

Determination of the magnitude of completeness, b value and a value for seismicity analysis in Khuvsgul region

Ariunaa Ganbaatar^{1*} and Odbayar Sereenendorj¹

¹Institute of Astronomy and Geophysics, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

*ariunaa@iag.ac.mn,

Received: 2024-10-22, Accepted: 2024-12-15, <https://doi.org/10.5564/mjag.v11i1.4188>

Abstract

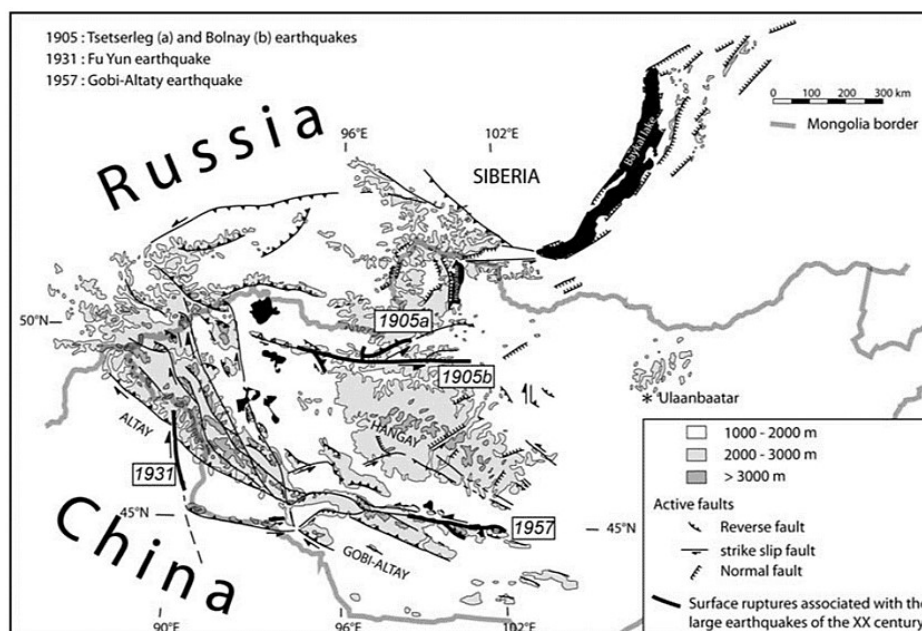
The main earthquake activity in the Khuvsgul region, which is the region of the northern part of the Khangai mountain range, is taking place from the west along the Busiin gol, Darkhad Khotgor, and Khuvsgul Lake. The Khuvsgul seismic activity zone is surrounded by the Tunk Basin and Lake Baikal expansion zone in the north, and the Bulnai and Tsetserleg main faults, as well as weak and strong earthquakes, are still recorded. Therefore, a statistical mode study was carried out in the local earthquake catalogue (1964-2023) of this region with high seismic activity (Busiin gol, Darkhad Khotgor, Khuvsgul Lake) to check the magnitude completeness (M_c) value of the seismic database of the region. The corresponding 'a' and 'b' values of earthquake activity and frequency were determined by the seismic analysis program 'ZMAP'. According to the analysis, the magnitude completeness (M_c) evaluated by frequency magnitude distribution in the per unit area of the Khuvsgul region ranges from 1.3 to 2.1. The value of earthquake activity is $a=4.880-5.775$, which is high activity, and the frequency of strong earthquakes is $b=0.81-0.90$, which indicates that the seismic stress is accumulated in the region..

Keywords: Magnitude of completeness, seismicity, Khuvsgul

1. Удиртгал

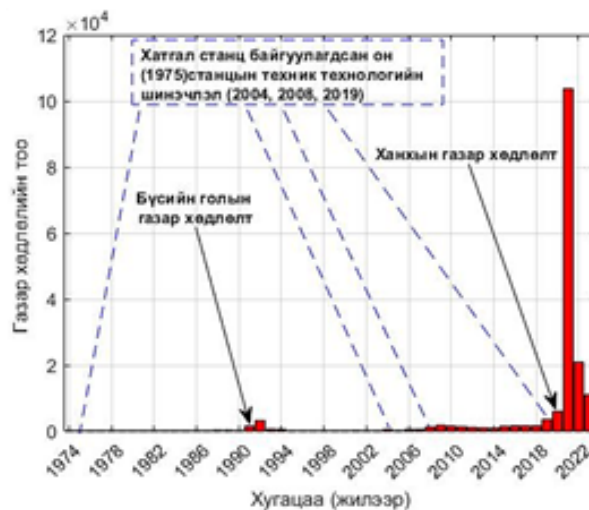
Дэлхий дахинд болж буй гамшиг дагуулсан хүчтэй газар хөдлөлтүүд нь өөрийн гэсэн зүй тогтолтой, тодорхой нэг идэвхтэй структурын дагуу болж байдаг. Хүчтэй газар хөдлөлтийн өмнө хэдэн арван жилээр хэмжигдэх аажим өөрчлөлтөөс эхлээд хэдхэн сар, өдрийн өмнө ажиглагддаг шинж тэмдгүүд олноор илэрснийг тогтоосон судалгааны ажлууд ч олон байдаг. Тухайлбал газар хөдлөлтийн идэвхжилт огцом өсөх, газар хөдлөлтийн давтагдалт буурах, сейсм долгионы хурд өөрчлөгдөх зэрэг шинж тэмдгүүд илэрдэг. Тиймээс хүчтэй газар хөдлөлтийн өмнө ажиглагддаг эдгээр геофизик орны өөрчлөлтүүдийг тогтоох, хянах нь газар

хөдлөл судлаач бидний зорилгуудын нэг мөн. Газар хөдлөлтийн идэвхтэй бүс нутгийн горимын судалгааны ажил нь дээрх өөрчлөлтүүдийг агуулж байдгаас гадна голомтод болж буй процессыг судалдаг гол судалгааны ажлуудын нэг (Уранболор et al., 2020). Манай орны хувьд горимын судалгааны ажлын эхлэл нь 1964-1965 онуудад орон нутгуудад газар хөдлөлтийг бүртгэх сүлжээ станцууд байгуулагдаж $M=4.0$ хүрсэн газар хөдлөлтийг бүртгэх боломжтой болсон үеэс эхэлсэн. Монгол орны газар хөдлөлийн горимын судалгааны ажлуудын анхдагч нь 1972 онд Д.Мөнхөө, Т.Дугармаа нарын хэвлүүлсэн “Монгол орны газар хөдлөлийн горим” судалгааны ажил юм. Тус судалгааны ажлаар



Зураг 1. Монгол орны нутаг дэвсгэр дахь гол идэвхтэй хагарлууд болон 20-р зуунд болсон хүчтэй газар хөдлөлтүүд (Schlupp & Cisternas, 2007).

газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн бүсүүд болох Монгол-Алтай, Говь-Алтай, Төв хангай буюу Могод, Хан хөхий Булнай, Хөвсгөлийн уулс болон Бүрэн бүтээлийн бүс нутгуудын газар хөдлөлийн горимын үндсэн параметруудийг тодорхойлсон байдаг (Балжинням et al., 1975). Харин тус судалгааны бүс болох Хангайн нурууны хойд хэсэг (өргөргийн дагуу $48^{\circ}N - 52.5^{\circ}N$, уртрагийн дагуу $97.0^{\circ}E - 102.5^{\circ}E$) Хөвсгөлийн бүс нутгийн газар хөдлөлтийн горимын судалгааны ажил 1986 онд хийгдсэнээс хойш олон арван судалгааны ажлууд хийгдсэн байдаг. Тус идэвхжилтийн бүсэд Монд (1950/04/04, $M_w6.9$), Бүсийн голын (1991/12/27, $M_w6.3$), Ханхын (2021/01/11, $M_l6.5$), хүчтэй газар хөдлөлт тус тус болж байсан (Khilko, 1985; Dugarmaa & Schlupp, 2000; Мөнхсайхан et al., 2021). Монголын нутаг дэвсгэрт тохиолдсон газар хөдлөлийн идэвхжилтүүд, ялангуяа хүчтэй газар хөдлөлтүүдийн байрлал нь хожуу дөрөвдөгчийн галавын үед идэвхэжсэн тектоник үйлчлэлээр үүссэн томоохон хагарлуудын дагуу болсон байдаг (Зураг. 1) (Khilko, 1985; Schlupp & Cisternas, 2007).



Зураг 2. 1974-2023 оны хооронд Хөвсгөлийн бүс нутагт болсон газар хөдлөлтийн тоон хамаарлын график (жилээр).

2. Хөвсгөлийн бүс нутгийн газар хөдлөлийн идэвхжилт ба мэдээллийн сан

Үндэсний Мэдээллийн Төвийн (ҮМТ) газар хөдлөлтийн мэдээллийн сангаас 1964-2023 оны хооронд тухайн бүс нутагт болсон 174417 газар хөдлөлийн мэдээллийг (Зураг. 3) ашиглан ZMAP программаар хийж гүйцэтгэв (Wiemer, 2001). Горимын судалгааг хийж гүйцэтгэхэд анхаарах

зүйлийн нэг бол тухайн бүс нутагт алдалгүй бүртгэгдэх хамгийн бага магнитудыг тодорхойлох юм (Mc). Судалгааны талбайд хийгдсэн горимын судалгааны ажлууд дээр үндэслэн 1974-1975 онд Хатгал станц байгуулагдаж эхэлсэн үеэс магнитуд 2.0 болон түүнээс дээш хүчтэй газар хөдлөлтүүд бүрэн бүртгэгдэх боломжтой болсон (Зураг. 2) (Адъяа, 1986). Тиймээс ч судалгааны ажилдаа 1974-2007 оны хооронд болсон магнитуд нь 2.0 болон түүнээс дээш хүчтэй 6110 газар хөдлөлт, 2008-2023 оны хооронд болсон нийт 143073 газар хөдлөлтийн хувьд анализ хийж газар хөдлөлтийн горимын үндсэн параметрууд болох газар хөдлөлийн идэвхжил буюу 'а', хүчтэй газар хөдлөлтийн давтагдал 'b'-г тооцоолон гаргасан.

1991-1992 оны идэвхжилтийн хувьд: 1991 оны 12 сарын 27-нд Бүсийн голд магнитуд 6.5-тай газар хөдлөлт болсон бөгөөд энэхүү газар хөдлөлтийн давталт хөдлөлтүүд нь 1992 онд олон тоогоор болсон нь (Зураг. 2)-с тодорхой харагдаж байна. Газар хөдлөлийн эпицентрийн тархалтын зураг (Зураг. 4-ийн б буюу доод)-аас харахад Бүсийн голоос гадна Дархадын хотгор орчмоор газар хөдлөлтийн идэвхжилт нэлээд ажиглагдсан.

2008-2009 оны идэвхжилтийн хувьд: 2008 оны 8 сарын 16-нд Бүсийн голд магнитуд нь 5.9 болон 5.3-тай газар хөдлөлтүүд болсон бөгөөд олон тооны давталт хөдлөлтүүдийг дагуулсан. Давталт хөдлөлтүүд нь 2009 оны сүүл хүртэл ажиглагдсан. Магнитуд болон хугацааны хамаарлын графикаас харахад (Зураг. 5-ийн а буюу дээд зураг) Техник технологийн дэвшилтэд тулгуурлан 2005-2009 оны хооронд Орон нутаг дахь аналог станцуудыг тоон бичлэгтэй станцуудаар сольж бүрэн шинэчилсэн. 2008 оны 12 сараас эхлэн “Хатгал” станцын мэдээллийг интернэтээр 24 цагийн турш шууд горимоор ҮМТ-д хүлээн авах болсноор энэ бүс нутагт болсон сул газар хөдлөлтүүдийг цаг алдалгүй бүртгэж боловсруулж эхэлсэн. Үүний үр дүнд хойд бүс нутгийн газар хөдлөлийн идэвхжилийг хянах нөхцөл бүрдсэн. Газар хөдлөлийн төвийн тархалтаас харахад (Зураг. 5-ийн б буюу доод

зураг) Бүсийн голын хойд хэсэг, Хөвсгөл нуурын урд хэсэг, Кызыл, Булнай хагарлын дагуу газар хөдлөлтийн идэвхжилт нэлээд ажиглагдсан байна.

2021 оны идэвхжилтийн хувьд: 2021 оны 1 дүгээр сарын 12-нд Хөвсгөл аймгийн Ханх сумын нутагт магнитуд нь M6.5-тай хүчтэй газар хөдлөлт болсон. Энэхүү хүчтэй газар хөдлөлт (2021/01/11 (UTC), M6.5) нь тус идэвхжилтийн бүсэд сүүлийн 30 гаруй жилийн хугацаанд болсон хамгийн хүчтэй газар хөдлөлт болоод байна (. 6). Ханхын хүчтэй газар хөдлөлтийн давталт газар хөдлөлтүүд маш олноор бүртгэгдсэн ба одоог хүртэл үргэлжилж байна ((Мөнхсайхан et al., 2021)).

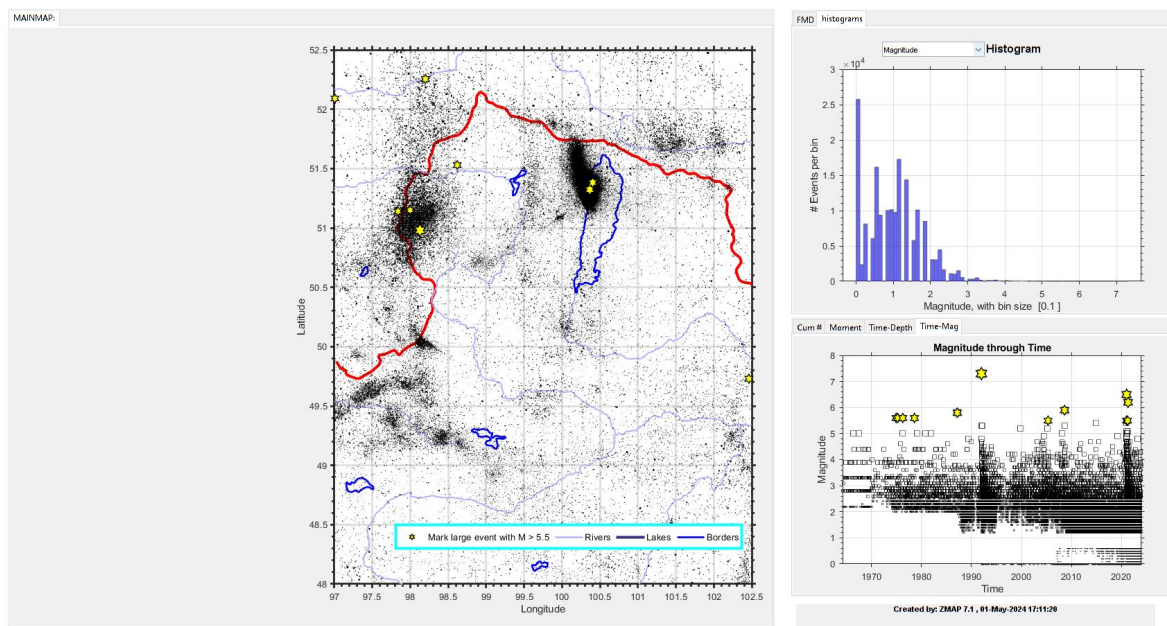
3. Горимын судалгаа

Нэгдүгээрт тухайн нутгийн газар хөдлөлтийг орон зайгаар хуваарилан судлах энэ нь юуны өмнө газар хөдлөлтийн төвийн байршлыг тодорхойлж, түүний үндсэн дээр газар хөдлөлтийн идэвхийн зураг зохиох өөрөөр хэлбэл тодорхой хэмжээний энергитэй газар хөдлөлтийн дундаж давтагдлаар зураг зохионо.

Хоёрдугаарт тухайн нутгийн газар хөдлөлтийг хугацаагаар хуваарилан судлах энэ нь юуны өмнө хүчтэй хөдлөлтийг төлөвлөх замаар аюул сүйрлээс урьдчилан сэргийлэх арга замыг эрнэ. Газар хөдлөлтийн горим нь тухайн нутгийн газар хөдлөлтийн орон зай, цаг хугацааны хамаарлын зүй тогтол юм.

3.1. Онол

Тухайн бүс нутгийн газар хөдлөлийн идэвхжилт болон давтагдалтын хугацааг түүний **хүч** ба газар хөдлөлтийн **тоонд** дүн шинжилгээ хийх замаар тогтоох боломжтой байдаг. Давтагдалтын хамаарал нь тухайн сейсмик долгионы далайцын динамик ангиллаар (M) тодорхойлогдсон газар хөдлөлтийн тооны логарифм утгын шулуун хамаарал юм. Давтагдалтын графикайн налалтын өнцөг b утга нь сул ба хүчтэй хөдлөлтүүдийн хоорондын харьцааг тодорхойлдог. Өөрөөр хэлбэл тухайн бүс нутгийн хүчдэл хуримтлагдах явцыг харуулдаг.



Зураг 3. Хөвсгөлийн бүс нутгийн (1964-2023) газар хөдлөлтийн төвийн тархалтын зураг (шар өнгөөр магнитуд нь 5.5 болон түүнээс дээш хүчтэй хөдлөлтүүдийг тэмдэглэв.

Энэ нь сейсмотектоник хөдөлгөөний төрлөөс хамаарна. Давтагдалтын графикийн а утга нь газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн зэргийг харуулна. Хүчтэй газар хөдлөлтийн давтагдлыг илэрхийлдэг b утга нь “1”-тэй тэнцүү буюу ойролцоо байдаг (Тектоник хавтан дээр буюу эх газрын газар хөдлөлтийн бүс нутгийн хувьд). Харин тус утга багасах нь тухайн бүс нутагт дахь идэвхтэй хагарлын дагуу хүчдэл хуримтлагдах үзэгдэл нь хүчтэй явагдаж буйг илэрхийлэх буюу өөрөөр хэлбэл хүчтэй газар хөдлөлт болох магадлал өндөр гэсэн үг. Тиймээс ч газар хөдлөлтийн идэвхжил бүхий бүс нутагт a болон b утгуудыг байнга хянаж байх нь хүчтэй газар хөдлөлтийг урьдчилан таамаглах нэг нөхцөл нь болдог.

3.2. Арга зүй

Гутенберг болон Рихтер (1944) нар Калифорнийн өмнөд хэсгийн газар хөдлөлийн талаарх мэдээллийг цуглуулж, тухайн хугацаанд өөр өөр магнитудын хүчтэй газар хөдлөлийн тоон дээр үндэслэн тоо болон магнитуд хоорондын статистикийн хамаарлыг дэвшүүлж газар хөдлөлийн жилийн давтамжийн логарифмыг газар хөдлөлийн цар хүрээтэй харьцуулж

үзэхэд шугаман хамаарал ажиглагдсан бөгөөд (Зураг.7) үүний үр дүнд газар хөдлөлийн талаарх Гутенберг-Рихтерийн хууль гарсан.

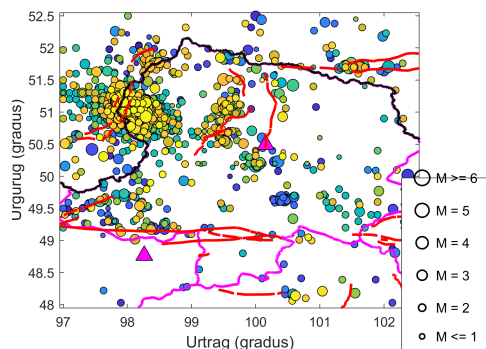
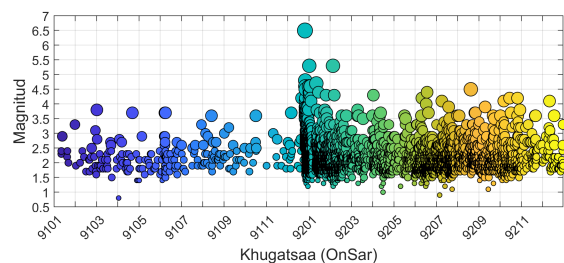
$$\log \lambda_m = a - bm$$

Энд: λ_m магнитудын жилийн дундаж хэтрэх түвшин, 10^a нь тэгээс их буюу тэнцүү байх хүчтэй газар хөдлөлтийн жилийн дундаж тоо, b утга нь том ба жижиг газар хөдлөлтийн харьцангуй магадлалыг тодорхойлно [Munkhuu \(2006\)](#). Өөрөөр хэлбэл дахин давтагдах хамаарлыг тогтоохын тулд газар хөдлөлийн тоог магнитудад нь харгалзуулан давтагдлын муруйг байгуулж магнитудад хэтрэх газар хөдлөлтийн давтагдлын үеийг тодорхойлох юм. Үүний тулд газар хөдлөлтийн каталогт дүн шинжилгээ хийх шаардлагатай.

3.3. Каталог шинжилгээ

Каталог нь газар хөдлөлт болсон хугацаа, газар хөдлөлтийн голомт болон газар хөдлөлтийн төвийн байрлал, газар хөдлөлтийн хүч зэргийг багтаасан байна. Газар хөдлөлтийн болон бүс нутгийн каталогт дараах анализыг хийх ёстой. Үүнд:

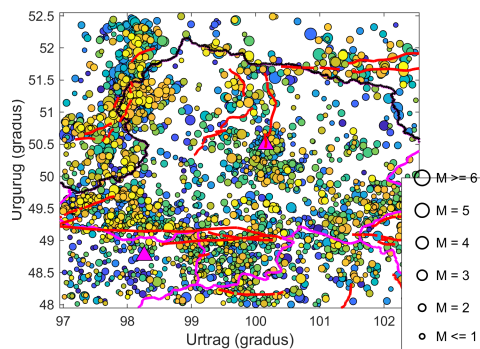
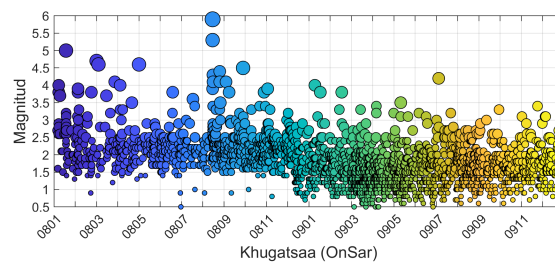
- Момент магнитудын (M_w) хуваарьт хөрвүүлэлт хийх, магнитуд нэгжийн илэрхийлэл



Зураг 4. 1991-1992 онд болсон газар хөдлөлтийн магнитуд болон хугацааны хамаарлын график (а) ба эпицентрийн тархалтын зураг (б). Эпицентрийн тархалтын зурагт магнитуд нь 3.5-аас дээш хүчтэй газар хөдлөлтүүдийг нь цаг хугацааны хамаарлын графикийн өнгөтэй адил өнгөөр (ягаан гурвалжин-газар хөдлөлт бүртгэх суурин станц; хар шулуун улсын хил; ягаан шулуун аймгийн хил).

тогтвортой байна.

Рихтерийн боловсруулсан ойрын магнитудыг тооцох арга нь зөвхөн тодорхой давтамж, зайны хязгаарт л хүчинтэй байсан нь шинэ хэмжээсийг боловсруулах шаардлагатай болгосон. Үүнд биеийн долгионы магнитуд (M_b) ба гадаргуугийн долгионы магнитуд (M_s) орно. Тус бүр нь тодорхой давтамжийн хүрээ, газар хөдлөлтийн долгионы төрлөөс хамаардаг. Эдгээр хүчний хэмжүүрүүд (M_l , M_b , M_s) нь хязгаарлагдмал байсан тул магнитудын хэмжүүрт нэгэн ижил тохирох момент магнитуд гэж нэрлэгдэх (M_w)-г боловсруулсан байна. Ялангуяа маш том газар хөдлөлтийн хувьд момент магнитуд нь газар хөдлөлтийн хэмжээг хамгийн найдвартай тооцдог.



Зураг 5. 2008-2009 онд болсон газар хөдлөлтийн магнитуд болон хугацааны хамаарлын график (дээд) ба эпицентрийн тархалтын зураг (доод) (зургийн тайлбар Зураг. 4-тай адил).

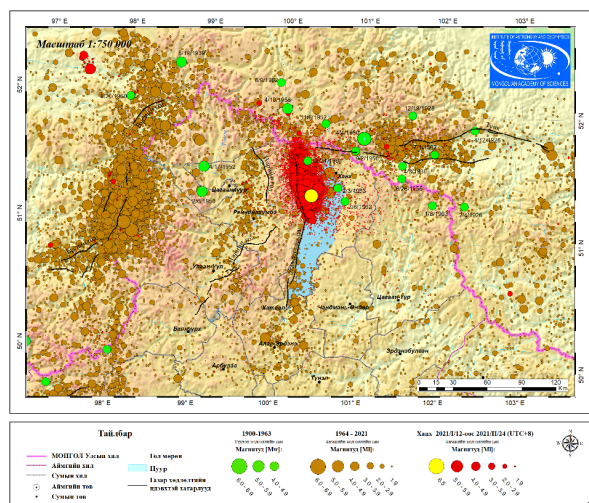
- Каталогийн бүрэн байдлыг үнэлэх (Үнэлгээний бүрэн байдлыг магнитуд болон хугацааны функц гэж үнэлэх).

Түүхэн хөдлөлтүүд болон $M_w=4.0$ болон түүнээс дээш хүчтэй хөдлөлтийг бүртгэсэн мөн түүнээс бага хүчтэй хөдлөлтийг хэдэн оноос бүртгэж эхэлсэн гэсэн мэдээллийг бүрдүүлэх юм.

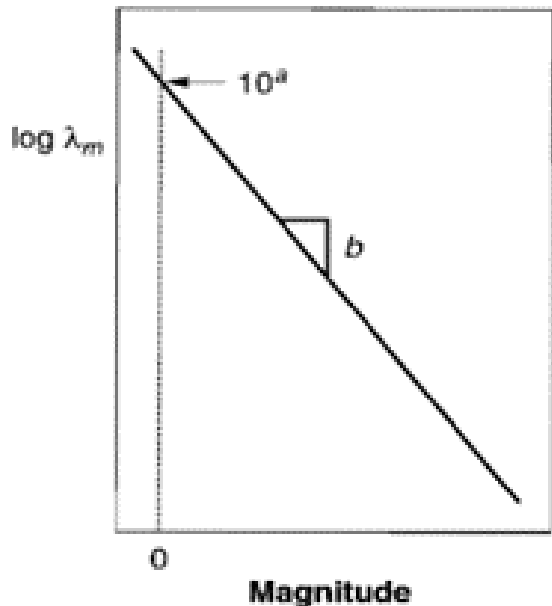
- Хамааралтай газар хөдлөлтийг арилгахын тулд декласстер хийх, давталт болон урьтал хөдлөлтүүдийг чөлөөлөх.

Газар хөдлөлтийн идэвхжилт нь хоорондоо хамааралтай (давталт хөдлөл, урьтал хөдлөл гэх мэтээр нэг газар хөдлөлт нь нөгөө хөдлөлтөөс хамаарах) болон хамааралгүй гэсэн 2 хэсгээс бүрддэг. Газар хөдлөлтийг энэ хоёр ангилалд хуваах үйл явцыг сейсмикийн декласстер гэж нэрлэдэг.

3.4. Магнитуд комплетнесс



Зураг 6. Хөвсгөлийн бүс нутгийн сейсмшилийн зураг. Ногоон өнгөөр 1900-1963, бор өнгөөр 1964-2020, улаан өнгөөр 2021 онуудад болсон газар хөдлөлтийн тэмдэглэв. Шар өнгөөр 1 сарын 12-нд (УБ цагаар) болсон Ханхын M16.5 -тай газар хөдлөлтийг, ягаан өнгөөр 5 сарын 3-нд болсон магнитуд нь M16.2-той газар хөдлөлтийг тус тус тэмдэглэв.



Зураг 7. Давтагдлын муруй.

Магнитуд комплетнесс бол газар хөдлөлийн каталогийн чанарыг тодорхойлдог тоон үзүүлэлтийн арга юм. Идэвхтэй бүс нутгийн каталог дээр магнитуд комплетнессийн утга нь бага

байдаг учир нь бүхэл сейсмшилийн дүр зургийг илүү сайн харуулдаг. Магнитуд комплетнессийг ихэвчлэн бүртгэгдсэн хөдлөлүүдийн давталт магнитудаас хамаарсан тархалт болох Гутенберг-Рихтерийн загварт суурилан тооцоолдог (ДМТ-Давталт магнитудын тархалт).

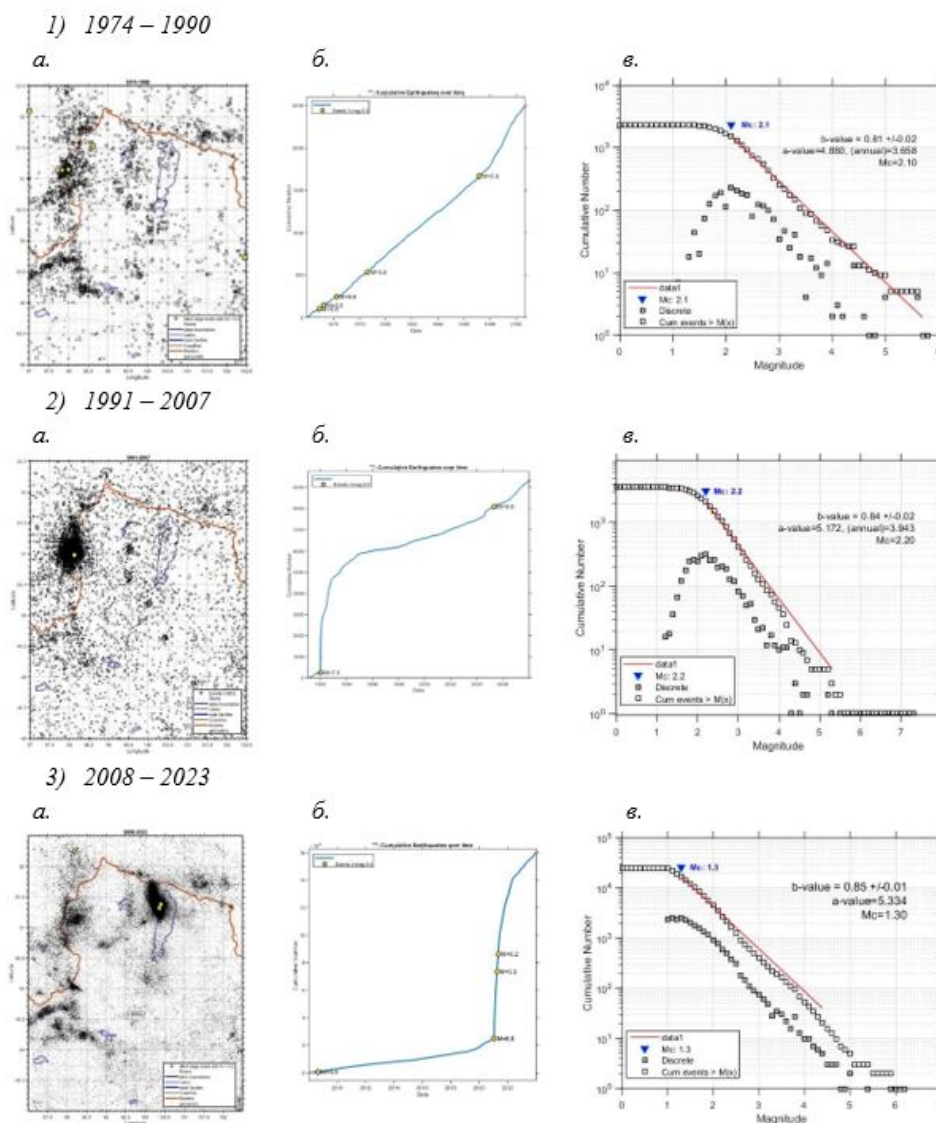
4. Үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Судалгааны талбайн нутаг дэвсгэрт 1974-2023 оны хооронд болсон 148133 газар хөдлөлтийн мэдээлэл дээр тооцоолол хийж горимын параметруудийг тодорхойлсон (Зураг. 8). Мөн тухайн бүс нутгийн нэгж талбайн хувьд газар хөдлөлтийн идэвхжил (а утга), хүчтэй газар хөдлөлтийн давтагдал (b утга)-ын утгуудыг тодорхой хугацаагаар ангилан тооцоолон гаргасан (Зураг. 9, (Chasanah & Handoyo, 2021)). Хугацааны ангилал сонгохдоо тус бүс нутагт болсон хүчтэй газар хөдлөлт болон түүний давталт газар хөдлөлтүүд, газар хөдлөлт бүртгэх станцын техник технологийн шинэчлэл зэргийг харгалзан үзэж дараах байдлаар ангилсан (Хүснэгт 1). Үүнд: 1974-1990, 1991-2007, 2008-2023 гэсэн хугацаагаар ангилан тооцоолж тус бүс нутгийн газар хөдлөлтийн давталт болон газар хөдлөлийн идэвхжилтийн утгуудыг нэгтгэн харуулав.

Хүснэгт 1. Хөвсгөлийн бүс нутгийн газар хөдлөлтийн идэвхжилт (a) болон газар хөдлөлтийн давтагдалтын (b) утга.

	Сонгосон хугацаа	a утга	b утга	Mc
1	1974-1990	4.880	0.81 ± 0.02	2.1
2	1991-2007	5.292	0.77 ± 0.01	1.9
3	2008-2023	5.334	0.85 ± 0.01	1.3
4	1974-2023	5.775	0.90 ± 0.01	2.1

Хүснэгт 2-д Хөвсгөлийн бүсэд хийгдэж



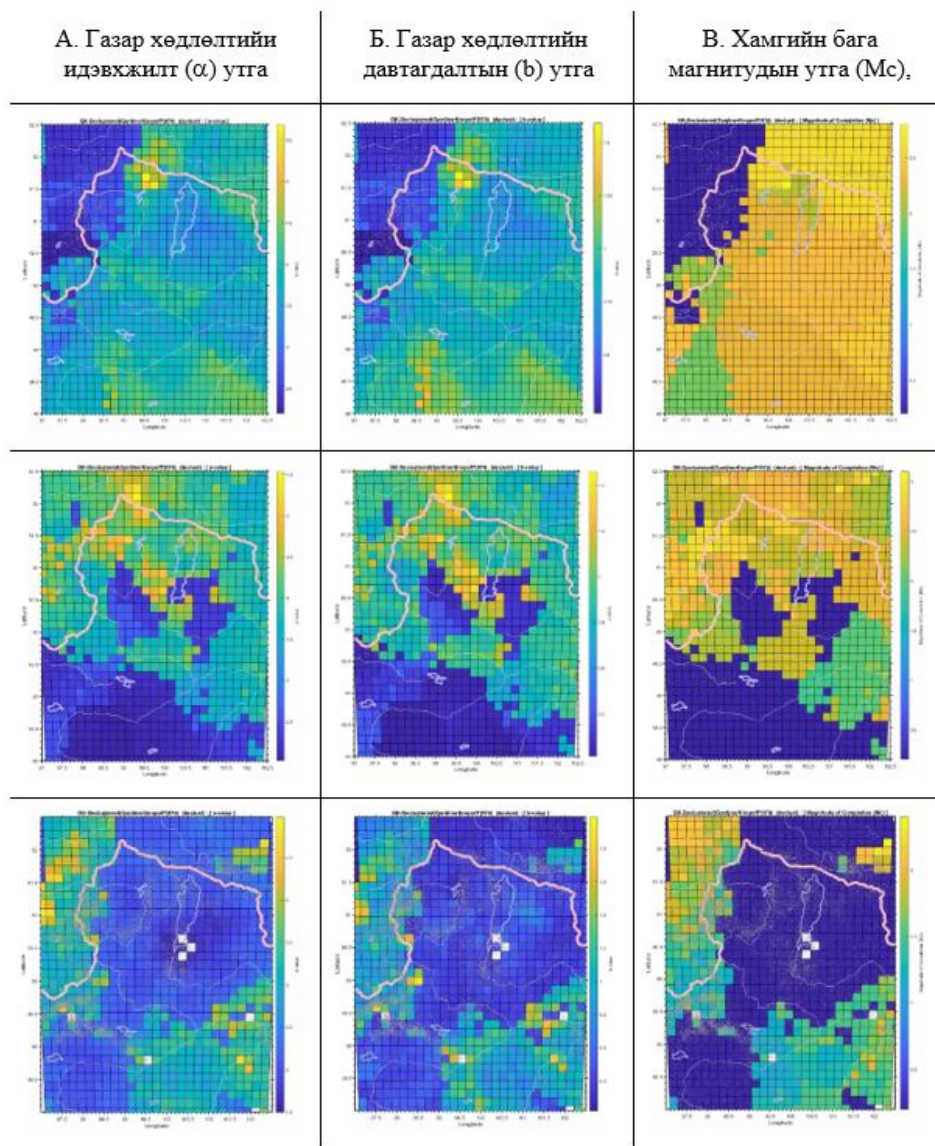
Зураг 8. 1. 1974-1990 , 2. 1991-2007, 3. 2008-2023 тус тус оноор ангилан тухайн бүс нутгийн каталогийн дүн шинжилгээ, (а) газар хөдлөлийн төвийн тархалт, (б) тус онуудын хооронд болсон хүчтэй газар хөдлөлийн график, (в) тухайн бүс нутгийн газар хөдлөлийн магнитуд комплетнесс болон а, b утга,

байсан горимын судалгааны үр дүнг харуулсан ба энэ үр дүнгээс харахад тус бүс нутагт болох хүчтэй газар хөдлөлтийн давтагдалтын утга нь 0.95-1.02 газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн утга нь 5.1-6.311 байна.

5. Үр дүн ба хэлэлцүүлэг

Газар хөдлөлтийн идэвхжилттэй бүс нутагт (а) болон (б) утгуудыг байнга хянаж байх нь

хүчтэй газар хөдлөлтийг урьдчилан таамаглах нэг нөхцөл нь болдог. Хөвсгөлийн бүс нутгийн газар хөдлөлтийн мэдээллийн санд идэвхжилт, горимын судалгааны анализ хийсэн ба энэ Maximum Curvature (MAXC) арга нь (M_c)-ийг тооцоолоход хурдан бөгөөд хялбар арга ба Давтамж-магнитудын тархалтын FMD муруйн эхний уламжлалын хамгийн их утгыг тооцоолох замаар хамгийн их мурийлтын цэгийг тодорхойлохоос бүрдэнэ. Давтамж магнитудын тархал-



Зураг 9. Хөвсгөлийн бүс нутгийн (1 дүгээр мөрөнд 1974-1990 он, 2 дугаар мөрөнд 1991-2007 он, 3 дугаар мөрөнд 2008-2023 он) нэгж талбайн газар хөдлөлийн горимын параметруудийн утга А – газар хөдлөлтийн идэвхжилт (α) утга, Б - газар хөдлөлтийн давтагдалтын (b) утга, В - хамгийн бага магнитудын утга (M_c).

таар үнэлэгдсэн хамгийн бага магнитудын утга (M_c) тухайн бүс нутагт 1.3-2.1 хооронд хэлбэлзэж байна. Газар хөдлөлтийн идэвхжилтийн утга $a=4.880-5.775$ буюу идэвхжил өндөртэй, харин хүчтэй газар хөдлөлтийн давталт $b=0.81-0.90$ утгатай байгаа нь тус бүс нутагт газар хөдлөлтийн хүчдэл их хуримтлагдсан байгааг харуулж байна. Энэ бүс нутгийн газар хөдлөлт нь нарийн төвөгтэй тектоник шинж чанаруудын нөлөөллийн үр дүнд явагддаг ба эдгээр шинж чанаруудын го-

ломтын механизм болон магнитуд комплектесс, 'b', 'a' утгатай холбон ойлгох нь тухайн бүс дэх газар хөдлөлийн эрсдлийг илүү сайн үнэлэхэд оршино.

Талархал

Энэхүү судалгааны ажлыг ШУТС-ийн 2022/145 (ШУТБИХХЗГ-2022/145) төслийн санхүүжилтээр хийж гүйцэтгэсэн болно. Судалгааны ажилд дэмжлэг үзүүлэн хамтран ажилласан ШУА-ийн ООГХ-ийн захиргаа болон Газар хөдлөл судла-

Хүснэгт 2. Хөвсгөлийн бүс нутгийн газар хөдлөлтийн идэвхжилт (a) болон газар хөдлөлтийн давтагдалтын (b) утга.

Зохлогч	Судалгаанд ашигласан мэдээллийн сан	Газар хөдлөлтийн идэвхжилт буюу a утга		Газар хөдлөлтийн давтагдалт буюу b утга		Магнитуд комплетнесс буюу M_c утга	
	Бүс нутаг	Хөвсгөл	Бүсийн гол	Хөвсгөл	Бүсийн гол	Хөвсгөл	Бүсийн гол
М.Адъяа [1986]	1970-1983	5.10	-	0.95	-	-	-
М.Өлзийбат [2006]	1964-2002	5.1	5.3	0.95	0.9	1.9	1.9
М.Адъяа болон бусад [2010]	1964-1991.11	-	5.27	-	1.05	-	-
	1992.12-2008	-	5.09	-	0.91	-	-
	1964-2008	-	5.27	-	1.05	-	-
Д.Мөнгөнсүрэн	1964-2007	-	5.4	-	0.869	-	1.7
Э.Уранболор [2018]	1964-2015	-	5.73	-	0.89	-	-
Ад.Мөнхсайхан [2021]	Ханх 1964-2020	6.311	-	1.02	-	2.2	-
	2021.01-2021.09	5.433	-	0.84	-	1.0	-
Тус судалгааны ажил	1974-1990	4.880		0.81		2.1	
	1991-2007	5.292		0.77		1.9	
	2008-2023	5.334		0.85		1.3	
	1974-2023	5.775		0.90		2.1	

лын салбарын хамт олондоо талархсанаа илэрхийлье.

Ашигласан номзүй

Chasanah, U. & Handoyo, E., 2021. Determination the magnitude of completeness, b-value and a-value for seismicity analysis in east java, indonesia, in *Journal of physics: conference series*, vol. 1805, p. 012009, IOP Publishing.

Dugarmaa, T. & Shlupp, A., 2000. One century of seismicity of mongolia, *RCAG MAS, Ulaanbaatar*.

Khilko, S., 1985. Earthquakes and the bases of the seismic zoning of mongolia, *The joint Soviet-Mongolian scientific-research geological expedition*.

Munkhuu, U., 2006. *The 2003 Chuya sequence (North Altay range): tectonic context and seismological study*, Ph.D. thesis, Université Nice Sophia Antipolis.

Schlupp, A. & Cisternas, A., 2007. Source history of the 1905 great mongolian earthquakes (tsetserleg, bolnay), *Geophysical Journal International*, **169**(3), 1115–1131.

Wiemer, S., 2001. A software package to analyze seismicity: Zmap, *Seismological Research Letters*, **72**(3), 373–382.

Балжинням, , Мөнхөө, , Цэмбэл, , Дугармаа, , Адъяа, , & Баяр, , 1975. Монголын газар хөдлөхүй, *Шинжлэх Ухааны Академи, Физик Техникийн Хүрээлэн*.

Мөнхсайхан, , Тунгалаг, , Ганзориг, , Ариунаа, , Дагзинмаа, , Долгормаа, , & Хонгор, , 2021. Бүсийн голын газар хөдлөлийн горимын судалгаа, *Геофизик ба Одон орон судлал*, **8**, 58–67.

Уранболор, , Мөнхсайхан, , Жамъянжав, , Даваадалай, , Нямжаргал, , Магванжав, , & Ням-Очир, , 2020. Бүсийн голын газар хөдлөлийн горимын судалгаа, *Геофизик ба Одон орон судлал*, **7**, 54–62.