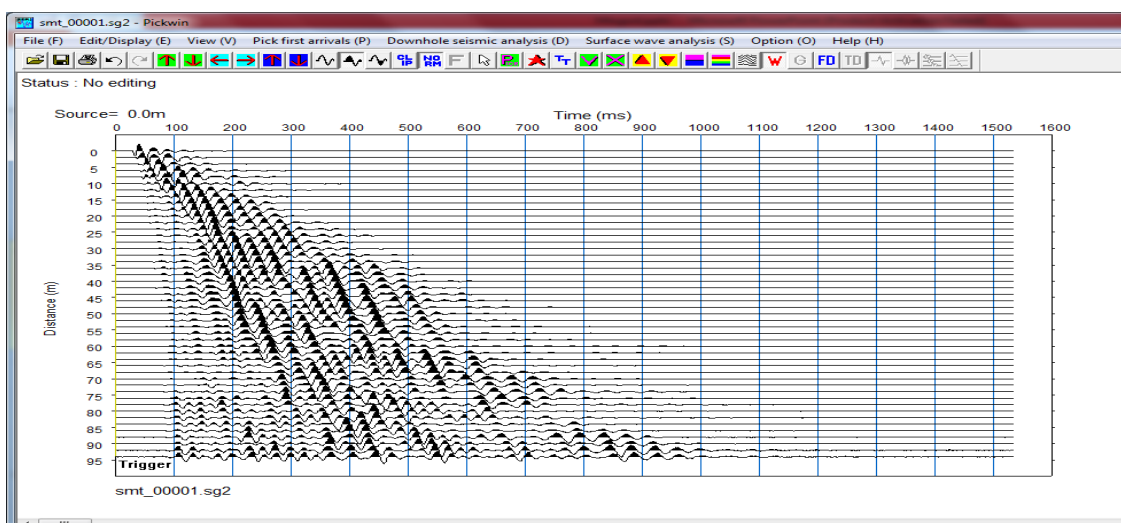


Зураг 3.33. Хэмжилтийн ажлын талбайн ерөнхий байдал.

Талбайн хэмжилт

1967 онд Булган аймгийн Могод суманд болсон газар хөдлөлт нь газрын гадаргуу дээр 45 км-ын хагарал үүсгэсэн байдаг бөгөөд уг хагарал дээр тренч ухаж, геофизикийн иж бүрэн хэмжилтийг хийсэн. Хэмжилтийн талбай тус бүрд нийт 200 м урттай геофон сүлжээг зоож портер машиныг тусгайлан хэмжсэн шугамд байрлуулсан.

40 метрийн гүнд бүртгэгдсэн чичирхийллийн долгины бичлэг (Зураг 3.34). Бичлэгийг нийт 15 удаагийн хийсэн. Хэмжилт хийхэд салхины нөлөө орж байсан тул геофонуудыг шороогоор булаав.



Зураг 3.34. Могодын хагарал, тренч 1. Чичирхийллийн P, S долгионы бичлэг.

Мэдээлэл боловсруулалт, программ хангамж

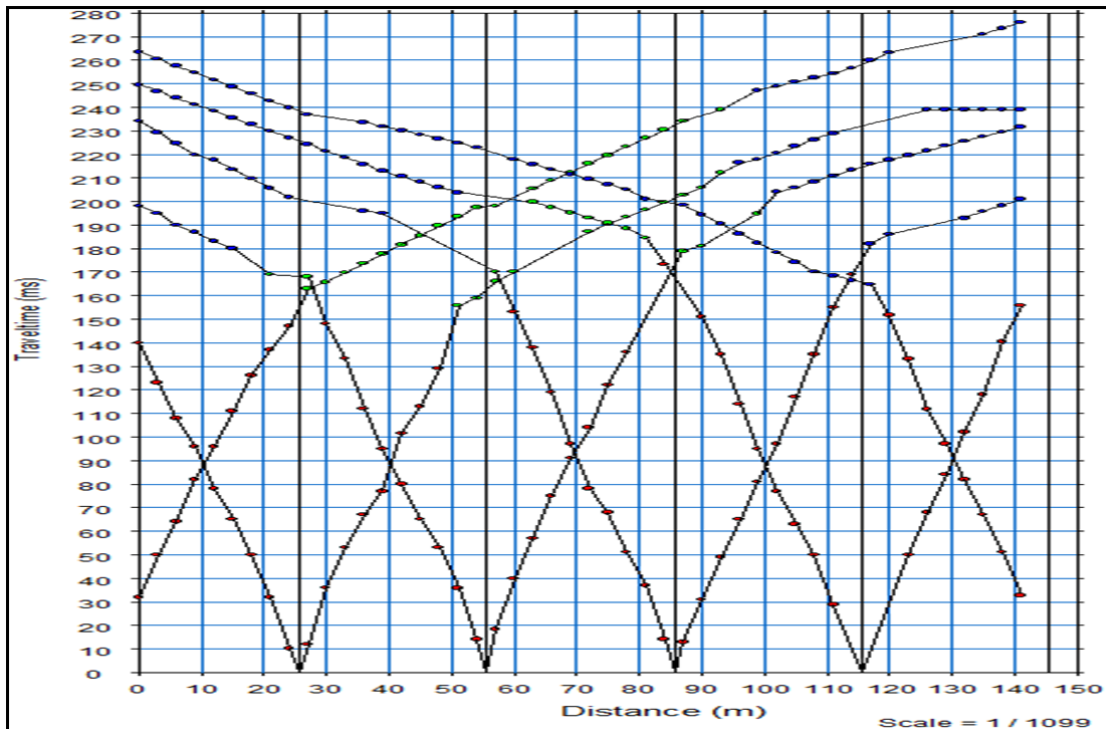
Хэмжилт хийсэн цэгийн газар зүйн солбилцолыг гар GPS-ээр тодорхойлсон (Хүснэгт 3.1).

Хүснэгт 3.1 Судалгааны талбайн уртраг, өргөргийн тоон утга

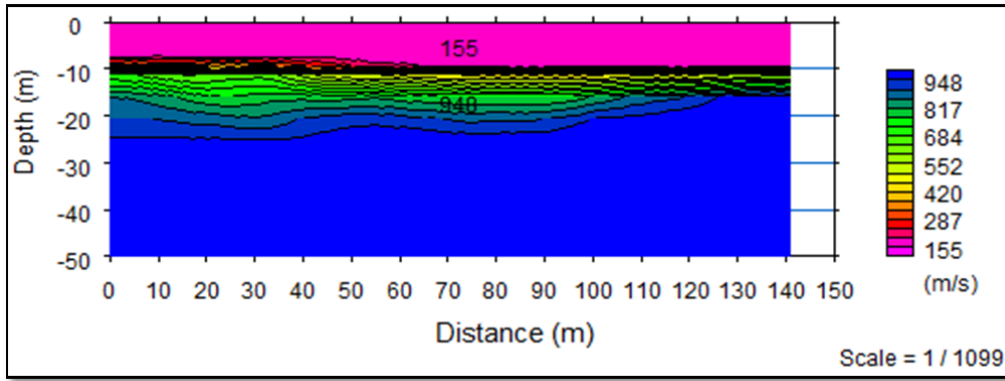
Хэмжилтийн цэг	Өргөрөг	Уртраг
Тренч 1	48.0742	102.99251
	48.07476	102.99186
	48.07444	102.99229
	48.0741	102.99272
	48.0738	102.99311
	48.07345	102.99351
	48.07342	102.99353

	48.01257	102.98578
Тренч 2	48.01283	102.98607
	48.01334	102.98664
	48.01387	102.98713
	48.01436	102.98767
	48.01444	102.98775
Тренч 3	47.98668	103.00433
	47.9866	103.00416
	47.98656	103.00405
	47.98651	103.00391
	47.98638	103.00367

Хэмжилтийн мэдээлэл боловсруулалтад Seisimager2D/SW, Matlab2008, Corel Draw, RadexPro программуудыг ашигласан. Seisimager2D/SW программ нь сейсмийн боловсруулалт хийдэг цогц программ бөгөөд Plotrefa, Pickwin95, Surface wave analysis гэсэн дэд программуудыг ашиглан P, S долгионы боловсруулалтын ажлыг хийж гүйцэтгэсэн.



Зураг 3.35. Зай болон хугацаанаас хамаарсан хурдны годограф.



Зураг 3.36. Нэг шугам дахь сейсмик зүсэлт.

Харин Surface wave analysis программ дээр S (хөндлөн) долгионы анализыг хийх бөгөөд үүнд долгионы урт, давтамж, хурд гэсэн гурван физик утгыг авч үзнэ. Тэдгээрийн харьцаа нь:

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (3.1)$$

Энэ харьцаанаас үзэхэд урт үетэй долгион нь илүү гүнээр тархан тэгвэл урт үетэй долгионыг бүртгэхийн тулд давтамжаа багасгаж үзэх шаардлагатай. Энэ судалгаанд бид 4.5Гц давтамжтай хүлээн авагч ашигласан бөгөөд ойролцоогоор 400м/с хурдтай үе зааг байна гэвэл $400/4.5=88.88\text{м}$ болох ба гүнийг долгионы уртын 1/3 гэсэн харьцаагаар тооцвол боломжит гүн нь ойролцоогоор 30м болж байгаа юм.

Боловсруулалтыг дараах үе шатаар гүйцэтгэнэ.

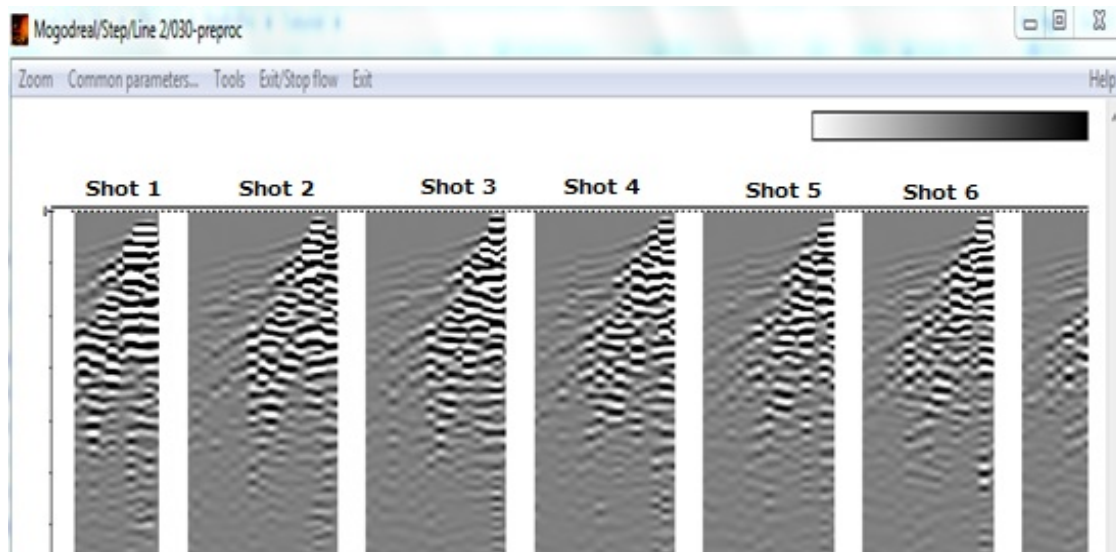


Зураг 3.37. S (хөндлөн) долгионы боловсруулалтын бүдүүвч зураг

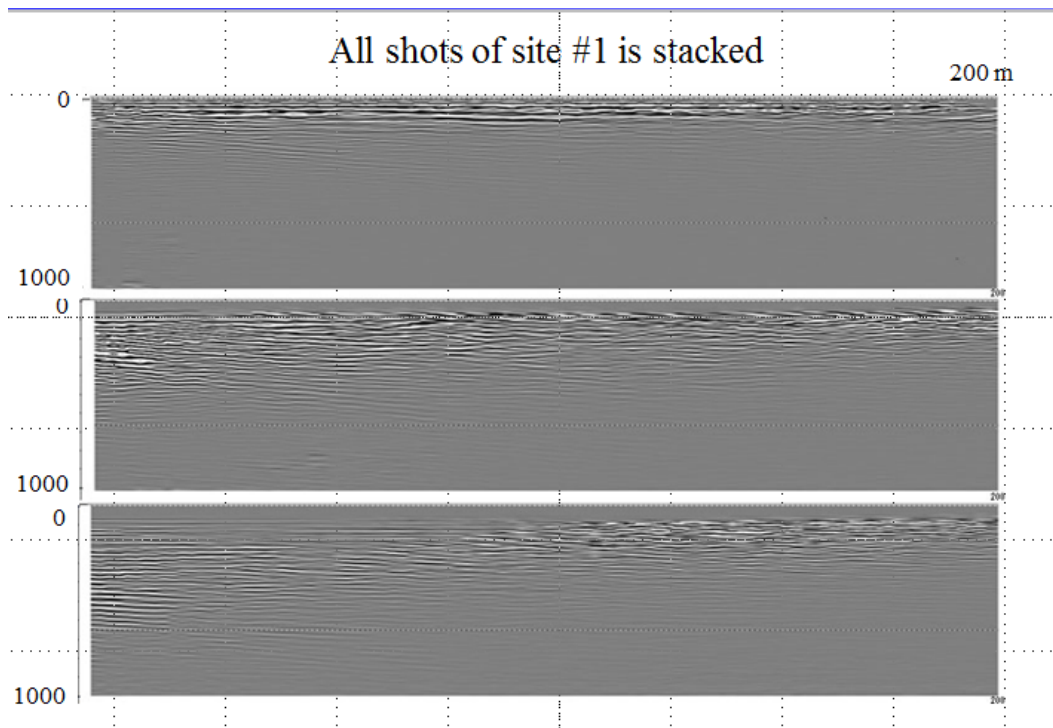
Гадаргуун долгионы нэг онцгой чанар нь геологи орчинд тархах замдаа дисперсчлэгдэх үзэгдэл байдаг ба үүнийг хугацааны хувьд тооцох боломжгүй харин давтамжийн мужийг тооцсоноор дисперсийн муруй гарган авч геофизикийн урвуу бодлого бодож түүнд тохирох хурдны нэг хэмжээст загварыг байгуулдаг. Энд ерөнхий дундаж цэгийг “CMP- Common Mid-Point” тодорхойлж үүсгүүр бүрээс үүссэн долгион ямар байршлын хүлээн авагчид ирж бүртгэгдсэн вэ гэдгийг тооцож давтамжийн мужийг тодорхойлдог.

Мэдээлэл боловсруулалтын үр дүн

Анхан шатны үр дүнгээр нэгдүгээр талбай дээр хагарал баруун гарын хэвтээ шилжилттэй, сейсмийн хугацааны графикт илэрц муутай бөгөөд цохилтын хүч сул тул бүдэг зураглал гарсан (Зураг 3.38, Зураг 3.39).



Зураг 3.38. Цохилт бүрийг cdp ангилан харуулж байна.



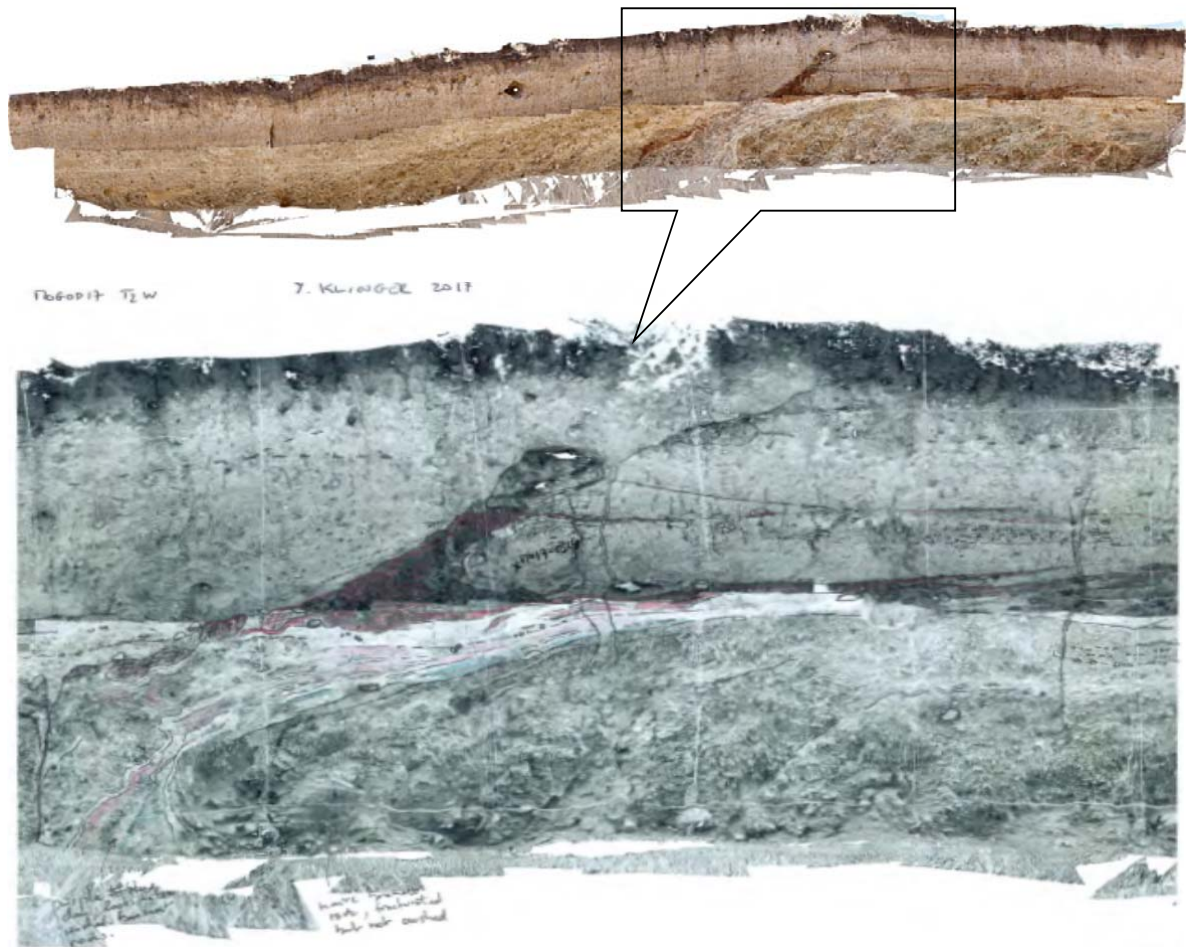
Зураг 3.39. Анхан шатны сейсмийн гүний зураг

3.3.3. Георадарын судалгаа

Судалгааны тренч ухах цэгүүд дээр хагаралтай перпендикуляр байрлалаар тренчийн дагуу хоорондоо 1м-ийн зайтайгаар 3- 4 хөндлөн огтлолуудын хэмжилтүүдийг Георадарын тандан судалгааны аргаар гүйцэтгэсэн.

Сумын төвөөс 22 км зайд хагарлын төв хэсэгт байрлах тренч #1-ийг хагарлын хэвтээ шилжилт ажиглагдсан хэсэгт ухсан ба тренчийн урт 29 м. Судалгаагаар тренчийн баруун ханын төв, зүүн ханын зүүн урд хэсэгт эртний голын хурдас хуримтлал ихтэй, хоорондын зай 1,8-2,3м орчим. Тус тренч дээр хагарлын хэвтээ шилжилтийн ул мөр бүдэг, илэрц багатай байсан.

Сумын төвөөс 28 км орчим зайд хагарлын босоо шилжилт тод ажиглагдсан хэвтээ шилжилтээс босоо шилжилт рүү шилжсэн, хагарлын чиглэл өөрчлөгдсөн зааг хэсэгт ухаж бэлдсэн ба тренч #2-ийн урт 22 м. Судалгаагаар тренчийн баруун ханын баруун, зүүн хануудад 2-3 газар хөдлөлтийн улмаас үүссэн байх магадлалтай тохрол, хуниас мөргөцөг нь босоо шилжилтээр үүссэн, доод хэсэгтээ хадан чулуулаг, дунд болон дээд хэсэгтээ хайрган болон элсэн, хар шороон хэд хэдэн төрлийн эвдрэлийн ул мөр тод ажиглагдсан (Зураг 3.40).



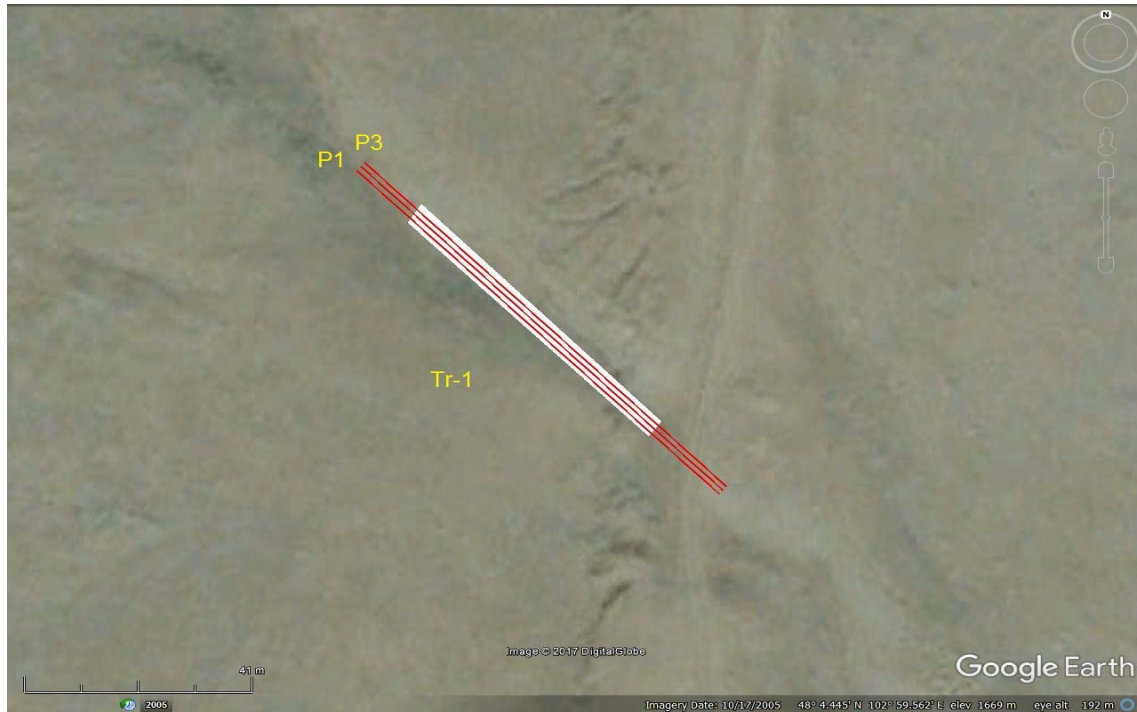
Зураг 3.40. Тренч #2-ийн баруун хана (дээд хэсэгт), хөрсний шаант хэлбэрийн
эвдрэлийн мозайк зураг (доод хэсэгт)

Хагарлын босоо шилжилтийн хэсэг буюу Түлээ уулын төв хэсэгт сумын төвөөс 31км зайд тренч #3 ухаж бэлдсэн. Тус тренчийн урт 5м, дээд хэсгээрээ хар шороон давхарга нь 1-1,5м, босоо шилжилт тод, хагарлын налууугийн өнцгийн хэмжилт хийж боломжтой хэдий ч хөлдөлт, гэсэлтийн нөлөөгөөр хөрсний эвдрэл, элэгдэлд хүчтэй явагдсан нь ажиглагдсан.

Тренч #1

Тренч #1 дээр ухах цэг буюу хагарлын зөрөг шилжилтийн бүтцийн судалгааны тренч ухах цэг дээр, тус бүр 90м-ийн урттай 3 хөндлөн огтлолыг Георадарын 250 МГц болон 500МГц антенуудаар 3см-ийн алхамтайгаар 7м болон 5м-ийн гүнтэйгээр хийж гүйцэтгэсэн. Харин тренч ухах цэгээс урагш 200м болон 1100м-ийн зайд цахилгаан хайгуул хийсэн цэгүүд байсан ба тэдгээр цэгүүд дээр тус бүр 1 хөндлөн огтлолоор 200м болон 280м-ийн урттайгаар Георадарын RTA

50МГц антенаар 10см-ийн алхамтайгаар 20м-ийн гүнтэй хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн болно.



Зураг 3.41. Тренч #1 болон түүн дээр хийгдсэн Георадарын хөндлөн огтлолуудын байрлалын зураг.

Цагаан дөрвөлжин - тренч, улаан шугам - Георадарын хөндлөн огтлолууд, хөндлөн огтлолын тэмдэглэгээ нь хэмжилтийн эхлэлийг заана.

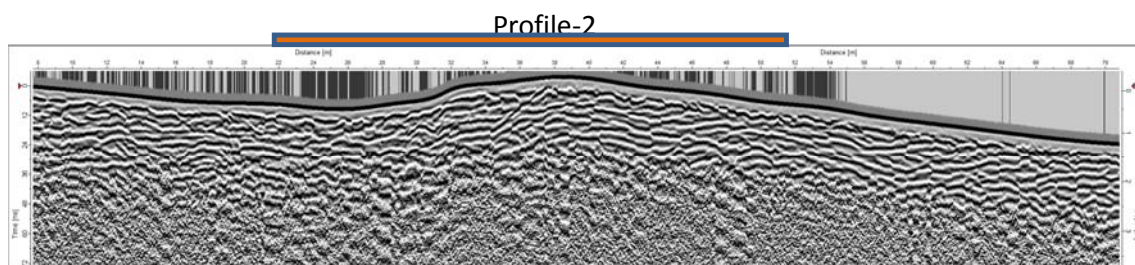
Тренч #2

Тренч #2 ухах цэг буюу хагарлын 2 төрлийн зааг хэсгийн нэг салбар салааны бүтцийн судалгааны тренч ухах цэг дээр, тус бүр 73м-ийн урттай 4 хөндлөн огтлолыг Георадарын 250МГц болон 500МГц антеннүүдээр 3см-ийн алхамтайгаар 7м болон 5м-ийн гүнтэйгээр хийж гүйцэтгэсэн. Харин тренч ухах цэгтэй айлын гэр ойрхон байсан учир уг цэгээс баруун зүгт 50м зайд хоорондоо ойролцоогоор 15м-ийн зайтайгаар 3 хөндлөн огтлолоор 70м болон 115м-ийн урттайгаар Георадарын RTA 50МГц антенаар 10см-ийн алхамтайгаар 20м-ийн гүнтэй хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.



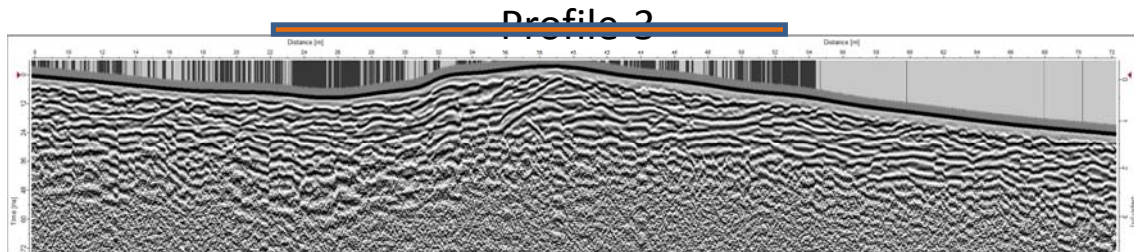
Зураг 3.42. Тренч #2 болон түүн дээр хийгдсэн Георадарын хөндлөн огтлолуудын байрлалын зураг.

Дээрх зурагт Цагаан дөрвөлжин - тренч, улаан шугам - Георадарын хөндлөн огтлолууд, хөндлөн огтлолын тэмдэглэгээ нь хэмжилтийн эхлэлийг заана.

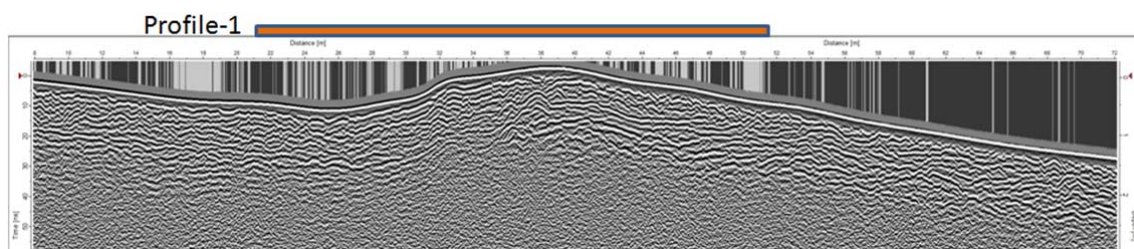


Зураг 3.43. Тренч #2 дээр хийгдсэн Георадарын 250МГц антений хоёрдугаар хөндлөн огтлолын үр дүнгийн зураг.

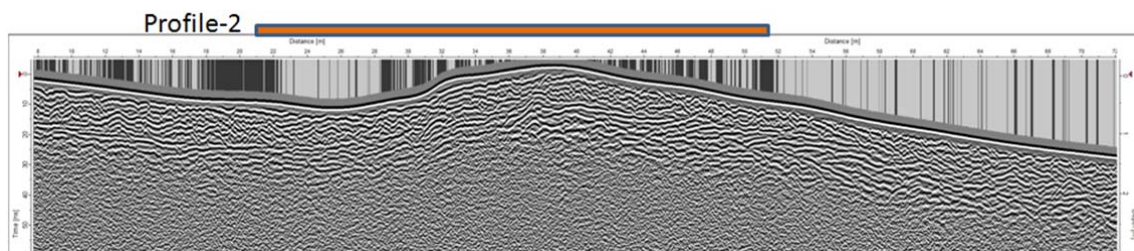
Дээд талын өргөн бор шугам нь тренчийн байрлалыг заана.



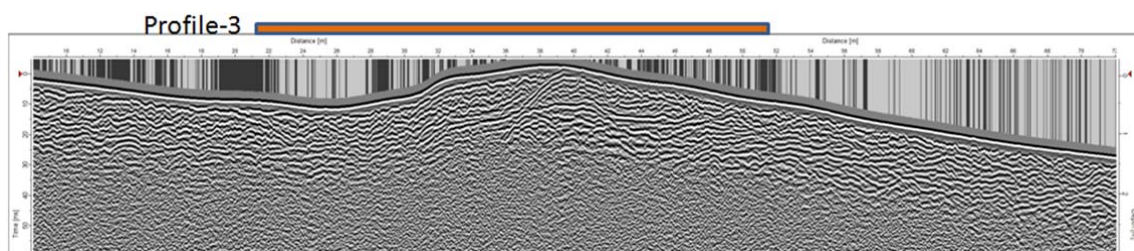
Зураг 3.44. Тренч #2 дээр хийгдсэн Георадарын 250МГц антений гуравдугаар хөндлөн огтлолын үр дүнгийн зураг. Дээд талын өргөн бор шугам нь тренчийн байрлалыг заана.



Зураг 3.45. Тренч #2 дээр хийгдсэн Георадарын 500МГц антены нэгдүгээр хөндлөн огтлолын үр дүнгийн зураг. Дээд талын өргөн бор шугам нь тренчийн байрлалыг заана.



Зураг 3.46. Тренч #2 дээр хийгдсэн Георадарын 500МГц антены хоёрдугаар хөндлөн огтлолын үр дүнгийн зураг. Дээд талын өргөн бор шугам нь тренчийн байрлалыг заана.



Зураг 3.47. Тренч #2 дээр хийгдсэн Георадарын 500МГц антены гуравдугаар хөндлөн огтлолын үр дүнгийн зураг. Дээд талын өргөн бор шугам нь тренчийн байрлалыг заана.

Тренч #3

Тренч #3 ухах цэг буюу хагарлын тохрол шилжилтийн бүтцийн судалгааны тренч ухах цэг дээр, тус бүр 70м-ийн урттай 3 хөндлөн огтлолыг Георадарын 250МГц болон 500МГц антенуудаар 3см-ийн алхамтайгаар 7м болон 5м-ийн гүнтэйгээр хийж гүйцэтгэсэн. Харин уг тренч нь усны жалга дотор урсгалын чиглэлийн дагуу хязгаарлагдмал байрлалтай байсан учир 1 болон 2 дугаар хөндлөн огтлолтой давхцуулан адил урттайгаар Георадарын RTA 50МГц антенаар 5 см-ийн алхамтайгаар 20м-ийн гүнтэй хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн болно.



Зураг 3.48. Тренч #3 болон түүн дээр хийгдсэн Георадарын хөндлөн огтлолуудын байрлалын зураг.

Энэ зурагт цагаан дөрвөлжин -тренч, улаан шугам Георадарын хөндлөн огтлолууд, хөндлөн огтлолын тэмдэглэгээ нь хэмжилтийн эхлэлийг заана.

3.4. Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлын мэдээллийн сан

Бүх Монголын нутаг дэвсгэрийн идэвхтэй хагарлын судалгааны үр дүнг нэгтгэн мэдээллийн сан үүсгэх ажил хийгдэж байна. Үүнд: хагарлын нэр, байр зүйн зураг, хагарлын төрөл, шилжилт, хагарлын урт, хагарал дээр үүсэж болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлтийн магнитуд, хамгийн сүүлчийн газар хөдлөлтийг тодорхойлсон палеосейсмик мэдээлэл, хагарлын нас, тухайн хагарлыг параметруудийг тогтоосон судалгааны ажлын ишлэлд болон хагарал бүрийн хувьд тооцоолсон идэвхжилтийн параметр болох а, b утга зэрэг мэдээллийг нэгтгэх ажил явагдаж байна.

Хүснэгт 3.2. Мэдээллийн сан үүсгэсэн идэвхтэй хагарлуудын жагсаалт

N №	Хагарлын нэр	Хагарлын төрөл	Хагарлын урт (км)	Mw	Сүүлийн газар хөдлөлт (~)
1	Цагаан шувуут	БГ+О	160	7.6	870-980
2	Хар ус нуур	БГ+О	180	7.7	1410
3	Хан хөхий	ЗГ+О	100	7.4	1931
4	Үүрэг нуур-жид	БГ+О	180	7.7	1970
5	Сагсай+Буянт	БГ+О	100	7.4	1750
6	Цэнгэл хайрхан	О	60	7.0	-
7	Чихтэй	БГ	130	7.5	1250
8	Цамбагарав	О	60	7.1	-
9	Ар хөтөл	БГ+О	215	7.8	1761
10	Бидж	БГ	100	7.4	750
11	Бор бургас	БГ	80	7.3	-
12	Толбо нуур	БГ	90	7.3	2760
13	Цагаан гол	О	80	7.3	-
14	Хөх сэрх	БГ+О	100	7.4	-
15	Мөнх хайрхан	БГ+О	170	7.7	-
16	Чуй	БГ	70	7.2	2003
17	Даян	-	100	7.4	-
18	Хотгор	-	80	7.3	-
19	Монгол алтай	БГ зөрөг	160	7.9	87
20	Цагаан гол-шарга	БГ	147	7.8	-
21	Баянхонгор	БГ	80	7.2	5400
22	Нарийн тээл	Н	80	7.2	-
23	Тэрх	Н+ЗГ	80	7.2	-
24	Баянтээг	ЗГ	80	7.2	-
25	Аргалант	ЗГ	60	7.0	-
26	Хамар даваа	Н	40	6.9	-

27	Эгийн даваа	Н	80	7.2	6500
28	Их Богд	ЗГ	270	8.1	1957
29	Бударгана	ЗГ	110	7.4	-
30	Чандмань	ЗГ	230	7.8	-
31	Хөх даваа	Н	190	7.6	-
32	Хужирт	Н	21	7.0	1650
33	Баянбулаг	ЗГ	250	7.8	921
34	Ахар	ЗГ	140	7.5	-
35	Өвөр арц богд	ЗГ	100	7.4	-
36	Хавцгайт	ЗГ	120	7.4	-
37	Арц богд	ЗГ	80	7.2	-
38	Отгон	ЗГ	65	7.1	-
39	Зарман	ЗГ	160	7.6	-
40	Шаргын говь	ЗГ	213	7.7	-
41	Хануй	-	60	7.1	-
42	Бат-Өлзийт	Н	70	7.5	-
43	Өлзийт	ЗГ	70	7.5	-
44	Могод	БГ+О	45	7.1	1967
45	Мөстийн цагаан	-	25	6.6	-
46	Баян агт	ЗГ	140	7.5	2198
47	Зүүн нуур	ЗГ	130	7.5	400
48	Батхаан	ЗГ+О	23	6.7	346
49	Уянга	Н	10	6.2	-
50	Зэлтэр	-	60	7.1	-
51	Асралт Хайрхан	Зөрөл	10	6.2	-
52	Хутаг	ЗГ+О	110	7.4	-
53	Хустай	ЗГ+Н	100	7.8	1000
54	Гүнж	БГ	20	6.7	8150
55	Шархай	ЗГ	50	7.2	1180
56	Авдар	ЗГ	50	7.0	5728
57	Мөнгөнморьт	О	90	7.0	6000
58	Эмээлт	БГ	35	7.0	9000
59	Дэрэн	О	27	6.8	1300
60	Цэций уул	-	-	6.9	-
61	Баянцагаан	зөрөл	40	6.9	-
62	Баяндэлгэр	-	70	7.1	-
63	Булагтай	-	77	7,1	-
64	Согоот	-	10	6.2	-
65	Даянт	-	20	6.6	-
66	Таван хар	-	63	7.1	-
67	Өргөн	-	35	6.8	-
68	Булнай	зөрөл	370	8.3	103
69	Бүсийн гол	ЗГ	6-20	6.5	

70	Буурийн хяр		95	6.7	58
71	Тунк	БГ	340	7.3	-
72	Гурван сайхан			7.5	
73	Хордил сардиг		25	7.4	
74	Кизил		250	6.8	
75	Нарийн гол		230	7.4	
76	Нарийн тээл		80	7.2	
77	Нарийн сухайт		270	7.5	
78	Шарга		800	7.7	
79	Тагна		203	6.5	

3.5. Монгол орны сейсмотектоникийн зураг

Сейсмотектоник зураг гэдэг нь бүс нутгийг түүний геологийн тогтоц, тектоник шинж чанар болон газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн хувьд бүсчлэн хуваасан зураг юм. Энэхүү зураг нь газар хөдлөлийн аюулын үнэлгээний тооцооны үндсэн суурь үзүүлэлтүүдийг багтаасан байдаг. Сейсмотектоник бүс болгон хувааснаар тухайн бүсийн хувьд газар хөдлөлтийн идэвхжилт жигд тархсан гэж үзэх боломжтой болдог. Түүнчлэн нэг судалгааны ажлын хүрээнд Монгол орны бүх идэвхтэй хагарлыг судлан оруулах боломжгүй тул тухайн тектоник бүсээс тодорхой газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлын төлөөлөл болгон авч судлан бусад газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлын зарим параметруудийг төлөөлүүлэн авч үзсэн. Монгол орны сейсмотектоникийн зургийг зохиохдоо дараах үндсэн параметруудийг авч үзсэн.

1. Геологи болон тектоникийн үндсэн параметрууд (шахалтын хүчний чиглэл, тектоник шилжилтүүд, геологийн тогтоц)
2. Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлын тархалтын нягтрал, чиглэл, динамик болон кинаматик шинж чанар
3. Газар хөдлөлтийн идэвхжилт түүний орон зайн болон цаг хугацааны тархалт

Өмнөх хийгдсэн судалгааны ажлуудад 2000 онд Улаанбаатар хотын газар хөдлөлтийн судалгааны ажлын хүрээнд хийгдсэн монгол орныг 21 бүсэд хуваасан зургийг хэрэглэж байсан. Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд энэхүү зургийг сайжруулан зарим нэг хэсгийг өөрчлөн монгол орныг 14 бүс болгон авч үзсэн болно.

Монгол орны геодинамик нөхцөл, геоморфологи хагарлын шинж чанарыг судлах ажлын эхний үе шат байсан бөгөөд үүний дараагаар Монгол идэвхтэй хагарлыг сонгон авч тухайн районы геологийн тогтоц хагарлыг судалж сансрын зураг болон газарзүй мэдээллийн систем (ARRGIS) программ дээр боловсруулалт тайлалт хийж залуу хагарлын шилжилт, газар хөдлөлтийн идэвхжил тархалтыг харуулахыг зорилоо.

Сейсмотектоникийн тойм зургийг ажлын геологийн зураглалын, арга зүйг үндэслэн газарзүй мэдээллийн систем (цаашид ГМС гэх) технологийг ашиглан мэдээллийн сан үүсгэх стандарт, аргачлалын дагуу хийсэн. Төрөл бүрийн масштабаар хийгдсэн геологийн зургийг тоон хэлбэрт хөрвүүлэхдээ тухайн зургийн масштабаас хамааран геологийн үндсэн, дэд хэв шинжүүдийг ялгасан хилийг нэгтгэх болон задлах байдлаар геологийн зураглал, зурагзүйн үндсэн аргагүйг үндэслэн суурь судалгааны ажлыг “Монголын идэвхтэй хагарал” “Монгол орны геологийн зураг 1:1000 000 “Монгол мезозойн кайнозойн тектоникийн зураг 1:1000000” зурагт тусгасан байдаг ба геологийн зураглалын ажлын хүрээнд зохиогдсон төрөл бүрийн масштабтай геологийн зургууд болон бусад судалгааны материалуудын эх сурвалж болгон ашигласан. Геологийн зургийг орчин үеийн газарзүйн мэдээллийн системийн программ хангамжуудын ашиглан рифтийн стрүктүүрээр ялган авсан. Рифтийн өмнөх стрүктүрүүд ихэвчлэн уулс хоорондын хотгорыг, рифтийн хөгжлийн стрүктүүр нь рифтийн грабен маягийн стрүктүүрийн тус тус үүсгэдэг бол рифтийн дараах стрүктүүрийн төрөлд гол төлөв синеклиз маягийн хурдас хуримтлалын хотгорууд хамаарагдана. Монгол улсын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд тархалттай мезозойн-кайнозойн тунамал, вулканоген болоод магмын чулуулгийн бүрдлүүдийн найрлага, стрүктүүрийн морфологи, тэдгээрийн байршилтын зүй тогтлыг үндэслэж нийтдээ 10 стрүктүүр бүсийг ялгасан байдаг.

Монгол орны сейсмотектоникийн 1:1000 000 -ын масштабын зургийн энэхүү товч тайлбар бичигт тус зургийн тухай ерөнхий бүтээгдэхүүн, зургийн тайллыг боловсруулсан зарчим, түүнчлэн плит тектоникийн үзэл баримтлалын үүднээс мезозойн кайнозойн тектоник хөгжил хувьсал өөрчлөлтийн үе шатуудыг тодруулж ялгана авч, тэдгээрт үүсэж бүрэлдсэн стрүктүрийн төрлүүд түүнийг бүрдүүлэгч геологийн төрлүүд, түүний дотор мезозойн интрузив бүрдлүүд

болон кайнозойн структурийн төрөл, тэдгээрийн тектоник хөгжлийн үе шатлалтай холбож өгсөн нэгэн үе шатны судалгааны дэвшил юм.

Монголын анхны террейн тектоникийн зургийг Г.Бадарч 2002 онд зохиож “Asian Earth Sciences” сэтгүүлд хэсэг нөхдийн хамт нийтлүүлсэн билээ. Түүн дээр бүгд картоны, метаморфжсон, эх газрын идэвхгүй захын, арлан нумын, нумын өврийн/арын хотгорын, аккрецын шаантгийн, офилиотын зэрэг 8 төрлийн 44 террейн, 5 хучаас бүрдэл ялгажээ.

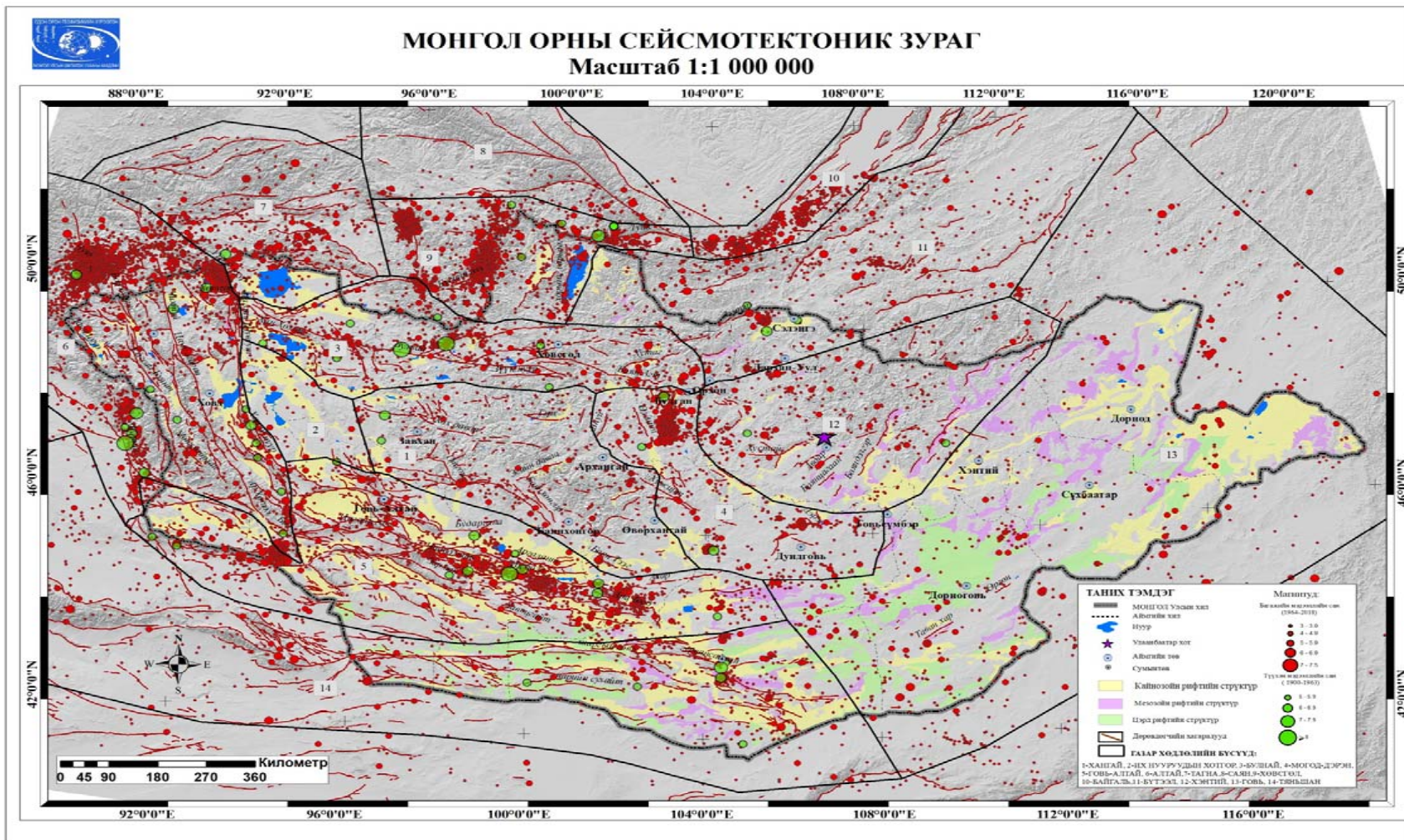
Мөн 2002 онд О.Төмөртоогоо Монголын тектоникийн зургийг зохиосон байдаг. Террейны аргачлалаар зохиосон энэ зураг 1:1000000 масштабтай юм. Уг зурган дээр идэвхгүй захын (5), түрбидитийн (10), эх газрын идэвхтэй захын (14), аккрецын (5), офиолотын (4), нуман арлын (15), симаунтын (2), зэрэг 7 төрлийн бүгд 55 террейнийг ялгасан болно. Түүнээс гадна хожуу прокембрээс хойших үеийн хучаас ба оёгч бүрдлүүдийг тунамал, тунамал-вулканоген, вулканоген, плутоноген, метаморф гэсэн ангиллаар хуваасан.

Өмнөх судлаачид Монгол орны нутаг дэвсгэрийг Алтай-Тянь-Шаны, Хангай, Хөвсгөл, Хэнтий, Орхон Сэлэнгэ, болон Дорнод Монголын бүс гэсэн 6 неотектоник бүсэд хувааж үзжээ [Балжинням И., 1975].

Уг төслийн хүрээнд Монгол улсын нутаг дэвсгэрийг геологи, геодинамик хөдөлгөөн, газар хөдлөлтийн идэвхжилээр нь 14 бүсүүдэд хувааж үзсэн. Үүнд: 1. Хангай, 2. Их Нууруудын Хотгор, 3. Булнай, 4. Могод-Дэрэн, 5. Говь-Алтай, 6. Алтай, 7. Тагна, 8. Саян, 9. Хөвсгөл, 10. Байгаль, 11. Бүтээл, 12. Хэнтий, 13. Говь, 14. Тянь-Шаны (Зураг 3.49).

Сейсмотектоникийн тойм зургийг мезозойн кайнозойн рифтийн структурүүр хөндийн, хил хязгаар нэгтгэн давхцуулах тоон хэлбэрт хөрвүүлэх ажлыг геологийн зургийг газарзүйн мэдээллийн системийн программ хангамжуудыг ашиглан тоон хэлбэрт хөрвүүлэх ажлын зааврын дагуу гүйцэтгэсэн.

Монгол орны газрын гадарга хэлбэржин тогтсон түүхэн хөгжил манай орны хотгор гүдгэрийн орчин үеийн ерөнхий төлөв байдал дэлхийн гадаад дотоод хүчний хавсарсан үйлдлийн үр дүнд бүрэлдэн бий болжээ. Дотоод хүчний дотор уул тогтох хөдөлгөөн их нөлөө үзүүлж, галт уулын ажиллагаа зэрэг бусад хүчин зүйлийн оролцоо харьцангуй бага оролцжээ. Гадаад хүчний олон үйл явцаас урсгал ус, мөстөлт, байгалийн өгөршил чухал үүрэгтэй байжээ.



Зураг 3.49 Монгол орны газар хөдлөлтийн Сейсмотектоникийн зураг

Монгол орны геологийн хөгжлийн түүхийг үндсэнд нь: кембрийн өмнөх Эрт төрмөлийн эрин, Эрт төрмөлийн дунд ба сүүл, Дунд төрмөл, Шинэ төрмөлийн гэж 5 үе шатанд хуваах боловч үе шатуудын ялгаа болон одоогийн хотгор гүдгэрт нөлөөлөх байдлыг тодорхой болгох үүднээс: кембрийн өмнөх ба эрт төрмөлийн үе шат, Дунд төрмөлийн ба гуравдагч галавын үе шат, дөрөвдөгч галавын үе шат гэж ангилж үзвэл илүү ойлгомжтой болно. кембрийн өмнөх ба эрт төрмөлийн үе шат, кембрийн өмнөх эх төрмөл, анх төрмөлийн эринүүдийн хурдас тус оронд зөвхөн Хөвсгөл нуурын орчим, Хангайн болон Алтайн нурууны баруун хэсэгт бага талбайг эзлэн цөөхөн тархжээ. Харин эрт төрмөлийн эриний хурдас их түгээмэл бөгөөд ялангуяа монголын төв, баруун ба баруун хойд хагаст орчин үеийн гадаргад энд тэндгүй ил гарсан байна.

Кембрийн өмнөх үеийн хурдас дурдсан нутагт талст, занар шохойн чулуу, гнейс зэрэг хувирмал чулуулгаас бүтсэнийг үзэхэд геосинклиналь хотост хуримтлагдсан байв. Тэр геосинклиналь монгол орны баруун хойд ба хойд хэсгийг эзэлж байгаад анх төрмөлийн эриний сүүлчээр уул тогтох хөдөлгөөнөөр ихээхэн атираатан дээш өргөгджээ. Эрт төрмөлийн эрин эхлэхэд уг газар дахин хотойж геосинклиналийн нөхцөлд орсон бөгөөд кембрийн, ордовик, галавуудад уг хотойлт жигд биш явагдсан бол геосинклиналийн нийт хүрээ зүүн тийш болох тусам урагшаа тэлж байв. Силурийн галавын үед монголын баруун хойд ба хойд нутаг калеодоны атираат бүс бүрэлдэн тогтож нэлээд хэсэг нь тавцангийн байдалтай болсон. Силурийн галаваас эхэлж геосинклиналь урагшаа, зүүн тийшээ ихээхэн түрэгдэж тархсан тус орны бусад нутгийг нийтэд нь хамарсан байна. Ийм их хэмжээний геосинклиналь девон галавт үргэлжлэн, яваандаа багасаж, карбон галавт монголын баруун хойд хагас тэр аяараа тавцангийн байдалд оржээ. Перми галавт геосинклиналийн горим манай орны зөвхөн дунд хэсэгт зурвас газар ноёрхож байсан боловч тэр газар нийтдээ нэг хотост байгаагүй, бага хэмжээний хэд хэдэн хотсийн байдалтай байжээ. Ингээд пермийн эцсээр геосинклиналь горим зонхилохдоо бүр мөсөн больж тус оронд нийтдээ эх газрын горим зонхилох болсон. Геосинклиналийн хөгжил хувиралд шууд нөлөөлөл болсон зүйлс нь хурдас тогтвортой нөхцөлд хуримтлагдаж байгаагүй харин тектоник хөдөлгөөн үргэлж явагдаж хурдсыг атриатуулах газрыг дээш өргөх, доош хотойлгох явдал болж байна. Тектоник хөдөлгөөнөөр өргөлт суулт орон цагт жигдгүй явагдаж нэг галавт геосинклиналийн бүсийн дотор геосинклиналь гүдгэр бий болох, далайн гүн гүехэн байх явдал түгээмэл

байсны улмаас далайн хурдасны зэрэгцээ эх газрын хурдас хуримтлагдах, хурдасны зузаан нимгэн харилцан адилгүй болжээ. Чулуулаг атриатаж үе давхаргын оршилт өөрчлөгдөж, зарим галавын хурдасны үе давхарга эгц босоо болсон ч байдаг. Нөгөө талаар атриатах үйл явцын сацуу галт уулын ажиллагаа идэвхжиж ан цаваар магмын чулуулаг нэвтрэн орж ирэх, боржин шургамал чулуулаг их бага хэмжээгээр тогтох, галт уулын голомт маягийн оргилох үзэгдэл багагүй явагджээ.

Эрин галавууд дахь тектоник хөдөлгөөн, ордовикийн эцэс, силурын эхэнд болсон каледони хөдөлгөөн, карбон эхэн үеийн дараахан мөн пермийн галавын сүүлчээр болсон герцины атираат хөдөлгөөн нэн хүчтэй явагдсан учир геосинклинал болон хуурай газрын тархалтад илэрхий нөлөө үзүүлсэн. Салиар болон каледоны атираашлаар Хөвсгөл орчим, Хангайн уулархаг нутгийн баруун хойд хагас д.т.д гарч хуурай газар болоод эрт төрмөлийн эриний 2-р хагасын туршид хуурай газар хэвээр байжээ. Герцений хөдөлгөөний анхдугаар үе шатанд хуурай газрын хэмжээ улам нэмэгдэж, 2-р үе шатнаас эхэлж монгол орны нийт нутгаас далайн мөс түрэгдэн үгүй болж хуурай газар тогтжээ (В.Г.Васильев). Перми галавын геосинклинал герцины хөдөлгөөнд автагдаж хурдас чулуулаг атираатаж хуурай газар тогтсоноор Монгол-Алтай, Хангай, Хэнтийн нуруу, Монголын дорнод хагас дахь уулсын эх суурь анх тавигдаж орчин үеийн уул зүйн тогтолцоо дүр төрх хэлбэржин тогтож ирсэн байна.

Монгол орны нутагт эрт төрмөлийн эриний турш байсан геосинклиналийн хойд талд Сибирийн тавцан, урд талд Зүүн гар орны тарамцаг, хятадын тавцан байрласан болохоор тектоник хөдөлгөөн тэдгээрт эрт хатуужсан газрын нөлөөгөөр хурдас чулуулгийг тодорхойлж чиг барьж атриажуулж байв.

ДӨРӨВДҮГЭЭР БҮЛЭГ
ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ГОРИМЫН СУДАЛГАА

4. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ГОРИМЫН СУДАЛГАА

Аливаа бүс нутгийн газар хөдлөлтийг орон зайн байрлал, хугацаагаар нь цогцоор судлахыг горим гэдэг. Газар хөдлөлт бүр нь өөрийн гэсэн байрлал (ϕ , λ), голомтын гүн, хэлбэр хэмжээ, долгионы спектр зэргээр тодорхойлогдоно. Энэхүү газар хөдлөлтүүдийн голомтын орон зайн байрлал, хугацааны зүй тогтлыг судалснаар тухайн бүс нутгийн газар хөдлөхүйд үнэлгээ өгч, хүчтэй хөдлөлтийн давтагдлыг тооцоолон, газар хөдлөлтийн идэвхийн зургийг зохиодог. Эдгээр нь Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын болон хот суурин газрын бичил мужлалын зураг зохиоход гол үндэслэл болдгоороо чухал ач холбогдолтой

Горимын судалгаанд газар хөдлөлтийн давтагдал ба идэвхийн параметрууд гол үүрэгтэй. Горимын судалгаагаар хүчний хувьд янз бүрийн газар хөдлөлтийн орон зайн байрлал, хугацааны хамаарлын зүй тогтлыг тогтоохоос гадна тухайн бүс нутгийн газар хөдлөлтийн идэвх, түүний дундаж давтагдлыг тооцоолох боломжтой байдаг.

Газар хөдлөлтийн давтамж магнитудын харьцаанаас судалгааны бүс бүрийн идэвхжилтийг мэдэж болдог. Өөрөөр хэлбэл газар хөдлөлтийн идэвхжилт болон давтагдалтын хугацааг түүний хүч ба газар хөдлөлтийн тоонд дүн шинжилгээ хийх замаар тогтоох боломжтой. Давтагдлын график нь тухайн сейсмик долгионы далайцын динамик ангиллаар (M) тодорхойлогдсон хөдлөлтийн тооны логарифм утгын шулуун хамаарал байдаг. Байгалын түгээмэл үзэгдлийн статистик зүй тогтолтыг тархалтын «зэргээр» илэрхийлэгдэх хуульд захирагдах нь элбэг байдаг бөгөөд үүнийг Гутенберг-Рихтерийн хууль гэж нэрлэдэг. Шугаман хэлбэрийн графикаар дүрслэгдэх судалгааны өгөгдлүүд нь дээд доод хязгаартайгаа уялдаатай байдаг.

Давтагдалтын график нь заримдаа шугаман бус хамааралтай болох нь динамик үнэлгээний шугаман бус шаталбараас, эсвэл бүрэн бус мэдээлэл бүрдүүлэлтээс үүдэлтэй байдаг байна. Энэхүү давтагдалтын графикийн налалтын өнцөг болох **b утга** нь хүчтэй ба сул хөдлөлтүүдийн хоорондын харьцаа буюу тухайн бүс нутгийн хүчдэл хуримтлагдах нөхцөлийг тодорхойлдог бөгөөд энэ нь сейсмоструктур хөдөлгөөний төрлөөс хамааралтай байдаг. Харин давтагдалтын графикийн өөр нэг параметр нь түүний тогтмол **a утга** бөгөөд энэ нь газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн зэргийг харуулдаг.

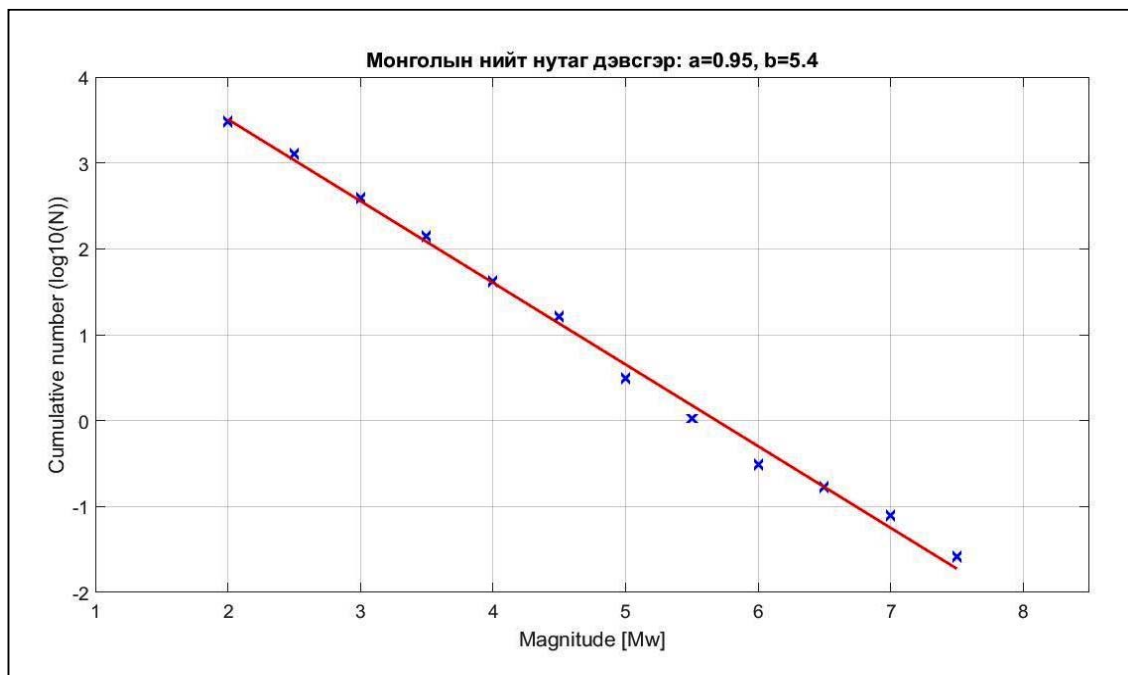
Дээрх илэрхийллийг томъёолбол:

$$\text{Log}(N) = a - bM \quad (4-1)$$

Үүнд: N – газар хөдлөлтийн тоо, M – магнитуд.

Графикийн налалтын өнцөг b-утга нь тухайн бүс нутагт болох хүчтэй газар хөдлөлтийн давтагдалтыг харуулах ба энэ нь “1”-тэй тэнцүү буюу түүнтэй ойролцоо утгатай байдаг. Харин тус утга багасах нь тухайн бүс нутагт дахь идэвхтэй хагарлын дагуу хүчдэл хуримтлагдах үзэгдэл нь хүчтэй явагдаж буйг илэрхийлдэг байна. Мөн энэ утга нь сейсмодектоник хөдөлгөөний төрлөөс ихээхэн хамааралтай байдаг байна.

Тус аргачлалаар 1900 - 2017 онд болсон газар хөдлөлтүүдийн мэдээллийг ашиглан Монголын нийт нутаг дэвсгэр болоод газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүс болох сейсмодектоник бүс бүрийн хувьд мөн эдгээр бүсүүдэд оршиж байгаа газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарал бүрийн хувьд газар хөдлөлтийн идэвх, магнитуд-давтамжийн утгуудын тооцоог хийсэн болно.



Зураг 4.1 Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрт бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

Энэхүү судалгаагаар Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн магнитуд-давтамжийн утгыг сүүлийн үеийн мэдээллийг нэмж тооцож үзэхэд газар

хөдлөлтийн давтагдалт $b=0.95$, идэвхжилт нь $a=5.4$ гэсэн утга гарч байна (Зураг 4.1). Урд өмнө хийсэн горимын судалгааны ажилд 1964-2002 онд болсон $Ml>2.0$ хөдлөлтийн мэдээллийг ашиглан магнитуд-давтамжийн утгыг тодорхойлоход газар хөдлөлтийн давтагдалт нь $b=0.8$ харин газар хөдлөлтийн идэвхжилт нь $a=6.1$ гэж гарсан байдаг [Ulziibat. М., 2006].

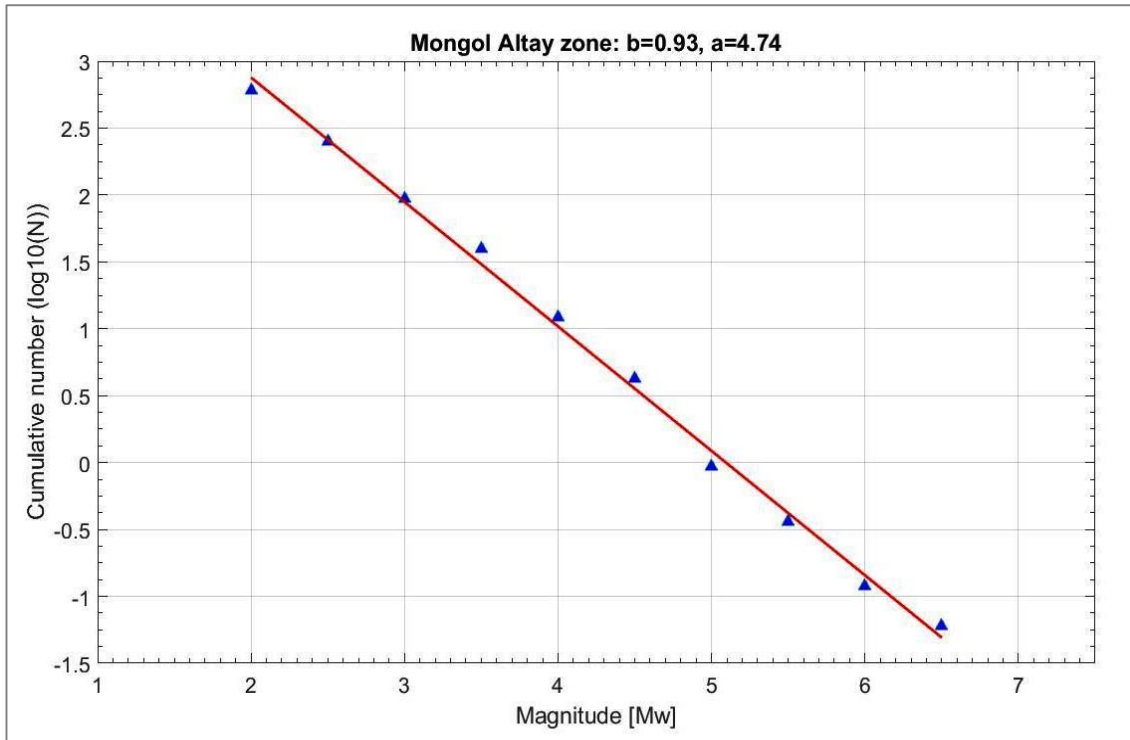
Зураг 4.1-д Монголын газар хөдлөлтийн ерөнхий давтагдлын графикт цөөн жилийн сулавтар хөдлөлт олон жилийн хүчтэй хөдлөлтийн давтагдлын тоотой нэгэн шулууны дагуу байрлахын зэрэгцээ тоон утга нь 0.95 байгаа нь тухайн бүсийн горимын явц тогтвортой байгааг харуулж байна. Үүнээс Монгол орны нутаг дэвсгэрт хүчтэй ($Mw>5.5$) хөдлөлт хэдэн жилийн давтагдалтай тохиолдож болохыг тооцож болох юм. Тухайлбал:

$Mw=5.7$ бүхий газар хөдлөлт нэг жилд 1 удаа;

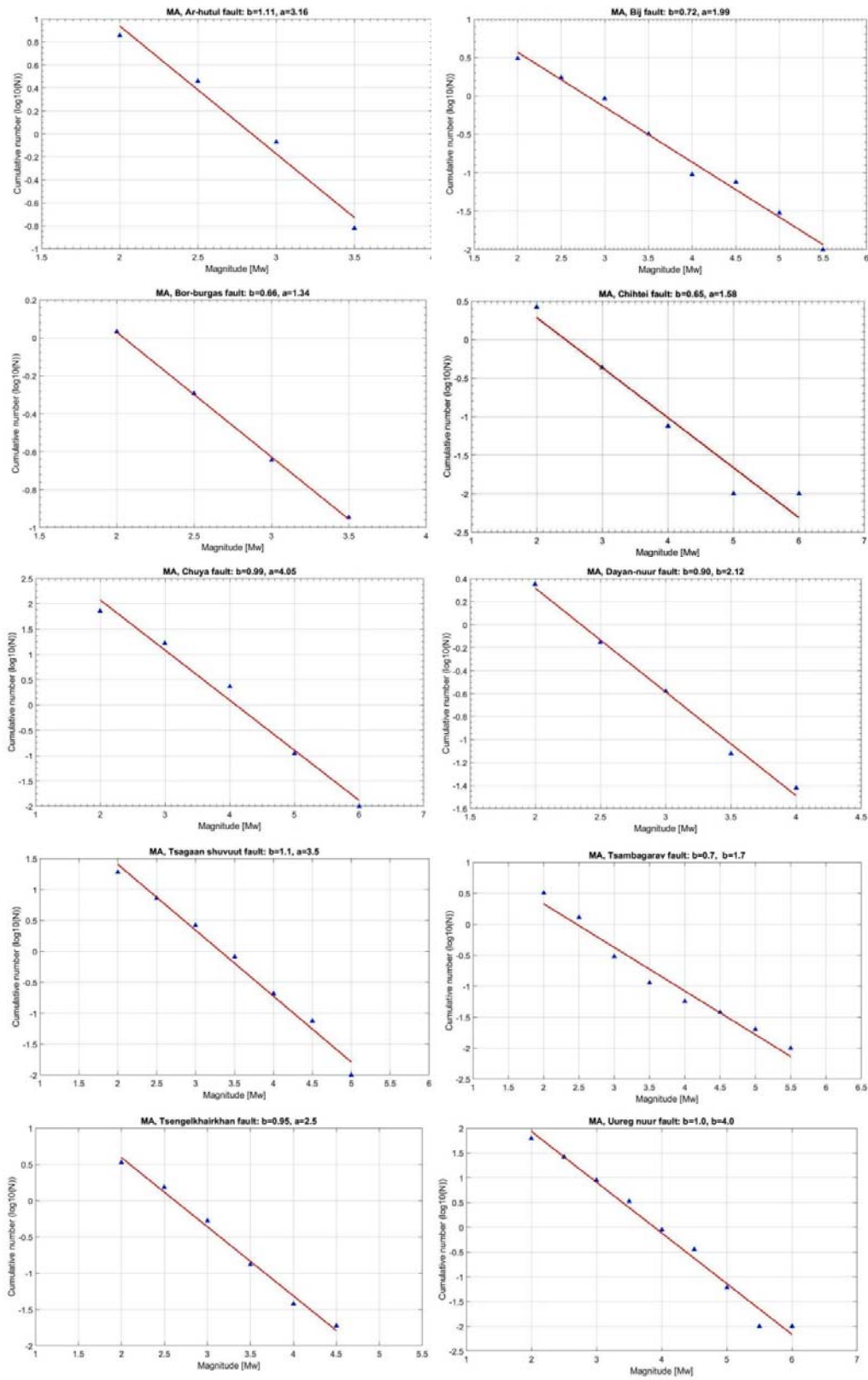
$Mw=6.0$ бүхий газар хөдлөлт 4-6 жилд 1 удаа;

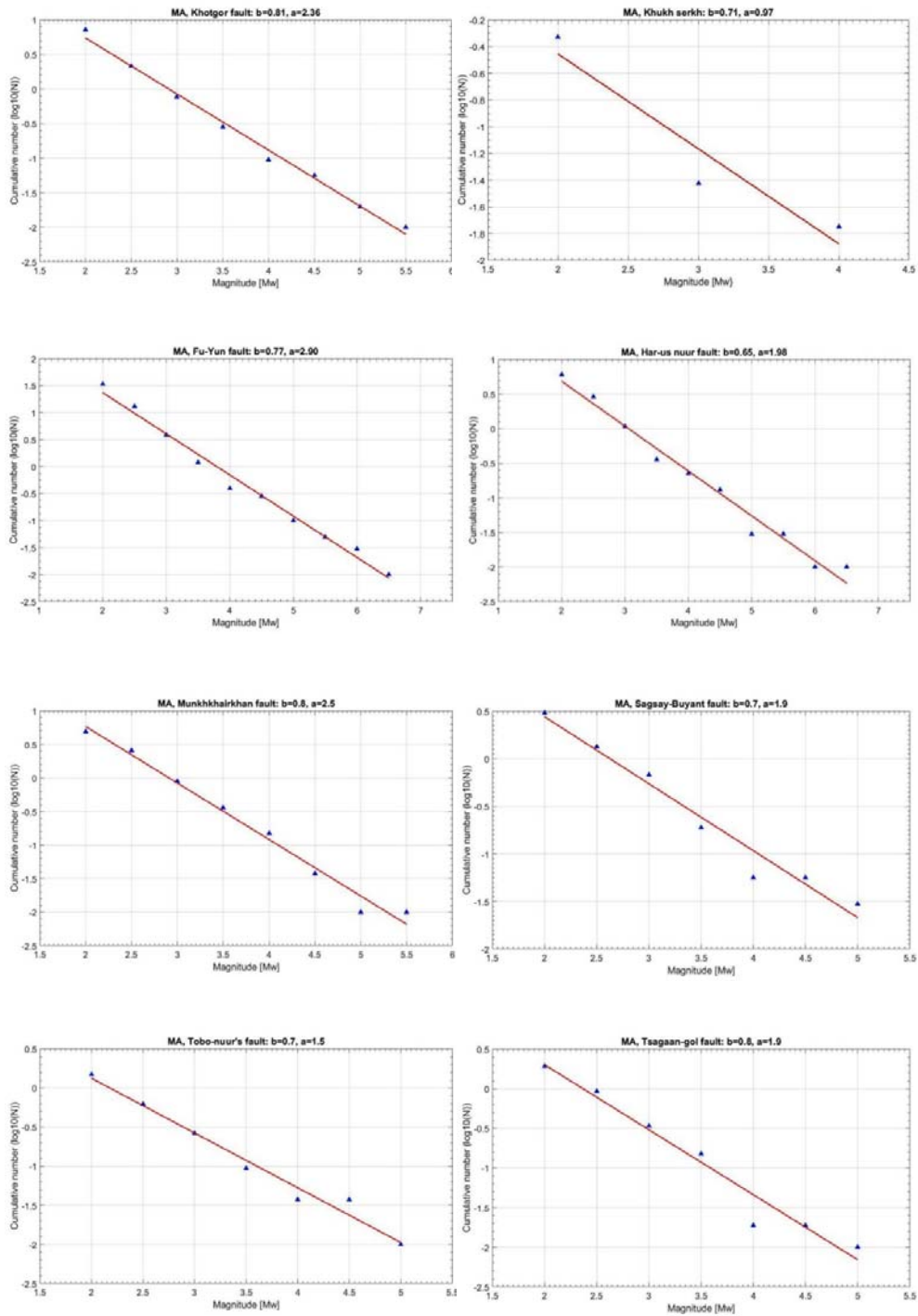
$Mw=6.7$ бүхий газар хөдлөлт 10-15 жилд 1 удаа газар хөдлөлт Монгол орны нийт нутаг дэвсгэр болоод түүний хил орчмын бүсэд тохиолдох боломжтой гэсэн тооцоог хийсэн болно. Монгол орны нийт нутаг дэвсгэр болоод түүний хил орчмын бүсэд сүүлийн 109 жилд магнитуд нь $Mw=6.7$ бүхий газар хөдлөлт 9 удаа болсон нь дээрх тооцоотой ойролцоо байна. Үүнээс гадна газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүсүүд болох 14 сейсмостектоник бүс болон тэдгээр бүсүүдэд орших газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарал тус бүрийн идэвхжилт болоод магнитуд-давтамжийн утгуудын тооцоог хийж үр дүнг нэгтгэн гаргасан болно (Зураг 4.26, Зураг 4.27).

➤ **Монгол Алтайн бүсийн хувьд** газар хөдлөлтийн идэвхжилт хамгийн их өндөртэй, олон тооны идэвхтэй хагарлууд энэхүү бүсэд оршдоогоороо онцлог бүс нутаг юм. Эдгээр хагарлуудаас нөлөө үзүүлж болохуйц гол 18 хагарлууд дээр тооцоог хийсэн болно. Үр дүнгүүдийг нэгтгэн графикаар үзүүлэв (Зураг 4.2).



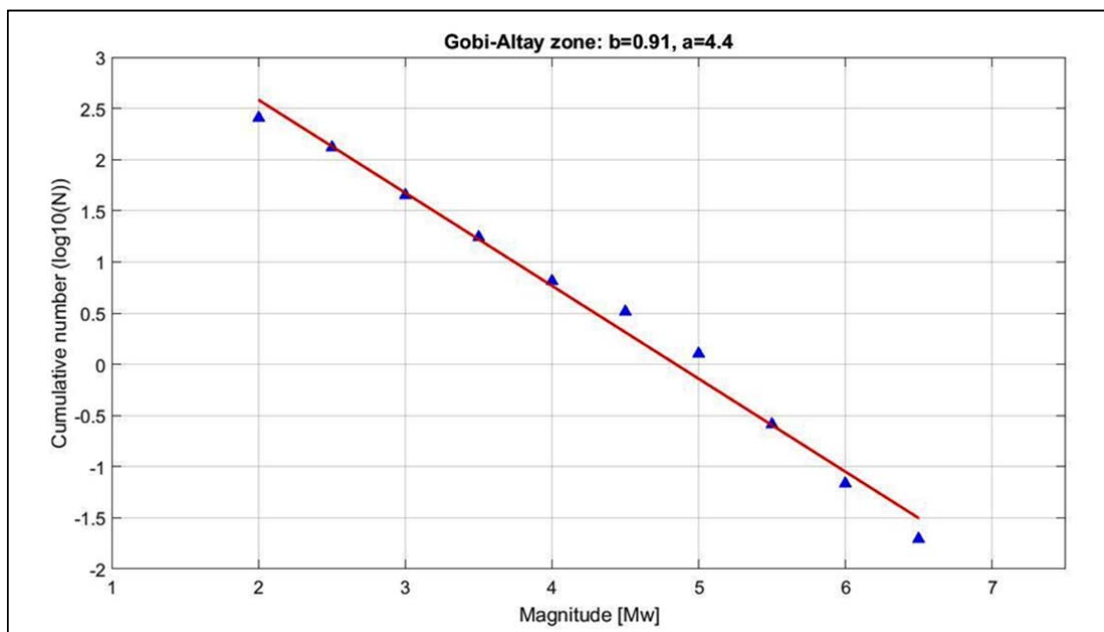
Зураг 4.2 Монгол Алтайн бүсэд бүртгэгдсэн нийт газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй



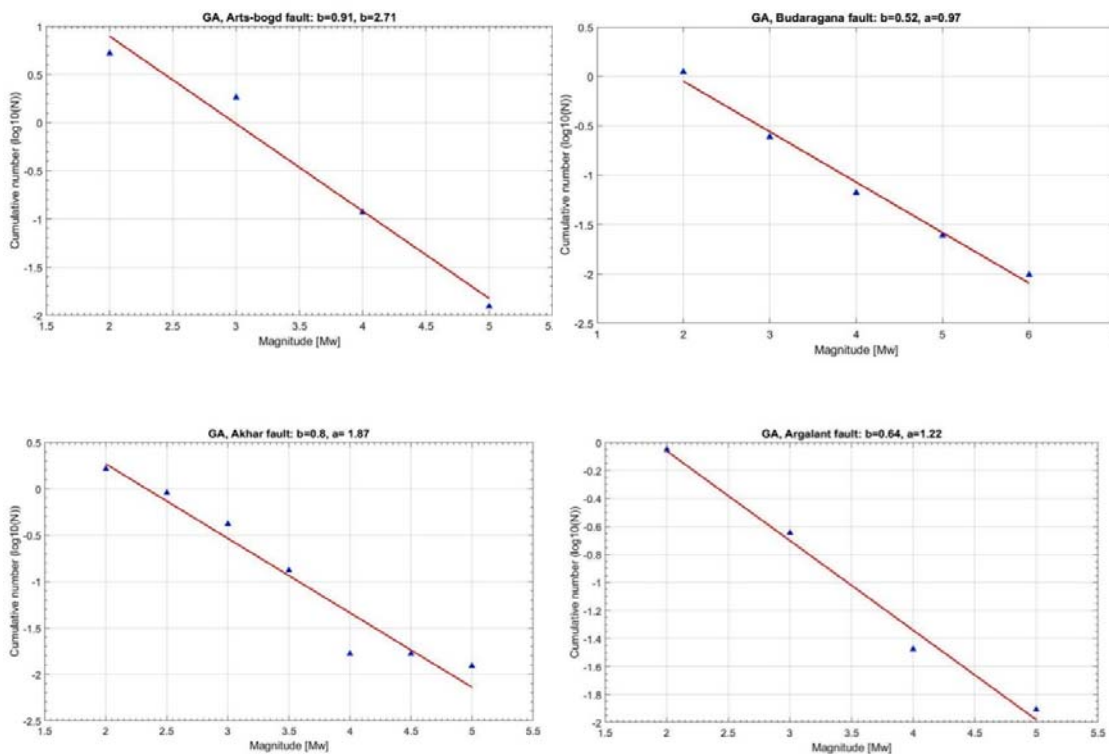


Зураг 4.3 Монгол Алтайн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.

➤ **Говь-Алтайн бүсийн хувьд:**

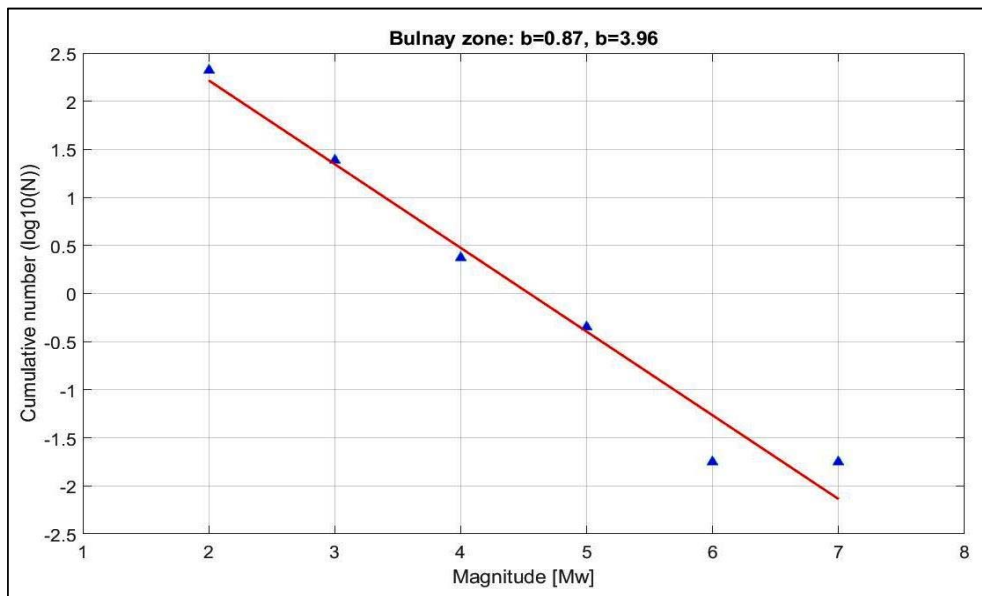


Зураг 4.4 Говь-Алтайн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

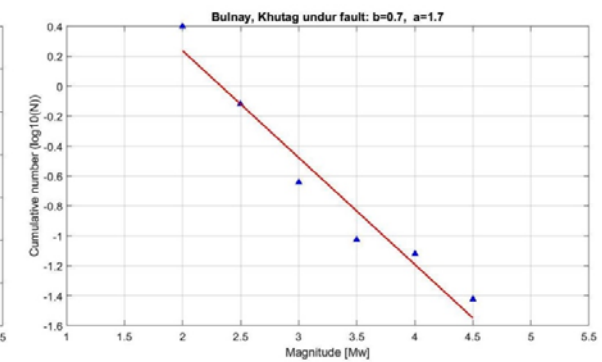
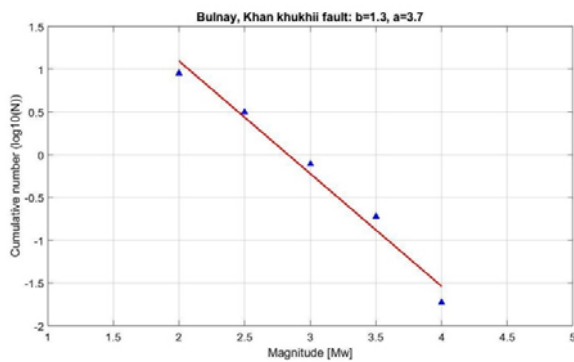
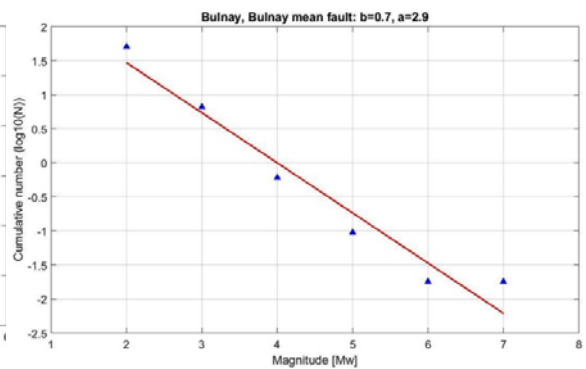
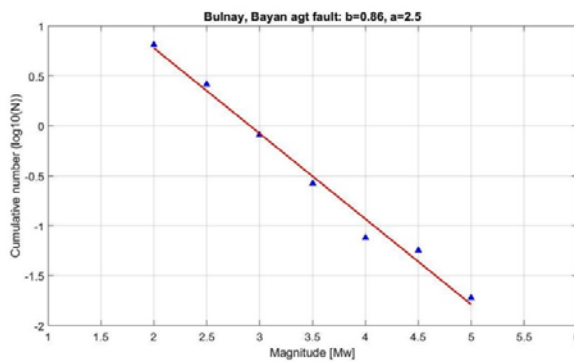


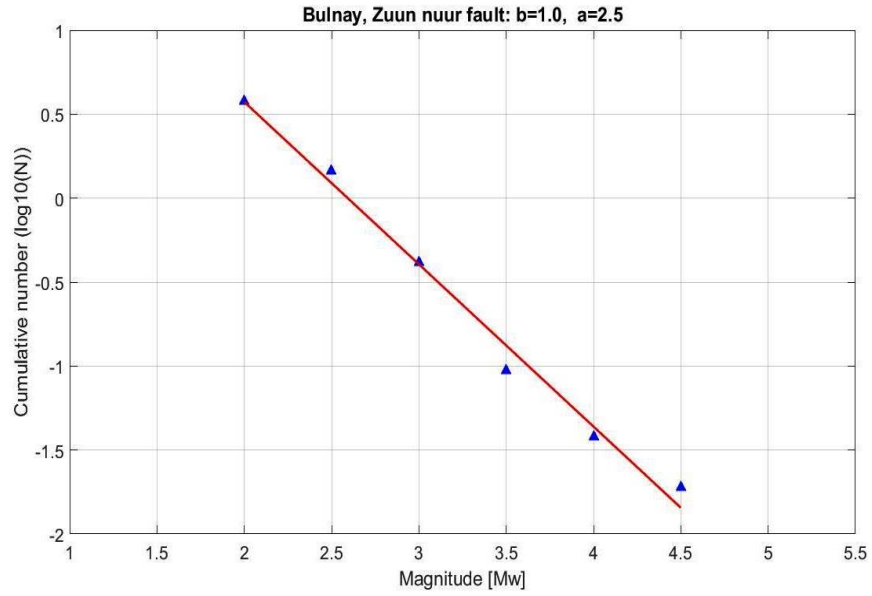
Зураг 4.5 Говь-Алтайн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.

➤ **Булнайн бүсийн хувьд:**



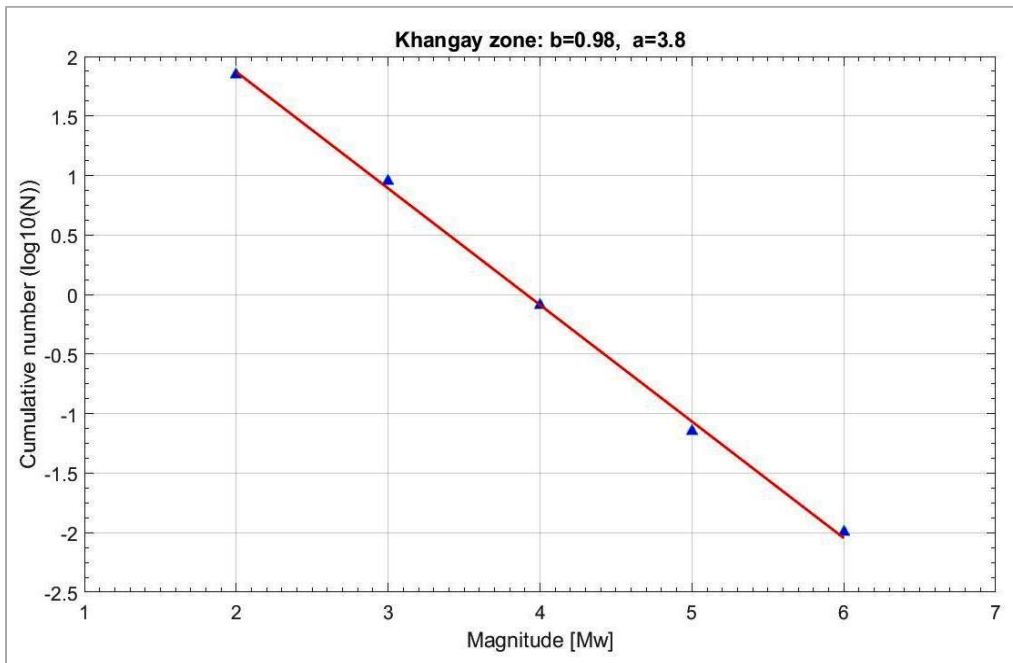
Зураг 4.6 Булнайн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй



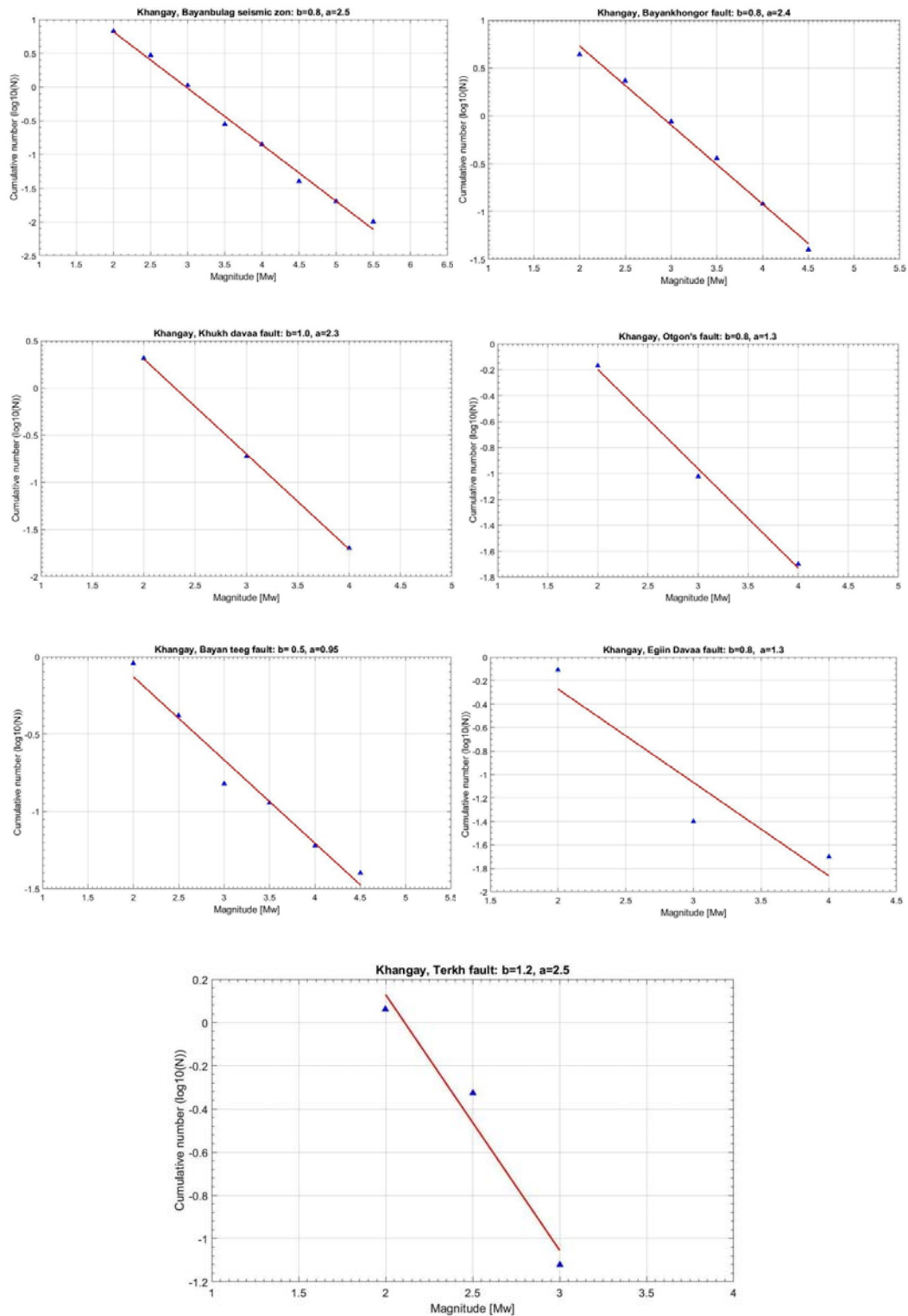


Зураг 4.7 Булнайн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.

➤ **Хангайн бүсийн хувьд:**

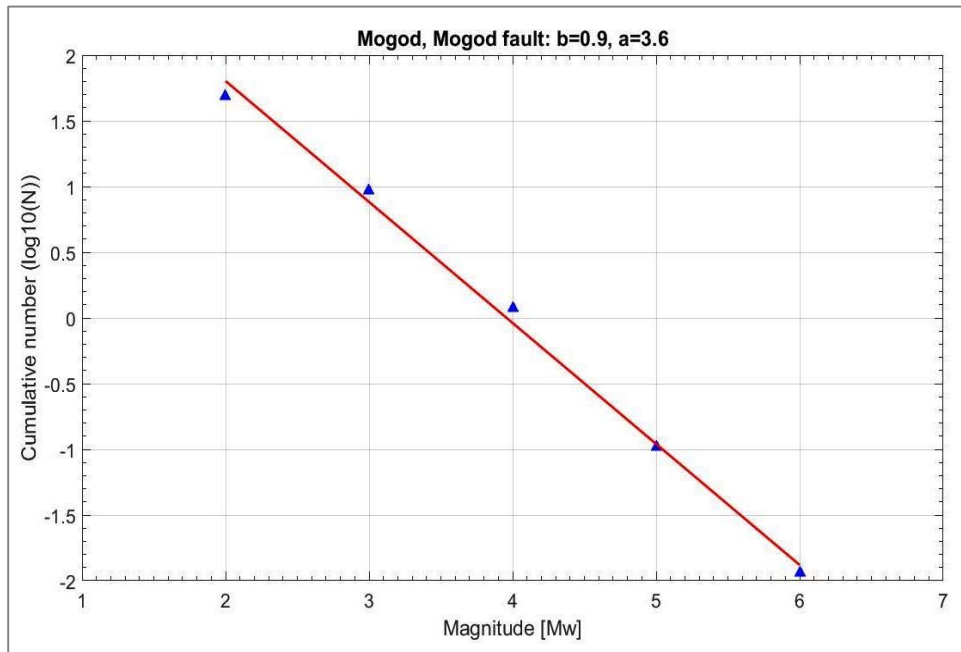


Зураг 4.8 Хангайн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

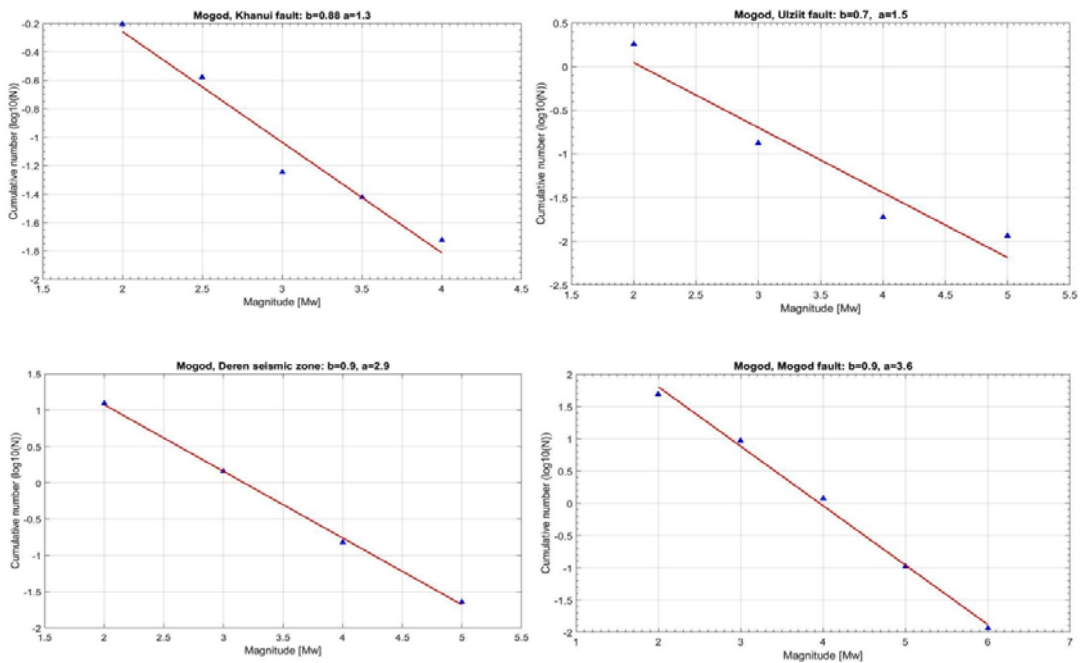


Зураг 4.9 Хангайн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.

➤ **Могодын бүсийн хувьд:**

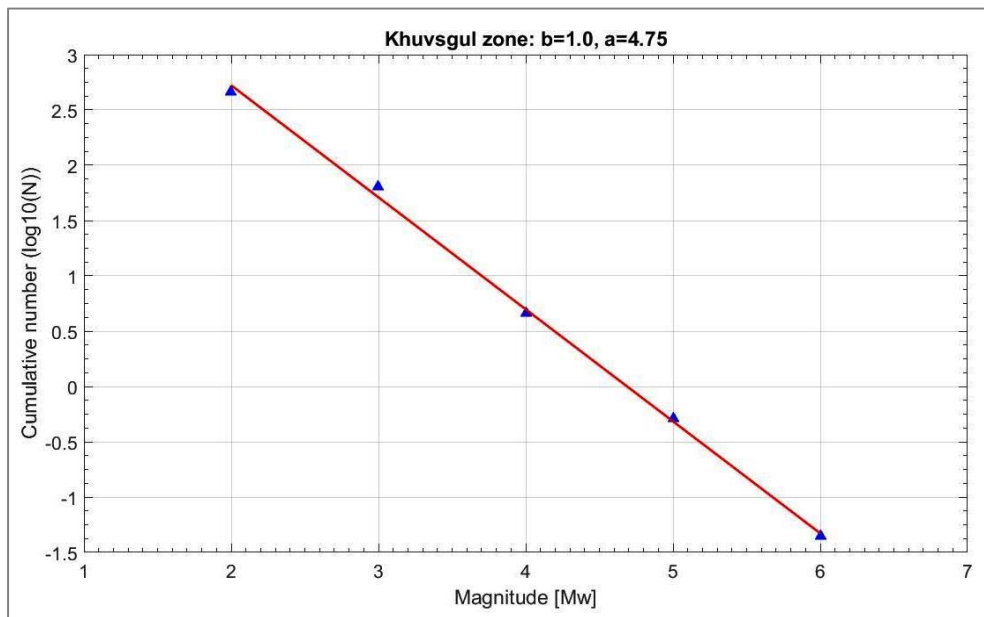


Зураг 4.10 Могодын бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

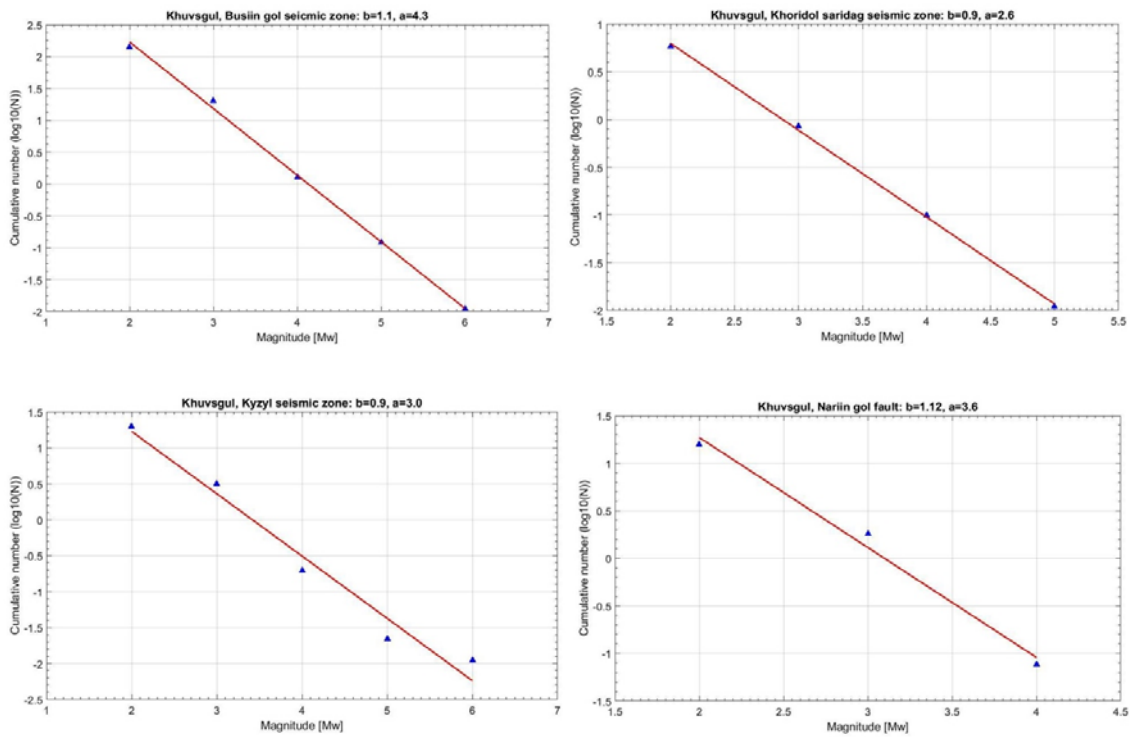


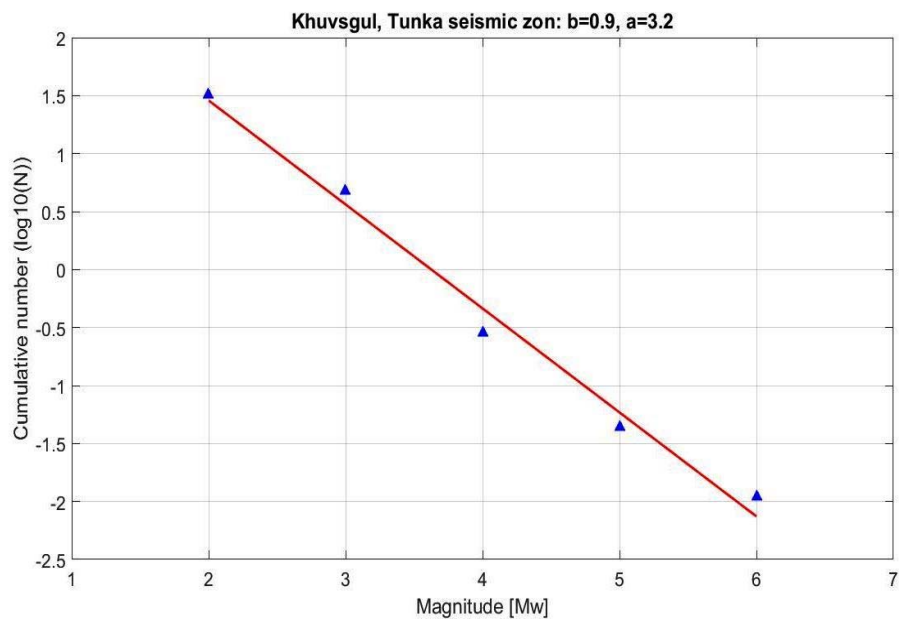
Зураг 4.11 Могодын бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.

➤ **Хөвсгөлийн бүсийн хувьд:**



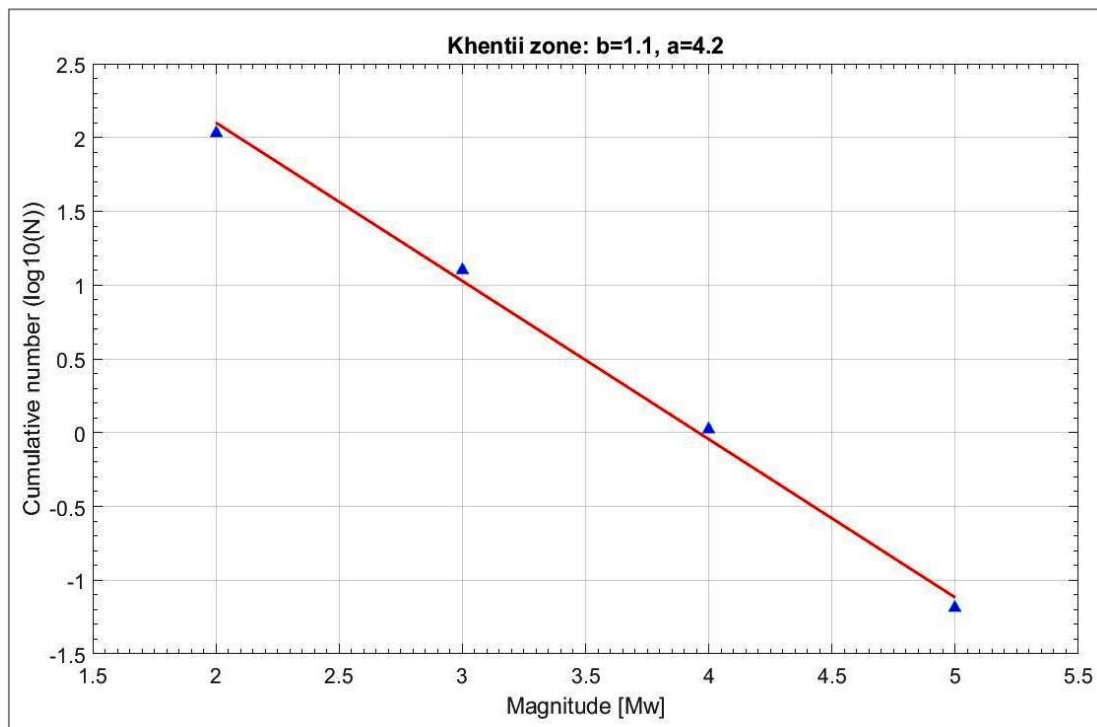
Зураг 4.12 Хөвсгөлийн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй



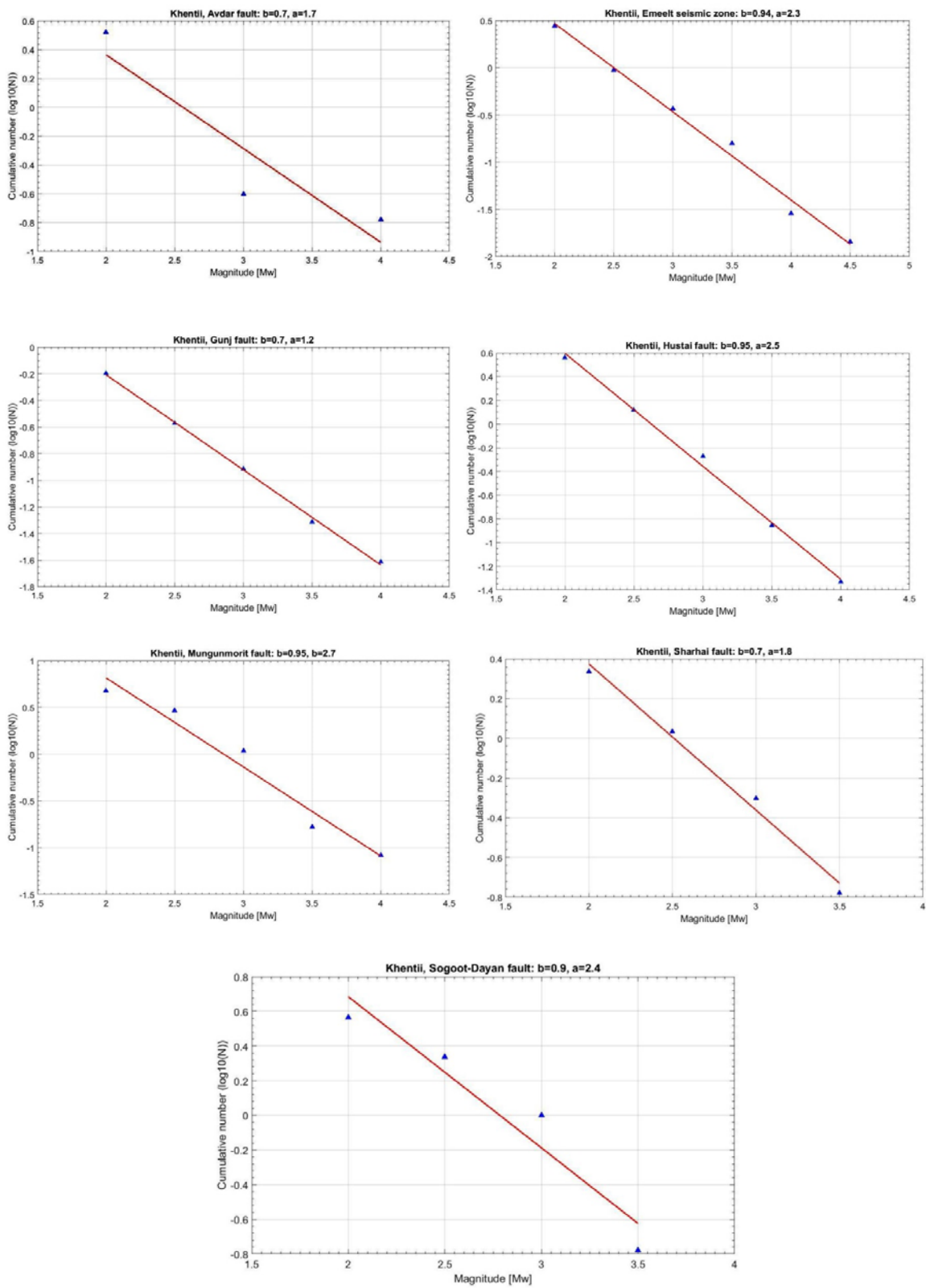


Зураг 4.13 Хөвсгөлийн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.

➤ **Хэнтийн бүсийн хувьд:**

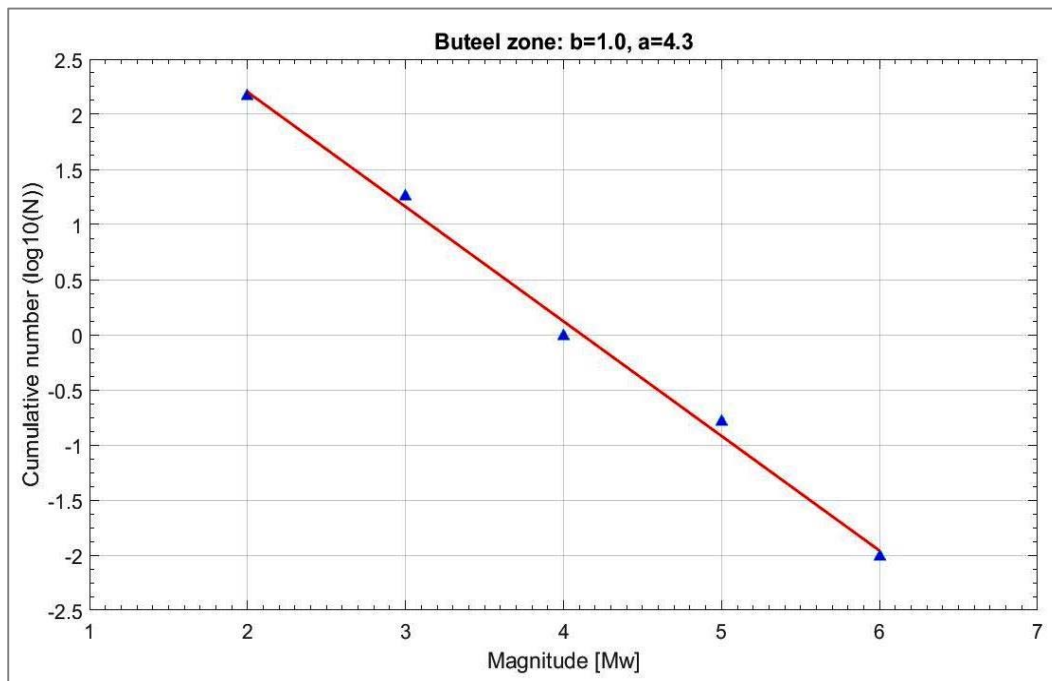


Зураг 4.14 Хэнтийн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

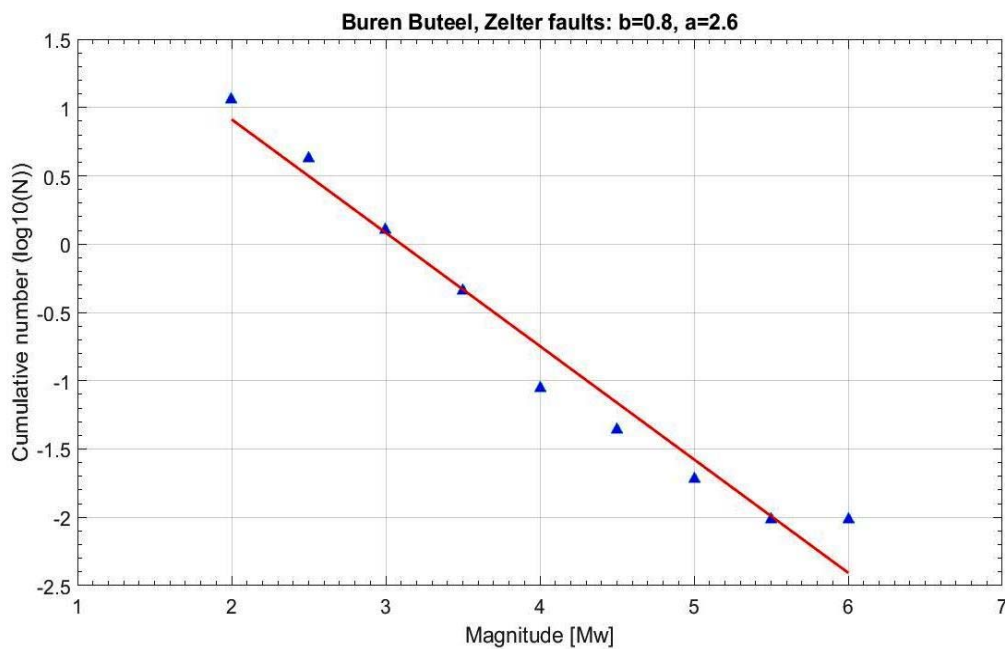


Зураг 4.15 Хэнтийн бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.

➤ **Бүрэн-Бүтээлийн нурууны бүсийн хувьд:**

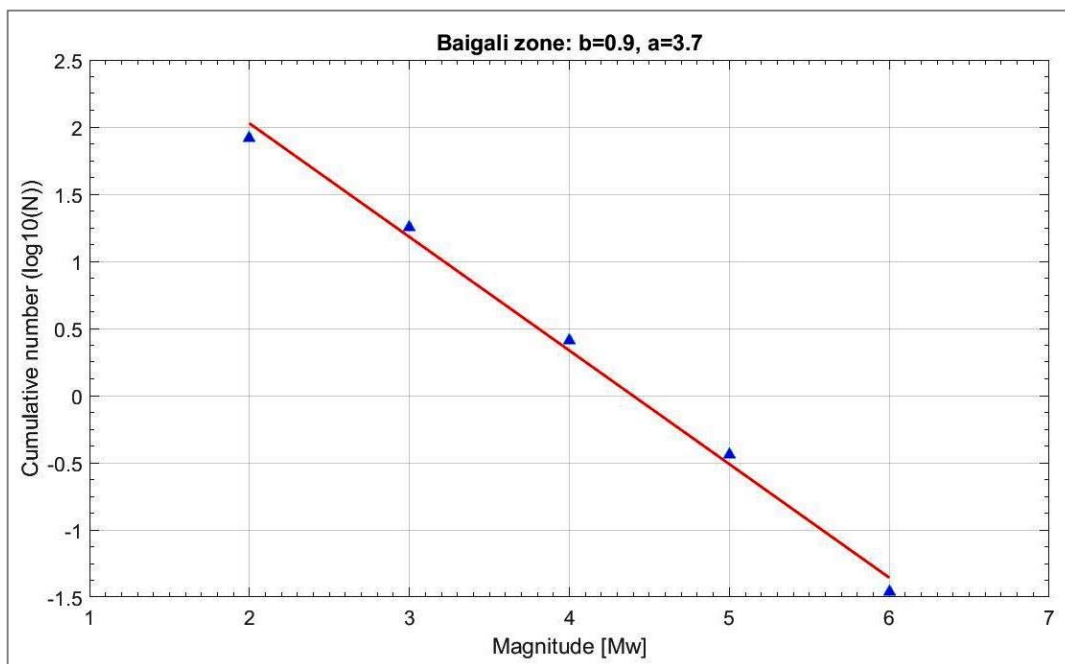


Зураг 4.16 Бүрэн-Бүтээлийн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй



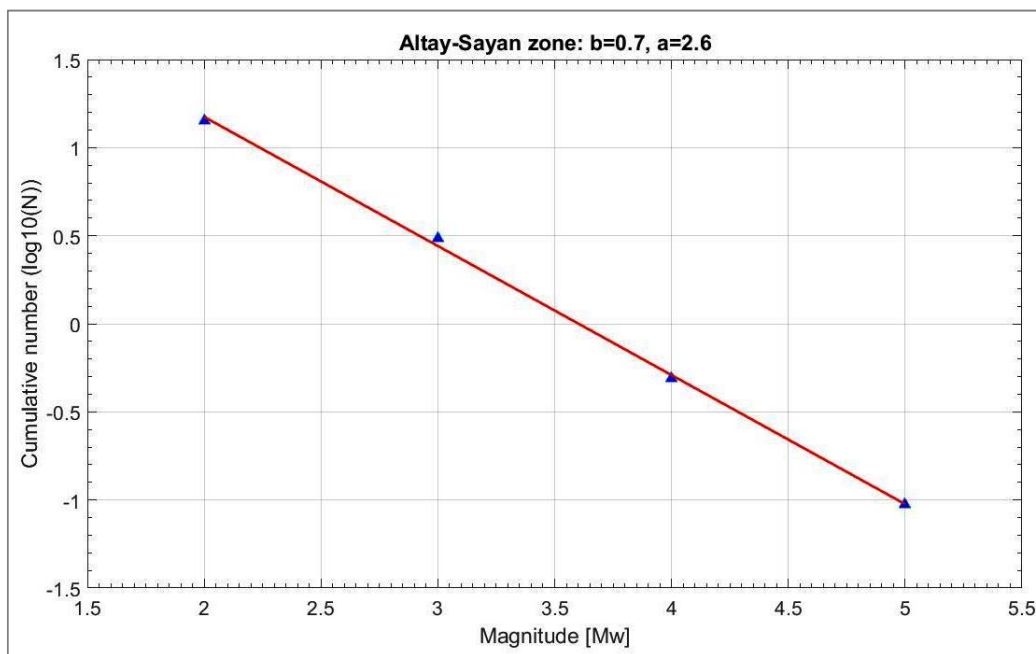
Зураг 4.17 Бүрэн-Бүтээлийн бүсэд оршиж байгаа Зэлтэрийн идэвхтэй хагарлын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй.

➤ **Байгалийн бүсийн хувьд:**



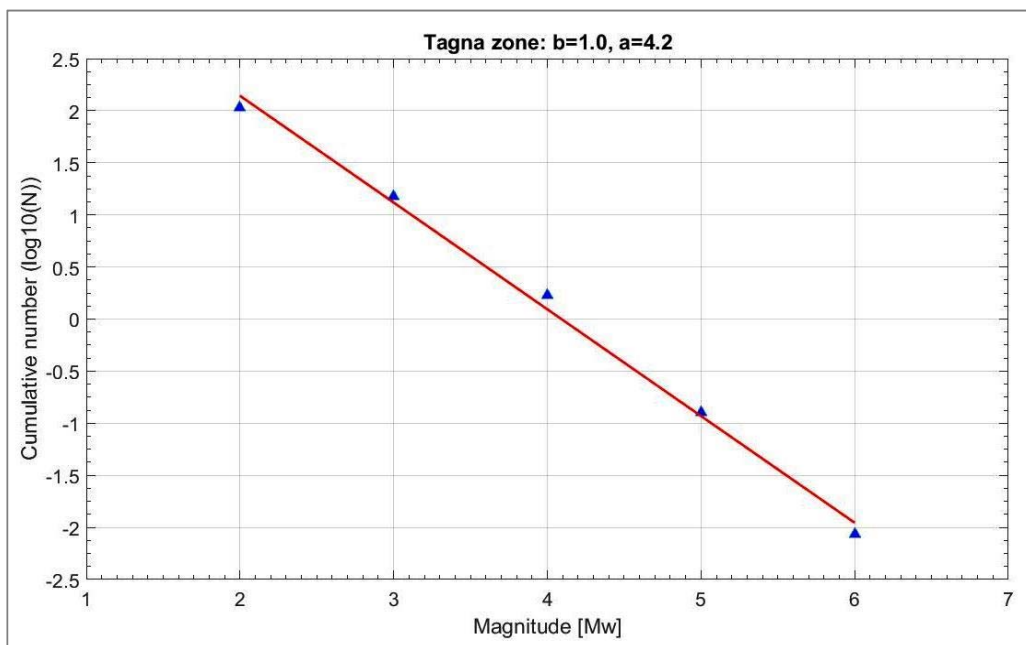
Зураг 4.18 Байгалийн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

➤ **Алтай-Саяны бүсийн хувьд:**



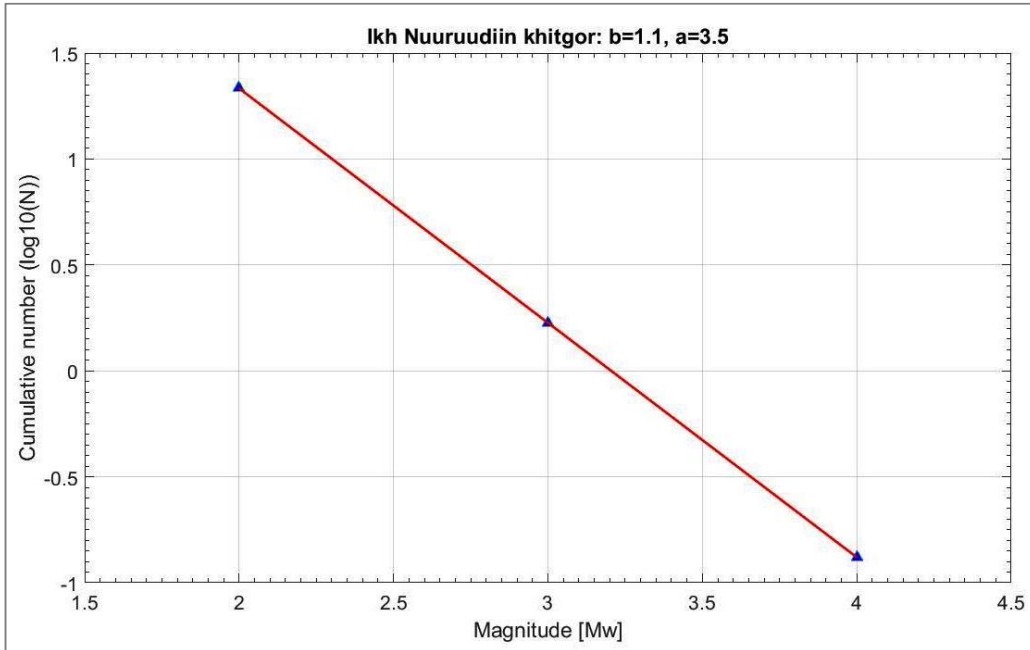
Зураг 4.19 Алтай-Саяны бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

➤ **Тагнийн нурууны бүсийн хувьд:**



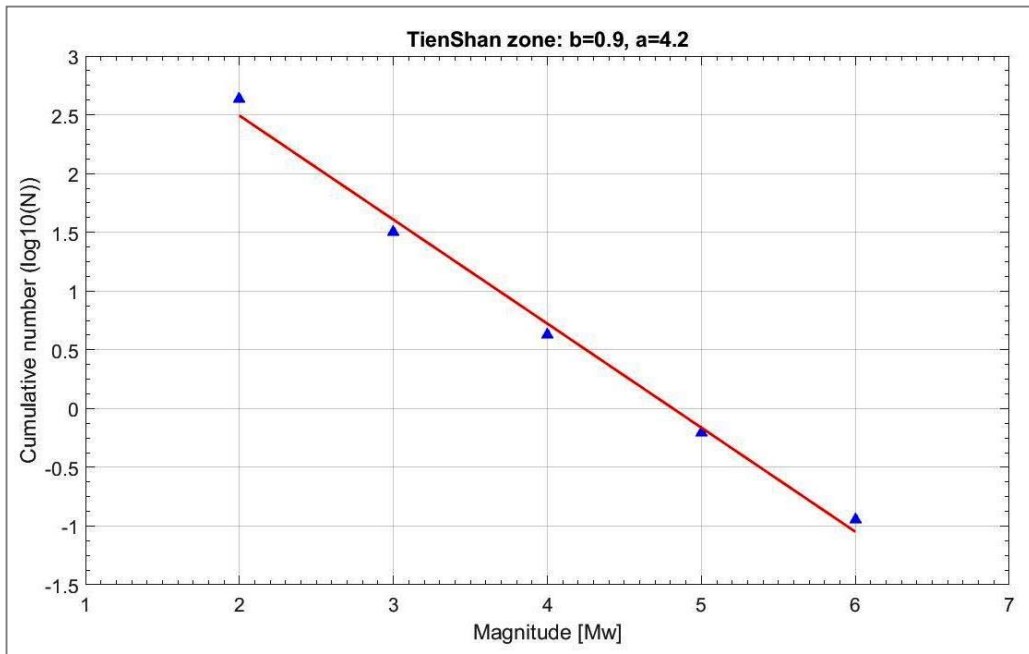
Зураг 4.20 Тагнийн нурууний бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

➤ **Их нууруудын хотгорын хувьд:**

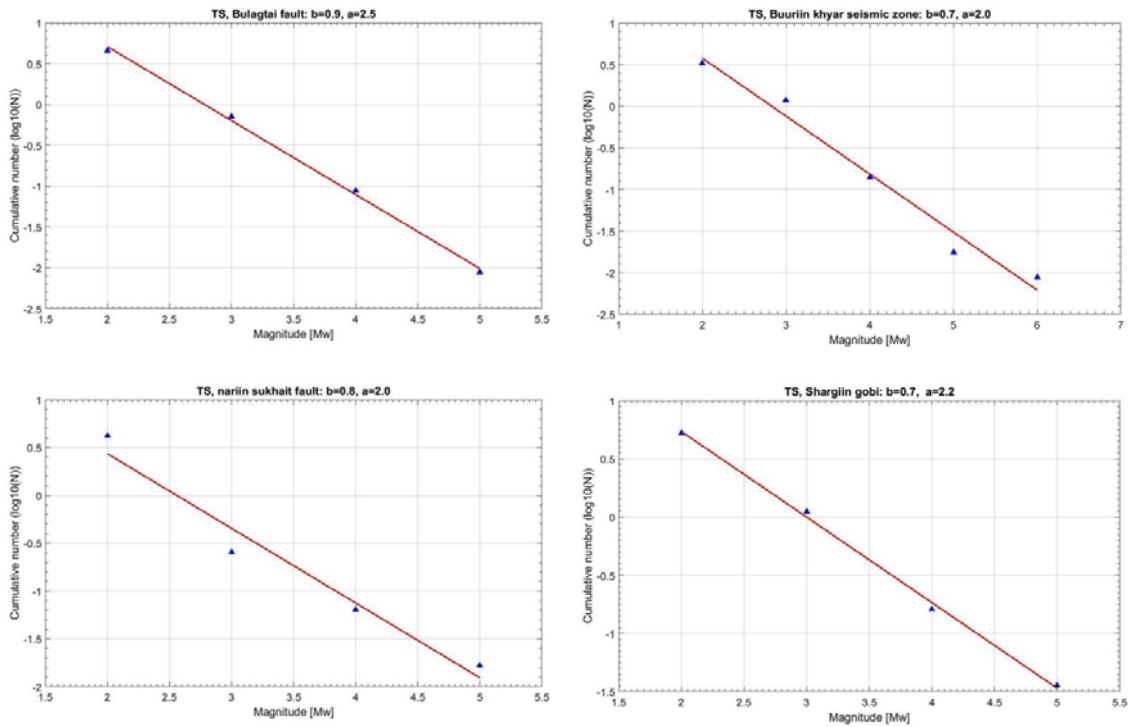


Зураг 4.21 Их нууруудийн хотгорын бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

➤ **Тянь-Шанын бүсийн хувьд:**

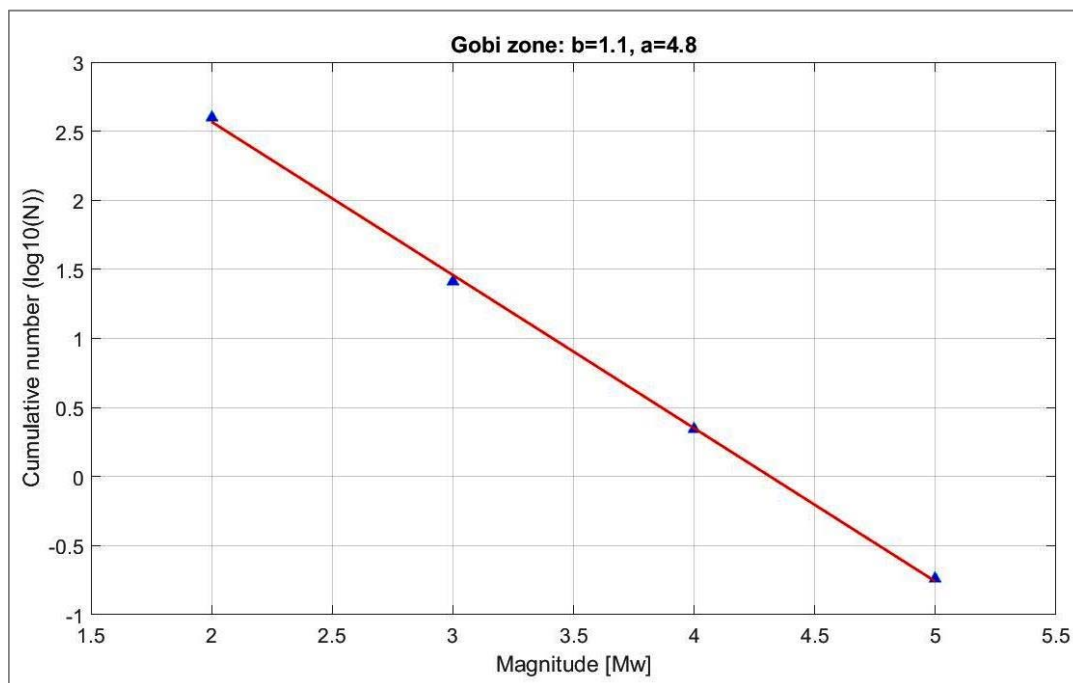


Зураг 4.22 Тянь-Шаны бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

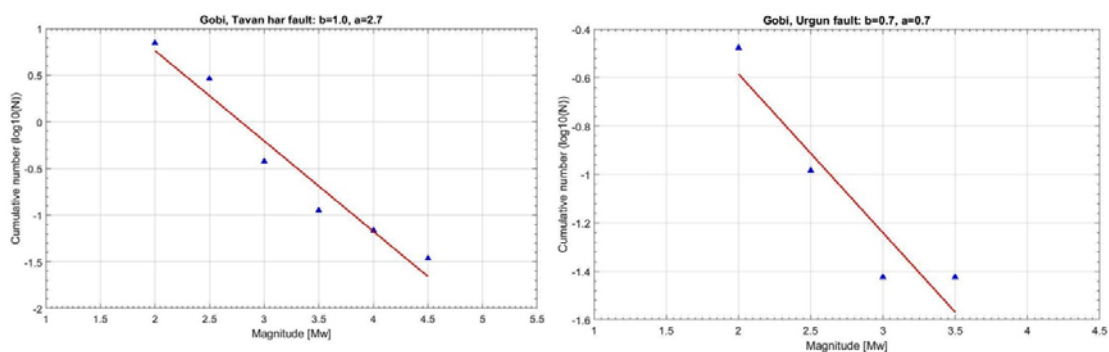


Зураг 4.23 Тянь-Шаны бүсэд оршиж байгаа идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.

➤ **Говийн бүсийн хувьд:**

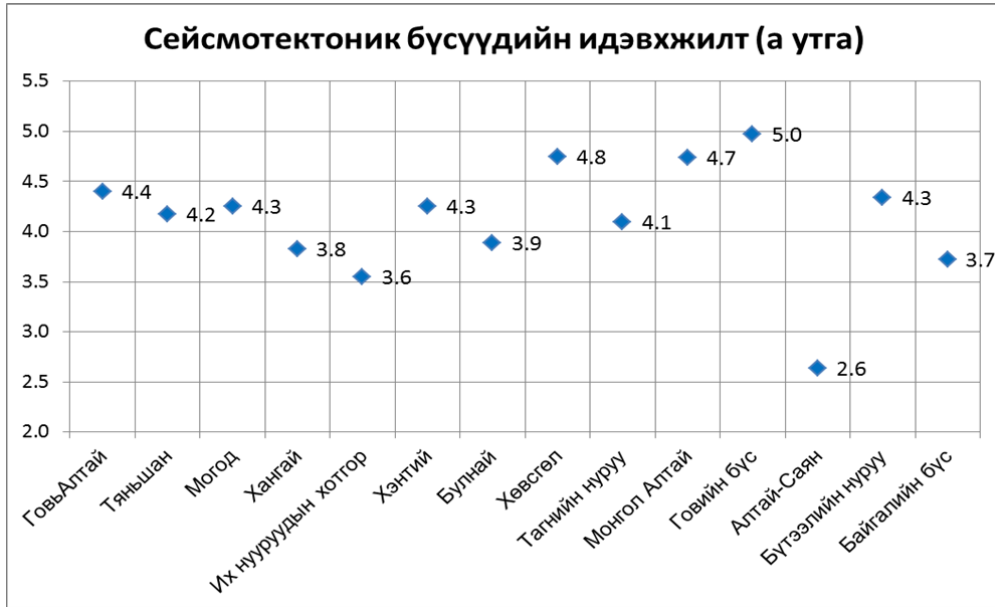


Зураг 4.24 Говийн бүсэд бүртгэгдсэн газар хөдлөлтийн давтамжийн муруй

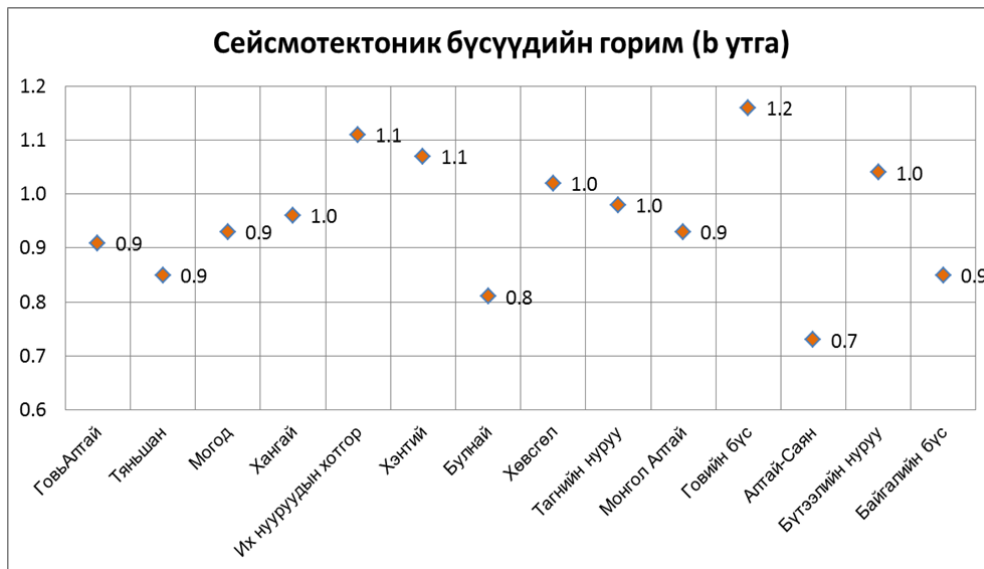


Зураг 4.25 Говийн бүсэд оршиж байгаа Таван хар болон Өргөний идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийг бүсийн үндсэн мэдээллээс ялган авч тооцсон газар хөдлөлтийн давтамжийн муруйнууд.

Сейсмотектоник бүс бүрийн хувьд энэхүү горимын судалгааг хийж, магнитуд-давтамж болон идэвхжилтийг тооцож гарсан үр дүнг нэгтгэн дараах графикаар харуулав (Зураг 4.26, Зураг 4.27).



Зураг 4.26 Сейсмоструктур бүс бүрийн идэвхжилт



Зураг 4.27 Сейсмоструктур бүс бүрийн газар хөдлөлтийн давтагдалт

Эдгээр нэгтгэсэн графикуудаас харахад Их Нууруудын хотгор болон Алтай-Саяны бүсээс бусад бүх бүсүүдийн идэвхжилт өндөр, газар хөдлөлтийн давтагдалтын утга нь Булнай болон Алтай-Саяны бүсүүдээс бусад бүсүүд харьцангуй тогтвортой байгааг харж болно. Алтай-Саян бүсийн хувьд бусад бүсээсээ давтагдлын утга хамгийн бага байгаа нь тус бүсэд хүчтэй хөдлөлт болох магадлалтай боловч идэвхжилт хамгийн бага байгааг харж болно.

ТАВДУГААР БҮЛЭГ
ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ДОЛГИОНЫ
ЗАМХРАЛТЫН СУДАЛГАА

5. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН ДОЛГИОНЫ ЗАМХРАЛТЫН СУДАЛГАА

Газар хөдлөлтийн аюулгүйн үнэлгээний ажлын нэг чухал хэсэг бол тухайн нутаг дэвсгэр дэх хөрсний хамгийн оргил хурдатгал (PGA)–ийг тодорхойлох асуудал юм. Хөрсний хамгийн оргил хурдатгал гэдэг нь тухайн хөрсөн дээрх газар хөдлөлтийн долгионы хамгийн их хурдатгал бөгөөд газар хөдлөлтийн инженерчлэлийн судалгааны гол чухал параметр юм. Газар хөдлөлтөөс хамаарах тухайн судалгааны талбайд нөлөөлөх хөрсний хамгийн оргил хурдатгалыг тодорхойлохын тулд түүний зайнаас хэрхэн хамаарч байгаа хамаарлыг судалдаг. 300 км-ээс бага зайнд болж болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлтийн учруулах аюул их бөгөөд түүний зайнаас хамаарсан хамгийн оргил хурдатгалын замхралт нь судалгааны чухал хэмжигдэхүүн юм. Монгол орны газар хөдлөлтийн долгионы замхралтын судалгааг олон эрдэмтэд хийсэн байдаг. 1983 онд Монгол орны ерөнхий мужлалын ажил зохиох ажлын хүрээнд газар хөдлөлтийн баллын тархалтыг өмнө болж байсан хүчтэй газар хөдлөлтийн изосейстийг ашиглан дараах томъёог зохиож хэрэглэсэн байдаг.

$$I_g S_7 = -4.04 + 0.76M$$

$$I_g S_8 = -6.18 + 0.96M \quad (5-1)$$

$$I_g S_9 = -10.32 + 1.4M$$

S_i – i баллтай чичирхийллийн эллипс хэлбэртэй бүсийн талбай (эллипсийн 2 тэнхлэгийн харьцаа 1.5-1.7 байна) M-магнитуд

Энэхүү судалгааны хувьд 1-т тооцоог хөрсний оргил хурдатгалын хувьд гүйцэтгэж байгаа, 2-т алдааны хазайлт заагаагүй учир дээрх томъёог шууд хэрэглэх боломжгүй юм. Монгол оронд багажаар хэмжсэн хүчтэй газар хөдлөлтийн мэдээллийн сангийн хувьд 1994 оноос Олон Улсын Газар Хөдлөлтийн Станцын Сүлжээнд бүртгэл бүхий ULN станцад хурдатгал хэмжигч акселерометрийн станцыг суурилуулсан. 2005 оноос Газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүс нутаг болох баруун бүс нутаг буюу Ховд, Говь-Алтай болон Увс аймгуудад ойрын хүчтэй газар хөдлөлтийн үед хөрсний хурдатгал бичигч акселерометрийн станцуудыг суурилуулсан. Хэдийгээр 2005 оноос баруун бүс нутагт акселерометрийн станцууд ажиллаж байгаа ч станцуудын мэдээлэл нь газар хөдлөлтийн замхралтын хуулийг хөрсний хурдатгалаар тооцоход хангалтгүй байна.

2006 онд тус төвийн хийж гүйцэтгэсэн Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний ажлын бичил мужлалын 1:25000 зураг зохиоход хэрэглэсэн хамгийн оргил хурдатгалын замхралтын хуулийг гаргаж авахдаа тухайн үеийн мэдээ мэдээлэл, техникийн боломжит байдал зэрэгт тулгуурлан Фукушима (Fukushima & Tanaka 1996,1992) нарын гаргасан эмпирик томъёоллыг хэрэглэсэн. Судалгааны ажлын дараа экспертийн дүгнэлтийн дагуу ижил төстэй тектоникийн нөхцөл бүхий газруудад олон улсад гаргасан замхралтын хуулиудыг өөрийн мэдээллийн санд байгаа хуулиудтай харьцуулан үзсэнээр Чандрагийн хуулийг 2017 онд гүйцэтгэсэн 12 аймгийн бичил мужлалын зураг зохиох ажилд хэрэглэсэн байдаг. Харин 2018 онд гүйцэтгэсэн хүчтэй газар хөдлөлтийн респонс спектр судалгааны ажлын хүрээнд хийсэн судалгаагаар спектрал замхралтын хууль нь Зүүн хятадын бүс нутагт зориулан зохион гаргасан замхралтын хуультай илүү ойролцоо утга өгсөн байдаг. Иймд суурь үнэлгээний судалгаанд Чандрагийн хуулийг (6-2) , харин магадлалт үнэлгээний аргачлалд Чандрагийн болон зүүн хятадын хувьд гаргасан замхралтын хуулийн эллипсийн бага тэнхлэгийн дагуу тархах сейсмик долгионы хуулийг (6-3) тус тус логик мод үүсгэх замаар хамтатган жин өгч хэрэглэсэн болно.

$$\log_{10}(\text{PGA})=1.297+0.566M-1.723\log_{10}(D_{ep}+1.046\exp(0.451M)) , \square=0.274 \quad (5-2)$$

$$\text{Log}_{10}\text{PGA}=2.027+0.548M-1.902*\log_{10}(D_{ep}+1.7*\exp(0.425M)) , \square=0.274 \quad (5-3)$$

Үүнд: PGA – хэвтээ тэнхлэгийн хамгийн их хурдатгал, M – магнитуд, D_{ep} - эпицентрийн зай

**ЗУРГААДУГААР БҮЛЭГ
ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН АЮУЛЫН
ҮНЭЛГЭЭНИЙ ТООЦОО**

6. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН АЮУЛЫН ҮНЭЛГЭЭГ ТООЦОО

6.1. Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээг тооцох арга зүй

Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээг газар хөдлөл судлалын шинжлэх ухаанд ерөнхийд нь 3 хуваан үздэг. Тухайн бүс нутгийн хувьд газар чичирхийлэл ирэх боломжийг үнэлсэн үнэлгээг ерөнхий мужлал гэнэ. Энэхүү ерөнхий мужлалын ажлыг ихэвчлэн том масштабтай талбайн хувьд буюу улс, аймгийн нийт талбайн хувьд хийгддэг ажил юм. Харин газар хөдлөлтийн чичирхийллийн хэмжээг тооцохдоо тухайн талбайн инженер геологийн нөхцөлийг оролцуулан томоохон хот суурины талбайд хийсэн зураглалыг газар хөдлөлтийн бичил мужлал гэнэ. Газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураг нь тухайн хот суурины талбайд ерөнхийд нь бүсчлэн хуваах боловч яг тухайн цэгийн хөрсний шинж чанарыг бүрэн илэрхийлэх боломжгүй юм. Иймд өндөр барилга, томоохон үйлдвэрлэлийн байгууламж, усан далан, томоохон гүүр, цахилгаан станц барих зэрэгт онц ач холбогдол бүхий байгууламжийн хувьд газар хөдлөлтийн нарийвчилсан судалгааг хийлгэх бөгөөд үүнийг талбайн газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний судалгаа гэж нэрлэнэ.

Газар хөдлөлтийн чичирхийллийн хэмжээг үнэн зөв үнэлснээр тухайн бүс нутагт шинээр баригдах барилга байгууламжийн аюулгүй баригдах тооцоог гаргах, хуучин баригдсан барилгын аюулыг үнэлэх, хот байгуулалтыг төлөвлөх, хүчтэй газар хөдөлсөн тохиолдолд учирч болзошгүй аюулыг үнэлэх, түүнд тохирсон шуурхай арга хэмжээ авах урт болон богино хугацааны төлөвлөгөөг зохиох ач холбогдолтой.

Уламжлал аргачлалаар бол газар хөдлөлт болох боломжтой бүх голомтуудыг тогтоогоод тухайн голомтоос судалгааны талбайд ирэх хүчний максимум утгыг үнэлэх замаар үнэлгээ хийдэг бөгөөд энэхүү аргачлалыг (детерминистик) суурь үнэлгээний арга гэнэ. 1983 онд Монгол орны ерөнхий мужлалын зургийг зохиохдоо энэхүү аргачлалд тулгуурлан зохиосон байдаг. Харин бүх голомтоос ирэх хүчнийг магадал аргаар үнэлэн тогтоох аргачлалыг магадлалт үнэлгээний аргачлал гэнэ. Энэхүү арга нь сүүлийн жилүүдэд олон улсад ихээхэн хэрэглэгдэж байна. Эдгээр 2 аргачлал нь өөр өөрийн гэсэн давуу болон дутагдалтай талтай байдаг байна. Суурь үнэлгээний аргачлал нь тухайн орчинд болох газар хөдлөлтөөс ирэх хүчийг шууд үнэлдэг тул ямар нэгэн газар

хөдлөлт болоход энэхүү аргачлалаар гаргасан утга ойролцоо утгатай байх боломж их, харин үнэлгээгээр гарсан утга нь илүү физик утга илэрхийлдгээрээ давуу талтай юм. Харин магадлалт аргачлалаар гаргасан тооцооллын үр дүн нь математик тооцооллын үр дүн бөгөөд ямар нэгэн шууд физик утга илэрхийлэхэд төвөгтэй. Эсрэгээрээ суурь үнэлгээний аргачлалд дундаж максимум утга илэрхийлж байгаа боловч цаг хугацааны параметр байхгүй юм. Жишээ нь Монгол орны хувьд 1957 онд болсон говь алтайн газар хөдлөлт магнитуд 8 хүрсэн хагарлын орчмын бүс нутагт 9-10 баллын чичирхийллийг үүсгэсэн байдаг. Энэ бүс нутагт суурь үнэлгээгээр тооцвол зөвхөн энэ хагарлаас тооцоог хийх шаардлагатай болох бөгөөд тооцоогоор 9-10 балл болох боловч эрдэмтдийн судалгаагаар дахин газар хөдлөлт болон нас нь 2500-3000 жил юм. Харин магадлалт аргачлалаар тооцоолоход бүх голомт, газар хөдлөлтийн статистик тооцоо ордог, түүнчлэн газар хөдлөлтийн давтагдах хугацааг тооцоонд оруулдгаараа давуу талтай.

Олон улс оронд ердийн барилгад магадлалт аргаар тодорхойлсон тооцооллын үр дүнг хэрэглэдэг бол чухал объектуудын хувьд (Усан цахилгаан станц, Атомын цахилгаан станц, хэт өндөр барилга, зарим тохиолдолд эмнэлэг сургууль) зэрэгт Суурь үнэлгээгээр тодорхойлсон үр дүнг хэрэглэхийг шаарддаг байна.

Монгол орны хувьд 2011 онд газар хөдлөлтийн бичил мужлалын зураг зохиох норм дүрэмд магадлалт аргачлалыг хэрэглэхээр заасан байдаг.

6.1.1. Суурь үнэлгээний аргачлал

Газар хөдлөлтийн ойр орших голомтуудад газар хөдлөлт болоход тухайн судалгааны талбайд ирэх максимум хүчийг үнэлэх аргачлал юм.

ГХАСҮ-ний арга нь тухайн газар хөдлөлтийн идэвхжилт бүхий голомт ба идэвхтэй хагарал бүрд тохиолдсон буюу тохиолдож болох хүчтэй газар хөдлөлтүүдээс судлагдаж буй талбайд үзүүлж болох хамгийн их чичирхийллийн хэмжээг тооцож гаргахад үндэслэсэн байдаг. Ийнхүү тооцоо хийхэд тухайн судлагдаж буй талбайд байрлаж буй эсвэл хамгийн ойрхон оршиж болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлтүүдийн голомтын үйлчлэл ихэвчлэн тусгагдсан байдаг. Идэвхтэй хагарлын хувьд түүн дээр тохиолдох хүчтэй газар хөдлөлтийн

голомтыг тус судлагдаж буй талбайд хамгийн ойр байхаар хагарлын дагуу шилжүүлж байрлуулан тооцдог болно.

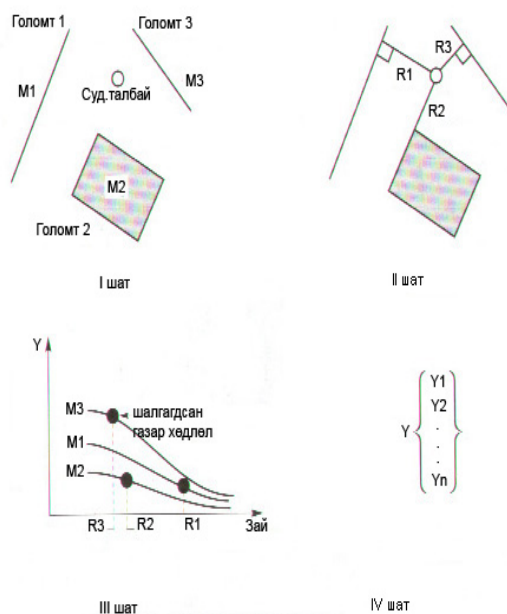
Суурь судалгааны тооцооны арга зүй дараах дөрвөн шаталбартай (Зураг 6.1):

1-р шат: Судалгааны талбайд нөлөөлж болох газар хөдлөлтийн голомт, тэдгээр голомтод үүсэж болзошгүй хамгийн их хүчтэй газар хөдлөлтийг тодорхойлох

2-р шат: Бүсийн хувьд газар хөдлөлтийн голомтоос судалгааны бүс хүртэлх хамгийн бага зайг тодорхойлно. Энэхүү зайг тодорхойлохдоо сонгон авсан замхралын хуулиас хамааруулан эпицентрийн эсвэл гипоцентрийн зайг авдаг.

3-р шат: Сонгосон газар хөдлөлтүүд (хөрсний хүчтэй чичирхийлэл үзүүлэхүйц)-ээс судалгааны талбайд ирэх хөрсний чичирхийллийн хэмжигдэхүүнүүдийг судалгааны талбайн хувьд тооцож гаргана. Газар хөдлөлтөөр үүсэх хөрсний чичирхийллийг харьцуулан сонгоод (1-р шатанд зааснаар) 2-р шатанд тодорхойлогдсон зай болгонд тооцоо хийнэ.

4-р шат: Эдгээр газар хөдлөлтүүдийн голомтоос ирж болзошгүй чичирхийллийн максимум утгыг тооцон гаргана.



Зураг 6.1 Суурь үнэлгээний аргын тооцооны шаталбар

Судалгааны талбайд нөлөө үзүүлэхүйц идэвхтэй хагарлын талбайгаас тархах болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлтийн хүч (балл) ба хөндлөн долгионы хөрсний оргил хурдатгалын хэмжээг газар хөдлөлтийн аюулын суурь үнэлгээний аргаар үнэлж тооцоог гаргадаг болно.

6.1.2. Магадлалт үнэлгээний аргачлал:

Газар хөдлөлтийн аюулыг магадлалт үнэлгээний аргаар тооцох арга зүй: Тухайн судалгааны талбайд ирэх газар хөдлөлтийн чичирхийллийг боломжит бүхий л газар хөдлөлтийн голомт, түүнд тохиолдож болзошгүй газар хөдлөлтийн тоо, магнитуд, судалгааны талбайгаас байрлах зай зэргийг тооцон тухайн хөрсөнд үзүүлэх хөрсний шилжилтийн магадлалт түвшнийг тогтоодог (Зураг 6.2). Энэхүү аргачлал нь яг нарийн физик утга байхгүй математик загварчлалд тулгуурласан тооцооны аргачлал юм. Суурь үнэлгээний аргачлалаас ялгарах онцлог нь тухайн бүс нутагт болсон бүхий л газар хөдлөлтийг тооцон эцсийн үр дүнг гаргадаг. Тооцооны үр дүнд тодорхой хугацааны интервалд тухайн судалгааны талбайд ирж болзошгүй газар хөдлөлтийн чичирхийллийн хүчний магадлалыг тооцон гаргадаг. Жишээ нь тухайн талбайд 50 жилд 10% хэтрэх магадлалтай буюу 475 жилийн давталт хугацаанд хүрэх газар хөдлөлтийн хүчний хэмжээг тогтоож ердийн барилгад хэрэглэх нь олон улсад стандарт болсон байдаг.

Түүнчлэн улс орон болгоны барилгын норм дүрмээс хамаарч 500 жил , 1000 жил, 2500 жил, 5000 жил гэсэн тооцооны жилүүдийг хэрэглэдэг байна.

Сүүлийн гучаад жил газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний тооцоонд магадлалын анализын арга илүү түлхүү хэрэглэгдэж байгаа бөгөөд уг аргад газар хөдлөлтийн дахин тохиолдох зэрэг болон газар хөдлөлтийн хэмжээнээс хамаарсан төрөл бүрийн хөрсний шилжилтийн хэлбэрүүд ба газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний өгөх бүс нутгийн байрлалыг нарийн тооцсон байдаг.

Газар хөдлөлтийн аюулын магадлалт үнэлгээ нь бүх боломжит голомтуудаас тохиолдож болох бүхий л газар хөдлөлтүүдийн жилийн дундаж үнэлгээг нэгтгэн тооцдог учир болзошгүй газар хөдлөлтөөс үүсэх хөрсний хэлбэлзлийн утгыг илүү их өргөн тусган харуулах боломжийг олгодог. Өөрөөр хэлбэл, бүхий л болзошгүй газар хөдлөлтийн голомтуудын байрлал болон

магнитудыг нэгтгэж авч үзнэ гэсэн үг юм. Тухайн нэг нутаг дэвсгэр дэх тогтоогдсон хурдатгалын утга “а” -ын хэтрэх магадлалын илэрхийлэл нь:

$$\lambda(a) = \sum_{\text{source}} \mathcal{V}_{\text{source}} \times \iint_{(m,r) \in \text{source}} I \left[\text{PGA} \geq \frac{a}{m}, r \right] f_M(m) f_R(r) dm dr \quad (6-1)$$

$\mathcal{V}_{\text{source}}$ - Тухайн газар хөдлөлтийн голомтод аюул учруулах газар хөдлөлт болох магадлал (манай тохиолдолд $M > 4$ үед аюул учруулах боломжтой гэж үзсэн болно.);

$I[\text{PGA} \geq a/m, r]$ m магнитудтай, r зайд болох газар хөдлөлтөөс ирэх чичирхийллийн хэмжээ нь тодорхой сонгосон чичирхийллийн хэмжээ болох a -аас хэтрэх магадлал, (PGA)

$f_M(m)$ and $f_R(r)$ - тухайн голомтын хувьд R зай (судалгааны талбайгаас голомт хүртэлх зай) болон M магнитуд (тухайн талбайд M магнитудтай газар хөдлөлт болох магадлал) тус бүрийн магадлалт тархалтын функц

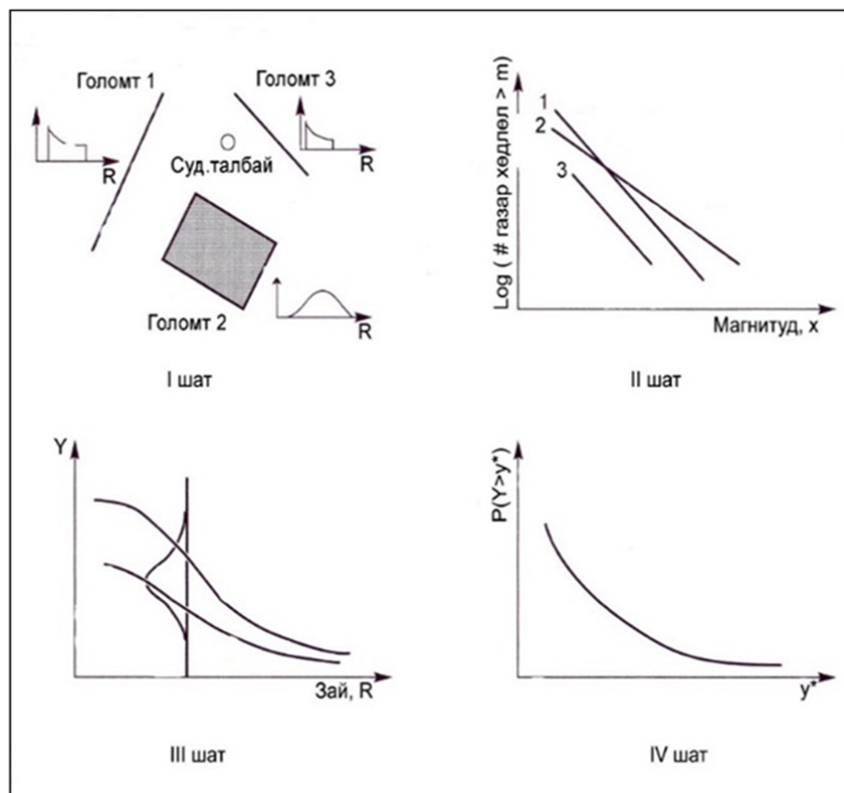
Өөрөөр хэлбэр бүх R зайд, M магнитудтай газар хөдлөлт болох боломжийг, тухайн газар хөдлөлтийн судалгааны талбайд сонгосон PGA-аас хэтрэх магадлалаар үржиж нэг жилд тухайн судалгааны талбайд PGA -аас хэтрэх магадлалыг үнэлж байгаа томъёо юм. Бид хөрсний оргил хурдатгалын бүх утгад дээрх тооцооллыг хийснээр бүх хөрсний оргил хурдатгалаас хэтрэх магадлалыг үнэлэх боломжтой юм. Энэхүү PGA болон хэтрэх магадлалын муруйг газар хөдлөлтийн аюулын муруй гэнэ.

Тооцоог гүйцэтгэхийн тулд долгионы замхралын хууль хэрэг болох бөгөөд энэхүү судалгааны ажилд Chandra -гийн болон Зүүн хятадад гарган авсан замхралын функц (томъёо 4)-ийг хэрэглэн Корнеллын гаргасан магадлалт анализын аргачлал [Cornell, 1968]–д үндэслэгдсэн ГХАУ-ний тооцооны программыг ООГХ -д зохион хэрэглэсэн.

Магадлалт анализаар судалгааг хийхдээ тухайн талбайд туршигдсан хөрсний хурдатгалын боломжит түвшин болгоны магадлалын цорын ганц тохиолдлыг тодорхойлдог. (8-1)

Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний магадлалын анализыг дараах үндсэн дөрвөн алхмаар хийж гүйцэтгэдэг.

1. Судалгааны талбайд нөлөө үзүүлж болох боломжит газар хөдлөлтийн голомтуудыг тодорхойлно. Үүнд газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарал болон бүсүүдийг тодорхойлно.
2. Газар хөдлөлтийн голомт бүрийн хувьд гормын судалгаа явуулж тухайн газар хөдлөлтийн голомт бүрийн хувьд Гутенберг-Рихтерийн хууль хэрэглэн голомт бүрийн хувьд тодорхой магнитудтай газар хөдлөлтийн давтагдах хугацааг үнэлнэ.
3. Тодорхой голомтын хувьд, тухайн судалгааны талбайн тухайн цэгт ирж болзошгүй чичирхийллийн тодорхой a гэсэн утгаас хэтрэх магадлалыг замхралын хууль хэрэглэн тооцож гаргана.
4. Газар хөдлөлтийн хөрсний чичирхийллийн тооцоог газар хөдлөлтийн голомтын байрлал, хэмжээ, хүч, газар хөдлөлтийн магнитуд бүрийн давтагдах магадлал болон замхралтын зайнаас хамаарч өгөх хамгийн их утгын магадлал зэрэг параметруудийн тусламжтайгаар тооцоолон гаргана. (газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний муруй)

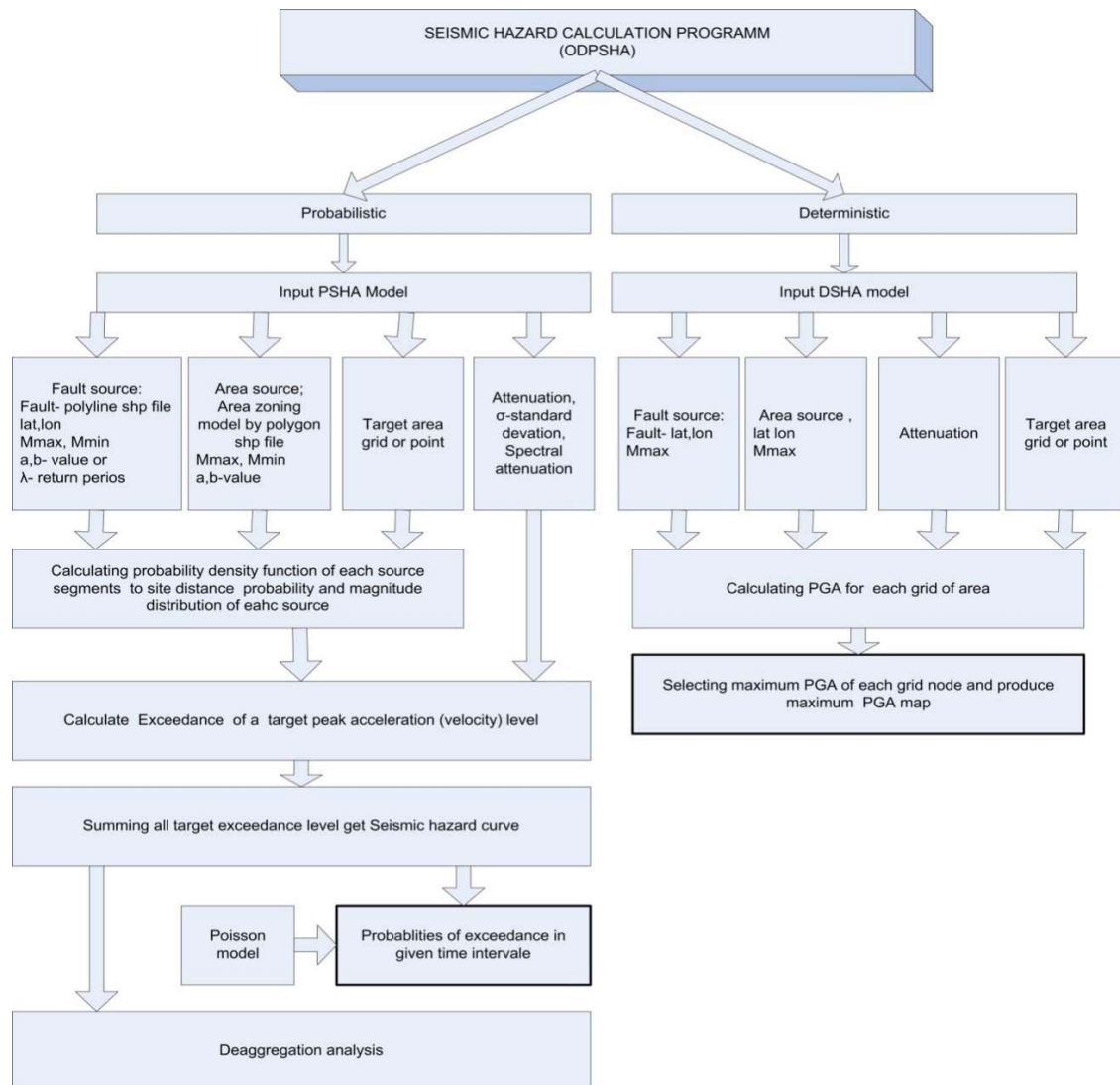


Зураг 6.2 Магадлалт үнэлгээний аргын тооцооны шаталбар

6.2. ГАЗАР ХӨДЛӨЛТИЙН АЮУЛЫН ҮНЭЛГЭЭНИЙ ТООЦООЛОЛ

Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний тооцоог гүйцэтгэхдээ өмнөх бүлэгт өгүүлсэн суурь болон магадлалт аргачлалаар гүйцэтгэсэн. Тооцоог гүйцэтгэхийн тулд матлаб программчлалын орчинд ODSHA- газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээг тооцоолох программ хангамж бий болгон ажиллаж байна. Энэхүү тооцооны үр дүн нь оруулж байгаа мэдээллийн үнэн зөв байдалтай шууд хамааралтай юм.

Энэхүү программ хангамж нь Cornell (1968)- ийн дэвшүүлсэн арга зүйд тулгуурлан бий болгож байгаа программ юм. Программ хангамжийн ажиллах ерөнхий схемийг Зураг 6.3 үзүүлээ.



Зураг 6.3 ODPSHA програмын ерөнхий схем

Оролтын утга: (shape file attribute)

- Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлын бүс
 - Хагарлын координат. (уртраг, өргөрөг)
 - Хагарлын магнитуд.
 - Хагарлын газар хөдлөлтийн идэвхжилт. (a,b утга)
 - Хагарал дээрх хамгийн сүүлчийн хүчтэй газар хөдлөлт ба давтагдах хугацаа (conditional probability)
- Газар хөдлөлтийн идэвхжилт талбайгаар
 - Талбайгаар хийсэн мужлал
 - Бүсийн газар хөдлөлтийн идэвхжилт (a,b утга)
 - Идэвхжилтийн бүсийн тооцооны хамгийн их ба бага магнитуд
- Судалгааны талбай
 - ГХАҮ-ний тооцооны талбайн цэгүүдийн олонлог
- Хөрсний оргил хурдатгалын замхралтын хууль ()

Гаралтын утга:

- Судалгааны талбайн хөрсний оргил хурдатгал
- Идэвхжилтийн бүсээс судалгааны талбай хүртэлх зай ба магнитудын тархалтын функц
- Судалгааны талбайд нөлөөлөх газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн бүсийн эзлэх хувь
- Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний муруй (хугацаа ба хөрсний чичирхийллийн хамаарал)
- Газар хөдлөлтийн хурдатгалын бүсчлэл (хадан хөрсний хувьд)

Программ хангамжийн ажиллах зарчим нь дээр өгүүлсэн газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээг үнэлэх арга зүйд тулгуурласан болно. Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээг тооцоолоход , газар хөдлөлтийн голомтын бүсүүд болон тэдгээр дээр болох газар хөдлөлт, түүний давтагдалт, голомтоос судалгааны цэг хүртэлх зайн тархалт, долгионы зайнаас хамаарч буурах замхралт зэрэг функцүүд хэрэг болдог. Тооцоонд магнитуд нь 4 өөс бага газар хөдлөлт аюул учруулахгүй гэж үзсэн бөгөөд магнитуд нь 6.5 хүртэлх газар хөдлөлтийн давтагдах хугацааг горимын судалгаагаар тодорхойлсон болно. Харин 6.5 аас

дээш орших газар хөдлөлт нь зөвхөн идэвхтэй хагарлын бүсэд болно гэж үзсэн ба давтагдах хугацааг өмнө хийгдсэн судалгаа болон палеосейсмик судалгаагаар тогтоосон үр дүнг авч хэрэглэсэн.

6.2.1. Голомтын бүсүүд

Өмнөх бүлэгт өлүүлснээр Монгол оронд болж байгаа газар хөдлөлтийн голомтыг 2 төрөлд хуваан авч үзсэн. (Зураг 6.4)

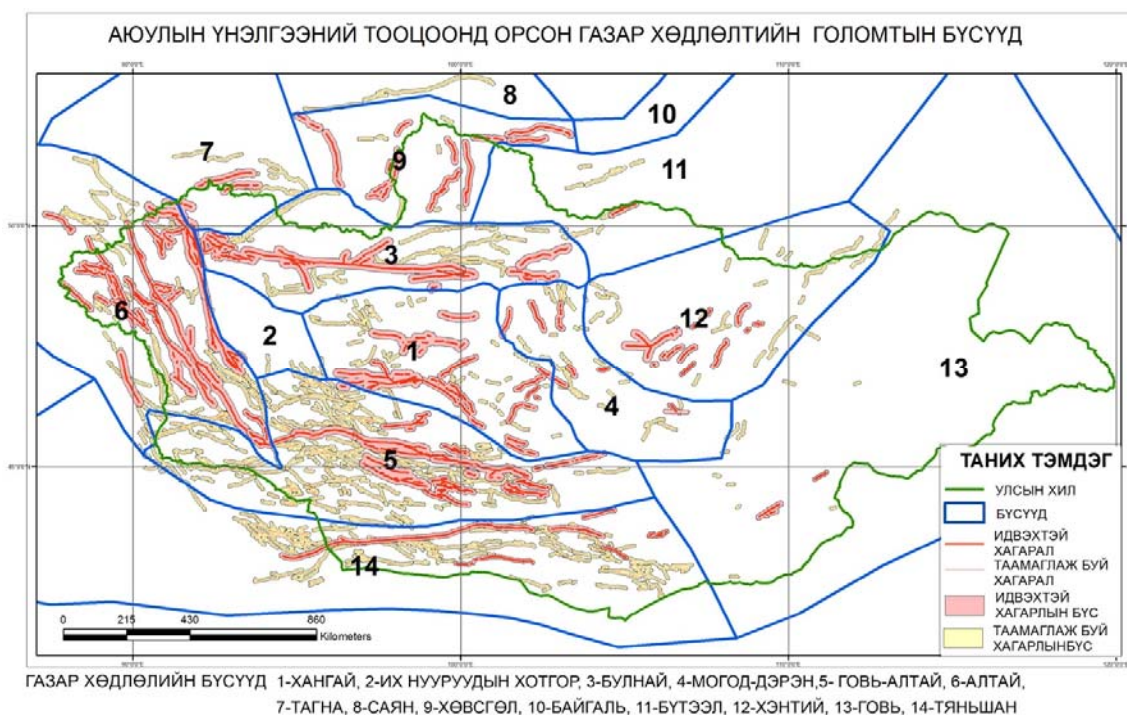
Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарал: Өнөөдрийн түвшинд газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлыг ямар нэгэн байдлаар судлагдсан эсвэл хүчтэй газар хөдлөлт болж байсан нийт 67 хагарлын бүсүүдийг тооцоонд оруулсан. Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудын хувьд хамгийн хүчтэй болж болзошгүй газар хөдлөлтийн магнитуд (M_{max})-ыг өмнө болж байсан хүчтэй газар хөдлөлтийн магнитуудаар (өмнө хийгдэж байсан судалгааны ажлуудад тодорхойлсноор), харин магнитуд нь тодорхойгүй хагарлын хувьд магнитудыг хагарлын уртаас (Wells & Coppersmith (1994))-ын харьцаагаар тооцоолон авсан. Харин хагарлын бүс бүрийн хувьд хүчтэй газар хөдлөлт болох давтамжийг өмнөх судалгааны материалаас, судалгаагаар тогтоогдоогүй хагарлын хувьд бүс нутгийн тектоник болон геодинамикийн нөхцөлийг харгалзан үзэж, бусад ижил төрлийн хагарлуудтай ижилсүүлэх байдлаар сонгон авсан болно. Хагарлын бүсэд хамаарах 6.5-аас доош магнитудтай газар хөдлөлтийн давтагдлыг хагарлын бүс бүрийн хувьд горимын судалгааг гүйцэтгэн (Газар хөдлөлтийн идэвхжилт бүлэг) тодорхойлсон. Тооцоонд орсон хагарлын дээр өгүүлсэн параметруудийг хүснэгт 3.1-д орууллаа.

Харин газар хөдлөлтийн хагарал байж болзошгүй гэж үзсэн газрын ан цавуудыг тооцоонд оруулахдаа тектоникийн нөхцөл болон байр зүйн байрлалаас хамааруулан бүлэг хагарал болгон авч тухайн бүлэг хагарлын хувьд 10000 жилд 1 удаа газар хөдлөлт болох боломжтой гэж үзэн тооцооллыг гүйцэтгэсэн. Эдгээр хагарлын хувьд газар хөдлөлт болох магнитудыг хамгийн их утгаар тэмдэглэгдсэн хагарлын уртаас (Wells & Coppersmith (1994))-ын харьцаагаар тодорхойлон авсан.

Дээр өгүүлсэн нийт хагарлын утгуудыг тооцоонд оруулахдаа тухайн хагарлын шугамаас тодорхой зайнд хагарлын бүсийг тогтоон тухайн хагаралд харгалзах газар хөдлөлт нь энэ бүсийн дурын цэгт болох боломж тэнцүү гэж

үзсэн. 100 км-ээс урт хагарлын хувьд бүсийн талбайг хагарлын шугамаас 10 км байхаар, 50 – 100 км урт хагарлын хувьд бүсийн талбайн хагарлын шугамаас 7 км байхаар харин 50 км-ээс бага урттай хагарлын хувьд 5 км байхаар тус тус тооцоонд оруулсан болно.

Газар хөдлөлтийн бүсүүд: Зураг 6.4-т оруулснаар Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийг 14 идэвхжилтийн бүсэд хуваасан. Энэхүү бүсүүдээс тухайн бүсэд байрлах идэвхтэй хагарлын идэвхжилтийг хасаж Гутенберг-Рихтерийн хуулиар горимын судалгааг гүйцэтгэн тус бүс нутагт болох 4-6.5 магнитудтай газар хөдлөлт болох давтагдлыг тооцон гаргасан болно. Нэг үгээр хэлбэл энэхүү бүсэд харгалзах дурын газар хөдлөлт нь тухайн бүсийн аль ч цэг болох магадлал тэнцүү байна гэж үзсэн болно.



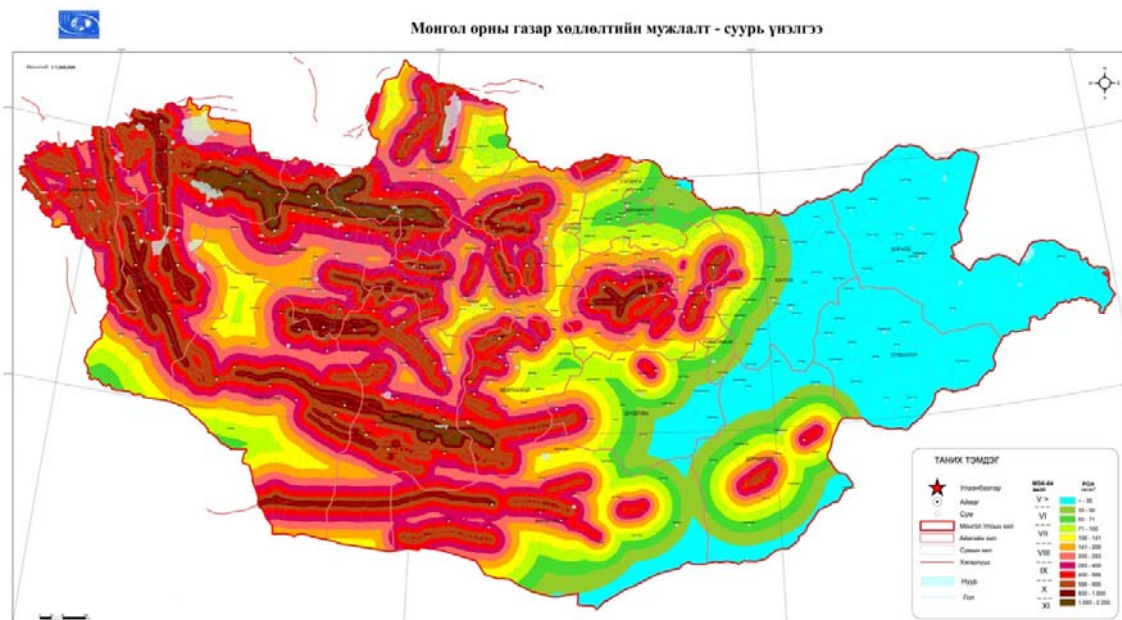
Зураг 6.4 Газар хөдлөлтийн голомтын бүсүүд

6.3. Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний тооцооны үр дүн

Суурь үнэлгээний тооцоолол

Суурь үнэлгээний тооцоог гүйцэтгэхдээ Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийг 5 км –н торлол татан нийт 63900 цэгийн хувьд тооцоог хийж гүйцэтгэсэн. Судалгаанд зөвхөн идэвхтэй хагарлын бүс болон Чандрагийн замхаралын хуулийг тооцоонд оруулсан. Тооцоонд оруулсан хагарлын талаарх

мэдээллийг идэвхтэй хагарлын судалгааны хэсэг Бүлэг 6-аас харна уу. Судалгааны цэг бүрийн хувьд түүнд нөлөөлж болзошгүй газар хөдлөлтийн голомтуудаас ирэх хүчнүүдийг тооцоолон тэдгээрээс хамгийн их утгыг сонгон авах замаар гүйцэтгэсэн. Хамгийн их хүчний Хөрсний оргил хурдатгалаар гарган авсан. Гарсан үр дүнг ARCGIS газар зүйн мэдээллийн системд оруулан интерполяци хийх замаар эцсийн зургийг гарган авсан болно. (Зураг 6.5)



Зураг 6.5 Монгол орны хөдлөлтийн мужлалт

Магадлалт үнэлгээний тооцооны үр дүн

Магадлалт аргачлалаар тооцоог гүйцэтгэхдээ Монгол орны нийт нутаг дэвгэрийн 5 км-ээр торлол татаж нийт 63966 цэгт тоололтыг гүйцэтгэн гаргалаа. ГХАҮ-ний тооцоо хийхэд оруулсан үндсэн хэмжигдэхүүнүүдийг доор оруулав.

Нийт цэгийн тоо:	63955
Газар хөдлөлтийн бүсийн максимум магнитуд:	$M_{max}=6.5$
Аюул учруулах хамгийн бага магнитуд:	$M_{min}=4.0$
Зайны тархалтын функцийн интервал (Dstep):	1 км
Магнитудын тархалтын функцийн интервал (Mstep)	0.5
Газар хөдлөлт болох дундаж гүн	12 км
Газар хөдлөлтийн хүчний тархалт:	Пауссаны түгэлт

Хөрсний чичирхийллийн тооцоолох хугацаа: 500 болон 2500 жил

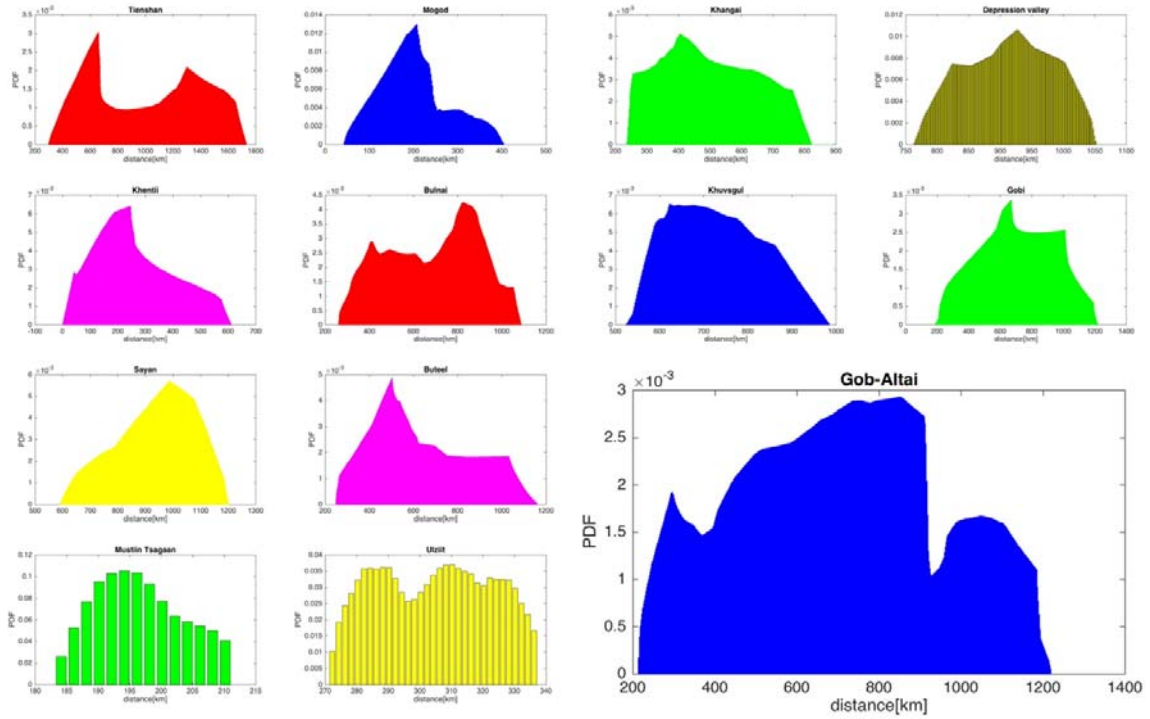
Аюулын үнэлгээг магадлалт аргачлалаар тооцоолоход хамгийн түрүүнд голомтын бүс бүрийн (Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарал болон сейсмик бүс) газар хөдлөлт болон магнитуд түүний давтагдлыг тооцон гаргасан. Мөн тухайн голомтын бүсээс тооцоо хийж буй цэг хүртэлх зайны тархалтыг тооцон гаргасан. Үүний дараа тухайн цэгт тухайн магнитудтай газар хөдлөлт болоход тооцоолол хийж буй цэгт тодорхой a гэсэн утгаас хэтрэх магадлалыг долгионы замхралын хууль түүний хазайлтаас тооцон гаргасан. Энэхүү үйлдлийг бүх 4-өөс дээш магниудтай бүх зайны тархалтын хувьд тооцон гаргаж нэмэх замаар тухайн тооцоолол хийж буй цэгт a гэсэн хөрсний оргил хурдатгал нь 0.01-ээс 1g хурдатгалаас хэтрэх магадлалыг тооцоолон гаргасан. Энэхүү хөрсний оргил хурдатгалын тодорхой утгаас хэтрэх магадлал болон хөрсний оргил хурдатгалын хамаарлыг үзүүлсэн муруйг газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний муруй гэдэг. Энэ муруйг бүх голомтын хувьд тооцоолон гарсан үр дүнг нэмэх замаар тухайн цэгт харгалзах нийлбэр аюулын үнэлгээний муруйг тооцон гаргасан.

Жишээ болгон Монгол орны төв цэгт хийсэн тооцоог орууллаа. (өргөрөг 47, уртраг-106)

Тухайн тооцоо хийж байгаа цэгээс голомтын бүсүүд тус бүрийн зайны тархалтыг тооцоолон гаргасан үр дүнгээс зарим голомтын бүсүүдийн тархалтыг Зураг 6.6 үзүүллээ. Жишээ нь баруун доод буланд үзүүлсэн Говь-Алтайн хагарлын голомтын бүс нь тооцоолол хийж байгаа цэгээс хамгийн ойр хэсэг нь 200 км орчим байх ба хамгийн хол хэсэг нь 1200 км оршихыг энэхүү зургаас харж болно.

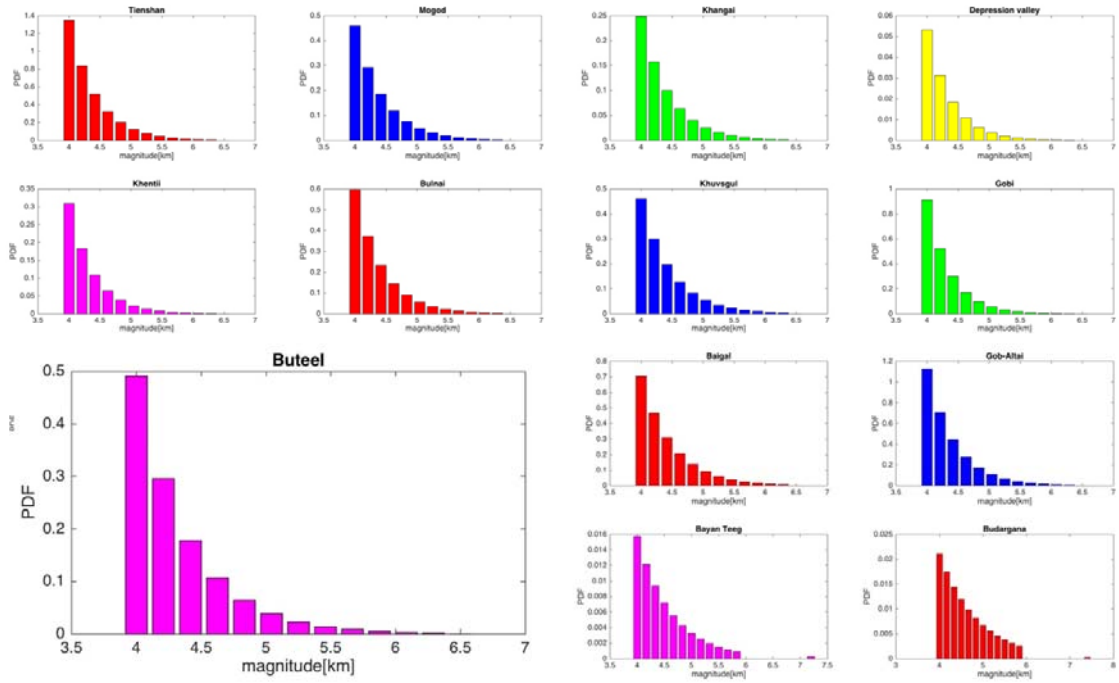
Зайн тархалтыг тооцоолсны дараа голомтын бүс бүрийн магнитудын тархалтыг тооцон гаргасан үр дүнг Зураг 6.7-д харуулав. Энэхүү зургийн баруун доод хэсэгт томоор үзүүлсэн Бүтээлийн нурууны бүсийн хувьд магнитуд 4-өөс тэй газар хөдлөлт 1 жилд болох магадлал нь 0.5 буюу өөрөөр хэлбэл 2 жилд 1 удаа болох боломжтой, харин магнитуд 4.7 газар хөдлөлт 0.1 буюу 10 жилд 1 болох боломжтой газар хөдлөлтийн бүс болохыг үнэлж болно.

DISTANCE probability distribution for seismic sources zones

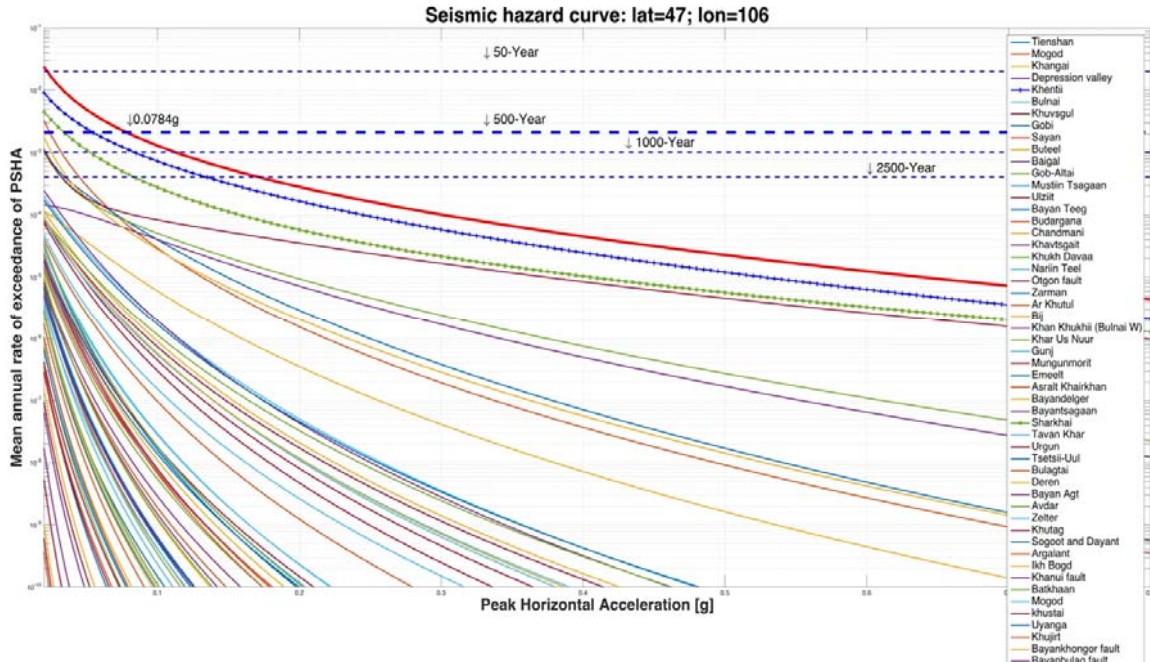


Зураг 6.6 Газар хөдлөлтийн голомтуудын зайны тархалтын тархалт

Magnitude probability distribution for seismic sources zones



Зураг 6.7 Голомтын бүсүүдийн магнитуд тархалтын функц



Зураг 6.8 ГХАҮ-ний муруй

Зайны болон магнитудын тархалтыг бодсоны дараа бүх зайнд болох магнитудтай газар хөдлөлтийн тодорхой а гэсэн хөрсний чичирхийллээс хэтрэх магадлалыг (6-1) томъёогоор тооцоолон тухайн тооцоо хийж буй цэгийн хөрсний чичирхийлэл болон хэтрэх магадлалын хамаарлыг илэрхийлсэн муруйг гарган авна. Энэхүү муруйг газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний муруй гэж нэрэлдэг .

Энэхүү газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний муруйны X тэнхлэг нь Хөрсний Оргил Хурдатгал (ХОХ), Y тэнхлэг нь 1 жилд ХОХ-ын хэтрэх магадлалыг илэрхийлнэ. Тодорхой хугацаанд тухайн газрын газар хөдлөлтийн чичирхийллийн түшингээс хэтрэх магадлалыг тооцоолж болно. T хугацаанд y -ээс хэтрэх магадлал нь

$$P[Y_T > y] = 1 - e^{-\lambda T} \quad (6-2)$$

Энэхүү тэгшитгэлээс 50 жилд 10 % хувийн хэтрэх магадлалын нэг жилд хэтрэх магадлалыг тооцоолбол

$$\lambda = -\frac{\ln(1-P[Y_T > y])}{T} = -\frac{\ln(1-0.1)}{50} = 0.00211 \quad (6-3)$$

болно. Дээрх цэгт харгалзах аюулын муруйнаас тухайн цэгт 50 жилд 10 хувийн хэтрэх магадлал бүхий хөрсний оргил хурдатгал нь 0.00211 харгалзах утга буюу 0.078g болж байна.

Бүх монголын хувьд тооцоолол хийхийн тулд 1 км зайтай тор татан тооцооллыг гүйцэтгэхэд 100000 x 1500000 үйлдэл хийгдэх бөгөөд ердийн 3 Гц СПУ тай 32GB санах ойтой компьютерт 30'000'000 секунд буюу 8300 цагийн (345хоног) тооцоолол мөн төдий хэмжээний санах болон дискийн хурд хэрэг болох болно. Тооцооллын гүйцэтгэхэд мөн оролтын утгууд болох бүх монголын хагарлын параметр сүүлийн 100 жилийн газар хөдлөлтийн катологи зэрэг их хэмжээний мэдээлэл оруулах шаардлага тулгарна.

Корнелийн үндсэн алгоритм нь пауссоны түгэлт хэрэглэсэн газар хөдлөлтийн хагарлын наснаас давтагдах хугацааг тооцоолохдоо хугацаанаас хамааралгүй (time invariant) авч үздэг зэрэг нь Монгол шиг газар хөдлөлтийн хагарлын нас урттай оронд хэрэглэхэд тийм ч тохиромжтой бус юм. Жишээ нь эмээлтийн хагарлын нас нь 10000 жил сүүлчийн газар хөдлөлт 9000 жилийн өмнө болсон гэвэл дараагийн 1000 жилд дахин газар хөдлөлт болох магадлал нэлээд өндөр гарна. Харин корнелийн алгоритмыг шууд хэрэглэвэл 1 жилд Эмээлтэд газар хөдлөх магадлал ойролцоогоор 1/10000 болох бөгөөд энэ нь үнэнд нийцэхэд хол юм. Иймд бид өөрсдийн боловсруулсан программд нөхцөлт магадлал болон ложик модыг оруулж өгсөн. Харин сүүлчийн газар хөдлөлт болсон тодорхойгүй хагарлын хувьд нийт насны талд газар хөдлөлт болсон гэж тооцоолсон бөгөөд энэ нь магадлалт аргачлалтай ойролцоо утга өгөх юм.

ДОЛДУГААР БҮЛЭГ
СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ҮР ДҮН.

7. Судалгааны ажлын үр дүн

7.1. Хэлэлцүүлэг

Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зургийг газар магадлалт үнэлгээний аргыг ашиглан боловсруулсан болно. Энэ аргыг ашиглан газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний тооцоог гүйцэтгэхэд дараах нөхцөлүүдийг биелнэ гэж авч үзсэн. Үүнд:

- Монгол орны нутаг дэвсгэрийг сейсмостектоникийн нөхцөл байдлыг харгалзан 14 бүсэд хуваан авч үзсэн бөгөөд бүс бүрийн хувьд хүчтэй газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудын хамаарал бүхий талбайгаас бусад талбайд газар хөдлөлтийн идэвхжилт жигд байна.
- Тухайн бүс бүрийн нутаг дэвсгэрт болж буй магнитуд нь $M < 4$ газар хөдлөлтүүдийг аюул учруулах хэмжээний газар хөдлөлтөд тооцохгүй. Харин хүчтэй газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагаралд хамаарах орчноос бусад энэ бүсийн нутаг дэвсгэрт болж болох хамгийн хүчтэй болзошгүй газар хөдлөлтийн магнитудыг 6.5-аас хэтрэхгүй гэж үзлээ. Өөрөөр хэлбэл тухайн бүс бүрийн хүчтэй газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудын хамаарал бүхий талбайгаас бусад аль ч цэг дээр магнитуд нь $4 < M < 6.5$ хүчтэй газар хөдлөлт болох боломжтой гэж үзнэ.
- Сейсмостектоникийн тухайн бүсэд байгаа газар хөдлөлтийн идэвхтэй зарим нэгэн хагарлуудын хувьд нарийвчилсан судалгаа хийгдээгүйн улмаас хагарлын дагуух шилжилтийн хурд нь тодорхойлогдоогүй тохиолдолд энэ үзүүлэлтийг тус бүс нутаг дахь төлөөлөл болгон авч судалгаа хийгдсэн хагарлын үзүүлэлттэй ойролцоо утгатай гэж үзнэ. Зарим бүсэд багтаж байгаа хүчтэй газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлууд дээр урьд өмнө нь өөр өөр судлаачдын хийж гүйцэтгэсэн судалгааны ажлын үр дүнгүүд харилцан адилгүй байх тохиолдол байдаг. Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудын давтан хөдлөлтийн насууд нь зөрүүтэй тодорхойлогдсон тохиолдолд уг хагарлын дагуух шилжилтийн хурдны утгуудаас тухайн бүс нутгийн хувьд үнэлэгдсэн шилжилтийн хурдтай ойролцоо утгыг авч хэрэглэсэн.
- Тухайн бүсийн нутаг дэвсгэрт магнитуд нь $M \leq 6.5$ хүртлэх хүчтэй газар хөдлөлт болох магадлалыг горимын судалгааны үр дүнгээр, харин магнитуд нь $M > 6.5$ хүчтэй газар хөдлөлт болох магадлалыг тухайн бүсэд байгаа

хүчтэй газар хөдлөлтийн хагарал дээр хийгдсэн палеосейсмологийн судалгааны үр дүн, эсвэл хагарлын дагуух шилжилтийн хурдыг үнэлсэн үр дүнг ашиглан тодорхойлж болно.

- Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарал дээр болж болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлтийн максимум магнитудыг шууд тодорхойлох боломжгүй (Тухайн хагарал дээр урьд өмнө болж байсан хүчтэй газар хөдлөлтийн талаарх түүхэн тэмдэглэл болон багажид бүртгэгдсэн мэдээлэл байхгүй) үед тухайн газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлын газрын гадаргуу дээр илэрсэн уртын утгаас хамааруулан болж болзошгүй хүчтэй газар хөдлөлтийн магнитудын максимум утгыг хагарлын урт болон хүчтэй газар хөдлөлтийн магнитудын утгын харьцаа [Wells and Coppersmith, 1994]-ны хамаарлаас тодорхойлж болно.
- Монгол орны идэвхтэй хагарлууд зурагт орсон 2700 орчим таамагласан хагарлуудыг тектоник болон геологийн бүсүүдийн хувьд ойролцоо хагарлуудыг нэгтгэн тухайн бүсэд уг хагарлуудын дагуу 10 000 жилд 1 удаа хүчтэй газар хөдлөлт болох боломжтой гэж үзнэ. Газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудын параметрууд, хагарлын дагуух шилжилт, давтан хөдлөлтийн насыг судалгааны орчин үеийн арга зүй техник технологийг ашиглан нарийвчлан судалж гаргаж авсан үр дүн нь Монгол орны газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний дараагийн шатны ажлыг цаашид шинэчлэн гүйцэтгэхэд чухал ач холбогдолтой болно.
- Газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний тооцоонд ашигласан газар хөдлөлтийн сейсмик долгионы замхралын томъёог олон улсын судалгааны ажилд түгээмэл хэрэглэгддэг Чандрагийн болон Зүүн хятадын сейсмик долгионы замхралын хуулийг логик модны аргачлалаар хамтатган тодорхойлсон.

Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын тооцооллыг хийхдээ 50, 500, 2500 жилийн давтагдах хугацааны хувьд харгалзах Хөрсний оргил хурдатгал болон газар чичирхийллийн нөлөөллийн MSK64 баллын системд 1 болон 0.5 баллын алхамтайгаар гаргасан. [Хавсралт 10, Зураг 1-7]

Энэхүү зураглалын тооцооллыг гүйцэтгэхдээ судалгааны газар нутгийг 5 x 5 км-ийн тооцооллын нэгжид торлон хувааж авсан бөгөөд энэ нь 1 : 1 000 000 масштабтай зургийн хувьд 1 кв.см талбайд 4 цэгт тооцоолол хийгдсэн гэсэн үг

юм. Тооцоололд хөрсний оргил хурдатгалын алхмыг 0.005 g авсан нь тооцооллыг 5 cm/s^2 нарийвчлалтай болгосон.

1983 онд Орос Монголын эрдэмтэн судлаачдын хамтран зохиосон газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зургийн хувьд Монгол орны нутаг дэвсгэрийг газар чичирхийллийн нөлөөний V – IX баллын бүсчлэлд хуваасан нэг зураг байсан бол энэ судалгааны ажлын хүрээнд газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зургийг MSK64 шаталбарын баллаар 500 болон 2500 жилд давтагдах хугацаанд хамаарах зургуудыг гаргасан. Мөн түүнчлэн ерөнхий мужлалын зургийг 500 болон 2500 жилд давтагдах хугацааны хувьд харгалзах хөрсний оргил хурдатгалын зургийг зохиож гаргасан нь өнөөдөр Монгол Улсад ашиглагдаж байгаа БНБД-ын дагуу шинээр баригдахаар төлөвлөгдөж байгаа зарим барилга байгууламжийн зураг төслийн тооцоонд ашиглах параметруудийн утгыг тодорхойлсноороо давуу талтай болсон. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зургийг өмнө нь зохиохдоо зөвхөн суурь үнэлгээний аргыг ашигласан бол энэ ажлын хүрээнд орчин үед олон улсад газар хөдлөлтийн аюулын ерөнхий мужлалын зургийг зохиоход түгээмэл ашиглаж буй магадлалт үнэлгээний арга болон судалгааны шинэ мэдээллийн санг ашигласан суурь үнэлгээний аргыг хослуулан ашигласан болно.

Өнөөдөр Монгол улсын хэмжээнд барилгын норм дүрэмд хэрэглэгдэж байгаа 1983 оны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зургийн хувьд газар чичирхийллийн нөлөөллийн баллын утгыг тухайн газар нутаг дахь инженер геологийн жишиг хөрсөнд тааруулан тодорхойлсон бол энэ ажлын хүрээнд шинээр зохион гаргасан зургуудын хувьд тооцоонд хэрэглэсэн сейсмик долгионы замхаралын хуулиас хамаарч тухайн газар нутаг дахь өгөршсөн хадан хөрсөнд (Америкийн Инженерийн холбооноос гаргасан норм дүрмийн В ангиллын хөрс- ASCE building code -7) ирэх газар чичирхийллийн нөлөөллийн хүчийг тооцоолон ашигласан болно. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын 1983 он болон 2018 оны зургуудыг харьцуулан газар чичирхийллийн тухайн баллын нөлөөнд байх нутаг дэвсгэрийн хэмжээг харьцуулан (Зураг 7.1) авч үзвэл шинээр зохисон зургийн хувьд газар хөдлөлтийн V баллын нөлөөллийн бүс 2% -иар , VI баллын бүс 3% -иар, VII баллын бүс 20% -иар ихсэж гарсан байна. Харин газар хөдлөлтийн нөлөөллийн VIII баллын бүс нь 8%-иар , IX баллын бүс 18%-иар багасаж гарсан байна. Ерөнхийд авч үзэхэд

магадлалт үнэлгээний аргыг ашиглан боловсруулсан газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зургаар газар хөдлөлтийн VIII–IX баллын нөлөөнд багтах талбай багасаж харин V–VII баллын нөлөөнд багтах талбай ихэссэн дүр зураг харагдаж байна.

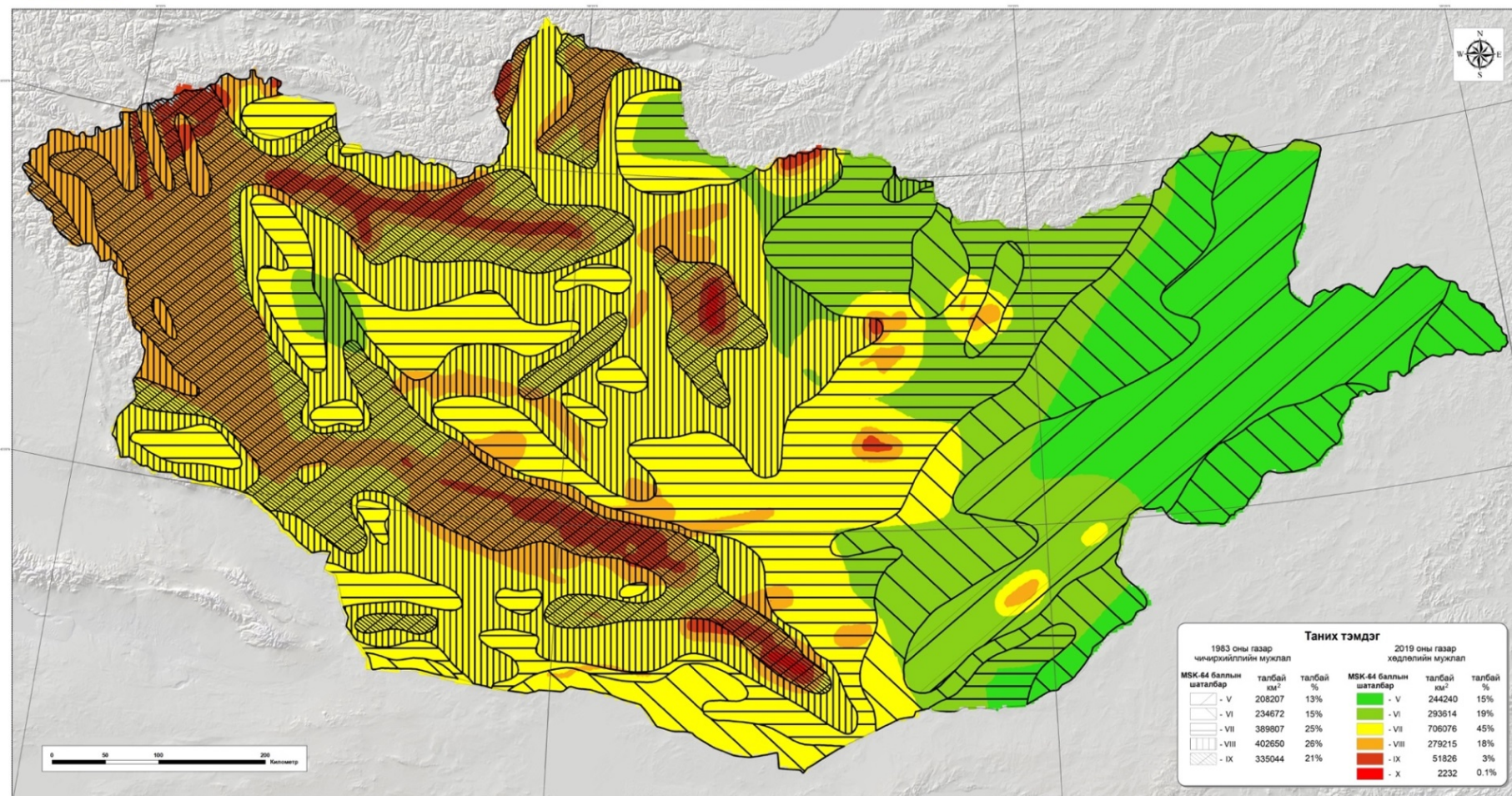
Магадлалт үнэлгээний тооцооны аргачлалыг тайлангийн 6.1 бүлэгт дэлгэрэнгүй тайлбарласан. Магадлалт үнэлгээний аргыг ашиглан гаргасан үр дүн нь ямар нэг физик утгыг шууд илэрхийлдэггүй бөгөөд зөвхөн тухайн газар нутагт, тодорхой цаг хугацаанд хүрч болох хөрсний чичирхийллийн (хөрсний оргил хурдатгал эсвэл балл) магадлалт утгыг илэрхийлнэ. Стратегийн ач холбогдол бүхий барилга байгууламж, атомын цахилгаан станц, томоохон хэмжээний усан далан зэрэг онцгой объектыг барихдаа олон улсад суурь судалгааны аргачлалаар тооцоолсон газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээг хэрэглэхийг зөвлөдөг болохыг анхаарах хэрэгтэй.

Энэхүү судалгааны ажил нь Монгол орны хэмжээнд газар хөдлөл судлалын чиглэлээр хуримтлагдсан мэдээллийн сан болон мэдлэгийн хүрээнд тулгуурлан боловсруулсан зураг болно. Цаашид энэ чиглэлийн судалгааны ажлын хүрээнд бий болох шинэ үр дүн, шинэ мэдээлэл болон шинэлэг арга зүйг ашиглан байнга шинэчлэгдэн хийгдэх, сайжруулах шарлагатай ажил гэдэг нь ойлгомжтой



Монгол орны газар хөдлөлийн мужлал 500 жилийн давтагдах хугацаа

Масштаб: 1:1,000,000



Зураг 7.1 Монгол орны ерөнхий мужлалын зураг харьцуулсан байдал (1983 ба 2018)

НАЙМДУГААР БҮЛЭГ
ДҮГНЭЛТ

8. Дүгнэлт

Энэхүү судалгааны ажлын хүрээнд Монгол орны газар хөдлөлтийн идэвхжилт, бүс нутгийн горимын судалгаа, газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарал, геодинамик, неогеотектоник, газар хөдлөлтийн аюулын үнэлгээний судалгааны ажлуудыг хийж гүйцэтгэн дараах үр дүнгүүдийг гарган авлаа. Үүнд:

- Монгол орны нутаг дэвсгэр болон хил орчмын бүсэд 1964 оныг хүртэл болсон түүхэн газар хөдлөлтүүд, 1964 – 2018 оны багажаар тодорхойлогдсон газар хөдлөлтийн мэдээллийг ашиглан боловсруулсан Монгол орны газар хөдлөлтийн сейсмшлийн зургийг зохион гаргалаа.
- Газар хөдлөлтийн идэвхтэй Могод хагарлын дагуу талбайн геофизикийн судалгааны ажлыг гүйцэтгэж сейсмохайгуул, георадар, цахилгаан хайгуул болон агаарын зураглалын хэмжилтийг гүйцэтгэж хагарлын геометр параметруудийг нарийвчлан тодорхойллоо.
- Монгол орны газар хөдлөлтийн өндөр идэвхжилтэй бүс нутгийн Ховд, Булнай, Могод, Баруун Богд идэвхтэй хагарлын систем дээр палеосейсмологийн судалгаа гүйцэтгэж хагарлуудын нарийвчилсан зураглал, тухайн хагарал дээр болсон хүчтэй газар хөдлөлтийн хугацаа, магнитуд, давтамжийг тодорхойлсон үр дүнг гарган авлаа.
- Монгол орны нутаг дэвсгэр дээр хүчтэй газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудын судалгааг нэгтгэн 2700 таамагласан хагарлын ерөнхий мэдээлэл, 74 хагарлын нарийвчилсан мэдээллийн санг бүрдүүллээ.
- Газар хөдлөлтийн идэвхжилт, газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлын мэдээллийн сан, бүс нутгийн геологи, геодинамик геотектоникийн нөхцөл байдлыг харгалзан Монгол орны нутаг дэвсгэрийг газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн 14 бүсэд хувааж Монгол орны сейсмотектоникийн зургийг зохион гаргалаа.
- Монгол орны нутаг дэвсгэрийг газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн 14 бүс болон газар хөдлөлтийн идэвхтэй 74 хагарлын хувьд газар хөдлөлтийн горимын судалгааг гүйцэтгэж газар хөдлөлт болох давтагдалтын хугацааг үнэлэн тогтоолоо.
- Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын 1:1 000 000 масштабтай, 500 болон 2500 жилийн давтагдах хугацаанд тооцоолсон хөрсний оргил

хурдатгал болон MSK64 шаталбарын баллын утгаар бүсчилсэн зургуудыг зохион гаргалаа.

- Монгол орны нийт нутаг дэвсгэрийн 15% буюу 244240 кв.км газар нутаг нь газар хөдлөлтийн V баллын нөлөөллийн бүсэд, 19% буюу 293614 кв.км газар нутаг нь газар хөдлөлтийн VI баллын нөлөөллийн бүсэд, 45% буюу 706076 кв.км газар нутаг нь газар хөдлөлтийн VII баллын нөлөөллийн бүсэд, 18% буюу 279215 кв.км газар нутаг нь газар хөдлөлтийн VIII баллын нөлөөллийн бүсэд, 3% буюу 51826 кв.км газар нутаг нь газар хөдлөлтийн IX баллын нөлөөллийн бүсэд, 0.1% буюу 2232 кв.км газар нутаг нь газар хөдлөлтийн X баллын нөлөөллийн бүсэд хамрагдаж байна.
- Урьд өмнө нь Монголын болон гадаадын эрдэмтэн судлаачдын хийж гүйцэтгэсэн судалгааны ажлуудыг нэгтгэн Монгол орны газар хөдлөлтийн идэвхтэй хагарлуудын мэдээллийн нэгдсэн сан бий болгосон нь ирээдүйд хийгдэх судалгааны ажлуудад суурь мэдээлэл болох нэн чухал ач холбогдолтой ажил болсон юм.
- Энэхүү ажлын үр дүн нь газар хөдлөлтийн аюул, болзошгүй гамшгийн эрсдэлийг үнэлэх, түүнээс урьдчилан сэргийлэх төлөвлөгөө боловсруулах, газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүсэд барилга байгууламж барих норм дүрэм боловсруулах, хот төлөвлөлтийн асуудлыг оновчтой шийдвэрлэх зэрэг ажлуудын суурь мэдээлэл болж байдгаараа практик ач холбогдолтой юм.
- Судалгааны ажлыг ШУТС–ын ShUTT_009/2016 дугаартай шинжлэх ухаан технологийн төслийн хүрээнд гүйцэтгэсэн болно.

**ЕСДҮГЭЭР БҮЛЭГ
НОМ ЗҮЙ**

9. НОМ ЗҮЙ

Англи үсгийн дарааллаар:

Abrahamson N.A., and W. J. Silva., 1997, “ Empirical Response Spectral Attenuation Relations for Shallow Crustal Earthquakes”, Seismological Research Letters, Vol. 68, No. 1, 94-127.

Ambraseys, N., 1974. Notes on engineering seismology. in J. Solnes (ed.), Engineering Seismology and Earthquake Engineering, NATO Advanced study, 33-54.

Baljinnyam, I., Bayasgalan, A., Borisov, B.A., Cisternas, A., Dem'yanovich, M.G., Ganbaatar, L., Kochetkov, V.M., Kurushin, R.A., Molnar, P., Philip, H., and Vashchilov, Y.Y., 1993, Ruptures of major earthquakes and active deformation in Mongolia and its surroundings: Geological Society of America Memoir 18, p. 1-16.

Bayasgalan. A. 1999, Active Tectonics of Mongolia, PhD thesis, University of Cambridge, Cambridge, 182 p

Bayasgalan A., James Jackson., Dan McKenzie, 2000, Earthquake source parameters, seismogenic thickness and effective elastic thickness in Mongolia, Geophys.J.Int

Bayasgalan A., Jackson J., McKenzie D, 2005, Lithosphere rheology and active tectonics in Mongolia: relations between earthquake source parameters, gravity and GPS measurements, Geophys.J.Int, 163, 1151-1179

Borcherdt R. D., 1970, “Effect local geology on ground motion near San Francisco Bay”, Bulletin of the Seismological Society of America, 60, 29-81.

Calais E, Vergnolle M, Sankov Vladimir, Likhnev A, Miroshnitchenko Sh, Deverchere J. 2003., GPS measurements of crustal deformation in the Baikal-Mongolia area (1994-2002): Implications for current kinematics of Asia.

Cornell, C.A, 1968, Engineering seismic risk analysis, Bull. Seism. Soc. Am. 58, 1583-1606

Cunningham, W.D., 2001. Cenozoic normal faulting and regional doming in the southern Hangay region, Central Mongolia: implications for the origin of the Baikal rift province. Tectonophysics. 331, 389-411

David M., Boore., William B., Joyner and Thomas E., Fumal., 1997, “ Equations for Estimating Horizontal Response Spectra and Peak Acceleration from Western North American Earthquakes” A Summary of recent work, Seismological Research Letters, Vol. 68, No. 1, 128-153.

Douglas J., “ Comprehensive worldwide summary of strong-motion attenuation relationships for peak ground acceleration and spectral ordinates ” (1969-2000) ESEE Report No.01-1 2001

Dorjsuren, B., Baljinkham, B., Minjin, C., and Tsukada, K., 2006, Geological settings of the Ulaanbaatar terrane in the Hangay-Hentey zone of the Devonian accretionary complex, Central Asian Orogenic belt. Abstracts and Excursion Guidebook: Ulaanbaatar, Institute of Geology and Mineral Resources, Mongolian Academy of Sciences, p.39-43.

Edwin Nissen., Amgalan Bayasgalan et al., 2009, The late quaternary slip-rate of the Har-Us-Nuur Fault (Mongolian Altai) from cosmogenic ^{10}Be and luminescence dating.

Edwin Nissen., Richard Walker., Erdenebat Molor., Morteza Fattahi., Amgalan Bayasgalan., 2009. Late Quaternary rates of uplift and shortening at Baatar Hyahan (Mongolian Altai) with optically stimulated luminescence. Geophysics. 259-278.

Eric Calais., Mathilde Vergnolle., Vladimir San'kov., Andrei Lukhnev., Andrei Miroshnitchenko., Sharavyn Amarjargal., 2003. GPS measurements of crustal deformation in the Baikal-Mongolia area (1994-2002): Implications for current kinematics of Asia. Journal of Geophysical Research. Volume 108.

Frankel, K.L., , Wegmann, K.W., Bayasgalan A et al. 2010, Late Pleistocene slip rate of the Hoh Serkh-Tsagaan salaa fault system, Mongolian Altai and intracontinental deformation in central Asia, Geophys. J. Int, 183, 1134-1150

Fukushima Y., Tanaka T., 1990. “A new attenuation relation for peak horizontal acceleration of strong earthquake ground motion in Japan” Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 80, No. 4, pp. 757-783.

Fukushima Y., Berge-Thierry C., Volant Ph., Griot-Pomera D.A. & Cotton F, 2003: Attenuation relation for west Eurasia determined with recent near-fault records from California, Japan and Turkey, Journal of Earthquake Engineering, Vol. 7, No.4, 573-598.

- Galais E , Amarjargal Sh, Sankov V.A.**, Global Positioning System measurements of active crustal deformation in western Mongolia, 1997-2002 report
- Goldstein and Snoko, 2005**, Seismic Analysis Code (SAC)
- Giuliana Francesco Panza, Renato Cazzaro & Franco Vaccari.**, Correlation between macroseismic intensities and seismic ground motion parameters, *Annali Di Geofisica*, Vol, XL, N.5, October 1997
- Kelty, T.K., Yin, A., Dash, B., Gehrels, G., & Ribeiro, A., 2008**, Detrital-zircon geochronology of Paleozoic rocks in the Hangay-Hentey basin, north-central Mongolia: Implication for the tectonic evolution of the Mongol-Okhotsk Ocean in Central Asia, *Tectonophysics*, v.451, p.290-311.
- Kenneth W., Campbell & Yousef Bozorgnia, 2003**, "Updated Near-Source Ground-Motion (Attenuation) Relations for the Horizontal and Vertical Components of Peak Ground Acceleration and Acceleration Response Spectra ", *Bull. Seism. Soc. Am.*, Vol. 93, No. 1, 314-331.
- Khishigsuren S, Gerel O, Chuluun D, Bat-Ulzii D, Munkhbat B. 2012.** Origin of the Early Mesozoic Bogd Uul granite pluton, Ulaanbaatar area, Mongolia. *Bulletin of the Nagoya University Museum*. No.28, p. 45-60.
- Kurt L. Frankel., Karl W. Wegmann., Amgalan Bayasgalan., Robert J. Carson., Nicholas E. Bader., Tsolmon Adiya., Erdenebat Bolor., Chelsea C. Durfey., Jargal Otgonkhuu., Jodi Sprajcar., Kristin E. Sweeney., Richard T. Walker., Tina L. Marsteller., Laura Gregory., 2010.** Late Pleistocene slip rate of the Huh Serh-Tsagaan Salaa fault system, Mongolian Altai and intracontinental deformation in central Asia. *Geophys. J. Int.* 1134-1150.
- Makoto Takeuchi, Sersmaa G., et al 2012.** Stratigraphy and geological structure of the Paleozoic system around Ulaanbaatar, Mongolia. *Bulletin of the Nagoya University Museum*. No.28, p. 1-18.
- Ritz, J.F., Vassallo, V., Braucher, R., Brown, E.T., Carretier, S., Bourles, D.L., 2006.** Using in situ-produced ^{10}Be to quantify active tectonics in the Gurvan Bogd mountain range (Gobi-Altay, Mongolia). *Geological Society of America. Special Paper 415.* 87-110.
- Robert S.Yeats, Kerry Sieh, Clarence R. Allen.,1997**, *The Geology of Earthquakes*

Schlupp A., "Neotectonic of western Mongolia using field, seismological and remote sensing data" Laboratoire de Sismologie et de Physique de la Terre, Ecole et Observatoire de Physique du Globe de Strasbourg-Université Louis Pasteur de Strasbourg, PhD, 1 map, 270 pages, in french, 1996.

Slater James.A, Graham Garvey, Carolyn Johnston, Jeffrey Haase, Barry Heady, George Kroenung, James Little.,2006, The SRTM Data "Finishing" Process and Products, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Volume 72, Number 3, March 2006

Telford W.M., L.P.Geltard, R.E.Sheriff, Applied Geophysics, 1990

Tomurtogoo O., 1997. A New Tectonic Scheme of the Paleozooids in Mongolia, Proceeding of the 30th Intl.Geol.Congr., Vol.7. p. 75-82.

Tumurtogoo, O., 2002, A brief explanatory note to the tectonic map of Mongolia at a scale of 1:1,000,000 Mongolian Academy of Sciences, Institute of Geology and Mineral Resources; Published in Ulaanbaatar, Mongolia.

Panza G.F.,Romanelli., F and Vaccari, F., 2001. Seismic wave propagation in laterally heterogeneous anelastic media: Theory and applications to seismic zonation. Advances in Geophysics, vol.43, 1-95.

Peng K.Z., Wu F.T., & Song, L.1985. "Attenuation characteristics of peak horizontal acceleration in north east and southwest China Earthquake Engineering and Structural Dynamics". 13(3),337-350.

Vassallo, Riccardo, Jean-Francois Ritz, Regis Braucher and Sebastien Carretier et al., 2005., Dating faulted alluvial fans with cosmogenic ¹⁰Be in the Gurvan Bogd mountain range (Gobi-Altay, Mongolia): climatic and tectonic implications

Yenier E et al., 2008. Empirical relationships for magnitude and source-to-site distance conversions using recently compiled Turkish strong-ground motion database.

M. Ulziibat, 2006. The 2003 Chuya sequence (North Altay range): tectonic context and seismological study, France.

Walker R T., E. Molor E., Fox M, Bayasgalan A, 2008., Active tectonics of an apparently aseismic region: distributed active strike-slip faulting in the Hangay Mountains of central Mongolia, Geophys. J. Int.

Zonenshain L.P., Kuzmin M.I., and Natapov L.M, 1990, Geology of the USSR: A plate tectonic synthesis. Am. Geophys. Union, Geodynamics Series, 21, 1990, 242 pp

Монгол үсгийн дарааллаар:

Артюшков Е.В., 1979. Геодинамика. М.Наука, 327с

Балжинням И., А. Мөнхөө Д, Цэмбэл Б, Т.Дугармаа Т, Адъяа М, Баяр Г, 1975., Монголын газар хөдлөхүй, Улаанбаатар

Бадарч. Г. 1999, Монголын Геосудлаач, дугаар 4, хуудас 27-45.

Бат Б. 2004. Оценка и прогнозирование устойчивости геологической среды к природным и техногенным воздействиям территории города Улаанбаатар. Автореф.дис. Иркутск.

Батсайхан Ц. 2006. Инженерно-геофизическая оценка сейсмической опасности грунтов территории г. Улаанбаатар. Автореф. дис. на соискание учёной степени канд. геол.мин. наук. Иркутск. 19 с.

Бат-элзий Ш., Дорж Д., Отчёт. 1988. о гидрогеологических и геофизических работах, проведённых в 1982-1986 г. Улаанбаатар. 232с, Фонды ПИНИИ водного хозяйства МНР.

Булах Е.Г., Ржаницын В.А., Марково М.Н., 1976. Применение метода минимизаций для решения задач структурной геологии по данным гравиразведки. Наукова думка, 220с.

Геншафт Ю.С., Салтыковский А.Я., 1990. О глубинном строении Монголии. Вкн.: Эволюция геологических процессов и металлогения Монголии. М.Наука, с.177-181.

Дашжамц Д ба бусад, Монгол орны геотехникийн нөхцөл, 2009

Дергунов А.Б., Лувсанданзан Б., Павленко В.С. Геология Западной Монголии. Москва: Наука, 1980. 195с.

Джурик В.И., Серебренников С.П., Рященко Т.Г., Батсайхан Ц., Дугармаа Т., Улзийбат М., Ескин А.Ю., Усынин Л.А. 2011. Районирование сейсмической опасности территории города Эрдэнэта, Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 122 с.

Желубовский Ю.С., Анпилов М.А. 1945. Геологическое строение и полезные ископаемые района города Улан-Батора в Монголии. (Результаты работ проведенных партией №65 ГРЭ-Спецгео в 1944. В Улан-баторском районе МНР) Ф-442. 320 стр.

Зорин Ю. А, Новоселова М. Р, Рогожина В.А. 1982. Глубинная структура территории МНР. Наука. Новосибирск. 94с.

Зорин Ю.А. Турутанов Е.Х. 1985. Декомпенсационная аномалия силы тяжести. Геология и геофизика. Новосибирск.

Кожевников В.М., Эрдэнэбилэг Б., Балжинням И., Үлэмж И., 1990. Строение коры и верхней мантии под Хангайским поднятием /МНР/ по дисперсии фазовых скоростей поверхностных волн Релея //изв. АН СССР Физика Земли №3.

Ключевский А.В, Демянович В.М, Чибузов А.В, Г.Баяр, Т.Дугармаа и др., 1998, “Сейсмическое микрорайонирование аймачных центров Монголии, УБ,1998”

Логачева Н.А., 1993. Сейсмотектоника и сейсмичность Прикубсукуля. Под ред. Наука. Новосибирск. Сейсмотектоника и сейсмичность Прикубсукуля.

Ласточкин С.В. 1982. К сейсмогеологии Западного и Центрального Забайкалья Поздний плейстоцен и голоцен юга Восточной Сибири. К XI Конгрессу INQUA в СССР. Москва, 1982. - Новосибирск: Наука, 1982 - С. 136-145.

Marin S., Avouac J.-P., Nicolas M. and Schlupp A. A Probabilistic Approach to Seismic Hazard in Metropolitan France, BSSA, Vol 94, N° 6, pp. 2137-2163, December 2004.

Медведев, 1971. Сейсмическое районирование Улан-Батора.

Мокрушина Н.Г., Шебалин Н.В. Оценка качества прогноза мест сильных сотрясений на картах сейсмического районирования СССР // Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 23. М.: Наука, 1982. С. 97–103.

Мөнхөө Д., 1985, Доргилтын хүчний замхралт

Нацаг-Юм Л., Мөнхөө Д., Балжинням И., Лханасүрэн Г., Адъяа М., Цэмбэл Б., Медведев С В., Ананьин И В., Штейнберг В В., Попов и Токматов В А (1971). Сейсмическое районирование Улан-Батора, Москва, Наука, 54-82

Солоненко В.П., 1977. Сейсмическое районирование Восточной Сибири и его геолого-геофизические основы / - Новосибирск: Наука, 1977. -303 с.

Сурков. А. Д. 1976. Определение влияния четвертично-неогеновых образований на гравитационное поле при решении структурно-поисковых задач. Разведочная геофизика. вып.71 Недр. с.99-103.

Тектоническая карта МНР, М:1500000. Гл. Ред. А.Л.Яншин. Москва: ГУГК, 1978.

Төмөртоого О. 2003. Монгол орны тектоникийн дүүрэгчлэл

О. Төмөртоого, 2014. Монгол орны эртний массивуудын тогтоц ба угшлын асуудал, Геологи, №28, 2014.

Хилько С.Д., Курушин Р.А., Кочетков В.М., и др, 1985., Землетрясения и основы сейсмического районирования Монголии, Труды Сов-Монг. научно-исслед. эксп. вып. 41. М: Наука, 224 с.

Обручев В.А.,1932. Землетрясение в Монголии, Природа, N8, с.753-754

Оюунгэрэл.Сод., Жаргал Л., Дашдаваа 2004. Англи-Орос-Монгол Геологийн толь

Уломов В.И., Шумилина Л.С. Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Масштаб 1: 8000000. Объяснительная записка и список городов и населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных районах. М.: ОИФЗ, 1999. 57 с.

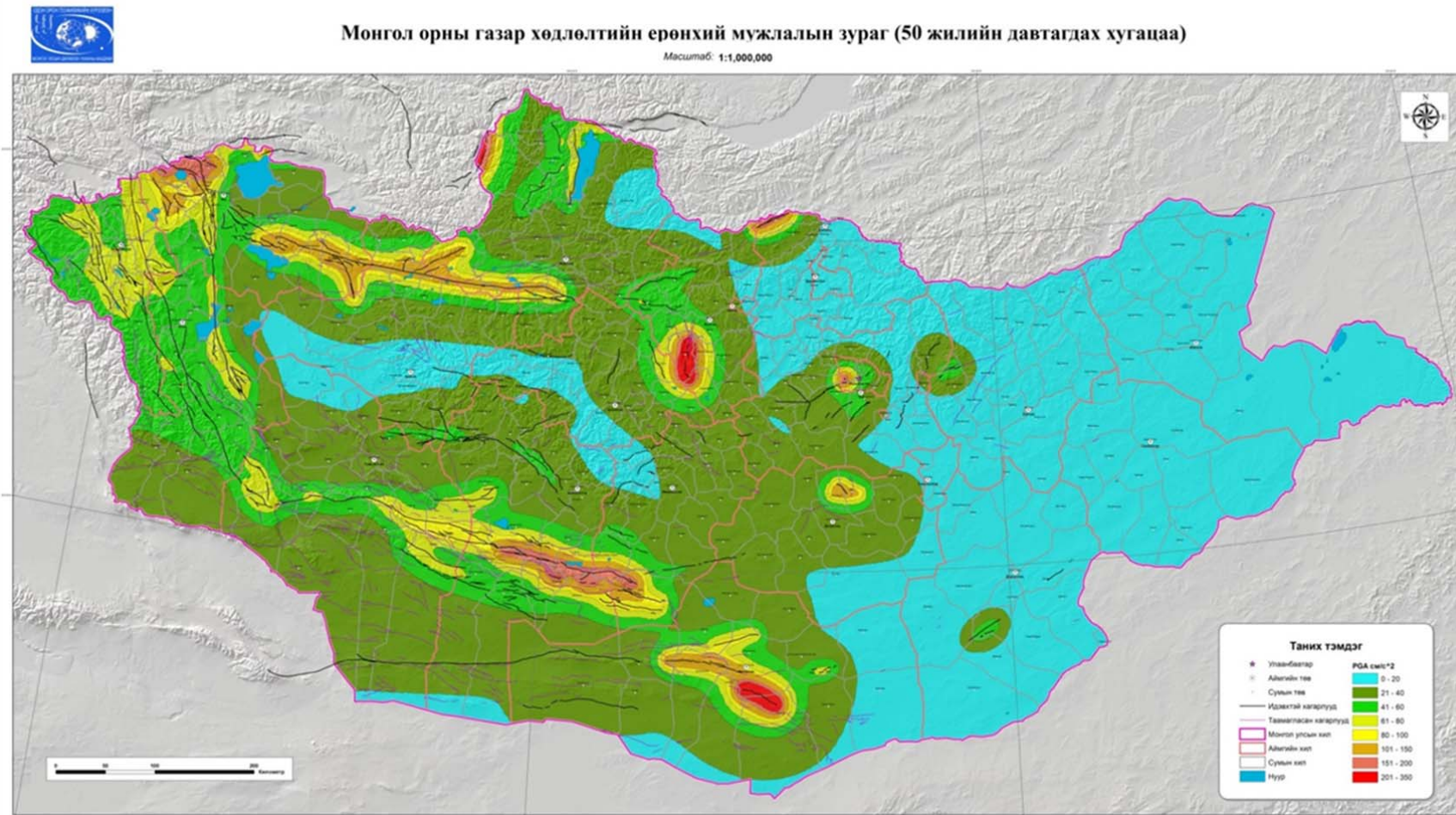
Флоренсов Н.А., Солоненко В.П., 1963. Гоби-Алтайское землетрясение, Изд-во АН СССР

Флоренсов Н.А., 1978. Очерки структурной геоморфологии. М.Наука

Чипизубов А.В. Сейсмогеология Северного Прибайкалья (зона БАМ): Автореф. дис.

АРАВДУГААР БҮЛЭГ
ХАВСРАЛТ

10. Хавсралт 1. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (давтагдах хугацаа - 50, 500, 2500 жил)

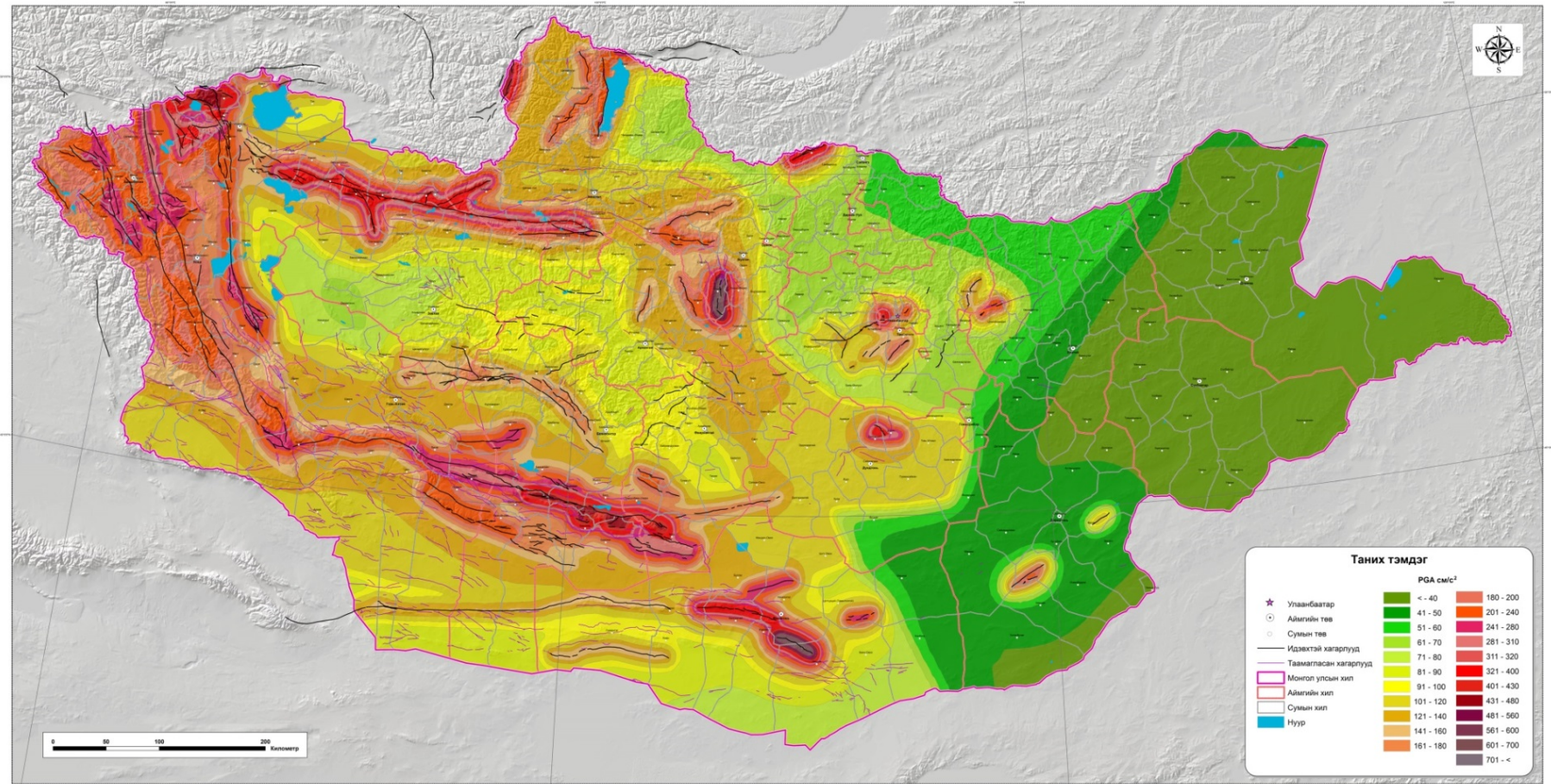


Зураг 10.1. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг. (50 жилийн давтагдах хугацаа, ХОХ -аар).



Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (500 жилийн давтагдах хугацаа)

Масштаб: 1:1,000,000

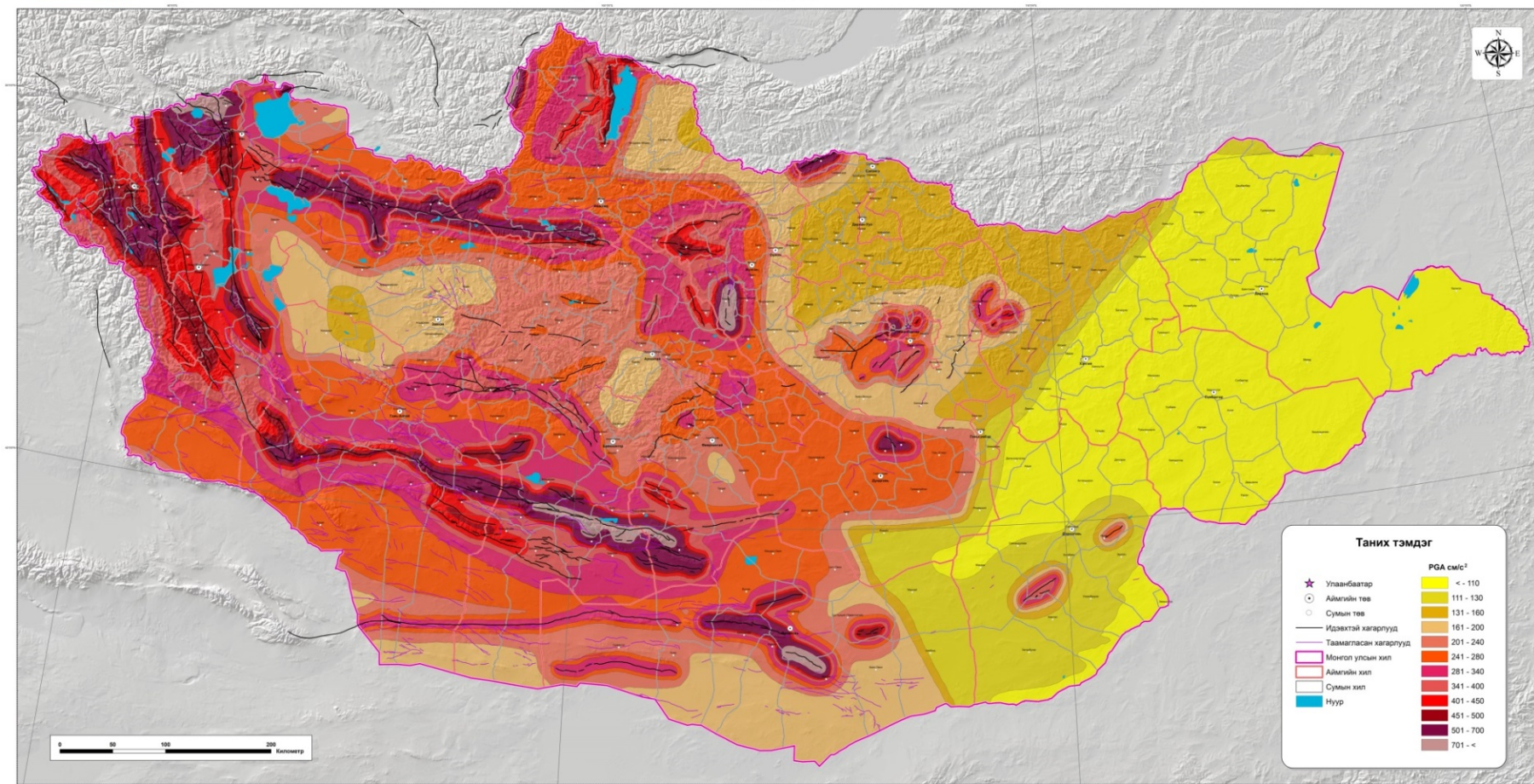


Зураг 10.2. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (500 жилийн давтагдах хугацаа, ХОХ -аар).



Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (2500 жилийн давтагдах хугацаа)

Масштаб: 1:1,000,000

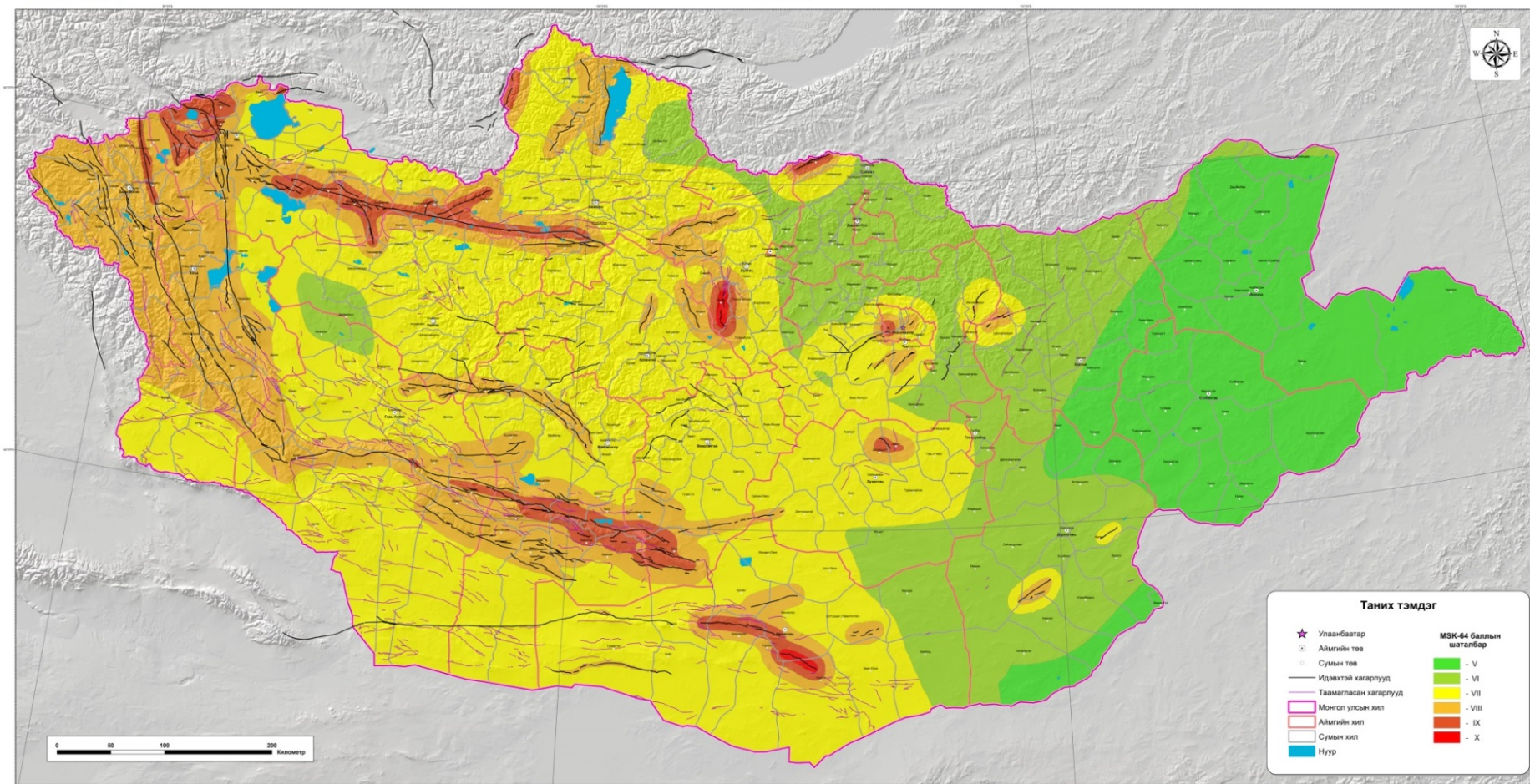


Зураг 10.3. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (2500 жилийн давтагдах хугацаа, ХОХ -аар).



Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (500 жилийн давтагдах хугацаа)

Масштаб: 1:1,000,000

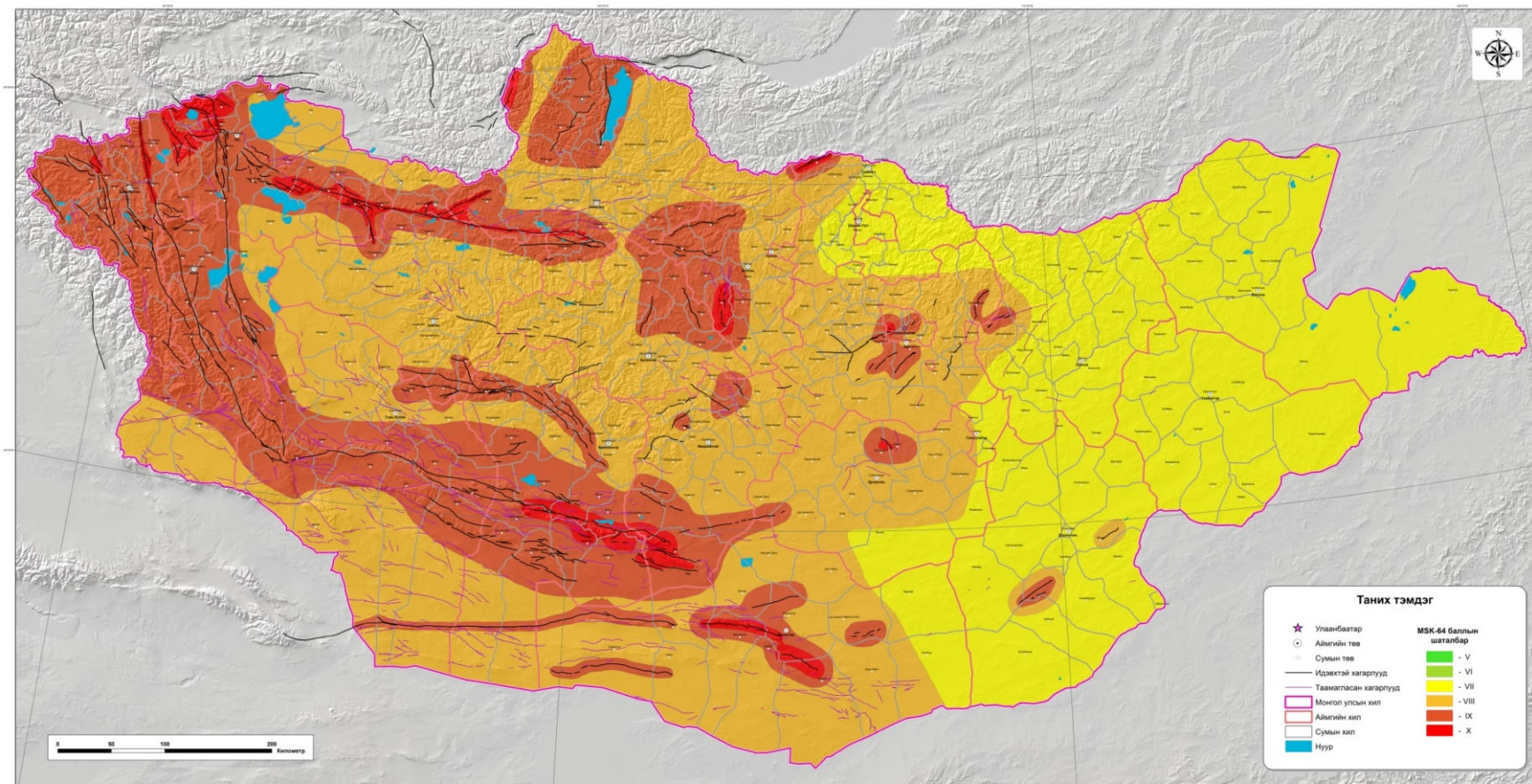


Зураг 10.4. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (500 жилийн давтагдах хугацаа, баллаар - 1 алхмаар).



Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (2500 жилийн давтагдах хугацаа)

Масштаб: 1:1,000,000

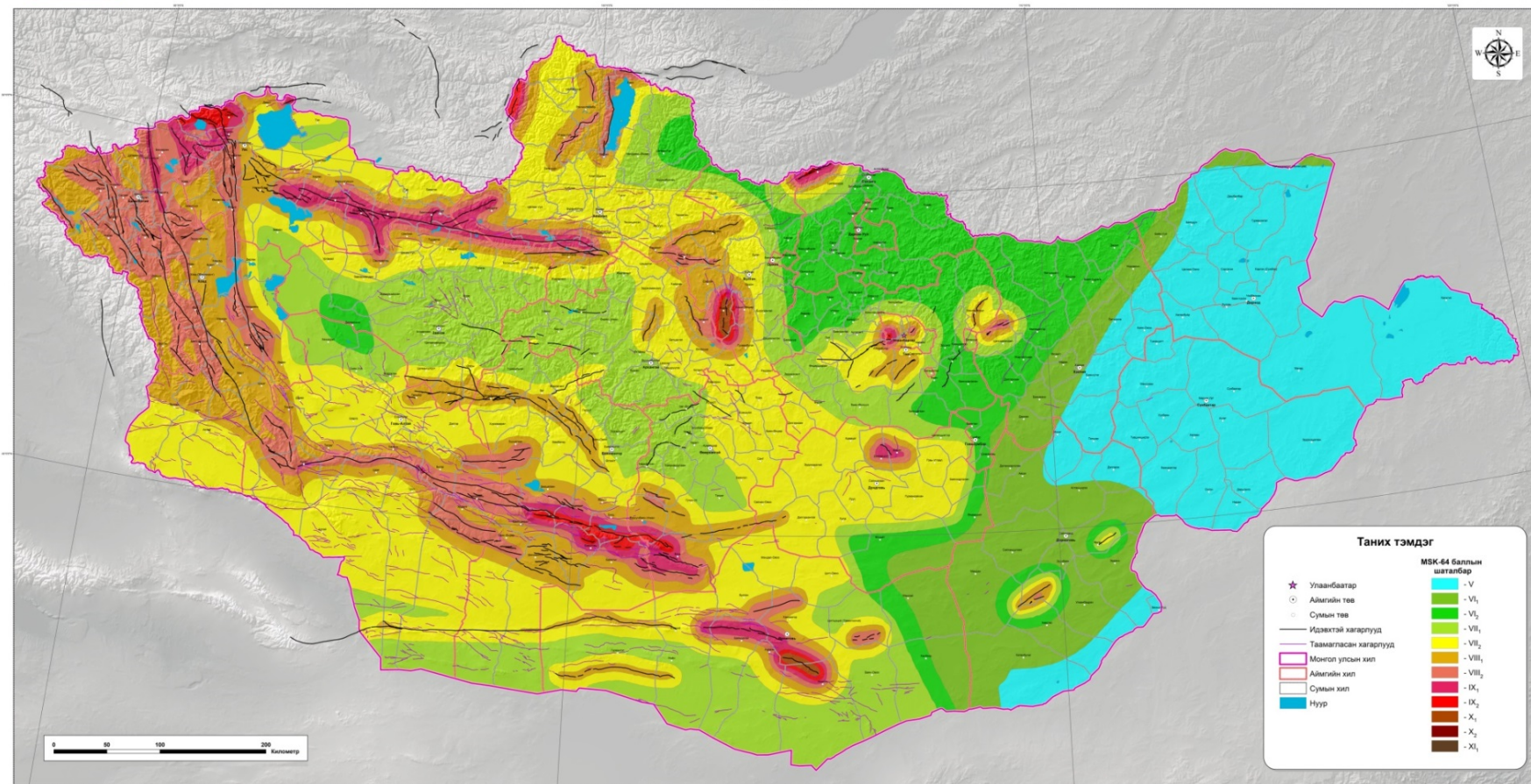


Зураг 10.5. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (2500 жилд давтагдах хугацаа, баллаар -1 алхмаар).



Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (500 жилийн давтагдах хугацаа)

Масштаб: 1:1,000,000

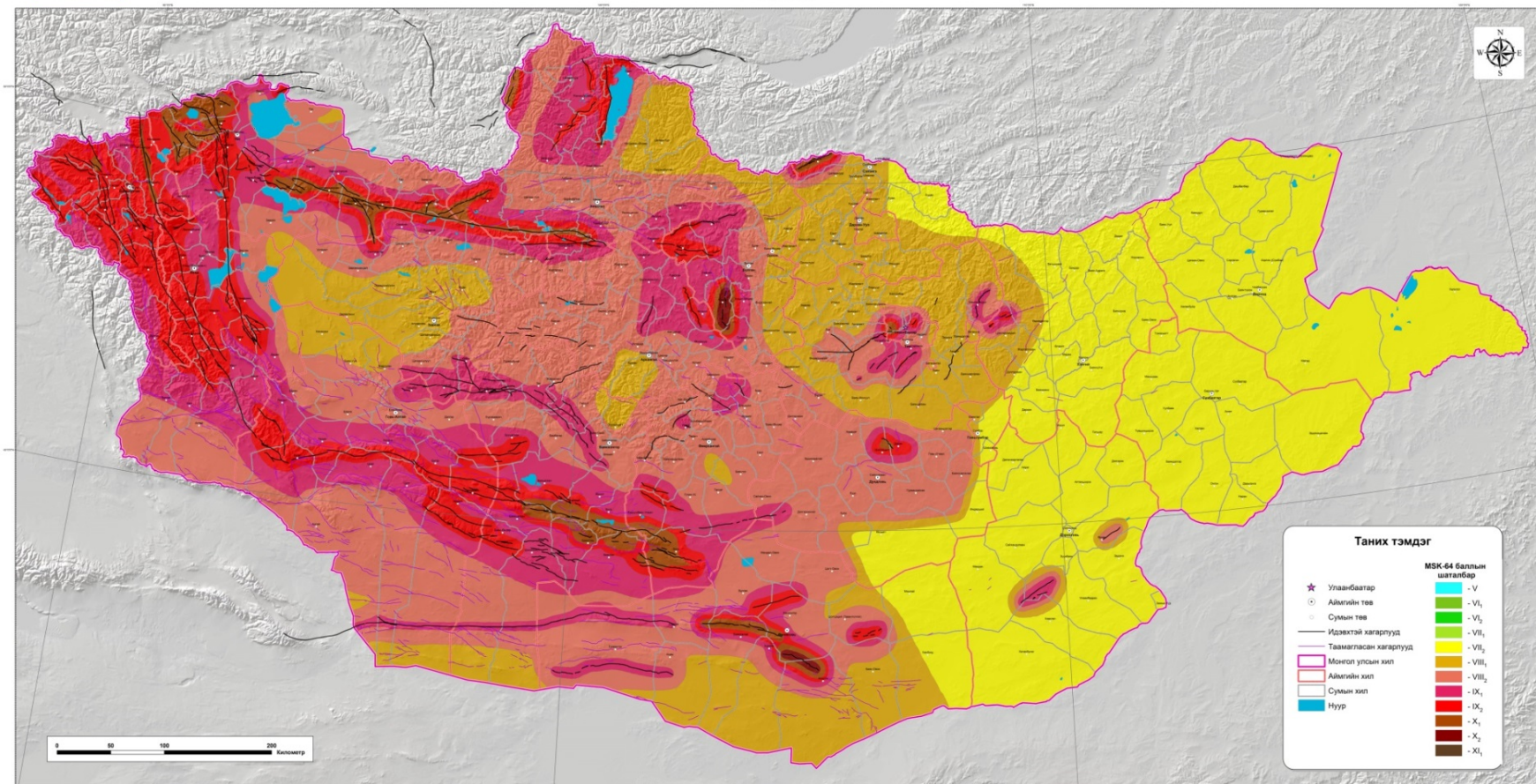


Зураг 10.6. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (500 жилийн давтагдах хугацаа, баллаар - 0,5 алхмаар)



Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (2500 жилийн давтагдах хугацаа)

Масштаб: 1:1,000,000



Зураг 10.7. Монгол орны газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг (2500 жилийн давтагдах хугацаа, баллаар - 0,5 алхмаар).

11. Хавсралт 2. Монгол орны аймаг, сумд бүрийн хувьд тооцоолсон 500 болон 2500 жилийн давтагдах хугацааны ХОХ болон MSK64 шаталбарын баллын утууд

№	Аймгийн нэр	Сумын нэр	500		2500	
			см/с ²	балл	см/с ²	балл
1	Архангай	Батцэнгэл	119 - 139	VII	268 - 288	VIII
2		Булган	76 - 96	VII	182 - 202	VIII
3		Жаргалант	84 - 104	VII	217 - 237	VIII
4		Ихтамир	82 - 102	VII	194 - 214	VIII
5		Өгийнуур	127 - 147	VII	272 - 292	VIII
6		Өлзийт	194 - 214	VIII	389 - 409	IX
7		Өндөр-Улаан	78 - 98	VII	208 - 228	VIII
8		Тариат	85 - 105	VII	239 - 259	VIII
9		Төвшрүүлэх	93 - 113	VII	213 - 233	VIII
10		Хайрхан	128 - 148	VII	319 - 339	IX
11		Хангай	78 - 98	VII	214 - 234	VIII
12		Хашаат	119 - 139	VII	263 - 283	VIII
13		Хотонт	110 - 130	VII	258 - 278	VIII
14		Цахир	75 - 95	VII	211 - 231	VIII
15		Цэнхэр	96 - 116	VII	217 - 237	VIII
16		Цэцэрлэг	117 - 137	VII	286 - 306	IX
17		Чулуут	83 - 103	VII	209 - 229	VIII
18		Эрдэнэбулган	82 - 102	VII	191 - 211	VIII
19		Эрдэнэмандал	120 - 140	VII	286 - 306	IX
20	Баян-Өлгий	Алтай	194 - 214	VIII	405 - 425	IX
21		Алтанцөгц	285 - 305	IX	564 - 584	X
22		Баяннуур	176 - 196	VIII	364 - 384	IX
23		Бугат	197 - 217	VIII	418 - 438	IX
24		Булган	167 - 187	VIII	365 - 385	IX
25		Буянт	267 - 287	VIII	549 - 569	IX
26		Дэлгүүн	182 - 202	VIII	423 - 443	IX
27		Ногооннуур	219 - 239	VIII	442 - 462	IX
28		Сагсай	207 - 227	VIII	447 - 467	IX
29		Өлгий	198 - 218	VIII	419 - 439	IX
30		Цагааннуур	178 - 198	VIII	372 - 392	IX
31		Толбо	224 - 244	VIII	499 - 519	IX
32		Улаанхус	215 - 235	VIII	469 - 489	IX
33		Цэнгэл	218 - 238	VIII	478 - 498	IX
34		Баянхонгор	Баянхонгор	85 - 105	VII	197 - 217
35	Баацагаан		159 - 179	VIII	350 - 370	IX
36	Баянбулаг		159 - 179	VIII	346 - 366	IX
37	Баянговь		390 - 410	IX	696 - 716	X

38		Баянлиг	157 - 177	VIII	325 - 345	IX	
39		Баян-Овоо	112 - 132	VII	240 - 260	IX	
40		Баян-Өндөр	186 - 206	VIII	407 - 427	IX	
41		Баянцагаан	155 - 175	VIII	335 - 355	IX	
42		Богд	177 - 197	VIII	344 - 364	IX	
43		Бөмбөгөр	97 - 117	VII	223 - 243	VIII	
44		Бууцагаан	194 - 214	VIII	407 - 427	IX	
45		Галуут	89 - 109	VII	203 - 223	VIII	
46		Гурванбулаг	83 - 103	VII	207 - 227	VIII	
47		Жаргалант	116 - 136	VII	279 - 299	IX	
48		Жинст	136 - 156	VIII	300 - 320	IX	
49		Заг	121 - 141	VII	270 - 290	IX	
50		Өлзийт	87 - 107	VII	203 - 223	VIII	
51			Хүрээмарал	105 - 125	VII	249 - 269	VIII
52			Шинэжинст	164 - 184	VIII	382 - 402	IX
53			Эрдэнэцогт	79 - 99	VII	188 - 208	VIII
54		Булган	Булган	116 - 136	VII	262 - 282	VIII
55			Баян-Агт	209 - 229	VIII	474 - 494	IX
56			Баяннуур	62 - 82	VII	152 - 172	VIII
57			Бугат	106 - 126	VII	251 - 271	VIII
58	Бүрэгхангай		89 - 109	VII	185 - 205	VIII	
59	Гурванбулаг		140 - 160	VIII	271 - 291	IX	
60	Дашинчилэн		75 - 95	VII	166 - 186	VIII	
61	Могод		703 - 723	X	993 - 1013	XI	
62	Орхон		132 - 152	VIII	272 - 292	IX	
63	Рашаант		110 - 130	VII	250 - 270	VIII	
64	Сайхан		144 - 164	VIII	322 - 342	IX	
65	Сэлэнгэ		65 - 85	VII	165 - 185	VIII	
66	Тэшиг		103 - 123	VII	247 - 267	VIII	
67	Хангал		62 - 72	VI	149 - 169	VIII	
68	Хишиг-Өндөр		178 - 198	VIII	314 - 334	IX	
69	Хутаг-Өндөр		176 - 196	VIII	396 - 416	IX	
70	Говь-Алтай	Алтай	106 - 126	VII	236 - 256	VIII	
71		Баян-Уул	82 - 102	VII	187 - 207	VIII	
72		Бигэр	171 - 191	VIII	356 - 376	IX	
73		Бугат	226 - 246	VIII	513 - 533	IX	
74		Дарви	119 - 139	VII	264 - 284	IX	
75		Дэлгэр	116 - 136	VII	269 - 289	VIII	
76		Есөнбулаг	114 - 134	VII	264 - 284	VIII	
77		Жаргалан	82 - 102	VII	188 - 208	VIII	
78		Тайшир	157 - 177	VIII	336 - 356	IX	
79		Тонхил	145 - 165	VIII	319 - 339	IX	
80		Төгрөг	162 - 182	VIII	370 - 390	IX	

81		Халиун	147 - 167	VIII	325 - 345	IX
82		Хөхморьт	62 - 82	VII	151 - 171	VIII
83		Цогт	124 - 144	VII	292 - 312	IX
84		Цээл	137 - 157	VIII	313 - 333	IX
85		Чандмань	272 - 292	XI	530 - 550	IX
86		Шарга	114 - 134	VII	263 - 283	VIII
87		Эрдэнэ	172 - 192	VIII	373 - 393	IX
88	Говьсүмбэр	Сүмбэр	57 -67	VI	126 - 146	VII
89		Баянтал	57 -67	VI	135 - 155	VIII
90		Шивээговь	45 -55	VI	105 - 125	VII
91	Дархан-Уул	Дархан	56 -66	VI	134 - 154	VIII
92		Хонгор	56 -66	VI	135 - 155	VIII
93		Орхон	56 -66	VI	135 - 155	VIII
94		Шарынгол	56 -66	VI	133 - 153	VIII
95	Дорноговь	Айраг	36 -46	VI	97 - 117	VII
96		Алтанширээ	35 -45	VI	97 - 117	VII
97		Даланжаргалан	37 -47	VI	98 - 118	VII
98		Дэлгэрэх	35 -45	V	96 - 116	VII
99		Замын-Үүд	34 -44	V	98 - 118	VII
100		Зүүнбаян	40 -50	VI	106 - 126	VII
101		Иххэт	35 -45	V	96 - 116	VII
102		Мандах	39 -49	VI	100 - 120	VII
103		Өргөн	89 - 109	VII	250 - 270	VIII
104		Сайхандулаан	37 -47	VI	101 - 121	VII
105		Сайншанд	37 -47	VI	101 - 121	VII
106		Улаанбадрах	37 -47	VI	104 - 124	VII
107		Хатанбулаг	35 -45	VI	101 - 121	VII
108		Хөвсгөл	43 -53	VI	112 - 132	VII
109		Эрдэнэ	39 -49	VI	106 - 126	VII
110	Дорнод	Баяндун	34 -44	V	95 - 115	VII
111		Баянтүмэн	34 -44	V	91 - 111	VII
112		Баян-Уул	37 -47	VI	97 - 117	VII
113		Булган	34 -44	V	91 - 111	VII
114		Гурванзагал	34 -44	V	95 - 115	VII
115		Дашбалбар	34 -44	V	95 - 115	VII
116		Матад	34 -44	V	91 - 111	VII
117		Сэргэлэн	34 -44	V	91 - 111	VII
118		Халхгол	34 -44	V	91 - 111	VII
119		Хөлөнбуйр	34 -44	V	91 - 111	VII
120		Хэрлэн (Сүмбэр)	34 -44	V	91 - 111	VII
121		Цагаан-Овоо	34 -44	V	91 - 111	VII
122	Чулуунхороот (Эрээнцав)	34 -44	V	99 - 119	VII	

123		Чойбалсан	34 -44	V	91 - 111	VII	
124	Дундговь	Адаацаг	109 - 129	VII	241 - 261	VIII	
125		Баянжаргалан	100 - 120	VII	228 - 248	VIII	
126		Говь-Угтаал	106 - 126	VII	235 - 255	VIII	
127		Гурвансайхан	105 - 125	VII	233 - 253	VIII	
128		Дэлгэрхангай	107 - 127	VII	241 - 261	VIII	
129		Дэлгэрцогт	286 - 306	IX	508 - 528	IX	
130		Дэрэн	309 - 329	IX	551 - 571	IX	
131		Луус	106 - 126	VII	235 - 255	VIII	
132		Өлзийт	53 -63	VI	114 - 134	VII	
133		Өндөршил	47 -57	VI	107 - 127	VII	
134		Сайхан-Овоо	113 - 133	VII	261 - 281	VIII	
135		Сайнцагаан	109 - 129	VII	240 - 260	VIII	
136		Хулд	99 - 119	VII	227 - 247	VIII	
137		Цагаандэлгэр	90 - 110	VII	213 - 233	VIII	
138		Эрдэнэдалай	107 - 127	VII	237 - 257	VIII	
139		Завхан	Алдархаан	70 - 90	VII	177 - 197	VIII
140			Асгат	310 - 330	IX	559 - 579	X
141			Баянтэс	120 - 140	VII	257 - 277	VIII
142	Баянхайрхан		330 - 350	IX	588 - 608	X	
143	Дөрвөлжин		63 -73	VI	143 - 163	VIII	
144	Завханмандал		100 - 120	VII	234 - 254	VIII	
145	Идэр		70 - 90	VII	183 - 203	VIII	
146	Их-Уул		106 - 126	VII	256 - 276	VIII	
147	Нөмрөг		120 - 140	VII	257 - 277	VIII	
148	Отгон		126 - 146	VII	315 - 335	IX	
149	Сантмаргац		157 - 177	VIII	305 - 325	IX	
150	Сонгино		142 - 162	VIII	279 - 299	IX	
151	Тосонцэнгэл		103 - 123	VII	243 - 263	VIII	
152	Түдэвтэй		137 - 157	VIII	274 - 294	IX	
153	Тэлмэн		81 - 101	VII	195 - 215	VIII	
154	Тэс		115 - 135	VII	253 - 273	VIII	
155	Ургамал		103 - 123	VII	241 - 261	VIII	
156	Улиастай		70 - 90	VII	180 - 200	VIII	
157	Цагаанхайрхан		72 - 92	VII	184 - 204	VIII	
158	Цагаанчулуут		105 - 125	VII	234 - 254	VIII	
159	Цэцэн-Уул		110 - 130	VII	250 - 270	VIII	
160	Шилүүстэй		150 - 170	VIII	327 - 347	IX	
161	Эрдэнэхайрхан		69 - 89	VII	172 - 192	VIII	
162	Яруу		69 - 89	VII	177 - 197	IX	
163	Орхон		Баян-Өндөр	68 - 88	VII	168 - 188	VIII
164			Жаргалант	63 -73	VI	149 - 169	VIII
165	Өвөрхангай		Арвайхээр	88 - 108	VII	204 - 224	VIII

166		Баруунбаян-Улаан	170 - 190	VIII	347 - 367	IX
167		Бат-Өлзий	82 - 102	VII	248 - 268	VIII
168		Баянгол	102 - 122	VII	237 - 257	VIII
169		Баян-Өндөр	110 - 130	VII	242 - 262	VIII
170		Богд	297 - 317	IX	580 - 600	X
171		Бүрд	115 - 135	VII	265 - 285	VIII
172		Гучин-Ус	94 - 114	VII	235 - 255	VIII
173		Хархорин	110 - 130	VII	262 - 282	VIII
174		Хайрхандулаан	83 - 103	VII	216 - 236	VIII
175		Хужирт	100 - 120	VII	260 - 280	VIII
176		Нарийнтээл	85 - 105	VII	224 - 244	VIII
177		Өлзийт	114 - 134	VII	253 - 273	VIII
178		Сант	110 - 130	VII	243 - 263	VIII
179		Тарагт	84 - 104	VII	227 - 247	VIII
180		Төгрөг	78 - 98	VII	197 - 217	VIII
181		Уянга	85 - 105	VII	291 - 311	IX
182		Есөнзүйл	116 - 136	VII	268 - 288	VIII
183		Зүүнбаян-Улаан	88 - 108	VII	236 - 256	VIII
184	Өмнөговь	Баяндалай	198 - 218	VIII	348 - 368	IX
185		Баян-Овоо	72 - 92	VII	178 - 198	VIII
186		Булган	118 - 138	VII	261 - 281	VIII
187		Гурвантэс	86 - 106	VII	210 - 230	VIII
188		Даланзадгад	177 - 197	VIII	319 - 339	IX
189		Мандал-Овоо	108 - 128	VII	246 - 266	VIII
190		Манлай	44 -54	VI	106 - 126	VII
191		Ноён	83 - 103	VII	199 - 219	VIII
192		Номгон	200 - 220	VIII	323 - 343	IX
193		Сэврэй	136 - 156	VII	312 - 332	IX
194		Ханбогд	46 -56	VI	111 - 131	VII
195		Ханхонгор	120 - 140	VII	240 - 260	VIII
196		Хүрмэн	197 - 217	VIII	323 - 343	IX
197		Цогт-Овоо	101 - 121	VII	228 - 248	VIII
198		Цогтцэций	89 - 109	VII	205 - 225	VIII
199	Сүхбаатар	Асгат	34 -44	V	91 - 111	VII
200		Баяндэлгэр	34 -44	V	95 - 115	VII
201		Баруун-Урт	34 -44	V	91 - 111	VII
202		Дарьганга	34 -44	V	91 - 111	VII
203		Мөнххаан	34 -44	V	95 - 115	VII
204		Наран	34 -44	V	94 - 114	VII
205		Онгон	34 -44	V	94 - 114	VII
206		Сүхбаатар	34 -44	V	91 - 111	VII
207		Түвшинширээ	34 -44	V	95 - 115	VII

208		Түмэнцогт	34 -44	V	94 - 114	VII	
209		Уулбаян	34 -44	V	94 - 114	VII	
210		Халзан	34 -44	V	91 - 111	VII	
211		Эрдэнэцагаан	34 -44	V	91 - 111	VII	
212	Сэлэнгэ	Алтанбулаг	54 -64	VI	132 - 152	VIII	
213		Баруунбүрэн	59 -69	VI	142 - 162	VIII	
214		Баянгол	57 -67	VI	136 - 156	VIII	
215		Ерөө	54 -64	VI	131 - 151	VII	
216		Жавхлант	55 -65	VI	133 - 153	VIII	
217		Зүүнбүрэн	61 -71	VI	140 - 160	VIII	
218		Мандал	57 -67	VI	137 - 157	VIII	
219		Орхон	58 -68	VI	138 - 158	VIII	
220		Орхонтуул	60 -70	VI	143 - 163	VIII	
221		Сайхан	57 -67	VI	137 - 157	VIII	
222		Сант	57 -67	VI	137 - 157	VIII	
223		Сүхбаатар	58 -68	VI	136 - 156	VIII	
224		Түшиг	443 - 463	IX	736 - 756	X	
225		Хүдэр	50 -60	VI	128 - 148	VII	
226		Хушаат	56 -66	VI	136 - 156	VIII	
227		Цагааннуур	89 - 109	VII	176 - 196	VIII	
228		Шаамар	56 -66	VI	135 - 155	VIII	
229		Төв	Алтанбулаг	139 - 159	VIII	285 - 305	IX
230			Аргалант	69 - 89	VII	167 - 187	VIII
231			Архуст	61 -71	VI	162 - 182	VIII
232	Баян		65 -75	VI	170 - 190	VIII	
233	Батсүмбэр		64 - 84	VII	155 - 175	VIII	
234	Баяндэлгэр		63 -73	VI	159 - 179	VIII	
235	Баянжаргалан		58 -68	VI	147 - 167	VIII	
236	Баян-Өнжүүл		64 - 84	VII	159 - 179	VIII	
237	Баянхангай		68 - 88	VII	168 - 188	VIII	
238	Баянцагаан		65 -75	VI	156 - 176	VIII	
239	Баянцогт		66 -76	VII	155 - 175	VIII	
240	Баянчандмань		78 - 98	VII	172 - 192	VIII	
241	Борнуур		62 -72	VI	145 - 165	VIII	
242	Бүрэн		92 - 112	VII	219 - 239	VIII	
243	Дэлгэрхаан		109 - 129	VII	241 - 261	VIII	
244	Жаргалант		59 -69	VI	142 - 162	VIII	
245	Заамар		62 -72	VI	147 - 167	VIII	
246	Зуунмод		109 - 129	VII	236 - 256	VIII	
247	Лүн		96 - 116	VII	240 - 260	VIII	
248	Мөнгөнморьт		151 - 171	VIII	334 - 354	IX	
249	Өндөрширээт		76 - 96	VII	182 - 202	VIII	
250	Сэргэлэн		139 - 159	VIII	310 - 330	IX	

251		Сүмбэр	58 -68	VI	138 - 158	VIII	
252		Угтаал	60 -70	VI	147 - 167	VIII	
253		Цээл	59 -69	VI	143 - 163	VIII	
254		Эрдэнэ	64 -74	VI	164 - 184	VIII	
255		Эрдэнэсант	76 - 96	VII	183 - 203	VIII	
256	Увс	Баруунтуруун	176 - 196	VIII	337 - 357	IX	
257		Бөхмөрөн	197 - 217	VIII	410 - 430	IX	
258		Давст	119 - 139	VII	245 - 265	VIII	
259		Завхан	83 - 103	VII	202 - 222	VIII	
260		Зүүнговь	112 - 132	VII	256 - 276	VIII	
261		Зүүнхангай	332 - 352	IX	591 - 611	X	
262		Малчин	138 - 158	VIII	302 - 322	IX	
263		Наранбулаг	149 - 169	VIII	375 - 395	IX	
264		Өлгий	211 - 231	VIII	432 - 452	IX	
265		Өмнөговь	169 - 189	VIII	357 - 377	IX	
266		Өндөрхангай	340 - 360	IX	601 - 621	X	
267		Сагил	403 - 423	IX	719 - 739	X	
268		Тариалан	224 - 244	VIII	482 - 502	IX	
269		Тэс	94 - 114	VII	198 - 218	VIII	
270		Түргэн	325 - 345	IX	618 - 638	X	
271		Улаангом	140 - 160	VIII	341 - 361	IX	
272		Ховд	195 - 215	VIII	392 - 412	IX	
273		Хяргас	168 - 188	VIII	322 - 342	IX	
274		Цагаанхайрхан	335 - 355	IX	599 - 619	X	
275		Ховд	Ховд (Жаргалант)	170 - 190	VIII	374 - 394	IX
276	Алтай		113 - 133	VII	254 - 274	VIII	
277	Булган		125 - 145	VII	274 - 294	IX	
278	Буянт		163 - 183	VIII	356 - 376	IX	
279	Дарви		136 - 156	VIII	304 - 324	IX	
280	Дөргөн		103 - 123	VII	235 - 255	VIII	
281	Дуут		194 - 214	VIII	439 - 459	IX	
282	Зэрэг		179 - 199	VIII	397 - 417	IX	
283	Манхан		166 - 186	VIII	392 - 412	IX	
284	Мөнххайрхан		211 - 231	VIII	476 - 496	IX	
285	Мөст		163 - 183	VIII	372 - 392	IX	
286	Мянгад		164 - 184	VIII	355 - 375	IX	
287	Үенч		137 - 157	VIII	304 - 324	IX	
288	Ховд		191 - 211	VIII	412 - 432	IX	
289	Цэцэг		148 - 168	VIII	330 - 350	IX	
290	Чандмань		195 - 215	VIII	422 - 442	IX	
291	Эрдэнэбүрэн		176 - 196	VIII	372 - 392	IX	
292	Хөвсгөл		Алаг-Эрдэнэ	119 - 139	VII	273 - 293	IX
293			Арбулаг	110 - 130	VII	253 - 273	VIII

294		Баянзүрх	125 - 145	VII	280 - 300	IX
295		Бүрэнтогтох	113 - 133	VII	257 - 277	VIII
296		Галт	116 - 136	VII	276 - 296	IX
297		Жаргалант	83 - 103	VII	224 - 244	VIII
298		Их-Уул	115 - 135	VII	284 - 304	IX
299		Мөрөн	110 - 130	VII	253 - 273	VIII
300		Рашаант	189 - 209	VIII	418 - 438	IX
301		Рэнчинлхүмбэ	140 - 160	VIII	321 - 341	IX
302		Тариалан	114 - 134	VII	280 - 300	IX
303		Тосонцэнгэл	110 - 130	VII	258 - 278	VIII
304		Төмөрбулаг	131 - 151	VIII	279 - 299	IX
305		Түнэл	107 - 127	VII	246 - 266	VIII
306		Улаан-Уул	174 - 194	VIII	364 - 384	IX
307		Ханх	142 - 162	VIII	304 - 324	IX
308		Хатгал	229 - 249	VIII	463 - 483	IX
309		Цагааннуур	124 - 144	VII	285 - 305	IX
310		Цагаан-Уул	111 - 131	VII	256 - 276	VIII
311		Цагаан-Үүр	65 - 75	VI	155 - 175	VIII
312		Цэцэрлэг	205 - 225	VIII	380 - 400	IX
313		Чандмань-Өндөр	68 - 88	VII	172 - 192	VIII
314		Шинэ-Идэр	156 - 176	VIII	331 - 351	IX
315		Эрдэнэбулган	75 - 95	VII	180 - 200	VIII
316		Батноров	35 - 45	V	95 - 115	VII
317		Батширээт	50 - 60	VI	128 - 148	VII
318		Баян-Адрага	48 - 58	VI	125 - 145	VII
319		Баянмөнх	37 - 47	VI	99 - 119	VII
320		Баян-Овоо	34 - 44	V	94 - 114	VII
321		Баянхутаг	35 - 45	V	96 - 116	VII
322		Биндэр	50 - 60	VI	127 - 147	VII
323		Галшар	34 - 44	V	96 - 116	VII
324		Дадал	49 - 59	VI	125 - 145	VII
325		Дархан	37 - 47	VI	99 - 119	VII
326		Дэлгэрхаан	51 - 61	VI	132 - 152	VIII
327		Жаргалтхаан	53 - 63	VI	132 - 152	VIII
328		Мөрөн	37 - 47	VI	98 - 118	VII
329		Норовлин	37 - 47	VI	97 - 117	VII
330		Өмнөдэлгэр	54 - 64	VI	132 - 152	VIII
331		Өлзийт	40 - 50	VI	103 - 123	VII
332		Хэрлэн	35 - 45	VI	96 - 116	VII
333		Цэнхэрмандал	77 - 97	VII	170 - 190	VIII

12. Хавсралт 3. Мэдрэгдэм хүчтэй ($M_w \geq 5.0$) газар хөдлөлтийн жагсаалт

№	он сар өдөр	цаг	минут	секунд	уртраг	өргөрөг	M_w
1	19021228	1	43	19.0	50.70	91.30	6.6
2	19030201	9	34	30.0	43.40	104.40	7.3
3	19030202	10	6	0.0	43.40	104.40	6.0
4	19030202	13	21	0.0	43.40	104.40	5.8
5	19030203	12	19	0.0	43.40	104.40	5.9
6	19030204	2	20	0.0	43.40	104.40	6.0
7	19030205	18	28	0.0	43.40	104.40	6.6
8	19030206	7	38	0.0	43.40	104.40	6.9
9	19030207	10	48	0.0	43.40	104.40	5.6
10	19030207	13	36	0.0	43.40	104.40	5.8
11	19030207	22	32	0.0	43.40	104.40	5.5
12	19030208	5	20	0.0	43.40	104.40	5.8
13	19030209	5	36	0.0	43.40	104.40	5.5
14	19030210	3	2	0.0	43.40	104.40	6.1
15	19030211	16	14	0.0	43.40	104.40	6.0
16	19030212	18	44	0.0	43.40	104.40	6.2
17	19030223	12	15	0.0	43.40	104.40	5.4
18	19030224	17	44	0.0	43.40	104.40	5.9
19	19030227	0	36	0.0	43.40	104.40	6.8
20	19030228	10	10	0.0	43.40	104.40	5.3
21	19030312	14	22	0.0	43.40	104.40	6.1
22	19030315	14	34	0.0	43.40	104.40	6.1
23	19030401	14	19	0.0	43.40	104.40	5.8
24	19030403	9	41	0.0	43.40	104.40	5.8
25	19030403	20	36	0.0	43.40	104.40	5.8
26	19030513	6	33	0.0	43.40	104.40	6.4
27	19050410	12	15	0.0	49.30	94.80	5.5
28	19050709	9	40	56.0	49.50	97.30	8.3
29	19050709	10	57	24.0	49.50	97.30	6.6
30	19050709	11	21	21.0	49.50	97.30	6.7
31	19050709	11	27	0.0	49.50	97.30	5.9
32	19050709	11	33	0.0	49.50	97.30	5.6
33	19050709	12	26	0.0	49.50	97.30	5.8
34	19050709	13	1	0.0	49.50	97.30	5.5
35	19050709	14	54	0.0	49.50	97.30	5.5
36	19050709	15	12	0.0	49.50	97.30	5.6
37	19050709	16	36	0.0	49.50	97.30	5.3
38	19050709	17	18	0.0	49.50	97.30	5.4
39	19050709	17	38	0.0	49.50	97.30	5.3
40	19050709	18	5	0.0	49.50	97.30	5.6

41	19050709	19	40	0.0	49.50	97.30	5.4
42	19050709	23	40	0.0	49.50	97.30	5.3
43	19050710	2	58	0.0	49.50	97.30	5.4
44	19050710	8	22	0.0	49.50	97.30	5.6
45	19050710	9	36	0.0	49.50	97.30	5.8
46	19050710	12	26	0.0	49.50	97.30	5.6
47	19050710	14	54	0.0	49.50	97.30	5.3
48	19050710	15	2	0.0	49.50	97.30	5.4
49	19050711	8	38	0.0	49.50	97.30	6.9
50	19050711	10	34	0.0	49.50	97.30	5.5
51	19050712	11	28	0.0	49.50	97.30	5.4
52	19050712	12	30	0.0	49.50	97.30	5.4
53	19050712	23	36	0.0	49.50	97.30	5.6
54	19050713	5	51	0.0	49.50	97.30	5.6
55	19050714	22	1	0.0	49.50	97.30	6.5
56	19050715	10	48	0.0	49.50	97.30	5.4
57	19050715	12	54	0.0	49.50	97.30	5.5
58	19050721	17	26	0.0	49.50	97.30	5.4
59	19050722	3	25	0.0	49.50	97.30	5.6
60	19050723	2	47	0.0	49.30	96.20	8.3
61	19050723	4	18	0.0	49.30	96.20	6.4
62	19050723	7	53	0.0	49.30	96.20	5.8
63	19050723	9	13	0.0	49.30	96.20	6.0
64	19050723	10	13	0.0	49.30	96.20	6.0
65	19050723	10	53	0.0	49.30	96.20	5.3
66	19050723	11	29	0.0	49.30	96.20	5.6
67	19050723	11	42	0.0	49.30	96.20	5.8
68	19050723	20	35	0.0	49.30	96.20	6.1
69	19050724	16	19	0.0	49.30	96.20	5.3
70	19050724	23	15	0.0	49.30	96.20	5.8
71	19050725	0	24	0.0	49.30	96.20	5.5
72	19050728	1	14	0.0	49.30	96.20	5.4
73	19050730	12	17	0.0	49.30	96.20	5.8
74	19050731	12	10	0.0	49.30	96.20	5.8
75	19050824	10	38	0.0	49.30	96.20	5.4
76	19050825	9	49	0.0	49.30	96.20	5.8
77	19050901	2	48	0.0	49.30	96.20	6.2
78	19131221	2	51	55.0	50.00	104.40	5.3
79	19140804	22	41	39.0	42.75	92.09	7.3
80	19141009	20	55	58.0	49.60	100.50	5.4
81	19150110	0	45	8.0	49.60	99.70	5.9
82	19150430	1	45	8.0	44.80	101.50	6.5
83	19150925	20	33	45.0	50.50	105.00	5.6

84	19151027	2	30	14.0	49.70	102.20	5.3
85	19170731	7	1	0.0	46.90	90.00	5.6
86	19171128	14	42	44.0	46.90	90.00	6.2
87	19180621	23	23	0.0	47.00	98.00	5.6
88	19200920	23	35	8.0	45.50	94.00	5.8
89	19220825	19	29	40.0	50.00	91.00	6.6
90	19221016	16	1	37.0	39.14	89.75	6.3
91	19230914	12	57	31.0	48.00	96.00	6.1
92	19230921	20	1	21.0	49.80	87.70	6.1
93	19231028	9	28	15.0	46.00	90.30	5.6
94	19240404	22	10	18.0	43.80	110.00	5.3
95	19250207	17	23	50.0	48.00	105.00	5.6
96	19250624	16	11	24.0	48.00	105.00	5.3
97	19250729	14	3	8.0	49.00	95.70	5.1
98	19260324	11	7	16.0	50.00	97.00	6.0
99	19260412	15	56	14.0	51.90	102.40	5.1
100	19260829	7	40	40.0	46.00	90.00	5.5
101	19270227	3	20	0.0	48.00	105.00	5.5
102	19270523	6	37	50.0	49.00	94.60	5.8
103	19270601	17	0	25.0	45.50	94.00	5.2
104	19271020	20	21	56.0	49.60	104.30	5.2
105	19281218	3	44	26.0	47.50	96.00	5.6
106	19281218	9	16	42.0	52.00	101.60	5.2
107	19290510	11	17	46.0	50.20	106.30	5.8
108	19290511	10	0	0.0	50.20	106.30	5.1
109	19290514	22	0	0.0	50.20	106.30	5.1
110	19290516	0	0	0.0	50.20	106.30	5.1
111	19300313	8	38	12.0	48.00	102.50	5.5
112	19300617	20	7	22.0	43.50	102.50	5.5
113	19310810	21	18	43.0	46.80	89.90	7.9
114	19310811	7	3	32.0	47.90	90.20	5.8
115	19310812	6	59	36.0	48.10	88.40	5.3
116	19310816	2	0	59.0	47.10	89.80	5.8
117	19310818	14	21	0.0	47.40	90.00	7.1
118	19310818	17	42	7.0	48.00	90.00	5.2
119	19310818	17	55	7.0	47.80	92.60	5.9
120	19310819	1	29	30.0	48.50	91.00	5.2
121	19310819	1	47	7.0	46.80	90.70	5.1
122	19310826	10	50	14.0	47.90	90.20	5.8
123	19311105	12	19	30.0	47.00	90.00	6.4
124	19320602	19	44	56.0	47.70	102.40	5.8
125	19320603	17	29	15.0	45.90	100.90	5.4
126	19320709	11	11	51.0	49.10	92.70	5.8

127	19320819	17	59	49.0	48.70	96.50	5.2
128	19321225	2	4	30.0	39.50	96.62	7.9
129	19330121	16	23	30.0	47.40	91.00	5.9
130	19330213	2	49	15.0	46.30	90.50	6.4
131	19330213	4	23	28.0	47.20	90.10	5.2
132	19330323	17	38	16.0	45.70	104.20	6.2
133	19340120	17	56	11.0	41.14	108.62	6.3
134	19350130	0	35	19.0	49.70	94.80	5.8
135	19360101	3	47	0.0	46.00	89.90	5.5
136	19360127	19	30	22.0	45.00	91.60	5.8
137	19380107	18	27	21.0	46.00	96.00	5.4
138	19380920	22	4	30.0	48.20	90.50	5.5
139	19381019	4	13	24.0	49.50	90.30	7.1
140	19381217	16	35	25.0	47.50	92.80	6.6
141	19390224	20	30	29.0	49.70	97.30	5.3
142	19390310	7	54	15.0	48.30	97.80	5.6
143	19390519	18	51	34.0	52.30	98.60	5.8
144	19410729	16	53	39.0	50.50	89.50	5.1
145	19420308	4	19	51.0	43.00	102.50	5.6
146	19460609	9	52	33.0	50.00	92.50	5.4
147	19480727	5	41	30.0	45.30	92.10	5.3
148	19491020	2	21	27.0	46.30	93.80	5.6
149	19491101	13	4	23.0	46.90	93.10	5.8
150	19500206	4	28	53.0	51.30	99.00	5.8
151	19500225	5	47	11.0	45.80	98.50	6.1
152	19500404	18	44	14.0	51.80	101.00	6.9
153	19500908	14	2	30.0	51.70	100.90	5.2
154	19501109	3	48	5.0	46.14	105.37	5.7
155	19510101	3	7	55.0	47.70	109.90	5.9
156	19510721	20	25	49.0	45.00	107.50	5.6
157	19520417	9	22	11.0	51.50	99.00	5.3
158	19530203	8	51	21.0	51.40	100.70	5.2
159	19530901	19	13	13.0	47.00	90.00	5.1
160	19530906	1	32	17.0	49.50	91.40	5.7
161	19540219	13	28	29.0	45.10	91.00	5.7
162	19540507	0	24	47.0	49.00	103.00	5.3
163	19540521	5	12	32.0	47.00	95.00	5.6
164	19551208	21	58	8.0	45.00	99.50	5.3
165	19560112	11	44	40.0	50.00	90.50	5.4
166	19570206	20	34	58.0	50.00	105.50	6.3
167	19570425	7	9	25.0	45.50	99.50	6.0
168	19570831	12	1	4.0	48.80	100.00	5.8
169	19571204	3	39	48.0	45.10	99.40	8.1

170	19571204	7	37	0.0	45.00	100.00	5.2
171	19571204	9	9	23.0	45.00	99.50	5.2
172	19571204	10	26	0.0	45.00	100.00	5.1
173	19571204	11	19	28.0	45.00	101.00	5.3
174	19571204	12	35	0.0	45.00	101.00	5.1
175	19571204	13	20	12.0	45.00	101.50	6.1
176	19571204	13	37	0.0	45.00	100.00	5.2
177	19571204	15	15	0.0	45.00	100.00	5.2
178	19571204	16	45	0.0	45.00	101.00	5.1
179	19571204	18	42	0.0	45.00	101.00	5.3
180	19571204	19	36	0.0	46.00	99.00	5.1
181	19571204	22	17	10.0	44.00	99.00	5.3
182	19571204	23	41	57.0	45.00	99.00	5.4
183	19571205	0	6	0.0	45.00	100.00	5.1
184	19571205	2	19	0.0	45.00	101.00	5.2
185	19571205	4	8	0.0	45.00	100.00	5.1
186	19571205	8	17	0.0	45.00	100.00	5.1
187	19571205	12	16	0.0	45.00	101.00	5.2
188	19571205	18	9	35.0	45.00	100.00	5.3
189	19571205	19	17	0.0	45.00	100.00	5.2
190	19571206	6	12	0.0	45.00	101.00	5.1
191	19571206	8	42	0.0	45.00	101.00	5.1
192	19571206	21	42	0.0	45.00	102.00	5.1
193	19571206	22	58	0.0	45.00	100.00	5.3
194	19571207	13	13	0.0	45.00	101.00	5.1
195	19571207	14	11	22.0	43.00	100.00	5.6
196	19571207	17	47	0.0	45.00	99.00	5.1
197	19571208	6	13	4.0	45.00	100.00	5.1
198	19571208	6	43	0.0	45.00	100.00	5.3
199	19571208	8	45	0.0	46.00	101.00	5.3
200	19571208	15	29	15.0	45.00	99.00	5.3
201	19571208	16	26	30.0	44.40	104.30	5.8
202	19571208	21	29	0.0	45.00	100.00	5.2
203	19571211	21	55	17.0	45.00	101.00	5.5
204	19571213	18	55	0.0	45.00	101.00	5.1
205	19571214	21	59	0.0	45.00	100.00	5.1
206	19571216	4	20	0.0	45.00	100.00	5.2
207	19571218	14	52	0.0	44.00	100.00	5.1
208	19571221	8	39	45.0	45.00	102.00	5.1
209	19571224	20	43	0.0	45.00	102.00	5.1
210	19571225	6	1	0.0	45.00	100.00	5.1
211	19571228	5	36	0.0	45.00	100.00	5.3
212	19571231	6	53	12.0	45.00	100.00	5.3

213	19580221	13	46	54.0	45.00	100.00	5.1
214	19580224	12	27	11.0	45.20	99.70	6.2
215	19580307	0	27	19.0	49.00	97.00	5.2
216	19580312	2	57	30.0	45.00	102.00	5.1
217	19580407	19	13	25.0	45.11	98.42	6.9
218	19580408	0	55	36.0	45.00	98.00	5.5
219	19580410	10	55	34.0	52.00	100.00	5.7
220	19580411	15	53	0.0	45.00	99.00	5.3
221	19580413	4	8	56.0	45.00	98.00	5.7
222	19580414	16	26	55.0	44.50	98.50	5.3
223	19580422	11	13	36.0	45.00	101.00	5.2
224	19580429	5	7	30.0	45.00	100.00	5.1
225	19580512	13	17	55.0	45.00	102.50	5.3
226	19580519	2	18	23.0	45.00	99.00	5.2
227	19580623	5	10	4.0	48.70	102.90	6.1
228	19580916	10	12	24.0	48.70	95.60	5.1
229	19581116	20	23	48.0	43.50	106.00	5.1
230	19590125	17	46	36.0	45.00	100.00	5.1
231	19590203	10	35	36.0	45.00	100.00	5.2
232	19590206	16	2	54.0	45.00	100.00	5.1
233	19590316	15	23	30.0	49.00	94.00	5.0
234	19590501	5	53	30.0	45.00	104.00	5.2
235	19590731	18	23	0.0	45.00	101.00	5.1
236	19590829	17	3	15.0	52.73	107.09	6.1
237	19590830	23	36	44.0	52.76	107.15	5.4
238	19600221	8	22	30.0	44.00	101.00	5.2
239	19600412	20	41	16.0	46.50	96.00	5.3
240	19600423	13	8	36.0	45.10	98.50	5.4
241	19600625	19	55	46.0	47.00	94.50	5.5
242	19600628	21	3	9.0	46.50	94.50	5.2
243	19600708	7	38	34.0	45.00	94.00	5.1
244	19600720	5	16	0.0	52.00	98.00	5.1
245	19600908	0	20	20.0	42.70	105.00	5.3
246	19600915	5	2	39.0	46.40	93.90	5.0
247	19600920	5	16	0.0	52.00	98.00	5.1
248	19601006	16	19	14.0	52.87	107.93	5.7
249	19601203	4	24	14.0	43.20	104.40	6.8
250	19601203	17	56	33.0	43.50	104.50	5.5
251	19601205	8	38	45.0	43.20	104.40	5.7
252	19601205	23	46	30.0	43.40	103.80	5.1
253	19601206	3	34	11.0	43.50	104.50	5.6
254	19601206	3	59	53.0	43.10	104.10	5.3
255	19610109	22	16	43.0	43.70	104.50	5.1

256	19610111	23	36	49.0	43.30	105.00	5.1
257	19610331	11	2	35.0	44.00	102.00	5.2
258	19610429	10	45	42.0	41.90	104.90	5.8
259	19611120	4	3	55.0	50.90	92.54	5.6
260	19611125	15	58	3.0	43.50	105.00	5.1
261	19611221	16	2	17.0	51.60	100.30	5.1
262	19620809	1	55	34.0	52.20	99.90	5.1
263	19621027	1	33	13.0	44.50	101.50	5.1
264	19621214	16	52	49.0	50.50	90.70	5.4
265	19630108	10	41	25.0	51.30	101.90	5.1
266	19630423	2	51	12.0	46.70	103.50	5.7
267	19630601	18	24	32.0	49.60	99.50	5.1
268	19630805	3	29	34.2	50.27	90.63	5.1
269	19631007	23	34	34.0	43.00	109.00	5.8
270	19631029	22	23	55.5	47.17	93.00	5.7
271	19631118	13	24	4.0	45.20	97.40	5.1
272	19641026	15	16	45.0	43.10	94.70	5.2
273	19650303	7	20	41.0	44.40	101.80	5.2
274	19651113	4	33	50.0	43.90	87.70	6.5
275	19660510	21	4	39.6	51.70	98.92	5.2
276	19660610	22	41	44.9	45.10	99.60	5.2
277	19660830	6	10	31.0	51.80	104.60	5.7
278	19661028	10	56	55.2	44.70	101.90	5.2
279	19670105	0	14	41.0	48.20	102.90	7.5
280	19670105	0	42	13.0	48.40	103.10	5.8
281	19670105	4	54	32.0	48.20	103.00	5.2
282	19670105	23	58	21.0	47.95	103.00	5.9
283	19670106	0	26	20.0	48.10	103.00	5.2
284	19670107	13	3	42.0	48.00	103.00	5.2
285	19670118	21	49	26.0	47.90	102.90	5.6
286	19670120	1	57	24.0	48.10	103.10	7.1
287	19670120	3	28	15.0	47.80	102.80	5.2
288	19670120	6	23	15.0	47.90	102.90	5.3
289	19670121	0	41	32.0	48.00	102.90	5.3
290	19670122	12	1	47.0	48.10	103.20	5.4
291	19670122	12	16	47.0	48.10	103.00	5.1
292	19670129	7	1	35.0	47.90	102.00	5.0
293	19670131	3	35	37.0	47.90	103.00	5.2
294	19670211	9	27	33.0	52.10	106.50	5.4
295	19670607	17	1	11.5	49.47	97.30	5.2
296	19670911	12	53	37.0	45.14	99.27	5.2
297	19700127	7	9	30.6	45.84	94.13	5.0
298	19700515	17	13	14.0	50.18	91.27	7.1

299	19700515	17	27	27.1	50.20	91.40	5.2
300	19700515	17	28	45.0	50.20	91.30	5.2
301	19700515	17	58	21.8	50.00	91.20	5.2
302	19700515	20	12	13.0	50.30	91.40	5.2
303	19700517	0	56	44.0	50.20	91.30	5.2
304	19700523	14	51	30.4	50.20	91.30	5.0
305	19700813	19	26	52.8	52.00	105.50	5.1
306	19700919	1	7	23.5	48.48	89.42	5.2
307	19710824	16	33	20.5	52.20	91.40	5.8
308	19720226	23	31	42.5	50.54	96.83	5.7
309	19720811	2	22	12.6	44.83	102.08	5.2
310	19720831	14	3	14.0	52.35	95.48	5.5
311	19730115	12	55	44.8	40.43	91.07	5.4
312	19730115	14	42	7.8	40.39	91.06	5.0
313	19730123	11	31	48.3	40.41	90.96	5.2
314	19730609	8	18	32.5	39.42	95.41	5.3
315	19740322	18	13	41.8	49.86	90.99	5.5
316	19740704	19	30	37.0	45.00	94.18	7.0
317	19740704	19	39	7.0	45.10	93.60	5.7
318	19740704	19	44	27.1	44.90	93.70	5.2
319	19740706	20	21	57.0	45.30	94.10	5.2
320	19740708	23	31	14.0	45.30	93.90	5.2
321	19740930	7	42	4.3	43.09	88.44	5.3
322	19741129	21	5	27.7	51.79	98.47	5.6
323	19741218	7	54	38.0	48.40	103.20	5.8
324	19750123	21	58	30.8	42.34	112.87	5.0
325	19750202	7	46	51.1	50.33	91.07	5.2
326	19750204	11	36	7.5	40.64	122.58	7.0
327	19750204	11	48	8.1	40.63	122.88	5.5
328	19750204	13	32	37.7	40.66	122.44	5.2
329	19750204	13	40	11.7	40.62	122.65	5.1
330	19750204	13	56	48.5	40.99	122.39	5.0
331	19750204	14	3	18.5	40.61	122.60	5.2
332	19750205	15	52	56.8	40.81	122.63	5.0
333	19750205	21	43	43.2	40.73	122.57	5.2
334	19750206	4	24	56.5	40.82	122.30	5.4
335	19750212	12	42	47.4	40.69	122.51	5.1
336	19750215	13	8	7.3	40.68	122.61	5.5
337	19750216	14	1	23.2	40.71	122.53	5.6
338	19750225	21	9	53.4	40.87	122.77	5.2
339	19750309	14	4	42.0	42.15	87.35	5.1
340	19750331	10	5	26.1	46.82	91.55	5.6
341	19750828	14	5	10.1	40.66	122.05	5.1

342	19750912	22	2	13.0	49.10	103.40	5.2
343	19751027	16	18	40.0	47.84	103.03	5.2
344	19751109	17	44	46.1	47.82	102.93	5.2
345	19751127	3	36	5.5	42.22	90.53	5.0
346	19751127	10	7	52.3	45.07	99.69	5.2
347	19751201	14	3	19.0	50.50	91.60	5.2
348	19760320	4	34	3.6	41.78	88.70	5.4
349	19760401	4	31	13.4	51.15	97.97	5.4
350	19760401	4	31	16.7	51.12	97.96	5.6
351	19760405	16	54	40.1	40.22	112.22	5.6
352	19760617	8	42	55.6	51.20	98.00	5.0
353	19760727	19	42	54.6	39.57	117.98	7.5
354	19760727	20	7	15.3	39.28	117.59	5.1
355	19760727	21	4	33.5	39.24	117.55	5.2
356	19760727	21	11	6.9	39.33	117.81	5.2
357	19760727	23	3	20.6	39.39	117.79	5.1
358	19760727	23	17	31.4	39.36	117.82	5.8
359	19760728	0	58	46.9	39.41	117.78	5.3
360	19760728	1	21	36.0	39.73	118.31	5.2
361	19760728	1	45	38.5	39.10	117.98	5.4
362	19760728	6	59	49.3	39.75	118.39	5.0
363	19760728	9	42	23.9	39.81	117.83	5.2
364	19760728	9	48	22.4	39.41	118.05	5.4
365	19760728	10	45	35.2	39.66	118.40	7.2
366	19760728	10	58	33.8	39.83	118.53	5.2
367	19760728	11	15	55.9	39.29	118.23	5.0
368	19760728	11	46	48.9	39.88	118.61	5.2
369	19760728	15	35	55.3	39.85	118.66	5.7
370	19760729	1	1	3.2	39.92	118.88	5.4
371	19760729	11	5	48.7	39.24	117.45	5.1
372	19760729	11	9	58.0	39.94	118.58	5.1
373	19760730	20	6	45.0	39.73	118.66	5.4
374	19760730	21	23	15.0	39.82	118.33	5.8
375	19760731	7	23	39.4	39.53	118.53	5.1
376	19760808	11	9	12.4	39.71	118.51	5.2
377	19760808	22	41	34.3	40.18	118.86	5.4
378	19760828	6	34	4.3	39.92	118.84	5.0
379	19760831	3	25	27.8	39.80	118.86	5.5
380	19760831	3	27	31.7	39.87	118.54	5.5
381	19760906	17	2	0.4	39.90	118.73	5.1
382	19760918	19	15	1.8	39.87	118.75	5.2
383	19760922	20	7	3.2	40.03	106.33	5.5
384	19760925	11	50	26.0	39.94	118.37	5.8

385	19760928	23	13	0.3	39.87	118.87	5.2
386	19761007	11	33	52.1	39.78	118.46	5.3
387	19761014	14	35	34.3	40.15	112.22	5.2
388	19761023	11	6	59.4	39.28	117.90	5.0
389	19761024	2	38	10.9	39.54	118.31	5.1
390	19761112	13	13	41.1	39.94	118.82	5.0
391	19761115	13	53	0.6	39.44	117.69	6.8
392	19761202	0	42	58.1	39.66	117.51	5.2
393	19770114	22	46	56.9	40.20	118.82	5.2
394	19770130	4	11	57.3	39.50	118.02	5.5
395	19770307	0	28	47.4	39.98	118.69	5.7
396	19770512	11	17	53.1	39.27	117.71	6.2
397	19770610	0	41	0.0	39.61	117.91	5.4
398	19770625	22	2	11.5	41.98	89.80	5.2
399	19770709	20	27	52.4	40.15	118.83	5.2
400	19770714	20	36	14.8	39.77	118.26	5.0
401	19771019	17	29	24.8	39.16	91.04	5.4
402	19771126	22	46	52.2	39.47	117.94	5.4
403	19771231	3	24	38.6	39.18	91.10	5.2
404	19780118	20	37	29.3	39.66	95.33	5.0
405	19780518	12	33	34.0	40.67	122.53	5.8
406	19780520	6	1	48.8	40.85	122.57	5.1
407	19780803	6	7	34.8	52.10	97.05	5.6
408	19780809	10	17	43.9	52.32	96.87	5.1
409	19781016	16	30	22.0	45.09	93.84	5.0
410	19781130	16	23	13.6	52.82	107.25	5.0
411	19790129	6	27	31.5	52.50	97.98	5.1
412	19790202	1	8	41.0	39.72	90.75	5.3
413	19790206	14	45	14.9	48.95	116.68	5.2
414	19790709	10	47	17.4	43.86	88.27	5.0
415	19790711	22	4	33.0	48.05	103.04	5.2
416	19790731	11	48	7.7	40.83	108.47	5.0
417	19790824	16	59	29.8	41.14	108.19	6.0
418	19800206	16	35	49.0	51.69	105.30	5.2
419	19800207	5	31	29.5	39.56	118.44	5.0
420	19800210	4	46	4.7	48.85	121.82	5.4
421	19800311	19	45	24.8	39.50	118.23	5.1
422	19800402	3	22	33.0	43.34	104.75	5.1
423	19800531	2	53	22.7	39.74	118.91	5.0
424	19800730	6	42	44.8	52.63	106.78	5.1
425	19800923	5	2	57.4	52.09	98.44	5.2
426	19801002	1	12	38.0	51.49	107.04	5.7
427	19801002	1	12	44.8	51.54	108.26	5.2

428	19801208	19	6	55.0	47.18	99.40	5.0
429	19801212	20	37	48.9	39.72	118.83	5.0
430	19801215	22	11	51.1	46.15	90.67	5.5
431	19801215	22	30	49.0	46.30	90.60	5.0
432	19810219	1	48	50.5	52.99	108.20	5.1
433	19810425	23	6	12.1	48.93	121.95	5.4
434	19810522	9	51	20.1	52.00	105.76	5.4
435	19810620	22	49	21.0	42.70	97.80	5.0
436	19810812	3	43	15.0	40.88	122.45	5.0
437	19810813	3	1	37.2	40.52	113.45	5.2
438	19810816	17	54	16.0	50.55	96.83	5.2
439	19810912	8	16	46.0	42.80	96.40	5.2
440	19811018	1	8	29.9	40.43	122.70	5.1
441	19820307	19	42	0.8	39.78	118.88	5.0
442	19820727	21	26	35.9	52.38	106.95	5.0
443	19820803	4	50	23.4	48.99	89.85	5.0
444	19821019	12	46	2.6	39.85	118.95	5.3
445	19830422	18	28	24.3	42.31	87.94	5.3
446	19830516	16	30	1.4	43.74	87.28	5.2
447	19830601	11	17	40.3	43.92	88.60	5.4
448	19831215	10	52	53.7	42.93	87.34	5.7
449	19840106	22	57	41.0	45.60	92.70	5.0
450	19840120	1	33	20.7	50.54	96.49	5.4
451	19840805	22	19	34.1	49.08	101.20	5.0
452	19840904	5	23	32.1	41.16	93.27	5.2
453	19841124	5	49	43.0	52.74	98.42	5.2
454	19841129	3	6	56.5	48.58	118.96	5.0
455	19850206	9	36	25.3	47.27	119.42	5.0
456	19850310	3	37	56.4	52.78	106.97	5.1
457	19850406	5	32	10.7	51.36	100.61	5.3
458	19850820	11	7	33.6	41.66	90.35	5.8
459	19850903	3	33	11.8	52.91	106.91	5.1
460	19860423	15	17	32.9	47.48	89.84	5.2
461	19860424	0	22	14.8	47.50	89.67	5.1
462	19860612	22	19	50.7	43.67	87.34	5.1
463	19860909	0	30	49.3	45.20	114.80	5.2
464	19861104	16	19	14.3	50.89	89.07	5.6
465	19870128	12	12	18.4	45.67	96.30	5.0
466	19870301	17	59	15.2	49.69	102.46	5.7
467	19870918	21	58	39.8	47.41	89.73	5.4
468	19871006	13	6	20.3	43.44	88.55	5.1
469	19871222	0	16	39.0	41.36	89.64	5.5
470	19880630	15	25	10.5	50.19	91.29	5.3

471	19880707	1	9	57.2	46.79	116.35	5.0
472	19880723	7	38	15.2	48.73	90.87	5.9
473	19880803	9	44	14.2	39.66	118.82	5.2
474	19881115	16	56	46.2	42.02	89.30	5.3
475	19881215	6	40	52.4	46.71	95.67	5.2
476	19881226	7	46	0.0	39.01	99.94	5.4
477	19890112	6	13	56.1	40.44	122.59	5.2
478	19890513	3	35	40.2	50.18	105.49	5.7
479	19890513	4	10	22.2	50.17	105.45	5.2
480	19890920	16	22	0.9	39.09	97.11	5.2
481	19891018	14	57	22.5	39.89	113.88	5.4
482	19891018	17	1	35.0	39.99	113.99	5.6
483	19891018	17	11	20.8	39.92	113.87	5.0
484	19891018	18	20	47.6	40.05	113.93	5.4
485	19891023	13	19	36.8	39.87	113.90	5.7
486	19900721	0	41	54.0	40.53	115.92	5.0
487	19901002	14	45	32.1	47.61	89.83	5.0
488	19901103	17	25	13.9	40.88	89.07	5.4
489	19901115	15	17	57.5	51.08	93.13	5.0
490	19910113	11	53	36.7	40.56	105.79	5.8
491	19910325	18	2	41.5	39.89	113.92	5.4
492	19910527	9	13	33.4	49.39	94.75	5.2
493	19910529	23	6	56.6	39.61	118.38	5.2
494	19910606	8	2	7.6	42.71	87.22	5.4
495	19910712	22	6	0.2	39.42	94.83	5.1
496	19910914	13	16	39.8	40.17	105.05	5.4
497	19910917	18	53	22.3	43.14	87.97	5.1
498	19910930	1	1	33.8	43.03	112.56	5.2
499	19911227	9	9	41.7	50.95	98.17	6.4
500	19911227	17	24	59.0	51.08	98.11	5.0
501	19911228	9	6	59.7	51.03	98.00	5.2
502	19911228	10	41	32.0	51.10	98.02	5.1
503	19920102	12	59	37.3	51.11	97.59	5.5
504	19920112	0	12	27.2	39.67	98.30	5.2
505	19920205	10	57	40.2	50.19	99.92	5.3
506	19920612	20	14	30.6	44.23	116.29	5.0
507	19920831	7	25	58.9	44.10	106.50	5.4
508	19921127	16	9	9.1	41.98	89.28	5.7
509	19930713	12	28	38.6	52.24	106.47	5.1
510	19931119	20	31	49.6	47.95	116.79	5.2
511	19940116	16	58	13.9	49.04	103.31	5.0
512	19940119	4	59	54.5	48.99	103.33	5.0
513	19940124	5	18	19.2	50.42	89.94	5.0

514	19940210	9	41	15.0	44.68	111.88	5.2
515	19940313	20	44	16.0	50.95	92.10	5.2
516	19940831	4	19	28.5	49.08	94.35	5.3
517	19950318	18	2	36.7	42.42	87.20	5.5
518	19950612	14	47	58.4	39.22	95.29	5.4
519	19950622	1	1	18.4	50.41	90.06	5.5
520	19950629	23	2	21.0	51.70	101.94	5.8
521	19951002	0	6	35.7	51.12	90.77	5.0
522	19951005	22	26	58.4	39.68	118.51	5.1
523	19960207	2	54	47.7	51.65	104.97	5.0
524	19960312	18	43	47.6	48.82	88.34	5.6
525	19960320	2	11	22.0	42.18	87.63	5.1
526	19960503	3	32	47.1	40.77	109.66	6.0
527	19960530	10	0	12.7	44.66	96.34	5.1
528	19960801	3	36	13.3	45.42	97.45	5.1
529	19961120	18	9	19.1	39.60	96.68	5.8
530	19970608	20	25	53.7	39.06	89.28	5.0
531	19970618	8	49	14.2	51.27	97.71	5.0
532	19980110	3	50	41.6	41.08	114.50	5.7
533	19980602	1	32	6.6	41.14	114.50	5.1
534	19980829	20	14	10.8	43.68	108.64	5.1
535	19980924	18	53	41.0	46.26	106.30	5.6
536	19981020	18	39	23.3	42.56	87.15	5.0
537	19981121	16	59	48.7	49.18	89.07	5.2
538	19981125	2	37	47.7	47.61	89.74	5.1
539	19990129	5	44	23.0	44.56	115.69	5.0
540	19990130	3	51	5.4	41.67	88.46	5.5
541	19990225	5	37	56.6	51.67	104.69	5.0
542	19990225	18	58	29.9	51.64	104.82	5.9
543	19990225	19	11	32.1	51.65	104.80	5.6
544	19990225	20	24	30.5	51.71	104.84	5.1
545	19990311	13	18	9.3	41.13	114.66	5.1
546	19990327	18	35	43.0	49.04	91.96	5.0
547	19990515	10	34	52.3	39.58	113.38	5.0
548	19991018	2	42	20.4	41.77	89.25	5.3
549	19991101	13	25	16.5	39.90	113.98	5.3
550	19991104	23	37	28.3	51.52	98.24	5.1
551	19991129	4	10	40.9	40.46	122.89	5.3
552	20000111	23	43	56.5	40.50	122.99	5.1
553	20000531	16	28	20.7	51.45	104.27	5.0
554	20001121	13	23	48.1	50.60	103.04	5.1
555	20010301	3	12	14.6	46.17	93.94	5.1
556	20010605	14	56	38.4	40.16	108.17	5.1

557	20010710	21	41	9.9	39.02	97.99	5.3
558	20011005	9	20	56.6	45.01	105.69	5.5
559	20011123	20	57	15.4	49.03	87.49	5.1
560	20020728	20	28	37.8	52.97	107.50	5.2
561	20020922	1	27	10.3	48.04	103.00	5.6
562	20021007	3	1	42.7	42.99	86.58	5.0
563	20021020	15	46	28.0	44.47	116.84	5.0
564	20021101	14	2	54.9	46.56	94.17	5.1
565	20021222	8	12	7.0	39.95	97.60	5.6
566	20030122	13	33	2.9	42.21	87.33	5.0
567	20030507	2	57	57.4	48.67	89.72	5.2
568	20030524	21	49	32.7	49.81	115.50	5.0
569	20030816	10	58	35.2	43.78	120.13	5.4
570	20030927	11	33	24.2	50.04	88.03	7.3
571	20030927	11	58	6.7	49.94	88.03	5.7
572	20030927	12	16	1.4	50.09	87.66	5.0
573	20030927	13	16	47.7	50.25	88.55	5.4
574	20030927	13	38	37.1	49.99	87.84	5.4
575	20030927	15	16	51.3	50.44	88.98	5.1
576	20030927	15	31	27.7	49.71	87.78	5.1
577	20030927	15	49	6.5	49.60	87.67	5.6
578	20030927	16	52	58.8	49.92	88.31	5.0
579	20030927	18	52	53.5	49.73	87.93	6.4
580	20030927	20	30	31.9	51.71	88.33	5.0
581	20030928	3	27	6.8	50.00	88.07	5.1
582	20030929	9	27	8.5	50.01	88.08	5.0
583	20030929	15	27	7.0	48.59	87.23	5.0
584	20030930	8	27	8.0	50.07	88.22	5.1
585	20030930	9	55	12.2	50.39	88.83	5.0
586	20031001	0	59	31.1	50.54	88.40	5.0
587	20031001	1	3	24.3	44.66	89.05	6.6
588	20031001	2	38	17.1	50.12	87.66	5.5
589	20031001	3	3	34.4	48.91	90.27	5.2
590	20031001	3	58	44.3	50.02	87.82	5.2
591	20031001	5	44	10.9	50.32	88.20	5.0
592	20031001	8	9	10.2	50.29	87.85	5.2
593	20031002	3	12	16.2	50.21	88.19	5.1
594	20031003	3	16	21.3	50.47	87.72	5.0
595	20031009	16	6	6.7	50.09	88.01	5.0
596	20031010	3	29	14.7	39.58	98.22	5.4
597	20031013	5	26	39.8	44.74	88.77	5.2
598	20031017	5	30	20.5	50.11	87.42	5.2
599	20031023	0	25	46.0	49.82	88.26	5.1

600	20031104	22	8	0.5	49.84	88.27	5.6
601	20031110	19	55	11.5	49.85	87.80	5.3
602	20031111	22	42	32.6	50.09	87.86	5.1
603	20031117	1	35	50.7	49.94	87.75	5.2
604	20031117	1	56	46.7	50.14	88.70	5.0
605	20040124	16	40	33.5	50.19	87.46	5.0
606	20040324	1	53	37.5	44.16	118.14	5.5
607	20040602	20	21	33.7	39.09	100.08	5.1
608	20040605	11	40	24.3	39.04	100.06	5.1
609	20040606	19	47	24.3	39.06	100.05	5.0
610	20040610	11	24	3.8	39.08	100.01	5.0
611	20040721	13	27	16.3	51.05	98.16	5.1
612	20040928	17	41	43.1	48.10	103.43	5.2
613	20041002	19	59	34.2	47.97	103.83	5.0
614	20041026	14	39	55.0	43.42	89.49	5.1
615	20050131	6	43	22.1	50.18	87.99	5.0
616	20050131	6	43	30.4	49.91	88.25	5.0
617	20050223	19	55	12.1	52.12	101.35	5.4
618	20050427	7	36	8.7	51.13	98.43	5.3
619	20050720	18	6	55.6	43.01	108.91	5.0
620	20050720	21	54	12.9	43.31	108.72	5.2
621	20050725	15	45	54.2	55.56	110.59	5.8
622	20050726	12	16	6.5	42.59	104.16	5.1
623	20050822	8	31	7.6	48.88	88.07	5.2
624	20051110	20	15	13.2	57.04	120.50	5.3
625	20051203	0	50	6.7	48.00	105.43	5.4
626	20060106	1	56	42.7	52.06	115.72	5.4
627	20060218	1	52	16.6	45.57	104.80	5.4
628	20060430	0	43	11.4	44.78	102.21	5.7
629	20060615	6	49	49.6	45.42	97.50	5.8
630	20060615	23	4	47.2	45.41	97.44	5.0
631	20060625	5	32	6.7	44.60	98.16	5.0
632	20060707	14	12	9.8	44.69	102.47	5.0
633	20061103	6	21	39.3	43.47	119.56	5.0
634	20061214	7	22	23.7	44.89	99.05	5.2
635	20070329	9	13	56.6	43.49	87.96	5.0
636	20070901	3	35	52.3	39.22	97.83	5.2
637	20071031	9	6	22.8	49.81	91.65	5.2
638	20080119	7	32	28.7	51.41	97.97	5.1
639	20080707	6	32	53.2	47.14	122.89	5.0
640	20080716	15	7	10.8	39.40	95.54	5.0
641	20080816	4	1	4.6	52.25	98.20	5.7
642	20080816	4	6	43.8	52.05	98.31	5.5

643	20080827	1	35	30.1	51.61	103.98	6.3
644	20081001	2	39	25.0	40.60	89.04	5.0
645	20090324	3	39	18.3	42.42	87.26	5.2
646	20090607	2	50	11.2	39.03	91.88	5.0
647	20090804	16	20	35.3	50.81	96.83	5.6
648	20090804	16	20	38.2	50.65	96.87	5.3
649	20091002	13	49	10.4	39.49	96.07	5.0
650	20091213	16	4	1.5	41.88	94.38	5.1
651	20100109	7	15	36.2	46.21	106.30	5.1
652	20100306	0	33	0.1	48.98	91.53	5.0
653	20100404	13	46	45.7	40.02	113.93	5.2
654	20100730	0	38	13.6	44.57	109.68	5.0
655	20110201	12	53	51.8	51.00	107.96	5.3
656	20110210	5	35	17.1	52.04	91.99	5.3
657	20110223	17	10	37.9	45.94	94.02	5.0
658	20110413	19	54	15.0	45.22	98.64	5.2
659	20110416	2	29	40.0	45.27	98.68	5.1
660	20110608	1	53	30.4	43.33	88.45	5.1
661	20110716	18	38	51.5	52.95	108.48	5.3
662	20110722	14	52	58.0	49.83	118.77	5.2
663	20110724	19	5	29.5	45.97	90.26	5.1
664	20110827	10	29	44.3	43.94	104.43	5.4
665	20110828	23	58	10.6	44.06	104.84	5.0
666	20111019	3	8	7.3	45.05	99.84	5.1
667	20111127	10	14	8.2	45.44	99.29	5.0
668	20111214	5	39	25.2	39.46	94.38	5.0
669	20111227	15	21	56.0	51.78	95.82	6.6
670	20111227	23	43	50.8	51.65	95.89	5.0
671	20111228	4	23	35.1	51.91	95.69	5.0
672	20120104	13	8	11.5	51.69	95.93	5.0
673	20120108	6	20	4.1	42.10	87.51	5.0
674	20120204	4	9	34.8	42.23	105.75	5.5
675	20120209	18	57	4.0	44.74	92.99	5.4
676	20120209	18	57	4.6	44.91	93.05	5.6
677	20120226	6	17	15.9	51.83	95.91	6.7
678	20120226	11	7	40.0	51.64	96.14	5.4
679	20120226	11	59	4.3	51.67	95.92	5.5
680	20120226	13	6	32.0	51.91	95.96	5.0
681	20120307	14	33	55.1	51.55	95.97	5.0
682	20120503	10	19	36.9	40.51	98.53	5.5
683	20120528	2	22	52.7	39.71	118.51	5.0
684	20120606	14	4	15.1	51.62	96.02	5.6
685	20120727	3	58	12.0	51.63	96.04	5.1

686	20120730	22	30	46.2	50.46	87.46	5.2
687	20120828	7	40	35.1	51.76	96.11	5.1
688	20121003	22	23	20.6	46.81	98.06	5.5
689	20121126	5	33	48.8	40.41	90.36	5.0
690	20130123	4	18	17.9	41.53	122.98	5.1
691	20130124	7	35	37.1	49.62	87.66	5.6
692	20130329	5	1	8.3	43.40	86.79	5.2
693	20130422	9	11	56.8	42.86	122.33	5.3
694	20130430	1	3	38.8	51.01	92.63	5.4
695	20130916	22	43	39.1	39.50	100.56	5.2
696	20131025	22	51	0.2	39.75	97.38	5.0
697	20131209	16	42	25.8	39.12	94.20	5.0
698	20140430	6	20	56.1	43.12	94.33	5.1
699	20141101	0	51	56.2	52.63	101.26	5.4
700	20141205	18	4	17.9	51.52	100.59	5.5
701	20150118	6	41	28.3	56.17	113.79	5.1
702	20150118	23	6	15.7	56.21	113.71	5.2
703	20150406	7	47	24.3	53.19	108.47	5.0
704	20150415	7	39	30.2	40.01	106.23	5.4
705	20150624	19	12	46.4	41.48	88.31	5.0
706	20150902	19	46	51.7	56.63	115.83	5.5
707	20150913	7	51	11.5	45.04	91.59	5.2
708	20151204	13	27	4.2	56.88	121.39	5.2
709	20151213	5	53	19.2	54.77	111.86	5.0
710	20160113	21	18	10.6	41.73	84.34	5.1
711	20160120	17	13	14.8	37.81	101.33	5.8
712	20160213	20	31	45.3	55.98	112.54	5.2
713	20160319	10	54	53.3	54.26	126.88	5.3
714	20160914	3	56	28.0	56.19	112.80	5.0
715	20160920	7	18	12.5	49.93	88.15	5.1
716	20161122	11	37	11.9	55.80	114.35	5.7
717	20161208	0	10	29.8	39.00	99.56	5.1
718	20161208	5	15	3.9	43.94	86.33	5.5
719	20161214	8	14	29.4	38.59	90.12	5.1
720	20170404	15	7	27.7	46.89	84.88	5.5
721	20170603	10	11	8.9	37.95	103.48	5.0
722	20170916	10	11	25.2	42.03	83.16	5.2
723	20170930	6	14	39.7	32.42	105.06	5.1
724	20171018	17	46	3.2	50.35	105.06	5.2

13. Хавсралт 4. ТОВЧЛОЛ

ШУА	Шинжлэх Ухааны Академи
БХБЯ	Барилга Хот Байгуулалтын Яам
ШУТС	Шинжлэх Ухаан Технологийн Сан
НҮБ	Нэгдсэн Үндэсний Байгууллага
ООГХ	Одон Орон, Геофизикийн Хүрээлэн
БНбд	Барилгын норм ба дүрэм
ГХСС	Газар Хөдлөл Судлах Салбар
ГХАУ	Газар Хөдлөлтийн Аюулын Үнэлгээ
ГХАСҮ	Газар Хөдлөлтийн Аюулын Суурь Үнэлгээ
ГХАМУ	Газар Хөдлөлтийн Аюулын Магадлалт Үнэлгээ
ГХЕМ	Газар Хөдлөлтийн Ерөнхий Мужлал
ГХЕМЗ	Газар хөдлөлтийн ерөнхий мужлалын зураг
ГХБМ	Газар Хөдлөлтийн Бичил Мужлал
ОХУ	Оросын Холбооны Улс
ЗХУ	Зөвлөлт Холбоот Улс
ХОХ (PGA)	Хөрсний Оргил Хурдатгал (Peak Ground Acceleration)
MSK64	12 баллын шаталбар
GSHAP	Global Seismic Hazard Assessment Program
ҮМТ	Үндэсний Мэдээллийн Төв
БХ–3У	Баруун Хойноосоо Зүүн Урагшаа
БУ	Байруун Урдаасаа
ТНХ	Толбо Нуурын Хагарал
ЦШХС	Цагаан Шувуутын хагарлын систем
ХУНХ	Хар Ус Нуур хагарал
ӨХХ	Өмнөд Хангайн Хагарал
EBF - ЗБХ	Зүүн Богд Хагарал
WBF - ББХ	Баруун Богд Хагарал
VOLF - ИНХХ	Их Нуурын Хөндийн Хагарал
GPS	Байршил тогтоох систем (Global Positioning System)
ГМС	Газарзүй Мэдээллийн Систем
ULN	Олон Улсын хурдатгал хэмжигч акселерометрийн станцыг