

Гарчиг

SENTINEL-1 ХИЙМЭЛ ДАГУУЛААС ГАЗРЫН ХАГАРЛЫГ ТООЦООЛОХ.....	2
1. Судлагдсан байдал:.....	2
2. Судалгааны аргазүй, үр дүн:.....	3
3. Дүгнэлт, зөвлөмж:	6

SENTINEL-1 ХИЙМЭЛ ДАГУУЛААС ГАЗРЫН ХАГАРЛЫГ ТООЦООЛОХ

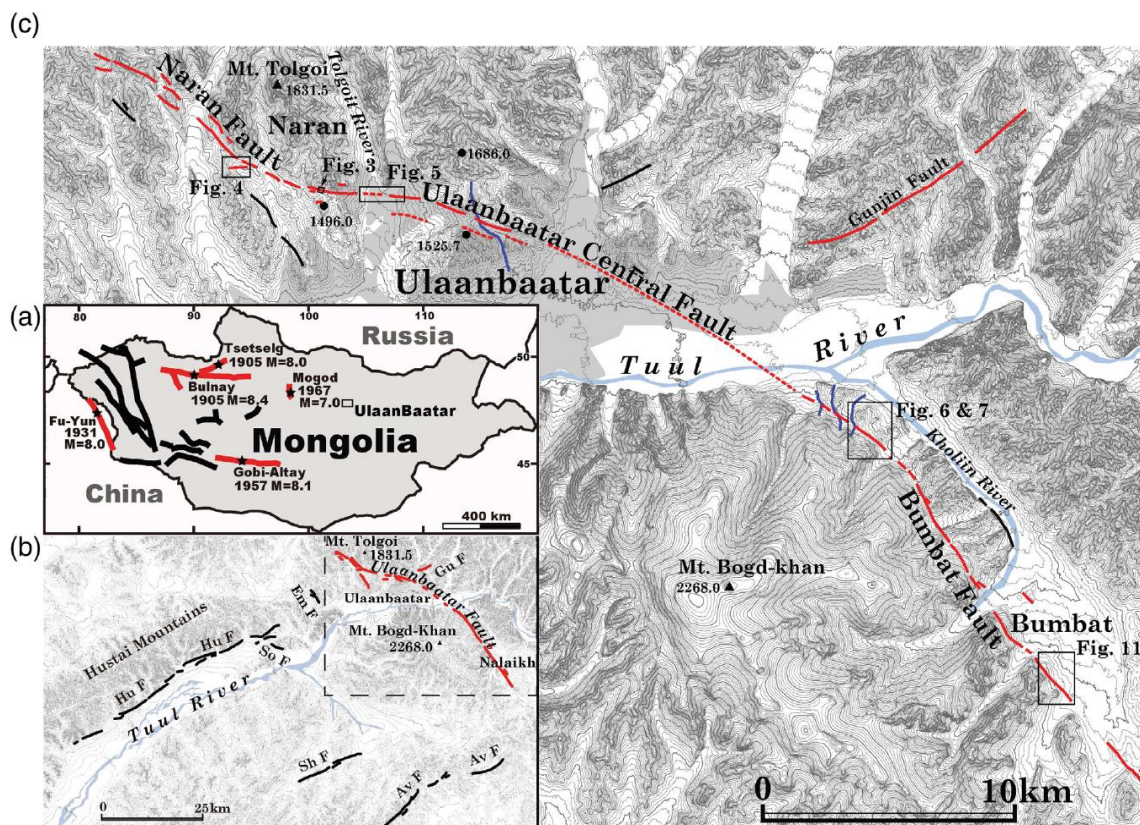
Хүчтэй газар хөдлөлтийн дараа удаан хугацааны элэгдэл хувирлын явцад хагарлын ул мөр болох хөрсөн дээрх эвдрэл цуурлууд нь аажмаар арилж танихад хүнд хэцүү болсон байдаг. Иймэрхүү далд нуугдмал бүтцийг илрүүлж тодруулах, нарийвчлан судалж зураглахад орчин үеийн өндөр, дэвшилтэт техник технологийн эрчимтэй хөгжил дэвшил нь санаанд оромгүй шинэ боломж бололцоонуудыг нээн гаргаж өгсөөр байна. Энэхүү судалгааны ажлаараа идэвхтэй тандан судлалын Sentinel 1 хиймэл дагуулын мэдээнд интерферометрийн боловсруулалт хийн шинэ хагарлыг орон зайн өндөр нарийвчлалтайгаар тодорхойлон

1. Судлагдсан байдал:

2018 онд Япон Монголын хамтарсан судлаачид Улаанбаатар хотын дундуур дайран гарсан долоо дах хагарлыг илрүүлсэн боловч түүний байршлыг нарийвчлан тогтоох ажил сүүлийн 3 жилийн турш хийж байна. Улаанбаатар хотын төвийн хэсгээр дайрсан гэх уг хагарал нь барилгажилт бүтээн байгуулалтаас болоод тодорхойлох тооцоолоход нэн хүндрэлтэй байсан болно.

Олон Улсын Газар хөдлөлийн судлаачдын “Seismological research letters” сэтгүүлийн хамгийн сүүлийн дугаар болох 2020 оны 10 сард гарсан дугаарт Улаанбаатар хотын 7 дах хагарлыг “Улаанбаатар хагарал” хэмээн нэрлэж уг хагарал идэвхтэй хагарал байх магадлалтайг (Yasuhiro Suzuki; Takashi Nakata et al., 2020) тодорхойлжээ (Зураг 7). Хагарлын уртаас үндэслэн нь M 7-оос дээш магнитудын хүчтэй газар хөдлөлтийг үүсгэж болзошгүй бөгөөд үүнээс үүдэн барилга байгууламжид их хэмжээний хохирол учирч, хотын бүсэд учирч болзошгүй ноцтой шалтгааныг үүсгэж болзошгүй тул одоо мөрдөж байгаа газар хөдлөлийн бичил мужлал, барилгууд болон баригдах барилгын газар хөдлөлтөд тэсвэрлэх нөхцөлийг шинэчлэх шаардлага гарч ирж байна.

Зураг 1. Улаанбаатар хагарал (Эх сурвалж: Yasuhiro Suzuki et al., 2020)



Геологийн хагарлыг агаар сансрын мэдээнээс дараах үндсэн аргачлалаар тодорхойлдог. Үүнд:

- Зайнаас тандан судлалын Усан сүлжээний дүрс ашиглан хагарлын шугамуудыг дараах байдлаар тодорхойлж болно. Өндөр зэрэгтэй голуудын цутгал нэг талдаа байрлаж голын хөндийн тэгш хэм алдагдах, Голын зэрэгцээ байрласан цутгалуудын эх нэг шугаман дээр байрлах, Голын хөндийн голдирол огцом тохойрол үүсгэсэн байх, Нэг голын цутгалууд хоорондоо параллель байдлаар шулуунаар урсах, Үндсэн голын голдирол зарим хэсэгтээ огцом шулуун болох нь нь тэр хэсэгт хагарлын нөлөөгөөр өргөгдсөн болохыг гэрчилнэ. Мөн зэрэгцээ байрласан голуудын голдирол нэг шугаман дээр тохойролт, нугалаа үүсгэж байвал хагарлын илэрхийлдэг байна. Голын голдирол нуман, эсвэл тэгш өнцөгт хэлбэрийн торлог голдирол нь ямагт хагарлыг илтгэнэ.
- Уулархаг нутагт гадаргын хэлбэрийг ашиглан хагарлын шугамуудыг дараах байдлаар тодорхойлно. Нэг шугамд зэрэгцэн орших хоёр уулын налуу огцом эгц налууг үүсгэх, зэрэгцээ байрласан хоёр уулын үнэмлэхүй өндөрт эрс ялгавар үүсэх, уулын хажуу тавцан юм уу шат хэлбэрийн хавтгайнууд үүсэх нь блоклог хагарлын дагуу суулт юм уу өргөгдсөн болохыг гэрчилнэ. Уулсын бэл хормойн хэсэгт зэрэгцээ шулуунуудаас хэд хэдэн булаг эх авч урсвал хагарлыг илтгэдэг байна.
- Талархаг нутагт цуваа байрласан нуурууд нь цэнгэг устай бол хагарлыг илтгэх боловч эртний голын хөндийд тогтсон үлдэгдэл нууруудтай андуурч болохгүй

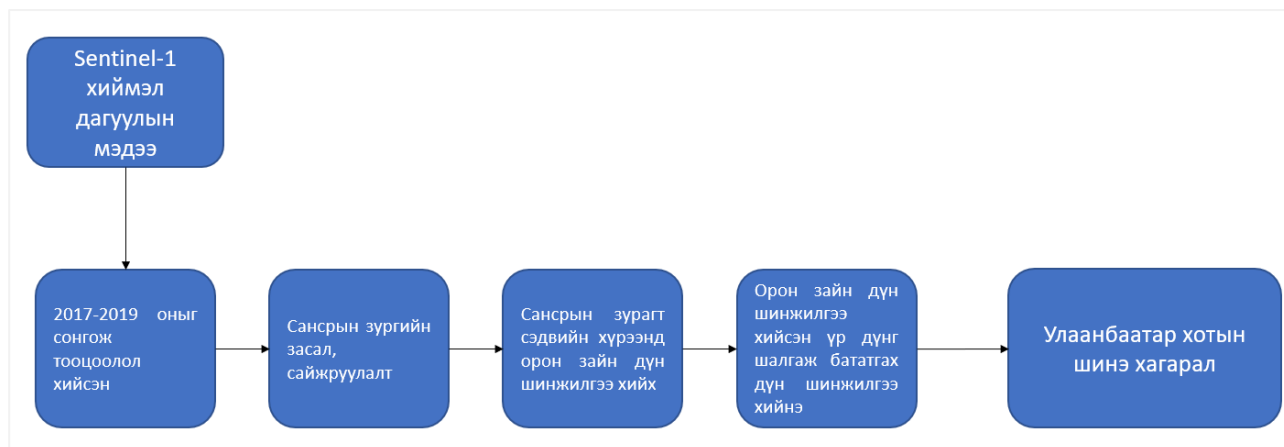
2. Судалгааны аргазүй, үр дүн:

Судалгааны талбайгаар Sentinel-1 хиймэл дагуулын 1 бүтээгдэхүүний харах талбай буюу 240 км² талбайгаар Улаанбаатар хот, хот орчмын бүсийг сонгон авсан. Тус ажилд идэвхтэй тандан судлалын хиймэл дагуул болох Sentinel хиймэл дагуулын 5.5 см-ын урттай C долгионы мэдээг ашиглав.

Европын холбооны сансрын агентлаг (ESA) 2014 оноос дэлхийн газрын гадаргын шилжилт, хөдөлгөөний хянах зорилгоор “Earth observation” төслийг эхлүүлсэн ба түүний Sentinel хөтөлбөрийн хүрээнд Sentinel-1A, 1B загварын идэвхтэй дагуулуудыг хөөргөж, цуглуулсан мэдээг дэлхий дахин нээлттэй түгээж байна. Эдгээр дагуул нь 12 хоногийн хугацааны шийдтэйгээр 250км ам дөрвөлжин талбайг хамарч ажиглалт явуулдаг [1].

Энэхүү судалгааны ажилд 2017 оны 9 сарын 20 болон 2020 оны 8 сарын 17-ны өдрүүдийн 10м-ийн нарийвчлалтай Sentinel 1 хиймэл дагуулын мэдээг ашигласан бөгөөд Орон зайн боловсруулалт нь дараах үе шатыг хамарна. Үүнд:

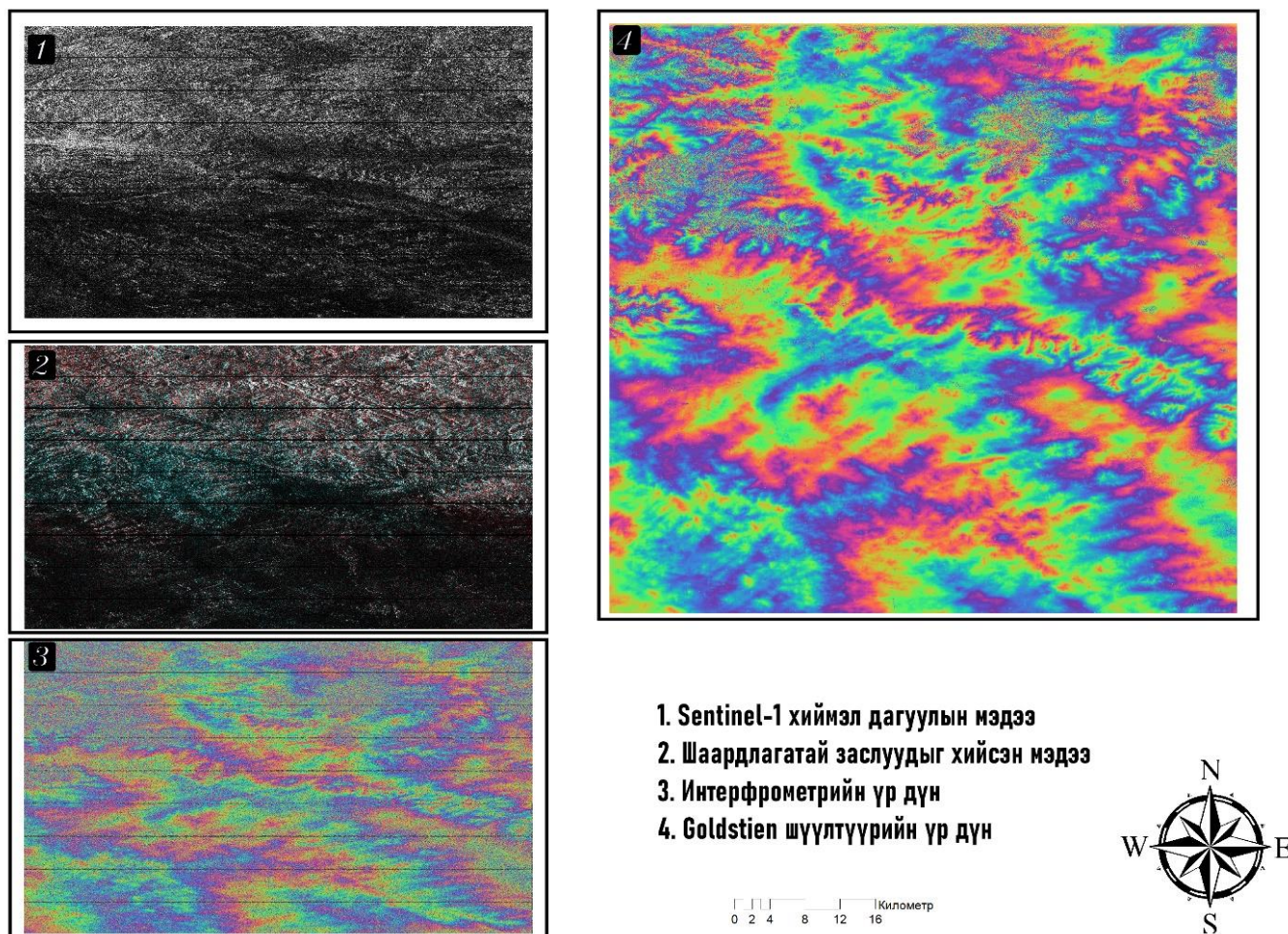
- Мастер өгөгдлийг сонгох
- Талбайг сонгох
- Орбитын засвар тооцох
- Радиометрийн засвар тооцох
- Фазын шүүлт хийх
- Когерент далайц (amplitude)-ын шүүлт хийх
- Гадаргын өндрийн засвар тооцох
- Дифференциал зургийн шилжүүлэг хийх зэрэг болно (Зураг 9).



Sentinel-1 хиймэл дагуулын мэдээний 1 зургийн хэмжээ 80км^2 байдаг ба үүнээс судалгааны талбай болох Улаанбаатар хот, хот орчмын газар нутгийг сонгон авав. Үүний дараагаар ижил талбайг дайрч өнгөрсөн 2 өөр цаг хугацааны мэдээнд орбитын засал буюу зураг авалт хийх үеийн хиймэл дагуулын орбитын мэдээллийг оруулав. Азимут болон мужийн засал нь тухайн 2 зургийн орбитын мэдээлэл болон интерполяцын аргад тулгуурлан нэгдмэл 1 зураг болгон гаргадаг. Интерферометр нь 2 зургийн хоорондын фазын ялгааг тооцоолон, далайцыг үржүүлэх замаар үүсдэг. Энгийнээр 2 зургийн цаг хугацааны нарийвчлал нь ойрхон байх тусам үр дүнгийн бодит магадлал ихэсдэг. Кохеренсийн утга бага байх нь бодолтын үр дүнд сөрөг нөлөө учруулдаг бөгөөд түр зуурын (хэт их ургамалжилт, усны төвшин ихсэх), геометрийн (орбитын метадатан алдаатай байдал) зэрэг нь кохеренсийн утгыг багасгадаг. Интерферометрийн тооцооллын үр дүн нь цаг хугацааны болон геометрийн засал, эзлэхүүний сарнилтаас үүдэн үр дүнд шуугиан үүсэх боломжтой. Фазын утгыг өөрчилж болохгүй ч, интерферометрийн үр дүнд гарсан шуугианыг сайжруулахын тулд Fast Fourier Transformation (FFT) ашигладаг Goldstein шүүлтүүр гэх мэт тусгай фазын шүүлтүүрүүдийг ашиглах замаар үр дүнг сайжруулж болно.

Боловсруулалтын үр дүнгээс гарган авсан Улаанбаатар хагарлаас 100м, 200м, 300м, 400м болон 500м зайд орших хотын барилга байгууламжийн газар хөдлөлд тэсвэржилтийг шинэчлэн тооцоолсон.

Зураг 3. Интерфрометр боловсруулалтын үр дүн

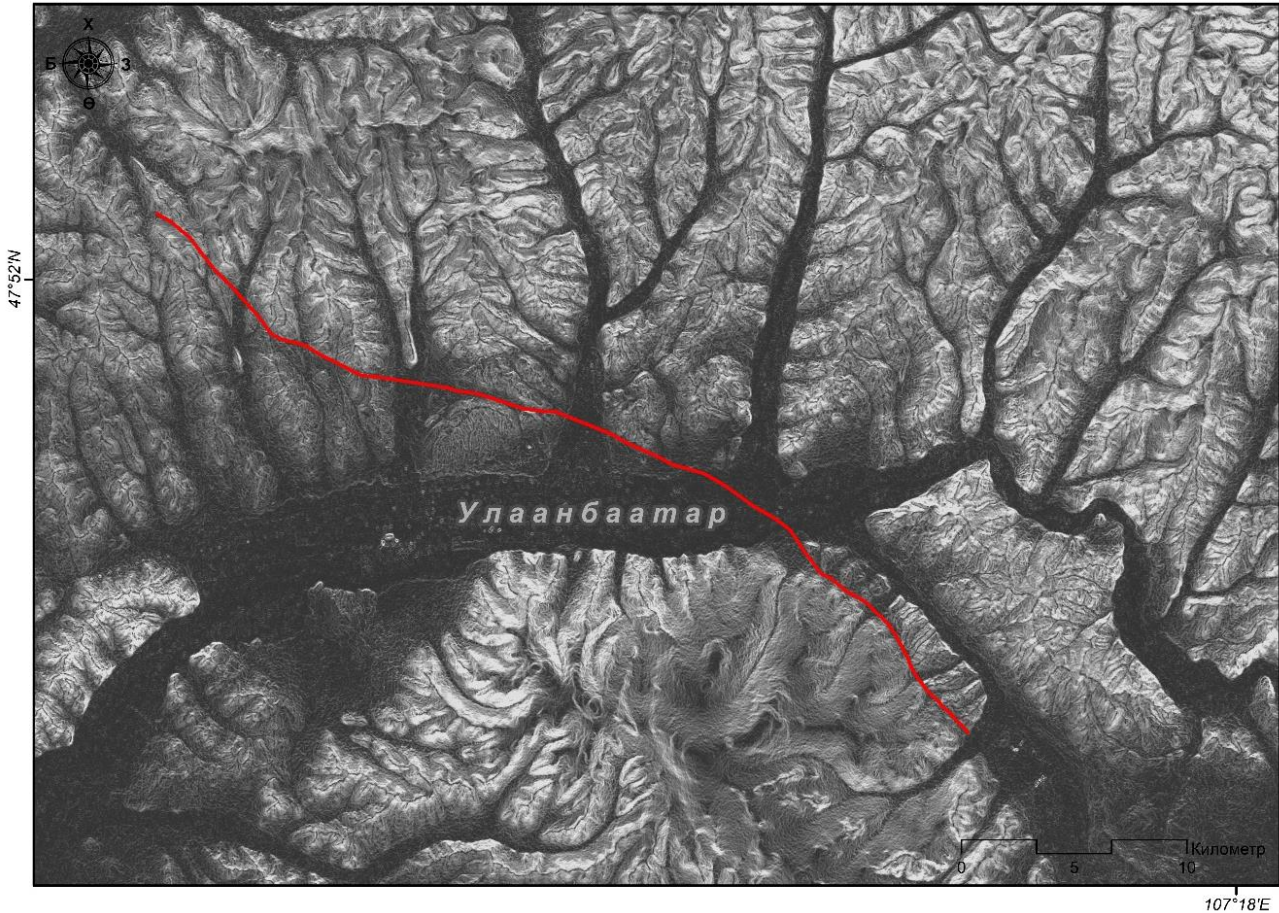


Эх сурвалж: ХТСИ, Газарзүй геоэкологийн хүрээлэн, МУИС-Газарзүйн тэнхим

Интерферометрийн боловсруулалтын үр дүн (Зураг 10)-д байгалийн хил зааг тодорч байгаа бөгөөд дараагийн шатанд хагарал тооцоолох боломжийг олгож байна.

Зураг 11-д Улаанбаатар хот орчмын 6 идэвхтэй хагарлыг тооцооллын үр дүнтэй байршлын хувьд давхцуулалын аргаар харьцуулсан байдлыг үзүүлэв. Мөн Одон орон геофизикийн хүрээлэнгийн 2014 онд хийсэн тектоникийн хил заагтай давхцуулахад таарц 100 хувь байлаа.

Улаанбаатар хагарал шинээр тодорхойлогдсонтой холбоотойгоор 2020 онд Япон Монголын судлаачдын хамтарсан (Yasuhiro Suzuki; Takashi Nakata et al, 2020) судлаачдын шинээр нээсэн Улаанбаатар хагалбар нь бичил мужлалд өөрчлөлт оруулах зайлшгүй шаардлагатайг харуулж байна. Мөн барилга байгууламжийн газар хөдлөлийг тэсвэрлэх байдлын үнэлгээг дахин шинэчлэн хийх шаардлагатай болж байна.



Эх сурвалж: ХТСИ, Газарзүй геоэкологийн хүрээлэн, МУИС-Газарзүйн тэнхим

3. Дүгнэлт, зөвлөмж:

- Бид энэхүү судалгааны ажлаараа Улаанбаатар хотыг тойрсон 6 хагарлаас гадна суурьшлын бүсийг дайрсан 7 дах хагарлыг идэвхтэй тандан судлалын Sentinel 1 хиймэл дагуулын мэдээнээс интерферометрийн аргаар тооцоолсон нь бусад судлаачдынхтай таарч байна.
- Улаанбаатар хотын барилга байгууламж, зам шугам сүлжээний тэсвэртэй байдлын үнэлгээний ажилд өөрчлөлт хийгдэх шаардлагатай болж байна.
- БНБД 22.01.01 : 2006 “Газар хөдлөлийн бүс нутагт барилга төлөвлөх барилгын норм ба дүрэм”-ийн дагуу шинээр тогтоосон хагарлын дагуу барилга байгууламжийг шинэ хагарлыг тооцоолон барих, БД 31-102-00 “Хуучин барилгын газар хөдлөлийг тэсвэрлэх чадварыг үнэлэх заавар”-аар шинэчлэн үнэлэх шаардлага зайлшгүй тулгарч байна.
- Цаашид бидний энэхүү судалгааны аргачлалаар Улаанбаатар хотын хэмжээнд хийх шаардлагатай бөгөөд газар хөдлөлийн бичил мужлалын зурагт өөрчлөлт орох магадлалтай.