

Улсын бүртгэлийн
дугаар

Нууцын зэрэглэл:

Аравтын бүрэн
ангиллын код

Төсөл хэрэгжүүлэх
гэрээний дугаар

ШИНЖЛЭХ УХААН ТЕХНОЛОГИЙН ИХ СУРГУУЛЬ

УЛААНБААТАР ХОТЫН ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ДОЛГИОНЫ БОХИРДЛЫН ТӨЛӨВ БАЙДАЛ, БОХИРДОЛ БУУРУУЛАХ СУДАЛГАА

Шинжлэх ухаан технологийн суурь судалгааны төслийн тайлан

Төслийн удирдагч:	Н.ЭРДЭНЭХҮҮ - Доктор (Ph.D), дэд профессор ШУТИС - Мэдээлэл, Холбооны Технологийн Сургуулийн Холбооны салбарын эрхлэгч
Санхүүжүүлэгч байгууллага:	Шинжлэх Ухаан, Технологийн Сан
Захиалагч байгууллага:	Байгаль Орчин, Аялал Жуулчлалын Яам Боловсрол, Шинжлэх Ухааны Яам
Тайлан өмчлөгч:	ШУТИС - Мэдээлэл, Холбооны Технологийн Сургууль, УБ-51 Ш/Х-29 Баянзүрх дүүрэг, 22-р хороо, 70151333, Улаанбаатар 2020 он

Улаанбаатар хот
2020 он

РЕФЕРАТ

Мэдээлэл, холбооны технологийн эрчимтэй хөгжлийг дагаж цахилгаан соронзон долгион (ЦСД) ашигласан технологийн хэрэглээ жил ирэх тутам өсөн нэмэгдэж байна. Тухайлбал үүрэн холбоо, утасгүй интернэт, ухаалаг гар утас өнөөдөр хүн бүрийн өдөр тутмын хэрэглээ болсон байна.

Ийнхүү радио дамжуулалд суурилсан технологи нэмэгдэхийн хэрээр ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн тоо нэмэгдэж, улмаар тэдгээрийн чадал, хамрах хүрээ, ажиллах давтамжаас хамаарч радио долгионы бохирдол ихсэн хүн, амьтан, хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө нь нэмэгдэх хандлагатай байна.

Дэлхийн улс орнууд, судлаачид, Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага (WHO), Олон улсын цахилгаан холбооны байгууллага (ITU) зэрэг олон улсын байгууллагууд ЦСД-ны бохирдлын асуудалд анхаарлаа хандуулан, хүн ам шигүү суурьшсан хот суурин газруудын ЦСД-ны бохирдлыг судлах, оршин суугчдад сөрөг нөлөө үзүүлж байгаа эсэхэд үнэлэлт, дүгнэлт өгөх, энэ бохирдлоос хэрхэн сэргийлэх, багасгах талаар өргөн хүрээнд судалгаа хийж байна.

Монгол Улсын хувьд Улаанбаатар хот болон бусад хотууд, аймгийн төвүүдийн хэмжээнд радио долгионы үүсгүүрүүдийн тоо өдрөөс өдөрт нэмэгдэж байна. Тэр дундаа Улаанбаатар хотын хэмжээнд үүрэн холбооны бааз станц, утасгүй интернэтийн WiFi сүлжээний төхөөрөмжүүд нягтрал ихтэй ашиглагдаж байгаа бөгөөд одоогоор ЦСД-ны бохирдлыг үнэлж дүгнэсэн бүрэн хэмжээний судалгаа хийгдээгүй байна.

Зорилго

Төслийн хүрээнд Улаанбаатар хотын ЦСД-ны бохирдлын төлөв байдлыг тодорхойлох, хэрхэн бууруулах, хянах талаар санал зөвлөмж боловсруулах зорилго дэвшүүлсэн. Энэ зорилгын хүрээнд дараах зорилтуудыг хэрэгжүүлсэн. Үүнд:

- Цахилгаан соронзон оронгийн (ЦСО) хүний биед үзүүлэх нөлөөлөл, түүнийг үнэлэх стандарт, шаардлагуудыг судлах;
- Улаанбаатар хотын ЦСД-ны гол үүсгүүрүүдийг судлан тогтоож, мэдээллийн сан үүсгэх;
- Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал гаргах, бохирдлын төлөв байдалд дүн шинжилгээ хийх;
- ЦСД-ны бохирдолд хяналт шинжилгээ хийх арга аргачлал, байнгын хяналтын нэгж байгуулах санал, зөвлөмж боловсруулах.

Судалгааны арга

Судалгааны ажлын хүрээнд дээр өгүүлсэн 4 зорилтыг хэрэгжүүлэхийн тулд харьцуулах, хэмжилт туршилт хийх, загварчлах, тооцоолох, задлан шинжлэх, нэгтгэн дүгнэх зэрэг эмпирик болон онолын судалгааны аргуудыг ашигласан. Тодруулбал, олон үүсгүүрээс дамжуулж байгаа ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн нийлбэр утга тухайн цэгт ямар байхыг тооцоолдог нэгдсэн загвар одоогоор бий болоогүй байгаа учраас хэмжилтийн аргыг үндсэн арга болгон сонгон авч, тодорхой цэгүүдэд хэмжилт туршилт хийж үр дүнг боловсруулан, загварчлах замаар ЦСД-ны бохирдлын төлөв байдлыг тодорхойлсон. Мөн ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн Хүлцэх Хамгийн Их Нөлөө (ХХН)-г тодорхойлох, бохирдолд хяналт шинжилгээ хийх арга аргачлал, байнгын хяналтын нэгж байгуулах санал, зөвлөмж боловсруулахад харьцуулалтын, задлан шинжлэх, нэгтгэн дүгнэх аргуудыг голлон ашигласан.

Үр дүн, шинэлэг зүйл

Энэхүү судалгаа нь Улаанбаатар хотын төвийн болон зарим алслагдсан дүүргүүдийн хэмжээнд ЦСД-ны бохирдлын төлөв байдлыг 10МГц-ээс 8ГГц хүртэлх давтамжийн цард хэмжилтээр тодорхойлон, анх удаа тархалтын бүрэн зураглал гаргаж Монгол Улсын болон гадаадын зарим улс орны стандарттай харьцуулан үнэлэлт, дүгнэлт өгснөөрөө шинэлэг ажил болсон. Судалгааны ажлын хүрээнд дараах гол үр дүнгүүд гарсан. Үүнд:

Цахилгаан соронзон оронгийн хүний биед үзүүлэх нөлөөлөл, түүнийг үнэлэх стандарт, шаардлагуудыг судлах зорилтын хүрээнд:

1. Энэ хүрээнд иргэдэд ЦСД-ны суурь ойлголтууд, түүний нөлөөлөл, энэ нөлөөллөөс зайлсхийхийн тулд хэрэглээгээ хэрхэн зөв зохицуулах зэрэг шаардлагатай мэдээллийг түгээх зорилгоор гар утасны аппликейшн зохиож нийтэд үнэгүй түгээсэн. "Цахилгаан соронзон оронгийн лавлах" гар утасны аппликейшн програмд Монгол Улсын оюуны өмчийн газрын 2019 оны 02 сарын 28-ны А/23 тоот тушаалаар 10369 тоот зохиогчийн эрхийн гэрчилгээ олгосон.
2. "Цахилгаан соронзон орон ба эрүүл мэнд" цахим гарын авлага боловсруулж Харилцаа Холбооны Зохицуулах Хороо (ХХЗХ)-ны веб сайтаар дамжуулан нийтэд түгээсэн.
3. ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн ХХН-г тогтоосон үндэсний стандартыг Европын холбоо, FCC, ICNIRP, IEEE зэрэг олон улсын байгууллага болон Канад, ОХУ, БНХАУ зэрэг гадаадын зарим улс орны стандарттай харьцуулан судалж

Монгол Улсын стандартыг шинэчлэх шаардлагатай эсэх талаар үнэлэлт, дүгнэлт хийж санал, зөвлөмж гаргасан.

Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийг судлан тогтоож, мэдээллийн сан үүсгэх зорилтын хүрээнд:

1. Улаанбаатар хот, түүний алслагдсан дүүргүүдийн хэмжээнд ажиллаж байгаа 2200 орчим радио давтамжтай ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн мэдээллийн санг үүсгэж, газрын зураг дээрх байршлуудыг тогтоон баталгаажуулсан.
2. Эдгээр ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн мэдээллийн санг үүсгүүрүүдийн төрөл, байршил, нэвтрүүлэгчийн чадал, давтамж зэрэг параметруудийн дагуу үүсгэн Windows програмын орчинд ажиллах хэрэглэгчийн интерфейс бүхий веб програм хөгжүүлсэн. Програм нь ерөнхий мэдээлэл, үндсэн цэс, бүртгэлийн цэс гэсэн дэд хэсгүүдээс бүрдэх ба үүсгүүрийн мэдээлэл хайх, нэмж бүртгэлд оруулах, тайланг гаргах боломжтой.
3. “Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрийн мэдээллийн сангийн програм” бүтээлд Монгол Улсын оюуны өмчийн газрын 2019 оны 02 сарын 28-ны А/23 тоот тушаалаар 10368 тоот зохиогчийн эрхийн гэрчилгээ олгосон.

Улаанбаатар хотын нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал гаргах, бохирдлын төлөв байдалд дүн шинжилгээ хийх зорилтын хүрээнд:

1. Хөдөлгөөнт холбооны бааз станцууд байрлуулсан 18 сургууль, эмнэлгийн гадаад, дотоод орчинд, мөн хэмжилт хийх шаардлагатай гэж үзсэн 17 байршлын нийт 500 орчим цэгт ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн түвшинг тодорхойлох хэмжилтүүдийг гүйцэтгэсэн.
2. Хэмжилтийн үр дүнг Монгол Улсад мөрдөгдөж байгаа MNS 5594:2015 стандартад заасан ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн ХХН-ний утгатай харьцуулан үнэлэлт дүгнэлт гаргасан.
3. Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдийн нутаг дэвсгэрт - 518, Багануур дүүрэгт - 115, Налайх дүүрэгт - 120, Гачуурт тосгонд - 107, Хонхор тосгонд - 100 цэгт тус тус ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн түвшинг тодорхойлох хэмжилтийг гүйцэтгэн хэмжилтийн үр дүнгээр ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал гаргасан.
4. ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглалыг Монгол Улсын (27.5В/м) болон ОХУ, БНХАУ-ын (6В/м) ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн ХХН-ний утгатай харьцуулан, ЦСД хүний биед нөлөөлж байгаа эсэхэд үнэлэлт, дүгнэлт өгсөн.

Цахилгаан соронзон долгионы бохирдолд хяналт шинжилгээ хийх арга аргачлал, байнгын хяналтын нэгж байгуулах санал, зөвлөмж боловсруулах зорилтын хүрээнд:

1. ЦСД-ны үүсгүүрүүд, тэдгээрээс цацаргах ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн түвшинг хэрхэн байнга хянах, ямар байгууллага, нэгж энэ үйл ажиллагааг хариуцах, хэрхэн зохион байгуулах талаар судлан санал, зөвлөмж боловсруулсан.

ТҮЛХҮҮР ҮГ: Радио давтамж, Цахилгаан соронзон долгион, Оронгийн хүчлэг, Хүлцэх хамгийн их нөлөө, Цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал

НИЙТЛҮҮЛСЭН ӨГҮҮЛЭЛ, ИЛТГЭЛ:

Төслийн ажлын явцыг ШУТИС-МХТС-ийн эрдмийн зөвлөлийн хурлаар 2 удаа хэлэлцүүлж, Шинжлэх Ухаан Технологийн Сан (ШУТС)-нд, Байгаль Орчин Аялал, Жуулчлалын Яам (БОАЖЯ)-нд 2 удаа тус тус тайланг хүргүүлсэн. Төслийн явцыг дараах хурал, үзэсгэлэнд танилцуулж, эрдэм шинжилгээний хуралд илтгэл хэлэлцүүлсэн.

- Монголын Мэдээллийн Технологи-2018 эрдэм шинжилгээний хурлын эмхэтгэлд “Үүрэн холбооны бааз станцаас үүсэх цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг бууруулах аргуудын судалгаа” сэдвээр өгүүлэл хэвлүүлсэн. /124-р тал/
- ICT EXPO-2018 үзэсгэлэнгийн үеэр ХХЗХ-той хамтран хэлэлцүүлэг семинар хийж, ЦСД-ны талаар мэдээлэл, зөвлөгөө түгээх аппликейшн програмыг албан ёсоор танилцуулан нийтийн хүртээл болгосон.
- “Цахилгаан соронзон орон эрүүл мэнд” гарын авлагыг 2018 онд хэвлүүлж олон нийтийн хүртээл болгосон.
- Монголын Мэдээллийн Технологи-2019 эрдэм шинжилгээний хуралд “Өгөгдсөн талбайд цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэгийн түвшин тодорхойлох загвар хөгжүүлэлтийн зарим үр дүн” сэдвээр багийн гишүүн П.Ууганбаяр илтгэл хэлэлцүүлсэн. Хурлын эмхэтгэлд өгүүлэл хэвлэгдсэн. /191-р тал/
- SuMOCos-2019 олон улсын эрдэм шинжилгээний хуралд “Measurement and evaluation of electromagnetic pollution from telecommunication towers in Ulaanbaatar city” сэдвээр постер илтгэл хэвлүүлсэн.
- “Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрийн мэдээллийн сангийн програм” бүтээлээр Монгол Улсын оюуны өмчийн газрын 2019.02.28-ны А/23 тоот тушаалаар 10368 тоот, “Цахилгаан соронзон оронгийн лавлах” гар утасны аппликейшн програмд Монгол Улсын оюуны өмчийн газрын 2019.02.28-ны А/23 тоот тушаалаар 10369 тоот тус тус зохиогчийн эрхийн гэрчилгээ авсан.

ГҮЙЦЭТГЭГЧДИЙН НЭРИЙН ЖАГСААЛТ

Төслийн удирдагч:

Н. Эрдэнэхүү
Доктор(Ph.D), дэд профессор
/ШУТИС-Мэдээлэл, Холбооны Технологийн
Сургуулийн Холбооны Салбарын эрхлэгч/

Төслийн багийн гишүүд:

Н.Чулуунбанди /ШУТИС-Мэдээлэл,
Холбооны Технологийн сургуулийн захирал/

З.Амгалан /ХХЗХ-ны Радио давтамжийн
хяналт, зохицуулалтын газрын дарга/

Ч.Тэрбиш /ХХЗХ-ны Радио давтамжийн
хяналт, зохицуулалтын газрын
мэргэжилтэн/

П.Ууганбаяр /ШУТИС-Мэдээлэл, Холбооны
Технологийн сургуулийн Холбооны
салбарын багш/

С.Энхсүвд /ШУТИС-Мэдээлэл, Холбооны
Технологийн сургуулийн магистрант/

Г.Энхбаяр /ШУТИС-Мэдээлэл, Холбооны
Технологийн сургуулийн магистрант/

С.Билгүүн /ШУТИС-Мэдээлэл, Холбооны
Технологийн сургуулийн Утасгүй холбоо
хөтөлбөрийн 4-р курсийн оюутан/

Н.Тэгшжаргал /ШУТИС-Мэдээлэл,
Холбооны Технологийн сургуулийн Утасгүй
холбоо хөтөлбөрийн 4-р курсийн оюутан/

Ц.Нандинцэцэг /ШУТИС-Мэдээлэл,
Холбооны Технологийн сургуулийн Утасгүй
холбоо хөтөлбөрийн 4-р курсийн оюутан/

ГАРЧИГ

РЕФЕРАТ	2
ГҮЙЦЭТГЭГЧДИЙН НЭРИЙН ЖАГСААЛТ	7
НЭР ТОМЬЁО, ТОВЧИЛСОН ҮГИЙН ТАЙЛБАР ЖАГСААЛТ	11
ОРШИЛ	13
Нэгдүгээр бүлэг. Цахилгаан соронзон оронгийн хүний биед үзүүлэх нөлөөлөл, түүнийг үнэлэх стандарт, шаардлагууд	16
1.1. Цахилгаан соронзон долгионы онолын ойлголтууд	16
1.1.1. Цахилгаан соронзон оронгийн тухай	16
1.1.2. Цахилгаан соронзон долгионы ангилал	18
1.1.3. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүд	19
1.1.4. Цахилгаан соронзон орон ба эрүүл мэнд.....	20
1.2. Цахилгаан соронзон оронгийн хүний биед үзүүлэх нөлөөллийн тухай нийтэд мэдээлэл, зөвлөгөө өгөх зориулалттай гар утасны аппликейшн програм хөгжүүлэлт	21
1.3. Монгол Улсад мөрдөгдөж буй хүлцэх хамгийн их нөлөөг тогтоосон стандартууд	23
1.3.1. MNS 5594:2015 стандарт - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон орны хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин (ЗКГц-ээс 300Гц хүртэл) [1].....	24
1.3.2. MNS 5148:2015 стандарт - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон орноос хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшинд нийцэж байгаа эсэхийн үнэлгээ[2]	28
1.4. Цахилгаан соронзон долгионы хүлцэх хамгийн их нөлөөг тодорхойлсон гадаадын улс орнуудын туршлага.....	37
Хоёрдугаар бүлэг. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн судалгаа, тэдгээрийн мэдээллийн сангийн програм хөгжүүлэлт	54
2.1. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн судалгаа	54
2.1.1. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн мэдээлэл цуглуулах	55
2.2. Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн мэдээллийн сангийн програм хөгжүүлэлт	60

Гуравдугаар бүлэг. Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын хэмжээг тодорхойлсон үр дүн, тархалтын зураглал	67
3.1. Цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэг хэмжих арга зүй[5]	67
3.2. Улаанбаатар хотын сонгосон цэгүүдэд цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн хэмжилт хийсэн үр дүн	71
3.3. Улаанбаатар хотын зарим нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэг тодорхойлж, тархалтын зураглал гаргасан үр дүн..	113
3.3.1. Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдэд хийсэн хэмжилтийн үр дүн	114
3.3.2. Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдэд хийсэн хэмжилтийн үр дүнгээр байгуулсан цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал, түүнийг үндэсний стандартын хүлцэх хамгийн их нөлөөний утгатай харьцуулсан байдал	127
3.3.3. Хонхор тосгон орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийг хэмжиж, стандарт утгатай харьцуулан тархалтын зураглал гаргасан үр дүн .	129
3.3.4. Гачуурт тосгон орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийг хэмжиж, стандарт утгатай харьцуулан тархалтын зураглал гаргасан үр дүн	134
3.3.5. Налайх дүүрэг орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийг хэмжиж, стандарт утгатай харьцуулан тархалтын зураглал гаргасан үр дүн	140
3.3.6. Багануур дүүрэг орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийг хэмжиж, стандарт утгатай харьцуулан тархалтын зураглал гаргасан үр дүн	146
3.4. Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтыг ОХУ, БНХАУ-ын хүлцэх хамгийн их нөлөөний стандарт утгатай харьцуулсан зураглал	152
Дөрөвдүгээр бүлэг. Цахилгаан соронзон долгионы хяналт шинжилгээ хийх аргачлал, байнгын хяналтын нэгж байгуулах санал зөвлөмж	161
4.1. Монгол Улсад мөрдөх цахилгаан соронзон долгионы хүлцэх хамгийн их нөлөөний стандарт нормыг шинэчлэх шаардлага	161
4.2. Гадаадад орнуудад цахилгаан соронзон долгионы хяналт шинжилгээ хийж буй зарим туршлага	166

4.2.1. Европын холбооны улсуудын цахилгаан соронзон долгионы бохирдолд хяналт хийх арга зүй, чиг хандлага[7].....	166
4.2.2. Европын холбооны улсуудад цахилгаан соронзон долгионы хяналт хийж буй байдал.....	168
4.2.3. Цахилгаан соронзон долгионы бохирдолд хяналт шинжилгээ хийж буй Малайз улсын туршлага[8]	169
4.3. Монгол Улсын цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын хяналтын өнөөгийн байдал.....	172
4.4. Монгол Улсад радио давтамжтай цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг хянах тогтолцоо бий болгох санал, зөвлөмж.....	172
4.5. Цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг хянах нэгдсэн сүлжээ байгуулах санал	175
ЕРӨНХИЙ ДҮГНЭЛТ	177
АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ	179
ХАВСРАЛТ 1. ЗУРАГЛАЛУУД	180
ХАВСРАЛТ 2. ЗОХИОГЧИЙН ЭРХИЙН ГЭРЧИЛГЭЭ	194
ХАВСРАЛТ 3. НИЙТЛҮҮЛСЭН ЗАРИМ ӨГҮҮЛЭЛ, ИЛТГЭЛ.....	197

НЭР ТОМЬЁО, ТОВЧИЛСОН ҮГИЙН ТАЙЛБАР ЖАГСААЛТ

№	Үгийн товчлол		Үгийн дэлгэрэнгүй тайлбар	
	Англи	Монгол	Англи	Монгол
1	AM	AM	Amplitude Modulation	Агуургын Модуляц
2	BR	ҮХ	Basic Restriction	Үндсэн Хязгаарлалт
3	CDMA	КХОЦХ	Code-Division Multiple Access	Кодын Хуваалттай Олон Цэгийн Хандалт
4	CENELEC	ЦТСЕХ	European Committee for Electrotechnical Standardization	Цахилгаан Техникийн Стандартчиллын Европын Холбоо
5	CRCM	ХХЗХ	Communications Regulatory Commission of Mongolia	Харилцаа Холбооны Зохицуулах Хороо
6	CSV		Comma-Separated Values	Хүснэгтэн өгөгдлийг харуулах зориулалттай текст файлын өргөтгөл
7	DEM	ГӨТЗ	Digital Elevation Map	Гадаргын Өндөрлөгийн Тоон Зураг
8	DSB	ХЗСН	Double Side Band	2 хажуугийн зурвасын спектртэй нэвтрүүлэгч
9	EIRP	ЭЖЦЧ	Effective Isotropic Radiated Power	Эквивалент Жигд Цацаргалтын Чадал
10	EMW	ЦСД	Electro Magnetic Wave	Цахилгаан Соронзон Долгион
11	EMF	ЦСО	Electromagnetic field	Цахилгаан Соронзон Орон
12	ELF	ХНД	Extremely Low Frequency	Хэт Нам Давтамж
13	FCC	АНУХХХ	Federal Communications Commission	Америкийн Нэгдсэн Улсын Харилцаа Холбооны Хороо
14	FDTD	ТЯХМ	Finite-Difference Time Domain	Төгсгөлөг Ялгавартай Хугацааны Муж
15	FM	ДМ	Frequency Modulation	Давтамжийн Модуляц
16	FSPLM	ЧОЗАТЗ	Free Space Path Loss Model	Чөлөөт Орчны Замын Алдагдал Тооцоолох Загвар
17	GIA	ТЕГ	General Intelligence Agency of Mongolia	Монгол Улсын Тагнуулын Ерөнхий Газар
18	GASI	МХЕГ	General Agency for Specialized Investigation	Мэргэжлийн Хяналтын Ерөнхий Газар
19	GSM	ХХС	Global System for Mobile	Хөдөлгөөнт Холбооны Систем
20	GSMA	ХХСА	Global System for Mobile Association	Хөдөлгөөнт Холбооны Системийн Ассоциаци
21	GPS	БТС	Global Positioning System	Байршил Тодорхойлох Систем
22	IARC	ХХСОУА	International Agency for Research on Cancer	Хорт Хавдар Судлах Олон Улсын Агентлаг
23	IEEE	ЦЭИИ	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Цахилгаан ба Электроник Инженерийн Институт
24	IEC	ОУЦТХ	International Electrotechnical Commission	Олон улсын цахилгаан техникийн хороо
25	ICES	ЦСАБОУК	International Committee on Electromagnetic Safety	Цахилгаан Соронзон Аюулгүй Байдлын Олон Улсын Комисс
26	ICT	МХХТ	Information Communication Technology	Мэдээлэл, Харилцаа Холбооны Технологи
27	ICNIRP	ҮОЦХОУХ	International commission on Non-ionizing radiation protection	Үл ионжуулагч цацрагаас хамгаалах олон улсын хороо
28	IR	ИЦ	Ionizing Radiation	Ионжуулагч цацаргалт
29	ITU	ОУЦХБ	International Telecommunication Union	Олон Улсын Цахилгаан Холбооны Байгууллага
30	LTE	УХХ	Long-Term Evolution	Урт Хугацааны Хувьсал

31	MCMC	МХХМК	Malaysian Communications and Multimedia Commission	Малайз Улсын Харилцаа Холбоо, Мультимедиа Комисс
32	MF	ДД	Medium Frequency	Дунд давтамж
33	MFS	СОХ	Magnetic Field Strength	Соронзон орны хүчлэг
34	MFST	ШУТС	Mongolian Foundation for Science and Technology	Шинжлэх Ухаан Технологийн Сан
35	MI	СИ	Magnetic Induction	Соронзон индукц
36	MICOA	МХОА	Mongolian Information Communication Operator's Association	Мэдээлэл Холбооны Операторуудын Ассоциаци
37	NCMCH	ЭХЭМҮТ	National Center for Maternal and Child Health of Mongolia	Эх Хүүхдийн Эрүүл Мэндийн Үндэсний Төв
38	MNET	БОАЖЯ	Ministry of Environment and Tourism	Байгаль Орчин Аялал, Жуулчлалын Яам
39	MMDS	ОСОЦХҮ	Multichannel Multipoint Distribution Service	Олон Сувгийн Олон Цэгийн Хуваарилалтын Үйлчилгээ
40	MPE	ХДХ	Maximum Permissible Exposure	Хүлцэх Дээд Хязгаар
41	MRI	СРТ	Magnetic Resonance Imaging	Соронзон Резонанс Томографи
42	PMFP	БХИОХҮБ	Possible Maximum Field Position	Боломжит Хамгийн Их Оронгийн Хүчлэг Үүсэх Байрлал
43	RB	РӨН	Radio Broadcasing	Радио Өргөн Нэвтрүүлэг
44	RCI	ЦХДБ	Radio Communication Infrastructure	Цахилгаан Холбооны Дэд Бүтэц
45	RF	РД	Radio Frequency	Радио давтамж
46	RW	РД	Radio Waves	Радио долгион
47	SAR	ОШХ	Specific absorption	Онцгой шингээлтийн хэмжээ
48	SRTM		Shuttle Radar Topography Mission	Өмнөд өргөргийн 56°-аас хойд өргөргийн 60° хүртэл орон зайд дэлхийн газрын гадаргын өндөр, нам буюу релейфийг харуулсан зураглал бий болгох олон улсын судалгааны үйл ажиллагаа
49	TVB	ТӨН	TV Broadcasting	Телевизийн Өргөн Нэвтрүүлэг
50	VDU	ВД	Video Displays Unit	Видео Дэлгэцийн блок
51	WCDMA	ӨЗКХОЦХ	Wideband Code-Division Multiple Access	Өргөн Зурвасын Кодын Хуваалттай Олон Цэгийн Хандалт
52	WHO	ДЭМБ	World Health Organization	Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллага
53	WSN	УМС	Wireless Sensor Network	Утасгүй Мэдрэгч Сүлжээ
54	EMF SL	ХХН	Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields	Хүлцэх Хамгийн их Нөлөө

ОРШИЛ

Харилцаа холбоо, мэдээллийн технологи болон бусад салбар дах ЦСД-ны хэрэглээ жил ирэх тутам нэмэгдэж байна. Тэр дундаа томоохон хот суурин газруудад радио долгион ашигласан мэдээлэл, харилцаа холбооны үйлчилгээ нэмэгдэж байна. Тухайлбал үүрэн холбооны технологи, утасгүй интернэтийн технологи, ухаалаг гар утас өнөөдөр хүн бүхний өдөр тутмын хэрэгцээ болсон байна.

Ингэж технологи хөгжсөнөөр хэрэглээ талд олон эерэг үр дүн гарч байгаа боловч нөгөө талаас ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн тоо, тэдгээрийн чадал, хамрах хүрээ, ажиллах давтамжаас хамаарч радио долгионы бохирдол ихсэж хүн амьтан, хүрээлэн буй орчинд сөрөг нөлөө үзүүлж байна. Ялангуяа хүн ам шигүү суурьшсан хот суурин газруудад энэ асуудалд анхаарлаа хандуулахаас өөр аргагүйд хүрээд байна.

Сүүлийн жилүүдэд энэ талаар судалгаа хийх, стандарт, норм тогтоох, ЦСД-ны нөлөөллийг хэмжилт туршилтаар баталгаажуулах талаар эрдэмтэн судлаачид, олон улсын байгууллагууд идэвхтэй ажилладаг болсон. Тухайлбал Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага (WHO), Олон улсын цахилгаан холбооны байгууллага (ITU) зэрэг байгууллагуудыг энд дурдаж болно.

Монгол Улсын хувьд Улаанбаатар хот болон бусад хотууд, аймгийн төвүүдийн хэмжээнд радио долгионы үүсгүүрүүдийн тоо өдрөөс өдөрт нэмэгдэж байна. Тэр дундаа орон сууцны хорооллуудад үүрэн холбооны бааз станц, утасгүй интернэтийн WiFi рөүтер болон сүлжээний төхөөрөмжүүд нягтрал ихтэй ашиглагдаж байгаа бөгөөд одоогоор радио долгионы бохирдлын талаас нь үнэлж дүгнэсэн бүрэн хэмжээний судалгаа хийгдээгүй байна.

2014 онд судлаач Д.Батмөнх ЦСД-ны спектрийн зарим мужид цацрагийн эрчим, давтамжийн хэмжилт явуулж ЦСД-ны чадлын талаар тоон утгууд гарган босго хэмжээтэй харьцуулалт хийсэн байдаг. Энэхүү төслийн хүрээнд БОАЖЯ-ны захиалгын дагуу Улаанбаатар хотын хэмжээнд ЦСД-ны бохирдлын төлөв байдлыг тодорхойлж, хэрхэн бууруулах талаар санал зөвлөмж боловсруулах зорилготой. Ингэснээр Д.Батмөнх судлаачийн хийсэн ажлын цар хүрээ, үр дүнг өргөжүүлэн Улаанбаатар хотын хэмжээнд бохирдол үүсгэж байгаа гол гол үүсгүүрүүдийн талаар өгөгдлийн сан үүсгэж, нөлөөллийн төлөв байдлыг гарган үнэлэлт дүгнэлт өгч, цаашид хэрхэн бууруулах талаар санал зөвлөмж боловсруулна. Энэхүү төсөл нь ШУТС-гийн санхүүжилттэй, 2017-2019 оны хооронд хэрэгжих суурь судалгааны

төсөл бөгөөд төслийн хүрээнд гүйцэтгэсэн ажлуудын техникийн даалгаврын календарчилсан төлөвлөгөөг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

1-р хүснэгт. Төслийн даалгаврын календарчилсан төлөвлөгөө

Д/д	Төслийн хүрээнд гүйцэтгэх тодорхой үе шатны ажлын нэр	Эхлэх дуусах хугацаа (Он, сар)	Гүйцэтгэгчдийн овог, нэр, мэргэжил	Тухайн шатны үр дүн
2017 он				
1	Сэдэвт ажлын арга зүй батлуулах	9-р сар	Багийн гишүүд	Сэдэв бүрээр арга зүй батлагдана
2	Улаанбаатар хот орчмын цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийг судлан тогтоох	9-10-р сар	Н.Эрдэнэхүү /Радио холбооны инженер/ З.Амгалан /Радио холбооны инженер/ Ч.Тэрбиш /Радио холбооны инженер/ П.Ууганбаяр /Радио холбооны инженер/	Улаанбаатар хот орчмын цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрийн тоо, төрөл, байрлал, чадал зэрэг гол гол мэдээллүүдийг тодорхойлно
3	Улаанбаатар хот орчмын цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн мэдээллийн сангийн програм хөгжүүлэх	11-12-р сар	Ч.Тэрбиш П.Ууганбаяр Гэрээт ажилтан 1 /Програмист/	Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн мэдээллийн сан, бүртгэл, хайлт хийх боломжтой програм
4	Явцын тайлан	12-р сар	Н.Эрдэнэхүү	Захиалагч болон санхүүжүүлэгч байгууллагад 2017 онд хийсэн ажлын хэвлэмэл тайлан хүргүүлсэн байна
2018 он				
1	Улаанбаатар хот орчмын цахилгаан соронзон долгионы өнөөгийн төлөв байдал, тархалтыг тодорхойлох	01-03-р сар	П.Нямсүрэн /Цахилгаан холбооны инженер / Ч.Оюу /Радио холбооны инженер/	Цахилгаан соронзон долгионы өнөөгийн төлөв байдал, тархалтыг тодорхойлж дүгнэлт гаргана
2	Улаанбаатар хот орчмын цахилгаан соронзон долгионы тархалтын зураглал хийх	4-6 сар	Д. Санжсүрэн /Радио холбооны инженер/ П.Ууганбаяр	Цахилгаан соронзон долгионы тархалт, хамрах хүрээг гол гол үүсгүүрээр гаргасан зураглал бэлэн болно
3	Хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй цахилгаан соронзон оронгийн хүрээлэн буй орчинд үзүүлж буй нөлөөллийг орон зайн хэмжээсээр	7-9-р сар	Ч.Тэрбиш Ч.Оюу	Цахилгаан соронзон оронгийн хүрээлэн буй орчинд үзүүлж буй нөлөөллийг нийт тоон хэмжээг тодорхойлсон байна.

	гаргах, нийт тоон хэмжээг тодорхойлох			
4	Цахилгаан соронзон долгионы үйлчлэлийн хүлцэх дээд хязгаар (ХДХ)-ыг тогтоох арга, аргачлалыг судлах	10-12-р сар	Н.Эрдэнэхүү З.Амгалан	Цахилгаан соронзон долгионы үйлчлэлийн хүлцэх дээд хязгаар (ХДХ)-ыг тогтоох аргачлалыг боловсруулна
5	Явцын тайлан	6, 12-р сар	Н.Эрдэнэхүү	Судалгааны ажлын тухайн жилийн тайлан боловсруулж санхүүжүүлэгч болон захиалагч байгууллагад хүргүүлсэн байна.
2019 он				
1	Улаанбаатар хотын орчинд цахилгаан соронзон долгионы үйлчлэлийн хүлцэх дээд хязгаар, нөлөөллийн хэмжээ, нормыг тогтоох	01-4-р сар	Н.Эрдэнэхүү З.Амгалан	Улаанбаатар хотын орчинд цахилгаан соронзон долгионы үйлчлэл хүлцэх дээд хязгаарт байгаа эсэхэд үнэлэлт өгч, норм хэмжээг тодорхойлсон байна.
2	Цахилгаан соронзон долгионы хяналт шинжилгээ хийх арга аргачлалыг судлах	5-6-р сар	Ч.Тэрбиш П.Ууганбаяр П.Нямсүрэн	Судалгааны дүгнэлтэд үндэслэн аргачлал, зөвлөмж боловсруулна
3	Явцын тайлан	6-р сар	Н.Эрдэнэхүү	Захиалагч болон санхүүжүүлэгч байгууллагад 2018 оны 6 сар хүртэл хийсэн ажлын хэвлэмэл тайлан хүргүүлсэн байна
4	Цахилгаан соронзон долгионы хяналт шинжилгээ хийх байнгын хяналтын нэгж байгуулах зөвлөмж гаргах	7-10-р сар	Н.Эрдэнэхүү З.Амгалан	Судалгааны тайланд үндэслэсэн зөвлөмж гаргана
5	Судалгааны үр дүнгээр эрдэм шинжилгээний өгүүлэл хэвлүүлэх, илтгэл хэлэлцүүлэх	11-р сар	Төслийн гүйцэтгэгчид	БОАЖЯ-ны мэргэжилтэн нарт судалгааны үр дүнгээр эрдэм шинжилгээний хэлэлцүүлэг зохион байгуулна. ЭШ-ний өгүүллийг хэвлэлд нийтлүүлнэ
6	Эцсийн тайлан боловсруулж хүлээлгэн өгөх	11-р сар	Н.Эрдэнэхүү	Судалгааны ажлын тайлан боловсруулж санхүүжүүлэгч болон захиалагч байгууллагад хүргүүлсэн байна.

Нэгдүгээр бүлэг. Цахилгаан соронзон оронгийн хүний биед үзүүлэх нөлөөлөл, түүнийг үнэлэх стандарт, шаардлагууд

1.1. Цахилгаан соронзон долгионы онолын ойлголтууд

1.1.1. Цахилгаан соронзон оронгийн тухай

Цахилгаан цэнэгтэй бөөмсийн хоорондын харилцан үйлчлэлийг бий болгодог хүч бөгөөд үүний явагдах огторгуйн хэсгийг цахилгаан соронзон орон гэнэ. Татах хүчийг эс тооцвол цахилгаан соронзон үйлчлэл нь өдөр тутмын амьдралд тохиолдох бараг бүх үзэгдэл, юмсын үндсэн шалтгаан болно. Жишээлбэл: материаллаг зүйлсийг түлхэх татах нь бидний болон материаллаг зүйлсийн молекулууд хоорондын хүчнээс үүднэ. Эдгээр нь цаашлаад атом хоорондын үйлчлэлээр бий болдог. Атом дахь электрон, протонуудыг барьцалдуулдаг, молекул дахь атомуудыг барьцалдуулдаг хүч нь мөн цахилгаан соронзон хүч юм. Ийнхүү тус хүч атомуудыг тойрон эргэх электронуудын харилцан үйлчлэлийн үр дүнд үүсэх химийн процессуудыг мөн захирдаг болно. Цахилгаан соронзон хүч нь цахилгаан орон, соронзон орны аль алинд илэрхийгээр үзэгдэнэ. Энэ хоёр нь ердөө л цахилгаан соронзонгийн хоёр төрх бөгөөд хоорондоо нарийн уялдаатай.

Цахилгаан орон өөрчлөгдөхөд соронзон орон үүсэж, мөн адилаар соронзон орны өөрчлөлтөөр цахилгаан орон үүснэ. Энэ үзэгдлийг цахилгаан соронзон индукцлэл гэх бөгөөд цахилгаан генератор, индукцийн мотор, трансформатор ажиллах үндэс суурь болно. Цахилгаан орон нь цахилгаан потенциал, цахилгаан гүйдэл зэрэг түгээмэл үзэгдлүүдийн үр дүнд бий болдог. Соронзон орон нь соронзонтой холбогддог хүчний эх үүсвэр болно. Цахилгаан соронзон хүч нь фотон, вертуал фотон гэсэн мэдээлэл дамжуулах бөөмсийн дамжуулалтаар ажиллана. Биетүүд нь өөр хоорондоо мэдээлэл дамжуулах бөөм солилцсоноор ойлголцох хүч үүсэж, солилцоо нь бөөмсүүдийг хооронд нь түлхэх буюу татахын оронд эдгээрийг солилцуулах бөөмсүүдийн шинж чанарыг өөрчилнө. ЦСО нь 3 төрөлд ангилагддаг. Үүнд:

1. Статик цахилгаан орон – үүсгүүр нь тайван байдалд орших цэнэг.
2. Статик соронзон орон – үүсгүүр нь тогтмол гүйдлийн урсгал.
3. Динамик буюу хувьсах цахилгаан соронзон орон – үүсгүүр нь хувьсах цахилгаан соронзон орон. Үүний үр дүнд ЦСД үүсэх ба энэ нь ЦСО-гийн энергийн зөөгч юм. ЦСО-гийн энергийн үүсгүүрийг идэвхтэй ба идэвхгүй гэж ангилан үзэж болно. ЦСД нь давтамжийн цараараа ангилагдах ба үүсгүүр нь мөн давтамжийн диапазон бүрд өөр өөр байдаг.

Байгалийн эх үүсвэрээс гадна цахилгаан соронзон спектр нь хүний бүтээсэн эх үүсвэрээс бий болно. Энд телевизийн өргөн нэвтрүүлэгч, радио станц, гар утасны бааз станцыг нэрлэж болно. ЦСО-г тодорхойлдог гол зүйл нь давтамж болон түүний харгалзах долгионы урт юм. Өөр өөр давтамж нь янз бүрийн арга замаар бие биедээ харилцан үйлчилдэг. Давтамж нь секунд дэх хэлбэлзлийн тоогоор тодорхойлогдоно.

Тиймээс долгионы урт, давтамж 2 нь хоорондоо салшгүй уялдаа холбоотой байдаг. Долгионы урт ихсэх тусам давтамж багасна. ЦСД нь орчинд гэрлийн хурдаар тархана. Өөрөөр хэлбэл $C = 3 * 10^8 \frac{M}{c}$ хурдтай тархаж байгаа цахилгаан соронзон хэлбэлзлийг “Цахилгаан Соронзон Долгион” гэнэ. Түүнчлэн гэрэл, лазерын туяа, хэт ягаан туяа, рентген ба гамма зэрэг цацрагууд ч бас ЦСД-нд хамаарна. ЦСО-гийн энергийг хэлбэлзүүлж байгаа системийн овор хэмжээ (L) нь долгионы урт (λ) – тай ойролцоо буюу түүнээс бага байвал хэлбэлзэл долгион болж хувирна. ЦСД-ыг цацруулах систем (антенн)–ийн овор хэмжээ, цацруулж байгаа долгионы урт хоёрын хоорондох харьцаа дээр дурдсан нөхцөлийг ойролцоогоор хангасан байдаг. Ийм учраас антенн ЦСД-ыг цацаргадаг байна. Аливаа долгион байгаль дээр бодитоор орших учраас тодорхой хэмжигдэхүүн параметртэй байна.

ЦСД нь нийтдээ хэдэн проекцтой байгаагаас шалтгаалан түүнийг 4 ангилна.

- E долгион ($Ez \neq 0$), ($Hx = 0$), ($Hx \neq 0$), ($Hу \neq 0$), ($Ex \neq 0$), ($Eу \neq 0$);
- H долгион ($Hx \neq 0$), ($Ez = 0$), ($Ex \neq 0$), ($Eу \neq 0$), ($Hx \neq 0$), ($Hу \neq 0$);
- Хавтгай цахилгаан соронзон долгион ($Ez = 0$), ($Hx = 0$), ($Eу \neq 0$), ($Hx \neq 0$), ($Ex = 0$), ($Hу = 0$);
- G долгион ($Ez \neq 0$), ($Hx \neq 0$), ($Ex \neq 0$), ($Hx \neq 0$), ($Eу \neq 0$), ($Hу \neq 0$).

E ба H долгион 4-5 проекцтой долгион ба энэ нь металл хоолой (долгион хөтлүүр) дотор үүсдэг. E ба H долгионыг радио релейний шугам, сансрын холбооны системийн антенн фидерийн трактаар ЦСД дамжуулахад өргөн хэрэглэнэ.

Хавтгай ЦСД нь 2 проекцтой долгион бөгөөд радио өргөн нэвтрүүлэг, телевиз, хөдөлгөөнт радио телефон, сансрын холбоо, радио релейн шугамын холбооны систем, агаарын шугам, коаксиаль кабель, өндөр ба нам давтамжийн кабель шугамаар мэдээлэл дамжуулахад ашиглагдана.

G долгион нь 6 проекцтой долгион, өөрөөр хэлбэл гэрлийн долгион, үүнийг оптик кабелиар дохио дамжуулахад ашиглана.

Хамгийн өргөн хэрэглэгдэх долгионы тоонд хавтгай цахилгаан соронзон долгион орно. ЦСД-ны хурд вакумд гэрлийн хурдтай тэнцүү, бусад орчинд гэрлийн хурдаас

бага ба ЦСД нь хөндлөн долгион бөгөөд цахилгаан соронзон хүчлэгийн векторууд хөдөлгөөний чиглэлд перпендикуляр байна.

1.1.2. Цахилгаан соронзон долгионы ангилал

ЦСД нь соронзон болон цахилгаан хэлбэлзлээс бүрддэг бөгөөд "хөндлөн" долгион юм. ЦСД-ууд нь цахилгаан цэнэгийн хэсгүүдийн хөдөлгөөнөөр үүсдэг. ЦСД-нд радио долгион, хэт улаан туяа, үзэгдэх гэрэл, хэт ягаан туяа, рентген туяа, гамма туяа цацраг багтана (1.1-р зураг). ЦСД-ны цацаргалтыг ионжуулагч ба үл ионжуулагч гэж 2 ангилдаг.



1.1-р зураг. Цахилгаан соронзон долгионы спектр

1. Үл ионжуулагч цацаргалт: Хэт ягаан туяаны зурвасаас доош радио давтамжтай цахилгаан соронзон цацаргалтыг “Үл ионжуулагч цацаргалт” гэж нэрлэнэ. Энэ төрлийн цацаргалт нь биетийн хувьд атомын түвшинд өөрчлөлт оруулах, электроныг чөлөөлөх (ионжуулах) хэмжээний хангалттай энерги байдаггүй. Радио давтамжтай ЦСО нь үл ионжуулагч цацаргалтад хамаарна. Энд дараах төхөөрөмжүүд хамаарна.

- Хөдөлгөөнт холбооны төхөөрөмж,
- Радарын байгууламж,
- Цахилгаан болон электрон тоног төхөөрөмж,
- Өндөр хүчдэлийн шугам,
- Baby monitor,
- Гар утас болон бааз станц,
- Алсын удирдлага,
- Wifi рөүтер,
- Bluetooth төхөөрөмж,
- Бичил долгионы зуух г.м

2. Ионжуулагч цацаргалт: UV буюу хэт ягаан туяаны зурвасаас дээш давтамжтай цахилгаан соронзон цацаргалтыг “ионжуулагч цацаргалт” гэж

нэрлэдэг. Ионжуулагч цацаргалт нь тухайн материал, биетийн атомын бүтцийг өөрчилж электроныг чөлөөлөх, улмаар химийн найрлагад нь нөлөөлж чадахуйц хангалттай их энергитэй байдаг. Ионжуулагч цацаргалтын хамгийн түгээмэл хэлбэр бол рентген туяа болон гамма туяа юм. Ионжуулагч цацраг нь хор хөнөөлтэй үхлийн аюултай цацраг учир амьд организмын эсийн генетикийн материалыг өөрчилдөг. Генетикийн материал өөрчлөгдсөн үед эсийн үхэл эсвэл эсийн мутаци явагддаг. Ионжуулагч цацраг нь сансраас эсвэл уран радоны газ гэх мэт дэлхийн гадаргууд байдаг байгалийн баялгуудаас ялгарах боломжтой ба хүний буруутай үйл ажиллагааны улмаас ч мөн адил ялгардаг. Мөн цөмийн энерги үүсгэх, эмнэлэг болон үйлдвэрийн үйл ажиллагаа, цацрагт идэвхт хаягдал тээвэрлэлт газ нефтийн өрөмдлөг зэргээс ялгарна.

1.1.3. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүд

ЦСО-гийн энергийн үүсгүүрийг идэвхтэй ба идэвхгүй гэж ангилан үздэг. Идэвхтэй үүсгүүрт хүний оролцоотой бүтээгдсэн тодорхой цахилгаан эрчим хүчний эх үүсгүүрийг зориудаар хэрэглэж байж ЦСД-ны үүсгүүрүүд багтах бол идэвхгүй үүсгүүрийн ангилалд байгалийн гаралтай ЦСД-ны бүх үүсгүүрүүдийг багтаан ойлгож болно. ЦСД нь давтамжийн цараагаараа ангилагдах ба үүсгүүр нь мөн давтамжийн цараа бүрд өөр өөр байдаг. 100КГц-300ГГц давтамжийн цараа нь орчны ЦСД-ны бохирдлын гол үндэс бөгөөд хүний бие, эргэн тойрны орчинд хамгийн их хор нөлөө үзүүлэх магадлалтай үл ионжуулагч цацрагийг үүсгэдэг болохыг судалгаагаар тогтоосон байдаг. Үл ионжуулагч ЦСД-ны үүсгүүрүүдийг 1.1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

1.1-р хүснэгт. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүд

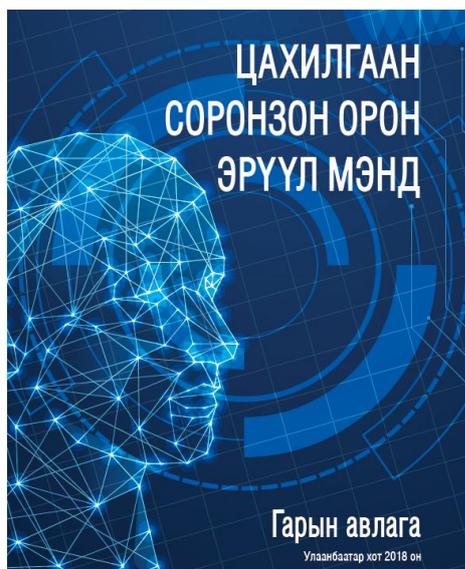
Д/д	Радио давтамж	Үүсгүүрийн төрөл	Нэвтрүүлэгчийн чадал [Вт]
1	80-110 МГц	Радио өргөн нэвтрүүлэг	1000
2	500-600МГц	Телевизийн өргөн нэвтрүүлэг	100-5000
3	700-800МГц	Үүрэн холбоо LTE	40
4	800-900 МГц	Үүрэн холбоо CDMA 2G	20-60
5	900-1000 МГц	Үүрэн холбоо GSM 2G	45
6	1700-1800 МГц	Үүрэн холбоо GSM 2G	20;45
7	1800 МГц	Үүрэн холбоо LTE	20
8	2100 МГц	Үүрэн холбоо 3G	20-80
9	2500-2600 МГц	Үүрэн холбоо LTE	45
10	2.4ГГц; 5ГГц	WiFi	0.01-0.1

1.1.4. Цахилгаан соронзон орон ба эрүүл мэнд

Бие бүхэлдээ юм уу нэгээхэн хэсэг нь радио давтамжтай орны нөлөөнд орсон үед хүний биед дотоод гүйдэл индукцлагдэнэ. Биеийн индукцийн гүйдлийн тухай асуудлыг нэлээд нам давтамж дээр тухайлбал 100МГц-ээс доош, онцолбол 30МГц-ээс доош давтамж дээр авч үздэг. Бүр тодруулбал, асар их хэмжээний биеийн индукцийн гүйдэл радио давтамжийн үүсгүүрийн ойрын орны мужид илэрдэг. Хүний биед индукцэлсэн энэхүү гүйдлийн хэмжээг өндөр нарийвчлалтайгаар олоход бүрэн хэмжээний загвар хэрэглэх шаардлагатай.

Нөлөөлөлд өртөж болох хүний байрлал, төрх байдал ба хэмжээг дуурайлган хийсэн загварыг судалж буй үүсгүүрийн ойрын орны мужид байрлуулна. Тэгээд радио давтамжтай индукцийн гүйдлийг олоход хэмжилтийн тусгай арга хэрэглэнэ. Радио давтамжтай индукцийн гүйдлийн хэмжээг олоход учирдаг нэг хүндрэл нь хүний биеэр энэ гүйдэл өнгөрөх замтай холбоотой. Жишээлбэл: цахилгаан орон биеийн тэнхлэгтэй параллель байхаар нөлөөлж байвал биеэр юм уу биеийн хэсгээр гүйж байгаа гүйдэл ихэвчлэн хөл ба тавхайгаар дамжин газар юм уу шал руу (бага потенциалтай ямар гадаргуу биетэй контактаж байгаагаас хамааран) гүйнэ. Хүний бие ба газартай цуваа байрласан багажийг ашиглан энэхүү цахилгаан орны индукцийн гүйдлийг хэмжинэ. Харин соронзон орон нөлөөлж байгаа тохиолдолд хүний биед индукцлэх гүйдлийг хуйларсан гүйдэл гэж нэрлэх бөгөөд анатомийн хөндлөн огтлолоор тойрон эргэж, биеийн гадаргуугийн орчмын гадна талын хэсэгт ихээхэн хэмжээтэй байдаг.

ЦСД нь хүний эрүүл мэнд, хүрээлэн буй орчинд сөргөөр нөлөөлөх магадлал өндөртэй учраас хяналт тавих, олон улсад мөрдөгдөж буй стандарт хэмжээнээс хэтрүүлэхгүй байлгах нь чухал юм. Иймээс ЦСО хүний биед үзүүлэх нөлөөллийн түвшин түүнийг хэмжих, тооцоолох, урьдчилан сэргийлэх олон судалгаа, зөвлөмжүүд боловсруулагдан гарсан байдаг. Онолын материалын судалгааны хүрээнд ард иргэдэд маш энгийн байдлаар ЦСД, түүний хүний биед үзүүлэх нөлөөллийн талаар гарын авлага бэлтгэн ХХЗХ-гоор хэвлүүлж нийтэд түгээсэн. Энэ гарын авлагын материалаас ЦСО-гийн талаар дэлгэрэнгүй мэдээлэл авах боломжтой.



1.2-р зураг. Гарын авлагын нүүр хуудас

1.2. Цахилгаан соронзон оронгийн хүний биед үзүүлэх нөлөөллийн тухай нийтэд мэдээлэл, зөвлөгөө өгөх зориулалттай гар утасны аппликейшн програм хөгжүүлэлт

Энэхүү төслийн хүрээнд ЦСД, түүний бохирдлын талаарх мэдлэг, ойлголтыг нийт ард иргэдэд түгээх, мөн ЦСД-ны нөлөөллөөс хэрхэн сэргийлэх талаар зөвлөмж өгөх зорилгоор гар утасны аппликейшн хөгжүүлэх ажлыг МХТС-ийн магистрант С.Энхсүвд гүйцэтгэсэн. “Цахилгаан соронзон оронгийн лавлах” аппликейшн нь ЦСД, гар утас, бааз станцууд хүний биед хортой эсэх, ЦСО-гийн холбогдох зөвлөмж, стандартууд, олон нийтэд хэрэгтэй зөвлөмжүүдийг багтаан олон асуултуудын хариултыг агуулсан бөгөөд Англи, Монгол гэсэн хэлний сонголттойгоор хөгжүүлэлт хийгдсэн. Аппликейшныг ХХЗХ-нд хүлээлгэн өгч олон нийтийн хүртээл болгосон.

Аппликейшны онцлог:

- ЦСО, түүний ангилал, үүсгүүрүүд хүний биед үзүүлэх нөлөөллийн дээд хязгаарын талаар иргэдэд мэдлэг олгох;
- ХХЗХ, ITU, WHO, ICNIRP зэрэг байгууллагуудаас гаргасан ЦСО-гийн нөлөөллийн стандартууд болон бусад холбогдох мэдээллүүдийг хүргэх;
- Гар утас, WiFi, телевизор, компьютер зэрэг үүсгүүрүүдийг хүний биед хор нөлөөгүйгээр хэрхэн зөв зохистой хэрэглэх талаарх зөвлөмжүүдийг багтаасан.

Аппликейшны түгээн дэлгэрүүлэлт:

2018.09.27-ны өдөр ХХЗХ болон Мэдээлэл Холбооны Операторуудын Ассоциаци (МХОА) хамтран зохион байгуулсан ICT EXPO-2018 үзэсгэлэнгийн “Дижитал хэрэглэгч ба эрүүл мэнд” форумын хэлэлцүүлгийн үеэр “Цахилгаан

соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдал, бохирдол бууруулах судалгаа” төслийн хүрээнд хийгдсэн “Цахилгаан соронзон оронгийн лавлах” аппликейшныг олон нийтэд танилцуулсан.



1.3-р зураг. Хэлэлцүүлгийн үйл ажиллагаа

Мөн ХХЗХ болон МХОА хамтран “Цахилгаан соронзон орон ба хүний эрүүл мэнд” семинарын хүрээнд олон нийтэд ЦСД-ны зохистой хэрэглээ, учирч болох эрсдэлийн талаар мэдээлэл өгөх зорилгоор богино хэмжээний киног бүтээж телевиз болон цахим сүлжээгээр дамжуулж нийтэд хүргэсэн. Энэ үеэр “Цахилгаан соронзон оронгийн лавлах” аппликейшныг олон нийтэд сурталчилсан.

Аппликейшныг Android болон iOS үйлдлийн системд зориулагдсан ба Play store болон App store-д байршуулсан бөгөөд 1.4-р зурагт үзүүлсэн линк эсвэл QR кодыг ашиглан гар утсандаа аппликейшныг татаж авах боломжтой.

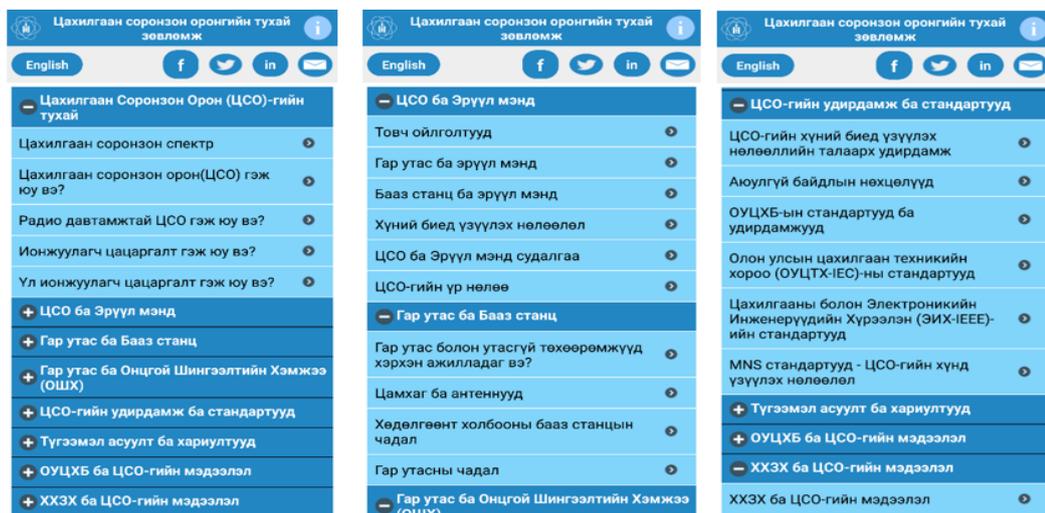
“ЦСО лавлах” аппликейшн
Андройд линк:
<https://goo.gl/5hSBno>



“ЦСО лавлах” аппликейшн
iOS линк:
<https://goo.gl/i7uMMA>



1.4-р зураг. Аппликейшн татаж авах QR код



1.5-р зураг. Аппликейшны зарим цэсийн харагдах байдал



1.6-р зураг. Аппликейшны зарим агуулгын харагдах байдал

1.3. Монгол Улсад мөрдөгдөж буй хүлцэх хамгийн их нөлөөг тогтоосон стандартууд

Монгол Улсын ХХЗХ-ны үндсэн үйл ажиллагаануудын нэг нь Монгол Улсад радио долгионы хяналтын нэгдсэн тогтолцоог бүрдүүлэх, радио давтамжтай ЦСО-гийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшний хэмжилт хийх аргачлалыг батлах, хэрэгжилтэд хяналт тавих юм. Энэ чиглэлийн дагуу дараах стандартуудыг Монгол Улсын хэмжээнд мөрдөж байна.

1.2-р хүснэгт. Цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөлөлтэй холбоотой MNS стандартууд

№	Стандартын тэмдэглэгээ	Стандартын нэр	Агуулга
1	MNS 5594:2015	Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин	Энэ стандартын зорилго нь ЗКГц-ээс 300ГГц хүртэлх радио давтамжтай цахилгаан орон, соронзон орон ба цахилгаан соронзон оронгийн үйлчлэлийн улмаас хүний эрүүл мэндэд учирч болох хортой нөлөөний хэм хэмжээг тогтоож, хүмүүсийг энэхүү нөлөөнөөс

		(3КГц -ээс 300ГГц хүртэл)	хамгаалахад оршино. Энэ стандартаар 3КГц-ээс 300ГГц хүртэлх давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх хортой нөлөөнөөс хамгаалах зөвлөмжүүдийг санал болгоно. Зөвлөмжүүдийг үндсэн хязгаарлалт (ҮХ), хүлцэх хамгийн их нөлөө (ХХН) гэсэн хоёр үзүүлэлтийг ашиглан томъёолно.
2	MNS 6499:2015	Хүний биед ойр хэрэглэдэг утасгүй холбооны төхөөрөмжийн нөлөөллөөр үүсэх онцгой шингээлтийн хэмжээг тодорхойлох арга (30МГц-ээс 6 ГГц-ийн давтамжийн цараанд)	Энэ стандартаар 30МГц-ээс 6ГГц-ийн давтамжийн цараанд хүний биед ойр хэрэглэдэг утасгүй холбооны төхөөрөмжийн нөлөөллөөр үүсэх онцгой шингээлтийн хэмжээ (ОШХ)-г тодорхойлно. Энэ стандарт нь хүний биед 200 мм хүртэлх зайд байрлах өөрөөр хэлбэл, нүүрний өмнө болон гарт барьсан, эсвэл туслах хэрэгслээр биед болон хувцсанд холбосон цахилгаан соронзон оронг цацаргагч бүх төрлийн утасгүй холбооны төхөөрөмжид хамаарна.
3	MNS 6574:2016	Хүнд нөлөөлж байгаа радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хэмжилт ба тооцоо (100 КГц-ээс 300 ГГц хүртэл)	Энэ стандартад 100КГц-ээс 300ГГц хүртэл давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн нөлөөгөөр хүний бие организмд индукцэлсэн орон ба гүйдлийн нийт хэмжээг хэмжих ба тооцоолох аргыг үзүүлсэн. Энэ стандартын зорилго нь аюул учруулах чадамжтай цахилгаан соронзон оронг цахилгаан соронзон үүсгэгчийн ойрын болон алсын орны аль алинд нь хэмжих ба тооцоолох хамгийн зохистой аргууд хийгээд хэмжих багажуудыг зөвлөмж болгоход оршино.
4	MNS 5148:2015	Радио давтамжтай цахилгаан соронзон орноос хүнд үзүүлэх нөлөө аюулгүйн түвшинд нийцэж буй эсэхийн үнэлгээ	Энэ стандарт нь радио тоног төхөөрөмжийн үүсгэх хүнд үзүүлэх нөлөөг үнэлж, хүний бие хортой нөлөөлөлд өртөхөөс сэргийлэх, өртсөн нөхцөлд өртөлтийн хэмжээг багасгах арга хэмжээг авч хэрэгжүүлэхэд чиглэсэн. 3КГц-300ГГц давтамжийн цараанд цахилгаан соронзон оронгийн үүсгүүрийн орчим ажилладаг хүмүүсийн ажлын байран дахь болон бусад хүмүүс оршин байж болох газруудад цахилгаан соронзон оронгийн нөлөө зөвшөөрөгдөх аюулгүйн түвшинд байгаа эсэхийг үнэлэх болон аюулгүйн түвшнээс хэтэрсэн байрлал, газрын хил хязгаарыг тогтоох үйл ажиллагааг нормчилно.

MNS 5594:2015 стандартыг баримтлан төслийн хүрээнд хийгдэх хэмжилтийн үр дүнд шинжилгээ хийхэд, мөн MNS 5148:2015 стандартыг баримтлан ЦСД-ны аюулгүйн түвшинд үнэлгээ өгөх зорилгоор ашиглах учир энэ 2 стандартын талаар товч тайлбарлав.

1.3.1. MNS 5594:2015 стандарт - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон орны хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин (3КГц-ээс 300ГГц хүртэл) [1]

- 3КГц - 5МГц–ийн хоорондох давтамж дээрх үндсэн хязгаарлалт ба ХХН

Энэхүү стандарт нь ЗКГц-ээс 5МГц хүртэлх давтамжийн цараанд электростимуляцын зохисгүй үйлчлэлийг хамгийн бага байлгах, 100КГц-ээс 300Гц хүртэлх давтамжийн цараанд бол харш халалтаас хамгаалах чиглэлийн зөвлөмжүүдийг санал болгоно.

100КГц-ээс 5МГц хүртэлх шилжилтийн цараанд электростимуляцын ба дулааны үзэгдлийн нөлөөнөөс хамгаалах ажиллагааг хоёр бүлэг хязгаарлалтаар гүйцэлдүүлнэ.

100КГц-ээс доош давтамж дээр зөвхөн электростимуляцын хязгаарлалтыг хэрэглэх бол МГц-ээс дээш давтамж дээр зөвхөн дулааны хязгаарлалтыг ашиглах бөгөөд шилжилтийн давтамж дээр хоёр хязгаарлалт хоёулаа хэрэглэгдэнэ. Хоёр төрлийн хязгаарлалт хэрэглэгдэх шилжилтийн давтамжийн хувьд электростимуляцад үндэслэсэн хязгаарлалт дүүргэлтийн коэффициент багатай нөлөөний хувьд илүү хатуу хязгаарлалт хийх бол дулаанд үндэслэсэн хязгаарлалт нь тасралтгүй долгионы оронг илүү хатуу хязгаарлана.

▪ **Хэвийн анатомын байрлалд байгаа биологийн эдийн дотор (in situ гэж нэрлэдэг) цахилгаан орны үндсэн хязгаарлалт**

ЗКГц-ээс 5МГц хүртэлх давтамжтай цахилгаан соронзон энергийн хүнд үзүүлэх нөлөөний хувьд үндсэн хязгаарлалт нь in situ цахилгаан оронд хязгаар тавих бөгөөд ингэснээр электростимуляцтай холбоотой сөрөг үр дагавруудыг хамгийн бага байлгана.

1.3-р хүснэгтэд биеийн тодорхой хэсгүүдийн хувьд биологийн эдийн доторх (in situ) цахилгаан орноор илэрхийлсэн үндсэн хязгаарлалтуудыг үзүүлэв. Хүснэгтэд жагсаасан хоёр параметрийн нэг нь in situ цахилгаан орны хүчлэгийн хамгийн доод босго E_0 , нөгөө нь хүчлэг-давтамжийн параметр f_e юм. Хязгааруудыг 1.3-р хүснэгтнээс дараах маягаар олно:

$$E_i = E_0, f \leq f_e \text{ байхад} \quad (1.1)$$

$$E_i = E_0(f/f_e), f \leq f_e \text{ байхад} \quad (1.2)$$

Үүнд:

E_i – in situ индукцлэх цахилгаан орны хүлцэх хамгийн их утга.

“In situ” цахилгаан орны талаарх үндсэн хязгаарлалтууд нь 1.3-р хүснэгтэд заасан эдийн дотор дурын чиглэлтэй орших 5мм урттай шулуун шугаман сегментийн хүрээнд тодорхойлсон арифметик дунджид хамаарна. Үйлчлэгч буюу дундаж квадрат утгын хэмжилтийн хувьд дундажлах хугацаа 0.2 секунд байна.

1.3-р хүснэгт. Биеийн янз бүрийн хэсэгт хамаарах үндсэн хязгаарлалтууд

Өртөж байгаа эд	f_e [Гц]	Олон нийт	Хяналттай орчинд оршин байгаа хүмүүс
		E_0 (үйлчлэгч утга), [В/м]	E_0 (үйлчлэгч утга), [В/м]
Тархи	20	$5.89 \cdot 10^{-3}$	$1.77 \cdot 10^{-2}$
Зүрх	167	0.943	0.943
Үе мөч	3350	2.10	2.10
Бусад эд	3350	0.701	2.10

▪ Соронзон орны ХХН

Соронзон орноос толгой, их биед үзүүлэх нөлөө: Толгой, их биед үзүүлэх соронзон орны (соронзон индукц В ба соронзон орны хүчлэг Н) ХХН-г 1.4-р хүснэгтэд харуулав. Үйлчлэгч утгын хэмжилтийн хувьд дундажлах хугацаа 0.2 секунд байна.

1.4-р хүснэгт. Толгой ба их биеийн өртөлтийн хувьд хүлцэх хамгийн их нөлөө: $f = 3$ КГц–ээс 5 МГц хүртэл

Давтамжийн цараа [КГц]	Олон нийт		Хяналттай орчинд оршин байгаа хүмүүс	
	В (үйлчлэгч утга), [мТ]	Н (үйлчлэгч утга), [А/м]	В (үйлчлэгч утга), [мТ]	Н (үйлчлэгч утга), [А/м]
3.0-3.35	$0.687/f$	$547/f$	$2.06/f$	$1640/f$
3.35-5000	0.205	163	0.615	490

Тайлбар: f нь КГц-ээр өгөгдсөн болно.

Мөчний өртөлт: Мөчинд (бүтэн гар ба хөл) үзүүлэх соронзон орны ХХН-г 1.5-р хүснэгтэд харуулав. Үйлчлэгч утгын хэмжилтийн хувьд дундажлах хугацаа 0.2 секунд байна. 1.5-р хүснэгт мөрдөгдөж байвал 1.3-р хүснэгтэд заасан үндсэн хязгаарлалт хэрэгжих болно. Харин 1.5-р хүснэгттэй тохирохгүй байх нь үндсэн хязгаарлалт мөрдөгдөхгүй байгааг заавал илтгэх албагүй, гэхдээ үндсэн хязгаарлалт биелж байгаа эсэхийг үнэлэх шаардлагатай байж болно.

1.5-р хүснэгт. Мөчний өртөлтийн хувьд хүлцэх хамгийн их нөлөө: $f = 3$ КГц–ээс 5 МГц хүртэл

Давтамжийн цараа, [КГц]	Олон нийт		Хяналттай орчинд оршин байгаа хүмүүс	
	В (үйлчлэгч утга), [мТ]	Н (үйлчлэгч утга), [А/м]	В (үйлчлэгч утга), [мТ]	Н (үйлчлэгч утга), [А/м]
3.0-3.35	$3.79/f$	$3016/f$	$3.79/f$	$3016/f$
3.35-5000	1.13	900	1.13	900

Тайлбар: f нь КГц-ээр өгөгдсөн болно.

▪ Гадны цахилгаан орны ХХН

1.6-р хүснэгтэд өдөөгдөөгүй (хүн байхгүй үед) цахилгаан орон Е-ийн хувьд ХХН-г харуулав. Хүний биеийн эзлэн оршиж байгаа огторгуйн тэр хэсэгт өдөөгдөөгүй цахилгаан орны хэмжээ, чиглэл, харьцангуй фаз нь тогтмол байна гэж үзнэ.

Үйлчлэгч утгыг хэмжихэд дундажлах хугацаа 0.2 секунд байна. Хяналттай орчинд хувь хүн газардуулсан биетэд хүрэхээргүй байвал ХХН-ний хэмжээ 1.6-р хүснэгтэд зааснаас их байж болно. Газардуулаагүй биеттэй контактлаж байх, жишээлбэл хүн газраас дээш өндөрлөсөн тусгаарлагч тавцан дээр байх нөхцөлд энэ стандартад хязгаар тогтоохгүй.

1.6-р хүснэгт. Бүтэн биед үйлчлэх цахилгаан орны хүлцэх хамгийн их нөлөө: $f = 3$ КГц –ээс 100 КГц хүртэл

Давтамжийн цараа, [КГц]	Олон нийт	Хяналттай орчинд оршин байгаа хүмүүс
	Е (үйлчлэгч утга), [В/м]	Е (үйлчлэгч утга), [В/м]
3 КГц –ээс 100 КГц хүртэл	614	1842

➤ **100КГц - 300ГГц-ийн хоорондох давтамж дээрх ХХН**

3ГГц-ээс 300ГГц –ийн хоорондох давтамж дээрх үндсэн хязгаарлалтууд нь 1.7 ба 1.8-р хүснэгтүүд дэх харгалзах ХХН-тэй адил байна.

Нөлөөний хэмжээ үндсэн хязгаарлалттай тохирч байгаа эсэхийг тогтооход хүндрэлтэй байдаг учир нөлөөг үнэлэх ажиллагааг зохимжтой болгох үүднээс халалттай холбоотой тааламжгүй үр дагавраас хамгаалах зорилгоор ХХН гэдэг хязгаарын утгуудыг авч үзлээ. 100КГц-ээс 300ГГц хүртэл радио давтамж бүхий цахилгаан соронзон энергийн хүнд үзүүлэх нөлөөний хувьд ХХН-г цахилгаан орны хүчлэгийн үйлчлэгч утга (Е) ба соронзон орны хүчлэгийн үйлчлэгч утга (Н) болон дүйх хавтгай долгионы чөлөөт огторгуй дахь чадлын нягт (S) зэргээр илэрхийлж давтамжаас хамааруулан олсныг 1.7 ба 1.8-р хүснэгтүүдэд үзүүлэв.

1.7-р хүснэгт. Хяналттай орчинд хүмүүс оршин байх (дээд түвшин) үеийн хүлцэх хамгийн их нөлөө

Давтамжийн цараа [МГц]	Цахилгаан орны хүчлэгийн үйлчлэгч утга E [В/м]	Соронзон орны хүчлэгийн үйлчлэгч утга H [А/м]	Чадлын нягтын үйлчлэгч утга S E орон, H орон [Вт/м ²]	Дундажлах хугацаа E^2, H^2, S [минут]
0.1-1.0	1842	$16.3/f_M$	$(9000, 100000/f_M^2)$	6
1.0-30	$1842/f_M$	$16.3/f_M$	$(9000/f_M^2, 100000/f_M^2)$	6
30-100	61.4	$16.3/f_M$	$(10, 100000/f_M^2)$	6
100-300	61.4	0.163	10	6
300-3000	-	-	$f_M/30$	6
3000-30000	-	-	100	$19.63/f_G^{1.079}$
3000-300000	-	-	100	$2.524/f_G^{0.476}$

Тайлбар: f_M – давтамж МГц-ээр, f_G – давтамж ГГц-ээр.

1.8-р хүснэгт. Олон нийтийн хувьд хүлцэх хамгийн их нөлөө

Давтамжийн	Цахилгаан	Соронзон	Чадлын нягтын	Дундажлах хугацаа
------------	-----------	----------	---------------	-------------------

цараа [МГц]	орны хүчлэгийн үйлчлэгч утга E [В/м]	орны хүчлэгийн үйлчлэгч утга H [А/м]	үйлчлэгч утга S E орон, H орон [Вт/м ²]	E ² , H ² , S [минут]	
0.1-1.34	614	16.3/f _M	(1000, 100000/f _M ²)	6	6
1.34-3	823.8/f _M	16.3/f _M	(1800/f _M ² , 100000/f _M ²)	f _M ² /0.3	6
3-30	823.8/f _M	16.3/f _M	(1800/f _M ² , 100000/f _M ²)	30	6
30-100	27.5	158.3/f _M ^{1.668}	(2, 9400000/f _M ^{3.336})	30	0.0636f _M ^{1.337}
100-400	27.5	0.0729	2	30	30
400-2000	-	-	f _M /200	30	
2000-5000	-	-	10	30	
5000-30000	-	-	10	150/f _G	
30000-100000	-	-	10	25.24/f _G ^{0.476})	
100000- 300000	-	-	(90 f _G -7000)/200	5048/[(f _G -700) f _G ^{0.476}]	
Тайлбар: f _M – давтамж МГц-ээр, f _G – давтамж ГГц-ээр.					

Радио давтамжтай ЦСО-гийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшний (ЗКГц-ээс 300ГГц хүртэл) дэлгэрэнгүй мэдээллийг MNS 5594:2015 стандартаас харж болно.

1.3.2. MNS 5148:2015 стандарт - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон орноос хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшинд нийцэж байгаа эсэхийн үнэлгээ[2]

▪ Хүмүүс байгаа орчин дахь ЦСО аюулгүйн түвшинд нийцсэн эсэхийг үнэлэх:

Хүмүүс байгаа орчин дахь ЦСО аюулгүйн түвшинд нийцсэн эсэх үнэлгээг дараах алхмуудын дагуу хийж гүйцэтгэнэ:

1. Харгалзах нөлөөллийн хязгаарыг тодотгоно;
2. Суурилагдсан төхөөрөмжийн хувьд ЦСО-гийн нөлөөний үнэлгээ шаардлагатай эсэхийг тодорхойлно;
3. Хэрэв ЦСО-гийн нөлөөний үнэлгээг хийх шаардлагатай бол тооцоогоор болон хэмжилтээр гүйцэтгэж болно;
4. Хэрэв ЦСО-гийн нөлөөний үнэлгээгээр хүн байх орчинд харгалзах хязгаараас хэтэрсэн нь тогтоогдвол хор хөнөөлийг бууруулах, арилгах арга хэмжээг авах шаардлагатай.

▪ Төхөөрөмжүүдийн хувьд үнэлгээ хийх шаардлагатай эсэхийг тодорхойлох:

Электрон тоног төхөөрөмжүүдийг ЦСД цацруулах байдлаар нь зориудын цацаргалттай, зориудын бус цацаргалттай гэж ангилна. Зориудын цацаргагч

төхөөрөмжүүд цахилгаан соронзон энергийг цацаргах зориулалтын антеннтай байх нь нийтлэг байдаг.

Зориудын бус цацаргагч: Зориудын бус цацаргагч нь хажуугийн цацаргалтын улмаас ЦСО үүсгэдэг. Ийм цацаргалтаар үүсэх орны дээд хэмжээг цахилгаан соронзон зохицолдооны стандартаар хязгаарлана. Ихэнх зориудын бус цацаргагч электрон төхөөрөмжүүдээс үүсэх орны хэмжээ үндэсний стандартад заасан аюулгүйн түвшнээс эрс бага байдаг төдийгүй цахилгаан соронзон зохицолдоонд нийцэх хязгаарын утга ЦСО-гийн аюулгүйн түвшнээс эрэмбэ доогуур байдаг. Туршлагаас үзвэл зарим төхөөрөмжийн хажуугийн цацаргалт тодорхой давтамж дээр цахилгаан соронзон зохицолдооны хязгаараас хэтэрдэг хэдий ч аюулгүй түвшнээс эрэмбэ доор байдаг. Иймээс зориудын бус цацаргалттай төхөөрөмжүүдийн үүсгэх ЦСО аюулгүйн хязгаар дотор байгаа эсэхийг үнэлж тооцоолох шаардлагагүй.

Зориудын цацаргагч: Зориудын цацаргагч төхөөрөмжүүд нь дохиог дамжуулахдаа ЦСО-г ашигладаг. Эдгээр нь ажиллах чадал, давтамж, өсгөлт, нэвтрүүлэх антенны чиглүүлэмж болон байрлал зэргээс хамаараад зарим бүсэд аюулгүйн хязгаараас хэтэрсэн ЦСО үүсгэх боломжтой байдаг. Эдгээр параметрууд болон төхөөрөмжийн ажиллах орчныг тооцооноор нөлөөний үнэлгээ хэрэгтэй эсэх, хэрэгтэй бол үнэлгээ хийх дараалал (процедур) зэргийг тодорхойлох боломжтой. Энэ зөвлөмжид нөлөөний бүсүүдийг тогтоохдоо эрсдэлийг үнэлэх аргачлалыг ашигласан болно.

▪ **ЦСО-гийн нөлөөг үнэлэх үйл ажиллагааны дараалал:**

Оршин буй зориудын цацаргагчийн хувьд түүний ЦСО-гийн нөлөөг үнэлэх шаардлагатай гэдэг нь тогтоогдсон бол түүний энэ үйл ажиллагааг ЦСО-гийн нөлөөнд хүн өртөж болзошгүй бүх байрлалд хийх шаардлагатай. Үнэлгээний зорилго бол ЦСО-гийн нөлөө дараах гурван мужийн алинд нь хамаарахыг тогтооход оршино.

- 1. Нийцсэн муж:** Нийцсэн мужид ЦСО-гийн нөлөөлөл хяналттай орчны /ажлын байр/ болон хяналтгүй орчны /олон нийтийн/ нөлөөний хязгаарын аль алианаас бага байна.
- 2. Мэргэжлийн муж:** Мэргэжлийн мужид ЦСО-гийн нөлөөлөл хяналттай орчны /ажлын байр/ нөлөөний хязгаараас бага боловч хяналтгүй орчны /олон нийтийн/ нөлөөлөл хязгаараас их байна.
- 3. Хэтэрсэн муж:** Хэтэрсэн мужид ЦСО-гийн нөлөөлөл хяналттай орчны /ажлын байр/ нөлөөний хязгаар болон хяналтгүй орчны /олон нийтийн/

нөлөөний хязгаарын аль алинаас нь хэтэрсэн байна. Хэтэрсэн мужид хүмүүс нэвтрэх шаардлагагүй бөгөөд зөвхөн онцгой тохиолдолд л нэвтэрч болно. 1.7-р зурагт эдгээр мужуудыг дүрслэн үзүүлэв.



1.7-р зураг. Цахилгаан соронзон оронгийн хүнд нөлөөлөх нөлөөллийн мужийн дүрслэл

▪ **Нөлөөлөх түвшинг үнэлэх дараалал:**

Нөлөөлөх түвшинг үнэлэхдээ анхаарах зүйлүүд:

- Цацаргалтын хамгийн муу нөхцөлийг авч үзэх;
- Өөр өөр давтамж дээр хэд хэдэн ЦСО-гийн үүсгэгч нэгэн зэрэг ажиллах.

Мөн дараах үзүүлэлтүүдийг тооцох хэрэгтэй:

- Антенны системийн хамгийн их эквивалент жигд цацаргалтын чадал (ЭЖЦЧ) Тайлбар: Хамгийн их ЭЖЦЧ (EIRP)-ыг нэвтрүүлэгчийн дундаж чадлын хувьд бодох хэрэгтэй. Олон үүсгүүрийн хувьд нэвтрүүлэгчийн дундаж чадал нь номинал чадал байдаг хэдий ч зарим төхөөрөмжийн хувьд өөр байна. Жишээлбэл: Аналог телевизийн хувьд дундаж чадал нь номинал чадлаасаа бага байдаг бол AM DSB нэвтрүүлэгчийн хувьд номинал чадлаасаа их байдаг;
- Антенны өсгөлт G буюу харьцангуй тоон өсгөлт F, цацаргалтын өргөн болон хамгийн их өсгөлт;
- Ажиллах давтамж;
- Антенны байршил, антенны өндөр, цацаргалтын чиглэл, цацаргалтын хазайлт болон ЦСО-гийн нөлөөнд хүмүүс өртөх магадлалын үнэлгээ зэрэг төхөөрөмжийн суурилуулалттай холбоотой үзүүлэлтүүд.

Эдгээр үзүүлэлтүүдийг ашиглан үнэлгээг дараах бүдүүвчийн дагуу гүйцэтгэнэ.

▪ **Суурилуулалтыг ангилах бүдүүвч:**

Цацаргагч бүрийн суурилуулалтыг дараах гурван ангилалд хуваана:

- 1. Нөхцөл биелсэн:** Үүсгүүрээс хэдхэн сантиметрийн зайнаас эхлээд л цацаргалтын түвшин нь нөлөөлөх хязгаарын хэмжээндээ байх ЦСО үүсгэж байгаа бол аюулгүй цацаргагч гэж үзнэ. Үүнд онцгой урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ шаардлагагүй.
- 2. Хэвийн нөхцөл хангасан:** Хэвийн зохицсон суурилуулалт нь нөлөөлөх хязгаарын хэмжээнээс хэтэрсэн ЦСО-г үүсгэдэг боловч жирийн хүмүүс хэтэрсэн мужид нь нэвтрэх боломжгүйгээр суурилуулсан байхыг хэлнэ. Тухайлбал нэвтрүүлэгч антенныг хангалттай өндөрт байрлуулсан байх юм уу эсвэл газрын станцын нарийн цацраг хиймэл дагуул руу чиглэсэн байх гэх мэт. Цацаргагчийн орчим очиж ажиллах засвар үйлчилгээний ажилтанд л онцгой урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ шаардлагатай.
- 3. Нөхцөлтэйгөөр зохицсон:** Аюулгүйн шаардлагад нийцэхийн тулд тусгай арга хэмжээ авах шаардлагатай суурилуулалт юм. Энд нөлөөлөх мужуудыг тодорхойлох ёстой ба стандартын баримт бичгийн 9-р зүйлд заасан тооцоо хэмжилтүүдийг хийх шаардлагатай.

▪ **Суурилуулалтын ангиллыг хийх:**

Ангиллыг хийх дараалал:

1. Жишиг антенны параметрууд болон антенны төрлийг тодорхойлно. Эдгээрийг тухайн хэрэглэх цацаргагчийн төрөлд тохируулан сонгоно.
2. Хүртэмжийн нөхцөлийг тодорхойлно. Энэ ангилал нь цацаргагчийн ойр орчим хүмүүс байх газар талбайн хүртэмжээс хамаарна.
3. Дээрх хүртэмжийн нөхцөл болон жишиг антенны параметруудийн хувьд босго ЭЖЦЧ-г тодорхойлох ба үүнийг ЭЖЦЧ₆₀ гэж тэмдэглэе. Энэ нь хүмүүс байх газар, талбайд хүнд нөлөөлөх хязгаарт тохирсон байх хүчлэг буюу чадлын нягт бүхий ЦСО-г үүсгэх чадлын утга байна. ЭЖЦЧ-г стандартын баримт бичгийн 8.3.2.1 болон 9-р зүйлд заасны дагуу тооцоолох эсвэл хэмжиж тодорхойлж болно. Бэлтгэн тодорхойлсон зүйлүүдийн хувьд шаардлага хангалттай нийцэж байвал ЭЖЦЧ-г нэг л удаа тодорхойлж болно.
4. Хэрэв цацаргагч нь угаасаа зохицсон бол (дээр тодорхойлсон ёсоор) суурилагдсан үүсгүүр угаасаа зохицсон ангилалд хамаарна. Тиймээс суурилуулалтын бусад төрх байдлыг шалгах шаардлагагүй. Тайлбар: ЭЖЦЧ нь 2Вт-аас бага бол угаасаа зохицсон үүсгүүр гэж үзнэ.
5. Байрлал бүрийн хувьд дараах нөхцөл биелэгдэж байвал суурилуулалт хэвийн зохицсон ангилалд хамаарна:

$$\sum_i \frac{\text{ЭЖЦЧ}_i}{\text{ЭЖЦЧ}_{60,i}} \leq 1 \quad (1.3)$$

Үүнд:

ЭЖЦЧ_i – тухайн нэг i давтамж дээр хэсэг хугацаанд антеннаас цацаргасан дундаж чадал;

$\text{ЭЖЦЧ}_{60,i}$ – тухайн антенн болон орчин нөхцөлд хамаатай босго ЭЖЦЧ.

Олон антенн бүхий суурилуулалтын хувьд дараах хоёр нөхцөлийг тодруулж үзэх хэрэгтэй:

- Хэрэв үүсгүүрүүдийн хувьд хагас чадлын түвшин дэх дэлбээний өргөний чиглэлийн диаграммууд нь өөр хоорондоо давхцаж байвал харгалзах хугацаагаар дундажласан хамгийн их ЭЖЦЧ нь зохих нөхцөлийг хангасан байх ёстой.
 - Хэрэв давхцаагүй бол үүсгэгчдийг хоорондоо үл хамааралтай гэж үзнэ.
6. Тухайн талбай, байрлал дээр хэвийн зохицсон нөхцөл биелэгдэхгүй бол нөхцөлтэйгөөр зохицсон гэж үзнэ. Ангиллын үр дүн янз бүр байгаа газар, байрлалд нэмэлт тооцоо буюу хэмжилт хийх хэрэгтэй.

ЭЖЦЧ_{60} -г тодорхойлохдоо дараах дарааллаар хийнэ:

1. Тухайн антенны хувьд цацаргалтын нөлөөнд өртөж болох цэг бүр дээр (О гэж тэмдэглэе) орны хүчлэг буюу чадлын нягтыг тодорхойлно.
2. Нөлөөн дор байгаа талбайн цэгүүдийн дотроос хамгийн их чадлын нягт S_{max} -ийг олно.
3. ЭЖЦЧ_{60} -ын утгыг $S_{max} = S_{lim}$ нөхцөлөөс олно. Үүнд S_{lim} нь стандартад заасан, холбогдох давтамжид харгалзах ЦСО-гийн нөлөөний хязгаарын утга.

Эдгээрийг стандартын баримт бичгийн 9.1-д өгүүлсэн тооцоогоор болон бусад илүү нарийвчилсан тооцооны аргаар эсвэл хэмжилтээр гүйцэтгэж болно. Хэрэв хэмжилтийг ашиглаж буй бол нөхцөл байдлыг илэрхийлж чадах хангалттай олон цэгт гүйцэтгэсэн байх шаардлагатай.

▪ ЦСО-г тооцоолох арга

Энд өгүүлж буй аргуудыг зориудын цацаргагч төхөөрөмжөөс үүсгэх ЦСО-г тооцоолоход хэрэглэж болно. Тооцоололд аналитик аргыг үзүүлсэн болно.

Реактив ойрын орны бүс: Реактив ойрын орны бүсэд цахилгаан ба соронзон орныг тус тусад нь авч үзэх ёстой. Орныг гажуудуулах объект байхгүй, гүйдлийн түгэлт мэдэгдэж буй бол бараг-статик томъёогоор орныг бодож болно.

Алсын орны бүс: Нэг цацаргагч антенны хувьд θ (өргөлтийн өнцөг) болон (хажуугийн буюу азимутын өнцөг) өнцгүүдээр тодорхойлогдож буй чиглэлд цацсан чадлын нягтын ойролцоо утгыг дараах илэрхийллээр бодно.

$$S(R, \theta, \phi) = \frac{\text{ЭЖЦЧ}}{4\pi} \left[f(\theta, \phi) \frac{1}{R} + \rho f(\theta' \phi') \frac{1}{R'} \right]^2 \quad (1.4)$$

Үүнд:

$S(R, \theta, \phi)$ – Чадлын нягт [Вт/м²]

$f(\theta, \phi)$ – Антенны цацаргалтын диаграмм (0-ээс 1-ийн хоорондох эерэг тоо)

ЭЖЦЧ – Антенны ЭЖЦЧ [Вт]-аар

ρ – Долгион ойж буй газрын ойлтын коэффициентын абсолют утга (модуль). Зарим тохиолдолд ойсон долгион сааданд хаагдсан байж болох ба энэ үед нь 0 утгатай байна.

R – Цацаргалтын үүсгүүрийн төв цэг ба нөлөөнд байгаа хүн хоорондын зай.

R' – Цацаргалтын хуурмаг үүсгүүрийн төв цэг ба нөлөөнд байгаа хүн хоорондын зай. Газрын түвшинд ойрхон бол зураастай хувьсагчдын утга зураасгүй хувьсагчдынхтай ойролцоо тул чадлыг дараах илэрхийллээр бодно.

$$S_{gl}(R, \theta, \phi) = (1 + \rho)^2 \frac{\text{ЭЖЦЧ}}{4\pi R^2} F(\theta, \phi) \quad (1.5)$$

Үүнд:

$F(\theta, \phi)$ – Изотроп цацаргагчтай харьцуулсан антенны өсгөлт (0-ээс 1-ийн хоорондох эерэг тоо байна).

Газрын ойлтын коэффициент ρ нь σ цахилгаан дамжуулах чадвартай, $\varepsilon = k\varepsilon_0$ (ε_0 = вакуумын нэвтрүүлэх чадвар, k = харьцангуй нэвтрүүлэх чадвар) цахилгаан нэвтрүүлэх чадвартай гадаргуу руу долгион ψ шүргэх өнцгөөр тусаж буй үед:

$$\text{Босоо туйлшралтай бол: } \rho = \left| \frac{(k-j\chi)\sin\psi - \sqrt{(k-j\chi)^2 - \cos^2\psi}}{(k-j\chi)\sin\psi + \sqrt{(k-j\chi)^2 - \cos^2\psi}} \right| \quad (1.6)$$

$$\text{Хэвтээ туйлшралтай бол: } \rho = \left| \frac{\sin\psi - \sqrt{(k-j\chi)^2 - \cos^2\psi}}{\sin\psi + \sqrt{(k-j\chi)^2 - \cos^2\psi}} \right| \quad (1.7)$$

Үүнд:

$$\chi = \frac{\sigma}{\omega\varepsilon_0} \quad (1.8)$$

Ерөнхий тохиолдолд ойсон долгион нь тусгалын өнцгөөс хамаарсан босоо болон хэвтээ байгуулагчдаас бүрддэг хэдий ч ихэнхдээ ойлтын коэффициентийг бодоход зөвхөн туссан долгионы давамгайлсан туйлшралыг авч үзэхэд хангалттай байдаг.

Дээвэр дээрх байрлалын хувьд барилгын хана, дээврийн материал нөлөөллийг бууруулах ба барилга дотор нөлөөлөл (цацаргагч гадна үед) хамгийн багадаа 10-20дБ-ээр буурна.

Цахилгаан ба соронзон орныг дараах томъёог ашиглан бодно.

$$E = \sqrt{S\eta_0} \quad (1.9)$$

$$H = \sqrt{S/\eta_0} \quad (1.10)$$

Үүнд:

$\eta_0 = 377$ Ом – Чөлөөт огторгуйн импеданс.

Дээр дурдсан томъёонууд алсын орны мужид л хүчинтэй. Эдгээрийг ойрын орны мужид хэрэглэвэл алдаа ихтэй үр дүн гарна. Иймээс эдгээр томъёог ЦСО-гийн нөлөөлөл хязгаарын дотор байгаа эсэхийг үнэлэхэд л ашиглана.

▪ **Хэмжилт хийх:**

Тооцоо хийхэд хэцүү болон тооцооны үр дүн нөлөөллийн хязгаарын босгын орчим гарч байгаа үед хэмжилт хийх нь ашигтай. Хэмжилтийг олон улсын болон үндэсний стандартын болон мэргэжлийн байгууллагуудаас гаргасан зөвлөмж, аргачлалуудыг хэрэглэн гүйцэтгэж болох ба тэдгээрийг норматив ишлэлд тусгасан болно.

▪ **Өртөхөөс хамгаалах арга:**

Хүмүүс нэвтэрч болох, ЦСО-гийн нөлөө нь аюулгүйн хязгаараас хэтэрсэн байрлалуудад ЦСО-гийн нөлөөний түвшинг зайлшгүй хянах ёстой. Суурилагдсан тоног төхөөрөмжид өөрчлөлт хийх боломжгүй тохиолдолд хамгийн үр ашигтай арга бол аюулгүйн хязгаараас хэтэрсэн газруудад хүн нэвтрэхийг хязгаарлах юм.

▪ **Мэргэжлийн муж:**

Хэрэв ЦСО хяналтгүй орчин дахь /олон нийт/ нөлөөний хязгаараас хэтэрсэн хэдий ч хяналттай орчин /ажлын байран/ дахь нөлөөний хязгаараас бага байвал тухайн талбай руу олон нийтийг нэвтрэхийг хязгаарлаж, харин ажилчдыг зөвшөөрч болно. Нэвтрэхийг хязгаарлах зорилгоор цоожтой хашаа саад байгуулж, шаардлагад нийцсэн пайз хадаж болно. Энэ мужид нэвтрэх ажилчдад зохих мэдээллийг өгөх ёстой ба байнгын ажлын байрыг энд байрлуулахгүй байх хэрэгтэй.

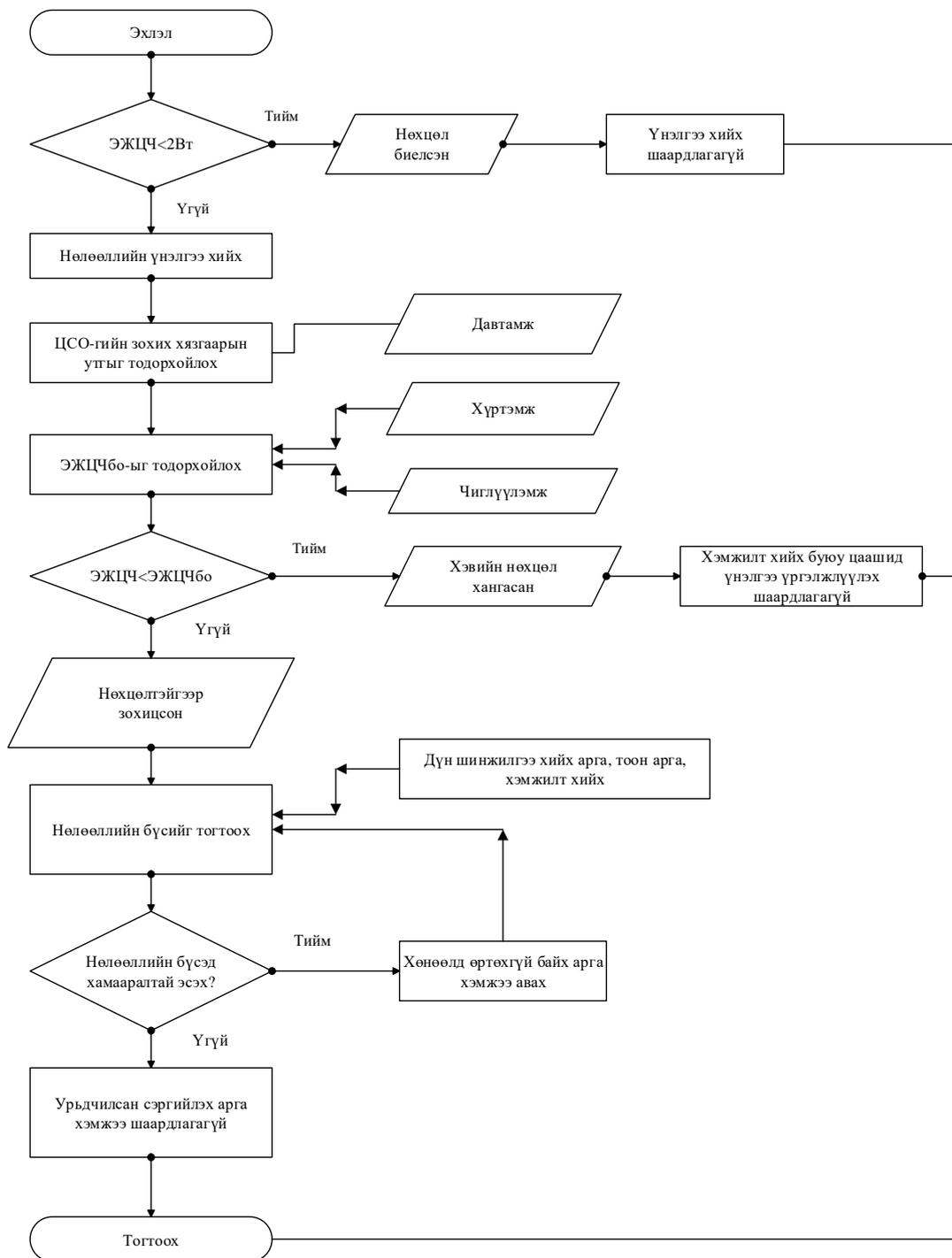
▪ **Хэтэрсэн муж:**

Хэрэв ЦСО-гийн хэмжээ ажлын байран дахь нөлөөний хязгаараас хэтэрсэн бол олон нийтийг ч, ажилчдыг ч нэвтрэхийг хязгаарлах хэрэгтэй. Хэрэв ажилчид талбай руу нэвтрэх шаардлагатай тохиолдолд нөлөөг хяналтан дор байлгахын тулд дараах арга хэмжээнүүдийг зайлшгүй авах ёстой:

- Цацаргагчийн чадлыг түр бууруулах;
- Хугацаагаар дундажласан нөлөөг аюулгүйн түвшин дотор байлгахын тулд нөлөөлөл доор байх хугацааг хянах;
- Эcranчлах буюу хамгаалалтын хувцас хэрэглэх.

Харилцаа холбооны тоног төхөөрөмжийн ЦСО-ны нэг үүсгүүртэй байх үеийн нөлөөний үнэлгээний алгоритм:

1.8-р зураг нь бааз станц, радио нэвтрүүлэгч, газрын станц зэрэг холбооны тоног төхөөрөмжүүдэд хэрэглэхээр зориулсан болно.



1.8-р зураг. Нөлөөллийн үнэлгээний алгоритм

Радио давтамжтай цахилгаан соронзон орноос хүнд үзүүлэх нөлөө аюулгүйн түвшинд нийцэж буй эсэхийн үнэлгээний талаар дэлгэрэнгүй мэдээллийг MNS5548:2015 стандартаас харж болно.

1.4. Цахилгаан соронзон долгионы хүлцэх хамгийн их нөлөөг тодорхойлсон гадаадын улс орнуудын туршлага

Монгол Улс “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартаар 3КГц-ээс 300ГГц хүртэл давтамжийн зурваст ажиллах радио долгионы үүсгүүрүүдийн ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн ХХН-ний дээд хязгаарыг тогтоосон байдаг. Стандартад заасан утгууд нь ICNIRP байгууллагаас гаргасан зөвлөмжийн утгуудад үндэслэгдсэн.

Монгол Улсад мөрдөгдөж буй энэхүү стандарт утгууд нь хэр оновчтой болох, цаашид стандартыг шинэчлэх шаардлагатай эсэхэд үнэлэлт дүгнэлт өгөх зорилгоор дараах харьцуулсан судалгааг гүйцэтгэсэн.

Судалгаанд хуучнаар ЗХУ буюу одоогийн ОХУ-ын судлаачдын судалгааны үр дүн, санал дүгнэлт, мөн мөрдөгдөж буй стандартуудыг боловсруулсан үндэслэл, олон улсын стандартуудад хийсэн дүн шинжилгээг тусгасан болно[3].

ЦСО-гийн хяналттай холбоотой стандартуудын эцсийн зорилго нь олон нийтийн эрүүл мэндийг хамгаалах явдал юм. Одоогоос 60 жилийн өмнө буюу 1958 онд ЦСО-гийн ХХН-ний утгыг тогтоосон анхны стандартыг хуучнаар ЗХУ-д боловсруулж байжээ. Үүнээс хойш энэ төрлийн стандартууд тасралтгүй шинэчлэгдэн хөгжиж, мөрдөгдөж ирсэн байна. Эдгээр стандартууд нь мэргэжилтнүүдийн клиникийн судалгаа, амьтад дээр хийсэн туршилт судалгааны үр дүн дээр тулгуурласан байдаг.

Дэлхийн олон улс орнууд өөрийн орны хүрээлэн буй орчин, физиологийн хүчин зүйлийг харгалзан өөрсдийн гэсэн ЦСО-гийн ХХН-ний утгыг тогтоосон байдаг. ЗХУ-ын хувьд радио сүлжээ хөгжихийн хэрээр орон сууцны хороолол дунд эсвэл хотын захад байрласан их чадлын ЦСО-гийн үүсгүүрүүдээс хүн амын эрүүл мэндэд нөлөөлөх нөлөөллийг хянах, аюулгүй байдлыг хангах хэрэгцээ үүссэн. Энэ шаардлагын дагуу Украин улсын Киевт байрлах судалгааны институт болон Эрүүл Мэндийн Яам (ЭМЯ)-нд энэ чиглэлд туршилт, судалгаа хийх даалгавар өгсөн. Нийтэд зориулсан анхны радио давтамжтай ЦСД-ны нөлөөллийн стандарт болох SanPiN №848-70-ийг 1970 онд ЗХУ-ын ЭМЯ баталсан. Тус стандартад ЦСД-ны ХХН-ний утгыг бичил долгионы цард буюу 300МГц-300ГГц-ийн давтамжийн цард $1\text{мкВ}/\text{см}^2$ байхаар тогтоосон байдаг. 1978 онд ЗХУ-ын ЭМЯ дараагийн стандарт болох SanPiN №1823-78-г батлан гаргасан. Энэ баримт бичигт олон нийтэд зориулсан ЦСД-ны ХХН-ний утгыг 300МГц-300ГГц-ийн давтамжийн цард $5\text{мкВ}/\text{см}^2$ байхаар шинэчлэн тогтоосон.

“Хүрээлэн буй орчин дахь бага чадлын бичил долгионы цацаргалтаас үүсэх биологийн нөлөөллийн үнэлгээг хийх аргачлал (1981, Киев хот, ЗХУ ЭМЯ)” болон “Суурьшлын бүсэд бага чадлын бичил долгионы энерги хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх нөлөөллийг судлах аргачлал (1981, ЗХУ ЭМЯ)” зэрэг баримт бичгүүдэд үндэслэн ЦСД-ны ХХН-ний утгыг тогтоож байсан. Эрүүл мэндийн стандартуудын шинжлэх ухааны хөгжүүлэлт нь ЗХУ-ын ЭМШУ-ны академийн хүрээлэн буй орчны шинжлэх ухааны асуудал хариуцсан комиссоор зохицуулагддаг байсан. Гол хамтран хөгжүүлэгчид нь Киев хотын нийтийн эрүүл мэндийн институт, биофизикийн институт, ЗХУ-ын ЭМЯ зэрэг байгууллага байсан. Радио давтамжтай ЦСД-ны биологийн нөлөөллийн судалгаа, норматив баримт бичиг боловсруулалтын гол манлайлагчид нь академич Шандала, Илейн, профессор Савин, Палзев, Думанский, Холодов, Акоев, Шиходиров, Григориев нар байсан. ЗХУ болон ОХУ-ын стандартчиллын стратегийн дэлгэрэнгүй хэлэлцүүлгийн материалуудыг “Григориев(1998), Григориев нар (2002, 2003а, 2004), Григориев(2013, 2016)” зэрэг цуврал хэвлэлүүдээс харах боломжтой.

Өнөө үед стандартчилалтай холбоотой гурван асуудал байна.

1. Бага түвшин бүхий радио давтамжтай ЦСД дулааны бус биологийн нөлөөлөл үүсгэдэг үү?
2. Хүн ам оршин суугаа бүс дэх радио давтамжтай ЦСД-ны хэвийн бус цацаргалт хортой биологийн нөлөөлөл ихсэхэд хүргэдэг гэж үзэх боломжтой юу?
3. Радио давтамжтай ЦСД-ны ХХН-ний утгыг тогтоох ёстой гэж үзвэл бид түүнийг хэрхэн оновчтой тодорхойлох вэ?

▪ **Дулааны бус биологийн нөлөөллүүд:**

Биологийн нөлөө нь дулааны болон дулааны бус нөлөө гэсэн хоёр төрөлтэй байдаг. Дулааны нөлөөлөл нь хүн, амьтан ЦСД-ны цацрагийг шингээж авснаас үүссэн дулаанаас үүсдэг. Гар утас хэрэглэж байх үед дулааны нөлөөллийн ихэнх хэсэг нь хүний толгойн орчимд явагддаг бөгөөд хугацаанаас хамаараад толгой орчимд температурын өсөлт нэмэгдэж байдаг. Удаан хугацааны дулааны нөлөөлөлд автсанаар биеийн температур нэмэгдэхэд хүргэж болзошгүй юм. Харин дулааны бус нөлөөллийн хувьд биологийн эсийн түвшинд ЦСД-ны нөлөөлөл явагдаж, урт хугацаанд өөрчлөлтөд оруулж болзошгүй аюултай нөлөөлөл гэж үздэг.

Оросын эрдэмтэд 1960-1970-аад оны хооронд радио давтамжтай ЦСД-ны дулааны бус нөлөөллийн боломжийн талаарх судалгаан дээр төвлөрч ажилласан

байдаг (Presman, 1968; Ivanov-Muromsky, 1977). Олон тооны амьтад дээр туршилт хийж бага чадлын, радио давтамжтай ЦСД-ны дулааны бус биологийн нөлөөллийн шинж чанарыг судалсан байдаг (Frey et al., 1975; Kholodov, 1975, 1996; Adey, 1980; Chizhenkova, 1988, 2000, 2004; Lukyanova et al., 1996, 2010; Grigoriev, 1998, 2015; Lukyanova, 1999, 2015; Belyaev and Grigoriev, 2007; Belyaev, 2015).

Гар утас хэрэглэгчдээс сайн дурынхныг сонгон авч судалгаа хийсэн үр дүнг танилцуулсан 100 гаруй эрдэм шинжилгээний өгүүлэл хэвлэгдсэн байдаг. Ихэнх тохиолдолд гар утаснаас цацаргаж буй ЦСД-ны дулааны бус нөлөөлөлд хүний биеийн систем ялгаатай шинж чанар үзүүлсэн байдаг. Судалгаанд лабораторийн орчинд 23-47 насны 10 хүн дээр туршилт хийжээ. Туршилт хийхдээ гар утаснаас тухайн хүний тархинд нөлөөлөх нөлөөллийг 5, 10, 20 минутын үйлчлэлтэйгээр гүйцэтгэсэн.

Өөр нэг судалгаанд 25-40 насны 29 хүн дээр туршилт хийсэн. Энд $200\text{мВт}/\text{см}^2$ хүртэл чадлын өөрчлөлтийн үед дулааны бус үйлчлэлээр танин мэдэхүйн функцийн өөрчлөлтийг судалсан байдаг. Энэ мэтчилэн олон орны судлаачид $10\text{мВт}/\text{см}^2$ хүртэлх чадал бүхий радио давтамжтай ЦСД-ны дулааны бус нөлөөллийн судалгааг хийж гүйцэтгэсэн байдаг.

▪ **Босгын түвшин:**

ЦСД, тэр дундаа радио давтамжтай ЦСД-ны хувьд босгын түвшин гэдэг нь физик хүчин зүйлийн өртөлтийн хамгийн бага түвшин бөгөөд уг түвшнээс доош утгуудад хүмүүсийн эрүүл мэндэд үзүүлэх эрсдэл байхгүй гэдгийг ионжуулагч цацрагийн зарчимтай ижил төстэй байдлаар тайлбарладаг. Энэ асуудлын нарийн төвөгтэй байдлыг харгалзан бид босгын түвшинг радио давтамжтай ЦСД-ны нөлөөлөлд үзүүлэх хариу урвалын шалгуур үзүүлэлт болгон тодорхойлохыг санал болгодог. Гэхдээ энэ хариу урвал нь эмгэг биш байх ёстой. ЦСО нь бие махбодод тодорхой урвал үүсгэдэг боловч эдгээр урвалууд нь эмгэг байх ёсгүй гэдгийг онцолж үздэг.

ОХУ-ын нийтэд зориулсан ЦСД-ны нөлөөллийн стандарт нь физиологийн нормын дагуу хариу урвалын үндсэн дээр тогтоосон босго утгыг үндэслэж боловсруулагдсан бөгөөд эмгэг үүсгэх тохиолдол дээр үндэслээгүй байсан гэсэн үг.

ЗХУ-ын шинжлэх ухааны хөтөлбөрийн анхны практик үр дүн нь 1984 онд радио байгууламжаас үүссэн ЦСД-ны нөлөөллөөс иргэдийг хамгаалах эрүүл ахуйн хэм хэмжээний завсрын норм дүрмийг боловсруулсан явдал байсан. (VSN № 2963-

84). Энэ стандартад нийтэд даган мөрдөх ЦСД-ны ХХН-ний утгыг 300МГц-30ГГц давтамжийн цараанд $10\text{мкВт}/\text{см}^2$ байхаар тогтоогдсон байсан.

1984 онд батлагдсан баримт бичгийг "түр зуурын" гэсэн статусыг үл харгалзан ХХН-ний утгын дээд хязгаар $10\text{мкВт}/\text{см}^2$ нь бааз станцуудын хувьд одоо ч бодит эрсдэлийг үнэлэхэд хэрэглэгдэж байна.

ЦСД-ны нөлөөллийн дараагийн стандарт нь 1996 онд Эрүүл Мэндийн Яамнаас нь батлагдсан бөгөөд энэхүү стандартад 300МГц-ээс 300ГГц-ийн давтамжийн цараанд нийтэд даган мөрдөх хүлцэх дээд хязгаар нь $10\text{мкВт}/\text{см}^2$ байхаар хадгалагдан үлдсэн байдаг. Радио давтамжтай ЦСД-ны биологийн нөлөөлөл, түүний үнэлгээний талаарх ЗХУ-д хийгдсэн ихэнх судалгаанууд нь Эрүүл Мэндийн Яамнаас нь гаргасан энэ төрлийн зөвлөмжүүдэд үндэслэн хийгдсэн байдаг.

ЗХУ-д "Олон нийтийн суурьшлын бүсэд бичил долгионы бага түвшний энергийн хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх нөлөөллийг судлах аргачлал", "Хүрээлэн буй орчин дахь бага чадлын бичил долгионы цацаргалтын биологийн үр нөлөөг эрүүл ахуйн үүднээс үнэлэх удирдамж" зэрэг баримт бичгүүдийг боловсруулахдаа лабораторийн амьтад дээр хийсэн туршилтуудын үр дүнгүүд болон бодит үйлдвэрлэлийн орчинд хүний биед хийсэн ажиглалтын үр дүн зэрэгт үндэслэсэн байдаг. Судалгаанууд нь тусгай загвар орчинд сайн дурын хүмүүсийн оролцоотойгоор хийгдсэн байдаг. Энэ чиглэлийн дагуу илүү нарийссан иж бүрэн байдлаар хийгдсэн 100 гаруй магистр, докторын судалгааны ажил хэвлэгдсэн. Энэ бүх судалгааны ажлууд нь хэвлэгдэхээсээ өмнө зөвхөн Их сургуулийн хэмжээнд бус ЗХУ-ын аттестатчиллын дээд комиссоор шалгагдсан байдаг.

Үүрэн холбооны системийн радио давтамжийн ЦСД-ны нөлөөллийн стандартын хөгжил:

Юуны түрүүнд хөдөлгөөнт холбооны сүлжээн дэх ЦСД-ны үүсгүүр хэсгүүдийн физик шинж чанарыг авч үзэх нь зөв юм. Тухайлбал: Хөдөлгөөнт холбооны бааз станцууд болон, гар утаснууд. Эдгээрийг орчны цахилгаан соронзон бохирдол үүсгэж буй болон нийтийн эрүүл мэндэд сөрөг нөлөө үзүүлж буй гол хүчин зүйл гэж үзэж болох юм.

▪ Хөдөлгөөнт холбооны бааз станцууд:

Бааз станцуудаас цацаргаж буй ЦСД нь орчны цахилгаан соронзон бохирдлын нэг бүрэлдэхүүн хэсэг юм. Сүүлийн жилүүдэд технологи хөгжихийн хирээр хөдөлгөөнт холбооны сүлжээ тэлэх, хөдөлгөөнт станцуудын тоо хэмжээ нэмэгдэх үйл явц хурдсаж байна. Үүний үр дүнд ЦСД-ны хүний биед сөрөг нөлөө үзүүлэх асуудлын талаар зайлшгүй хөндөх шаардлага тулгарч ирсэн. ЦСД-ны нөлөөлөл

гэдэг нь хүний амьдралын бүхий л үе шатанд өөр өөр давтамжуудтай ЦСД-ны үүсгүүрүүдээс тэдний хүрээлэн буй орчинд тасралтгүй үүсгэгдэж буй дулааны бус бага түвшнийг цахилгаан соронзон энергийн урт хугацааны нөлөөллөөр тайлбарлагдана. Энэ төрлийн нөлөө нь хүм амын бүх л хэсгүүдийг ялгалгүй хамардаг. Тухайлбал: Хүүхэд, өвчтөн, радио мэдрэг хүмүүс г.м.

Хүний биеийн хувьд ЦСД-ны нөлөөллөөс үүдэж илүү эрсдэлд орж болзошгүй хэсгүүдэд мэдрэлийн систем, дархлаа тогтолцооны систем, тархи зэрэг багтаж байна.

▪ **Гар утас:**

Гар утас хэрэглэгчдийн хувьд түүнээс цацарч буй ЦСД-ны нөлөөлөл нь хүм амын ихэнх хэсгийг хамрах болсон гэж дүгнэж болохуйц байна. Тухайлбал 3 настай хүүхэд ч энэ нөлөөнд өртөж байна. Гар утас нь ахуйн орчинд хамгаалалтгүйгээр цахилгаан соронзон цацаргалт үүсгэж байдаг. Ахуйд хэрэглэгддэг учир дурын хүн ойртох, өртөх боломжтой, түүнийг хянах боломж муу байдаг онцлогтой. Орчин цагт харилцаа холбоо, мэдээллийн хүртээмжийн боломжийг нэмэгдүүлэх нь хүн амын тав тухыг хангах нэг хүчин зүйл болсноор гар утсыг хязгаарлалтгүйгээр хэт их хэрэглэж байна. Энэ байдал нь эргээд ЦСД-ны сөрөг нөлөөнд автах эрсдэлийг бий болгож байна.

▪ **ЦСД-ны нөлөөлөл/өртөлт:**

Бага түвшинтэй ЦСД-ны нөлөөлөл нь бүхий л амьдралын туршид өдөр тутам давтагдсаар байгаа билээ. Тухайлбал: Хүний нэг өдөрт гар утас хэрэглэх дундаж хугацаа 30-40 минут байвал зохино гэсэн тооцоо бий. Гэвч хүмүүсийн ихэнх нь хөдөлгөөнт холбоог ямар нэг хязгаарлалт, хориггүйгээр өдөрт дунджаар 2-4 цаг хэрэглэдэг гэсэн судалгаа байна.

ЦСД-ны нөлөөний улмаас хамгийн их эрсдэлд орж болзошгүй эрхтэн бол тархи болон түүний үйл ажиллагаа юм. Тиймээс ЦСД-ны эх үүсвэрүүд нь эрсдэлийн үнэлгээний хувьд нэлээд ялгаатай бөгөөд стандарт, норм дүрэм, өртөлтийн хязгаарыг боловсруулахад хувь хүний хандлага ч авч үзэх нэг чухал хүчин зүйл юм гэдгийг харуулж байна. Өөрөөр хэлбэл стандарт, норм дүрэм болон хязгаар утгуудыг боловсруулахад техникийн нөхцөл байдал болон хүний биеийн ЦСД-ны нөлөөнд үзүүлэх хариу урвал, эсвэл амьтад дээр хийсэн туршилт зэрэгт үндэслэхээс гадна хүн төрөлхтний зан төлөв, хэрэглээний соёлыг энд давхар авч үзэх шаардлагатай байна гэсэн үг юм.

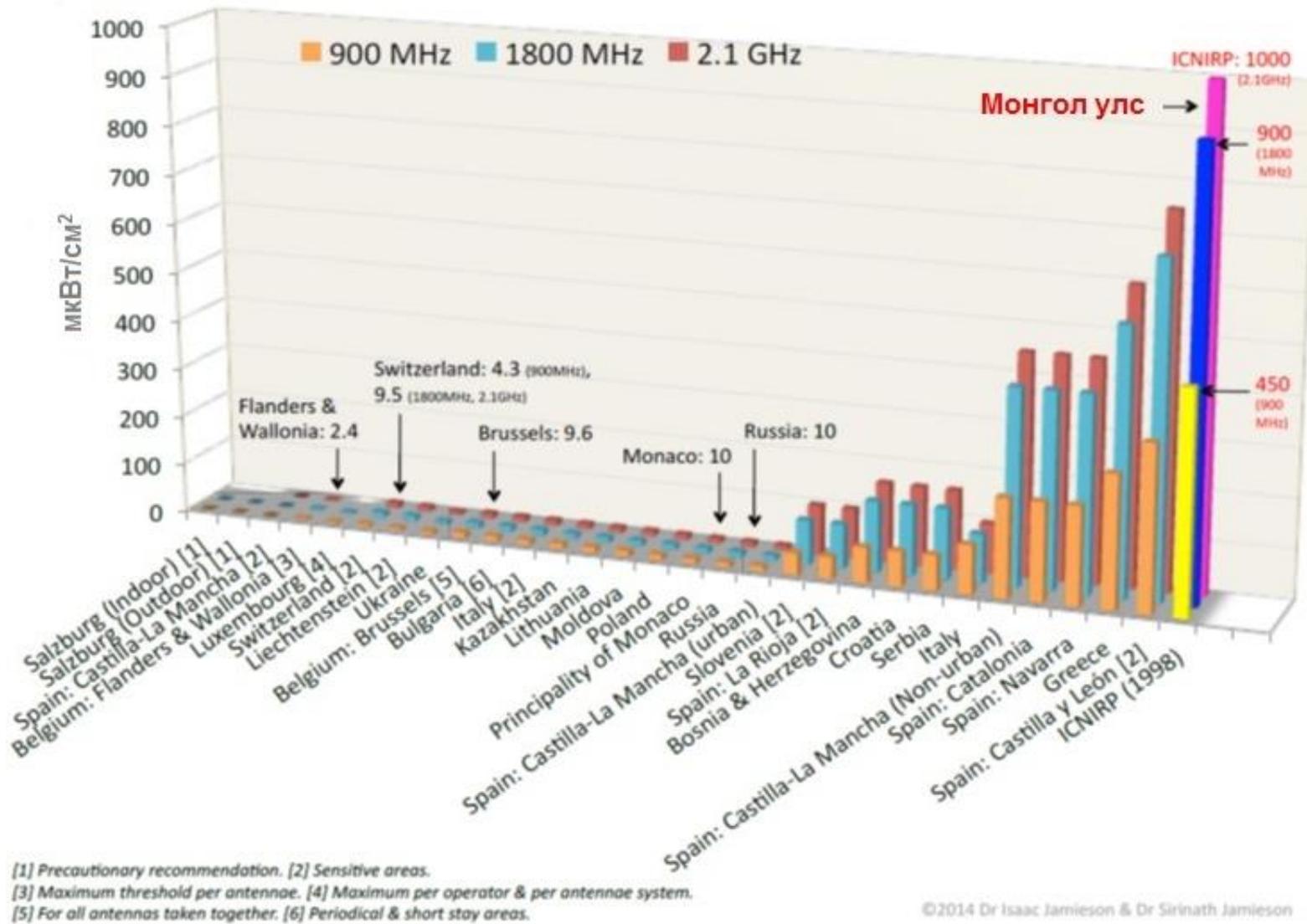
1994 оноос ОХУ-д гар утасны хэрэглэгчдэд зориулсан стандарт анх боловсруулж эхэлсэн. GN2.1.8/2.2.4.019-94 эрүүл ахуйн стандартад гар утасны

үүсгэж буй ЦСД-ны агшин зуурын зөвшөөрөгдөх түвшин (TPL) нь 450МГц, 900МГц, 1800МГц-ийн давтамжуудын хувьд 100 мкВт/см^2 бөгөөд гар утсыг өдөрт 40 минутаас их хугацаанд ашиглах боломжгүй гэсэн заалт байдаг.

Дараа нь SanPiN2.1.8/2.2.4.1383-03 (Радио дамжуулах байгууламжийг байрлуулах, ашиглахад тавих эрүүл ахуйн шаардлага) ба SanPiN2.1.8/2.2.4.1190-03 (хөдөлгөөнт холбооны сүлжээг байгуулах, ашиглахад тавих эрүүл ахуйн шаардлага) зэрэг стандартууд 2003 онд боловсруулагдсан бөгөөд эдгээрт гар утас хэрэглэгчдэд зориулсан ЦСД-ны ХХН-ний утгыг 100 мкВт/см^2 хэвээр үлдээсэн байдаг.

Бааз станцуудын хязгаарлалтын утгыг тогтоохдоо “Үл ионжуулагч цацрагаас хамгаалах үндэсний хороо (RNCNIRP)”-ноос 1984 онд тогтоосны дагуу нийтийн хэрэглээний хязгаарыг 10 мкВт/см^2 -д өөрчлөлт оруулахгүйгээр үлдээсэн. Энэ утгыг өмнөх томоохон судалгааны үр дүнгүүдийг тусгасан, үндэслэл сайтай гэж үзээд өөрчлөх шаардлагагүй гэж үзсэн байдаг. Өмнөх судалгаанууд нь: (Виноградов ба Думанский, 1974, 1975; Шандала ба Виноградов, 1982; Шандала нар, 1983, 1985; Виноградов ба Науменко, 1986; Виног Радов нар, бусад., 1999).

Олон нийтэд зориулсан ХХН-ний 10 мкВт/см^2 гэсэн хязгаарын утга нь 30 гаруй жилийн турш өөрчлөгдөхгүй хэвээр байсныг тэмдэглэх нь зүйтэй. Өмнө нь энэ стандартыг зөвхөн ЗХУ болон түүний бүрэлдэхүүнд байсан орнуудад хэрэглэж байсан. Өнөө үед энэ 10 мкВт/см^2 гэсэн ХХН-ний утга болон түүнээс ч бага утгыг дэлхий нийтэд наад зах нь 20 гаруй оронд үндэснийхээ хэмжээнд, бүс нутагт эсвэл эрсдэлтэй бүсэд мөрдөх стандарт утга болгон ашиглаж байна. (1.9-р зураг)



1.9-р зураг. Гадаадын улс орнуудын мөрдөж байгаа цахилгаан соронзон долгионы хүлцэх хамгийн их нөлөөний утгын харьцуулалт [4]

Хүний чухал эрхтэн болох тархины үйл ажиллагаанд гар утаснаас цацаргасан ЦСД-ны нөлөөллийг үнэлэхэд чиглэсэн хязгаарын түвшнийг бий болгох, ойрын бүсийн ЦСД-ны хэмжилт хийх арга, түүнд тавигдах шаардлагуудыг тодорхойлоход 2003 онд боловсруулагдсан стандартыг шууд авч хэрэглэх нь оновчгүй байсан.

Пальцев, Рубцова нар гар утасны хэрэглэгчдийн эрүүл ахуйн стандартыг тогтоох талаар цогц судалгаа хийсэн байдаг. Судалгаандаа 110 хархыг ашиглан GSM 900 ба 1800 МГц давтамжууд дээрх туршилтыг 1 цаг/өдөр буюу өдөрт 1 цагийн хугацаатай 40 хоногийн турш 0.5 ба 2 мВт/см² чадлын түвшинд нөлөөлөл тооцох туршилтыг хийжээ. (Рубцова ба Палцев нар, 2006).

Мөн түүнчлэн 25 сайн дурын ажилтныг туршилтад оруулахдаа янз бүрийн гар утасны ЦСД-ны нөлөөнд 30 минутын турш өртүүлсний дараа тэдний мэдрэлийн болон зүрх судасны тогтолцоонд мэдэгдэхүйц өөрчлөлт гараагүйг нотолжээ (Суворов нар, 2002).

Тэд туршилтын үед 500 мкВт/см² чадлын нягттай ЦСД-нд өртсөний дараа амьтдын дархлааны байдал өөрчлөгдсөн талаар мэдээлсэн бөгөөд энэ нь өмнө хийгдсэн судалгааны ажлуудтай тохирч байсан байна. Судалгааны дүгнэлтдээ 500мкВт/см² чадлын нягттай ЦСД нь дархлааны системд нөлөөлж байгаа энэ байдлыг эмгэг гэж үзэх боломжтой гэж дүгнэсэн байна (Виноградов ба Думанский, 1974, 1975; Шандала ба Виноградов, 1982; Шандала нар., 1983, 1985; Виноградов ба Науменко, 1986; Виноградов нар, 1999;).

2003 оны энэ стандартад аюулгүйн түвшний коэффициентын утгыг 5 байх санал дэвшүүлж, гар утасны цацаргах ЦСД-ны ХХН-ний утгыг 100 мкВт/см² гэж тогтоосон байна (Russian Standard, 2003—SanPiN 2.1.8/2.2.4.1190-03). 18-аас доош насны хүмүүс, жирэмсэн эмэгтэйчүүдэд гар утасны хэрэглээг хязгаарлах зөвлөмжийг анх удаа SanPiN2.1.8/2.2.4.1190-03 стандартаар дэвшүүлсэн болохыг онцлон тэмдэглэх нь зүйтэй.

Мэлхийний зүрхэнд загвар судалгаа, импринт туршилт, хүүхдийн физиологийн судалгаа зэрэг судалгаануудын үр дүнгүүдийг Оросын гар утасны ЦСД-ны нөлөөллийн стандартыг боловсруулахад суурь болгон ашигласан. Энд дурдсан мэлхийн зүрхний туршилтыг Африканова, Григорьев нар (2005) хийсэн. Бага чадлын давтамжийн модуляц нь хугацааны явцад 1-ээс 100Гц хүртэл тогтмол давтамжтайгаар өөрчлөгдөж байсан. Туршилтад 9.3ГГц давтамжийн цахилгаан соронзон цацаргалтыг ашигласан ба мэлхийн зүрхний хэмжээсийг цацрагийн долгионы урттай харьцуулж үзсэн. Энэ үед ЦСД-ны нөлөөллийг тооцохдоо хамгийн их энерги шингээх нөхцөлд туршилт явагдсан. Модуляцлагдсан дохио нь

1-ээс 100Гц хооронд, тэгш өнцөгт импульсийн хэлбэртэй байсан. Туршилтад ашигласан ЦСД-ны чадлын нягт нь $S=0.016$ мВт/см² байсан. Судалгааг ЦСД-ны нөлөөнд өртөх үед болон 24 цагийн турш цахилгаан соронзон цацрагийн нөлөөлөлд байсны дараа гэсэн 2 тохиолдлоор хийсэн. Энэ судалгаанд нийт 180 мэлхийн зүрхийг ашигласан бөгөөд туршилт хийхдээ мэлхийн зүрхийг бэлдсэнээс хойш 6 цагийн дотор 30 минут тутамд, мөн цацраг туяа цацсанаас хойш нэг өдрийн дотор зүрхний цохилтыг хэмжих замаар гүйцэтгэсэн. Үүний зэрэгцээ шууд бус нөлөөний хяналтыг ажиллуулсан байдаг. Цацрагийн хариу урвалыг үнэлэхэд Ringer-ийн шийдлээр зүрх 2 өдрийн турш цохилох нь чухал гэж үздэг.

Түүнээс гадна өдөөгдсөн зүрхний эд эсийн төлөв байдлын морфологийн шалгуурыг (зүрх зогсоход хүргэсэн нөлөөллийн дараа) судлав. ЦСД-ны үүсгүүр болгож тасралгүй дохио буюу модуляц хийгдээгүй дохио болон модуляцаар хэлбэржсэн дохио гэсэн 2 төрлийн дохиог цацаргаж туршилт хийсэн.

Тасралтгүй дохионы үйлчлэлийн хувьд: Ажиглалтын турш 24 цагт зүрхний цохилт дунджаар 7%-иар удааширч байсан ба энэ хугацаанд зүрхний зогсонги байдал илрээгүй байна. Өөрөөр хэлбэл туршилтын явцад оролцсон зүрхний бэлдцүүдээс загвар хугацаанд зүрх бүрэн зогсох процесс ажиглагдаагүй.

Модуляцлагдсан дохионы үйлчлэлийн хувьд: Туршилтад оролцсон зүрхний бэлдцүүдийн цохилт нь огцом буурсан нийтлэг байдал болон хугацааны явцад зүрх зогсож буй тоо нэмэгдсээр байсан зүй тогтол ажиглагдсан. Хамгийн их нөлөөлөл нь модуляцийн давтамжийн 6-10Гц шилжилтэд болон 5 минутын хугацаатай өртөлтийн нөлөөнд ажиглагдсан. Модуляцлагдсан дохионы үйлчлэлд нийт зүрхний бэлдцийн 85 хувьд зүрхний цохилт огцом удааширсан, цаашлаад зүрх зогссон байдал ажиглагдсан байна.

Эндээс харахад модуляцлагдсан дохионы үйлчлэл нь тасралтгүй дохионы үйлчлэлтэй харьцуулахад мэдэгдэхүйц илүү сөрөг нөлөөлөл биологийн хувьд үзүүлдэг байна. Иймээс мэдээлэл дамжуулах зорилготой харилцаа холбооны радио станцуудаас цацаргасан долгион буюу модуляцлагдсан долгионоос үүссэн ЦСО нь байгалийн ЦСО-гоос илүү биологийн сөрөг нөлөөтэй гэж дүгнэж болохоор байна. Лабораторид явуулсан судалгаануудын явцад дулааны бус ЦСД-ны нөлөө ихээхэн чухал болох нь харагдаж байна.

Импринт: Импринт гэдэг нь санах ойн анхны хэлбэр юм. Өөрөөр хэлбэл биологийн хувьд Импринт гэдэг нь шинэ зүйлийг цээжлэх шинж чанар юм. Өөрөөр хэлбэл организм төрөх үедээ анх харсан, мэдэрсэн зүйлээ санах ойд хадгалсан байдаг.

Биологийн энэ үзэгдэлд үндэслэн ЦСО-гийн нөлөөлөлд биологийн амьд биет төрснөөсөө эхлээд амьдралынхаа өөр өөр цаг хугацаанд харилцан адилгүй өртдөг байж болох таамаглалыг эрдэмтэд судалсан байна.

Жишээлбэл: Тахианы 129 үр хөврөлийг 16-н өдрийн 5 минутын турш 9.3Гц-ийн давтамжтай $S=40$ мкв/см² чадлын нягт бүхий ЦСД-ны нөлөөнд байлгаж туршилт хийсэн. Судалгааны үр дүнгээс харахад:

- Дулаан бус нөлөөллийн түвшинд модуляцлагдсан бага чадлын ЦСД-ны хурц нөлөөнд өртөх нь биологийн эмгэг үүсгэхэд хүргэж байсан.
- Биологийн бүх л түвшний системүүдэд биологийн хариу урвал үүсэх эсэх нь ЦСД-ны модуляцийн нөхцөл байдлаас хамаардаг.
- Модуляцлагдсан дохионоос үүсэх ЦСД нь тасралтгүй дохионоос үүсэх ЦСД-оос илүү их биологийн нөлөө үзүүлдэг.
- Модуляцлагдсан бага чадлын радио давтамжтай ЦСД нь илүү их биологийн сөрөг нөлөөг бий болгодог.

Үүний зэрэгцээ, гар утас хэрэглэдэг хүүхдүүдэд урт хугацааны хяналт тавьж судалсан олон судлаачдын туршлага байдаг. 2006 онд ОХУ-д гар утасны хэрэглэгч болсон бага сургуулийн хүүхдүүдэд удаан хугацааны психофизиологийн судалгааг Химки хотын лицей сургуульд хийж, 2014 онд хийсэн ажлынхаа үр дүнг мэдээлсэн байдаг (Григорьев ба Хорсева, 2014 он). Энэ судалгаанд хүүхдүүдийн гар утас ашигладаг гол бүлгээс гадна гар утасгүй, хэрэглэдэггүй хүүхдүүдийн хяналтын бүлэг байгуулагдсан гэдгийг тэмдэглэх нь зүйтэй. Хүүхдүүдийн мэдрэлийн өөрчлөлтийн шинж тэмдгүүдийн цогц оношилгоог хийхэд чиглэсэн бөгөөд үүнд сэтгэлзүй, физиологийн үзүүлэлтүүд, мэдрэлийн тогтолцоо, хэлний хөгжлийн түвшин, биеийн ерөнхий байдлын шинжилгээ зэргийг багтааж авч үзсэн.

Эхний 6 жилийн хугацаанд дараах функциональ өөрчлөлтүүдийг (урьдчилсан дүн) ажиглагдсан.

- Ядаргаанд орсон (39.7%)
- Сургууль, гэртээ ажиллах чадвар буурсан (50.7%)
- Сайн дурын анхаарлын тогтвортой байдал буурах (Бүтээлч байдал буурах-14.3%, нарийвчлал буурах-19.4%)
- Симантик санах ойн сулрал(нарийвчлал буурах-19.4%, ажил гүйцэтгэх цаг хугацаа нэмэгдэх - 30.1%, Сонсголын хариу урвалыг өөрчлөх - 55.5%)
- Төсөөтэй хэлэгддэг үгийг ялгаж хэлэх, сонсох чадвар буурах -100%

Мөн саяхны судалгаагаар (Кальвенте нар, 2016) гар утас хэрэглэгч 10 настай хүүхдүүдийн танин мэдэхүйн болон зан үйлийн үйл ажиллагааг судалж үзээд

“Орчны бага түвшинтэй ЦСД-ны нөлөөлөл нь хүүхдийн танин мэдэхүйн болон зан үйлийн хөгжилд сөргөөр нөлөөлнө” гэж дүгнэжээ. Иймээс эдгээр ажиглалтын урьдчилсан дүнгээс үзэхэд ЦСД-ны нөлөөлөл нь хүүхдийн сэтгэцийн болон бие махбодын эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлж болзошгүй юм. Дээрх нөлөөллийн улмаас хүүхдүүдийн ярианы болон бичгийн харилцааны алдаа гаргах магадлал нэмэгдсэнээс хүүхдийн сургуулийн амжилтад ч сөрөг нөлөө үзүүлсэн тохиолдол байна. Ихэнх тохиолдолд эдгээр чадварын өөрчлөлт нь тухайн насны норм дотор байсан боловч тогтвортой утгууд нь хэвийн хэмжээнээс доогуур байсан.

Дараах хүчин зүйлүүдээс харахад гар утас хэрэглэдэг хүүхдийн эрүүл мэндэд учирч болзошгүй эрсдэл маш өндөр байна гэж дүгнэж болохоор байна.

- Хүүхдийн тархины эд, эс нь өндөр дамжуулах чадвартай бөгөөд хүүхдийн толгойны хэмжээ бага, хүүхдийн гавлын яс нимгэн байдаг зэрэгтэй уялдаатайгаар хүүхдийн толгойн цахилгаан соронзон энергийг шингээх боломж нь насанд хүрэгчдийнхээс хамаагүй өндөр байдаг.
- Хүүхдийн чихний бүрхүүл маш зөөлөн бөгөөд мөгөөрсний давхарга байхгүй тул антеннаас тархи хүртэлх зай богино байдаг.
- Хүүхдийн бие насанд хүрэгчдээс илүү ЦСД-нд мэдрэмтгий байдаг.
- Хүүхдийн тархи нь ЦСД-ны нөлөөнд эмзэг байдаг.
- Хүүхдүүдийн тархи нь ЦСД-ны нөлөөнд удаа дараа өртсөн тохиолдолд сөрөг урвал хуримтлагдах магадлал өндөр байдаг.
- Радио давтамжтай ЦСД нь танин мэдэхүйн үйл ажиллагаанд сөргөөр нөлөөлж болзошгүй.
- Өнөөгийн хүүхдүүд гар утсыг бага наснаасаа ашигладаг болсон бөгөөд цаашид амьдралынхаа туршид үргэлжлүүлэн ашиглах тул хүүхдүүдийн цахилгаан соронзон цацрагт өртөх хугацаа орчин үеийн насанд хүрэгчдийнхээс хамаагүй их байх болно.

ОХУ-ын Үл ионжуулагч цацрагаас хамгаалах үндэсний хорооны гишүүдийн үзэж буйгаар (RNCNIRP, 2008) гар утас хэрэглэдэг хүүхдүүдэд тохиолдож болох зарим эмгэгүүд нь санах ой суларч, анхаарал буурах, сэтгэцийн болон танин мэдэхүйн чадвар буурах, цочромтгой болох, нойргүйдэл үүсэх, стрессийн хариу урвалд орох зэрэг болно. Мөн бие махбодын янз бүрийн функциональ системүүдэд сөрөг нөлөө хуримтлагдахаас үүдсэн гаж нөлөө хөгшрөлтийн үед мэдрэгдэх боломжтой гэж үзэж байна.

Тухайлбал: Тархины хавдар, сонсголын хавдар, 25-30 насанд мэдрэлийн өөрчлөлт, 50-60 насанд альцгеймерийн өвчин (оюун ухааны хомсдол, сэтгэл

гутралын синдром) болон тархины мэдрэлийн тогтолцооны доройтлын бусад төрлүүд илрэх г.м.

Мөн тус байгууллагаас гар утас ашигладаг хүүхдүүдийн тархи нь ЦСД-нд нөлөөнд өртөж, эрүүл мэндэд нь эрсдэл учирч байгааг мэддэггүй. Энэ нь эцэг эхийн талаас ёс суртахууны хувьд анхаарал тавих ёстой чухал хүчин зүйл юм гэж тэмдэглэжээ. Түүнчлэн, ЦСД-ны нөлөөнд өртөх эрсдэл нь тамхи, согтууруулах ундаа хэрэглэсэн хүүхдийн эрүүл мэндэд учрах эрсдэлээс багагүй гэдгийг анхаарах хэрэгтэй гэж зөвлөсөн байна.

Дээр дурдсаныг харгалзан, хүүхдүүдийг өндөр эрсдэлтэй бүлэгт хамруулах хэрэгтэй гэж үзэж байгаа бөгөөд нөхцөл байдлыг бүхэлд нь харгалзан үзэхэд тэднийг "мэргэжлийн ажил хийдэг хүмүүс"-тэй тэнцүү хэмжээнд анхаарч үзэх шаардлагатай хэмээн эрдэмтэд үзжээ. Мөн тэдний тэмдэглэснээр хүүхдийн насны онцлогт нийцсэн стандартуудыг боловсруулах шаардлагатай байна гэжээ. Эдгээр дүгнэлтүүдийн үндэслэлийг 2013-2016 онд хэвлэгдсэн монографуудаас харж болно (Григорьев ба Хорсева (2014) ба Григорьев ба Григорьев (2013, 2016). 2003 онд SanPin-ийг зөвшөөрсөн цорын ганц орон болох Орос улсад 18-аас доош насны хүүхдүүдэд гар утасны хэрэглээг хязгаарлахыг зөвлөж байсан.

Олон улсын стандарт, зөвлөмжүүдийг боловсруулахад баримталж буй зарчим

Өнөө үед ЦСД-ны ХХН-ний утгыг тогтоох олон улсын стандартыг ICNIRP, IEEE, CENELEC зэрэг байгууллагууд, мөн тэднээс гадна бусад олон улсын болон үндэсний хэмжээний комисс, байгууллагууд боловсруулж байна. Тэдгээр байгууллагуудын стандарт боловсруулах үндэслэл нь амьтад дээр хийгдсэн ЦСО-гоос амьтад хурц хэлбэрийн нөлөөлөл үзүүлэх туршилт эсвэл ЦСО-гийн үйлчлэлээр дулааны нөлөөлөл үзүүлэхүйц туршилтын үр дүнгүүд дээр үндэслэж тухайн ЦСО-г үүсгэж буй давтамжуудад харгалзах ЦСО-гийн ХХН-ний хязгаарын утгуудыг боловсруулсан байдаг. (ICNIRP удирдамж (1998), IEEE S95.1-2005, CENELEC EN 50166-2.2000)

Аливаа стандарт баримт бичгийн хувьд аюулгүй байдлын стандарт утга нь урьдчилан тодорхойлсон босгын түвшинд үндэслэн боловсруулагддаг. ОХУ-аас бусад зарим улсууд, олон улсын байгууллагуудын боловсруулсан стандартуудын боловсруулагдсан байдлыг авч үзвэл ЦСД-ны дулааны үйлчлэлээр тухайн организмд хурц хэлбэрийн нөлөө үзүүлснээс бий болох тогтмол эмгэгт үндэслэн босгын түвшнийг тодорхойлсон байдаг. (ДЭМБ, Гарын авлага 2002)

Мөн ДЭМБ-аас гаргасан хэвлэлд "ICNIRP байгууллагаас гаргасан ЦСД-ны ХХН-ний утга нь богино хугацааны цочмог өртөлттэй холбоотой нөлөөлөл дээр үндэслэн боловсруулагдсан бөгөөд урт хугацааны бага түвшний нөлөөлөлд үндэслээгүй болно" гэж тэмдэглэсэн байдаг.

ОХУ-ын эрдэмтдийн хувьд ДЭМБ-ын стандарт, баримт бичгүүдэд дүгнэлт хийхдээ *"Хэдийгээр нэг удаагийн цочмог, хурц хэлбэрийн нөлөөнд өртөх нь аюултай гэдэгтэй санал нэгдэх боломжтой хэдий ч бодит амьдрал дээр энэ төрлийн нөлөөллөөс гадна тасралтгүй урт хугацаанд, насан туршид нь ЦСД-ны бага түвшнээр нөлөөлөх үед хүний биед чимээгүй олон сөрөг өөрчлөлт, хариу урвалууд үүсэж байдаг. Эдгээр урт хугацааны нөлөөллүүд нь хүний эрүүл мэндэд явцдаа гүн эмгэг болж үлдэх, хожим нөлөө нь хүнд хэлбэрээр илрэх, амьдралын хэв маяг, зан төлөвт сөргөөр нөлөөлөх зэрэг муу үр дагавартай гэдгийг туршилтуудын үр дүн хэлсээр байдаг. ОХУ-ын эрдэмтдийн судалгаанаас харахад урт хугацааны нөлөөлөл, ЦСД-ны дулааны бус нөлөөлөл нь байнга оршин буй аюул юм."* гэж тэмдэглээд энэ тал дээр ДЭМБ буруу чиг баримжаатай ажилладаг хэмээн шүүмжилжээ.

Мөн *"Эдгээр шүүмжлэлтэй хандахуйц үндэслэлийг ICNIRP ба IEEE байгууллагууд стандарт боловсруулахдаа ашигласан явдал нь харамсалтай"* гэж тэмдэглэжээ.

ДЭМБ болон олон улсын стандарт боловсруулагчдын талаарх эрдэмтдийн санал бодол:

- Олон улсын хүрээнд хэрэглэгдэх стандарт боловсруулагч байгууллагууд нь ЦСД-ны бага түвшнээс үүсэх дулааны бус үйлчлэлийн нөлөөний хор уршгийн талаарх олон эрдэмтдийн судалгаа, зөвлөмжийг үл тоомсорлосоор өдийг хүрсэн байна. (Пресман, 1968; Фрей нар, 1975; Холодов, 1975, 1996; Иванов-Мурамский, 1977).
- Радио давтамжтай ЦСД-ны бага түвшний урт хугацааны нөлөөлөл нь олон төрлийн биологийн сөрөг нөлөөллийг үүсгэж болохыг харгалзан үзээгүй. ЦСД-ны их чадлаас үүсэх дулааны агшин зуурын нөлөөлөл аюултай гэж тодорхойлсон боловч уг нөлөөлөл нь урт хугацаанд хэрхэн хувьсах талаар хийсэн судалгаа одоог хүртэл байхгүй. (Григорьев, 1996, 1999, 2001, 2004, 2006; Адей, 2002; Марков, 2006 он; Беляев ба Григорьев, 2007; Беляев, 2015).
- Хүн амын эрүүл ахуйн стандартыг боловсруулахад хүн амын ЦСД-ны өртөлтийн бодит нөхцөлийг харгалзан үзэх шаардлагатай. Хүний бие

махбодын эсвэл эрхтэн системүүдийн үйл ажиллагаанд хэрхэн нөлөөлж буйг, хүн амын аль бүлэгт илүү нөлөөлж байгааг харгалзан үзэх зүйлсийг заавал тооцох хэрэгтэй. (Григорьев, 1997, 2008а).

- 2003 онд БНХАУ-д болсон олон улсын семинарт олон улсын стандартыг хүн амын радио давтамжтай ЦСД-ны нөлөөнд өртөх бодит нөхцөлтэй тохирохгүй байна. Олон улсын стандартыг хүн амын амьдрах орчны бодит нөхцөл байдалд тохируулах шинжлэх ухааны үндэслэл байхгүй байна гэж шүүмжилсэн. (Григорьев нар, 2003b).
- Олон улсын стандартын шүүмжлэлийг 2008 онд Лондонд болсон “ЦСО ба Эрүүл Мэнд - Дэлхийн Үнэлгээ” сэдэвт олон улсын бага хурлын үеэр үргэлжлүүлсэн. (Григорьев, 2008).
- Радио давтамжтай ЦСД-ны нөлөөллийн өөр өөр нөхцөлд олон улсын стандарт, удирдамжийг хэрхэн ашиглаж талаар ICNIRP байгууллагаас тодорхой тайлбар одоог хүртэл гаргаагүй байна. (Григорьев нар, 2017).
- Нэгдсэн үр дүнд хүрээгүйгээс дэлхий дээр олон улсын гэгдэх стандартаас гадна зарчмын хувьд зөрүүтэй олон олон стандартууд, тэдгээрийг дагасан ЦСД-ны ХХН-ний утгууд бий болсон. Жишээ нь: ОХУ болон БНХАУ-н стандартад энэ утга 10 мкВт/см^2 байхад ICNIRP-ийн түвшин нь үүнээс 100 дахин их буюу 1000 мкВ /см^2 байгаа юм. (Беляев нар 2017). Мөн өргөн уудам нутаг дэвсгэртэй хүн ам их, түүнийг дагаад ЦСД-ны үүсгүүрийн тоо ихтэй Бүгд Найрамдах Энэтхэг Улс (БНЭУ)-д гэхэд л ICNIRP байгууллагаас гаргасан тухайн давтамжийн зурвасуудад харгалзах ЦСД-ны ХХН-ний хязгаарын утгыг 10 дахин бууруулж ашигладаг. Үүнийг БНЭУ-ын ЦСД-ны цацаргалтын норм утгуудын стандарт гэсэн баримт бичгээс харж болно.

ОХУ-н эрдэмтэд энэхүү нөхцөл байдлыг харгалзан үзээд барууны стандартууд эрүүл ахуйн үндсэн шаардлагад нийцэхгүй, хүн төрөлхтний түүхэнд анхлан үүсэж буй ЦСД-ны нөлөөллийн эрсдэлийн хожмын үр дүнг төсөөлөхгүй, дутуу үнэлж байна гэсэн дүгнэлтэд хүрсэн байна. Мөн бодит байдал дээр олон улсын стандартад (ICNIRP) заасан ЦСД-ны ХХН-ний хязгаарын утгатай тэнцэхүйц буюу түүнээс илүү их чадлын, дулааны хурц үйлчлэлийн нөлөөнд өртсөн тохиолдол өдийг хүртэл хэзээ ч илрээгүй гэдгийг тэмдэглэжээ.

Европын Холбооны парламент 2009 оны 4-р сарын 12-ны өдөр ЦСД-ны ХХН-ний утгын дээд хязгаарыг багасгах нэгдсэн шинэ стандарт боловсруулах тогтоолыг парламентын гишүүдийн (559-тийм, 22-үгүй, 8-санал өгөхөөс түдгэлзсэн) олонхын саналаар баталж 2013 онд ЦСД-ны ХХН-ний утгыг шинэчлэн тогтоосон 2013/35/EU

стандартыг баталсан байдаг. 2013 онд Бельги Улсад болсон Эрүүл мэнд, Хэрэглэгчдийн Эрх Ашгийг Хамгаалах хуралд Европын комиссын ОХУ-н эрдэмтэн Григорьев болон түүний багийнхан оролцохдоо хүн ам, хүрээлэн буй орчныг ЦСД-ны нөлөөллөөс хамгаалах зорилгоор 4н постулатыг буюу нотлох албагүй үнэнг мөрдөх нь зүйтэй гэж санал болгосон байдаг.

1. "ЦСД-ны цацаргалт нь хор нөлөөтэй"

Гар утаснаас радио давтамжтай ЦСД ялгарч байдаг. Энэ төрлийн цахилгаан соронзон цацрагийн хэмжээс зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс хэтрэх нь өвчин үүсгэдэг тул эрүүл ахуйн хяналтыг зайлшгүй хийх шаардлагатай. Энэ бол туйлын үнэн юм.

2. "Тархи ба ЦСД"

Гар утас нь ЦСД-ны нээлттэй эх үүсгүүр бөгөөд түүнээс хүний чухал эрхтнүүдийг хамгаалах боломжгүй байдаг. Гар утас ашиглаж байх хугацааны туршид ЦСД тархинд нөлөөлж байдаг. Дотор чихний мэдрэлийн бүтэц нь ЦСД-ны шууд цацрагийн үйлчлэл дор байрладаг. Энэ бол туйлын үнэн юм.

3. "Хүүхдүүд ба ЦСД"

Хүн төрөлхтний түүхэнд анх удаа хүүхдийн тархи радио давтамжтай ЦСД-ны нөлөөнд өртөж байна. Хүүхдүүд гадны хүчин зүйлсэд өртөхдөө илүү эмзэг байдаг. Энэхүү үзэл баримтлалыг ДЭМБ (2003) болон Парма тунхаглалд (ДЭМБ-ын Европын бүс, 2010) илэрхийлжээ. Энэ бол туйлын үнэн юм.

4. "Тохиромжтой зөвлөмж / стандарт байхгүй байна."

ЦСД-ны нөлөөллийг үнэлэх нэгдсэн аргачлал дээр дэлхий нийт одоо болтол санал нэгдээгүй байгаа бөгөөд өнгөрсөн 20 жилд нийтэд зориулсан хангалттай сайн стандарт, зөвлөмж боловсруулагдаагүй байна. Энэ бол бодит баримт юм.

Григорьев мөн дээрх мэдэгдлийнхээ төгсгөлд мэргэжил нэгт судлаачид, хамтран зүтгэгчдэдээ хандан *"Үнэний эсрэг бүү тэмц"* гэж мэдэгджээ. Энэ судалгааны үр дүнгээс ЦСД-ны ХХН-ний утгыг тодорхойлох стандарттай холбоотой дараах дүгнэлтийг хийж байна.

- Шинээр ЦСД-ны олон төрлийн үүсгүүрүүд бий болж байгаатай холбоотойгоор ЦСД-ны хяналтын стандартыг боловсруулах үйл явцад нэмэлт асуудлууд урган гарсаар байна.

- Өсөн нэмэгдэж буй гар утасны хэрэглээтэй холбоотойгоор нийгмийн эрүүл мэндийг хамгаалах асуудалд ЦСД-ны нөлөөллийг хамааруулах зайлшгүй шаардлага бий болжээ.
- Гар утасны хэрэглээнээс үүдэж хүний тархи удаан хугацаанд ЦСД-ны сөрөг нөлөөлөлд өртөх, эрсдэл нэгэнт бий болжээ.
- Одоо мөрдөж буй норматив түвшний утгууд нь бага хэмжээтэй боловч тогтмол удаан хугацааны сөрөг нөлөөллийн эрсдэлийг тооцоход тохиромжгүй байна.
- Одоо байгаа дүрэм, журмуудад радио давтамжтай ЦСД-ны нөлөөнд өртөх бодит аюулын талаар тодорхой дурдагдаагүй.
- Одоо мөрдөж байгаа стандарт, баримт бичгүүд нь нийтийн эрүүл мэнд, тэр дундаа хүүхдийн эрүүл мэндэд баталгаа өгч чадахгүй байна. Мөн ЦСД-ны нөлөөнд мэдрэг хүмүүсийн эрх ашгийг харгалзан үзээгүй байна.
- Үүнтэй холбогдуулан гар утасны хэрэглээнд өсөн нэмэгдэж буй хүүхдүүдийн аюулгүй байдлыг хангах үүднээс илүү зохистой стандартыг боловсруулах шаардлагатай байна.
- ЦСД-ны урт хугацааны нөлөөлөлд өртөх үеийн судалгааг эрүүл мэндийн салбарт цогцоор нь судлах шаардлагатай байна. Тухайлбал: Тархинд нөлөөлөх нөлөөлөл г.м.

Хоёрдугаар бүлэг. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн судалгаа, тэдгээрийн мэдээллийн сангийн програм хөгжүүлэлт

“Улаанбаатар хотын ЦСД-ны үүсгүүрүүдийг судлан тогтоож, мэдээллийн сан үүсгэх” ажлын хүрээнд Улаанбаатар хотын ЦСД-ны бохирдолд гол нөлөө үзүүлж болох үүсгүүрүүдийн төрлийг тогтоож төрөл тус бүрээр үүсгүүрийн тоо, байршил, чадал зэрэг шаардлагатай параметруудийг тодорхойлохыг зорьсон. Энэ судалгааг гаргахдаа ХХЗХ-ноос Улаанбаатар хотод ямар ямар радио системүүд үйл ажиллагаа явуулж байгаа талаарх ерөнхий мэдээллийг авч, энэ мэдээлэлд үндэслэн нарийвчилсан судалгааг цаашид хийж гүйцэтгэсэн.

2.1. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн судалгаа

Цахилгаан соронзон орны энергийн үүсгүүрийг идэвхтэй ба идэвхгүй гэж ангилан үздэг. Идэвхтэй үүсгүүрт хүний оролцоотой бүтээгдсэн, тодорхой цахилгаан эрчим хүч хэрэглэн ЦСД-ны цацаргалт хийж байгаа үүсгүүрүүд багтах бол идэвхгүй гэдэг ангилалд байгалийн гаралтай ЦСД-ны бүх үүсгүүрүүдийг багтаан ойлгож болно. ЦСД нь давтамжийн цараагаараа ангилагдах ба үүсгүүр нь мөн давтамжийн цараа бүрд өөр өөр байдаг.

2.1-р хүснэгт. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүд

Д/д	Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн төрлүүд	Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүд
1	Байгалийн эх үүсгүүр	Сансрын уудмаас цацарч буй төрөл бүрийн цацаргалтууд: Нарнаас цацарч буй рентген туяа, гамма цацраг, дулааны цацаргалт, дэлхий дээрх аянга, цахилгаанаас үүсэх гамма цацраг, газар хөдлөлт, галт уулын дэлбэрэлтээс үүсэх боржин чулуулаг г.м
2	Хүний үйл ажиллагаатай холбоотой үүсгүүр	Үйлдвэрлэлийн зориулалттай өндөр давтамжийн төхөөрөмжүүд, харилцаа холбоо, радио, телевизийн зориулалттай станцууд, цахилгаан эрчим хүчний төхөөрөмжүүд: өндөр хүчдэлийн шугам, трансформаторууд, хотын нийтийн тээврийн сүлжээний төхөөрөмжүүд, ахуйн хэрэгцээний цахилгаан хэрэгслүүд

2.1-р хүснэгтэд үзүүлснээр бидний эргэн тойронд байгалийн гаралтай болон хүний үйл ажиллагаатай холбоотой олон төрлийн ЦСД-ны үүсгүүрүүд байна. Гэвч эдгээр үүсгүүрүүдийн ЦСД-ны бохирдол үүсгэж байгаа хэмжээ харилцан адилгүй байна. Байгалийн гаралтай ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн хувьд ЦСД-ны бохирдлыг бууруулах тал дээр эхний ээлжид авч үзэх шаардлагагүй гэж үзэж байна. Учир нь байгалийн гаралтай үүсгүүрүүдээс үүсэж буй ЦСО нь орчны цахилгаан соронзон бохирдолд маш бага хувийг эзэлж байгаа бөгөөд хугацааны хувьд санамсаргүй,

хүний зүгээс үүсгүүрт нөлөөлөх боломжгүй гэдэг нь ойлгомжтой. Магадгүй ирээдүйд энэ төрлийн үүсгүүрүүдийн аюул бодитой тавигдвал тэдгээрт шууд нөлөөлөх биш, тэдгээрээс хамгаалах технологи боловсруулагдаж болохыг үгүйсгэхгүй.

Төслийн даалгаврын хүрээнд орчны ЦСД-ны бохирдолд хамгийн их нөлөө үзүүлж болох радио, телевизийн өргөн нэвтрүүлгийн станцууд, үүрэн холбооны 2G, 3G, 4G технологийн бааз станцууд болон утасгүй интернэтийн WiFi сүлжээний хандалтын төхөөрөмжүүдийг хамруулан үүсгүүрүүдийн судалгааг гаргахаар төлөвлөсөн.

Эдгээр үүсгүүрүүд нь 2.2-р хүснэгтэд үзүүлснээр радио давтамж болон бичил долгионы цараа буюу 100 КГц-300 ГГц давтамжийн цараанд хамаарна.

2.2-р хүснэгт. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүд, давтамжийн цараа

Давтамжийн цар	Давтамж хязгаар	Нөлөөллийн эх үүсгүүрүүдийн зарим жишээ
Статик орон	0Гц	Видео дэлгэц VDU (Video Displays Unit), MRI болон бусад оношилгооны төхөөрөмжүүд, үйлдвэрлэлийн электролиз г.м.
Хэт нам давтамж (ELF)	0Гц - 300 Гц	Цахилгаан эрчим хүчний дамжуулах шугам, гэр ахуйн цахилгаан түгээх шугам, гэр ахуйн цахилгаан хэрэгсэл, галт тэрэг болон машины цахилгаан мотор, гагнуурын төхөөрөмж г.м.
Дунд давтамж (MF)	300Гц-100КГц	Видео дэлгэц VDU, дэлгүүрийн кассын машин, автомат удирдлагын машин, автомат удирдлагын хяналтын систем, металл илрүүлэгч, карт уншигч г.м.
Радио давтамж ба Бичил долгионы цар (RF ба MW)	100КГц-300ГГц	Үүрэн телефон, радио ба телевизийн өргөн нэвтрүүлэгч, зөөврийн болон суурин радио нэвтрүүлэгч хүлээн авагч, радар, хувийн хөдөлгөөнт радио дамжуулагч, утасгүй интернэтийн хандалтын төхөөрөмж, бичил долгионы зуух г.м.

100КГц-300ГГц давтамжийн цараа нь хүрээлэн буй орчинд ЦСД-ны бохирдлын гол үндэс мөн хүний биед хамгийн их хор нөлөө үзүүлэх магадлалтай үл ионжуулагч (Non-Ionizing) цацрагийг үүсгэдэг болохыг судалгаагаар тогтоосон байдаг.

2.1.1. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн мэдээлэл цуглуулах

2.2-р хүснэгтэд тодорхойлсон хамрах хүрээгээр ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн мэдээллийн сан үүсгэхийн тулд 2.3-р хүснэгтэд үзүүлсэн загварын дагуу мэдээллүүдийг цуглуулсан. Энд тухайн ЦСД-ны үүсгүүрийн радио давтамж, тухайн үүсгүүрийн төрөл, зориулалт (Жишээлбэл: Үүрэн холбооны бааз станц г.м), үүсгүүрийн нэвтрүүлэх чадал, үүсгүүрийн байрлал буюу солбицлын мэдээлэл зэрэг багтаж байгаа юм. Цаашид Улаанбаатар хотын ЦСД-ны бохирдлын өнөөгийн болон хэтийн төлөв байдлыг тодорхойлон дүгнэлт гаргах үед бохирдлын төлөв

байдлыг давтамжийн цараагаар нь, байрлалаар нь, үүсгүүрийн төрлөөр нь харьцуулан гаргах учраас эдгээр талбаруудаар мэдээлэл цуглуулахаар төлөвлөсөн.

2.3-р хүснэгт. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрийн мэдээлэл цуглуулах талбарууд

Д/д	Дүүрэг	Станцын нэр	Радио давтамж [Гц]	Үүсгүүрийн ашиглалтын төрөл, зориулалт	Үүсгүүрийн чадал [Вт]	Үүсгүүрийн байрлал [Уртраг, Өргөрөг]

Энэ загварын дагуу Улаанбаатар хотод ажиллаж байгаа ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн мэдээлэл цуглуулахдаа өмнө дурдсанаар ХХЗХ-ноос ерөнхий мэдээлэл авч 2.4-р хүснэгтэд үзүүлсэн тоног төхөөрөмжүүдийг ашиглан зарим параметруудийг хэмжилтээр тодорхойлсон болно.

2.4-р хүснэгт. Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы гол үүсгүүрүүдийн зарим үзүүлэлтүүдийг тодорхойлоход ашигласан тоног төхөөрөмжүүд

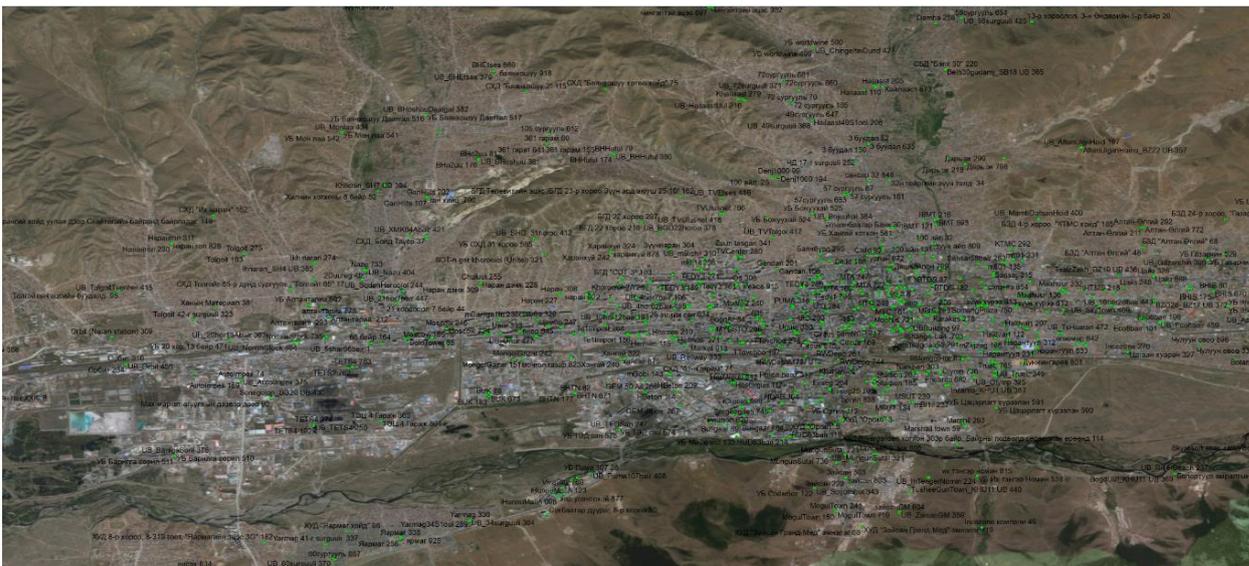
Суурин хэмжилтэд ашигласан төхөөрөмжүүд
Спектр анализатор /3КГц-30ГГц хүртэл/ 1 FMS төрөл I, HF, V/UHF. 3 FMS төрөл II, V/UHF. Цамхаг, Антенн, WAN интерфейс Чиглэл хайгч системүүд
Хөдөлгөөнт хэмжилтэд ашигласан төхөөрөмжүүд
3 MMS төрөл A, V/UHF, SHF эсвэл төрөл B (V/UHF), TBD Телескоп цамхаг, Антенны систем, WAN утасгүй интерфейс(GSM/GPRS эсвэл VHF), тээврийн хэрэгсэл Зөөврийн компьютер, хяналтын төхөөрөмж , чиглэл хайгч системүүд

ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн мэдээллийг ангилал, төрөл, чадал, үүсгүүрийн тоогоор тоймлон 2.5-р хүснэгтэд үзүүлэв.

2.5-р хүснэгт. Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы гол үүсгүүрүүдийн тоон мэдээлэл

Д/д	Радио давтамж цараа	Үүсгүүрийн ашиглалтын төрөл зориулалт	Нэвтрүүлэгчийн чадал [Вт]	Нийт үүсгүүрийн тоо
1	80-110 МГц	Радио өргөн нэвтрүүлэг	1000	31
2	500-600МГц	Телевизийн өргөн нэвтрүүлэг	100-5000	10
3	700-800МГц	Үүрэн холбоо LTE	40	16
4	800-900 МГц	Үүрэн холбоо CDMA 2G	20-60	79
5	900-1000 МГц	Үүрэн холбоо GSM 2G	45	256
6	1700-1800 МГц	Үүрэн холбоо GSM 2G	20;45	339
7	1800 МГц	Үүрэн холбоо LTE	20	478
8	2100 МГц	Үүрэн холбоо 3G	20-80	925
9	2500-2600 МГц	Үүрэн холбоо LTE	45	41
10	2.4ГГц; 5ГГц	WiFi		6343
	Нийт			8518

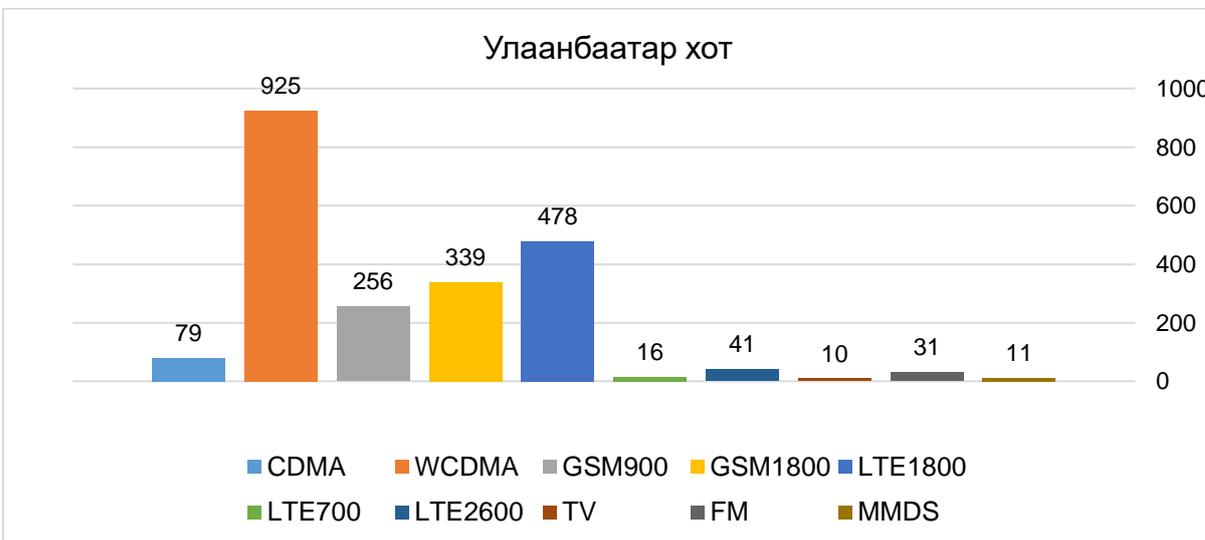
Хэмжилтээр тодорхойлсон ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн байршлыг KML файлд хувиргаж Google Earth програмаар Улаанбаатар хотын газрын зураг дээр харах боломжтойгоор бэлтгэсэн. (Нийт 10 KML файл хавсаргав.) ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн байршлыг харуулахдаа үүсгүүрийн ашиглалтын төрлөөр, давтамжийн цараагаар, чадлын хязгаараар гэх мэтчилэн ялгаж дүрслэх боломжтой бөгөөд дүрслэхдээ орон зайн хувьд дүүрэг тус бүрээр, нийт нутаг дэвсгэрээр гэсэн сонголтоор харуулж болно.



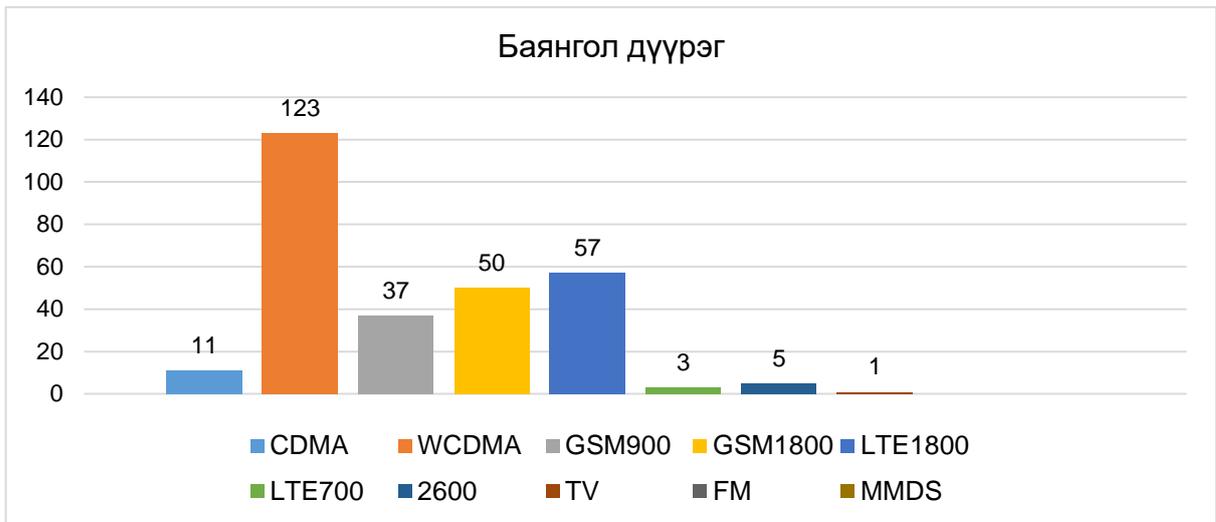
2.1-р зураг. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн байршил Google map програм дээр харагдах байдал

Улаанбаатар хотод байрлах ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн байршлын том хэмжээтэй зураглалыг хавсралт 1.1-ээс үзнэ үү.

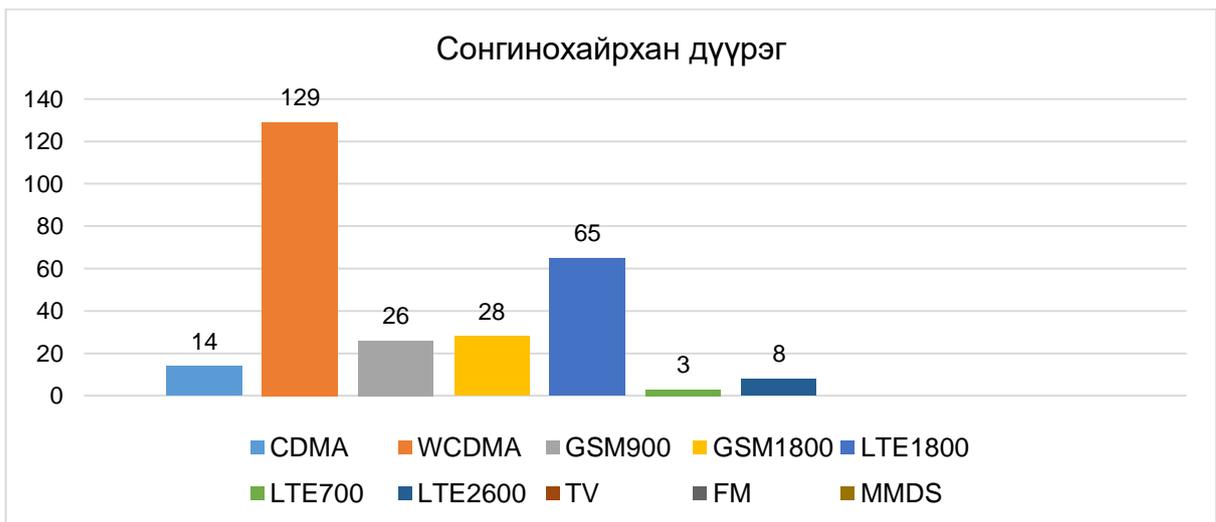
Улаанбаатар хотын дүүрэг тус бүрийн хувьд ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн тоон үзүүлэлтийг 2.2-оос 2.8-р зургуудад нарийвчлан харуулав.



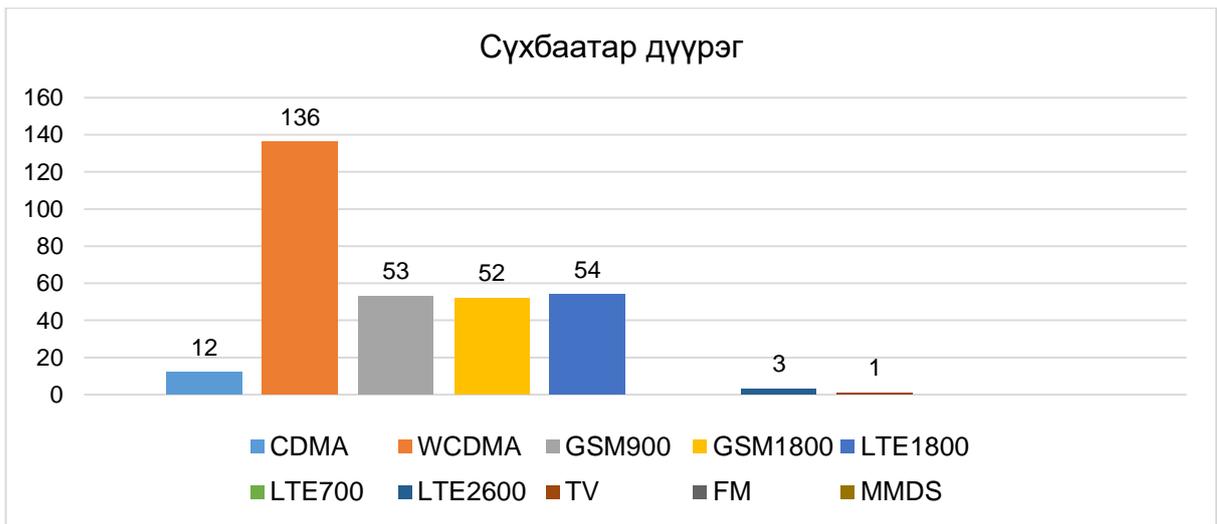
2.2-р зураг. Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн тоон мэдээлэл (Үүсгүүрүүдийн төрлөөр)



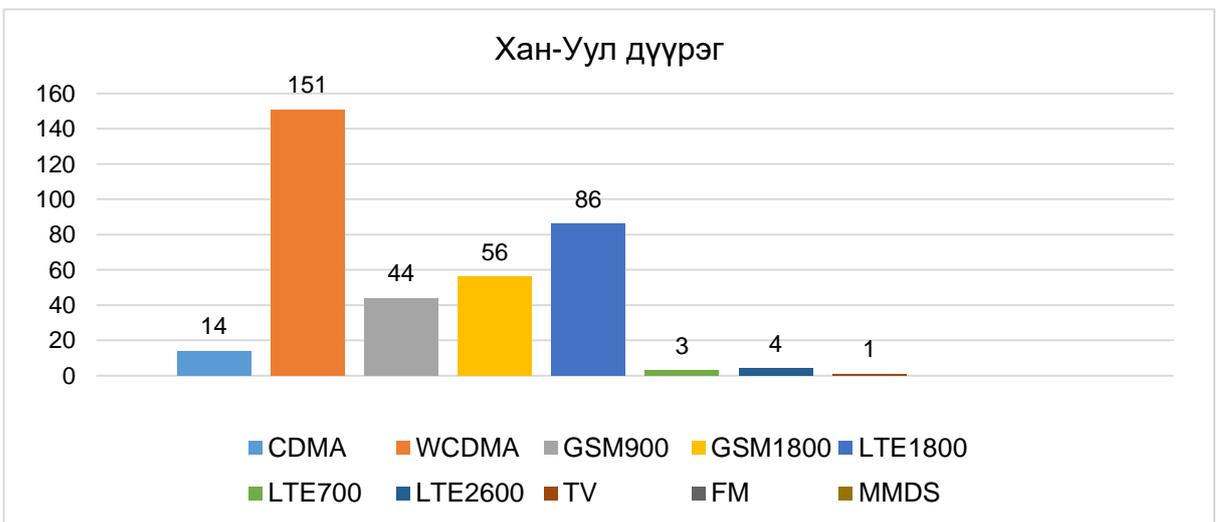
2.3-р зураг. Баянгол дүүргийн цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн тоон мэдээлэл (Үүсгүүрүүдийн төрлөөр)



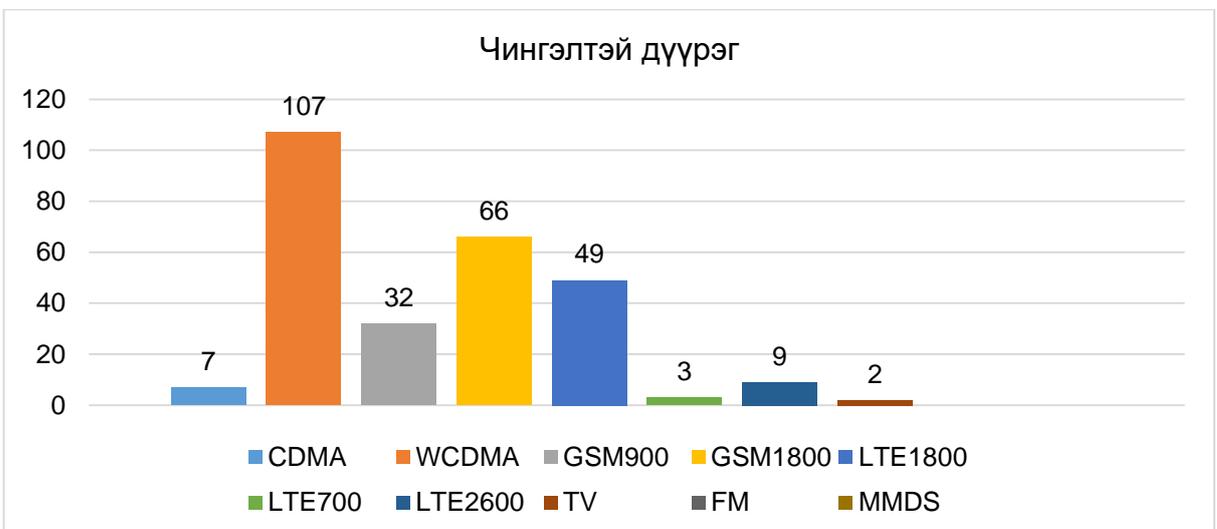
2.4-р зураг. Сонгинохайрхан дүүргийн цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн тоон мэдээлэл (Үүсгүүрүүдийн төрлөөр)



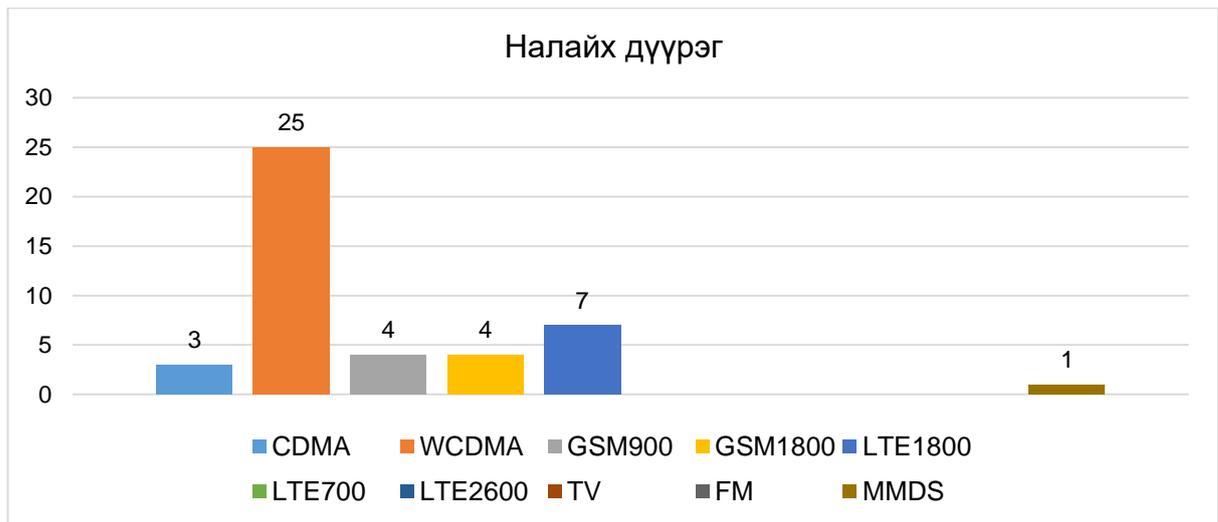
2.5-р зураг. Сүхбаатар дүүргийн цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн тоон мэдээлэл (Үүсгүүрүүдийн төрлөөр)



2.6-р зураг. Хан-Уул дүүргийн цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн тоон мэдээлэл (Үүсгүүрүүдийн төрлөөр)



2.7-р зураг. Чингэлтэй дүүргийн цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн тоон мэдээлэл (Үүсгүүрүүдийн төрлөөр)



2.8-р зураг. Налайх дүүргийн цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн тоон мэдээлэл (Үүсгүүрүүдийн төрлөөр)

2.2. Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн мэдээллийн сангийн програм хөгжүүлэлт

Төслийн даалгавар ёсоор Улаанбаатар хотод ажиллаж байгаа ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн мэдээллийн сангийн програмын хөгжүүлэлт хийсэн. ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн мэдээллийн санг үүсгүүрүүдийн төрөл, байршил, нэвтрүүлэгчийн чадал, давтамж зэрэг параметруудийн дагуу үүсгэн Windows програмын орчинд ажиллах хэрэглэгчийн интерфэйс бүхий веб програм байдлаар хөгжүүлсэн.

Програм нь ерөнхий мэдээлэл, үндсэн цэс, бүртгэлийн цэс гэсэн 3 дэд хэсгүүдээс бүрдэнэ.

- **Ерөнхий мэдээлэл цэсээс** Улаанбаатар хотын 9 дүүрэгт ажиллаж байгаа ЦСД-ны үүсгүүрийн төрөл, тоо баримтыг хамгийн сүүлийн үеийн мэдээллийг тойм байдлаар харах боломжтой.
- **Үндсэн цэсээс** ЦСД-ны нийт үүсгүүрүүдийн мэдээлэл (байршил, давтамж, чадал, төрөл)-ийг агуулсан ба эдгээр мэдээллийг хайх, нэмэх, хасах, хэвлэх, файл руу экспортлон авах боломжуудтай.
- **Бүртгэлийн цэсээс** хэрэглэгч үүсгэх болон дүүрэг, төрөл, давтамж, чадал гэсэн ангиллаар мэдээлэл оруулах боломжтой ба эдгээр мэдээллээ хайх, нэмэх, хасах болон хэвлэх боломжтой. Өөрөөр хэлбэл мэдээллийн сангийн үндсэн талбаруудад өөрчлөлт оруулах, хэрэглэгч нэмэх, хасах үйлдлийг хийх боломжтой тусгай эрхтэй хэрэглэгчид зориулсан цэс юм.

Хайлт хийхдээ мэдээллийн санд бүртгэгдсэн бүх талбараар тус бүрд нь эсвэл хэд хэдэн хосолсон талбараар хайлт хийх боломжтой. Жишээлбэл: ЦСД-ны үүсгүүрүүдийг зөвхөн тухайн байршлаар хайж олох, байршил болон чадлын

мэдээллийг хослуулан хайж олох гэх мэтээр хэрэглэгч хүссэн талбараараа хайж болно. Мөн тухайн үүсгүүр бүрийн байршлыг газрын зураг дээр тэмдэглэн харуулах боломжтой.

Мэдээллийн санд шинэ үүсгүүрийн төрөл түүний дагалдах үзүүлэлтүүд, эсвэл шинэ байршил, тухайн байршил дахь мэдээллүүдийг оруулах шаардлага бий болбол хэрэглэгч өөрөө өргөтгөөд явах боломжтой. Харин өмнө тодорхойлогдсонтой ижил төрлийн үүсгүүр нэмэх болон өмнө тодорхойлсон байрлалуудад шинээр бий болж буй үүсгүүрүүдийг санд нэмэх тохиолдолд үндсэн цэсэд байрлах Станц нэмэх гэсэн функцийг ашиглах боломжтой юм.

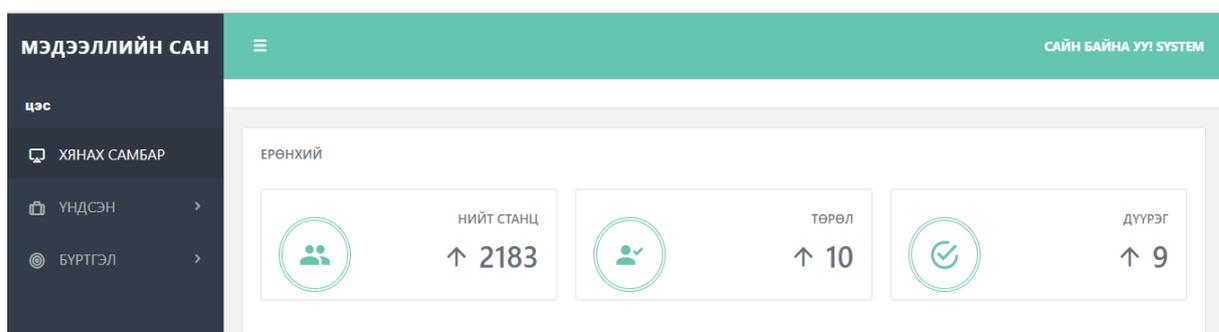
Мэдээллийн сангийн програмын бүтэц

Програмын ерөнхий мэдээллийн цэс, үндсэн цэс, бүртгэлийн цэс хэсгүүдээс бүрдэх бөгөөд харагдах байдлуудыг дараах зургуудад үзүүлэв.

1. Ерөнхий мэдээлэл цэс:

- **Ерөнхий мэдээлэл**

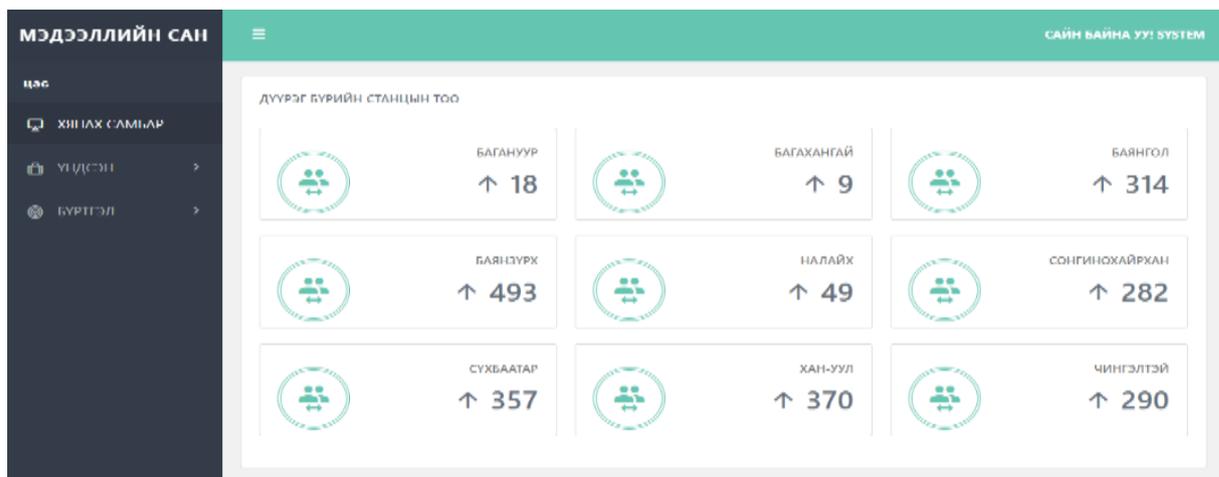
Одоо ажиллаж байгаа станцын нийт тоо, төрөл, түүний байрлаж буй дүүргийн тоог харуулна.



2.9-р зураг. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрийн төрөл, тоо харагдах байдал

- **Хот болон тухайн дүүрэг дэх ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн тоо**

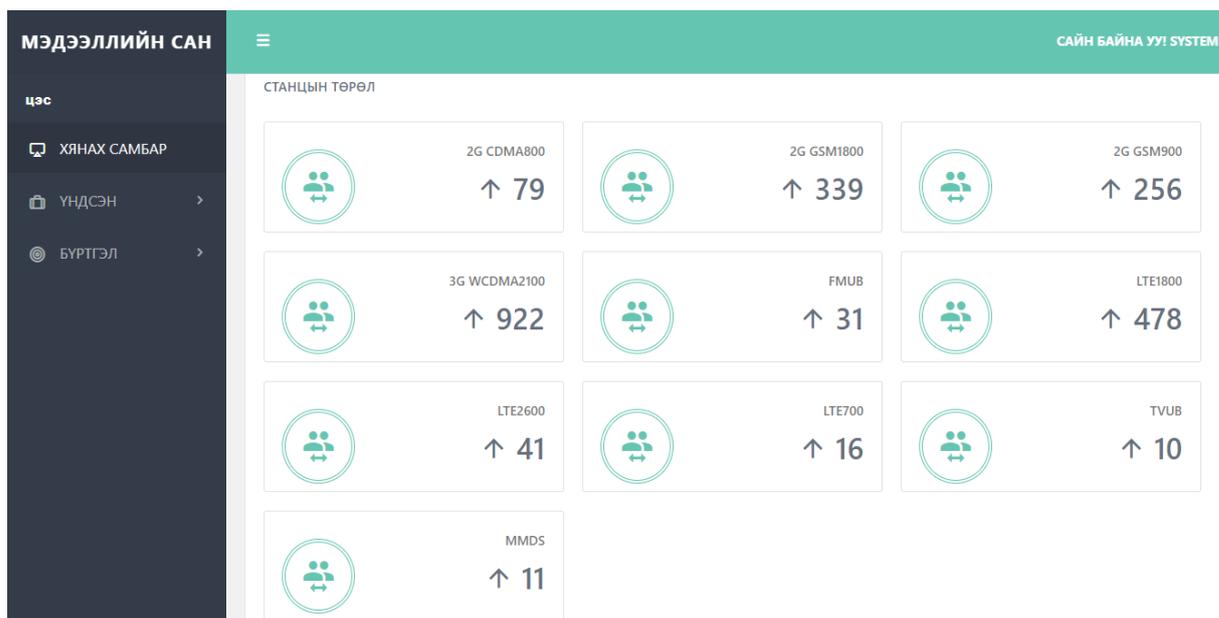
Энэ хэсэгт 9 дүүрэг тус бүрд ажиллаж байгаа станцуудын тоон мэдээллийг харуулна.



2.10-р зураг. Улаанбаатар хотын 9 дүүргийн цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн тойм мэдээлэл

- **ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн төрөл**

Станцын төрөл хэсэгт нь Улаанбаатар хотод ашиглагдаж байгаа станцын төрлийг харуулж өгсөн бөгөөд төрөл тус бүрд нийт хэдэн ширхэг үүсгүүр байгааг тоймлон харах боломжтой.



2.11-р зураг. Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн төрөл

2. Үндсэн цэс:

Энэхүү цэс нь нийт ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн мэдээлэл (байршил, давтамж, чадал, төрөл) агуулсан ба эдгээр мэдээллийг хайх, нэмэх, хасах болон хэвлэх боломжтой.

Үндсэн цэс нь дараах хэсгүүдээс бүрдэнэ.

- Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүр (Радио станцууд)

➤ Хэрэглэгчийн хэсэг

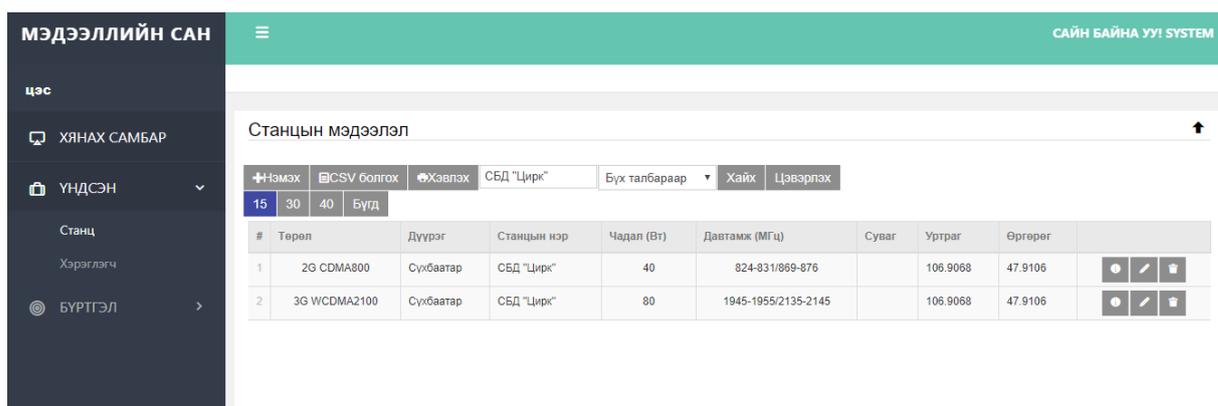
Цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүр (Радио станцууд) хэсэг нь дараах үйлдэл гүйцэтгэх боломжтой.

- 1) Хэвлэх
- 2) Хайх
- 3) Нэмэх
- 4) Хасах
- 5) Засах

Жишээ болгож мэдээллийн сангаас ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн мэдээллийг хайх болон нэмэх гэсэн 2 боломжийг зургаар харуулж тайлбарлав.

Мэдээллийн сангаас ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн мэдээллийг хайх функц:

Хайх товч дээр дарснаар хэрэглэгч өөрийн хайх станцаа олон хэлбэрээр хайх боломжтой бөгөөд төрөл, дүүрэг, уртраг, өргөрөг, чадал, давтамж, суваг гэх мэт талбараар хайж болно. Жишээ нь: ЦСД-ны үүсгүүрүүд хэсэгт ЦСД-ны үүсгүүрүүдийг станцын нэрээр хайлт хийвэл дараах үр дүн гарч ирнэ.



2.12-р зураг. Үүсгүүрүүдийг станцын нэрээр хайсан хайлтын үр дүн

2.13-р зурагт үзүүлснээр хайлтын үр дүнг дэлгэрүүлж харахын тулд **харах** товч дарснаар төрөл, дүүрэг, чадал, давтамж, уртраг, өргөрөг зэрэг дэлгэрэнгүй мэдээлэл 2.14-р зурагт дараах байдлаар гарч ирнэ.

МЭДЭЭЛЛИЙН САН САЙН БАЙНА УУ! SYSTEM

цэс

- ХЯНАХ САМБАР
- ҮНДСЭН
- Станц
 - Хэрэглэгч
 - БҮРТГЭЛ

Станцын мэдээлэл

#	Төрөл	Дүүрэг	Станцын нэр	Чадал (Вт)	Давтамж (МГц)	Суваг	Уртраг	Өргөрөг	
1	2G CDMA800	Хан-Уул	Нүхт	20	824-831/869-876		106.8564	47.8257	<input type="button" value="Харгах"/>
2	2G CDMA800	Сүхбаатар	СБД МХС ХХК-н байр, "МТС"	60	824-831/869-876		106.9162	47.9175	<input type="button" value="Харгах"/>
3	2G CDMA800	Хан-Уул	ХУД "Оргил"	60	824-831/869-876		106.9095	47.8941	<input type="button" value="Харгах"/>
4	2G CDMA800	Сүхбаатар	СБД Дамбадаржаа сайт, "Дамба"	60	824-831/869-876		106.9405	47.9914	<input type="button" value="Харгах"/>
5	2G CDMA800	Хан-Уул	ХУД "Нисэх"	60	824-831/869-876		106.7756	47.863	<input type="button" value="Харгах"/>
6	2G CDMA800	Сүхбаатар	СБД "Цирк"	40	824-831/869-876		106.9068	47.9106	<input type="button" value="Харгах"/>
7	2G CDMA800	Хан-Уул	ХУД "Ажнай" сайт	60	824-831/869-876		106.8874	47.896	<input type="button" value="Харгах"/>
8	2G CDMA800	Баянгол	БГД Голден парк хотхон	60	824-831/869-876		106.869	47.9124	<input type="button" value="Харгах"/>
9	2G CDMA800	Баянгол	БГД 4-р хороолол "АРТ 67"	40	824-831/869-876		106.8875	47.9182	<input type="button" value="Харгах"/>
10	2G CDMA800	Баянгол	БГД 4-р хороолол "АРТ 61"	40	824-831/869-876		106.8775	47.922	<input type="button" value="Харгах"/>

2.13-р зураг. Хайлтын үр дүнг дэлгэрэнгүй харах байдал

МЭДЭЭЛЛИЙН САН САЙН БАЙНА УУ! SYSTEM

цэс

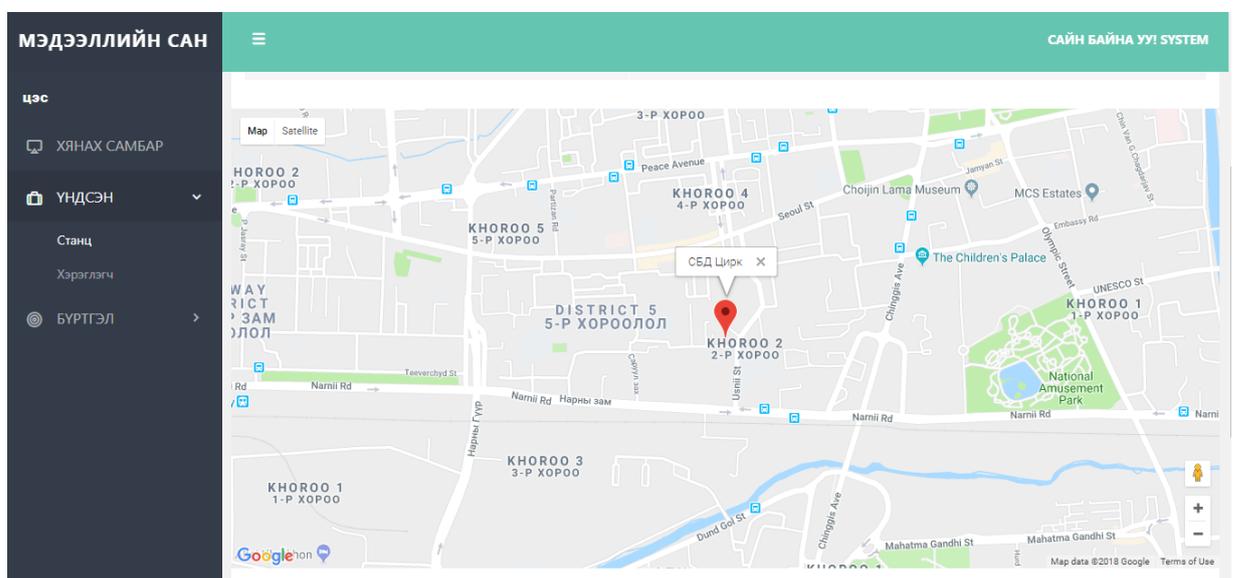
- ХЯНАХ САМБАР
- ҮНДСЭН
- Станц
 - Хэрэглэгч
 - БҮРТГЭЛ

Буцах

Төрөл	2G CDMA800
Дүүрэг	Сүхбаатар
Станцын нэр	СБД "Цирк"
Чадал (Вт)	40
Давтамж (МГц)	824-831/869-876
Суваг	
Уртраг	106.9068
Өргөрөг	47.9106

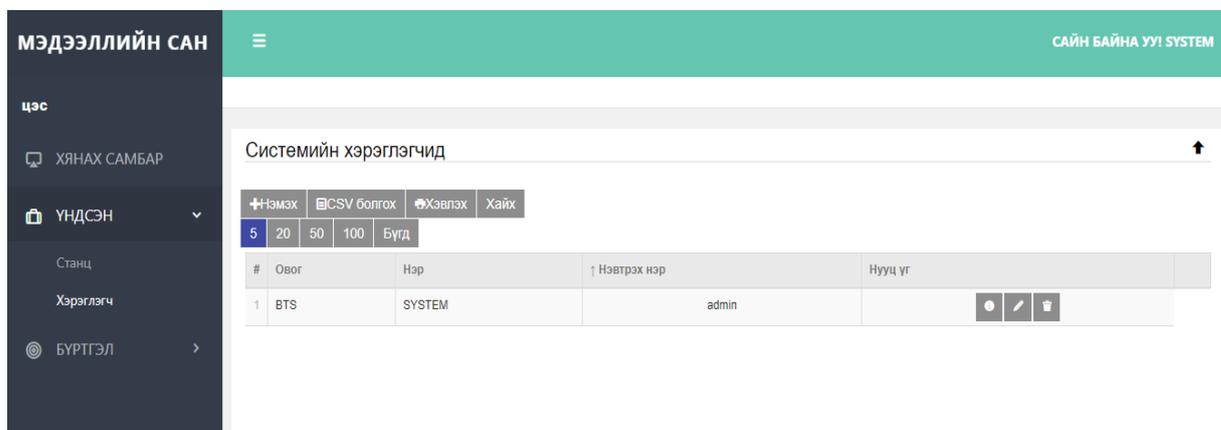
2.14-р зураг. Хайлтын үр дүнг дэлгэрүүлэн харуулсан байдал

2.15-р зурагт үзүүлснээр хайлтын үр дүнг google map програм дээр газарзүйн байршлаар нь харуулах боломжтой.



2.15-р зураг. Хайлтын үр дүнгээр станцын байршлыг харуулсан байдал

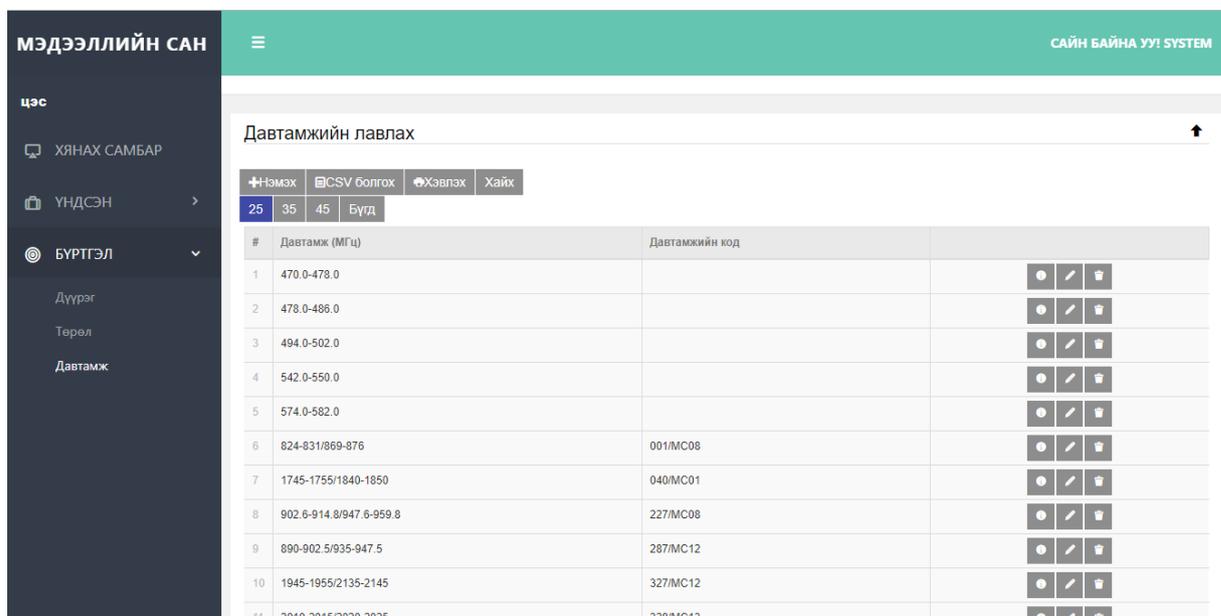
Хэрэглэгчийн хэсэгт тухайн програмд нэвтрэх эрхтэй хүмүүсийн мэдээллийг харуулж өгсөн бөгөөд нэмэх товч дээр дарснаар шинээр хэрэглэгч нэмэх боломжтой. Мөн хэрэглэгчийн мэдээллийг хэвлэж гаргана.



2.18-р зураг. Хэрэглэгчийн мэдээллийн хэсэг

3. Бүртгэлийн цэс:

Бүртгэлийн цэс нь дүүрэг, төрөл, давтамж зэрэг мэдээллийг багтаасан ба эдгээр мэдээллээ хайх, нэмэх, хасах болон хэвлэх боломжтой. Энэ цэсийг тусгай эрхтэй хэрэглэгч ашиглана. Энэ цэсийн давтамж гэсэн хэсэгт ЦСД-ны үүсгүүрийн радио долгионы давтамжийг багтаасан бөгөөд мөн давтамжийн кодыг тайлж харуулсан байна.



2.19-р зураг. Давтамжийн лавлах

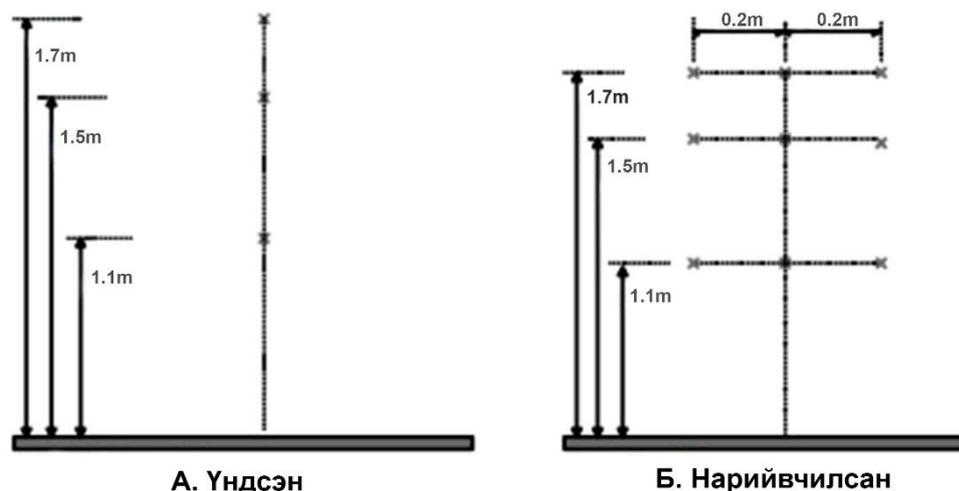
Давтамжийн лавлах хэсэгт хэрэглээнд албан ёсоор шинээр нэвтэрсэн давтамжийн цараа, хуваарилалтыг код болон давтамжийн зурвас гэсэн талбартайгаар мэдээллийн санд нэмж оруулах боломжтой.

Гуравдугаар бүлэг. Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын хэмжээг тодорхойлсон үр дүн, тархалтын зураглал

3.1. Цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэг хэмжих арга зүй[5]

Радио станцаас хүний биед үзүүлэх ЦСО-гийн нөлөөллийг үнэлэх үед хэмжилт хийх талбай болон цэгүүдийн тоог тодорхойлох нь хамгийн чухал байдаг. Хэмжилтийн аргууд нь жил ирэх тусам өөрчлөгдөн хөгжсөөр байна. Олон улсын, тухайн улсын, бүс нутгийн олон стандартын байгууллагууд (ITU, IEEE, IEC г.м) газрын хэмжилтийн түгээмэл стандартуудыг хооронд нь уялдуулахаар хүчин чармайлт гарган ажиллаж байна. Онолын түвшинд хэмжилтийг хэрхэн хийх ёстойг доор тайлбарлав.

Газар дээрх хэмжилт хийх аргын хувьд орон зайн хувьд хэмжилт хийх дундаж 3 өндрийг авч үздэг. Үүнд: 1.1м, 1.5 м, 1.7м байх ба 3.1-р зурагт харуулав. Энд хэмжилт хийх үндсэн гурван цэг, нарийвчлалтай хэмжилт хийх нийт 9 цэг байна.



3.1-р зураг. Хэмжилт хийх цэгүүд

Орон зайн дундаж утгуудыг тооцоолохдоо дараах илэрхийллийг ашиглана.

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (E_i \text{ or } H_i)^2}{N}} \quad (3.1)$$

Үүнд:

E_i болон H_i – Хэмжилтийн цэг бүрд хэмжигдсэн цахилгаан болон соронзон орны хүчлэгүүдийн утга;

N – Хэмжилт хийсэн цэгийн тоо; (3 эсвэл 9 байна)

Хол зайд туйлшралын өөрчлөлтөөс болж тухайн чиглэл дэх цахилгаан болон соронзон орны хүчлэгийн хувьд зөрүү үүсдэг иймээс хүлээн авах талд изотроп

буюу чиглэлгүй антенн ашиглана. Хэмжилтийг нарийн зурвасаар хийхийн тулд тусгайлсан проб антенн ашиглана.

Хэмжилт хийх хугацаа: ICNIRP байгууллагын гарын авлагад зааснаар ЦСО-гийн хэмжилтийг цэг бүрд 6 минутын турш хийх ёстой гэж зөвлөсөн байдаг. Ингэхдээ зориулалтын ЦСО-гийн хэмжүүрийн багаж ашиглаж болохоос гадна спектр анализатор ашиглаж болно. Хэмжилт хийх цэгийн тоо нэмэгдэх тусам, хэмжилт хийх хугацаа нэмэгдэнэ. Иймээс нарийвчилсан хэмжилтийн хувьд тухайн нэг давтамж дээр илүү их хугацаа шаардана. Цаашлаад зурвас бүрээр ялган хэмжилт хийнэ гэвэл хэмжилт хийх ажил нийлээд удааширдаг.

Цахилгаан орны хүчлэгийн хэмжилт: Энэ хэмжилт нь радио станцыг суурилуулах үед хийгддэг учраас өмнөх аргаас ялгаатай. Өмнөх хэмжилтийн аргын хувьд ойр орчинд нь хүн байгаа нөхцөлд авч үздэг. Цахилгаан болон соронзон орны хүчлэгийн газар дээрх хэмжилтийн үед станцын ойролцоо байрлах орон зайн дурын нэг байрлал сонгон аваад хэмжилтийн орон зайн хувьд ялгаатай 3 эсвэл 9 цэгийн хэмжилтийн дундаж утгыг авч үздэг бол цахилгаан орны хүчлэгийн хэмжилтийн хувьд радио станцтай шууд харалтын зайн тэнхлэг дагуу хэд хэдэн байрлалыг тогтмол зайн алхамтайгаар сонгож авдаг. Радио станцтай хамгийн ойр хэмжилт хийх эхний цэгийг хэмжилтийн эхлэлийн цэг гэх ба дараагийн цэг хүртэлх тогтмол зайн алхмыг хэмжилтийн алхам гэнэ. Хэмжилтийн эхний цэг нь урьдчилан тодорхойлогдсон мэдээллүүдийн тусламжтайгаар тооцоологдон гарч ирдэг. Тухайлбал: Антенны өндөр, нэвтрүүлэх чадал, тархалтын зам г.м. Хамгийн их утга хэмжигдсэн байрлалд дахин хэмжилт хийсний дараа хамгийн их утга баталгааждаг.

Хэмжилтийн эхлэлийн цэг болон хэмжилтийн алхмыг тодорхойлох: Хэмжилтийн эхлэлийн цэг нь радио станцын цамхгийн доор хамгийн ойр байх ба хэмжилт хийж эхлэх цэгийг заадаг. Энэ цэгийг тодорхойлохдоо антенны хазайлтын өнцөг, газрын түвшнээс дээш өргөгдсөн өндрийг авч үздэг. Холбогдох стандартад зааснаар хэмжилтийн эхлэлийн цэг хүртэлх зайг тодорхойлохдоо тооцооллоор гарч ирсэн 5R зайтай тэнцүү байна гэж үздэг. R зайг тодорхойлохдоо дараах илэрхийллийг ашиглана. 5R зайг хэмжилт хийж эхлэх цэг хүртэлх зохистой зай гэнэ.

$$R = \sqrt{\frac{AP10^{G/10}}{4\pi E^2/\eta_0}} \quad (3.2)$$

Үүнд:

A – Тогтмол утга бөгөөд ихэвчлэн 2.5 байдаг бол AM өргөн нэвтрүүлгийн хувьд 4.0 байдаг.

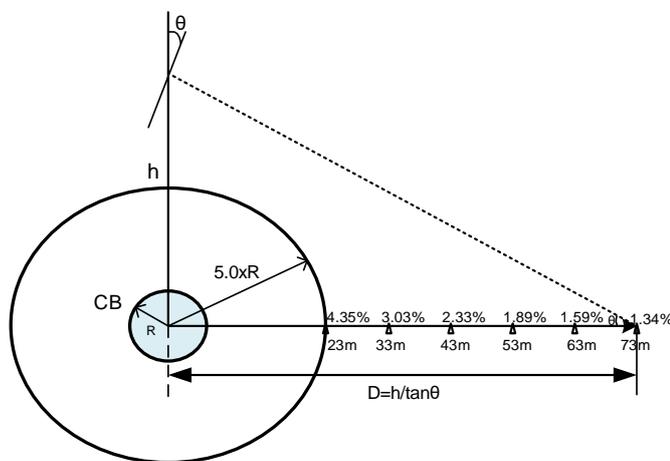
P – Нэвтрүүлэгчийн идэвхтэй цацаргалтын чадал (EIRP) [Вт]

G – Антенны өсгөлт [дБ]

E – Цахилгаан орны хүчлэгийн заагдсан түвшин [В/м]

η – Чөлөөт орчны бүрэн эсэргүүцэл [377Ом]

Радио станц орчмын хэмжилтийн ихэнх судалгаанаас харахад зохистой зайнаас цааш хэмжилт хийх нь хүндрэлтэй байдаг төдийгүй ихэнх хэмжилтүүд энэ зайн дотор буюу $r < 5R$ нөхцөлд хэмжилт хийсэн байдаг. 3.2-р зургаас харахад 5R зайд буюу станцаас 1м орчим зайд ЦСО-гийн хүчлэг нь 4.35% байгаа юм. Харин Боломжит Хамгийн Их Оронгийн Хүчлэг Үүсэх Байрлал (PMFP-Possible Maximum Field Position)-д оронгийн хүчлэг 1.34% байгаа юм. Боломжит хамгийн их оронгийн хүчлэг үүсэх байрлалд цахилгаан орны хүчлэгийн унтралт 5R зайтай харьцуулахад их байдаг. Иймээс 5R зайнаас эхлэн зайг ихэсгэх байдлаар хэмжилт хийх нь үндэстэй юм. Мөн түүнчлэн бодит орчинд станцын орчимд буюу боломжит хамгийн их оронгийн хүчлэг үүсэх байрлалд оронгийн хүчлэгийн унтралт хэт ихээр тооцогддог.

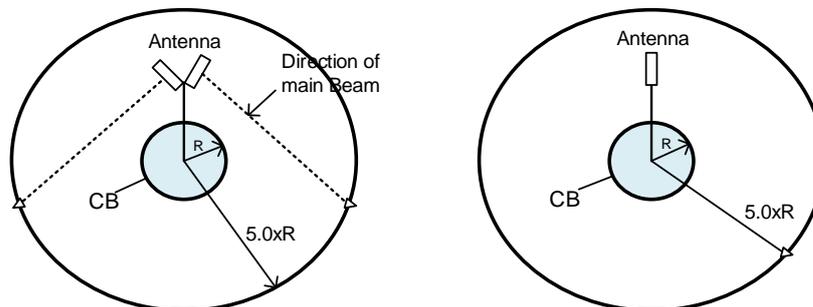


3.2-р зураг. Тооцооллоор таамагласан цахилгаан орны хүчлэг (5R болон PMFP байрлалд)

3.2-р зурагт үзүүлсэн тооцооллыг хийхдээ антенны өсгөлт 19дБ, нэвтрүүлэх чадал 30Вт, системийн алдагдал 4дБ, антенны өндөр 20м, хазайлтын өнцөг 15 градус гэж тооцлоо. Хэмжилтийн эхний цэгийг тодорхойлохдоо нэмэлт шаардлага болгон антенны төрлийг авч үзэж болох боловч энэ нь ихэвчлэн шууд харалтын зайн хязгаарт хамааралтай байдаг.

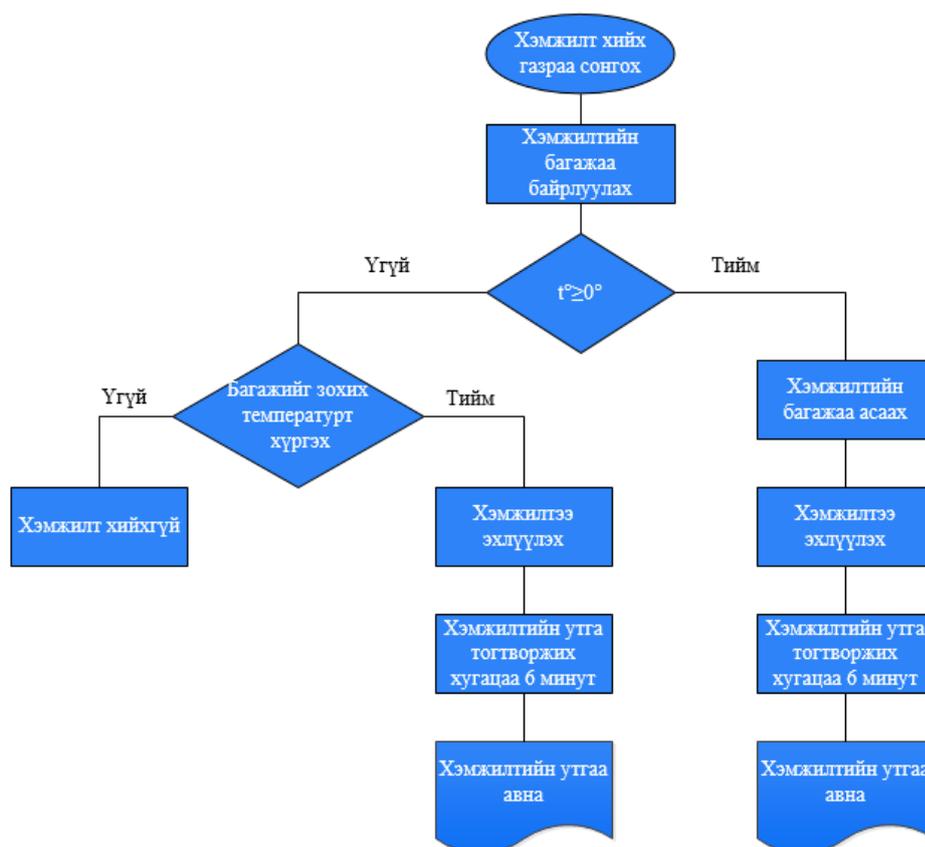
3.3-р зурагт 2 өөр төрлийн антенны хувьд (хэсэгчлэл хийгдсэн чиглэлтэй антенн болон чиглэлгүй антенн) хэмжилтийн эхлэлийн цэгийг сонгох шалгуурыг

харууллаа. Хэсэгчлэл хийгдсэн антенны тохиолдлыг авч үзвэл хэмжилтийн эхлэлийн цэг нь хэсэглэл тус бүрд нь сонгогдож таарна. Харин чиглэлгүй антенны хувьд тухайн шууд харалтын зайн чиглэлд 1 цэг сонгоод хэмжих боломжтой.



3.3-р зураг. Хэсэгчилсэн болон Чиглэлгүй антенны хувьд хэмжилтийн эхний цэг сонгох

Энэхүү төслийн хүрээнд Улаанбаатар хотын хэмжээнд ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалтын хэмжилт хийхдээ 3.3-р зурагт үзүүлсэн хэмжилт хийх дарааллыг баримталсан. Энд зааснаар хэмжилт хийх газраа сонгож, хэмжих төхөөрөмжөө байрлуулна. Орчны температураас хамаарч багажийг ажиллах температур хүртэл халаах, бэлтгэх шаардлага гарч болно. Хэмжүүр хийх ажилд бэлэн боллоо гэж үзвэл хэмжилтээ эхлүүлнэ. Хэмжилтийн үргэлжлэх хугацаа дунджаар 6 минут байх бөгөөд энэ хугацаанд хэмжүүрийн заалт тогтворжиж утгыг тэмдэглэж авах боломжтой болно. Хэмжилтийн үр дүнгээр сан үүсгэж дараагийн шатанд боловсруулалт хийнэ. Боловсруулалтын явцад үр дүнг стандарт утгатай харьцуулан үнэлэлт, дүгнэлт гаргана. Хэмжилтийг зогсож байгаа хүний биеийн өндөрт хийх ба аль болох гадны нөлөө орохоос сэргийлэх ёстой.



3.4-р зураг. Хэмжилт хийх дараалал

3.2. Улаанбаатар хотын сонгосон цэгүүдэд цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн хэмжилт хийсэн үр дүн

2018 онд төслийн хүрээнд Улаанбаатар хотын хэмжээнд ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн хэмжээг тодорхойлсон хэмжилтүүдийг дараах 2 чиглэлийн дагуу хийж гүйцэтгэсэн. Үүнд:

1. Хөдөлгөөнт холбооны антенн байрлуулсан сургууль, цэцэрлэгийн барилга, түүний эргэн тойронд;
2. Хэмжилт хийлгэхээр хүсэлт гаргасан байгууллага, хувь хүмүүсийн хүсэлтийн дагуу тухайн байгууламжид очин хэмжилтүүдийг авсан.

Хөдөлгөөнт холбооны бааз станцууд байрлуулсан сургууль, цэцэрлэгийн гадаад, дотоод орчны 18 цэгт, шаардлагатай гэж үзсэн тодорхой 17 цэгт хэмжилтүүдийг авахад төслийн багийн гишүүн болох ХХЗХ-ны мэргэжилтнүүд болон МХТС-ийн багш, оюутнууд оролцон ажилласан. ХХЗХ-нд ашиглагдаж буй Smart Fieldmeter® RFP-04CE загварын хэмжүүрийн багажийг голлон ашигласан хэдий ч 3ГГц хүртэл зурваст хэмжих учраас зарим үүсгүүрүүдийн цацаргаж байгаа ЦСД-ны нөлөөлөл тооцогдохгүй хэмээн тооцон өндөр давтамжид ажиллах чадвартай хэмжүүрийн багажийг АНУ-аас төслийн хөрөнгө оруулалтаар /6ГГц, 8ГГц хүртэл давтамжид ажиллах/ доорх 2 хэмжүүрийн багажийг худалдан авч

ашигласан. Мөн Anritsu 2724B загварын спектр анализаторыг /R&S®HL300, PI-01:200КГц-3ГГц-ийн антеннуудын хамт/ хэмжилтэд хэрэглэсэн.



3.5-р зураг. Smart Fieldmeter® RFP-04CE загварын хэмжүүрийн багаж



3.6-р зураг. Acoustimeter AM-10 болон Trifield EMF meter TF2 загварын хэмжүүрийн багажууд

Хэмжилтийн үр дүнг MNS 5594:2015 стандартад заасан ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн ХХН-ний утгатай харьцуулан үнэлэлт, дүгнэлт гаргасан. Хэмжилт тус бүрийн гүйцэтгэсэн хугацаа, хэмжилт хийсэн байршлын талаарх мэдээллийг 3.1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

3.1-р хүснэгт. Хэмжилтүүдийн товчоо

Хэмжилтийн дугаар	Гүйцэтгэсэн хугацаа	Хэмжилт хийсэн байршил	Координат
Хэмжилт 1	2018.03.25	УБ хот, БЗД 12-р хороо, “Баянмонгол” хотхоны 401 байр	106°56'04.5"E 47°54'25.3"N
Хэмжилт 2		УБ хот, БГД 18-р хороо, 4-р хороолол, 33 байр	106°53'15.5"E 47°55'20.9"N
Хэмжилт 3	2018.04.07	УБ хот, БЗД 26-р хороо “Кристал таун” хотхон 802-р байр 1509 тоот	106°56'26.85"E 47°54'22.62"N
Хэмжилт 4		УБ хот, БГД 3-р хороо “ Нарны хороолол” 16-р байр	106°53'52.42"E 47°54'21.23"N
Хэмжилт 5	2018.04.27	УБ хот, ХУД 11-р хороо “Маршал таун” хотхон 115-р байр	106°56'3.90"E 47°53'38.30"N
Хэмжилт 6		УБ хот, ХУД 11-р хороо “Маршал таун” хотхон 114-р байр	106°56'4.26"E 47°53'37.25"N
Хэмжилт 7	2018.05.10	УБ хот, СХД 1-р хороо, орбитын гудамжинд орших техникийн байрны орчим	106°45'24.14"E 47°54'41.38"N
Хэмжилт 8		УБ хот, БГД 5-р хороо, ДЦС-4 ТӨХК-ийн байр	106.800012°E 47.893198°N
Хэмжилт 9		УБ хот, БЗД 26-р хороо,ны Нарлаг өргөө хотхоны 721-р байр	1. 106°56'29.11"E 47°54'13.96"N 2. 106°56'29.17"E 47°54'13.33"N 3. 106°56'28.25"E 47°54'13.28"N 4. 106°56'28.13"E 47°54'13.98"N
Хэмжилт 10	2018.05.23	УБ хот, ХУД 1-р хороо 19-р	106.907066°E

		хороолол ТЕГ-ын 25-р байр	47.900654°N		
Хэмжилт 11	2018.05.27	УБ хот, СБД 6-р хороо бага тойруу 23-р байр	47.925714" 106.918723"		
Хэмжилт 12	2018.05-06 сард	59-р сургууль	49-р сургууль	47.788731" 106.707447"	47.956792" 106.903564"
		60-р сургууль	58-р сургууль	47.865422" 106.803625"	47.978375" 106.934615"
		41-р сургууль	71-р сургууль	47.869464" 106.817978"	47.997740" 106.970819"
		34-р сургууль	72-р сургууль	47.873050" 106.831987"	47.960295" 106.898872"
		42-р сургууль	17-р сургууль	47.915239" 106.775467"	47.948400" 106.912569"
		65-р сургууль	11-р сургууль	47.921552" 106.795148"	47.914979" 106.898092"
		105-р сургууль	ЧД ЭМНэгдэл	47.954072" 106.848593"	47.925484" 106.913809"
		СХД ЭМНэгдэл	СБД ЭМНэгдэл	47.915085" 106.846335"	47.931053" 106.928000"
		57-р сургууль	87-р сургууль	47.941417" 106.909625"	47.918135" 107.035614"
Хэмжилт 13	2018.06.03	УБ хот, БЗД 26-р хорооны нутаг дэвсгэрт байрлах Олимп виллаж хотхоны 200-р байр	47.904005" 106.929783"		
		УБ хот, БЗД 26-р хорооны нутаг дэвсгэрт байрлах Олимп виллаж хотхоны 200-р байрны 270 тоот			
Хэмжилт 14	2018.06.06	УБ хот, БГД 20-р хороо ТЭЦ-4 ТӨХК Захиргааны 1-р байр	47.893032" 106.7997634"		
Хэмжилт 15	2018.06.08	УБ хот, БЗД 11-р хороо, Ургах Наран хорооллын 10-р байр	47.874938" 107.113810"		
Хэмжилт 16	2018.09.08	УБ хот, ХУД 15-р хороо Хүннү 2222 хорооллын 108-р байр	47.895201" 106.921591"		
Хэмжилт 17	2018.09.10	УБ хот, ХУД 11-р хороо Маршал таун хотхоны 114-р байр	47.53'37.18" 106.56'04.69"		
	2018.09.11	УБ хот, ХУД 3-р хороо Ривер Стоун-2 хотхоны 26А байр	47.54'08.82" 106.53'10.08"		
Хэмжилт 18	2018.09.15	УБ хот БЗД 11-р хороо, Ургах Наран хорооллын 10-р байр	47.874938" 107.113810"		
	2018.09.16	УБ хот БЗД 11-р хороо, Ургах Наран хорооллын 10-р байрны 44 тоот			
	2018.09.17	УБ хот БЗД 11-р хороо, Ургах Наран хорооллын 10-р байр			

1. Баянзүрх дүүргийн 12-р хороонд хийсэн хэмжилт

Баянзүрх дүүргийн 12-р хороонд байрлах Баянмонгол хотхоны 401-р байрны дээвэр дээр байрлах сайтын антенны гол чиглэлд болон ойр орчимд нь радио давтамжтай ЦСО-гийн хүчлэгийн хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.



3.7-р зураг. 1-р цэгийн хэмжилтийн утга



3.8-р зураг. 2-р цэгийн хэмжилтийн утга



3.9-р зураг. 3-р цэгийн хэмжилтийн утга



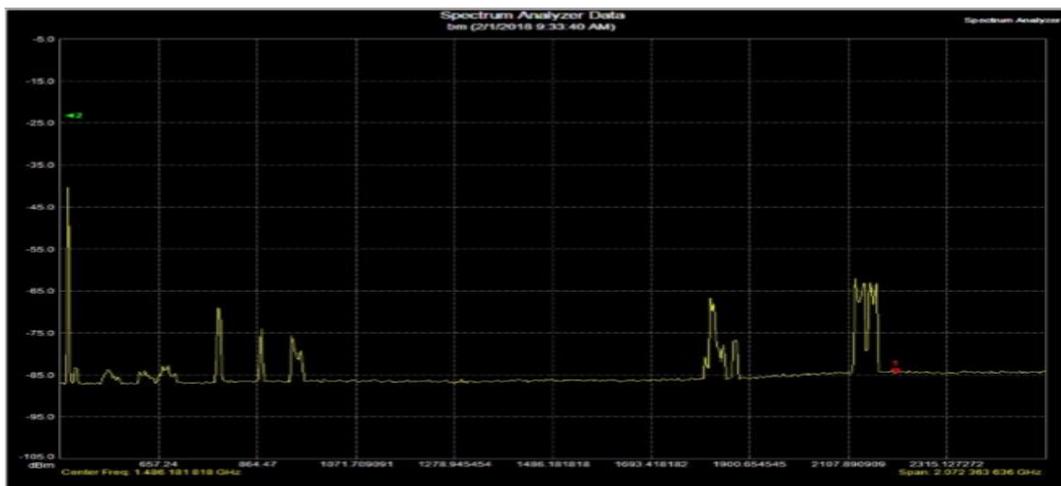
3.10-р зураг. Дээд давхрын техникийн өрөөнд хийсэн хэмжилт



3.2-р хүснэгт. Антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Газрын зураг дээр тэмдэглэсэн цэгийн №	ХЦ-1	ХЦ-2	ХЦ-3
Антенны өндөр [м]	3	3	3
Хэмжилт хийсэн антенны өндөр [м]	2	2	2
Антеннаас хэмжилтийн цэг хүртэлх зай [м]	2	2	2
Байшин дээрх хэмжилтийн дүн [V/m]	3.23	8.88	4.89
Хэмжилтийн дүн [Вт/м ²]	0.027	0.209	0.063
Хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	MNS 5594:2015 стандартын утга: LTE 4G /788-798 МГц/ үед 3.94-3.99 Вт/м ² CDMA900-2G /935-947.5 МГц/ үед 4.67-4.73Вт/м ² LTE 4G /1830-1840 МГц/ үед 9.15-9.2 Вт/м ² WCDMA 3G /2160-2170 МГц/ үед 10 Вт/м ²		

Тус антенн болон тоног төхөөрөмж нь Мобиком ХХК-ийн 2G, 3G, 4G сүлжээний нэвтрүүлэгч бааз станц юм. Ажиллаж буй радио давтамжийн мэдээллийг Anritsu 2724В спектр анализатор ашиглан хэмжилт хийн доорх зурагт үзүүлэв.



3.11-р зураг. Ажиллаж буй радио давтамжийн мэдээлэл

Хэмжилтийн утгаас үзэхэд Мобиком ХХК-ийн бааз станцын хувьд “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” (ЗКГц-ээс 300ГГц) стандартын 4.3-р зүйлийн 9-р хүснэгтийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчин дахь давтамжийн царааны хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс доогуур байгаа учир стандартын шаардлагыг хангаж байгаа болно.

2. Баянгол дүүргийн 18-р хороонд хийсэн хэмжилт

Баянгол дүүргийн 18-р хороонд байрлах 33-р байрны дээвэр дээр байрлах сайтын антенны гол чиглэлд болон ойр орчимд нь радио давтамжтай ЦСО-гийн хүчлэгийн хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.



3.12-р зураг. Хэмжилтийн 1, 2-р цэгийн утга



3.13-р зураг. Хэмжилтийн 3, 4-р цэгийн утга



3.14-р зураг. Дээд давхрын техникийн өрөөнд хийсэн хэмжилт



3.15-р зураг. Хамгийн дээд давхрын 90 тоотод хийсэн хэмжилт



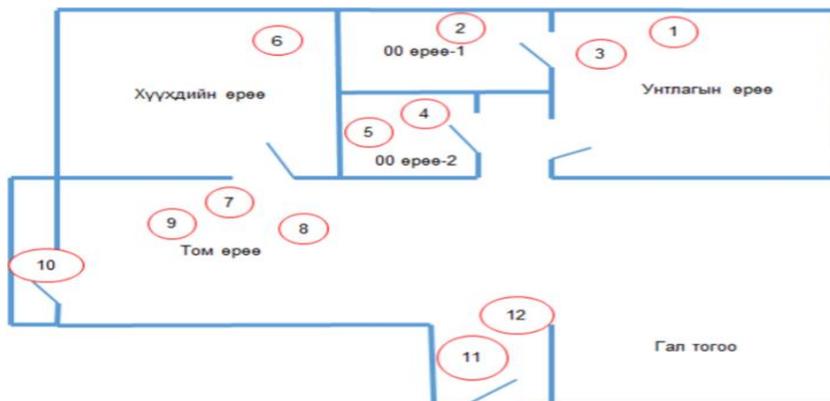
3.3-р хүснэгт. Антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Газрын зураг дээр тэмдэглэсэн цэгийн №	ХЦ-1	ХЦ-2	ХЦ-3	ХЦ-4
Антенны өндөр [м]	4	4	4	4
Хэмжилт хийсэн антенны өндөр [м]	2	2	2	2
Антеннаас хэмжилтийн цэг хүртэлх зай [м]	2	2	2	2
Байшин дээрх хэмжилтийн дүн [V/m]	5.02	6.08	7.34	13.98
Хэмжилтийн дүн [Вт/м ²]	0.066	0.098	0.142	0.518
Хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	MNS 5594:2015 стандартын утга: LTE 4G /788-798 МГц/ үед 3.94-3.99 Вт/м ² CDMA900-2G /935-947.5 МГц/ үед 4.67-4.73Вт/м ² LTE 4G /1830-1840 МГц/ үед 9.15-9.2 Вт/м ² WCDMA 3G /2160-2170 МГц/ үед 10 Вт/м ²			

Хэмжилтийн утгаас үзэхэд Мобиком ХХК-ийн радио давтамжтай тоног төхөөрөмж нь “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” (ЗКГц-ээс 300Гц) стандартын 4.3-р зүйлийн 9-р хүснэгтийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчин дахь давтамжийн царааны хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс доогуур байгаа учир стандартын шаардлагыг хангаж байгаа болно.

3. Баянзүрх дүүргийн 26-р хороонд хийсэн хэмжилт

Баянзүрх дүүргийн 26-р хороонд байрлах “Кристал таун” хотхоны 802-р байрны 1509 тоот байрны дотор 3.16-р зурагт үзүүлсэн байршлаар 12 цэгт хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.



3.16-р зураг. Хэмжилтэд хамрагдсан байршил



3.17-р зураг. (1-4)-р цэгүүдийн хэмжилтийн утгууд



3.18-р зураг. (5-8)-р цэгүүдийн хэмжилтийн утгууд



3.19-р зураг. (9-12)-р цэгүүдийн хэмжилтийн утгууд

3.4-р хүснэгт. Антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Радио давтамж [МГц]	700 МГц – 2100 МГц											
Хэмжилтийн цэг	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Хэмжилтийн хамгийн их утга [В/м]	0.15	3.19	0.65	3.69	5.00	0.49	0.65	0.54	0.53	0.39	0.92	0.91
Чадлын нягт [Вт/м ²]	0.000	0.027	0.001	0.036	0.066	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.002	0.002
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	700–2100 МГц-ийн радио давтамжтай дохионы хувьд 3.5–10 Вт/м ²											

“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 4.3-р зүйлийн 9-р хүснэгтийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны 700-2100МГц-ийн давтамжийн царааны чадлын нягтын үйлчлэгч утгад хэмжилт хийхэд гадна орчны чадлын нягт нь хүлцэх хамгийн бага нөлөөний хязгаарын түвшнээс (3.5Вт/м²) бага байна.

4. Баянгол дүүргийн 3-р хороонд хийсэн хэмжилт

Баянгол дүүргийн 3-р хороонд байрлах “Нарны хороолол” хотхоны 16-р байрны дээвэр дээр суурилуулсан үүрэн холбооны бааз станцын цацаргалтын бүсийн 9 цэгт хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.



3.20-р зураг. Нэвтрүүлэгч антеннуудын суурилагдсан байдал



3.21-р зураг. I-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд



3.22-р зураг. II-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд



3.23-р зураг. III-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд

3.5-р хүснэгт. Антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Радио давтамж [МГц]	700 МГц – 2100 МГц								
Хэмжилтийн цэг	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Хэмжилтийн хамгийн их утга [В/м]	3.78	8.64	7.00	7.50	4.92	5.52	7.72	5.83	7.17
Чадлын нягт [Вт/м ²]	0.038	0.198	0.130	0.149	0.064	0.070	0.158	0.090	0.136
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	700 – 2100МГц-ийн радио давтамжтай дохионы хувьд 3.5 – 10 Вт/м ²								

“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 4.3-р зүйлийн 9-р хүснэгтийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны 700-2100МГц-ийн давтамжийн царааны чадлын нягтын үйлчлэгч утгад хэмжилт хийхэд гадна орчны чадлын нягт нь хүлцэх хамгийн бага нөлөөний хязгаарын түвшнээс (3.5Вт/м²) бага байна.

5. Хан-Уул дүүргийн 11-р хороонд хийсэн хэмжилт

Хан-Уул дүүргийн 11-р хороонд байрлах “Маршал таун” хотхоны 115-р байрны 1-р орчны дээвэр дээр суурилуулсан үүрэн холбооны бааз станцуудын цацаргалтын бүсийн 9 цэгт хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.



3.24-р зураг. Нэвтрүүлэгч антеннуудын суурилагдсан байдал



3.25-р зураг. I-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд



3.26-р зураг. II-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд



3.27-р зураг. III-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд

3.6-р хүснэгт. Антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Радио давтамж [МГц]	700 МГц – 2100 МГц								
Хэмжилтийн цэг	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Хэмжилтийн хамгийн их утга [В/м]	4.2	3.89	4.58	7.44	5.34	8.61	3.53	4.13	7.62
Чадлын нягт [Вт/м ²]	0.047	0.040	0.056	0.147	0.046	0.197	0.033	0.045	0.154
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	700 – 2100 МГц-ийн радио давтамжтай дохионы хувьд 3.5 – 10 Вт/м ²								

“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 4.3-р зүйлийн 9-р хүснэгтийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны 700-2100МГц-ийн давтамжийн царааны чадлын нягтын үйлчлэгч утгад хэмжилт хийж гүйцэтгэлээ. Хэмжилтийн утгаас үзэхэд гадна орчны чадлын нягт нь хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс бага байна.

6. Хан-Уул дүүргийн 11-р хороонд хийсэн хэмжилт

Хан-Уул дүүргийн 11-р хороонд байрлах “Маршал таун” хотхоны 114-р байрны дээвэр дээр суурилуулсан үүрэн холбооны бааз станцуудын цацаргалтын бүсийн 9 цэгт хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.



3.28-р зураг. Нэвтрүүлэгч антеннуудын суурилагдсан байдал



3.29-р зураг. I-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд



3.30-р зураг. II-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд



3.31-р зураг. III-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд

3.7-р хүснэгт. Антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Радио давтамж [МГц]	700 МГц – 2100 МГц								
Хэмжилтийн цэг	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Хэмжилтийн хамгийн их утга [В/м]	6.29	5.34	4.71	5.04	4.20	6.67	4.58	9.73	4.25
Чадлын нягт [Вт/м ²]	0.105	0.076	0.059	0.067	0.047	0.118	0.056	0.251	0.048
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	700 – 2100 МГц-ийн радио давтамжтай дохионы хувьд 3.5 – 10 Вт/м ²								

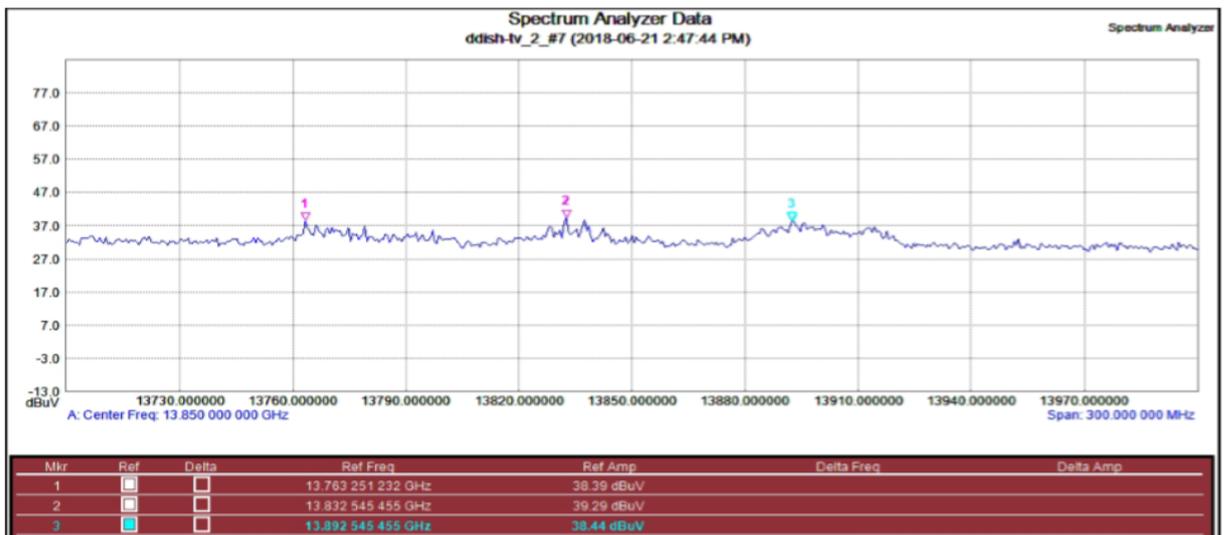
“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 4.3-р зүйлийн 9-р хүснэгтийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны 700-2100МГц-ийн давтамжийн царааны чадлын нягтын үйлчлэгч утгад хэмжилт хийж гүйцэтгэлээ. Хэмжилтийн утгаас үзэхэд гадна орчны чадлын нягт нь хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс бага байна.

7. Сонгинохайрхан дүүргийн 1-р хороонд хийсэн хэмжилт

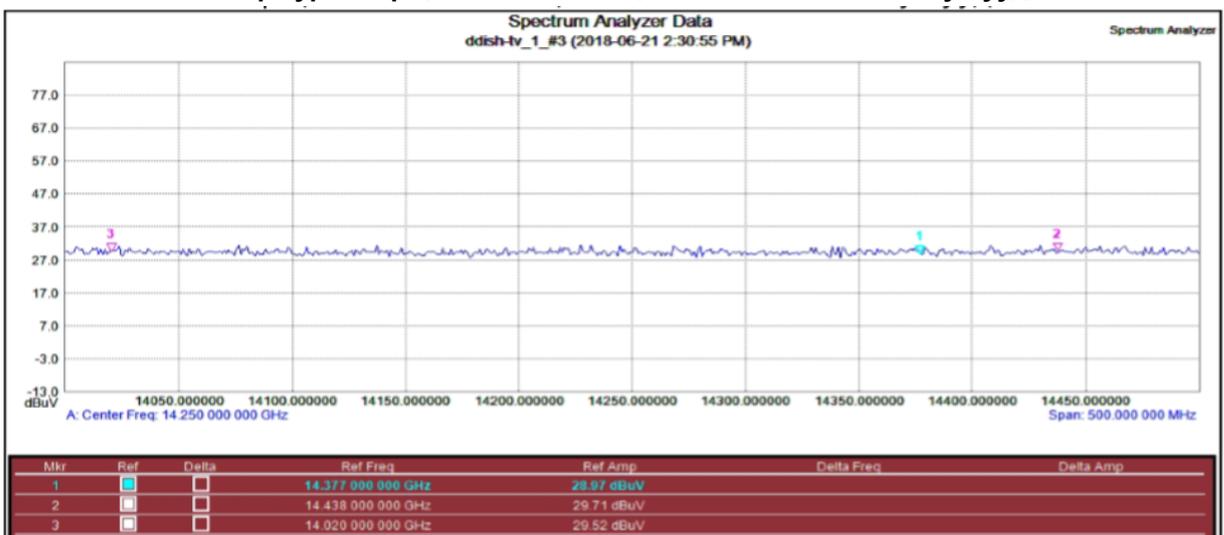
Сонгинохайрхан дүүргийн 1-р хороо, орбитын гудамжинд байрлах техникийн байрны орчимд суурилуулсан сансрын холбооны газрын станцын нэвтрүүлэх болон хүлээн авах антеннуудын цацаргалтын бүсийн 8 цэгт хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн. Хэмжилтэд 1ГГц - 18ГГц-ийн HORN антенн ашигласан.



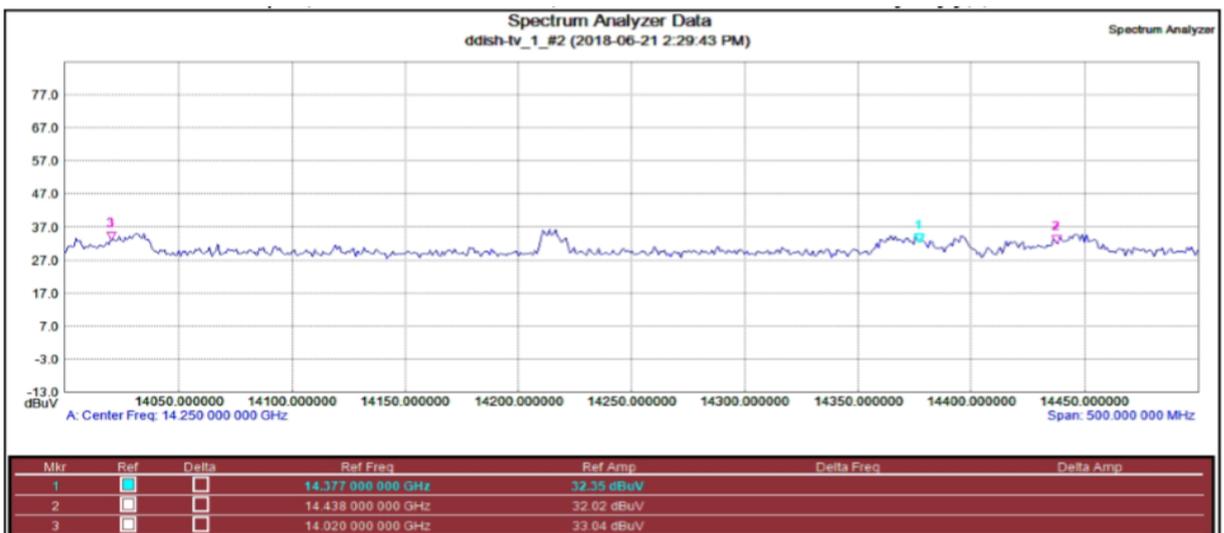
3.32-р зураг. Сансрын холбооны газрын станцын нэвтрүүлэх болон хүлээн авах антеннуудын байршил



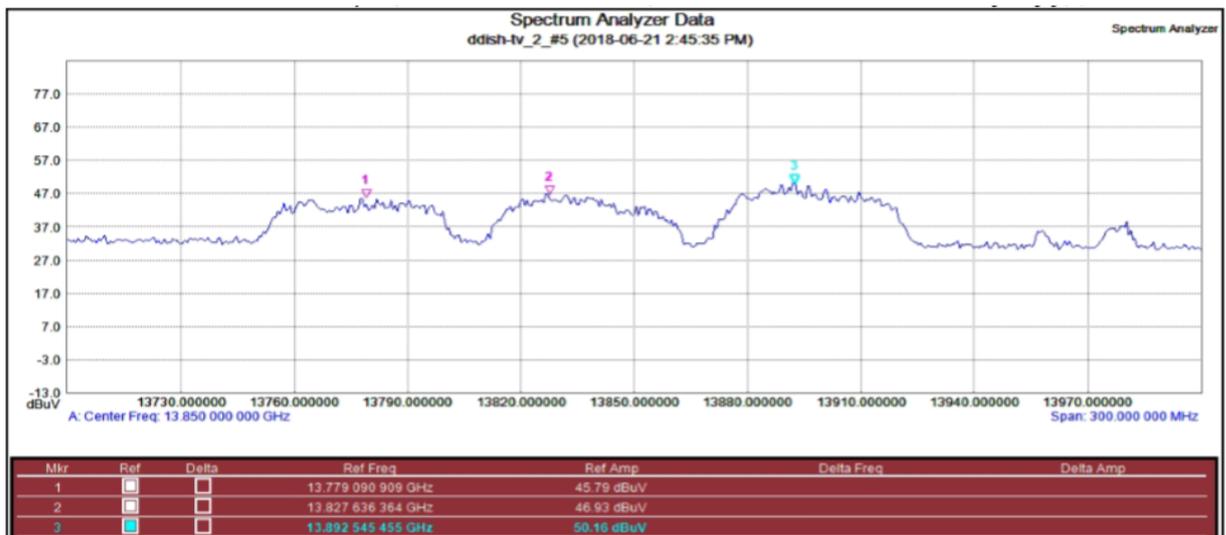
3.33-р зураг. 1-р цэгийн 13000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



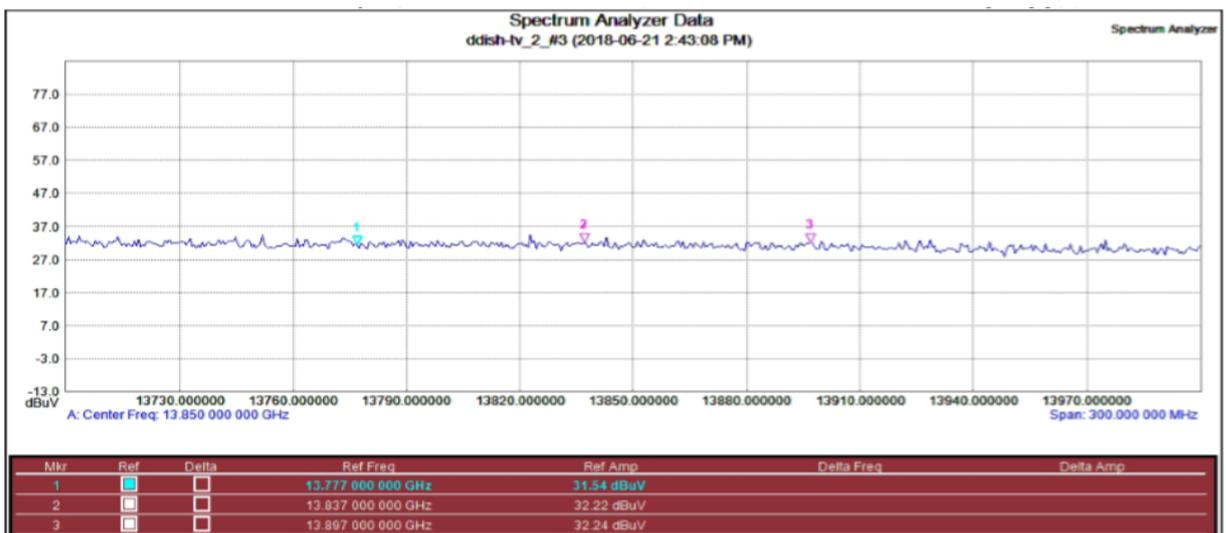
3.34-р зураг. 1-р цэгийн 14000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



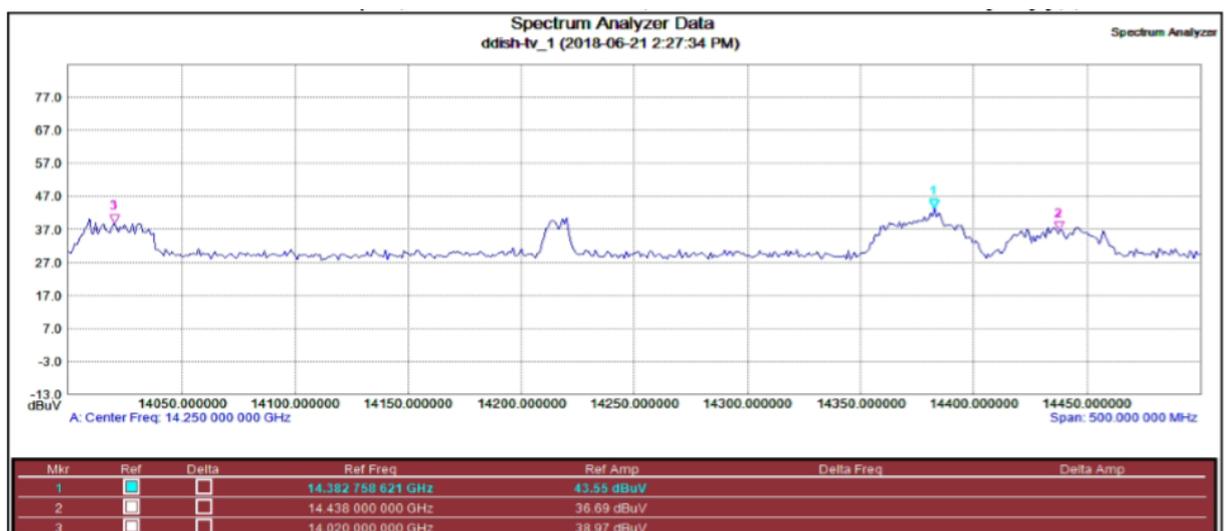
3.35-р зураг. 2-р цэгийн 13000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



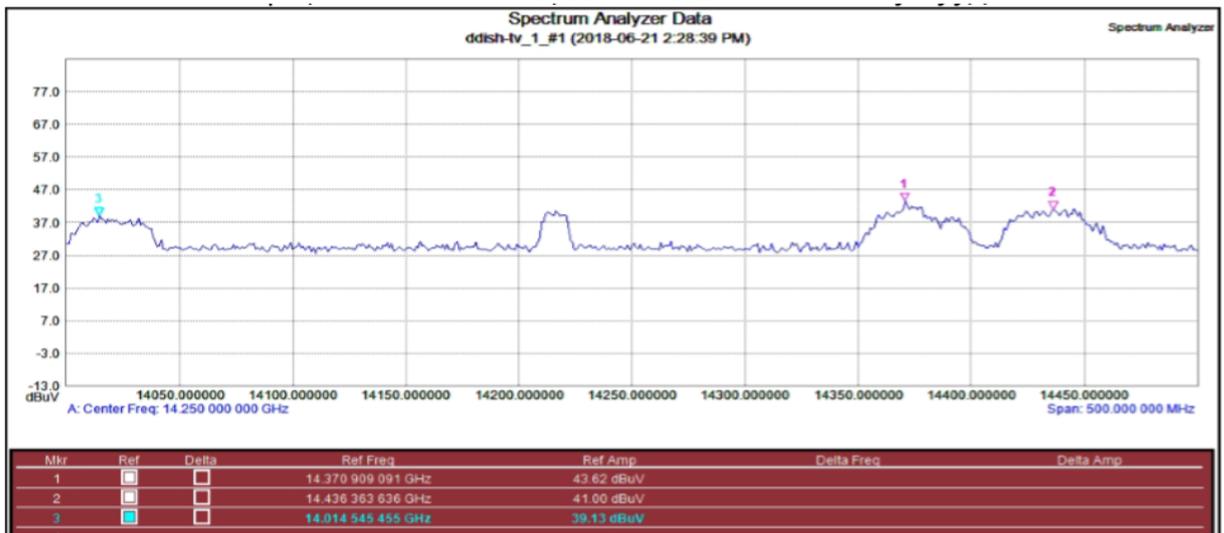
3.36-р зураг. 2-р цэгийн 14000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



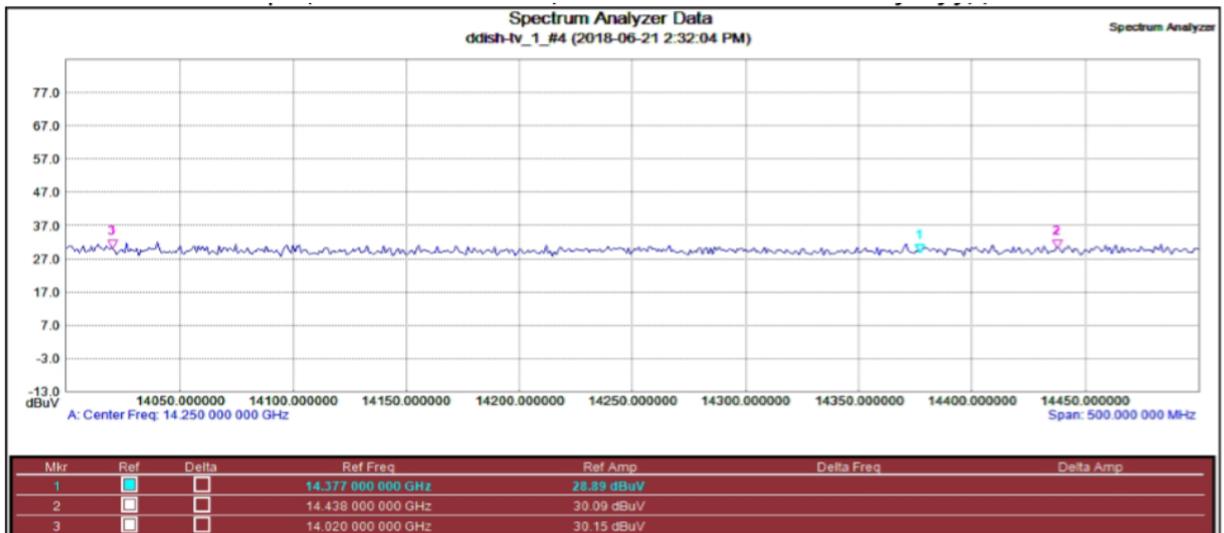
3.37-р зураг. 3-р цэгийн 13000 МГц антенны хэмжилтийн утгууд



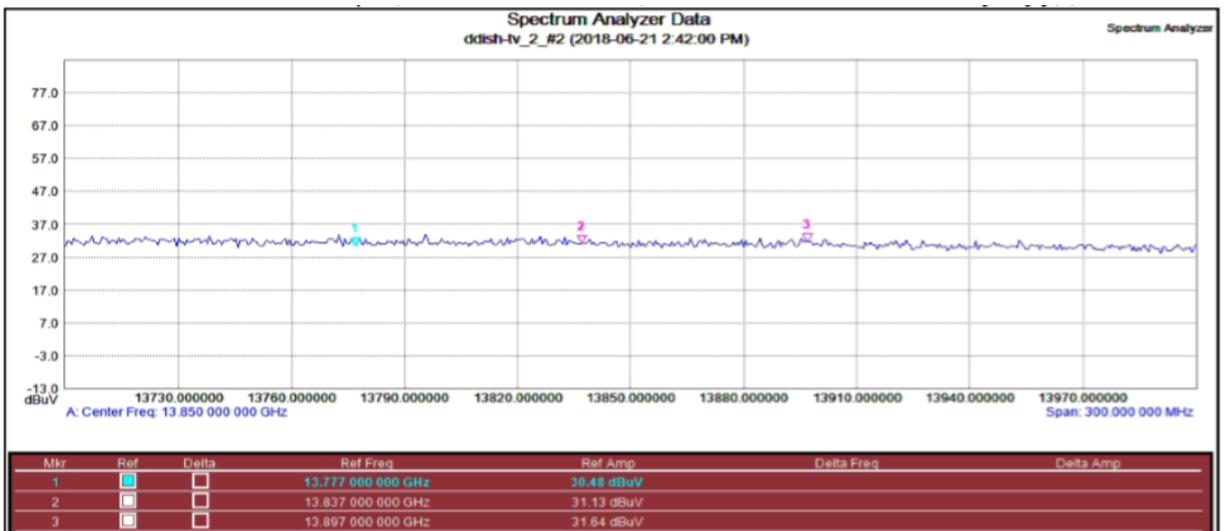
3.38-р зураг. 3-р цэгийн 14000 МГц антенны хэмжилтийн утгууд



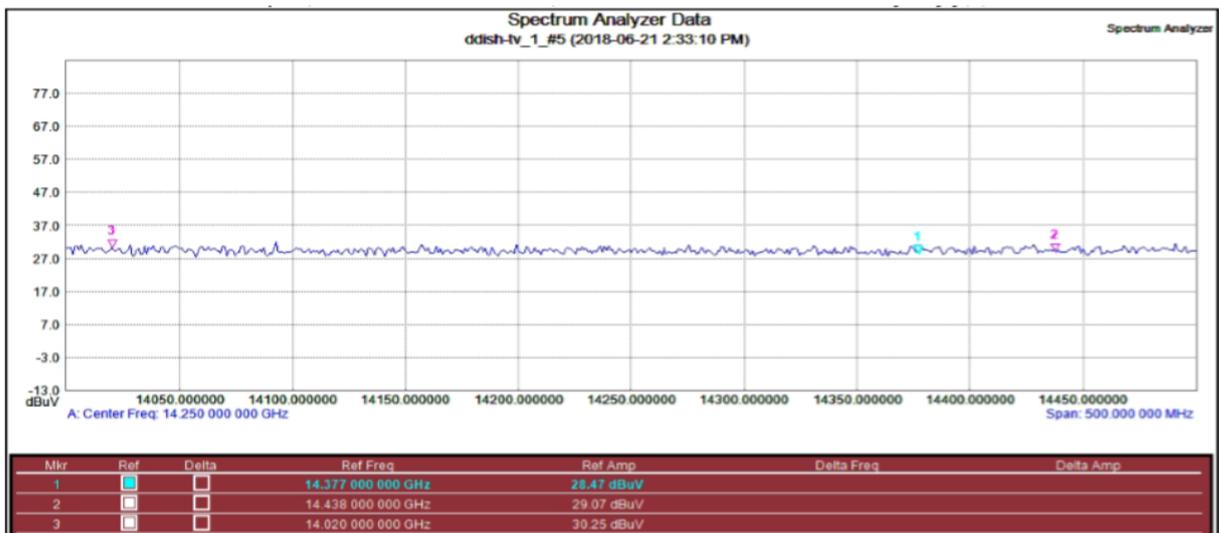
3.39-р зураг. 4-р цэгийн 13000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



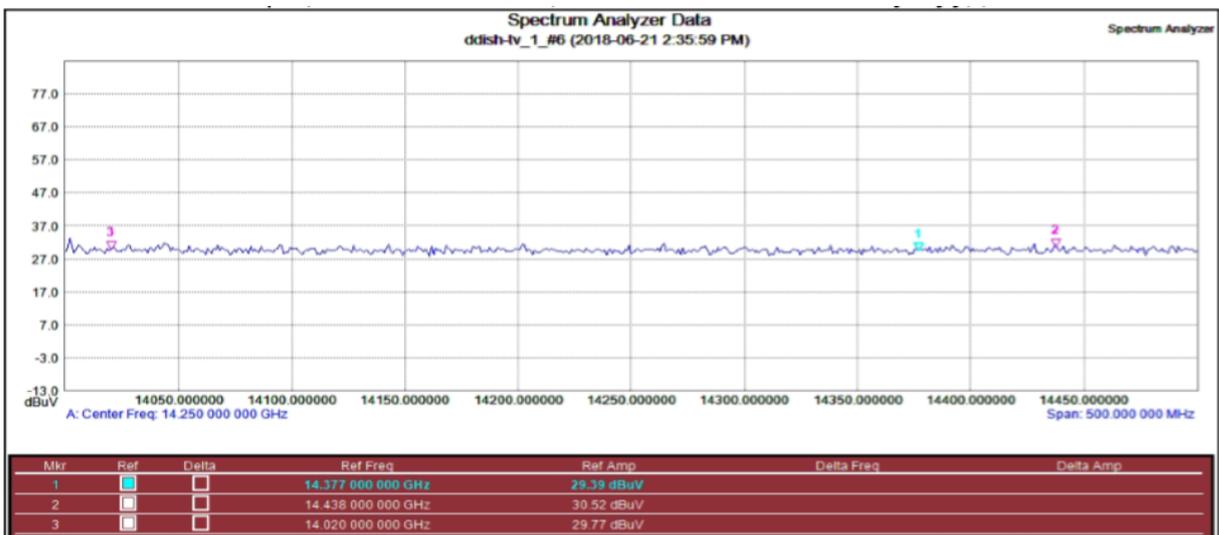
3.40-р зураг. 4-р цэгийн 14000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



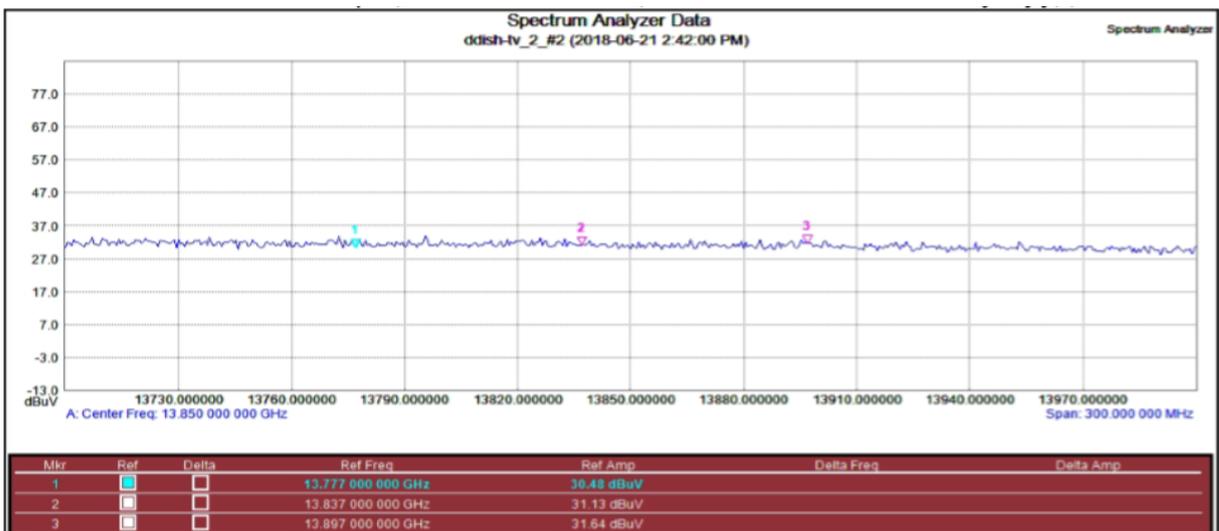
3.41-р зураг. 5-р цэгийн 13000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



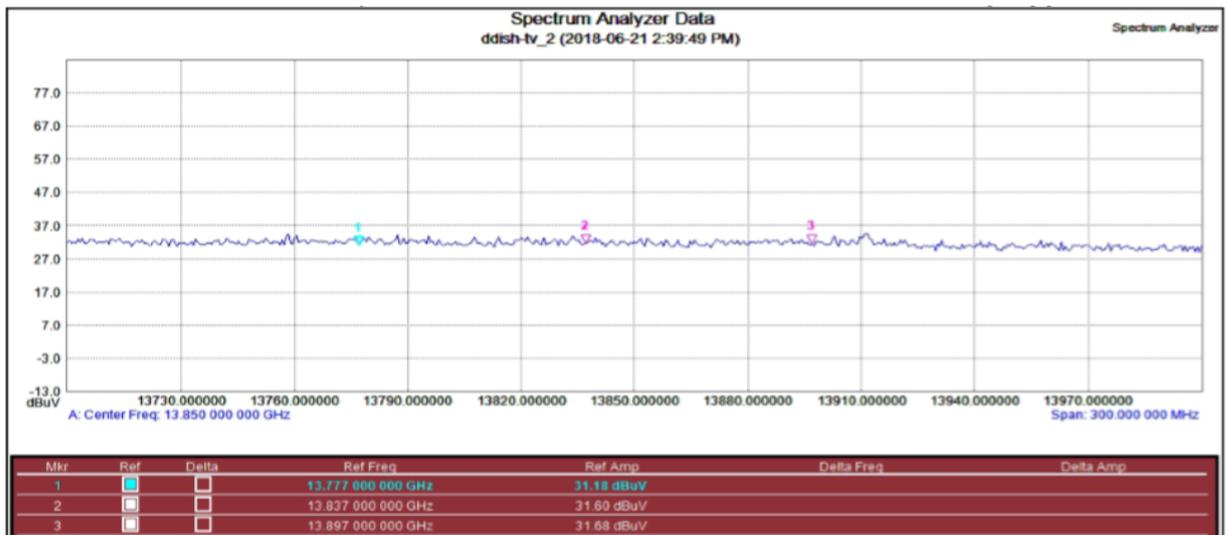
3.42-р зураг. 5-р цэгийн 14000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



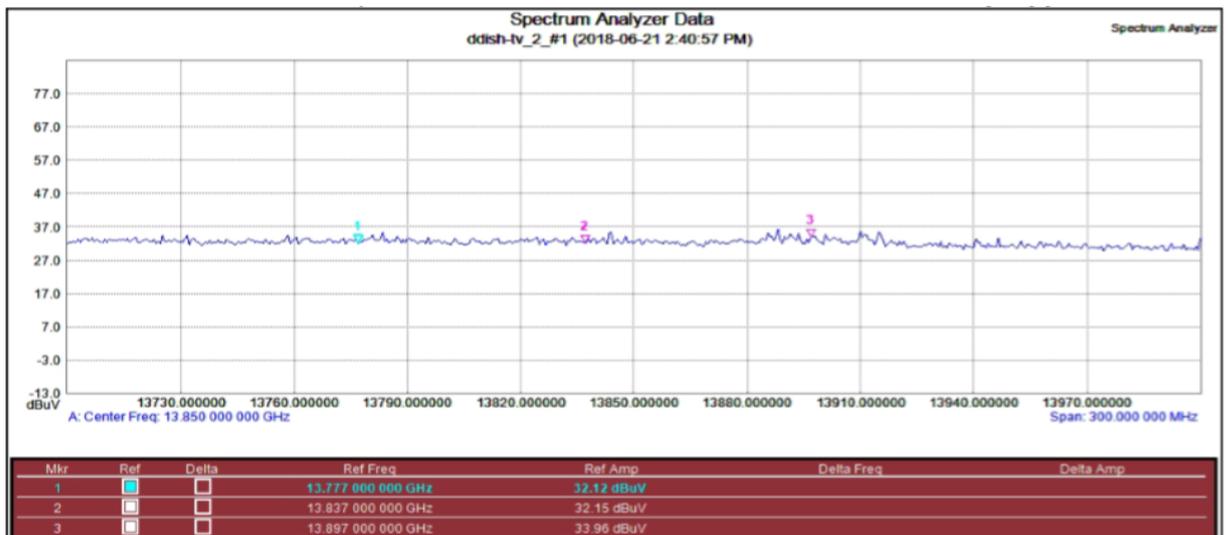
3.43-р зураг. 6-р цэгийн 13000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



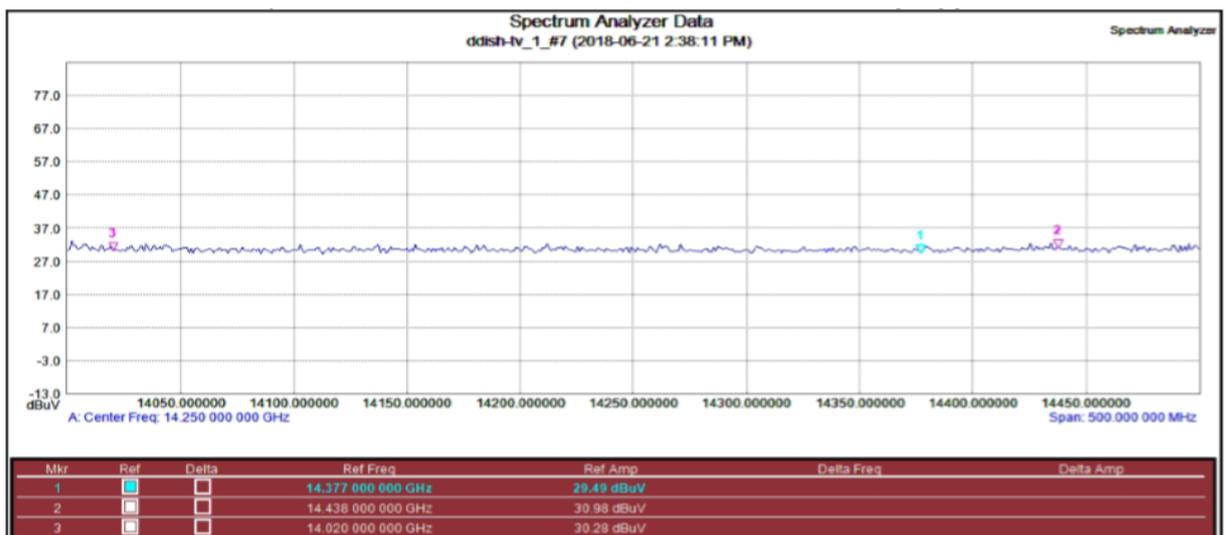
3.44-р зураг. 6-р цэгийн 14000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



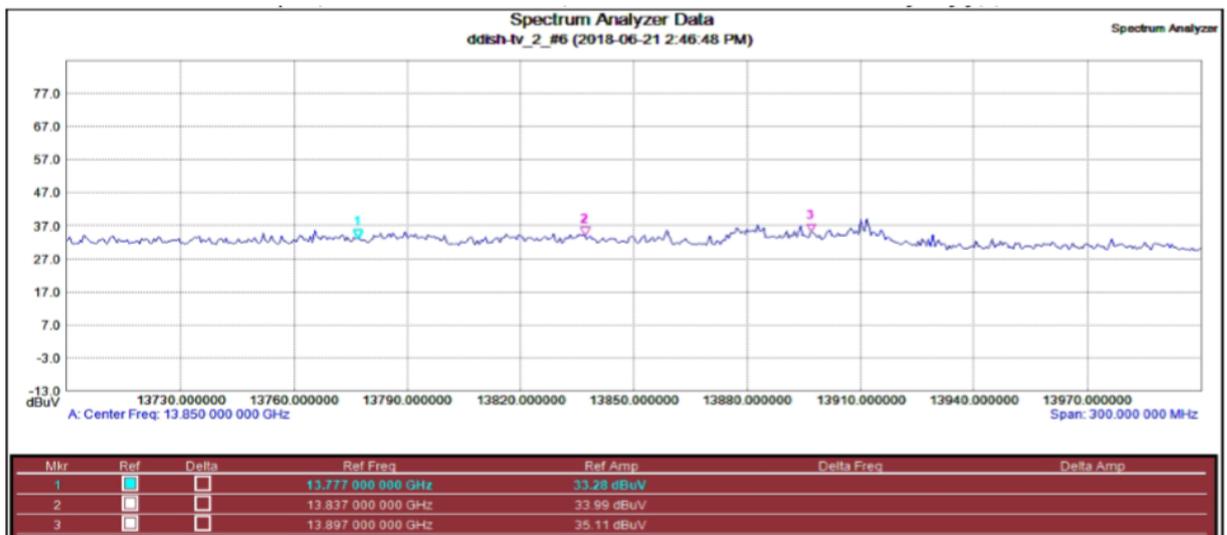
3.45-р зураг. 7-р цэгийн 13000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



3.46-р зураг. 7-р цэгийн 14000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



3.47-р зураг. 8-р цэгийн 13000МГц антенны хэмжилтийн утгууд



3.48-р зураг. 8-р цэгийн 14000МГц антенны хэмжилтийн утгууд

3.8-р хүснэгт. Антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Радио давтамж [МГц]	3000 МГц – 30000 МГц							
Хэмжилтийн цэг	1	2	3	4	5	6	7	8
Хэмжилтийн хамгийн их утга [В/м]	39.29	43.55	50.16	33.45	32.24	31.64	33.96	31.68
	43.62	33.04	29.71	30.15	30.25	30.52	30.98	35.11
Чадлын нягт [Вт/м ²]	80.37	98.75	131.0	58.26	54.12	52.12	60.05	62.15
	99.07	56.84	45.96	47.33	47.64	48.50	49.97	64.18
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	3000 – 30000 МГц-ийн радио давтамжтай дохионы хувьд 100 Вт/м ² 19,63/fG1.079							

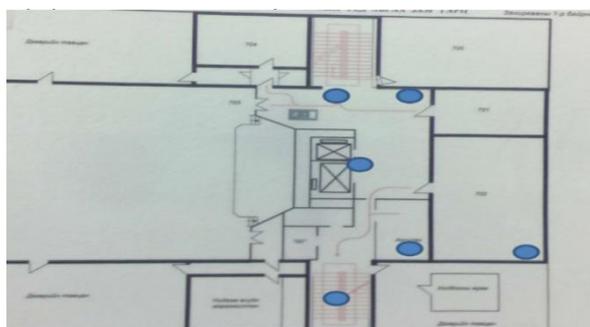
“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын хяналттай орчинд хүмүүс оршин байх орчны 3000-30000МГц-ийн давтамжийн царааны чадлын нягтын үйлчлэгч утгыг дундажлах хугацаанд харгалзан хязгаарын түвшнээр авсан болно. Хэмжилтийн утгаас үзэхэд гадна орчны чадлын нягт нь хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс бага байна.

8. Баянгол дүүргийн 5-р хороонд хийсэн хэмжилт

Баянгол дүүргийн 5-р хороонд байрлах ДЦС-4 ТӨХК-ийн удирдлагын төвийн барилга дээр суурилуулсан үүрэн холбооны бааз станцуудын цацаргалтын бүсийн 15 цэгт хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэснээс нэвтрүүлэгч антенны цацаргалтын бүсийн 9 цэгт, дотор орчны 6 цэгт хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.



3.49-р зураг. Нэвтрүүлэгч антеннуудын суурилагдсан байдал



3.50-р зураг. Дотор орчны хэмжилт хийсэн байршил



3.51-р зураг. I-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд



3.52-р зураг. II-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд



3.53-р зураг. III-р сектор антенны хэмжилтийн утгууд



3.54-р зураг. Дотор орчны хэмжилтийн утгууд 3.55-р зураг. Дотор орчны хэмжилтийн утгууд

3.9-р хүснэгт. Антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Радио давтамж [МГц]	700 МГц – 2100 МГц								
Хэмжилтийн цэг	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Хэмжилтийн хамгийн их утга [В/м]	10.68	12.05	16.19	11.04	10.81	7.66	12.99	7.68	9.69
Чадлын нягт [Вт/м ²]	0.3	0.38	0.69	0.32	0.3	0.15	0.44	0.15	0.24
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	700 – 2100 МГц-ийн радио давтамжтай дохионы хувьд 3.5 – 10 Вт/м ²								

3.10-р хүснэгт. Дотор орчны хэмжилтийн утга

Радио давтамж [МГц]	700 МГц – 2100 МГц					
Хэмжилтийн цэг	1	2	3	4	5	6
Хэмжилтийн хамгийн их утга [В/м]	2.37	2.62	1.33	1.61	2.89	1.61
Чадлын нягт [Вт/м ²]	0.014	0.018	0.004	0.006	0.022	0.006
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	700 – 2100 МГц-ийн радио давтамжтай дохионы хувьд 3.5 – 10 Вт/м ²					

“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 4.3-р зүйлийн 9-р хүснэгтийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны 700-2100МГц-ийн давтамжийн царааны чадлын нягтын үйлчлэгч утагд хэмжилт хийж гүйцэтгэлээ. Хэмжилтийн утгаас үзэхэд гадна болон дотор орчны чадлын нягт нь хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс бага байна.

9. Баянзүрх дүүргийн 26-р хороонд хийсэн хэмжилт

Баянзүрх дүүргийн 26-р хороонд байрлах “Нарлаг өргөө” хотхоны 721-р байрны дээвэр дээр суурилуулсан Юнител ХХК-ийн үүрэн холбооны 3G сүлжээний 4 сектор антенны цацаргалтын бүсийн 16 цэгт хэмжилтийг хийсэн. Хэмжилтэд R&S PR100 9 КГц-7.5 ГГц-ийн хүлээн авагч, 0.5 ГГц – 7.5 ГГц-ийн чиглэлтэй антенн ашигласан.

Мөн тухайн давтамжийн цараанд чадлын нягтыг ($FM \div 30\text{Вт/м}^2$) гэсэн томъёо ёсоор ($2130\text{МГц} \div 30\text{Вт/м}^2 = 71 \text{ Вт/м}^2$)-аас хэтрэхгүй бол хэвийн ба дундаж хугацааг 6 минут байхаар заасан байна. Үүнийг олон улсын ижил төрлийн дүгнэлтүүдтэй харьцуулсан болно.

Хэмжилтээр гарсан үр дүнг шилжүүлэн бодох чадлын нягтын томъёог доор үзүүлэв.

$$S = \frac{E^2}{377} = 377H^2 \quad (3.3)$$



3.56-р зураг. Хэмжилт хийсэн байршлын зураг



3.57-р зураг. 1,2-р цэгийн хэмжилт



3.58-р зураг. 3,4-р цэгийн хэмжилт



3.59-р зураг. 5,6-р цэгийн хэмжилт



3.61-р зураг. 9,10-р цэгийн хэмжилт



3.63-р зураг. 13,14-р цэгийн хэмжилт

3.60-р зураг. 7,8-р цэгийн хэмжилт



3.62-р зураг. 11,12-р цэгийн хэмжилт



3.64-р зураг. 15,16-р цэгийн хэмжилт

3.11-р хүснэгт. Хэмжилтийн байршил болон хэмжигдсэн утга

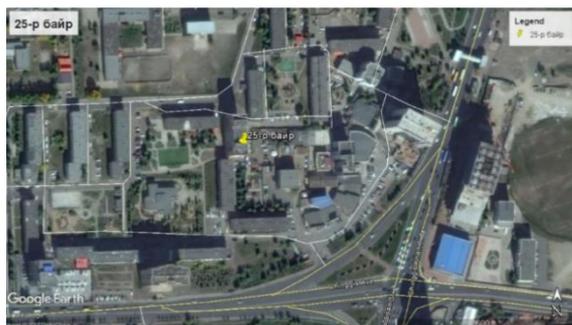
№	Хэмжилтийн цэгийн байршил	Уртраг	Өргөрөг	Хэмжилтийн утга /dBμV/m	Чадлын нягтын үйлчлэгч утга S E орон, H орон [Вт/м ²]
1	Сектор 1	106°56'29.11"E	47°54'13.96"N	84.9	19.11
2				85	19.16
3				83.8	18.62
4				82.9	18.22
1	Сектор 2	106°56'29.17"E	47°54'13.33"N	85.3	19.29
2				73	14.13
3				81.9	17.79
4				83.4	18.44
1	Сектор 3	106°56'28.25"E	47°54'13.28"N	84	18.71
2				85.2	19.25
3				78.5	16.34
4				85.2	19.25
1	Сектор 4	106°56'28.13"E	47°54'13.98"N	85.5	19.39
2				83.8	18.62
3				84	18.71
4				83.4	18.44

Хэмжилтийн утгаас үзэхэд 4 байршилд “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 8-р хүснэгтийн хяналттай орчинд хүмүүс оршин байх гэсний дагуу 300 - 3000 МГц-ийн давтамжийн царааны хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын

түвшнээс доогуур байна. Иймд тухайн ажлын байрны орчин дахь ЦСО-гийн аюулгүйн түвшин стандартын шаардлагаас хэтрээгүй байна.

10. Хан-Уул дүүргийн 1-р хороонд хийсэн хэмжилт

Хан-Уул дүүргийн 1-р хороо, 19-р хороололд байрлах ТЕГ-ын 25-р байрны дээвэр дээр суурилагдсан 3 сектор антеннаас 2 метрийн зайд цацаргалтын гол навчны чиглэлд хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн. Мөн нэмэлтээр байрны дээвэр, 9 давхрын дээд хонгилд хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.



3.65-р зураг. Хэмжилт хийсэн байршлын зураг



3.66-р зураг. 1-р сектор антенны хэмжилтийн утга



3.67-р зураг. 2-р сектор антенны хэмжилтийн утга



3.68-р зураг. 3-р сектор антенны хэмжилтийн утга



3.69-р зураг. Антенны гол навчны чиглэлд хийсэн хэмжилт



3.70-р зураг. 9 давхрын дээд хонгилд хэмжилт

3.12-р хүснэгт. Цахилгаан соронзон оронгийн нөлөөллийн түвшний хэмжилт

3 сектор антенны хэмжилт			
Антенны сектор	Сектор 1	Сектор 2	Сектор 3
Антенны өндөр [m]	2	3	3
Хэмжилт хийсэн антенны өндөр [m]	2	2	2

Антеннаас хэмжилт хийсэн цэг хүртлэх зай	2	2	2
Байшин дээрх хэмжилтийн утга [V/m]	10.44	10.77	8.45
Хэмжилтийн дүн [В/м ²]	0.289	0.307	0.189
Дээврийн хэмжилт			
Дээврийн хэмжилтийн утга [V/m]	4.08		
Хэмжилтийн дүн [В/м ²]	0.044		
9 давхрын дээд хонгилын хэмжилт			
9 давхарт хийсэн хэмжилтийн утга [V/m]	0.12		
Хэмжилтийн дүн [В/м ²]	0.00038		
Хязгаарын түвшин [В/м ²]	GSM900 <4.75 В/м ²		UMTS < 10.85 В/м ²

“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартад тусгагдсан олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны 200 КГц - 3000 МГц-ийн давтамжийн царааны чадлын нягтын үйлчлэгч утгад хэмжилт хийж гүйцэтгэлээ.

Хэмжилтийн утгаас үзэхэд чадлын нягт нь хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс бага байна. Иймд дээрх байршилд ашиглагдаж буй Юнител ХХК-ийн радио давтамжтай тоног төхөөрөмж нь стандартын шаардлагыг хангаж байгаа болно.

11. Сүхбаатар дүүргийн 6-р хороонд хийсэн хэмжилт

Сүхбаатар дүүргийн 6-р хороонд байрлах 23-р байрны дээвэр дээр суурилагдсан Скайтел ХХК болон Юнител ХХК-ийн нэвтрүүлэгч антеннуудын хэмжилтийг 3 цэгт хийж гүйцэтгэснээс цацаргалтын бүсийн 18 байрлалд, дотор орчны 4 байрлалд хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн. Хэмжүүрийн нарийвчлалыг 50КГц–18ГГц хооронд, 0.2 оос 500V/m хүртэлх оронгийн хүчлэгээр тооцсон.

“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартад 4.3-р зүйлийн олон нийтийн хяналтгүй орчны хувьд 9-р хүснэгтэд заагдсан чадлын нягтын үйлчлэгч утгыг хязгаарын түвшнээр авсан болно.



3.71-р зураг. Хэмжилт хийсэн байршлын зураг болон антеннуудын байршлууд



3.72-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.73-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.74-р зураг. Хэмжилтийн утгууд

3.13-р хүснэгт. Скайтел ХХК-ийн антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн тооцоолол

Хэмжилтийн цэг	Антенн 1 (ATR4518R13v06) Frequency range (MHz) : 690-960/1695 - 2690 MHz			Антенн 2 (ATR4518R13v06) Frequency range (MHz) : 690-960/1695 - 2690 MHz			Антенн 3 (ATR4518R13v06) Frequency range (MHz) : 690-960/1695 - 2690 MHz		
	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м] 4.05	[В/м] 3.72	[В/м] 5.79	[В/м] 3.49	[В/м] 2.91	[В/м] 7.29	[В/м] 5.88	[В/м] 2.78	[В/м] 4.08
	[Вт/м ²] 0.04	[Вт/м ²] 0.3	[Вт/м ²] 0.08	[Вт/м ²] 0.03	[Вт/м ²] 0.02	[Вт/м ²] 0.14	[Вт/м ²] 0.09	[Вт/м ²] 0.02	[Вт/м ²] 0.04
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	690 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.49– 10 Вт/м ²								



3.75-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.76-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.77-р зураг. Хэмжилтийн утгууд

3.14-р хүснэгт. Юнител ХХК-ийн антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн тооцоолол

Хэмжилтийн цэг	Антенн 1 (AQUE4518R9) Frequency range (MHz) : 698-960MHz, 3x(1710 - 2690) MHz			Антенн 2 (AQUE4518R9) Frequency range (MHz) : 698-960MHz, 3x(1710 - 2690) MHz			Антенн 3 (AQUE4518R9) Frequency range (MHz) : 698-960MHz, 3x(1710 - 2690) MHz			
	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	5.08	8.06	11.9	4.65	4.16	12.17	4.28	5.37	5.51
	[Вт/м ²]	0.06	0.17	0.37	0.05	0.04	0.39	0.04	0.07	0.08
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	690 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.49– 10 Вт/м ²									



3.78-р зураг. Дотор орчны хэмжилтийн утга

3.15-р хүснэгт. Дотор орчны хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн цэг	7-р давхар хойд жигүүр	7-р давхар аваарын шат	7-р давхар цахилгаан шат	7-р давхар урд жигүүр	
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	1.46	0.62	4.29	1.93
	[Вт/м ²]	0.005	0.001	0.04	0.09
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	690 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.49– 10 Вт/м ²				

Хэмжилтийн утгаас үзэхэд Скайтел ХХК болон Юнител ХХК-ийн радио давтамжтай тоног төхөөрөмж нь “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан

соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын шаардлагыг хангаж байгаа болно.

12. Сургууль, цэцэрлэгийн гадаад, дотоод орчинд хийсэн хэмжилтүүд

Үүрэн холбооны бааз станц суурилсан нийслэлийн ерөнхий боловсролын 15 сургуулийн болон 3 эмнэлгийн нийт 18 байршилд (байшингийн дээвэр дээр байрласан 15 антенн, зөвхөн бааз станц байрласан 1, сургуулийн хашаан дотор байрласан 2 цамхагт) 270 хэмжилтийг хийж гүйцэтгэсэн. Хэмжүүрийн нарийвчлалыг 50КГц–18ГГц хооронд, 0.2-оос 500V/m хүртэлх оронгийн хүчлэгээр тооцсон.

“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартад 4.3-р зүйлийн олон нийтийн хяналтгүй орчны хувьд 9-р хүснэгтэд заагдсан чадлын нягтын үйлчлэгч утгыг хязгаарын түвшнээр авсан.



3.79-р зураг. 34-р сургуулийн байршил болон хэмжилтийн утгууд

3.16-р хүснэгт. 34-р сургуулийн хэмжилтийн утга
(Мобиком ХХК, ЖиМобайл ХХК-ийн антенн дээвэрт суурилсан)

Хэмжилтийн цэг	Сургуулийн дотор орчинд					Сургуулийн гадна орчинд				Сургуулийн байрны дээвэр дээр				
	Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Д-5	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	ГД-1	ГД-2	ГД-3	ГД-4	
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	5.69	1.77	1.82	0.58	1.07	1.36	4.27	0.21	1.79	7.70	5.50	6.60	6.63
	[Вт/м ²]	0.086	0.008	0.009	0.001	0.003	0.005	0.048	0	0.008	0.157	0.08	0.116	0.117
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5–10 Вт/м² Хэмжилтийн утга нь хяналтгүй орчинд хүний биед нөлөөлөх түвшнээс 73-3500 дахин бага байна. Хяналттай орчин буюу нэвтрүүлэгч антенны хажууд 22-43 дахин бага байна.													



3.17-р хүснэгт. 41-р сургуулийн хэмжилтийн утга
(Мобиком ХХК, Юнител ХХК, ЖиМобайл ХХК-ийн антенн сургуулийн ард цамхагт суурилсан)

Хэмжилтийн цэг		Сургуулийн дотор орчинд					Сургуулийн гадна орчинд				
		Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Д-5	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	Г-5
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	3.82	3.85	5.13	1.11	1.41	2.38	2.18	0.4	1.48	4.18
	[Вт/м ²]	0.39	0.039	0.07	0.003	0.005	0.015	0.013	0.00	0.006	0.046
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м² Хэмжилтийн утга нь хүний биед нөлөөлөх түвшнээс 76-1170 дахин бага байна.									

3.18-р хүснэгт. 59-р сургуулийн хэмжилтийн утга
(Мобиком ХХК, ЖиМобайл ХХК-ийн антенн дээвэрт суурилсан)

Хэмжилтийн цэг		Сургуулийн дотор орчинд			Сургуулийн гадна орчинд					Сургуулийн байрны дээвэр дээр			
		Д-1	Д-2	Д-3	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	Г-5	ГД-1	ГД-2	ГД-3	ГД-4
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	0.58	0.52	0.28	0.24	0.24	0.1	0.14	0.15	3.6	3.14	8.1	3.43
	[Вт/м ²]	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.034	0.026	0.174	0.031
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м² Хэмжилтийн утга нь хүний биед нөлөөлөх түвшнээс 3500 дахин бага байна.											



3.82-р зураг. 60-р сургуулийн хэмжилтийн байршил



3.83-р зураг. 105-р сургуулийн хэмжилтийн байршил

3.19-р хүснэгт. 60-р сургуулийн хэмжилтийн утга
(Мобиком ХХК-ийн антенн дээвэрт суурилсан)

Хэмжилтийн цэг		Сургуулийн дотор орчинд				Сургуулийн гадна орчинд						Сургуулийн байрны дээвэр дээр			
		Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	Г-5	Г-6	ГД-1	ГД-2	ГД-3	ГД-4
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	0.34	1.02	1.15	0.24	0.73	0.47	0.94	0.56	1.44	0.73	2.35	1.03	4.7	2.75
	[Вт/м ²]	0	0.003	0.004	0	0.001	0.001	0.002	0.001	0.006	0.001	0.015	0.003	0.059	0.02
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м² Хэмжилтийн утга нь хүний биед нөлөөлөх түвшнээс 583-3500 дахин бага байна.													

3.20-р хүснэгт. 105-р сургуулийн хэмжилтийн утга
(Мобиком ХХК, Юнител ХХК-ийн антенн сургуулийн ард цамхаг суурилсан)

Хэмжилтийн цэг		Сургуулийн дотор орчинд				Сургуулийн гадна орчинд					
		Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	Г-5	Г-6
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	0.28	0.27	0.04	0.13	0.66	1.11	0.58	0.46	1.66	0.8
	[Вт/м ²]	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.007	0.002
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м² Хэмжилтийн утга нь хүний биед нөлөөлөх түвшнээс 500-3500 дахин бага байна.									



3.84-р зураг. 65-р сургуулийн хэмжилтийн байршил



3.85-р зураг. 42-р сургуулийн хэмжилтийн байршил

3.21-р хүснэгт. 65-р сургуулийн хэмжилтийн утга
(Скайтел ХХК-ийн антенн дээвэрт суурилсан)

Хэмжилтийн цэг		Сургуулийн дотор орчинд				Сургуулийн гадна орчинд						Сургуулийн байрны дээвэр дээр			
		Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	Г-5	Г-6	ГД-1	ГД-2	ГД-3	ГД-4
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	0.09	0.2	0.13	0.21	1.66	0.12	0.89	0.77	0.39	1.81	4.25	2.02	2.45	2.01
	[Вт/м ²]	0.001	0.001	0.001	0.001	0.007	0.0001	0.002	0.002	0.001	0.009	0.048	0.011	0.016	0.011
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м² Хэмжилтийн утга нь хүний биед нөлөөлөх түвшнээс 388-3500 дахин бага байна.													

3.22-р хүснэгт. 42-р сургуулийн хэмжилтийн утга
(ЖиМобайл ХХК-ийн антенн дээвэрт суурилсан)

Хэмжилтийн цэг		Сургуулийн дотор орчинд					Сургуулийн гадна орчинд					Сургуулийн байрны дээвэр дээр			
		Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Д-5	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	Г-5	ГД-1	ГД-2	ГД-3	ГД-4
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	0.32	0.44	0.23	0.2	1.28	1.03	1.44	1.52	0.29	1.05	1.43	1.31	1.05	0.96
	[Вт/м ²]	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.003	0.006	0.006	0.001	0.003	0.005	0.005	0.003	0.002
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м² Хэмжилтийн утга нь хүний биед нөлөөлөх түвшнээс 583-3500 дахин бага байна.													



3.86-р зураг. 49-р сургуулийн хэмжилтийн байршил



3.87-р зураг. 58-р сургуулийн хэмжилтийн байршил



3.88-р зураг. 71-р сургуулийн хэмжилтийн байршил

3.23-р хүснэгт. 49-р сургуулийн хэмжилтийн утга
(Мобиком ХХК-ийн антенн дээвэрт суурилсан)

Хэмжилтийн цэг		Сургуулийн дотор орчинд				Сургуулийн гадна орчинд			Сургуулийн байрны дээвэр дээр			
		Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Г-1	Г-2	Г-3	ГД-1	ГД-2	ГД-3	ГД-4
Хэмжилтийн	[В/м]	0.58	0.32	0.19	0.41	1.22	1.08	0.63	1.5	3.19	2.14	4.76
ҮР ДҮН	[Вт/м ²]	0.001	0.003	0.001	0.004	0.004	0.003	0.001	0.006	0.027	0.012	0.06
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м ² Хэмжилтийн утга нь хүний биед нөлөөлөх түвшнээс 583-3500 дахин бага байна.										

3.24-р хүснэгт. 58-р сургуулийн хэмжилтийн утга
(Мобиком ХХК, Скайтел ХХК, Юнител ХХК, ЖиМобайл ХХК-ийн антенн дээвэрт суурилсан)

Хэмжилтийн цэг		Сургуулийн дотор орчинд					Сургуулийн гадна орчинд				Сургуулийн байрны дээвэр дээр			
		Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Д-5	Г-1	Г-2	Г-3	Г-4	ГД-1	ГД-2	ГД-3	ГД-4
Хэмжилтийн	[В/м]	0.08	0.41	1.01	0.58	0.38	3.98	0.14	5.23	0.81	9.18	11.24	8.60	9.80
ҮР ДҮН	[Вт/м ²]	0.002	0.004	0.003	0.001	0.004	0.042	0.001	0.073	0.002	0.224	0.335	0.196	0.255
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5–10 Вт/м ² Хэмжилтийн утга нь хүний биед нөлөөлөх түвшнээс 3500 дахин бага байна.												

3.25-р хүснэгт. 71-р сургуулийн хэмжилтийн утга
(ЖиМобайл ХХК-ийн антенн дээвэрт суурилсан)

Хэмжилтийн цэг		Сургуулийн дотор орчинд					Сургуулийн гадна орчинд			Сургуулийн байрны дээвэр дээр		
		Д-1	Д-2	Д-3	Д-4	Д-5	Г-1	Г-2	Г-3	ГД-1	ГД-2	ГД-3
Хэмжилтийн	[В/м]	0.11	0.12	0.33	0.49	0.41	0.65	0.53	0.43	2.08	2.09	1.11
ҮР ДҮН	[Вт/м ²]	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.011	0.012	0.003
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м ² Хэмжилтийн утга нь хүний биед нөлөөлөх түвшнээс 3500 дахин бага байна.										

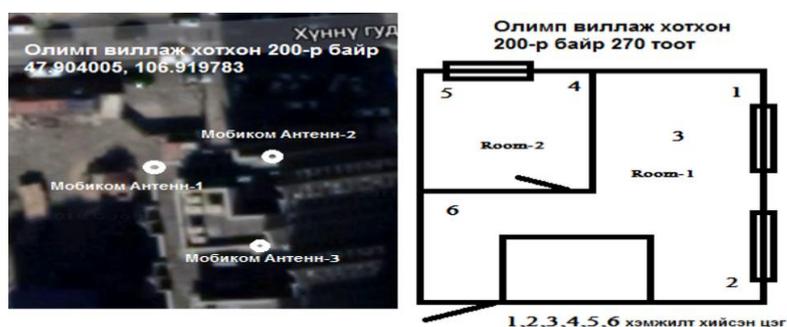
Хэмжилтийн утгуудаас үзэхэд “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 4.3-р зүйлийн 9-р хүснэгтийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчин дахь давтамжийн царааны хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс 73-3500 дахин бага байна.

Харин хяналттай орчинд буюу байшингийн дээвэр дээр, антенны орчинд хүний биед нөлөөлөх хязгаарын түвшнээс 22-43 дахин бага байна. Иймд дээр дурдсан

18 байршилд радио долгион цацаргалт нь стандартын шаардлагыг хангаж байгаа болно.

13. Баянзүрх дүүргийн 26-р хороонд хийсэн хэмжилт

Баянзүрх дүүргийн 26-р хороонд байрлах “Олимп виллаж” хотхоны 200-р байрны дээвэр дээр суурилагдсан нэвтрүүлэгч антеннуудын цацаргалтын бүсийн 9 байрлалд, тус байрны 270 тоотод 6 байрлалд хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн. Хэмжүүрийн нарийвчлалыг 50КГц–18ГГц хооронд, 0.2-оос 500V/m хүртэлх оронгийн хүчлэгээр тооцсон. “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартад 4.3-р зүйлийн олон нийтийн хяналтгүй орчны хувьд 9-р хүснэгтэд заагдсан чадлын нягтын үйлчлэгч утгыг хязгаарын түвшнээр авсан.



3.89-р зураг. Хэмжилт хийсэн байршлууд



3.90-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.91-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.92-р зураг. Хэмжилтийн утгууд

3.26-р хүснэгт. Мобиком ХХК-ийн антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн цэг		Антенн 1 (ATR4518R14v1) Frequency range (MHz):3x(1710 - 2690) MHz			Антенн 2 (ATR4518R14v1) Frequency range (MHz):3x(1710 - 2690) MHz			Антенн 3 (ATR4518R14v1) Frequency range (MHz):3x(1710 - 2690) MHz		
		Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	4.56	4.06	4.99	5.58	8.42	7.18	2.88	6.07	5.52
	[Вт/м ²]	0.055	0.044	0.066	0.083	0.188	0.137	0.022	0.098	0.081
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		1700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 8.5–10 Вт/м²								



3.93-р зураг. Дотор орчны хэмжилтийн утгууд



3.94-р зураг. Дотор орчны хэмжилтийн утгууд

3.27-р хүснэгт. Дотор орчны хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн цэг		1-р цэг	2-р цэг	3-р цэг	4-р цэг	5-р цэг	6-р цэг
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	2.53	1.46	0.4	0.28	0.76	0.91
	[Вт/м ²]	0.017	0.006	0.0004	0.0002	0.002	0.002
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		1700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 8.5– 10 Вт/м²					

Хэмжилтийн утгаас үзэхэд гадна орчны нэвтрүүлэгч антеннуудын цацаргалтын бүсэд хийгдсэн чадлын нягтын хэмжилтийн утга нь хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс хэтрээгүй байна.

Мөн дотор орчны хэмжилтийн хувьд чадлын нягтын утгууд нь хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс хэтрээгүй байгаа нь хэмжилтийн утгаас харагдаж байна. Иймд дээрх байршилд ашиглагдаж байгаа Мобиком ХХК-ийн радио давтамжтай тоног төхөөрөмж нь “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын шаардлагыг хангаж байгаа болно.

14. Баянгол дүүргийн 20-р хороонд хийсэн хэмжилт

Баянгол дүүргийн 20-р хороонд байрлах ТЭЦ-4 ТӨХК-ийн Захиргааны 1-р байрны дээвэр дээр суурилагдсан нэвтрүүлэгч антеннуудын цацаргалтын бүсийн 11 байрлалд, дотор орчны 2 байрлалд хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.

“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 4.3-р зүйлийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны хувьд 9-р хүснэгтэд заагдсан чадлын нягтын үйлчлэгч утгыг хязгаарын түвшнээр авсан болно. Хэмжүүрийн нарийвчлалыг 50КГц–18ГГц хооронд, 0.2-оос 500V/m хүртэлх оронгийн хүчлэгээр тооцсон.



3.95-р зураг. Хэмжилтийн хийсэн байршлууд



3.96-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.97-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.98-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.99-р зураг. Дотор орчны хэмжилтийн утгууд

3.28-р хүснэгт. Антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн цэг	1-р цэг	2-р цэг	3-р цэг
	Антенн 1 (APE4516R1v06)	Антенн 2 (APE4516R1v06)	Антенн 3 (APE4516R1v06)
	Frequency range (MHz) : 1695	Frequency range (MHz):	Frequency range (MHz):

		- 2690 MHz			1695 - 2690 MHz			1695 - 2690 MHz		
		Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	9.31	5.73	9.6	5.04	7.22	7.36	9.87	13.41	-
	[Вт/м ²]	0.22	0.08	0.24	0.06	0.13	0.14	0.25	0.48	-
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		1690 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 8.45 – 10 Вт/м²								

3.29-р хүснэгт. Антенны гол дэлбээний цацаргалтаас 50 метрт хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн цэг		4-р цэг	5-р цэг	6-р цэг
		Антенн1 (APE4516R1v06) Frequency range (MHz): 1695 - 2690 MHz	Антенн 2 (APE4516R1v06) Frequency range (MHz): 1695 - 2690 MHz	Антенн 3 (APE4516R1v06) Frequency range (MHz): 1695 - 2690 MHz
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	1.5	1.55	1.86
	[Вт/м ²]	0.005	0.005	0.009
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		1690 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 8.45 – 10 Вт/м²		

3.30-р хүснэгт. Дотор орчны хэмжилтийн утга

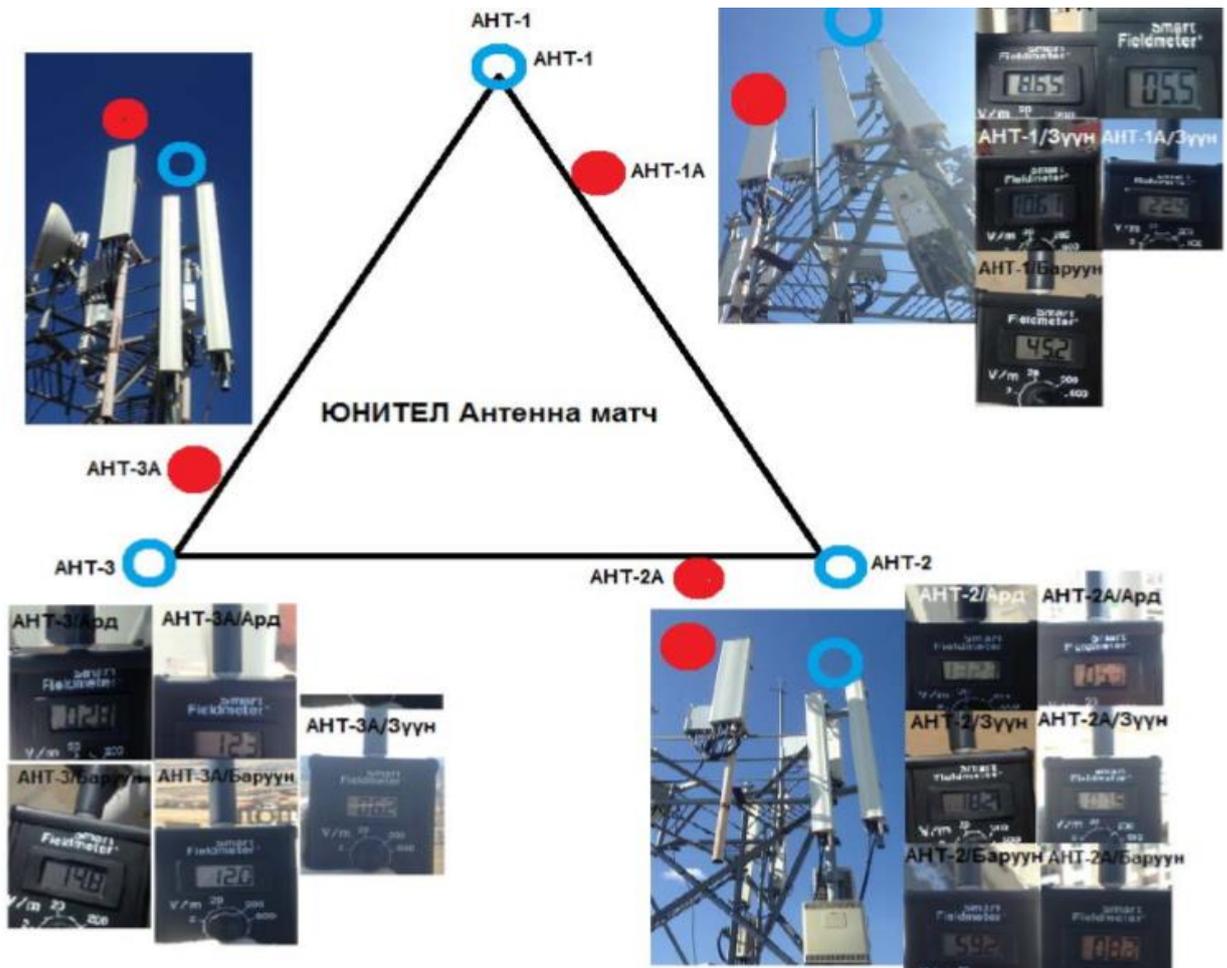
Хэмжилтийн цэг		1-р цэг	2-р цэг
		7-р давхрын ажилчдын өрөө	6-р давхрын ажилчдын өрөө
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	4.9	2.16
	[Вт/м ²]	0.063	0.012
MNS 5594:2015 хүлцэх хамгийн их нөлөө буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		1690 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 8.45 – 10 Вт/м²	

Хэмжилтийн утгаас үзэхэд тухайн байршилд ашиглагдаж буй Юнител ХХК-ийн радио давтамжтай тоног төхөөрөмж нь “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын шаардлагыг хангаж байгаа болно.

15. Баянзүрх дүүргийн 11-р хороонд хийсэн хэмжилт

Баянзүрх дүүргийн 11-р хороонд байрлах “Ургах Наран” хорооллын 10-р байрны 2-р орчны дээвэр дээр суурилагдсан нэвтрүүлэгч антеннуудын цацаргалтын бүсийн 16 байрлалд хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.

“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 4.3-р зүйлийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны хувьд 3.38-р хүснэгтэд заагдсан чадлын нягтын үйлчлэгч утгыг хязгаарын түвшнээр авсан болно. Хэмжүүрийн нарийвчлалыг 50КГц–18ГГц хооронд, 0.2 оос 500V/m хүртэлх оронгийн хүчлэгээр тооцсон.



3.100-р зураг. Хэмжилтийн утгууд

3.31-р хүснэгт. Юнител ХХК-ийн антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн цэг	Антенн 1			Антенн 1А			Антенн 2			Антенн 2А			Антенн 3			Антенн 3А			
	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	
Хэмжилтийн үр дүн [В/м], [В/м ²]	8.65	45.2	10.61	5.5	22.4	13.23	59.2	18.2	5.3	7.5	8.2	2.8	14.8	12.3	12	6.2			
Хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	0.158	5.419	0.299	0.080	1.331	0.464	9.296	0.879	0.075	0.149	0.178	0.021	0.581	0.401	0.382	0.102	700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м ²		

Хэмжилтийн утгаас үзэхэд гадна орчны нэвтрүүлэгч антеннуудын цацаргалтын бүсэд хийгдсэн чадлын нягтын хэмжилтийн утга нь хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс хэтрээгүй байна.

Иймд дээрх байршилд ашиглагдаж буй Юнител ХХК-ийн радио давтамжтай тоног төхөөрөмж нь “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын шаардлагыг хангаж байгаа болно.

16. Хан-Уул дүүргийн 15-р хороонд хийсэн хэмжилт

Хан-Уул дүүргийн 15-р хороонд байрлах “Хүннү 2222” хорооллын 108-р байрны техникийн давхарт байрлах нэвтрүүлэгч антенны цацаргалтын бүсийн нийт 12 байрлалд хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн.

“MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 4.3-р зүйлийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны хувьд 9-р хүснэгтэд заагдсан чадлын нягтын үйлчлэгч утгыг хязгаарын түвшнээр авсан болно. Хэмжүүрийн нарийвчлалыг 50КГц–18ГГц хооронд, 0.2-оос 500V/m хүртэлх оронгийн хүчлэгээр тооцсон.



3.101-р зураг. Хэмжилт хийсэн байршлын зураг



3.102-р зураг. Хэмжилтийн утгууд

3.32-р хүснэгт. Юнител ХХК-ийн антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн цэг		Антенн 1			Антенн 2			Антенн 3			Антенн 4		
		Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	3.23	5.94	5.33	3.44	5.14	4.02	3.07	6.38	7.03	3.54	7.43	8.69
	[Вт/м ²]	0.028	0.094	0.075	0.031	0.070	0.043	0.025	0.108	0.131	0.033	0.146	0.200
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		1700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 8.5– 10 Вт/м²											

Гадна орчны нэвтрүүлэгч антеннуудын цацаргалтын бүсэд хийгдсэн чадлын нягтын хэмжилтийн утга нь хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс хэтрээгүй байна. Иймд дээрх байршилд ашиглагдаж буй Юнител ХХК-ийн радио давтамжтай тоног төхөөрөмж нь “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын шаардлагыг хангаж байгаа болно.

17. Хан-Уул дүүргийн 3-р хороо, 11-р хороонд хийсэн хэмжилт

Хан-Уул дүүргийн 3-р хороонд байрлах “Ривер Стоун-2” хотхоны 26А байрны дээвэр дээр, мөн Хан-Уул дүүргийн 11-р хорооны “Маршал таун” хотхоны 114-р байрны дээвэр дээр байрлах Юнител ХХК-ийн нэвтрүүлэгч антеннуудын цацаргалтын бүсийн нийт 27, дотор орчны 3 байрлалд хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн. Хэмжүүрийн нарийвчлалыг 50КГц–18ГГц хооронд, 0.2-оос 500V/m хүртэлх оронгийн хүчлэгээр тооцсон.

“Маршал таун” хотхоны 114-р байрны дээвэр дээрх хэмжилтийн үр дүн



3.103-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.104-р зураг. Хэмжилтийн утгууд

3.33-р хүснэгт. Юнител ХХК-ийн антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн цэг		Антенн 1 (Model: HuaweiA704517R0 DX-690-960, AgissonA19451810 DX-1710-2170)			Антенн 2 (Model: HuaweiA704517R0 DX-690-960, AgissonA19451810 DX-1710-2170)			Антенн 3 (Model: HuaweiA704517R0 DX-690-960, AgissonA19451810 DX-1710-2170)			Антенн 4 (Model: HuaweiA704517R0 DX-690-960, AgissonA19451810 DX-1710-2170)		
		Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	4.75	5.52	6.82	5.77	11.93	7.43	5.14	6.19	6.51	5.2	5.65	4.75
	[Вт/м ²]	0.060	0.081	0.123	0.088	0.378	0.146	0.070	0.102	0.112	0.072	0.085	0.060
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		690 – 960 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.45– 4.8 Вт/м² 1710 – 2200 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 8.55– 10 Вт/м²											

“Ривер Стоун-2” хотхоны 26А байрны дээвэр дээрх хэмжилтийн үр дүн



3.105-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.106-р зураг. Хэмжилтийн утгууд



3.107-р зураг. Дотор орчны хэмжилтийн утгууд

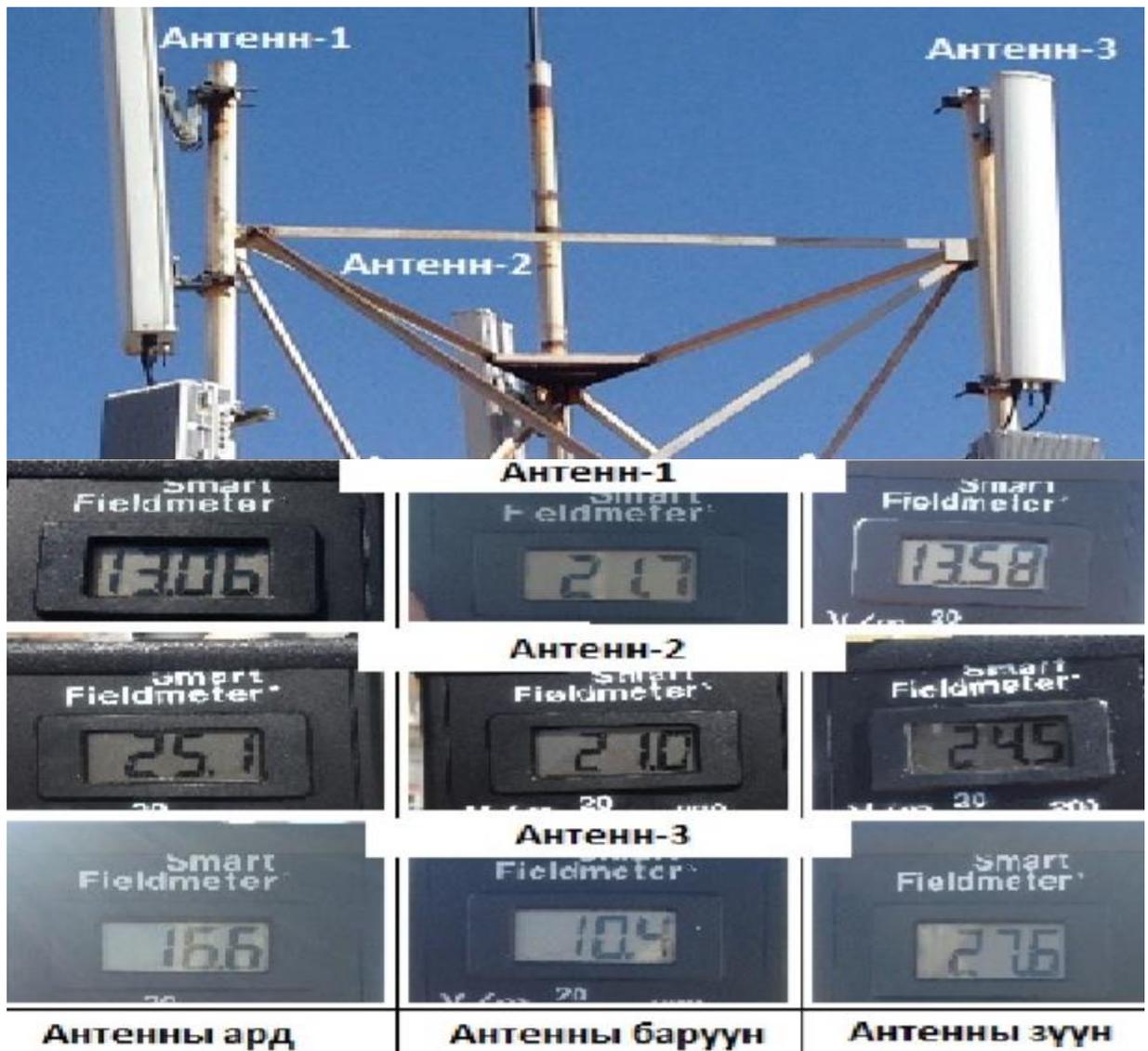
Хэмжилтийн цэг	Антенн 1 (AQU4518R927011264, type: DXXX-698-960/1710-2690/)			Антенн 2 (AQU4518R927011264, type: DXXX-698-960/1710-2690/)			Антенн 3 (AQU4518R927011264, type: DXXX-698-960/1710-2690/)			Антенн 4 (AQU4518R927011264, type: DXXX-698-960/1710-2690/)			
	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	Ар талд 2м зайд	Баруун талд 2м зайд	Зүүн талд 2м зайд	
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	6.63	2.7	5.1	6.49	7.15	6.08	3.31	4.85	7.26	2.76	4.49	5.62
	[Вт/м ²]	0.117	0.9	0.69	0.112	0.136	0.098	0.029	0.062	0.14	0.02	0.053	0.084
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	698 – 960 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.49– 4.8 Вт/м² 1710 – 2690 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 8.55– 10 Вт/м²												

3.34-р хүснэгт. Юнител ХХК-ийн антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

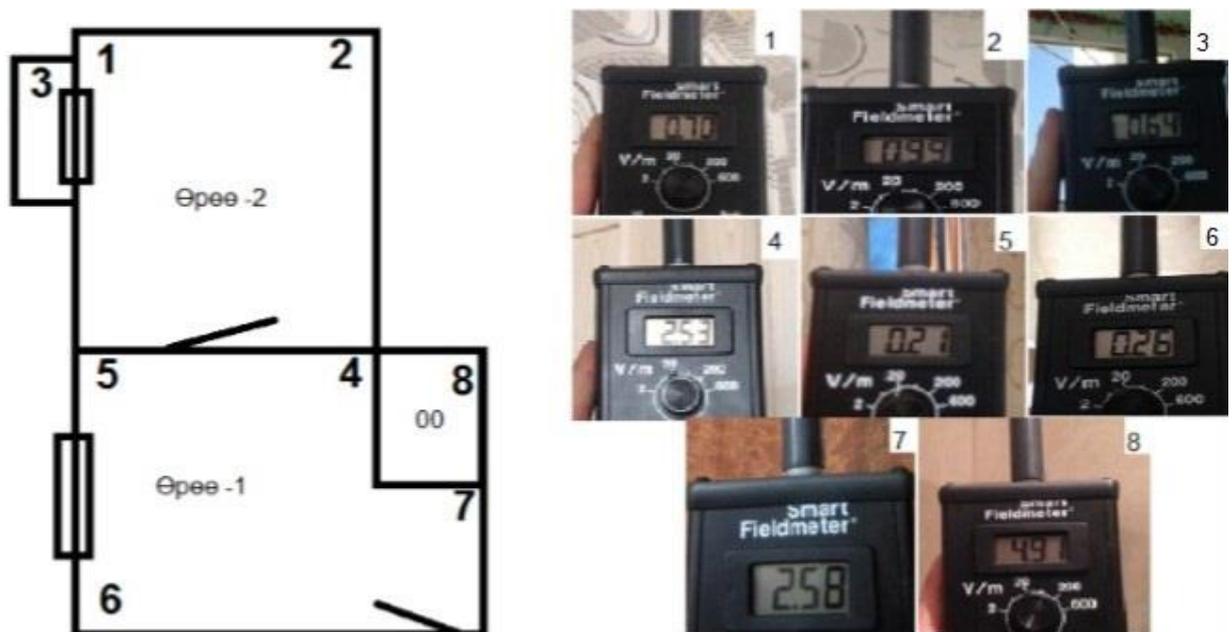
Хэмжилтийн цэг	Бааз станцаас 20 м зайд			Байрны дотор орчинд			
	Баруун урд 20м	Зүүн урд 20м	Зүүн хойд 20м	Техникийн өрөө	10 давхар коридорт	9 давхар коридорт	
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	4.94	4.06	3.92	2.26	0.98	0.54
	[Вт/м ²]	0.0	0.044	0.041	0.014	0.003	0.001
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]	698 – 960 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.49– 4.8 Вт/м² 1710 – 2690 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 8.55– 10 Вт/м²						

3.35-р хүснэгт. Юнител ХХК-ийн антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн утгаас үзэхэд гадна орчны нэвтрүүлэгч антеннуудын цацаргалтын бүсэд хийгдсэн чадлын нягтын хэмжилтийн утга нь “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын 4.3-р зүйлийн 9-р хүснэгтийн олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс хэтрээгүй



3.109-р зураг. ЖиМобайл ХХК-ийн бааз станцын хэмжилтийн утгууд



3.110-р зураг. Дотор орчны хэмжилтийн утгууд

3.36-р хүснэгт. Юнител ХХК-ийн антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн цэг		Юнител ХХК-ийн бааз станц															
		Антенн 1			Антенн 1А		Антенн 2			Антенн 2А			Антенн 3		Антенн 3А		
		Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	8.65	45.2	10.61	5.5	22.4	13.23	59.2	18.2	5.3	7.5	8.2	2.8	14.8	12.3	12	6.2
	[Вт/м ²]	0.158	5.419	0.299	0.080	1.331	0.464	9.296	0.879	0.075	0.149	0.178	0.021	0.581	0.401	0.382	0.102
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м²															

Хэмжилтийн цэг		ЖиМобайл ХХК-ийн бааз станц								
		Антенн 1			Антенн 2			Антенн 3		
		Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд	Ар талд	Баруун талд	Зүүн талд
Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	13.06	21.7	13.58	25.1	21	24.5	16.6	10.4	27.4
	[Вт/м ²]	0.452	1.249	0.489	1.671	1.170	1.592	0.731	0.287	1.991
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м²								

3.37-р хүснэгт. ЖиМобайл ХХК -ийн антенны цацаргалтын бүсийн хэмжилтийн утга

3.38-р хүснэгт. Дотор орчны хэмжилтийн утга

Хэмжилтийн цэг		Цэг 1	Цэг 2	Цэг 3	Цэг 4	Цэг 5	Цэг 6	Цэг 7	Цэг 8
		Хэмжилтийн үр дүн	[В/м]	0.7	0.99	0.64	2.53	0.21	0.26
[Вт/м ²]	0.001		0.003	0.001	0.017	0.000	0.000	0.018	0.064
MNS 5594:2015 ХХН буюу хязгаарын түвшин [Вт/м ²]		700 – 2700 МГц-ийн радио давтамжтай радио дохионы хувьд 3.5– 10 Вт/м²							

Хэмжилтийн утгаас үзэхэд гадна орчны нэвтрүүлэгч антеннуудын цацаргалтын бүсэд хийгдсэн чадлын нягтын хэмжилтийн утга, дотор орчинд хийгдсэн чадлын нягтын хэмжилтийн утга нь хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшнээс хэтрээгүй байна.

Иймд хэмжилт хийгдсэн байршилд Юнител ХХК, ЖиМобайл ХХК–ийн радио давтамжтай тоног төхөөрөмж нь “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын шаардлагыг хангаж байгаа болно.

Хэмжилтийн үр дүнд хийсэн ерөнхий дүгнэлт

Улаанбаатар хотын хэмжээнд ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалт гаргах зорилгоор бус тодорхой цэгүүдэд оронгийн хүчлэг стандартад заасан хэмжээнд байгаа эсэхэд үнэлэлт дүгнэлт өгөх зорилгоор хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн. Хэмжилтүүдийн үр дүнгээс дараах дүгнэлтийг хийж байна. Үүнд:

- ✓ Хөдөлгөөнт холбооны бааз станцууд байрлуулсан сургууль, цэцэрлэгийн гадаад, дотоод орчинд (18 цэгт) хийсэн хэмжилтийн үр дүнгээс харахад бүх цэгт ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн хэмжээ хүлцэх хамгийн нөлөөний утгаас олон дахин бага байна.
- ✓ Шаардлагатай гэж үзсэн тодорхой цэгүүдэд (17 цэгт) хийсэн хэмжилтийн үр дүнгээс харахад ЦСД-ны хүчлэгийн хэмжээ мөн стандартад заасан ХХН-ний утгаас хэтрэхгүй байна.

3.3. Улаанбаатар хотын зарим нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэг тодорхойлж, тархалтын зураглал гаргасан үр дүн

Төслийн хүрээнд Улаанбаатар хотын ЦСД-ны бохирдлын төлөв байдлыг илүү бодитой, хурдан тодорхойлохын тулд илүү олон цэгт хэмжилт хийх шаардлага үүссэн учир 2019 онд ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн хэмжээг тодорхойлох хэмжилтүүдийг Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдийн 518 цэгт, зарим алслагдсан дүүргүүдийн 442 цэгт хэмжилтүүдийг хийж, хэмжилтийн үр дүнгээр ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал гаргасан. Хэмжилтүүдийг авахад төслийн багийн гишүүн болох ХХЗХ-ны мэргэжилтнүүд болон МХТС-ийн багш, оюутнууд оролцсон.

Өмнөх оны хэмжилтэд ашиглагдсан 4 төрлийн багаж учир дутагдалтай байсан учир энэ удаагийн хэмжилтийг гүйцэтгэхийн тулд багажаа шинэчлэх шаардлагатай гэж үзсэн. Учир нь:

- ХХЗХ-ны RFP-04CE загварын 3ГГц хүртэл зурваст хэмжих хэмжүүрийн багаж нь тэнхлэгийн изотроп антеннтай хэдий ч нэг удаагийн хэмжилтийн утга заадаг, утгуудыг хадгалах боломжгүй, давтамжийн зурвасын зурвасаас дээш, дооших зурваст хэмжилт явуулах боломжгүй байсан учраас зарим үүсгүүрүүдийн цацаргаж байгаа ЦСД-ны нөлөөлөл тооцогдохгүй байна гэж үзсэн.
- ХХЗХ-ны спектр анализатор багаж ашиглаж болох хэдий ч энэ нь зориулалтын багаж биш учраас давтамж нэг бүрээр хэмжихэд хүндрэлтэй асар их цаг хугацаа зарцуулахаар байсан.
- Төслийн хөрөнгө оруулалтаар худалдан авсан Trifield EMF meter TF2 загварын 6ГГц хүртэл хэмжих боломжтой багаж гэмтсэн учраас ашиглах боломжгүй болсон.
- Төслийн хөрөнгө оруулалтаар худалдан авсан Acoustimeter AM-10 загварын 8ГГц хүртэл хэмжих боломжтой багажийн 3 тэнхлэгийн изотроп антеннгүй учир зөвхөн нэг тэнхлэгийн дагуу хүлээн авалт хийх учраас хэмжилтийн үр дүн нөлөөлнө гэж үзсэн. Мөн давтамжийн цараа нь 200МГц-ээс доош давтамжуудад хэмжилт хийх боломжгүй бөгөөд хэмжилтийн утгуудыг хадгалах боломжгүй байсан. (FM радиогийн зурвас). Зөвхөн цахилгаан орон хэмждэг.

Эдгээр дутагдлуудаас шалтгаалж хэмжилтийн чанарт нөлөөлөх, маш их хугацаа зарах хүндрэлтэй нөхцөл байдал үүссэн учраас хэмжүүрийн багажийг дахин судалж үзсэний үндсэн дээр Тайвань улсад үйлдвэрлэсэн TENMARS-TM196 загварын хэмжүүрийг ОХУ-ын дистрибьютор компаниас худалдан авч хэмжилтэд ашигласан.



TM-196

10MHz to 8GHz Frequency Range

Specifications

Measurement range	38mV/m to 11V/m
Display	4 1/2 digits maximum reading 19999
Frequency range	10MHz-8GHz (accuracy : ±1dB at 2.45GHz)
Measurement units	mV/m, V/m, µA/m, mA/m, µW/m ² , mW/m ² , µW/cm ²
Display resolution	0.1 mV/m, 0.01V/m, 0.1µA/m, 0.001 mA/m, 0.001µW/m ² , 0.01 mW/m ² , 0.001µW/cm ²
Manual data memory	200 data sets
Alarm function	Adjustable threshold with ON/OFF
Memory recall	Adjustable
Calibration factor CAL	The CAL setting range is from 0.10 to 5
Sampling rate	3 times per second
Operating temperature and humidity	0°C to 50°C (32°F to 122°F), 25% to 75% RH
Power supply	9V battery (NEDA 1604 IEC 6F22 JIS 006P)*1
Battery life	Approx. 5hours
Dimension	Main instrument : 370 x 80 x 80mm (L x W x H)
Accessories	User's manual, adapter and hard carrying case

3.111-р зураг. TENMARS-TM196 загварын хэмжүүрийн багажийн техникийн үзүүлэлт

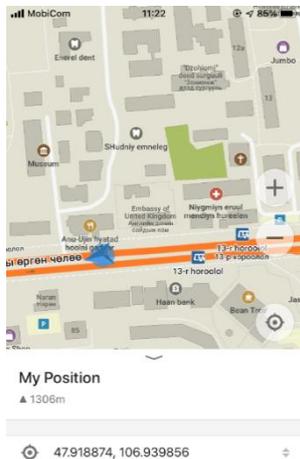
Энэ багаж нь 10МГц–8ГГц-ийн хязгаарт ажиллах ба 38mV/m–11V/m хүртэл хязгаарт хэмжинэ. Хэмжилтийн үндсэн нэгж нь mV/m, V/m бөгөөд µA/m, µW/m², mW/m², µW/cm² зэрэг нэгжүүдээр хэмжилтийн үр дүнг гаргах боломжтой. 200 удаагийн хэмжилтийн өгөгдлийг хадгалдаг, уншиж авах боломжтой.

Хэмжилт хийхдээ багажийг биеэс гарын шууны хэмжээтэй, эгц босоо байрлалтай барих ба бүтэн тойрч үзээд аль тал нь их утгатай байна тэр зүгт харуулж 6 минут орчим хэмжинэ. Хэмжилтийн утга хэлбэлзэхгүй тогтвортой байвал 6 минутаас бага хугацаанд хэмжилтийг авч болно.

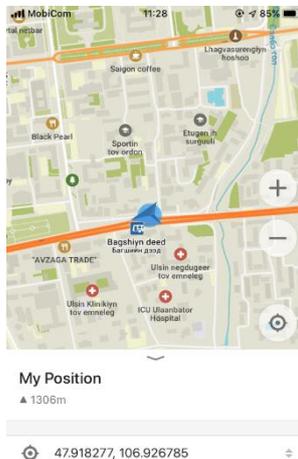
3.3.1. Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдэд хийсэн хэмжилтийн үр дүн

Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд нийт 518 цэгт ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн хэмжээг тодорхойлсон хэмжилтүүдийг 2019 оны 04 – 10 сарын хооронд хийж гүйцэтгэсэн. Хэмжилт авахдаа хүн ам шигүү суурьшсан, олон үүсгүүр ажиллаж байгаа бүсүүдэд илүү олон хэмжилт хийх мөн хэмжилтийн утга их гарч байгаа бүсүүдэд хэмжилтийн тоог нэмэгдүүлэх зарчмыг баримтлан ажилласан.

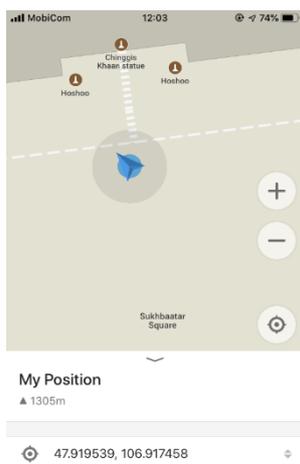
Хэмжилтийг хийхдээ эхлээд газрын зургийн програм ашиглан хэмжилт хийж байгаа цэгийн уртраг, өргөргийг тодорхойлж, дараа нь тухайн цэгтээ зохих шаардлагын дагуу хэмжилтийг хийж ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн утгыг тодорхойлно. Жишээ болгон тодорхой бүсүүдийн хэмжилтийн үр дүнг 3.112-оос 3.116-р зургуудад үзүүлэв.



3.112-р зураг. БЗД-ийн 13-р хороолол орчимд хэмжилт гүйцэтгэсэн байдал



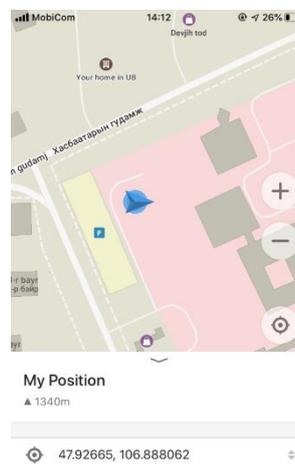
3.113-р зураг. МУБИС-ийн орчимд хэмжилт гүйцэтгэсэн байдал



3.114-р зураг. Сүхбаатарын талбай орчимд хэмжилт гүйцэтгэсэн байдал



3.115-р зураг. Модны 2 орчимд хэмжилт гүйцэтгэсэн байдал



**3.116-р зураг. ЭХЭМҮТ-ийн орчимд хэмжилт
гүйцэтгэсэн байдал**

Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдийн хэмжилт 2 үе шаттай хийгдсэн бөгөөд эхний хэсгийн 432 цэгийн хэмжилтийг 2019 оны 04–06 сарын хооронд хийгдсэн. Энэ хэмжилтийн үр дүнд шинжилгээ хийж нэмэлт хэмжилт хийх шаардлагатай цэгүүдийг тодорхойлон 2019 оны 09–10 сард нэмэлт хэмжилтүүдийг хийж гүйцэтгэсэн. Хэмжилтийн үр дүнг 3.39 болон 3.40-р хүснэгтэд тус тус үзүүлэв.

3.39-р хүснэгт. Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдийн эхний шатны хэмжилтийн үр дүн

Д/д	Өргөрөг [Градус]	Уртраг [Градус]	Оронгийн Хүчлэг [mV/m]	Оронгийн Хүчлэг [V/m]
1	47.936065	106.6829	0.5	0.0005
2	47.924933	106.69178	138.4	0.1384
3	47.920322	106.69616	820.4	0.8204
4	47.914186	106.70619	0.5	0.0005
5	47.961174	106.71421	175.2	0.1752
6	47.950943	106.71753	0.5	0.0005
7	47.906449	106.72161	597.3	0.5973
8	47.906122	106.72848	832.2	0.8322
9	47.926754	106.7325	0.5	0.0005
10	47.920602	106.73649	0.5	0.0005
11	47.917317	106.7377	0.5	0.0005
12	47.926508	106.738	173.1	0.1731
13	47.916414	106.75012	74.9	0.0749
14	47.916212	106.75072	779.9	0.7799
15	47.911857	106.75663	4245	4.245
16	47.912933	106.7574	443.3	0.4433
17	47.910617	106.75747	1097.5	1.0975
18	47.910777	106.75784	676.9	0.6769
19	47.910899	106.75796	483.7	0.4837
20	47.911721	106.75827	1105.5	1.1055
21	47.914243	106.76224	359.9	0.3599
22	47.930282	106.76513	469	0.469
23	47.923227	106.76572	0.5	0.0005
24	47.934691	106.76595	59.3	0.0593
25	47.919855	106.76656	461.9	0.4619
26	47.918372	106.7677	296.5	0.2965
27	47.913921	106.77548	773.7	0.7737
28	47.910392	106.7791	391.1	0.3911
29	47.918122	106.7813	2886	2.886
30	47.921835	106.78228	559.9	0.5599
31	47.936174	106.78327	970.2	0.9702
32	47.927471	106.78562	970.2	0.9702
33	47.941983	106.78698	717.3	0.7173
34	47.935956	106.79238	2300	2.3
35	47.909905	106.79616	803	0.803
36	47.927781	106.79639	1329	1.329

37	47.922038	106.7993	493.4	0.4934
38	47.90521	106.8033	584.8	0.5848
39	47.909721	106.8053	268.8	0.2688
40	47.920845	106.80655	868.6	0.8686
41	47.911587	106.81063	1132.5	1.1325
42	47.937154	106.81502	240.6	0.2406
43	47.909927	106.81519	1186	1.186
44	47.921652	106.81614	1156.2	1.1562
45	47.929051	106.817	30.1	0.0301
46	47.914319	106.81802	850.4	0.8504
47	47.934662	106.82117	0.5	0.0005
48	47.956862	106.82647	1486.9	1.4869
49	47.922289	106.82728	405.7	0.4057
50	47.984394	106.82767	480	0.48
51	47.984011	106.82773	480	0.48
52	47.910838	106.82857	936.4	0.9364
53	47.964181	106.82879	88.5	0.0885
54	47.969933	106.82946	2331	2.331
55	47.911893	106.83049	568.7	0.5687
56	47.913244	106.83073	1157.2	1.1572
57	47.911462	106.83363	1184.5	1.1845
58	47.915999	106.83424	836.4	0.8364
59	47.955217	106.83514	1082.5	1.0825
60	47.921133	106.83525	896	0.896
61	47.914247	106.83696	454.3	0.4543
62	47.962684	106.83922	1062.6	1.0626
63	47.9119	106.8403	949.8	0.9498
64	47.91695	106.84235	944.2	0.9442
65	47.962723	106.84388	2202	2.202
66	47.914127	106.84391	479.9	0.4799
67	47.922906	106.84663	0.5	0.0005
68	47.916615	106.84998	529.6	0.5296
69	47.954726	106.85049	1327.4	1.3274
70	47.913655	106.85154	125.8	0.1258
71	47.959833	106.85248	382.6	0.3826
72	47.965321	106.85257	304.4	0.3044
73	47.918485	106.85483	856.8	0.8568
74	47.913063	106.85598	2486	2.486
75	47.924359	106.85643	446.2	0.4462
76	47.916773	106.85698	371.3	0.3713
77	47.921207	106.85752	1386.2	1.3862
78	47.933096	106.8578	511.8	0.5118
79	47.897948	106.8585	402.6	0.4026
80	47.898191	106.85941	564.2	0.5642
81	47.898267	106.85948	370.5	0.3705
82	47.950515	106.86016	1463.5	1.4635
83	47.914424	106.86038	1807.4	1.8074
84	47.913318	106.86043	1039.2	1.0392
85	47.929079	106.86093	3514	3.514

86	47.890777	106.8614	18.4	0.0184
87	47.920376	106.86143	1005.7	1.0057
88	47.916409	106.8618	392.2	0.3922
89	47.935919	106.86221	0.5	0.0005
90	47.913576	106.86306	878.4	0.8784
91	47.915515	106.86327	723.6	0.7236
92	47.927731	106.86455	1109.4	1.1094
93	47.915876	106.8653	1294.6	1.2946
94	47.920625	106.86555	1842.6	1.8426
95	47.922639	106.86559	680.4	0.6804
96	47.917597	106.86618	907.9	0.9079
97	47.923447	106.86636	934.9	0.9349
98	47.90091	106.86643	664	0.664
99	47.924756	106.86799	424.3	0.4243
100	47.918046	106.86929	1962	1.962
101	47.913977	106.86946	980.8	0.9808
102	47.921191	106.8698	2767	2.767
103	47.92392	106.87002	2374	2.374
104	47.914385	106.87083	1904.7	1.9047
105	47.921151	106.87252	2936.0	2.936
106	47.919757	106.87355	3334.0	3.334
107	47.924059	106.87374	2134.0	2.134
108	47.894738	106.87451	694.1	0.6941
109	47.943398	106.87547	360.4	0.3604
110	47.903497	106.87562	255.4	0.2554
111	47.923519	106.87625	2272.0	2.272
112	47.909299	106.87626	917.4	0.9174
113	47.918459	106.87638	895.8	0.8958
114	47.930316	106.87666	1864.6	1.8646
115	47.927802	106.87729	843.5	0.8435
116	47.925102	106.87837	1573.1	1.5731
117	47.921829	106.87879	2674.0	2.674
118	47.918243	106.87898	2110.0	2.11
119	47.912643	106.87903	147.4	0.1474
120	47.919953	106.88094	1255.5	1.2555
121	47.923972	106.88171	2754	2.754
122	47.921974	106.88192	4611	4.611
123	47.926881	106.88194	1325.2	1.3252
124	47.910934	106.88197	741	0.741
125	47.933828	106.88213	1227.2	1.2272
126	47.942018	106.88252	1446.5	1.4465
127	47.936886	106.88323	1065.3	1.0653
128	47.909483	106.88331	828.7	0.8287
129	47.909055	106.88337	1446.7	1.4467
130	47.923228	106.8835	5200.0	5.2
131	47.922134	106.88459	2045.7	2.0457
132	47.926191	106.88511	1893.4	1.8934
133	47.92456	106.88519	4451	4.451
134	47.921081	106.88603	1876	1.876

135	47.930035	106.88632	1513.2	1.5132
136	47.912453	106.88705	874.4	0.8744
137	47.925449	106.88716	4459	4.459
138	47.923974	106.88735	4333	4.333
139	47.927083	106.8876	2446.0	2.446
140	47.902252	106.88764	698.5	0.6985
141	47.920103	106.88782	1270.0	1.27
142	47.926014	106.88789	3269.0	3.269
143	47.896514	106.88852	653.2	0.6532
144	47.930128	106.88881	1223.8	1.2238
145	47.927661	106.88957	5498.0	5.498
146	47.92337	106.89001	1699.2	1.6992
147	47.912137	106.8906	1102.5	1.1025
148	47.921603	106.8907	1340.7	1.3407
149	47.933428	106.89111	835.2	0.8352
150	47.90172	106.89142	1187.6	1.1876
151	47.928022	106.89143	4566.0	4.566
152	47.895901	106.89359	123.2	0.1232
153	47.913037	106.89477	1267.8	1.2678
154	47.920554	106.89502	957.8	0.9578
155	47.909355	106.89502	834.8	0.8348
156	47.916304	106.89512	980.6	0.9806
157	47.934906	106.89549	1386	1.386
158	47.9254	106.8956	4278.0	4.278
159	47.901693	106.89593	857.6	0.8576
160	47.891163	106.8963	633.1	0.6331
161	47.962053	106.89669	570.3	0.5703
162	47.925508	106.89725	1788.1	1.7881
163	47.917942	106.89731	1097.3	1.0973
164	47.915018	106.89734	767.7	0.7677
165	47.911419	106.89735	552.6	0.5526
166	47.923494	106.89815	845.5	0.8455
167	47.913536	106.89853	2319.0	2.319
168	47.931937	106.89863	383.9	0.3839
169	47.96702	106.89963	486.3	0.4863
170	47.920637	106.89968	1189.9	1.1899
171	47.893224	106.9004	298.6	0.2986
172	47.957013	106.90171	2849	2.849
173	47.942388	106.90182	411.7	0.4117
174	47.896268	106.90184	871.8	0.8718
175	47.915284	106.90207	1026	1.026
176	47.901645	106.90207	622.8	0.6228
177	47.911372	106.90255	766.6	0.7666
178	47.942528	106.90317	2932	2.932
179	47.918262	106.90338	636	0.636
180	47.891439	106.90367	524.9	0.5249
181	47.924874	106.90377	711.7	0.7117
182	47.948247	106.9042	288.6	0.2886
183	47.968239	106.90471	1250	1.25

184	47.919603	106.90621	1312.6	1.3126
185	47.971315	106.90678	1546.2	1.5462
186	47.910415	106.90704	840.8	0.8408
187	47.91618	106.90707	722	0.722
188	47.896284	106.90739	976.5	0.9765
189	47.913965	106.90777	1066.9	1.0669
190	47.928191	106.90841	3705.0	3.705
191	47.905273	106.90876	1018.5	1.0185
192	47.951507	106.90882	604.6	0.6046
193	47.893621	106.90894	445.3	0.4453
194	47.969878	106.91081	598.7	0.5987
195	47.922206	106.91084	2302.0	2.302
196	47.916623	106.911	1551.8	1.5518
197	47.918687	106.91167	1127.5	1.1275
198	47.93304	106.91179	767	0.767
199	47.938454	106.91236	991.9	0.9919
200	47.912239	106.91291	1027.2	1.0272
201	47.903514	106.91307	451.9	0.4519
202	47.895535	106.91339	369.2	0.3692
203	47.916775	106.91379	1391.9	1.3919
204	47.947958	106.91383	641.9	0.6419
205	47.90585	106.91412	985	0.985
206	47.929221	106.91414	952.7	0.9527
207	47.943022	106.9146	1364.4	1.3644
208	47.954281	106.91498	1409.7	1.4097
209	47.927081	106.91509	3596.0	3.596
210	47.899428	106.91512	451.9	0.4519
211	47.908403	106.91517	287.6	0.2876
212	47.926945	106.91524	681.3	0.6813
213	47.921944	106.91549	3203.0	3.203
214	47.93264	106.91588	1391	1.391
215	47.915992	106.91604	2833.0	2.833
216	47.892606	106.91628	359	0.359
217	47.96117	106.91672	456	0.456
218	47.967751	106.91726	731.6	0.7316
219	47.929071	106.9183	1597.4	1.5974
220	47.975297	106.91834	344.7	0.3447
221	47.932264	106.9189	1457.3	1.4573
222	47.920091	106.91941	4093.0	4.093
223	47.937803	106.92001	1288.1	1.2881
224	47.893927	106.92015	342.3	0.3423
225	47.916945	106.92024	1547.3	1.5473
226	47.897453	106.92093	690.7	0.6907
227	47.91409	106.92234	1836.3	1.8363
228	47.92616	106.9231	802.5	0.8025
229	47.91865	106.9238	5533.0	5.533
230	47.910875	106.92412	1134.6	1.1346
231	47.934266	106.92445	544.7	0.5447
232	47.904714	106.92639	1607.6	1.6076

233	47.920387	106.92712	1077.2	1.0772
234	47.927293	106.92808	1520.3	1.5203
235	47.923213	106.9285	1329.5	1.3295
236	47.977813	106.92882	1013.7	1.0137
237	47.918128	106.92899	1253.8	1.2538
238	47.914731	106.9292	1239.1	1.2391
239	47.918771	106.92935	1237.5	1.2375
240	47.917336	106.93045	208.4	0.2084
241	47.970077	106.93064	353.4	0.3534
242	47.926455	106.93131	1339.5	1.3395
243	47.90278	106.93135	545	0.545
244	47.941669	106.93219	839.5	0.8395
245	47.918313	106.93226	847.7	0.8477
246	47.898088	106.93242	421.6	0.4216
247	47.97465	106.93275	908.8	0.9088
248	47.910702	106.9329	774.8	0.7748
249	47.950677	106.93301	1292	1.292
250	47.960407	106.93329	642.5	0.6425
251	47.914836	106.93386	206.2	0.2062
252	47.956401	106.93388	744.7	0.7447
253	47.908138	106.93398	973.9	0.9739
254	47.921293	106.9351	1354.1	1.3541
255	47.905988	106.93596	382	0.382
256	47.979836	106.93624	1383.6	1.3836
257	47.91266	106.93629	846.1	0.8461
258	47.92713	106.93642	692.3	0.6923
259	47.917747	106.93666	231.6	0.2316
260	47.928632	106.93746	903.2	0.9032
261	47.928486	106.93816	1175.8	1.1758
262	47.909675	106.93827	526.6	0.5266
263	47.978011	106.939	145.8	0.1458
264	47.923851	106.93971	1215.4	1.2154
265	47.98267	106.94017	978.1	0.9781
266	47.917891	106.94037	278.1	0.2781
267	47.912658	106.94046	1092	1.092
268	47.921546	106.94148	743.8	0.7438
269	47.908692	106.94151	473.1	0.4731
270	47.911986	106.94194	961	0.961
271	47.950673	106.94222	756.3	0.7563
272	47.926729	106.94295	3440.0	3.44
273	47.919242	106.94297	978.6	0.9786
274	47.925034	106.94422	580.4	0.5804
275	47.904749	106.94474	1386.5	1.3865
276	47.924569	106.94778	972.8	0.9728
277	47.917801	106.94786	205.6	0.2056
278	47.912574	106.94861	1366.3	1.3663
279	47.92064	106.94922	1092.2	1.0922
280	47.915124	106.94972	1366.3	1.3663
281	47.955326	106.95223	131.8	0.1318

282	47.923645	106.95276	666.3	0.6663
283	47.912616	106.95459	850.1	0.8501
284	47.920558	106.95495	563.2	0.5632
285	47.916783	106.95832	1474.4	1.4744
286	47.917536	106.95891	1359.5	1.3595
287	47.911551	106.96069	804.9	0.8049
288	47.923875	106.96319	1026.1	1.0261
289	47.916973	106.96392	1849.3	1.8493
290	47.930544	106.96522	1019.8	1.0198
291	47.916114	106.96591	3077.0	3.077
292	47.949749	106.96847	68.4	0.0684
293	47.939534	106.96863	48.1	0.0481
294	47.92021	106.96941	102.6	0.1026
295	47.916672	106.96943	475.3	0.4753
296	47.912215	106.97207	947.4	0.9474
297	47.924175	106.9735	1512.3	1.5123
298	47.91418	106.97458	2688.0	2.688
299	47.910514	106.97478	779.1	0.7791
300	47.915965	106.97627	1327.6	1.3276
301	47.910668	106.97662	629.4	0.6294
302	47.917264	106.97899	956.9	0.9569
303	47.923713	106.98211	997.8	0.9978
304	47.91853	106.98649	280.7	0.2807
305	47.917097	106.99415	95.3	0.0953
306	47.912898	106.99473	1505.7	1.5057
307	47.912608	107.00053	1390.3	1.3903
308	47.90893	107.00762	756.8	0.7568
309	47.906531	107.01461	1168.8	1.1688
310	47.903465	107.02479	95	0.095
311	47.902917	107.03535	39	0.039
312	47.908739	107.03742	771.3	0.7713
313	47.912295	107.04505	1081.2	1.0812
314	47.915359	107.05789	1160.2	1.1602
315	47.91553	107.06859	339.4	0.3394
316	47.915632	107.07665	433.4	0.4334
317	47.915991	107.0847	580.3	0.5803
318	47.917417	107.0848	651.1	0.6511
319	47.8736133	106.8388416	262.5	0.2625
320	47.87288803	106.8389361	408.7	0.4087
321	47.87238267	106.8430806	69.6	0.0696
322	47.87403261	106.8422672	618.4	0.6184
323	47.87495479	106.8455467	1173.9	1.1739
324	47.87564283	106.8487855	1216.2	1.2162
325	47.87795509	106.8527428	497	0.497
326	47.87985492	106.8550838	522.5	0.5225
327	47.88155008	106.858334	90.1	0.0901
328	47.88299782	106.8573434	177.5	0.1775
329	47.88282365	106.8561477	1289.7	1.2897
330	47.88246995	106.8524493	1459.0	1.459

331	47.87697912	106.8497616	633.5	0.6335
332	47.88358565	106.7849075	53.6	0.0536
333	47.87926237	106.7841635	223.3	0.2233
334	47.87580742	106.7840957	521.2	0.5212
335	47.87273143	106.7841225	1203.5	1.2035
336	47.87062369	106.7843642	346.6	0.3466
337	47.86682594	106.7862234	654.9	0.6549
338	47.86627316	106.7832651	487.8	0.4878
339	47.86585088	106.7799572	478.7	0.4787
340	47.86756828	106.7778261	902.2	0.9022
341	47.86889336	106.7757846	281.4	0.2814
342	47.87015503	106.7744919	66.3	0.0663
343	47.87221108	106.7754944	242.4	0.2424
344	47.87133867	106.7712848	327.9	0.3279
345	47.87145685	106.7733048	253.9	0.2539
346	47.87076605	106.7720257	1073.3	1.0733
347	47.87003422	106.769139	765.9	0.7659
348	47.87001207	106.7639923	110.7	0.1107
349	47.87157814	106.7628924	765.1	0.7651
350	47.87012858	106.7591963	259.9	0.2599
351	47.87293074	106.7577694	817.0	0.817
352	47.87135116	106.7587048	907.5	0.9075
353	47.86794997	106.7590137	22	0.022
354	47.86665334	106.7621912	342.5	0.3425
355	47.86542773	106.7631743	301.2	0.3012
356	47.8627731	106.7625867	762.8	0.7628
357	47.86316369	106.7665007	313.0	0.313
358	47.86377549	106.7734059	940.0	0.94
359	47.86093361	106.7619759	1238.5	1.2385
360	47.85809933	106.7614608	779.9	0.7799
361	47.85643524	106.7622388	734.5	0.7345
362	47.85601806	106.7594099	259.4	0.2594
363	47.85672943	106.7540549	479.8	0.4798
364	47.85690563	106.750055	897.7	0.8977
365	47.85423826	106.7578962	327.5	0.3275
366	47.85400589	106.7613089	712.7	0.7127
367	47.85601443	106.7659457	813.2	0.8132
368	47.85744535	106.7697369	1134.0	1.134
369	47.85427954	106.7655226	872.2	0.8722
370	47.85609055	106.7720036	550.2	0.5502
371	47.85624583	106.7785202	40.9	0.0409
372	47.85313706	106.7796898	123.9	0.1239
373	47.85683658	106.7839344	355.9	0.3559
374	47.85240781	106.788342	293.4	0.2934
375	47.84747184	106.7897957	638.4	0.6384
376	47.84479735	106.7896823	179.7	0.1797
377	47.84812113	106.7915154	406.4	0.4064
378	47.8585612	106.7898027	616	0.616
379	47.86193099	106.8010421	1164.0	1.164

380	47.86312642	106.8083765	1188.0	1.188
381	47.8653712	106.8125163	439.1	0.4391
382	47.86745959	106.8193651	609.3	0.6093
383	47.86761297	106.8236618	276.4	0.2764
384	47.86973725	106.8269403	128.0	0.128
385	47.87060278	106.8271071	840.6	0.8406
386	47.87053493	106.8240003	0.5	0.0005
387	47.87217789	106.8237174	326.3	0.3263
388	47.87451577	106.8234908	292.6	0.2926
389	47.87449395	106.8286248	95.4	0.0954
390	47.8735711	106.8310808	3769.0	3.769
391	47.87140612	106.8301641	463.5	0.4635
392	47.869742	106.8233915	264	0.264
393	47.86898142	106.8201933	1068.9	1.0689
394	47.8717859	106.819363	1491.0	1.491
395	47.87535669	106.8188608	1141.0	1.141
396	47.86730699	106.8172511	336.0	0.336
397	47.8656881	106.8121801	480.8	0.4808
398	47.86504728	106.8071861	614.4	0.6144
399	47.86773023	106.8076619	141.6	0.1416
400	47.87060589	106.8066714	133.3	0.1333
401	47.87305943	106.8065824	131.7	0.1317
402	47.86377435	106.8041146	444.7	0.4447
403	47.86562464	106.8026887	1809.5	1.8095
404	47.8692216	106.8020645	137.2	0.1372
405	47.87193123	106.8015178	338.9	0.3389
406	47.86628357	106.7989533	139.6	0.1396
407	47.86616172	106.7953183	85.6	0.0856
408	47.8700585	106.790047	818.9	0.8189
409	47.86834441	106.7923957	742.3	0.7423
410	47.86651083	106.7932641	876.5	0.8765
411	47.86125222	106.7950669	234.5	0.2345
412	47.85933688	106.7901541	200.7	0.2007
413	47.85976875	106.7876236	286.0	0.286
414	47.86242138	106.7882936	906.7	0.9067
415	47.86569877	106.7876623	154.6	0.1546
416	47.86241136	106.7871591	246.7	0.2467
417	47.86124726	106.7844284	182.0	0.182
418	47.873613	106.838842	262.5	0.2625
419	47.873251	106.836291	391.2	0.3912
420	47.874383	106.834035	328.4	0.3284
421	47.872202	106.833168	1539.0	1.539
422	47.872202	106.831067	2099.0	2.099
423	47.870360	106.828878	79.2	0.0792
424	47.868737	106.833696	606.2	0.6062
425	47.871108	106.831638	702.3	0.7023
426	47.871828	106.834069	1512.6	1.5126
427	47.870154	106.837578	0.5	0.0005
428	47.875103	106.843836	764.7	0.7647

429	47.873613	106.838842	262.5	0.2625
430	47.879173	106.848322	244.6	0.2446
431	47.879760	106.848648	622.4	0.6224
432	47.861247	106.784428	182.0	0.182

3.40-р хүснэгт. Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдийн нэмэлт хэмжилтийн үр дүн

Д/д	Өргөрөг [Градус]	Уртраг [Градус]	Оронгийн Хүчлэг [mV/m]	Оронгийн Хүчлэг [V/m]
1	47.9175	106.9402778	929.2	0.9292
2	47.9175	106.9408333	1013.4	1.0134
3	47.91888889	106.9402778	676.7	0.6767
4	47.91694444	106.9366667	1177.7	1.1777
5	47.91777778	106.9375	835.4	0.8354
6	47.9175	106.9363889	1547.4	1.5474
7	47.91555556	106.9369444	443	0.443
8	47.91527778	106.9377778	632.1	0.6321
9	47.91527778	106.9425	800.9	0.8009
10	47.91861111	106.9438889	1081.4	1.0814
11	47.91944444	106.9430556	1399.8	1.3998
12	47.91916667	106.9425	4243	4.243
13	47.91888889	106.9391667	1348.6	1.3486
14	47.91916667	106.9425	1418.9	1.4189
15	47.91888889	106.9419444	3796	3.796
16	47.91888889	106.9405556	3112	3.112
17	47.91916667	106.9380556	3957	3.957
18	47.91861111	106.9372222	2046	2.046
19	47.91888889	106.9383333	2352	2.352
20	47.91916667	106.9375	2717	2.717
21	47.91861111	106.9352778	1226.1	1.2261
22	47.91861111	106.9358333	1518.8	1.5188
23	47.91861111	106.9363889	1333	1.333
24	47.93222222	106.8947222	1398.2	1.3982
25	47.93166667	106.8944444	1347.2	1.3472
26	47.91805556	106.8911111	2677	2.677
27	47.90416667	106.8905556	1222.1	1.2221
28	47.91166667	106.9086111	2324	2.324
29	47.92972222	106.93	1431.3	1.4313
30	47.92305556	106.9311111	1590.4	1.5904
31	47.92416667	106.9322222	3269	3.269
32	47.92416667	106.9316667	1798.6	1.7986
33	47.92583333	106.9316667	1215.4	1.2154
34	47.92666667	106.9316667	1036.2	1.0362
35	47.92638889	106.9316667	767.8	0.7678
36	47.9275	106.9316667	2115	2.115
37	47.92888889	106.9322222	2841	2.841
38	47.92833333	106.9369444	1724.9	1.7249
39	47.92305556	106.9363889	1043.8	1.0438
40	47.91972222	106.935	1435.6	1.4356
41	47.918874	106.939856	935.2	0.9352

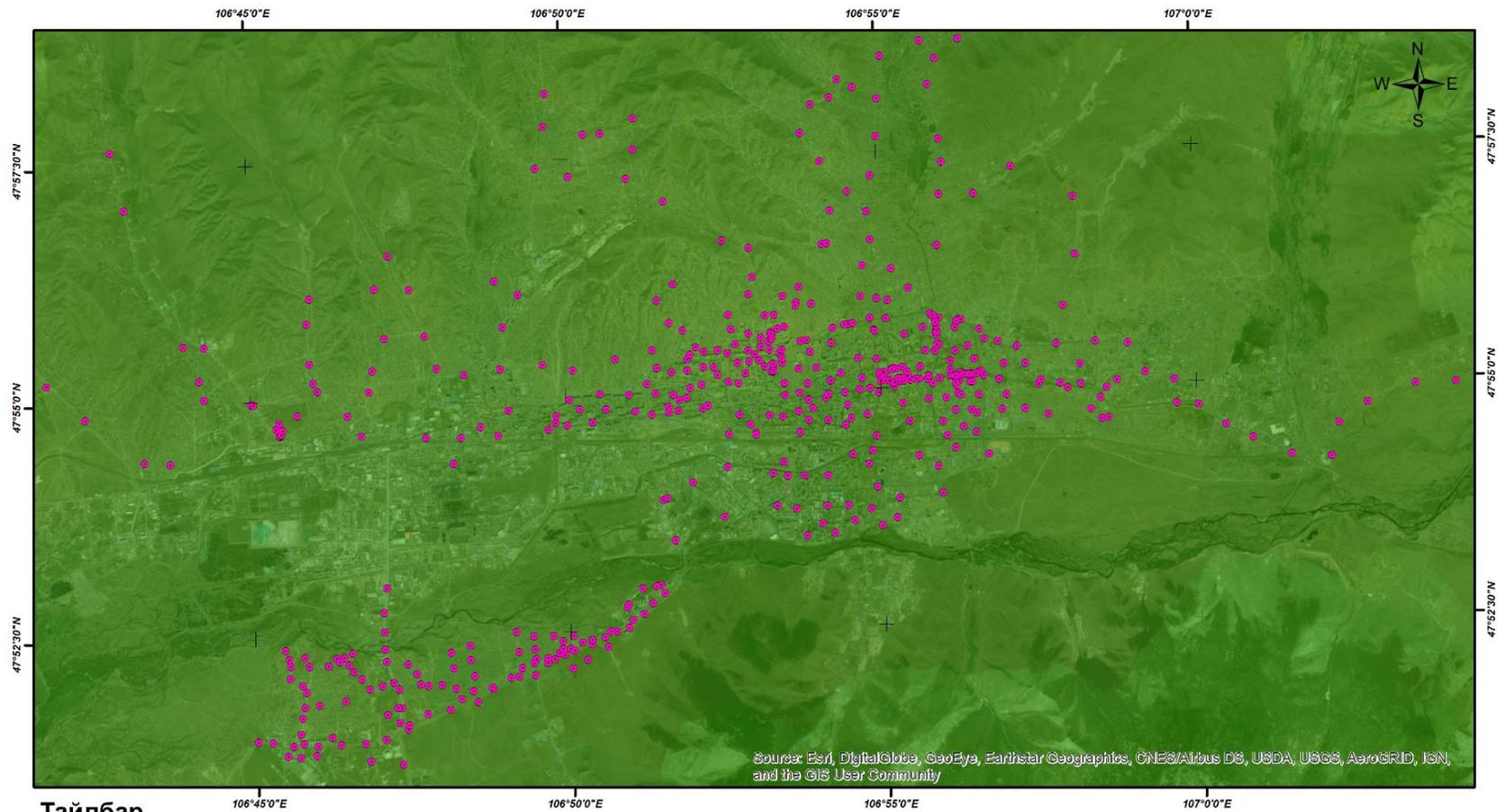
42	47.918277	106.926785	316	0.316
43	47.918244	106.926065	2920	2.92
44	47.918063	106.924442	1500	1.5
45	47.918781	106.923762	1486	1.486
46	47.919577	106.923582	2140	2.14
47	47.920396	106.922431	1800	1.8
48	47.920131	106.920814	5000	5
49	47.920242	106.919859	1657	1.657
50	47.919957	106.919516	1320	1.32
51	47.918855	106.917818	2170	2.17
52	47.919539	106.917458	1930	1.93
53	47.919524	106.916285	1540	1.54
54	47.919028	106.916471	3800	3.8
55	47.918374	106.91663	1910	1.91
56	47.918013	106.916639	2750	2.75
57	47.918584	106.917283	3500	3.5
58	47.918098	106.917927	2660	2.66
59	47.918118	106.918854	1840	1.84
60	47.917562	106.919878	2400	2.4
61	47.917692	106.920296	2460	2.46
62	47.917874	106.921254	4470	4.47
63	47.917893	106.922006	5620	5.62
64	47.917935	106.922911	1990	1.99
65	47.918406	106.922085	3170	3.17
66	47.918407	106.921188	3780	3.78
67	47.915973	106.902772	1260	1.26
68	47.915902	106.891265	1160	1.16
69	47.918054	106.891124	1370	1.37
70	47.920944	106.888438	1130	1.13
71	47.921532	106.888266	1110	1.11
72	47.920131	106.888166	1250	1.25
73	47.920299	106.88838	1220	1.22
74	47.92243	106.890658	1450	1.45
75	47.923996	106.890642	2820	2.82
76	47.92665	106.888062	2730	2.73
77	47.925999	106.88793	2000	2
78	47.925864	106.887995	2880	2.88
79	47.926341	106.888052	3650	3.65
80	47.926845	106.88788	6000	6
81	47.927586	106.904134	3390	3.39
82	47.928142	106.907313	1700	1.7
83	47.928321	106.909574	1370	1.37
84	47.929412	106.930683	1000	1
85	47.928445	106.931312	3390	3.39
86	47.928066	106.931286	3640	3.64

3.3.2. Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдэд хийсэн хэмжилтийн үр дүнгээр байгуулсан цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал, түүнийг үндэсний стандартын хүлцэх хамгийн их нөлөөний утгатай харьцуулсан байдал

Өмнөх дэд бүлэгт үзүүлсэн хэмжилтийн үр дүнг ашиглан ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалтыг Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдийн нутаг дэвсгэрийн хэмжээнд байгуулсан. Энэхүү зураглалыг гаргахын тулд дараах боловсруулалтуудыг хийсэн. Үүнд:

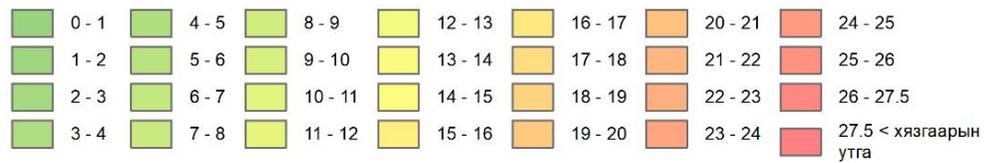
- Хэмжилтийн утга нэг бүрийг Google Earth програмд оруулж хэмжилт хийсэн цэгийн координатыг баталгаажуулсан.
- Хэмжилтийн утгуудын хоорондын зөрүү, хамааралд дүн шинжилгээ хийж эргэлзээтэй утгуудыг тодруулах, илүү нарийвчлалтай болгох үүднээс нэмэлт хэмжилтүүд хийсэн.
- ArcGIS 10.4.1 газар зүйн мэдээллийн системийн програм ашиглан өгөгдөлд боловсруулалт хийж зураглал гаргасан.
- Зургийг нарийвчлалтай гаргахын тулд хэмжилтийн утгуудыг интерполяцийн функц ашиглан боловсруулсан.
- Хэмжилтийн үр дүнг үндэсний стандартын хамгийн бага утгатай харьцуулан зураглаж дүгнэлт гаргасан. “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартад заагдсан олон нийтийн хувьд буюу хяналтгүй орчны хамгийн бага ХХН-ний утга нь $27.7V/m$ байдаг.

3.117-р зурагт үзүүлсэн Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдийн ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалтын зургаас харахад ХХН-ний бодит утга Монгол Улсын стандартад заасан хамгийн бага утга $27.5V/m$ -аас 5 ба түүнээс олон дахин бага байна. Уг зураглалыг том хэмжээтэйгээр хавсралт 1.2-оос үзнэ үү.



Тайлбар

● Хэмжилтийн цэг
Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)



Маштаб 1:100000

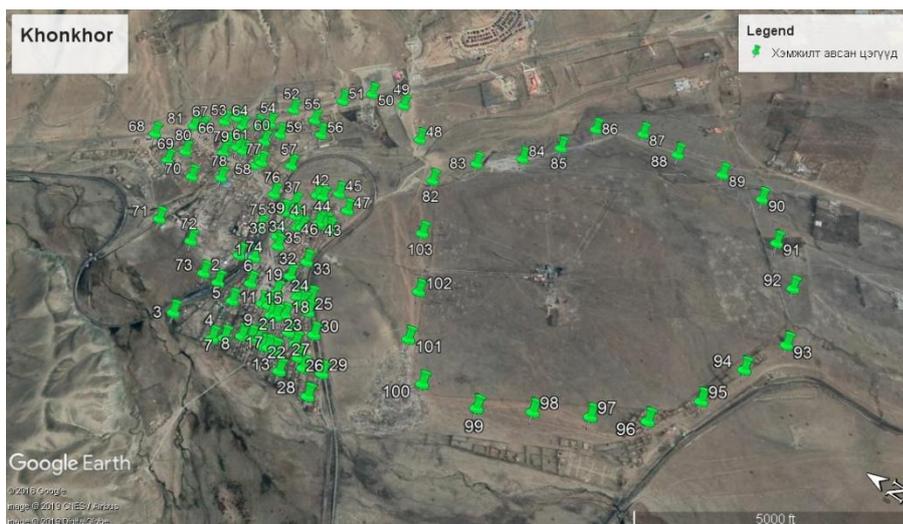
Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал

Монгол улсын MNS5594:2015 стандартын хамгийн бага утгатай (27.5 V/m) харьцуулсан үр дүн

3.117-р зураг. Улаанбаатар хотын төвийн дүүргүүдийн бүсийн цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалт

3.3.3. Хонхор тосгон орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийг хэмжиж, стандарт утгатай харьцуулан тархалтын зураглал гаргасан үр дүн

Хонхор тосгоны радио өргөн нэвтрүүлгийн (РӨН) станцын орчим хүн ам суурьшсан бүс байдаг учраас ЦСД-ны оронгийн хүчлэг ямар тархалттай байгааг тодорхойлох зорилгоор тусгайлсан хэмжилт хийсэн. 3.118-р зургаас хэмжилт хийх цэгүүдийг хэрхэн тодорхойлж зурагласныг харж болно.



3.118-р зураг. Хонхор тосгоны радио өргөн нэвтрүүлгийн станц болон гэр хороолол орчимд хэмжилт авсан цэгүүдийн зураглал

Google Earth програм ашиглан өөр хоорондоо 300-350м зайтайгаар хэмжилт хийх цэгүүдийн зураглалыг урьдчилан гаргаж, цахилгаан соронзон орны хүчлэг хэмжих TENMARS-TM196 хэмжүүр ашиглан хэмжилтийг гүйцэтгэсэн. 3.41-д хэмжилтийн үр дүнг үзүүлэв.

3.41-р хүснэгт. Хонхор тосгон орчмын хэмжилтийн үр дүн

Д/д	Уртраг, өргөрөг	Хэмжилтийн утга	Хэмжилт хийсэн цэг
1	47°82'26.2" N, 107°17'13.72" E	949.5mV/m	81-р цэг
2	47°82'21.54" N, 107°17'17.64" E	407.6 mV/m	67-р цэг
3	47°82'44.62" N, 107°16'85.44" E	538.0 mV/m	68-р цэг
4	47°82'21.63" N, 107°16'70.38" E	1111.0 mV/m	69-р цэг
5	47°82'03.05" N, 107°16'66.33" E	510.8 mV/m	70-р цэг
6	47°82'01.62" N, 107°16'14.31" E	228.0 mV/m	71-р цэг
7	47°81'73.92" N, 107°16'264" E	527.8 mV/m	72-р цэг
8	47°81'55.25" N, 107°16'95.3" E	68.2 mV/m	74-р цэг
9	47°81'61.02" N, 107°17'31.53" E	146.4 mV/m	57-р цэг
10	47°81'54.09" N, 107°17'74.39" E	0.5 mV/m	56-р цэг
11	47°81'65.2" N, 107°177'919" E	145.2 mV/m	55-р цэг
12	47°81'80.27" N, 107°177'871" E	410.4mV/m	52-р цэг
13	47°820'891" N, 107°174'212" E	157.2mV/m	53-р цэг

14	47°82'14.22" N, 107°172'816" E	377.5 mV/m	66-р цэг
15	47°81'99.97" N, 107°173'729" E	130.2 mV/m	64-р цэг
16	47°819'455" N, 107°174'454" E	87.1 mV/m	62-р цэг
17	47°81'86.36" N, 107°175'328" E	90.4 mV/m	54-р цэг
18	47°81'773" N, 107°174'828" E	215.1 mV/m	59-р цэг
19	47°817'422" N, 107°171'586" E	127.5 mV/m	58-р цэг
20	47°817'803" N, 107°171'0.03" E	239.9 mV/m	77-р цэг
21	47°818'281" N, 107°173'776" E	0.5 mV/m	60-р цэг
22	47°818'977" N, 107°17'15" E	0.5 mV/m	61-р цэг
23	47°819'426" N, 107°171'57" E	23.7 mV/m	63-р цэг
24	47°820'244" N, 107°171'399" E	272.1 mV/m	65-р цэг
25	47°820'48" N, 107°170'213" E	138.3 mV/m	79-р цэг
26	47°819'0.21" N, 107°168'418" E	293.7 mV/m	78-р цэг
27	47°82'23" N, 107°168'894" E	1121.1 mV/m	80-р цэг
28	47°815'665" N, 107°180'357" E	0.5 mV/m	51-р цэг
29	47°814'764" N, 107°183'34" E	0.5 mV/m	50-р цэг
30	47°812'23" N, 107°184'173" E	0.5 mV/m	49-р цэг
31	47°810'222" N, 107°180'884" E	0.5 mV/m	48-р цэг
32	47°807'936" N, 107°178'638" E	0.5 mV/m	82-р цэг
33	47°806'503" N, 107°182'387" E	0.5 mV/m	83-р цэг
34	47°802'513" N, 107°186'0.05" E	0.5 mV/m	84-р цэг
35	47°799'444" N, 107°182'451" E	0.5 mV/m	85-р цэг
36	47°803'0.17" N, 107°187'265" E	0.5 mV/m	86-р цэг
37	47°799'124" N, 107°192'758" E	0.5 mV/m	87-р цэг
38	47°796'544" N, 107°192'576" E	0.5 mV/m	88-р цэг
39	47°793'707" N, 107°192'720" E	0.5 mV/m	89-р цэг
40	47°791'143" N, 107°192'178" E	0.5 mV/m	90-р цэг
41	47°789'139" N, 107°188'733" E	0.5 mV/m	91-р цэг
42	47°787'468" N, 107°185'912" E	0.5 mV/m	92-р цэг
43	47°786'352" N, 107°181'0.61" E	0.5 mV/m	93-р цэг
44	47°787'536" N, 107°177'0.41" E	0.5 mV/m	94-р цэг
45	47°788'816" N, 107°172'680" E	0.5 mV/m	95-р цэг
46	47°790'583" N, 107°169'0.58" E	0.5 mV/m	96-р цэг
47	47°793'0.97" N, 107°167'122" E	0.5 mV/m	97-р цэг
48	47°798'757" N, 107°165'0.86" E	0.5 mV/m	98-р цэг
49	47°798'276" N, 107°162'837" E	0.5 mV/m	99-р цэг
50	47°801'360" N, 107°162'361" E	0.5 mV/m	100-р цэг
51	47°803'470" N, 107°164'853" E	0.5 mV/m	101-р цэг
52	47°804'311" N, 107°168'348" E	0.5 mV/m	102-р цэг
53	47°806'160" N, 107°172'795" E	0.5 mV/m	103-р цэг
54	47°812'133" N, 107°172'883" E	64.5 mV/m	47-р цэг
55	47°813'171" N, 107°171'322" E	70.8 mV/m	40-р цэг
56	47°813'235" N, 107°167'655" E	0.5 mV/m	41-р цэг
57	47°811'622" N, 107°168'0.14" E	33.2 mV/m	46-р цэг
58	47°812'0.92" N, 107°169'98" E	236.4 mV/m	44-р цэг
59	47°81'46" N, 107°170'127" E	250.1 mV/m	37-р цэг
60	47°813'474" N, 107°166'503" E	92.8 mV/m	38-р цэг
61	47°811'123" N, 107°165'997" E	56.2 mV/m	33-р цэг
62	47°811'353" N, 107°163'939" E	27.2 mV/m	32-р цэг

63	47°812'549" N, 107°161'948" E	0.5 mV/m	6-р цэг
64	47°811'351" N, 107°162'195" E	0.5 mV/m	19-р цэг
65	47°810'239" N, 107°163'406" E	0.5 mV/m	20-р цэг
66	47°809'383" N, 107°162'228" E	0.5 mV/m	30-р цэг
67	47°807'812" N, 107°160'688" E	0.5 mV/m	29-р цэг
68	47°807'0.06" N, 107°156'548" E	0.5 mV/m	28-р цэг
69	47°807'84.9" N, 107°158'591" E	0.5 mV/m	27-р цэг
70	47°808'81" N, 107°158'839" E	0.5 mV/m	22-р цэг
71	47°810'733" N, 107°157'908" E	0.5 mV/m	9-р цэг
72	47°812'655" N, 107°156'257" E	0.5 mV/m	4-р цэг
73	47°812'0.95" N, 107°157'828" E	0.5 mV/m	7-р цэг
74	47°81'404" N, 107°160'783" E	0.5 mV/m	2-р цэг
75	47°813'396" N, 107°163'801" E	0.5 mV/m	1-р цэг
76	47°814'881" N, 107°161'555" E	54.1 mV/m	75-р цэг
77	47°815'425" N, 107°169'732" E	223.0 mV/m	76-р цэг
78	47°811'349" N, 107°160'451" E	0.5 mV/m	10-р цэг
79	47°815'423" N, 107°156'203" E	0.5 mV/m	3-р цэг
80	47°811'269" N, 107°157'720" E	0.5 mV/m	8-р цэг
81	47°811'178" N, 107°161'0.78" E	0.5 mV/m	11-р цэг
82	47°810'703" N, 107°160'470" E	0.5 mV/m	14-р цэг
83	47°810'371" N, 107°160'544" E	0.5 mV/m	15-р цэг
84	47°809'888" N, 107°157'878" E	0.5 mV/m	13-р цэг
85	47°809'595" N, 107°158'0.29" E	0.5 mV/m	16-р цэг
86	47°810'0.58" N, 107°161'0.45" E	0.5 mV/m	18-р цэг
87	47°809'241" N, 107°160'0.41" E	0.5 mV/m	21-р цэг
88	47°808'527" N, 107°159'540" E	0.5 mV/m	23-р цэг
89	47°809'668" N, 107°162'719" E	0.5 mV/m	24-р цэг
90	47°809'124" N, 107°162'296" E	0.5 mV/m	25-р цэг
91	47°807'871" N, 107°158'716" E	0.5 mV/m	26-р цэг
92	47°809'467" N, 107°163'413" E	0.5 mV/m	31-р цэг
93	47°812'938" N, 107°168'117" E	125.8 mV/m	34-р цэг
94	47°813'0.72" N, 107°165'745" E	267.1 mV/m	35-р цэг
95	47°814'236" N, 107°168'783" E	45.2 mV/m	36-р цэг
96	47°813'398" N, 107°168'882" E	24.5 mV/m	39-р цэг
97	47°812'875" N, 107°171'746" E	0.5 mV/m	42-р цэг
98	47°812'0.13" N, 107°169'405" E	0.5 mV/m	43-р цэг
99	47°812'208" N, 107°172'781" E	0.5 mV/m	45-р цэг
100	47°817'619" N, 107°162'414" E	439.2 mV/m	73-р цэг

Хэмжилтийн гүйцэтгэлийг жишээ болгон 3.119-өөс 3.124-р зургуудад тус тус үзүүлэв.



3.119-р зураг. 1-р цэг дээрх хэмжилт



3.120-р зураг. 28-р цэг дээрх хэмжилт



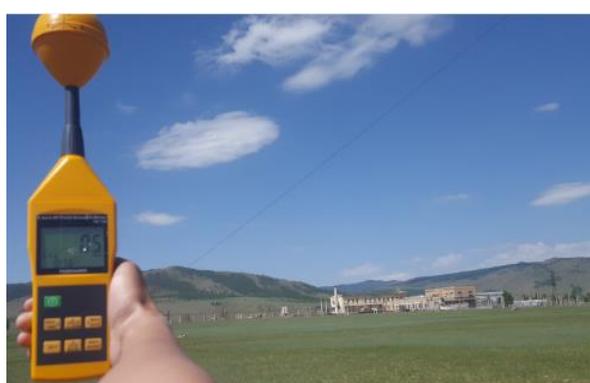
3.121-р зураг. 72-р цэг дээрх хэмжилт



3.122-р зураг. 49-р цэг дээрх хэмжилт

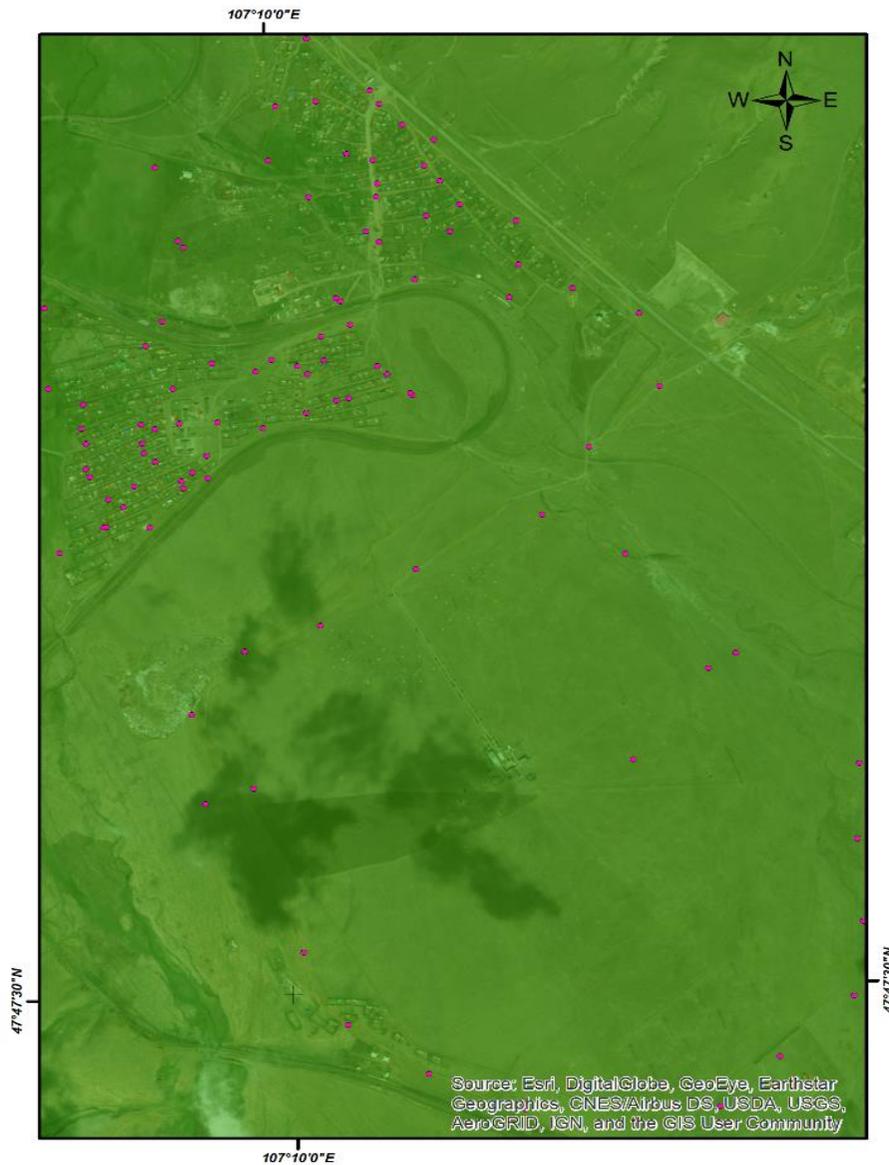


3.123-р зураг. 71-р цэг дээрх хэмжилт



3.124-р зураг. 87-р цэг “Хонхорын станц” дээрх хэмжилт

3.125-р зурагт үзүүлсэн ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалтын зургаас харахад ХХН-ний бодит утга Монгол Улсын стандартад заасан хамгийн бага утга (27.5V/m)-аас олон дахин бага байгаа нь харагдаж байна. Уг зураглалыг том хэмжээтэй хавсралт 1.3-аас үзнэ үү.



**Хонхор орчмын цахилгаан соронзон
үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн
тархалтын зураглал**

Монгол улсын MNS5594:2015 стандартын хамгийн
бага утгатай (27.5 V/m) харьцуулсан үр дүн

Тайлбар

• Хэмжилтийн цэг

Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

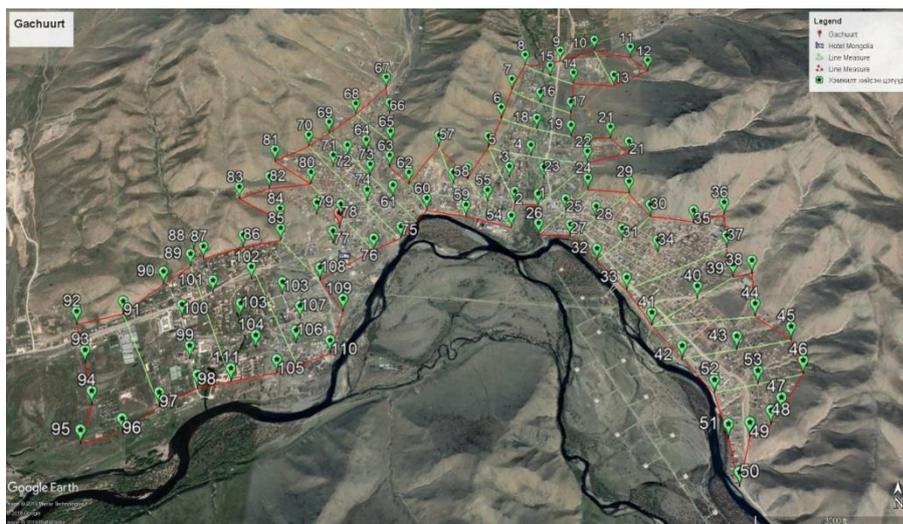
0 - 1	10 - 11	20 - 21
1 - 2	11 - 12	21 - 22
2 - 3	12 - 13	22 - 23
3 - 4	13 - 14	23 - 24
4 - 5	14 - 15	24 - 25
5 - 6	15 - 16	25 - 26
6 - 7	16 - 17	26 - 27.5
7 - 8	17 - 18	27.5 < хязгаарын утга
8 - 9	18 - 19	
9 - 10	19 - 20	

Маштаб 1:23000

3.125-р зураг. Хонхор тосгон орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалт

3.3.4. Гачуурт тосгон орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийг хэмжиж, стандарт утгатай харьцуулан тархалтын зураглал гаргасан үр дүн

Хонхор тосгонд хийсэн хэмжилттэй ижил зарчмаар буюу эхлээд хэмжилт хийх цэгүүдийг газрын зураг дээр тодорхойлж зурагласныг 3.126-р зургаас харж болно. Нийт 107 цэгт хэмжилт хийж ЦСД-ны оронгийн хүчлэг ямар байгааг тогтоосон бөгөөд 3.42-р хүснэгтэд хэмжилтийн үр дүнг үзүүлэв.



3.126-р зураг. Гачуурт тосгон орчим хийсэн хэмжилтийн цэгүүдийн байршил

3.42-р хүснэгт. Гачуурт тосгон орчмын хэмжилтийн үр дүн

Д/д	Уртраг, өргөрөг	Хэмжилтийн утга	Хэмжилт хийсэн цэг
1	47.928481, 107.160267	66.7 mV/m	1-р цэг
2	47.928843, 107.157433	170 mV/m	2-р цэг
3	47.928015, 107.155185	1108.6 mV/m	АТМ-тэй антенн
4	47.930841, 107.157111	138.6 mV/m	3-р цэг
5	47.93166, 107.156362	1083.5 mV/m	5.1-р цэг
6	47.932474, 107.156024	531.5 mV/m	5.2-р цэг
7	47.9350284, 107.156739	582.5 mV/m	6-р цэг
8	47.937641, 107.157992	0.5 mV/m	7-р цэг
9	47.941022, 107.159698	67.2 mV/m	8-р цэг
10	47.940086, 107.162881	154.2 mV/m	9-р цэг
11	47.942021, 107.167626	0.5 mV/m	10-р цэг
12	47.940654, 107.170602	85.9 mV/m	11-р цэг
13	47.939371, 107.172018	0.5 mV/m	12-р цэг
14	47.93833122, 107.168323	109.1 mV/m	13-р цэг
15	47.938055, 107.164742	317.2 mV/m	14-р цэг
16	47.939907, 107.161919	0.5 mV/m	15-р цэг
17	47.937525, 107.160721	532.7 mV/m	16-р цэг
18	47.936892, 107.136477	657.9 mV/m	17-р цэг
19	47.934911, 107.165035	417.5 mV/m	18-р цэг
20	47.934194, 107.164459	413.7 mV/m	19-р цэг

21	47.933254, 107.165004	203.9 mV/m	20-р цэг
22	47.933979, 107.167722	84.4 mV/m	21.1-р цэг
23	47.932.819, 107.168114	106.2 mV/m	21.2-р цэг
24	47.931929, 107.164923	1053.0 mV/m	22-р цэг
25	47.932359, 107.158436	522.8 mV/m	4-р цэг
26	47.930848, 107.160677	104.7 mV/m	23-р цэг
27	47.926929, 107.156694	544.2 mV/m	54-р цэг
28	47.928857, 107.154815	531.7 mV/m	55.1-р цэг
29	47.930514, 107.153911	1230.8 mV/m	55.2-р цэг
30	47.930089, 107.151872	707.4 mV/m	58-р цэг
31	47.931604, 107.149328	35.9 mV/m	57-р цэг
32	47.931002, 107.14639	215.5 mV/m	62-р цэг
33	47.931999, 107.144433	201.3 mV/m	63-р цэг
34	47.932721, 107.145046	304.2 mV/m	65-р цэг
35	47.935239, 107.144522	0.5 mV/m	66-р цэг
36	47.939566, 107.144943	74.1 mV/m	67-р цэг
37	47.936121, 107.141657	0.5 mV/m	68-р цэг
38	47.933837, 107.138313	0.5 mV/m	69-р цэг
39	47.932862, 107.136242	66.0 mV/m	70-р цэг
40	47.93145, 107.133114	0.5 mV/m	81-р цэг
41	47.928616, 107.130977	0.5 mV/m	83-р цэг
42	47.929304, 107.133606	0.5 mV/m	82-р цэг
43	47.929338, 107.136872	777.3 mV/m	80-р цэг
44	47.925512, 107.135951	0.5 mV/m	85-р цэг
45	47.922913, 107.138765	146.2 mV/m	108-р цэг
46	47.927442, 107.138233	827.6 mV/m	79-р цэг
47	47.926529, 107.135008	0.5 mV/m	84-р цэг
48	47.925649, 107.139822	577.7 mV/m	77-р цэг
49	47.920571, 107.140379	205.1 mV/m	78-р цэг
50	47.928754, 107.142841	240.2 mV/m	74-р цэг
51	47.931236, 107.139172	67.9 mV/m	71-р цэг
52	47.932212, 107.140871	0.5 mV/m	72-р цэг
53	47.93282, 107.142239	0.5 mV/m	64-р цэг
54	47.930775, 107.142925	64.8 mV/m	73-р цэг
55	47.929536, 107.154679	87.1 mV/m	61-р цэг
56	47.920437, 107.140343	0.5 mV/m	109-р цэг
57	47.920119, 107.13794	0.5 mV/m	107-р цэг
58	47.918876, 107.137129	122.5 mV/m	106-р цэг
59	47.917975, 107.134678	85.2 mV/m	104-р цэг
60	47.920237, 107.132042	0.5 mV/m	103-р цэг
61	47.922563, 107.13245	312.3 mV/m	102-р цэг
62	47.911905, 107.129179	572.4 mV/m	101-р цэг
63	47.920103, 107.126658	105.0 mV/m	100-р цэг
64	47.917832, 107.127833	0.5 mV/m	99-р цэг
65	47.915431, 107.129382	0.5 mV/m	98-р цэг
66	47.914279, 107.115397	105.0 mV/m	97-р цэг
67	47.913485, 107.12351	186.9 mV/m	96-р цэг
68	47.913089, 107.121629	0.5 mV/m	95-р цэг
69	47.915086, 107.120437	119.8 mV/m	94-р цэг

70	47.916911, 107.119329	173.4 mV/m	93-р цэг
71	47.918612, 107.116426	0.5 mV/m	92-р цэг
72	47.920225, 107.121369	0.5 mV/m	91-р цэг
73	47.921735, 107.123534	71.3 mV/m	90-р цэг
74	47.922667, 107.124584	221.9 mV/m	87-р цэг
75	47.923186, 107.124887	0.5 mV/m	88-р цэг
76	47.922844, 107.125331	0.5 mV/m	89-р цэг
77	47.925021, 107.130274	0.5 mV/m	86-р цэг
78	47.9300085, 107.165505	1578.8 mV/m	24-р цэг
79	47.928903, 107.168758	0.5 mV/m	29-р цэг
80	47.927437, 107.170467	0.5 mV/m	30-р цэг
81	47.926989, 107.174608	87.8 mV/m	35-р цэг
82	47.927147, 107.177769	42.3 mV/m	36-р цэг
83	47.925229, 107.177431	76.9 mV/m	37-р цэг
84	47.922771, 107.176882	0.5 mV/m	39-р цэг
85	47.923041, 107.179544	0.5 mV/m	38-р цэг
86	47.920804, 107.178862	0.5 mV/m	44-р цэг
87	47.918684, 107.181993	0.5 mV/m	45-р цэг
88	47.916175, 107.182816	0.5 mV/m	46-р цэг
89	47.915186, 107.180522	0.5 mV/m	47-р цэг
90	47.913503, 107.178981	0.5 mV/m	48-р цэг
91	47.912495, 107.177755	0.5 mV/m	49-р цэг
92	47.910956, 107.175771	0.5 mV/m	50-р цэг
93	47.913015, 107.175473	0.5 mV/m	51-р цэг
94	47.915099, 107.174691	0.5 mV/m	52-р цэг
95	47.917865, 107.172527	0.5 mV/m	42-р цэг
96	47.919850, 107.170050	0.5 mV/m	41-р цэг
97	47.922291, 107.167906	0.5 mV/m	33-р цэг
98	47.924203, 107.165628	0.5 mV/m	32-р цэг
99	47.926374, 107.163000	0.5 mV/m	27-р цэг
100	47.926390, 107.159994	0.5 mV/m	26-р цэг
101	47.928406, 107.163931	0.5 mV/m	25-р цэг
102	47.928216, 107.162566	0.5 mV/m	28-р цэг
103	47.925888, 107.168926	0.5 mV/m	31-р цэг
104	47.926632, 107.16748	34.9 mV/m	34-р цэг
105	47.924193, 107.169884	341.4 mV/m	40-р цэг
106	47.918265, 107.176967	0.5 mV/m	43-р цэг
107	47.917522, 107.178802	0.5 mV/m	53-р цэг

Хэмжилтийн гүйцэтгэлийг жишээ болгон 3.127-аас 3.136-р зургуудад тус тус үзүүлэв.



3.127-р зураг. 79-р цэг дээрх хэмжилт



3.128-р зураг. 55-р цэг дээрх хэмжилт



3.129-р зураг. 77-р цэг дээрх хэмжилт



3.130-р зураг. 100-р цэг дээрх хэмжилт



3.131-р зураг. 94-р цэг дээрх хэмжилт



3.132-р зураг. 62-р цэг дээрх хэмжилт



3.133-р зураг. 73-р цэг дээрх хэмжилт



3.134-р зураг. 106-р цэг дээрх хэмжилт



3.135-р зураг. 107-р цэг дээрх хэмжилт



3.136-р зураг. 88-р цэг дээрх хэмжилт

Гачуурт тосгоны ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалт 3.137-р зурагт үзүүлснээр Монгол Улсын стандартад заасан хамгийн бага утгаас бага түвшинтэй байна. Уг зураглалыг том хэмжээтэйгээр хавсралт 1.4-өөс үзнэ үү.



Тайлбар

• Хэмжилтийн цэг
Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

Масштаб 1:25000

0 - 1	4 - 5	8 - 9	12 - 13	16 - 17	20 - 21	24 - 25
1 - 2	5 - 6	9 - 10	13 - 14	17 - 18	21 - 22	25 - 26
2 - 3	6 - 7	10 - 11	14 - 15	18 - 19	22 - 23	26 - 27.5
3 - 4	7 - 8	11 - 12	15 - 16	19 - 20	23 - 24	27.5 < хязгаарын утга

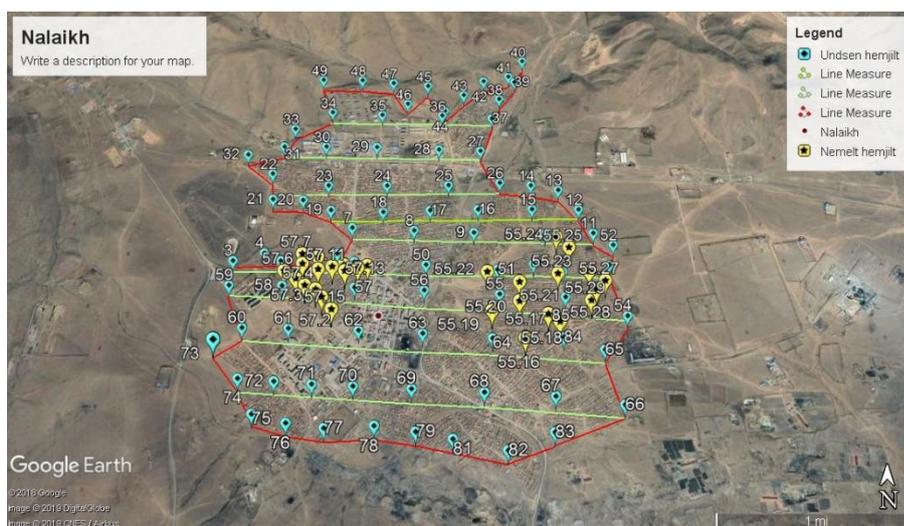
Гачуурт орчмын цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал

Монгол улсын MNS5594:2015 стандартын хамгийн бага утгатай (27.5 V/m) харьцуулсан үр дүн

3.137-р зураг. Гачуурт тосгон орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалт

3.3.5. Налайх дүүрэг орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийг хэмжиж, стандарт утгатай харьцуулан тархалтын зураглал гаргасан үр дүн

Налайх дүүрэг орчимд хэмжилт хийх 120 цэг сонгон газрын зураг дээр тодорхойлж зурагласныг 3.138-р зургаас харж болно. Хэмжилтийг ТМ-196 хэмжүүрийн багаж ашиглан тодорхойлсон ба үр дүнг 3.43-р хүснэгтэд үзүүлэв.



3.138-р зураг. Налайх дүүрэг орчмын хэмжилтийн цэгүүдийн байршил

3.43-р хүснэгт. Налайх дүүрэг орчмын хэмжилтийн үр дүн

Д/д	Уртраг, өргөрөг	Хэмжилтийн утга	Хэмжилт хийсэн цэг
1	47.765798, 107.24646	562.8 mV/m	71-р цэг
2	47.765883, 107.242762	205.8 mV/m	72-р цэг
3	47.7702238, 107.237016	220.6 mV/m	60-р цэг
4	47.769096, 107.23555	161.0 mV/m	73-р цэг
5	47.766366, 107.238117	174.9 mV/m	74-р цэг
6	47.763634, 107.240155	364.6 mV/m	75-р цэг
7	47.762589, 107.244824	322.0 mV/m	76-р цэг
8	47.761297, 107.249879	408.8 mV/m	77-р цэг
9	47.761722, 107.25568	642.2 mV/m	78-р цэг
10	47.761399, 107.259805	102.4 mV/m	79-р цэг
11	47.761372, 107.262784	0.5 mV/m	81-р цэг
12	47.76054, 107.268839	0.5 mV/m	82-р цэг
13	47.762162, 107.275185	517.8 mV/m	83-р цэг
14	47.764661, 107.281448	0.5 mV/m	66-р цэг
15	47.767843, 107.282306	263.1 mV/m	65-р цэг
16	47.772455, 107.282825	0.5 mV/m	54-р цэг
17	47.776332, 107.282192	105.7 mV/m	53-р цэг
18	47.778692, 107.282395	372.5 mV/m	52-р цэг
19	47.78103, 107.279421	375.7 mV/m	12-р цэг
20	47.779701, 107.273607	322.1 mV/m	10-р цэг
21	47.780219, 107.274293	196.3 mV/m	10.1-р цэг
22	47.780011, 107.272592	0.5 mV/m	10.2-р цэг

23	47.780584, 107.272163	224.3 mV/m	10.3-р цэг
24	47.782006, 107.272592	138.3 mV/m	10.4-р цэг
25	47.780917, 107.273785	0.5 mV/m	10.5-р цэг
26	47.755545, 107.275506	766.5 mV/m	86-р цэг
27	47.773312, 107.276116	0.5 mV/m	85-р цэг
28	47.770168, 107.273395	626.9 mV/m	84-р цэг
29	47.765259, 107.27266	0.5 mV/m	67-р цэг
30	47.764743, 107.267141	175.4 mV/m	68-р цэг
31	47.77037, 107.267893	565.1 mV/m	64-р цэг
32	47.767035, 107.26772	521.5 mV/m	64.1-р цэг
33	47.773967, 107.268082	1111.5 mV/m	55-р цэг
34	47.775836, 107.26735	924.2 mV/m	51-р цэг
35	47.776415, 107.721682	163.3 mV/m	52-р цэг
36	47.776853, 107.260375	211.9 mV/m	50-р цэг
37	47.474077, 107.259067	496.9 mV/m	56-р цэг
38	47.77002, 107.258937	773.3 mV/m	63-р цэг
39	47.76542, 107.25767	215.8 mV/m	69-р цэг
40	47.765759, 107.251176	476.7 mV/m	70-р цэг
41	47.770297, 107.251662	55.5 mV/m	62-р цэг
42	47.77409, 107.250624	1485.2 mV/m	57-р цэг
43	47.775687, 107.251975	1162.2 mV/m	57.1-р цэг
44	47.776755, 107.249135	0.5 mV/m	1-р цэг
45	47.777429, 107.247301	498.5 mV/m	6-р цэг
46	47.777342, 107.244453	620.1 mV/m	5-р цэг
47	47.777043, 107.24152	350.5 mV/m	2-р цэг
48	47.777118, 107.23918	0.5 mV/m	4-р цэг
49	47.776136, 107.236893	0.5 mV/m	3-р цэг
50	47.774431, 107.235954	79.7 mV/m	59-р цэг
51	47.773859, 107.24145	857.6 mV/m	58-р цэг
52	47.769508, 107.24628	137.2 mV/m	61-р цэг
53	47.782335, 107.245775	254.6 mV/m	19-р цэг
54	47.782904, 107.243334	32.7 mV/m	20-р цэг
55	47.782972, 107.239204	72.2 mV/m	21-р цэг
56	47.785885, 107.238373	111.0 mV/m	22-р цэг
57	47.787802, 107.234604	0.5 mV/m	32-р цэг
58	47.788647, 107.238581	0.5 mV/m	31-р цэг
59	47.790466, 107.240089	0.5 mV/m	33-р цэг
60	47.792497, 107.245643	0.5 mV/m	34-р цэг
61	47.796375, 107.843811	0.5 mV/m	49-р цэг
62	47.796699, 107.249820	0.5 mV/m	48-р цэг
63	47.796185, 107.254054	0.5 mV/m	47-р цэг
64	47.795747, 107.258749	0.5 mV/m	45-р цэг
65	47.78892, 107.241262	0.5 mV/m	30-р цэг
66	47.78867, 107.250866	1625.9 mV/m	29-р цэг
67	47.790954, 107.252725	59.5 mV/m	35-р цэг
68	47.792425, 107.260927	0.5 mV/m	36-р цэг
69	47.793001, 107.261201	0.5 mV/m	44-р цэг
70	47.793712, 107.256084	0.5 mV/m	46-р цэг
71	47.775687, 107.251994	0.5 mV/m	43-р цэг

72	47.775687, 107.251995	0.5 mV/m	42-р цэг
73	47.775687, 107.251996	0.5 mV/m	41-р цэг
74	47.775687, 107.251997	0.5 mV/m	40-р цэг
75	47.775687, 107.251998	0.5 mV/m	39-р цэг
76	47.775687, 107.251999	0.5 mV/m	38-р цэг
77	47.775687, 107.252000	0.5 mV/m	37-р цэг
78	47.775687, 107.252001	0.5 mV/m	27-р цэг
79	47.788216, 107.261697	226.7 mV/m	28-р цэг
80	47.785004, 107.267908	497.7 mV/m	26-р цэг
81	47.784524, 107.272607	0.5 mV/m	14-р цэг
82	47.7841, 107.275922	0.5 mV/m	13-р цэг
83	47.782071, 107.272831	124.3 mV/m	15-р цэг
84	47.782668, 107.265934	329.0 mV/m	9-р цэг
85	47.783411, 107.260329	0.5 mV/m	17-р цэг
86	47.78217, 107.252735	0.5 mV/m	18-р цэг
87	47.780553, 107.249793	212.3 mV/m	7-р цэг
88	47.779961, 107.257559	101.2 mV/m	8-р цэг
89	47.784182, 107.263628	134.9 mV/m	25-р цэг
90	47.784464, 107.253673	240.3 mV/m	24-р цэг
91	47.783747, 107.266859	392.4 mV/m	16-р цэг
92	47.784427, 107.246265	101.2 mV/m	23-р цэг
93	47.772833, 107.246816	738.5 mV/m	57.2-р цэг
94	47.773502, 107.246056	934.9 mV/m	57.3-р цэг
95	47.773750, 107.244620	1001.0 mV/m	57.4-р цэг
96	47.774312, 107.243416	1326.7 mV/m	57.5-р цэг
97	47.775153, 107.241947	657.1 mV/m	57.6-р цэг
98	47.776815, 107.224007	780.0 mV/m	57.7-р цэг
99	47.775846, 107.244112	573.8 mV/m	57.8-р цэг
100	47.776599, 107.245936	1569.2 mV/m	57.9-р цэг
101	47.775412, 107.246094	870.3 mV/m	57.10-р цэг
102	47.775650, 107.247721	1121.8 mV/m	57.11-р цэг
103	47.775816, 107.249123	958.0 mV/m	57.12-р цэг
104	47.775275, 107.249312	1217.1 mV/m	57.13-р цэг
105	47.775573, 107.250921	92.3 mV/m	57.14-р цэг
106	47.771755, 107.247958	121.7 mV/m	57.15-р цэг
107	47.769226, 107.271048	700.1 mV/m	55.16-р цэг
108	47.770806, 107.275112	373.7 mV/m	55.17-р цэг
109	47.771311, 107.273843	129.2 mV/m	55.18-р цэг
110	47.771562, 107.267181	518.0 mV/m	55.19-р цэг
111	47.772361, 107.270583	212.9 mV/m	55.20-р цэг
112	47.774153, 107.270583	983.1 mV/m	55.21-р цэг
113	47.775247, 107.266585	1017.8 mV/m	55.22-р цэг
114	47.775127, 107.275255	615.9 mV/m	55.23-р цэг
115	47.778664, 107.275343	0.5 mV/m	55.24-р цэг
116	47.777605, 107.276923	0.5 mV/m	55.25-р цэг
117	47.775329, 107.279164	86.5 mV/m	55.26-р цэг
118	47.774401, 107.281167	32.9 mV/m	55.27-р цэг
119	47.773687, 107.2799827	215.8 mV/m	55.28-р цэг
120	47.772645, 107.249105	13.1 mV/m	55.29-р цэг

Хэмжилтийн гүйцэтгэлийг жишээ болгон 3.139-өөс 3.148-р зургуудад тус тус үзүүлэв.



3.139-р зураг. 58-р цэг дээрх хэмжилт



3.140-р зураг. 72-р цэг дээрх хэмжилт



3.141-р зураг. 61-р цэг дээрх хэмжилт



3.142-р зураг. 69-р цэг дээрх хэмжилт



3.143-р зураг. 29-р цэг дээрх хэмжилт



3.144-р зураг. 55-р цэг дээрх хэмжилт



3.145-р зураг. 57-р цэг дээрх хэмжилт



3.146-р зураг. 10-р цэг дээрх хэмжилт

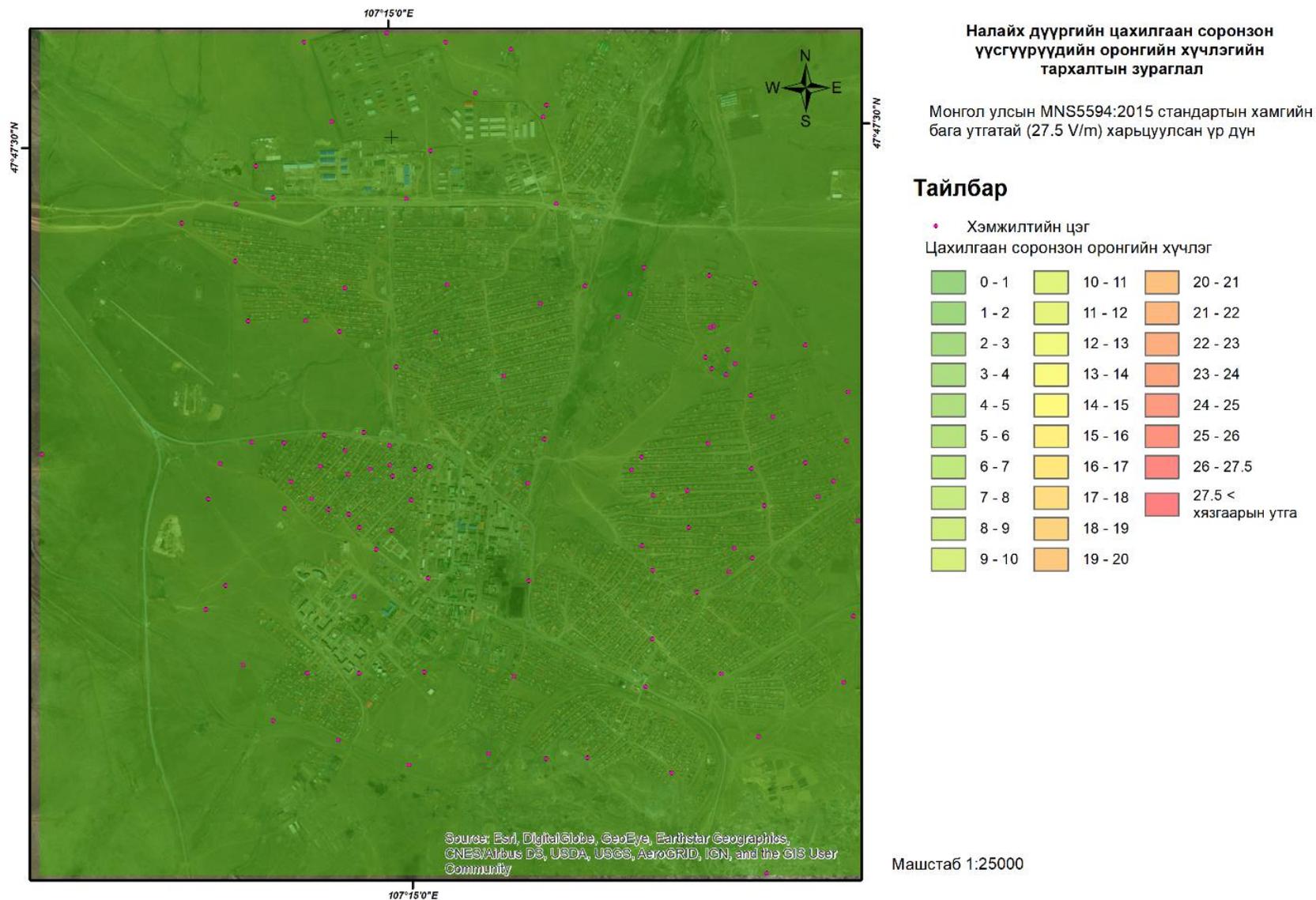


3.147-р зураг. 3-р цэг дээрх хэмжилт



3.148-р зураг. 10.3-р цэг дээрх хэмжилт

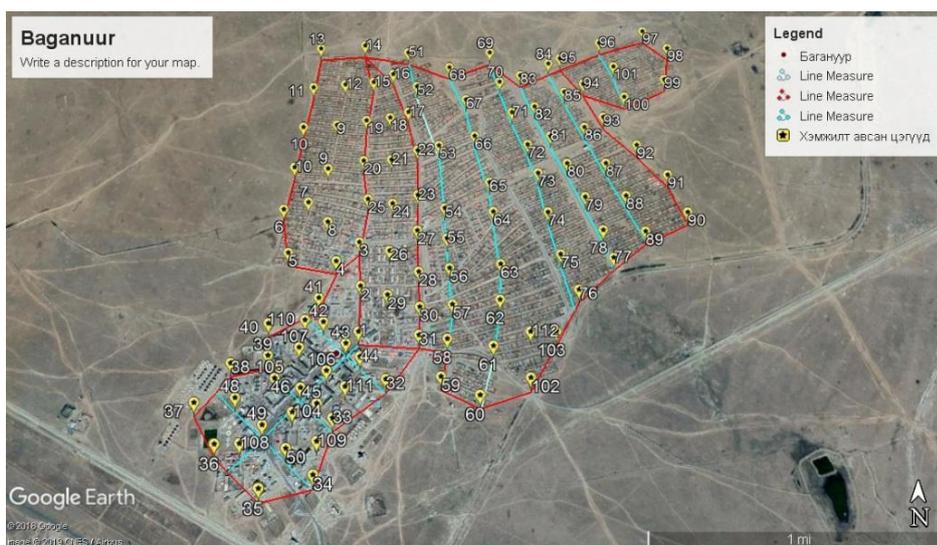
3.149-р зурагт үзүүлсэн Налайх дүүргийн хэмжилтийн үр дүнгээс харахад өмнөх хэмжилт хийсэн байршлуудтай ижил буюу ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн хэмжээ Монгол Улсын стандартад заасан хамгийн бага ХХН-ний утгаас олон дахин бага байна. Энэ нь тухайн дүүрэгт ЦСД-ний үүсгүүр нягтрал багатай байгааг харуулж байна. Уг зураглалыг том хэмжээтэйгээр хавсралт 1.5-аас үзнэ үү.



3.149-р зураг. Налайх дүүрэг орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалт

3.3.6. Багануур дүүрэг орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийг хэмжиж, стандарт утгатай харьцуулан тархалтын зураглал гаргасан үр дүн

Багануур дүүрэг нь Улаанбаатар хотын хамгийн алслагдсан дүүрэг бөгөөд төслийн хүрээнд ЦСД-ны бохирдлын түвшинг тогтоох хэмжилтийг заавал хийх шаардлагатай гэж үзсэн. Хэмжилт хийх 115 цэг сонгон газрын зураг дээр тодорхойлж зурагласныг 3.150-р зургаас харж болно. Хэмжилтийн дэлгэрэнгүй үр дүнг 3.44-р хүснэгтэд үзүүлэв.



3.150-р зураг. Багануур дүүргийн хэмжилтийн цэгийн байршил

3.44-р хүснэгт. Багануур дүүрэгт хийсэн хэмжилтийн үр дүн

№	Уртраг, өргөрөг	Хэмжилтийн утга	Хэмжилт хийсэн цэг
1	47.784589, 108.374007	1631.4 mV/m	1-р цэг
2	47.787859, 108.37392	951.0 mV/m	2-р цэг
3	47.789695, 108.373735	1234.9 mV/m	3-р цэг
4	47.788584, 108.371848	1095.4 mV/m	4-р цэг
5	47.789178, 108.367504	599.4 mV/m	5-р цэг
6	47.791802, 108.367177	517.5 mV/m	6-р цэг
7	47.792193, 108.369154	52.8 mV/m	7-р цэг
8	47.790956, 108.370953	109.8 mV/m	8-р цэг
9	47.792339, 108.374144	175.1 mV/m	25-р цэг
10	47.794936, 108.373453	420.7 mV/m	20-р цэг
11	47.7944, 108.370532	81.3 mV/m	9.1-р цэг
12	47.794589, 108.367638	159.8 mV/m	10.1-р цэг
13	47.79716, 108.368153	239.4 mV/m	10.2-р цэг
14	47.797253, 108.370992	146.4 mV/m	9.2-р цэг
15	47.797688, 108.377668	508.0 mV/m	19-р цэг
16	47.800313, 108.374054	340.3 mV/m	15-р цэг
17	47.800123, 108.37148	259.0 mV/m	12-р цэг
18	47.800272, 108.368551	217.8 mV/m	11-р цэг

19	47.802899, 108.36926	0.5 mV/m	13-р цэг
20	47.802953, 108.373321	0.5 mV/m	14-р цэг
21	47.800885, 108.375825	429.1 mV/m	16-р цэг
22	47.798243, 107.377133	543.0 mV/m	17-р цэг
23	47.797759, 108.375476	813.8 mV/m	18-р цэг
24	47.795665, 108.377964	647.7 mV/m	22-р цэг
25	47.795015, 108.376078	621.8 mV/m	21-р цэг
26	47.792601, 108.37828	494.0 mV/m	23-р цэг
27	47.792095, 108.376146	179.2 mV/m	24-р цэг
28	47.790758, 108.371442	547.3 mV/m	27-р цэг
29	47.789137, 108.375882	367.1 mV/m	26-р цэг
30	47.787989, 108.378583	338.9 mV/m	28-р цэг
31	47.78669, 108.376543	0.5 mV/m	29-р цэг
32	47.785897, 108.378848	506.1 mV/m	30-р цэг
33	47.784282, 108.378805	635.2 mV/m	31-р цэг
34	47.781897, 108.376975	764.3 mV/m	32-р цэг
35	47.77963, 108.372705	1393.0 mV/m	33-р цэг
36	47.776983, 108.371229	203.7 mV/m	34-р цэг
37	47.776789, 108.366855	153.0 mV/m	35-р цэг
38	47.778528, 108.363338	677.6 mV/m	36-р цэг
39	47.780745, 108.362286	1075.6 mV/m	37-р цэг
40	47.782763, 108.364372	0.5 mV/m	38-р цэг
41	47.78341, 108.366869	170.4 mV/m	39-р цэг
42	47.784993, 108.366861	470.8 mV/m	40-р цэг
43	47.786302, 108.371262	481.1 mV/m	41-р цэг
44	47.784325, 108.37605	375.9 mV/m	31.1-р цэг
45	47.784198, 108.380989	691.8 mV/m	58-р цэг
46	47.78202, 108.380376	472.1 mV/m	59-р цэг
47	47.78104, 108.383478	259.1 mV/m	60-р цэг
48	47.782117, 108.387339	0.5 mV/m	102-р цэг
49	47.784901, 108.389438	0.5 mV/m	103-р цэг
50	47.787093, 108.392137	137.5 mV/m	76-р цэг
51	47.789234, 108.394448	330.5 mV/m	77-р цэг
52	47.790474, 108.397091	0.5 mV/m	89-р цэг
53	47.792021, 108.400937	0.5 mV/m	90-р цэг
54	47.794077, 108.399278	0.5 mV/m	91-р цэг
55	47.796063, 108.396801	0.5 mV/m	92-р цэг
56	47.797916, 108.394064	0.5 mV/m	93-р цэг
57	47.800019, 108.393003	0.5 mV/m	94-р цэг
58	47.79950, 108.396042	783.2 mV/m	100-р цэг
59	47.802091, 108.390429	0.5 mV/m	95-р цэг
60	47.801524, 108.385212	430.5 mV/m	101-р цэг
61	47.887, 108.386857	309.5 mV/m	83-р цэг
62	47.801454, 108.380686	0.5 mV/m	68-р цэг
63	47.802536, 108.384238	0.5 mV/m	69-р цэг
64	47.802456, 108.376857	0.5 mV/m	51-р цэг
65	47.800951, 108.399985	1121.2 mV/m	99-р цэг
66	47.802932, 108.400391	0.5 mV/m	98-р цэг
67	47.804825, 108.398009	312.0 mV/m	97-р цэг

68	47.803281, 108.394558	287.2 mV/m	96-р цэг
69	47.801669, 108.390401	1109.8 mV/m	95-р цэг
70	47.799744, 108.390964	310.6 mV/m	85-р цэг
71	47.789574, 108.398074	831.7 mV/m	82-р цэг
72	47.796644, 108.389625	449.4 mV/m	81-р цэг
73	47.79723, 108.392268	686.2 mV/m	86-р цэг
74	47.795083, 108.393699	0.5 mV/m	87-р цэг
75	47.792651, 108.392229	172.7 mV/m	79-р цэг
76	47.79306, 108.359281	0.5 mV/m	88-р цэг
77	47.790306, 108.393696	456.0 mV/m	78-р цэг
78	47.788517, 108.38951	470.3 mV/m	75-р цэг
79	47.791659, 108.389092	144.3 mV/m	74-р цэг
80	47.793998, 108.387715	1426.6 mV/m	73-р цэг
81	47.796017, 108.387155	937.6 mV/m	72-р цэг
82	47.798132, 108.385675	384.4 mV/m	71-р цэг
83	47.800327, 108.384521	480.5 mV/m	70-р цэг
84	47.799048, 108.381849	1440.5 mV/m	67-р цэг
85	47.800085, 108.377759	343.7 mV/m	52-р цэг
86	47.796473, 108.382625	813.8 mV/m	66-р цэг
87	47.795703, 108.378723	942.7 mV/m	53-р цэг
88	47.791707, 108.379959	213.4 mV/m	54-р цэг
89	47.793398, 108.384439	423.7 mV/m	65-р цэг
90	47.791314, 108.383916	839.4 mV/m	64-р цэг
91	47.790011, 108.380595	361.2 mV/m	55-р цэг
92	47.78867, 108.381406	171.1 mV/m	56-р цэг
93	47.788580, 108.385013	501.9 mV/m	63-р цэг
94	47.786213, 108.381658	520.5 mV/m	57-р цэг
95	47.786551, 108.385504	265.3 mV/m	62-р цэг
96	47.784378, 108.38358	362.0 mV/m	61-р цэг
97	47.922291, 108.167906	0.5 mV/m	80-р цэг
98	47.783284, 108.382702	1250.1 mV/m	43-р цэг
99	47.781695, 108.369626	58.6 mV/m	46-р цэг
100	47.780274, 108.364788	0.5 mV/m	48-р цэг
101	47.779479, 108.366985	1142.7 mV/m	49-р цэг
102	47.778229, 108.369144	1012.9 mV/m	50-р цэг
103	47.78064, 108.371087	606.3 mV/m	45-р цэг
104	47.782719, 108.368046	0.5 mV/m	47-р цэг
105	47.7784964, 108.371009	1247.1 mV/m	42-р цэг
106	47.783223, 108.374188	675.2 mV/m	44-р цэг
107	47.780217, 108.369316	94.1 mV/m	104-р цэг
108	47.781684, 108.367402	0.5 mV/m	105-р цэг
109	47.782395, 108.37618	137.7 mV/m	106-р цэг
110	47.783655, 108.369364	381.1 mV/m	107-р цэг
111	47.778709, 108.360615	710.8 mV/m	108-р цэг
112	47.778873, 108.371213	938.1 mV/m	109-р цэг
113	47.785195, 108.369611	32.0 mV/m	110-р цэг
114	47.781572, 108.373116	520.1 mV/m	111-р цэг
115	47.784472, 108.38706	125.5 mV/m	112-р цэг

Хэмжилтийн гүйцэтгэлийг жишээ болгон 3.151-ээс 3.160-р зургуудад тус тус үзүүлэв.



3.151-р зураг. 67-р цэг дээрх хэмжилт



3.152-р зураг. 49-р цэг дээрх хэмжилт



3.153-р зураг. 12-р цэг дээрх хэмжилт



3.154-р зураг. 72-р цэг дээрх хэмжилт



3.155-р зураг. 43-р цэг дээрх хэмжилт



3.156-р зураг. 42-р цэг дээрх хэмжилт



3.157-р зураг. 95-р цэг дээрх хэмжилт



3.158-р зураг. 37-р цэг дээрх хэмжилт



3.159-р зураг. 90-р цэг дээрх хэмжилт



3.160-р зураг. 103-р цэг дээрх хэмжилт

3.161-р зурагт үзүүлсэн Багануур дүүргийн хэмжилтийн үр дүнгээс харахад өмнөх хэмжилт хийсэн байршлуудтай ижил буюу ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн хэмжээ Монгол Улсын стандартад заасан хамгийн бага ХХН-ний утгаас олон дахин бага байна. Уг зураглалыг том хэмжээтэйгээр хавсралт 1.6-аас үзнэ үү.



**Багануур дүүргийн цахилгаан соронзон
үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн
тархалтын зураглал**

Монгол улсын MNS5594:2015 стандартын хамгийн
бага утгатай (27.5 V/m) харьцуулсан үр дүн

Тайлбар

• Хэмжилтийн цэг

Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

0 - 1	10 - 11	20 - 21
1 - 2	11 - 12	21 - 22
2 - 3	12 - 13	22 - 23
3 - 4	13 - 14	23 - 24
4 - 5	14 - 15	24 - 25
5 - 6	15 - 16	25 - 26
6 - 7	16 - 17	26 - 27.5
7 - 8	17 - 18	27.5 < хязгаарын утга
8 - 9	18 - 19	
9 - 10	19 - 20	

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics,
CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User
Community

Маштаб 1:16000

3.161-р зураг. Багануур дүүрэг орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалт

3.4. Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтыг ОХУ, БНХАУ-ын хүлцэх хамгийн их нөлөөний стандарт утгатай харьцуулсан зураглал

Монгол Улсын хувьд гадаадын зарим улс орны нэгэн адил ICNIRP байгууллагаас гаргасан зөвлөмжид заасан утгуудыг стандарт байдлаар батлан мөрдөж байна. Энэ нь ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн богино хугацааны утгын өөрчлөлтөд үндэслэн гарсан учраас ЦСД урт хугацаанд хүний биед хэрхэн нөлөөлөх нөлөөллийг үнэлж чадахгүй. Иймээс цаашид Монголд мөрдөж байгаа стандартыг илүү үндэслэлтэй боловсруулж ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн ХХН-ний утгатай шинэчлэн тогтоох зайлшгүй шаардлагатай.

Монгол Улсын 2 хөрш улс ICNIRP байгууллагаас гаргасан зөвлөмжөөс олон дахин бага утгыг стандарт байдлаар мөрдөж байгаа бөгөөд Улаанбаатар хотын ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалтыг ОХУ[4], БНХАУ-ын ХХН[6]-ний стандарт утгатай харьцуулсан зураглал гаргаж үр дүнг 3.162-оос 3.166-р зургуудад тус тус үзүүлсэн бөгөөд том хэмжээтэй зураглалуудыг хавсралт 1.7–оос 1.11 хүртэл харах боломжтой.



**Хонхор орчмын цахилгаан соронзон
үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн
тархалтын зураглал**

ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m)
харьцуулсан үр дүн

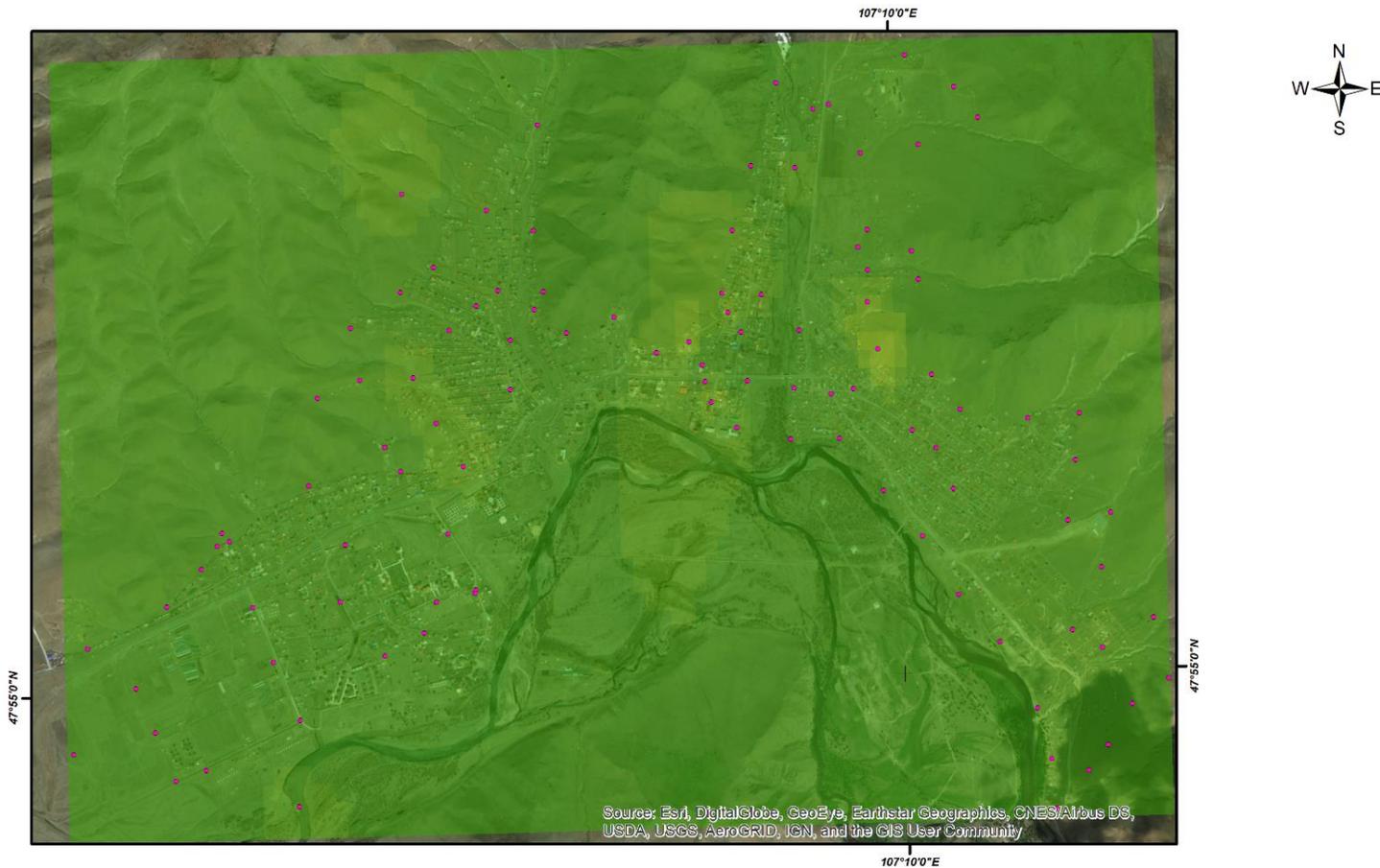
Тайлбар

- Хэмжилтийн цэг
- Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

 0 - 0.5	 2.5 - 3.0	 5.0 - 5.5
 0.5 - 1.0	 3.0 - 3.5	 5.5 - 6.0
 1.0 - 1.5	 3.5 - 4.0	 6.0 < хязгаарын утга
 1.5 - 2.0	 4.0 - 4.5	
 2 - 2.5	 4.5 - 5.0	

Маштаб 1:23000

**3.162-р зураг. Хонхор орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтыг
ОХУ, БНХАУ-ын стандарт утгатай харьцуулсан үр дүн**



Тайлбар

* Хэмжилтийн цэг
 Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

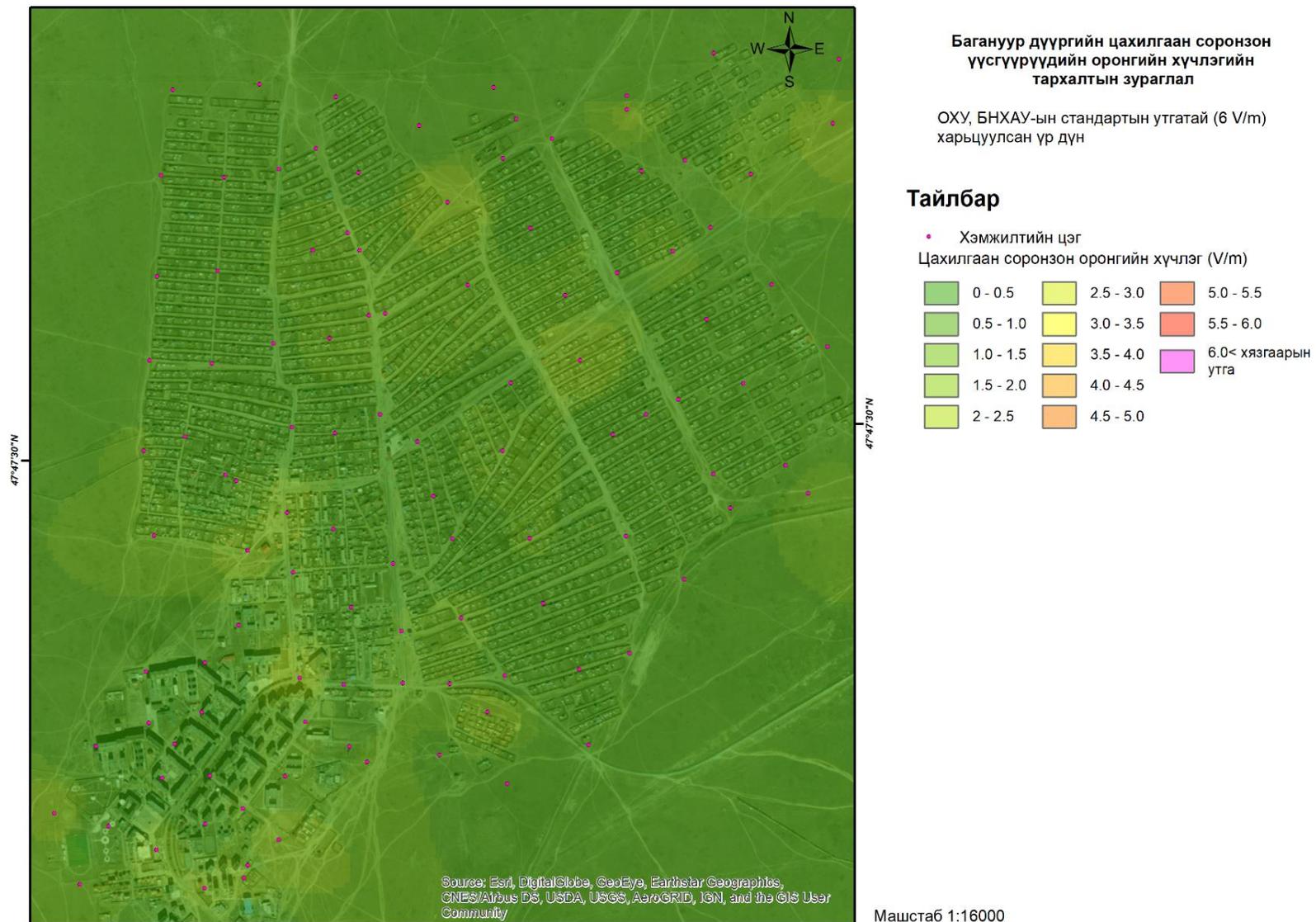
0 - 0.5	2 - 2.5	4.0 - 4.5	6.0 < хязгаарын утга
0.5 - 1.0	2.5 - 3.0	4.5 - 5.0	
1.0 - 1.5	3.0 - 3.5	5.0 - 5.5	
1.5 - 2.0	3.5 - 4.0	5.5 - 6.0	

Маштаб 1:25000

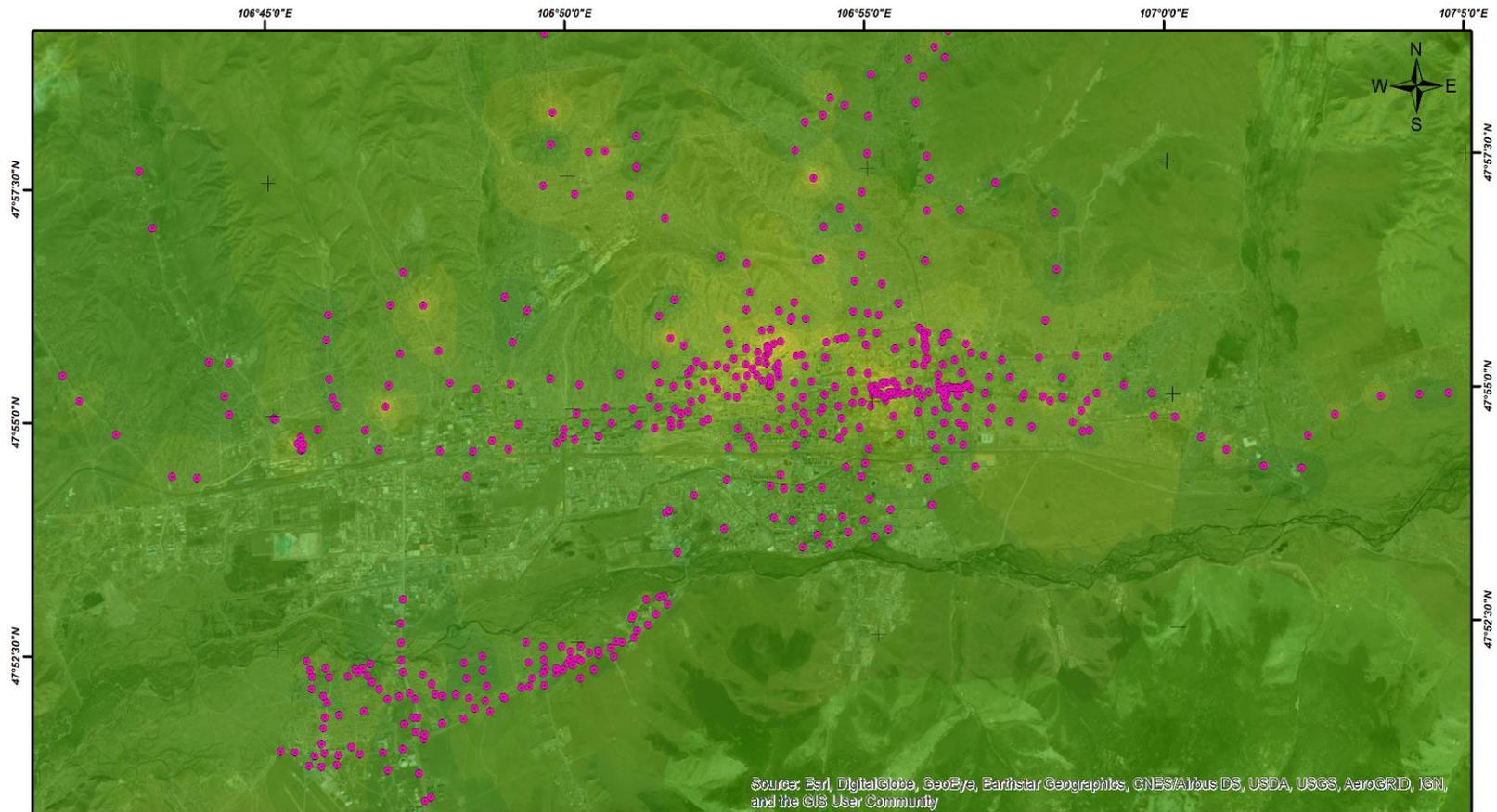
Гачуурт орчмын цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал

ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m) харьцуулсан үр дүн

3.163-р зураг. Гачуурт орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтыг ОХУ, БНХАУ-ын стандарт утгатай харьцуулсан үр дүн



3.165-р зураг. Багануур дүүрэг орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтыг ОХУ, БНХАУ-ын стандарт утгатай харьцуулсан үр дүн



Тайлбар

- Хэмжилтийн цэг
- Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)
- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| 0 - 0.5 | 2 - 2.5 | 4.0 - 4.5 | ● 6.0 < хязгаарын утга |
| 0.5 - 1.0 | 2.5 - 3.0 | 4.5 - 5.0 | |
| 1.0 - 1.5 | 3.0 - 3.5 | 5.0 - 5.5 | |
| 1.5 - 2.0 | 3.5 - 4.0 | 5.5 - 6.0 | |

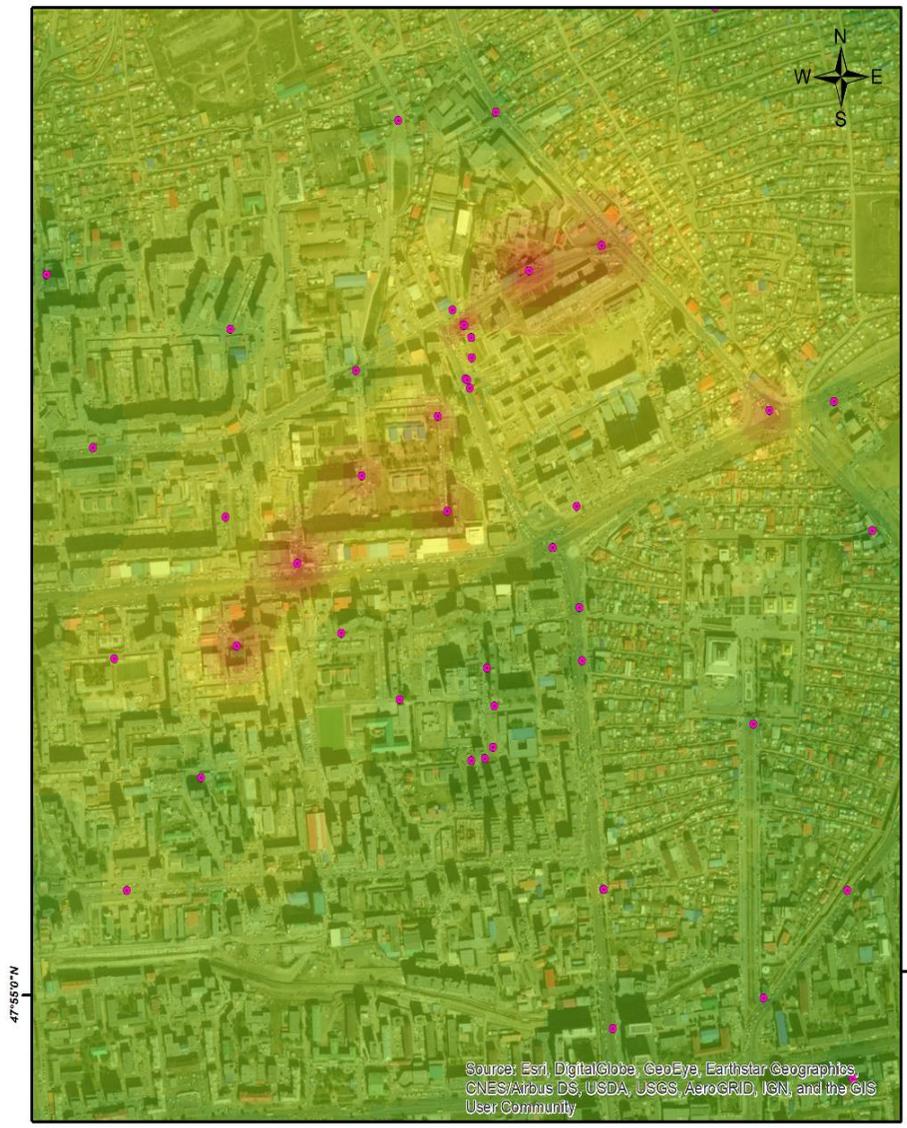
Маштаб 1:105000

Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал
 ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m) харьцуулсан үр дүн

3.166-р зураг. Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтыг ОХУ, БНХАУ-ын стандарт утгатай харьцуулсан үр дүн

ОХУ, БНХАУ-ын ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн ХХН-ний утга нь 300ГГц хүртэл давтамжийн цард 6мВ/м байгаа бөгөөд Налайх, Багануур дүүрэг болон Гачуурт, Хонхор тосгонд хийсэн хэмжилтийн үр дүн энэ утгаас бага байна. Харин Улаанбаатар хотод хийсэн хэмжилтийн хувьд тодорхой цэгүүдэд хийсэн хэмжилтийн үр дүн энэ 2 улсын стандартад заасан утгад ойртсон, зарим газар хэтэрсэн үр дүн гарсан байна. Эдгээр цэгүүдийг тодруулах үүднээс дэлгэрэнгүй зураглал гаргаж 3.167 ба 3.168-р зургуудад тус тус үзүүлэв. Том хэмжээтэй зураглалыг хавсралт 1.12 болон 1.13-аас үзнэ үү.

Зургаас харахад гол гол үүсгүүр ажиллаж байгаа цэгүүдэд төвлөрсөн байдлаар ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалт ихсэж байна. Барилгажилтын зэрэглэл өндөртэй хотын төв хэсгүүдэд ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн түвшин харьцангуй бага, харин барилгажилт багатай, өргөн чөлөө гудамж талбайд оронгийн хүчлэг их байгаа нь ажиглагдаж байна. Ерөнхийд нь дүгнэхэд Монгол Улсад мөрдөж байгаа стандартыг хэрхэн шинэчилж сайжруулснаас Улаанбаатар хотод ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тархалт бохирдлын түвшинд хүрсэн эсэх нь шалтгаалахаар байна. Энэ үр дүнгээс хамаарч цаашид ямар үйл ажиллагаа зохион байгуулах шаардлагатай нь тодорхой болно.



ОХУ, БНХАУ-ын стандарт утгаас хэтэрсэн,
 стандарт утгад ойртсон бүс
 (Эх хүүхдийн эрүүл мэндийн үндэсний төв орчим)

ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m) харьцуулсан үр дүн

Тайлбар

• Хэмжилтийн цэг

Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

0 - 0.5	2 - 2.5	4.0 - 4.5	6.0 < хязгаарын утгаас давсан
0.5 - 1.0	2.5 - 3.0	4.5 - 5.0	
1.0 - 1.5	3.0 - 3.5	5.0 - 5.5	
1.5 - 2.0	3.5 - 4.0	5.5 - 6.0	

3.167-р зураг. Модны 2, ЭХЭМҮТ орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтыг ОХУ, БНХАУ-ын стандарт утгатай харьцуулсан үр дүн



**ОХУ, БНХАУ-ын стандарт утгаас хэтэрсэн,
стандарт утгад ойртсон бүс
(Монгол улсын боловсролын их сургууль орчим)**

ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m) харьцуулсан үр дүн

Тайлбар

- Хэмжилтийн цэг
- Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

0 - 0.5	2 - 2.5	4.0 - 4.5	6.0< хязгаарын утгаас давсан
0.5 - 1.0	2.5 - 3.0	4.5 - 5.0	
1.0 - 1.5	3.0 - 3.5	5.0 - 5.5	
1.5 - 2.0	3.5 - 4.0	5.5 - 6.0	

Маштаб 1:7000

3.168-р зураг. МУБИС, соёлын төв өргөө орчмын цахилгаан соронзон долгионы оронгийн хүчлэгийн тархалтыг ОХУ, БНХАУ-ын стандарт утгатай харьцуулсан үр дүн

Дөрөвдүгээр бүлэг. Цахилгаан соронзон долгионы хяналт шинжилгээ хийх аргачлал, байнгын хяналтын нэгж байгуулах санал зөвлөмж

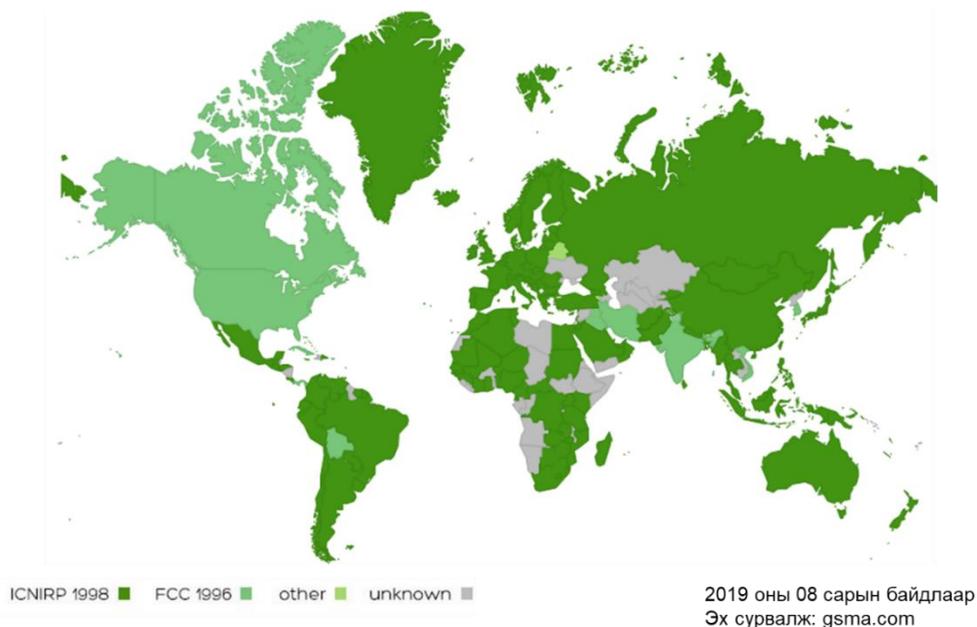
4.1. Монгол Улсад мөрдөх цахилгаан соронзон долгионы хүлцэх хамгийн их нөлөөний стандарт нормыг шинэчлэх шаардлага

Тухайн улс орон тодорхой орчин дахь ЦСД-ны үүсгүүрүүд, тэдгээрээс цацаргах ЦСД-ны төлөв байдалд хяналт, үнэлгээ хийх тогтолцоог бүрдүүлэхийн тулд хамгийн түрүүнд стандарт нормыг зөв тогтоож өгөх шаардлагатай. ЦСД-ны ХХН-ний стандарт нормыг хэт чангаар тогтоож өгвөл тухайн салбарын хөгжил удаашрах, эдийн засгийн үр өгөөж буурах эрсдэл үүснэ. Харин хэт сул байдлаар тогтоовол хүн, амьтан, байгаль орчинд илүү их сөрөг нөлөө үзүүлэх эрсдэлтэй учраас стандарт нормыг туршилт, судалгаа шинжилгээний үр дүнд үндэслэн бодитой тогтоох ёстой.

4.2-р бүлэгт ЦСД-ны хүний биед үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэх, түүний ХХН-ний утгыг тодорхойлох зорилгоор ямар, ямар олон улсын байгууллагууд ажилладаг болох, мөн ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утгыг улс орон бүр хэрхэн тодорхойлж, ашиглаж байгаа талаар дэлгэрэнгүй тайлбарласан.

Судалгаанаас харахад олон улсын байгууллагууд ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утгыг тодорхойлохдоо гол төлөв амьтад дээр хийсэн туршилтийн үед ЦСО-гийн үйлчлэлээр хурц хэлбэрийн нөлөөлөл эсвэл дулааны нөлөөлөл бий болсон үр дүнд үндэслэн тухайн ЦСО-нг үүсгэж буй давтамжуудад харгалзах ЦСД-ны ХХН-ний хязгаарын утгуудыг боловсруулсан байдаг.

Эдгээр байгууллагуудаас гаргасан стандарт, зөвлөмжийг зарим улс орон шууд өөрийн стандарт болгон хэрэглэдэг бол, зарим улс орон энэ чиглэлийн дагуу эрдэмтэн, судлаачдын судалгааны үр дүнд үндэслэн өөрийн оронд мөрдөх стандартыг боловсруулдаг. Тухайлбал 2019 онд GSM нийгэмлэг (GSMA)-ээс гаргасан гар утас ба түүнтэй төстэй төхөөрөмжүүдээс цацаргах ЦСД-ны онцгой шингээлтийн хэмжээ (SAR)-ний хязгаарын түвшинг дэлхийн улс орнууд хэрхэн тодорхойлсныг 4.1-р зургаас харж болно. Энд үзүүлснээр 152 орон Үл Ионжуулагч Цацрагаас Хамгаалах Олон Улсын Хороо (ICNIRP-1998)-ноос гаргасан стандарт утгыг, 19 орон Америкийн Нэгдсэн Улсын Харилцаа Холбооны Хороо (FCC-1996)-ноос гаргасан стандарт утгыг тус тус даган мөрдөж байна.



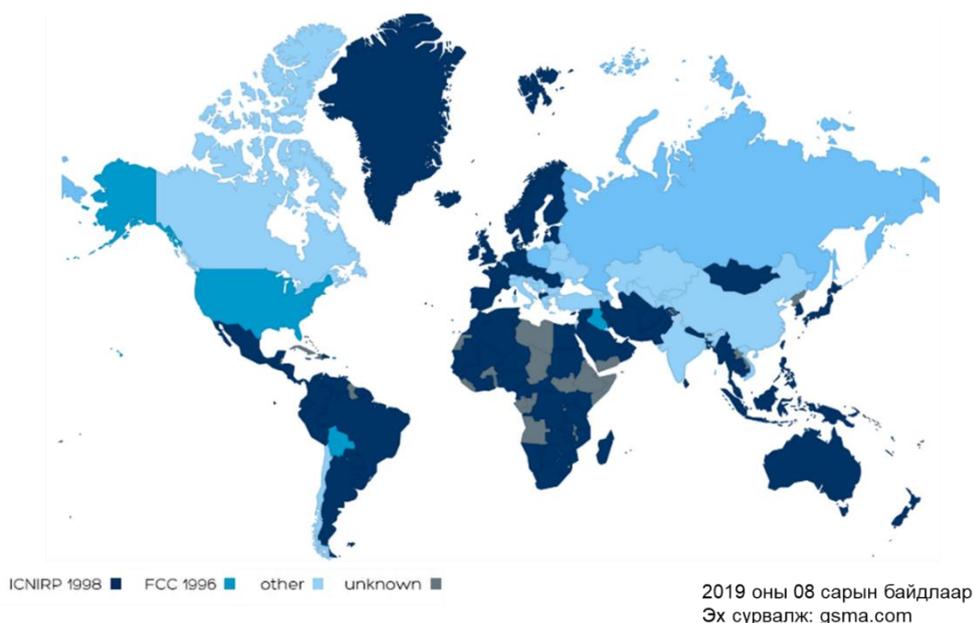
4.1-р зураг. Гар утас ба түүнтэй төстэй төхөөрөмжүүдээс цацаргах онцгой шингээлтийн хэмжээ (SAR)-ний хязгаарын түвшинг тогтоосон байдал

Яг үүнтэй адилаар GSMA байгууллагаас дэлхийн улс орнуудын хөдөлгөөнт холбооны сүлжээний төхөөрөмжүүдээс цацаргах ЦСД-ны ХХН-ний хязгаарын түвшинг тогтоосон үр дүнг зураглан харуулсан байдаг.

4.1-р зурагт үзүүлснээр 128 орон Үл Ионжуулагч Цацрагаас Хамгаалах Олон Улсын Хороо (ICNIRP-1998)-ноос гаргасан стандарт утгыг, 11 орон Америкийн Нэгдсэн Улсын Харилцаа Холбооны Хороо (FCC-1996)-ноос гаргасан стандарт утгыг, харин 38 орон зөвхөн өөрийн оронд зориулж гаргасан стандарт утгуудыг тус тус хэрэглэж байна.

Хэдийгээр маш олон орон ICNIRP байгууллагаас гаргасан ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утгыг хэрэглэж байгаа боловч Монгол Улсын эргэн тойронд байгаа улс орнууд өөрийн оронд мөрдөх стандарт боловсруулан ашиглаж байгаа нь анхаарал татаж байна.

ОХУ, БНХАУ, БНЭУ зэрэг газар нутаг томтой, хүн ам ихтэй улс орнууд радио долгионыг ашигласан мэдээлэл, холбооны үйлчилгээг өргөн хүрээнд ашигладаг хэдий ч радио давтамжтай ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утгыг ICNIRP байгууллагаас гаргасан стандарт утгаас багаар тогтоож өгсөн нь тэд энэ чиглэлд эртнээс олон тооны судалгаа шинжилгээ хийж, удаан хугацаанд ЦСД-ны бага түвшнээр хүний биед нөлөөлж чимээгүй олон сөрөг өөрчлөлт, хариу урвалууд үүсэж болохоос сэргийлэх зорилготой гэж үзэж байна.



4.2-р зураг. Хөдөлгөөнт холбооны сүлжээний төхөөрөмжүүдээс цацаргах цахилгаан соронзон долгионы хүлцэх хамгийн их нөлөөний хязгаарын түвшинг тогтоосон байдал

Тухайлбал ОХУ-ын эрдэмтэд ДЭМБ-ын стандарт, баримт бичгүүдэд дүгнэлт хийхдээ “Хэдийгээр нэг удаагийн цочмог, хурц хэлбэрийн нөлөөнд өртөх нь аюултай гэдэгтэй санал нэгдэх боломжтой хэдий ч бодит амьдрал дээр энэ төрлийн нөлөөллөөс гадна тасралтгүй урт хугацааны нөлөөллүүд нь хүний эрүүл мэндэд явцдаа гүн эмгэг болж үлдэх, хожим нөлөө нь хүнд хэлбэрээр илрэх, амьдралын хэв маяг, зан төлөвт сөргөөр нөлөөлөх зэрэг муу үр дагавартай гэдгийг туршилтуудын үр дүн хэлсээр байна. Судалгаанаас харахад урт хугацааны нөлөөлөл, ЦСД-ны дулааны бус нөлөөлөл нь байнга оршин буй аюул юм” гэж тэмдэглээд энэ тал дээр ДЭМБ буруу чиг баримжаатай ажилладаг хэмээн шүүмжилсэн байдаг. Мөн “Эдгээр шүүмжлэлтэй хандахуйц үндэслэлийг ICNIRP ба IEEE байгууллагууд стандарт боловсруулахдаа ашигласан харамсалтай явдал юм” хэмээн онцлон тэмдэглэжээ.

Цаашид радио давтамжтай ЦСД-ыг ашигласан мэдээлэл, холбооны технологийн хэрэглээ улам бүр өсөн нэмэгдэх хандлагатай байна. Тэр дундаа үүрэн холбооны технологи 5G технологи руу шилжиж, дамжууллын хурд одоогийн 4G технологиос олон дахин нэмэгдэх, ашиглах давтамжийн цар нь 10ГГц-ээс дээш давтамжийн цар руу шилжих нь тодорхой болоод байна.

Үүрэн холбоонд ашиглах давтамжийн цар дээшилснээр дамжууллын хурд нэмэгдэх гол давуу талтай боловч бааз станцын үйлчлэх хүрээ багасах, бааз станцын тоо болон нягтрал ихсэх муу талтай. Үүнийг ЦСД-ны бохирдол талаас нь авч үзвэл хүн, амьтан, байгаль орчинд сөрөг нөлөө үзүүлэх магадлал нэмэгдэнэ

гэсэн үг юм. Бодит амьдралд ЦСД-ны нөлөөллөөр хүний биед хорт хавдар зэрэг эрүүл мэндийн эрсдэл үүссэн нотолгоо одоогоор бараг байхгүй учраас олон улсын байгууллагаас гаргасан ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утгыг шинэчлэх эсвэл бууруулах шаардлагатай эсэхэд дэлхийн ихэнх улс орон тодорхой байр суурьгүй байна.

Харин ОХУ, БНХАУ зэрэг улс орнууд ЦСД-ны дулааны бус нөлөөллийг урт хугацааны дараа илрэх гол аюул гэж үзэж түүнээс сэргийлэх үүднээс ICNIRP байгууллагаас гаргасан ХХН-ний стандарт утгыг даруй 100 дахин багаар тогтоосон байна. Тодруулбал, ОХУ болон БНХАУ-д мөрдөгдөж буй ХХН-ний стандарт утга $10\text{мкВт}/\text{см}^2$ байхад ICNIRP байгууллагаас гаргасан утга түүнээс 100 дахин их буюу $1000\text{мкВт}/\text{см}^2$ байна. Мөн БНЭУ нь ICNIRP байгууллагаас гаргасан ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утгыг 10 дахин бууруулж өөрийн оронд мөрдөх стандартыг тогтоосон байна.

Монгол Улс “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартаар ЗКГц-ээс 300Гц хүртэл давтамжийн зурваст ажиллах радио долгионы үүсгүүрүүдийн ЦСД-ны ХХН-ний дээд хязгаарыг тогтоосон байдаг. 4.1-р хүснэгтийн стандартад заасан утгууд нь ICNIRP байгууллагаас гаргасан ХХН-ний стандарт утгад үндэслэсэн.

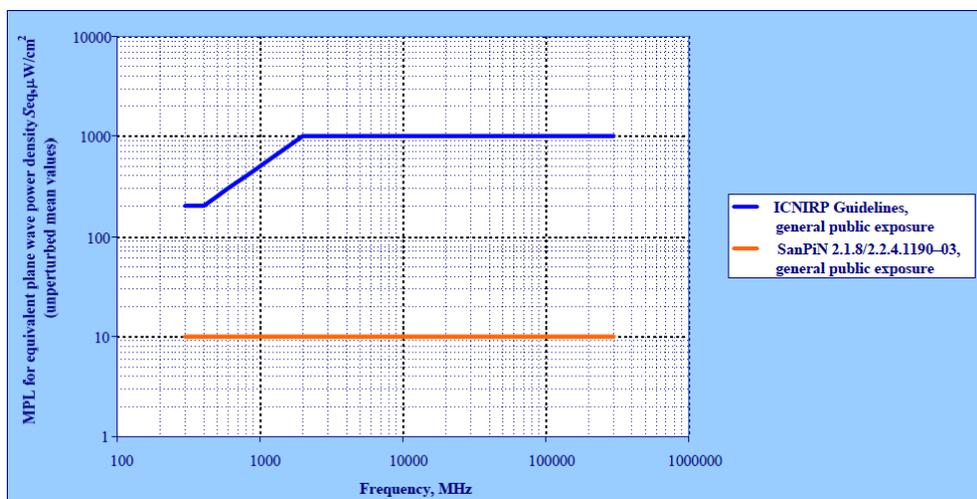
4.1-р хүснэгт. MNS 5594:2015 стандартад заасан хүлцэх хамгийн их нөлөөний утгууд

Давтамжийн цар	Цахилгаан орны хүчлэг [В/м]		Хавтгай ЦСД-ны чадлын нягтын үйлчлэх утга [Вт/м ²]	
	Олон нийтийн, хяналтгүй орчин	Мэргэжлийн, хяналттай орчин	Олон нийтийн, хяналтгүй орчин	Мэргэжлийн, хяналттай орчин
1-25 Гц	10,000	20,000	Чадлын нягтаар тооцоолол хийгээгүй.	
0.025- 0.82 КГц	250/f (КГц)	500/f (КГц)		
0.82 -3 КГц	250/f(КГц)	610		
3-1000 КГц	87	610		
1-10 МГц	(87/f) ^{1/2} (МГц)	610/f (МГц)		
10-400 МГц	28	61	2	10
400-2000 МГц	(1.375f) ^{1/2} (МГц)	(3f) ^{1/2} (МГц)	f/200	f/40
2-300 ГГц	61	137	10	50

Төслийн хүрээнд Улаанбаатар хотын төвийн болон алслагдсан зарим дүүргүүдэд хийсэн хэмжилт, туршилтын үр дүн MNS 5594:2015 стандартад заасан ХХН-ний шаардлагыг хангаж байгаа боловч ОХУ, БНХАУ-ын стандартад байгаа ХХН-ний утгатай харьцуулахад зарим бүсэд эдгээр улсын стандарт утгатай тэнцсэн үр дүн гарч байгааг анхаарахгүй байж болохгүй.

ОХУ, БНХАУ-д мөрдөж байгаа ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утга ЦСД-ны урт хугацаанд нөлөөллөөс сэргийлэх зорилгоор тогтоогдсон гэж үзвэл Улаанбаатар

хотын нутаг дэвсгэрийн зарим бүсэд ЦСД-ны бохирдол бүхий бүс байна гэж дүгнэж болно. Иймээс ХХЗХ Монгол Улсад мөрдөж байгаа MNS 5594:2015 стандартыг илүү нарийн судалгаа, тооцоонд үндэслэн шинэчлэх шаардлагатай байна.



4.3-р зураг. ОХУ-ын болон ICNIRP байгууллагаас гаргасан цахилгаан соронзон долгионы хүлцэх хамгийн их нөлөөний стандарт утгын харьцуулалт (олон нийтийн хяналтгүй орчин)

Стандартыг шинэчлэхдээ хөрш улс орнуудад мөрдөж байгаа стандарт утгыг шууд авч хэрэглэх нэг хувилбар байж болно. Тухайлбал, ОХУ-ын ЭМЯ-наас гаргасан “SanPiN №2.1.8/2.2.4.1190-03” стандартад олон нийтийн хяналтгүй орчин дахь ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утгыг 300МГц-ээс 300ГГц хүртэлх давтамжийн цард $10\text{мкВт}/\text{см}^2$ чадлын нягттай байхаар заасан бөгөөд энэ ICNIRP байгууллагаас гаргасан стандартаас ямар ялгаатай байгааг 4.3-р зургаас харж болно.

БНХАУ-д хэд хэдэн стандарт байгаа боловч ЭМЯ-наас гаргасан стандартыг гол болгон мөрдөж байна. Энэ стандартад зааснаар олон нийтийн хяналтгүй орчин дахь ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утгыг 4.2-р хүснэгтэд үзүүлсэн байдлаар тодорхойлсон. Хүснэгтэд үзүүлснээр хоёр ангилал гаргасан бөгөөд 1-р ангилал нь бүх хүмүүс (бага насны хүүхэд, өндөр настан, жирэмсэн эмэгтэйчүүд, өвчтэй хүмүүс) хамаарна.

Харин 2-р ангилал нь үйлдвэр, парк гэх мэт хүмүүс түр хугацаанд оршин байх орчин дахь ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утгыг илэрхийлнэ. Энд эмнэлэг, сургууль, цэцэрлэг гэх мэт орчин хамаарахгүй. Өөрөөр хэлбэл эдгээр нь зөвхөн 1-р ангилалд орно гэсэн үг.

4.2-р хүснэгт. БНХАУ-ын стандартад заасан хүлцэх хамгийн их нөлөөний утгууд[6]

Давтамж	ЦСД-ны ХХН-ний стандарт утга	
	1-р ангилал	2-р ангилал
(0.1-30) МГц	10В/м	25В/м

(30-300) МГц	10В/м	12В/м
(0.3-300) ГГц	10мкВ/см ²	40мкВ/см ²

Цаашид Монгол Улсад мөрдөж байгаа MNS 5594:2015 стандартыг шинэчлэхдээ ОХУ, БНХАУ-ын туршлагаас суралцаж тэдгээрийн мөрдөж байгаа ХХН-ний түвшинд стандарт утгыг ойртуулахад анхаарах нь зүйтэй гэж үзэж байна.

4.2. Гадаадад орнуудад цахилгаан соронзон долгионы хяналт шинжилгээ хийж буй зарим туршлага

4.2.1. Европын холбооны улсуудын цахилгаан соронзон долгионы бохирдолд хяналт хийх арга зүй, чиг хандлага[7]

ICNIRP, Цахилгаан Соронзон Аюулгүй Байдлын Олон Улсын Комисс (ICES) зэрэг олон улсын байгууллагуудаас цахилгаан соронзон цацаргалтын хязгаарын утгыг санал болгосны дагуу Европын холбоо нь 1999 онд “Олон нийтийн цахилгаан соронзон орны нөлөөллийг хязгаарлах тухай” зөвлөмжийг гаргасан. Тус зөвлөмжийн дагуу ЦСД-ны орчны цацаргалтыг хянах, эрүүл мэндийн эрсдэлийн үнэлгээний хөтөлбөр боловсруулах, шинэ технологийн хөгжлийн чиг хандлагыг тодорхойлох, болзошгүй эрсдэлийг хянах арга боловсруулах, олон нийтийг зөв мэдээллээр хангах зорилгоор дараах үйл ажиллагааг явуулдаг. Үүнд:

- Системчилсэн өгөгдөл цуглуулах, ЦСД-ны нөлөөллийг хянах арга зүй боловсруулах;
- ЦСД-оос хүнд нөлөөлөх нөлөөллийг үнэлэх, хянахад зохистой тоног төхөөрөмжийг хөгжүүлэх;
- Биед ойрхон ашиглагдах зохистой тоног төхөөрөмж, өгөгдөл боловсруулах стандартыг хөгжүүлэх;
- Эпидемиологийн (өвчний үүсэл, тархалт судлах чиглэл) судалгаанд нийцсэн ЦСД-ны нөлөөллийг үнэлэх аргыг боловсруулах;
- Загварчлалын аргаар тооцоологдсон ЦСД-ны нөлөөллийн үнэлгээний итгэлцүүрийг нэмэгдүүлэх.

Европын холбооны ЦСД-ны хяналтыг дараах чиглэлүүдээр хийж байна. Үүнд:

1. Цацаргалтын хяналт
2. Орчны нөлөөллийн хяналт
3. Хүнд нөлөөлөх нөлөөллийн хяналт
4. Тунгийн хяналт

4.3-р хүснэгт. Европын холбооны улсын цахилгаан соронзон долгионы хяналт хийж буй чиг хандлага

Чиг хандлага	Хяналт хийх арга зүй
Цацаргалтын хяналт	
<p>Бааз станц, хэрэглэгчийн ЦСД ялгаруулдаг тоног төхөөрөмжүүдийн цацаргалтын чадлын түвшинд хяналт хийх.</p> <p>(Энд нэг үүсгүүрээс гарч байгаа хамгийн их гаралтын чадал нь стандартад нийцэж байгааг тогтоох зорилгоор тухай улсын тохируулагч, хянагч байгууллагууд хийдэг).</p>	<p>Цацаргалтын хяналтыг хийхдээ нэвтрүүлэгчийн чадал, гүйдэл эсвэл дүйх хавтгай ЦСД-ны чадлын нягтыг хэмждэг. Энэ хяналтын арга суурин бааз станцуудын хувьд өндөр хөгжүүлсэн.</p> <p>Хувь хүний хэрэглэж байгаа радио давтамжтай хэрэгслүүдийн хувьд хамгийн муу нөхцөлөөр нь тооцдог боловч энэ нь бодит цацаргалт болдоггүй учир тус хяналтыг бараг хийдэггүй.</p>
Орчны нөлөөллийн хяналт	
<p>Дотор болон гадна орчны хяналт хийхдээ хэмжилтийн үр дүн болон загварчлалын арга ашиглан хийдэг.</p> <p>Орон зайн хувьд нэг цэгт, орон нутгийн, бүс нутгийн гэж ангилдаг.</p>	<p>Үүсгүүрүүдээс гарч байгаа цацаргалтын нөлөөллийг өргөн талбайд хамруулан авч үздэг. Нөлөөллийн түвшинг өргөн зурвасын антеннаар хэмжих, олон давтамжуудын хэмжилтийг нэгтгэх, тэдгээрийг загварчлалын програмаар тооцоолох хэлбэрүүд байж болно. Мөн онцгой болон түр зуурын нөлөөллийг илрүүлнэ.</p> <p>Гадаад орчны өгөгдлийг дотоод орчинд ашигладаггүй.</p> <p>(Хүний өртөлт нь тодорхой орчинд өнгөрөөх цаг хугацаа, бие махбодод ойрхон төхөөрөмжид өртөх зэргээс хамаардаг тул хүн болон хүн амын өртөлтийн талаар мэдээлэл цуглуулдаггүй).</p>
Хүнд нөлөөлөх нөлөөллийн хяналт	
<p>Хүнд нөлөөлөх нөлөөллийг байршлаар нь хяналт хийх.</p> <p>Хэмжилтийг хэдэн цагаас долоон хоног хүртэлх хугацаанд хийнэ.</p> <p>Хэмжилтийн өгөгдөлд нь хүний үйл ажиллагааны өдрийн тэмдэглэл, GPS-ийн өгөгдлийн байршлын мэдээлэлд үндэслэнэ.</p>	<p>Хүнд нөлөөлөх нөлөөллийн хяналт нь хүний биед ойрхон дүйх хавтгай ЦСД-ны чадлын нягтыг хэмждэг. Нөлөөллийг хэмжих зөөврийн багаж ашиглана.</p> <p>Хүнд нөлөөлөх нөлөөллийн хяналт хийхдээ тухайн хүний амьдралын хэв маягийг харгалзан үзнэ.</p> <p>Энэхүү арга нь хүний биед ойрхон ашиглагддаг цахилгаан тоног төхөөрөмжийн нөлөөллийг зөв үнэлэх үүсгүүр болдоггүй.</p>
Тунгийн хяналт	
<p>Гадны үүсгүүрийн нөлөөллөөс үүдэлтэй хүний биеийн доторх ЦСД-ны нөлөөллийн үнэлгээ.</p> <p>Хэд хэдэн хэмжигдэхүүнүүд байдаг.</p>	<p>ЦСО-гийн тунг цахилгаан ба соронзон талбайн чадлаар буюу эд эсийн нэгж массаас (Хувийн шингээлтийн хурд, SAR) эсвэл ил гарсан эд эсийн нэгж талбайн хувийн шингээх чадвараар хэмжигддэг.</p> <p>Биомаркер байхгүй тохиолдолд in-situ хэмжилт хийх боломжгүй юм. Тунгийн үнэлгээ нь компьютер загварчлал дээр суурилдаг ба хамгийн муу нөхцөлийг тооцоолоход ашигладаг.</p> <p>Тунгийн хяналтыг тогтмол хийх боломжгүй байдаг.</p>

4.2.2. Европын холбооны улсуудад цахилгаан соронзон долгионы хяналт хийж буй байдал

ЦСД-ны хяналтын үйл ажиллагаа нь Европт нэлээд түгээмэл бөгөөд өргөн хүрээнд хэрэгжүүлдэг. Үйл ажиллагааны цар хүрээ, маш олон янз байдаг тогтсон нэг арга зүй байхгүй байна. Ихэнх үйл ажиллагаа нь хэмжилтэд тулгуурласан байдаг ба мөн загварчлалын аргыг онцгойлон авч үзэн хөгжүүлж байна.

Эрчим хүчний дэд бүтэц талын ЦСД-ны хяналт бараг хийдэггүй. Ихэнхдээ үүрэн холбооны шинээр баригдсан бааз станцын хүрээнд, иргэдийн хүсэлтийн дагуу хэмжилт хийж байна. Хяналт явуулдаг аргачлал нь улс орнуудын хооронд маш их ялгаатай байдаг. Европын хэмжээнд "системчилсэн" хэд хэдэн хэмжилт хийсэн. Зарим улс оронд иргэдийн хүсэлтийн дагуу хэдэн жилийн турш хэмжилт, дүн шинжилгээ хийж их хэмжээний хэмжилтийн өгөгдлийг цуглуулсан байдаг. Европын холбооны улсуудад ЦСД-ны хяналтыг хэрхэн хийж байгааг 4.4-р хүснэгтээс харж болно.

4.4-р хүснэгт. Европын холбооны улсуудад цахилгаан соронзон долгионы хяналт хийж буй байдал[7]

Улс	Радио, телевизийн сүлжээ	Үүрэн холбооны сүлжээ	Эрчим хүчний дэд бүтэц
Австри	Ажлын байрны орчинд сэжигтэй тохиолдол илэрвэл хэмжиж шалгана		
Болгар	Зөвхөн антенны характеристик өөрчлөгдөх үед		Зөвхөн антенны характеристик өөрчлөгдөх үед хэмжилт хийнэ.
Кипр	6 сар тутамд бүх станцуудад		Ойролцоогоор 10000 байршилд хэмжилт хийнэ.
Дани	Хяналт хийдэггүй		
Герман	Жил бүр 2000 станцад (Радио /ТВ/ Үүрэн холбоо)		Хяналт хийдэггүй
Испани	Жил бүр 150 станцад тодорхой шалгуураар, (дараа жил нь өөр станцыг шалгадаг), нийт RF түвшин		Шинэ дэд бүтэц, хэмжилтийн протокол заагаагүй болно
Финлянд	Тогтмол бус	Тогтмол бус	Тогтмол бус
Франц	Онцгой 2500 цэгүүд болон ихэнхдээ иргэдийн хүсэлтийн дагуу хэмжилт хийдэг.		Тогтмол бус
Грек	Тогтмол бус	Нийт станцын 20%-д нь санамсаргүй байдлаар хэмждэг.	Тогтмол бус
Унгар	Жил бүр 5 станцыг сонгон авч хэмжилт, тооцоолол хийдэг	Жил бүр 60 станцыг сонгон авч хэмжилт хийж, 25 станцад тооцоолол хийдэг	Жил бүр 5 талбайд хэмждэг.
Ирланд	2003 оноос хойш 900 суурилуулалтад (ихэвчлэн үндсэн станцууд) хэмжилт хийсэн. Сонгосон давтамжийн дээд түвшинг хэмждэг, тооцоолол хийдэггүй		Тогтмол бус
Итали	Хэдэн зуун суурилуулалтад (ихэвчлэн үндсэн станцууд),		Торино дахь хэмжилт

	өргөн зурвасын хэмжилт, өргөн нэвтрүүлгийн болон хөдөлгөөнт холбоо		(2006–2008)
Хорват	Жил бүр бүх станцуудын 10% (хэмжилт, тооцоо)		Тогтмол бус
Мальт	Жил бүр, бүх шинээр суурилуулсан станцууд	Жил бүр, шинээр суурилуулсан станцууд	Тогтмол бус
Нидерланд	Хэмжилт: Жил бүр бүх суурилуулалтыг олон нийтийн хүсэлтээр тооцоолол хийдэг		Тогтмол бус
Норвеги	Тогтмол бус		
Португали	Хүсэлтийн дагуу ойролцоогоор 100 хэмжилт, өргөн нэвтрүүлэг ба хөдөлгөөнт холбооны хооронд ялгаа байхгүй		Тогтмол бус
Румын	Хүсэлтийн дагуу, 20 орчим станц	Хүсэлтийн дагуу, 100 орчим станц	Тогтмол бус
Швед	Хяналт байхгүй	10 сайтад байнгын хэмжилт, жил бүр санамсаргүйгээр сонгодог 5 сайт. Сонгосон цэг дэх тооцоо	хяналт байхгүй
Словак	Шинээр суурилуулсан газарт дор хаяж 3 жилийн хэмжилт хийх		Тогтмол бус хэмжилт, загварчлал ба тооцоо хийдэг
Словени	Хэдэн арван суурилуулалтад жил бүр хяналт хэмжилт хийдэг		Ш суурилуулалтад жил бүр хяналт хэмжилт хийдэг
Швейцар	Шинээр суурилуулсан станцад тооцоолол ба хэмжилт хийдэг	Шинэ суурилуулалтад хийсэн тооцоо, хэмжилт, сонгосон байршил дахь суурийн хэмжилт, ялгарлын хяналт (бүх газарт 24 цаг), Швейцарын төв хэсэгт хүрээлэн буй орчны нөлөөллийн системчилсэн хяналт (хэмжилт ба тооцоо)	Шинэ суурилуулалтад тооцоолол ба хэмжилт
Их Британи	Хэмжилт хийхгүй	Хүсэлтээр, жилд ойролцоогоор 50 сайт	Хүсэлтээр цөөн хэдэн хэмжилт

4.2.3. Цахилгаан соронзон долгионы бохирдолд хяналт шинжилгээ хийж буй Малайз улсын туршлага[8]

Малайз Улсын Харилцаа Холбоо, Мультимедиа Комисс (МХХМК) нь радио, цахилгаан холбооны дэд бүтцээс цацаргаж буй ЦСД-ны ХХН-ний утгын стандарт гаргаж, түүнийг хэрэгжүүлэх гарын авлагыг боловсруулсан байдаг. Энэхүү гарын авлагад Цахилгаан Холбооны Дэд Бүтэц (RCI)-ээс цацаргах ЦСД-ны хүрээлэн буй орчин, олон нийтэд үзүүлэх нөлөө стандартад нийцэж байгаа эсэхийг үнэлж, баталгаажуулалт хийх үйл ажиллагааг тодорхойлсон байдаг. Уг гарын авлагад зааснаар оператор байгууллага шинээр болон өмнө суурилуулсан харилцаа холбооны радио станцуудынхаа идэвхтэй цацаргалтын чадал (EIRP)-ыг тооцоолсон тайланг гаргаж МХХМК-д өгдөг. МХХМК нь тайланг үндэслэн харилцаа

холбооны радио станц тооцооллын дагуу суурилуулсан эсэхийг шалган баталгаажуулдаг. Энэ тайланд дараах мэдээллүүдийг багтаасан байдаг.

1. Нэг антенны хувьд тус тайланд дараах зүйлсийг тусгасан байдаг. Үүнд:

- Станцын дугаар;
- Станцын нэр;
- Суурилуулсан огноо;
- Хаяг;
- Байр зүйн солбицол;
- Байгууламжийн төрөл (дээвэр, цамхаг, сурталчилгааны самбар гэх мэт);
- Байгууламжийн өндөр;
- Антенны өндөр;
- Системийн төрөл (GSM, CDMA, UMTS гэх мэт);
- Ажлын давтамж;
- Цацаргалтын секторын хамгийн муу нөхцөл;
- Антенны модель загвар;
- Антенны налуу өнцөг;
- Босоо чиглэлийн цацаргалтын өргөн;
- Хажуугийн навчны түвшин;
- Нэвтрүүлэгчийн чадал;
- Нэгтгэгчийн унтралт;
- Фидер ба кабелийн унтралт;
- Бусад унтралт;
- Нийт EIRP;
- Антенны системийг дээвэр дээр байрлуулсан бол дээврийн дөрвөн булан дах EIRP;
- Цацаргалтын чиглэл;
- Зэргэлдээ байрлах барилгын давхар бүрийн EIRP (50м тойрогт);

2. Хоёр ба түүнээс дээш антенны бүхий байрлалын хувьд тус тайланд дараах зүйлсийг тусгасан байдаг. Үүнд:

- Загварчлалын програм хангамж ашиглан тооцоолсон тайлан;
- Загварчлалын програм хангамж нь ITU-R. К.70 зөвлөмжид тодорхойлсон EMF тооцоолуурын дагуу зохиогдсон, гэрчилгээжсэн байх шаардлагатай;

- Загварчлалын програм хангамжийн тооцоололд тодорхой бус хүчин зүйлүүдийн нөлөөллийг тооцсон байна. (орчны тархалт, ойлгогч, антенн, фидер дамжуулалт гэх мэт);
- Загварчлал хийсэн ажилтан нь тодорхой сургалтад суусан гэрчилгээтэй байна;
- Станцын дугаар;
- Станцын нэр;
- Суурилуулсан огноо;
- Хаяг;
- Байр зүйн солбицол;
- Байгууламжийн төрөл (дээвэр, цамхаг, сурталчилгааны самбар гэх мэт);
- Байгууламжийн төрөл (дээвэр, цамхаг, сурталчилгааны самбар гэх мэт);
- Байгууламжийн өндөр;
- Антенны өндөр;
- Системийн төрөл (GSM, CDMA, UMTS гэх мэт);
- Ажлын давтамж;
- Антенны модел загвар;
- Антенны налуу өнцөг;
- Антенны өсгөлт;
- Антенны чиглэл;
- Нэвтрүүлэгчийн чадал;
- Загварчлалаар гарсан тархалтын зураг;

4.3. Монгол Улсын цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын хяналтын өнөөгийн байдал

Монгол Улсын хэмжээнд байгаль орчин, хүний эрүүл, аюулгүй амьдрах орчны хяналт шинжилгээний чиглэлээр дараах байгууллагууд ажиллаж байна.

- Монгол Улсын Мэргэжлийн Хяналтын Ерөнхий Газар (МХЕГ)
- Байгаль Орчны Хэмжилзүйн Төв Лаборатори

Эдгээр байгууллагууд нь байгаль орчин, хүний эрүүл, аюулгүй амьдрах орчны хяналт шинжилгээг хийж байгаа ч ЦСД-ны бохирдол, түүний хүний биед үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээ болон хяналт шинжилгээг хийх техник хангамж, боловсон хүчин дутмаг байгаагаас шалтгаалж үйл ажиллагаагаа явуулахгүй байна.

Харин ХХЗХ нь үйлчилгээ эрхлэгчдэд радио долгионы зөвшөөрөл олгож, тэдний үйл ажиллагааг хянах, зохицуулах үүрэг хүлээдэг гэдэг утгаараа энэ чиглэлд өргөн хүрээнд үйл ажиллагаа явуулж байна. Орбитод байрлах радио долгионы хяналтын суурин станц болон явуулын хяналтын станц ашиглан радио давтамж ашиглан үйл ажиллагаа явуулж байгаа үйлчилгээ эрхлэгчдийн үйлчилгээний чанарт хяналт тавих, харилцан нөлөөлөл үүсэж байгаа эсэхэд хяналт тавих, мөн хэрэглэгчдийн хүсэлтийн дагуу тодорхой цэг, орчинд ЦСД-ны нөлөөлөл байгаа эсэхэд хяналт тавих хэмжилт, дүн шинжилгээг хийж байна.

4.4. Монгол Улсад радио давтамжтай цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг хянах тогтолцоо бий болгох санал, зөвлөмж

Радио давтамжтай ЦСД-ны бохирдлын хяналтын тогтолцоог бий болгохын тулд хяналтын чиглэл, хамрах хүрээ, оролцогч талууд, хяналт хэрэгжүүлэх үйл ажиллагааг тогтоож өгөх шаардлагатай байдаг.

Радио давтамжтай ЦСД-ны бохирдлын хяналтын чиглэл: Радио давтамжтай ЦСД-ны бохирдлын хяналтыг дараах чиглэлүүдээр хийж гүйцэтгэх шаардлагатай байна.

Цацаргалтын хяналт: Бааз станц, хэрэглэгчийн ЦСД ялгаруулдаг тоног төхөөрөмжүүдийн цацаргалтын чадлын түвшинд хяналт хийх. Энэ нь үүсгүүрээс гарч байгаа хамгийн их гаралтын чадал нь стандартад нийцэж байгаа эсэхийг тогтоох зорилготой.

Орчны нөлөөллийн хяналт: Олон нийтийн хяналтгүй болон мэргэжлийн хяналттай орчин дахь радио давтамжтай ЦСД-ны түвшин ХХН-ны стандартад нийцэж байгааг тогтоох зорилготой.

Хүнд нөлөөлөх нөлөөллийн хяналт: Хувь хүнд нөлөөлөх нөлөөллийг амьдралын хэв маягаар нь хяналт хийх. Ажлын байрны нөхцөл тодорхойлох зорилготой.

Тунгийн хяналт: Хүний биед ойрхон ашиглагддаг радио давтамжтай ЦСД-ны үүсгүүрийн нөлөөллөөс үүдэлтэй хүний биеийн доторх ЦСД нөлөөллийн үнэлгээ хийх зорилготой. (Биомаркер байхгүй тохиолдолд in-situ хэмжилт хийх боломжгүй юм. Тунгийн үнэлгээ нь компьютер загварчлал дээр суурилдаг ба хамгийн муу нөхцөлийг тооцоолоход ашигладаг. Тунгийн хяналтыг тогтмол хийх боломжгүй тул радио давтамжтай ЦСД-ны үүсгүүрийн үйлдвэрлэгчийн тунгийн хэмжилтийн үр дүнг хяналтдаа байлгах)

Радио давтамжтай ЦСД-ны бохирдлын хяналтын хамрах хүрээ: ЦСО-гийн хяналтын хамрах хүрээг нь дараах төрлүүдээр хийж гүйцэтгэнэ. Үүнд:

1. Хүлээн авах хяналт
2. Хугацаат (төлөвлөгөөт) хяналт
3. Тусгай, захиалгат хяналт

Хүлээн авах хяналт: Шинээр суурилуулж байгаа радио долгионы үүсгүүрүүдийн хувьд хүлээн авах хяналтыг заавал хийж гүйцэтгэнэ. Хяналтыг хийж гүйцэтгэхдээ дээр дурдсан Малайз Улсын хяналтын жишгээр хийж гүйцэтгэж болно.

Хугацаат (төлөвлөгөөт) хяналт: Хугацаат хяналтыг тухайн радио долгионы үүсгүүрийн төрлөөс хамааруулан хугацаа болон хамрах хүрээ нь өөр өөр байж болно. Дараах байдлаар хугацааг тогтоож болно. Үүнд:

- Радио, телевизийн өргөн нэвтрүүлгийн бүх станцуудад: **Жилд нэг удаа**
- Хөдөлгөөнт холбооны бүх станцуудад: **Жилд нэг удаа**
- Онцгой бүсүүдэд: **Жилд нэг удаа 72 цагийн хэмжилт**

Онцгой бүсэд дараах бүсүүд орно. Үүнд:

- Сургууль, цэцэрлэг (300 метрээс дотогш радио долгионы үүсгүүр байдаг бол)
- Эмнэлэг, сувилал (300 метрээс дотогш радио долгионы үүсгүүр байдаг бол)
- Хэт олон радио долгионы үүсгүүрүүд нэг дор төвлөрсөн орчин
- Өмнөх хэмжилтээр ХХН-ний утгаас давсан байрлал, бүс нутаг

Тусгай, захиалгат хяналт: Тусгай, захиалгат хяналтыг ард иргэд, радио, телевизийн өргөн нэвтрүүлгийн үйлчилгээ үзүүлэгч, үүрэн холбооны операторууд, ажлын байрны нөхцөл тодорхойлуулах аж ахуй нэгж байгууллагын хүсэлтээр хийж гүйцэтгэнэ.

Радио давтамжтай ЦСД-ны бохирдлын хяналтад оролцох талууд:

Радио давтамжтай ЦСД-ны бохирдлын хяналт хийхэд дараах байгууллага нэгжүүд заавал оролцоно гэж үзэж байна. Үүнд:

- Харилцаа Холбооны Зохицуулах Хороо
- Мэргэжлийн Хяналтын Ерөнхий Газар
- Байгаль Орчин Аялал Жуулчлалын Яам
- Үйлчилгээ үзүүлэгч аж ахуй нэгж байгууллага
- Олон нийт

Мэргэжлийн Хяналтын Ерөнхий Газар: Мэргэжлийн хяналтын ерөнхий газар нь өөрийн чиг үүргийн дагуу дараах чиглэлүүдийн хууль, стандартын хэрэгжилтийг хангуулж, хяналт тавьж ажиллана.

- Хөдөлмөр, нийгмийн хамгаалал, тусгай хяналт;
- Дэд бүтцийн хяналт;
- Байгаль орчин, геологи, уул уурхайн хяналт;
- Экспорт, импорт, хилийн хорио цээрийн хяналт.

Байгаль Орчин Аялал Жуулчлалын Яам: Энэ яам нь өөрийн чиг үүргийн дагуу дараах чиглэлүүдээр үйл ажиллагааг явуулна. Үүнд:

- Байгаль орчны тогтвортой байдлыг хадгалахад чиглэсэн салбар дундын зохицуулалт хийх;
- Цэвэр технологи, шинжлэх ухааны ололт, менежментийн тэргүүний арга барилыг туршин нэвтрүүлэх бодлого, хөтөлбөр, төсөл боловсруулах, бодлогын удирдамжаар хангах;
- Хууль тогтоомж, тогтоол шийдвэрийн биелэлтийг тайлагнах, олон нийттэй харилцах, хууль тогтоомжийг системчлэх, сурталчилах.

Харилцаа Холбооны Зохицуулах Хороо: ХХЗХ нь “Харилцаа холбооны тухай” хууль, “Радио долгионы тухай” хуулийн хүрээнд дараах чиглэлүүдээр үйл ажиллагааг явуулна. Үүнд:

- Холбогдох стандарт нормыг дагаж мөрдүүлэх;
- Хяналт тогтолцоог хэрэгжүүлэх;
- Хяналт шалгалт хийх;
- Тусгай зөвшөөрөл олгох.

Үйлчилгээ үзүүлэгч аж ахуй нэгж байгууллага: Үйлчилгээ үзүүлэгч аж ахуй нэгж байгууллага нь харилцаа холбооны тухай хууль, радио долгионы тухай хуулийн хүрээнд дараах чиглэлүүдээр үйл ажиллагааг явуулна. Үүнд:

- Холбогдох стандарт нормыг дагаж мөрдөх;

- Хяналтын тогтолцоонд шаардлагатай мэдээллийг гаргаж өгөх;
- Стандартын шаардлагыг дагаж мөрдөх;
- Цацаргалтын хяналт хийх;
- Стандартын шаардлага хангасан тоног төхөөрөмж ашиглах;
- Ажлын байрны нөхцөлийн хяналтыг хэрэгжүүлэх.

Олон нийт: Олон нийт нь төрийн болон үйлчилгээ үзүүлэгч аж ахуй нэгж байгууллагатай хамтран ажиллахдаа дараах байдлаар оролцоно. Үүнд:

- Төрийн болон үйлчилгээ үзүүлэгч аж ахуй нэгж байгууллагын хамтарсан үйл ажиллагаанд хөндлөнгийн хяналтаар оролцох;
- Хувь хүний өртөлтийн судалгаанд сайн дураар хамрагдах;
- Олон нийтийг мэдээллээр хангахад дэмжлэг үзүүлэх;
- Төрийн байгууллагуудыг мэдээллээр хангах;
- Судалгаа шинжилгээний ажлууд хийх.

ЦСД-ны бохирдлын хяналтыг хэрэгжүүлэх үйл ажиллагаа: Хяналтыг хэрэгжүүлэхийн тулд үйл ажиллагаанд оролцогч талууд өөр өөрсдийн хууль, эрх зүй, дүрэм журамд шинэчлэл хийх хэрэгтэй бөгөөд ингэснээр радио давтамжтай ЦСД-ны хяналтын тогтолцоог хэрэгжүүлэх эхлэл тавигдана. ЦСД-ны бохирдлын хяналтын тогтолцоог бий болгож хэрэгжүүлэх үйл ажиллагааг “Радио долгионы тухай” хуулийн нэгдүгээр бүлгийн 5-р зүйлийн 1.4 заалтад заасны дагуу Харилцаа Холбооны Зохицуулах Хороо хариуцан хэрэгжүүлэх ёстой.

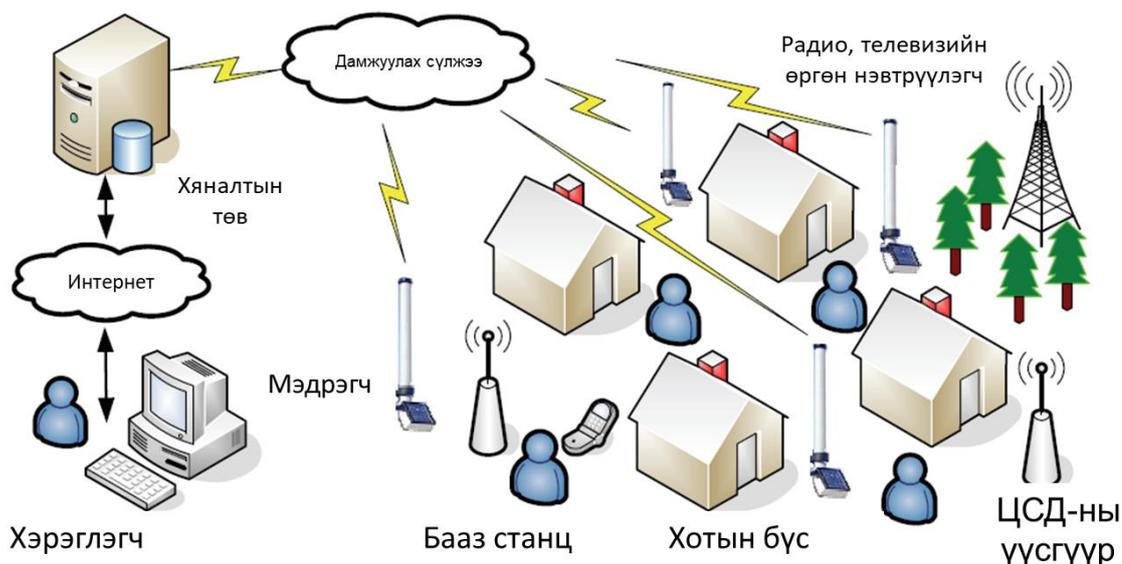
4.5. Цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг хянах нэгдсэн сүлжээ байгуулах санал

Монгол Улс агаар, орчны бохирдлыг бууруулах үндэсний хөтөлбөрийг 2017-2025 онд хэрэгжүүлэх бөгөөд түүний үйл ажиллагааны чиглэл 11-д “Дуу чимээ, цахилгаан соронзон долгион зэрэг физикийн сөрөг нөлөөллийн төлөв байдлын судалгаа хийж, хяналтын тогтолцоог бий болгох” гэж тусгагдсан байдаг. Энэ үйл ажиллагааны чиглэлтэй уялдуулан, мөн энэ судалгааны ажлыг цаашид үргэлжлүүлж илүү үр дүнд хүргэх үүднээс Улаанбаатар хотын ЦСД-ны автомат хяналтын сүлжээ байгуулах шаардлагатай гэж үзэж байна.

Тухайлбал, Утасгүй мэдрэгч сүлжээ (WSN)-нд үндэслэсэн ЦСД-ны бохирдлыг хянах сүлжээ байж болох бөгөөд ийм сүлжээ бий болсноор дараах давуу талууд бий болно. Үүнд:

- Улаанбаатар хотын тодорхой цэгүүдэд (Сургууль, цэцэрлэг, эмнэлэг, нийтийн үйлчилгээний цэгүүд болон олон үүсгүүр ажиллаж байгаа цэгүүд) байнгын хяналт хийх боломж бүрдэх;
- Ард иргэдэд веб хуудас, гар утасны аппликейшн програм ашиглан Улаанбаатар хотын ЦСД-ны бохирдлын төлөв байдлын мэдээллийг тасралтгүй хүргэх;
- Урт хугацаанд цугласан Улаанбаатар хотын ЦСД-ны бохирдлын төлөв байдлын мэдээллийн санг ашиглан судалгаа шинжилгээ хийж, үнэлэлт дүгнэлт өгөх.

Энэхүү сүлжээ нь 4.4-р зурагт үзүүлсэн ерөнхий хэлбэртэй байх ба Улаанбаатар хотын захиргаа, ХХЗХ, БОАЖЯ зэрэг холбогдох байгууллагуудаас бодлого, санхүүгээр дэмжсэн тохиолдолд 1 жилийн дотор зохион байгуулж хүлээлгэн өгөх бүрэн боломжтой.



4.4-р зураг. Утасгүй мэдрэгч сүлжээ (WSN)-нд үндэслэсэн цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг хянах сүлжээ

Улаанбаатар хотын шаардлагатай цэгүүдэд ЦСД-ны өргөн зурвасын мэдрэгч бүхий дамжуулах төхөөрөмж /Энэ төхөөрөмжийг хөгжүүлнэ/ суурилуулна. Эндээс ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн тухайн агшны утгыг тодорхой давтамжтайгаар хяналтын төв рүү дамжуулна /сүлжээний шийдэл гаргана/ Хяналтын төвд мэдээллийг хүлээн авч боловсруулан онлайн байдлаар нийтэд мэдээлнэ /Шийдэл гаргана/. Хэрэглэгч гар утаснаасаа мэдээлэл авах аппликейшн хөгжүүлнэ. Мөн веб хуудас ашиглан түгээнэ.

ЕРӨНХИЙ ДҮГНЭЛТ

Энэхүү судалгааны ажлын үр дүнгээс дараах дүгнэлтүүдийг хийж байна. Үүнд:

- Радио давтамжтай ЦСД-ны үүсгүүрээс цацаргаж байгаа цахилгаан соронзон долгионы хүний биед үзүүлэх нөлөөлөл нь богино хугацааны цочмог өртөлттэй холбоотой дулааны нөлөөлөл, мөн урт хугацаанд үүсэх сөрөг нөлөөлөл гэсэн 2 хэлбэртэй байх бөгөөд эдгээр нөлөөллөөс сэргийлэхийн тулд ард иргэдийн ЦСД-ны нөлөөллийн талаарх мэдлэг, мэдээллийг дээшлүүлэх, зөв хэрэглээг бий болгох зайлшгүй шаардлагатай байна.
- Энэ зорилгоор төслийн хүрээнд хэвлүүлсэн гарын авлага, хөгжүүлсэн гар утасны аппликейшн програмыг ашиглахаас гадна МХЕГ, ХХЗХ зэрэг мэргэжлийн байгууллагууд радио, телевиз, нийгмийн сүлжээ ашиглан холбогдох мэдээллийг нийтэд байнга түгээх ажлыг зохион байгуулах шаардлагатай гэж үзэж байна.
- Монгол Улсад мөрдөж байгаа “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартаар ЗКГц-ээс 300Гц хүртэл давтамжийн зурваст ажиллах радио долгионы үүсгүүрүүдийн ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн ХХН-ний дээд хязгаарыг тогтоохдоо Үл Ионжуулагч Цацрагаас Хамгаалах Олон Улсын Хороо (ICNIRP)-ноос гаргасан зөвлөмжийг гол үндэслэл болгосон. ICNIRP байгууллагаас гаргасан ЦСД-ны ХХН-ний утга нь богино хугацааны цочмог өртөлттэй холбоотой нөлөөлөл дээр үндэслэн боловсруулагдсан бөгөөд урт хугацааны бага түвшний нөлөөлөлд үндэслээгүй болохыг ДЭМБ-аас анхааруулсан байна.
- Бодит амьдрал дээр тасралтгүй, урт хугацаанд ЦСД-ны бага түвшнээр хүний биед нөлөөлөх үед олон сөрөг өөрчлөлт, хариу урвалууд үүсдэг болохыг ОХУ, БНХАУ зэрэг олон орны судлаачид онцолж байгаа учраас Монгол Улсад мөрдөж байгаа MNS 5594:2015 стандартыг зайлшгүй эргэж харах шаардлагатай гэж үзэж байна.
- 2017 онд авсан судалгаагаар Улаанбаатар хотын хэмжээнд ашиглагдаж байгаа радио давтамжтай ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн ихэнх хувийг үүрэн холбооны бааз станц болон WiFi сүлжээний хандалтын станцууд эзэлж байгаа хэдий ч

эдгээрийн гаралтын чадал бага, тархмал байрлалтай байгаа учраас ЦСД-ны бохирдолд харьцангуй бага нөлөө үзүүлж байна.

- FM радио, тоон телевизийн өргөн нэвтрүүлгийн станцууд тооны хувьд цөөн (41) боловч 100-аас 5000Вт хүртэл их чадлаар цацаргалт хийж байгаагаас гадна соёлын төв өргөө, телевизийн төв цамхаг зэрэг тодорхой цэгүүдэд хэт олноор бөөгнөрөн байрласан учраас тухайн орчинд ЦСД-ны оронгийн хүчлэг ихсэх гол шалтгаан болж байна.
- Улаанбаатар хотын төвийн болон зарим алслагдсан дүүргийн нутаг дэвсгэрт хийсэн радио давтамжтай ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн хэмжилтийн үр дүн нь “MNS 5594:2015 - Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин” стандартын олон нийтийн буюу хяналтгүй орчны ХХН-ний стандарт утгаас 4 ба түүнээс олон дахин бага байна. Харин ОХУ, БНХАУ-ын олон нийтийн буюу хяналтгүй орчин дахь ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн ХХН-ний утгатай (6 В/м) харьцуулан үзэхэд их чадлын радио давтамжтай үүсгүүрүүд нэг дор олноор байрласан соёлын төв өргөө, телевизийн төв цамхаг орчим дээрх стандарт утгад ойртсон үр дүн гарч байна.
- Цаашид орчны ЦСД-ны бохирдлыг хянах, бууруулах ажлыг мэргэжлийн байгууллага гэдэг утгаараа ХХЗХ голлон хариуцах шаардлагатай бөгөөд эхний шатанд Монгол Улсад мөрдөж байгаа стандартыг шинэчлэх, шинэчилсэн стандартын дагуу нарийвчилсан үнэлгээ хийх ажлыг зохион байгуулах нь зүйтэй.
- Радио давтамжтай ЦСД-ны үүсгүүр ашиглан үйл ажиллагаа явуулж байгаа, тусгай зөвшөөрөл бүхий байгууллага нэгжүүд тухайн үүсгүүрийн орчинд үүсэж байгаа ЦСД-ны оронгийн хүчлэгийн түвшинг өөрсдөө хэмжиж тодорхойлон, үр дүнг тусгай маягтын дагуу ХХЗХ-нд тайлагнадаг тогтолцоог бий болгох ёстой.
- Монгол Улс “Агаар, орчны бохирдлыг бууруулах” үндэсний хөтөлбөрийг 2017-2025 онд хэрэгжүүлэх бөгөөд түүний 11-р үйл ажиллагааны чиглэл дэх “Дуу чимээ, цахилгаан соронзон долгион зэрэг физикийн сөрөг нөлөөллийн төлөв байдлын судалгаа хийж, хяналтын тогтолцоог бий болгох” гэсэн заалтыг хэрэгжүүлж, мөн Улаанбаатар хот цаашид ухаалаг хотын загвараар хөгжих шаардлагатай тус тус уялдуулан ЦСД-ны автомат хяналтын систем бий болгох ажлыг зохион байгуулах хэрэгтэй.
- Улаанбаатар хотод ЦСД-ны бохирдлыг автоматаар хянах сүлжээ бий болсноор хотын тодорхой цэгүүдэд (Сургууль, цэцэрлэг, эмнэлэг, нийтийн үйлчилгээний цэгүүд болон олон үүсгүүр ажиллаж байгаа цэгүүд) байнгын

хяналт бий болох, ард иргэдэд үнэн зөв мэдээлэл тогтмол өгөх, цаашид судалгаа шинжилгээнд ашиглах өгөгдөл бий болох зэрэг олон давуу талтай.

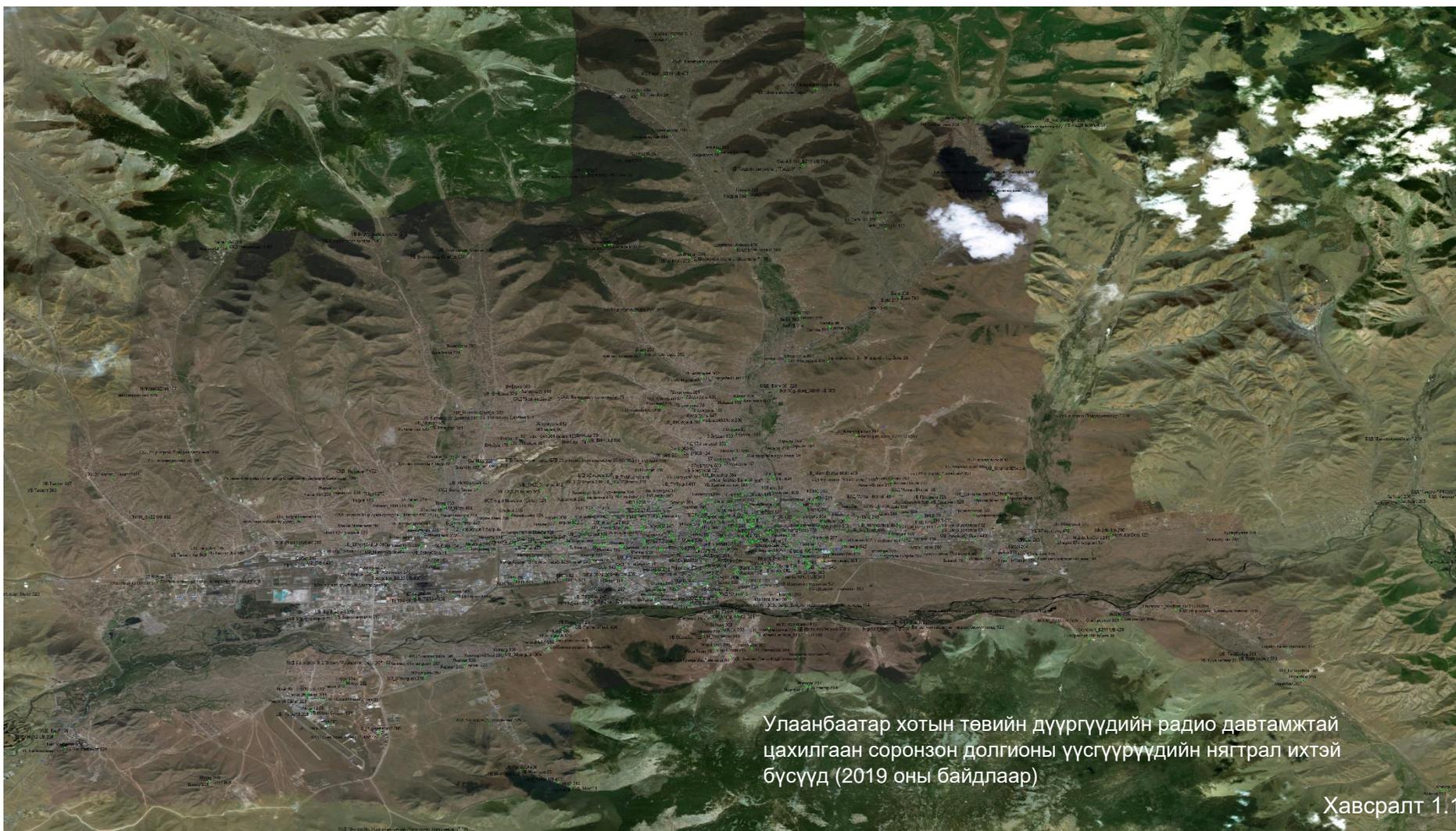
- Энэхүү судалгааг хийж гүйцэтгэсэн ажлын хэсэг дээрх сүлжээг байгуулах ажлыг дараагийн төсөл байдлаар гүйцэтгэх саналтай байгаа тулд БОАЖЯ-наас дэмжлэг үзүүлэхийг хүсэж байна.

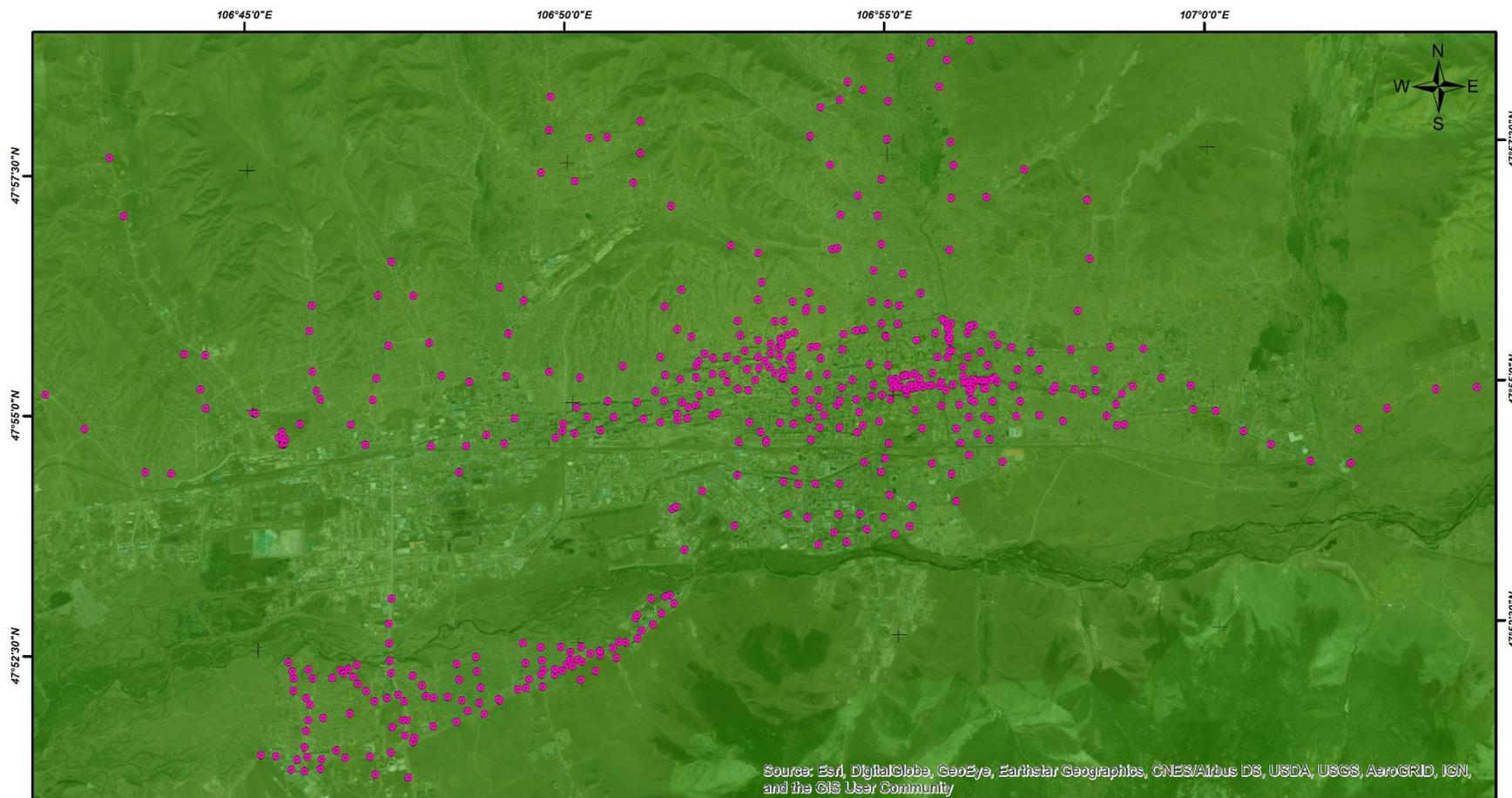
АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛЫН ЖАГСААЛТ

- [1] MNS 5594:2015: Радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хүнд үзүүлэх нөлөөний аюулгүйн түвшин, (3КГц -ээс 300ГГц хүртэл), 2015
- [2] MNS 5148:2015: Радио давтамжтай цахилгаан соронзон орноос хүнд үзүүлэх нөлөө аюулгүйн түвшинд нийцэж буй эсэхийн үнэлгээ, 2015
- [3] Yury G. Grigoriev, “Methodology of standards development for EMF RF in Russia and by international commissions: distinctions in approaches”, June, 2017
- [4] Haim Madjar Mazar, “Human radio frequency exposure limits international, regional and national”, 7 June, 2017
- [5] MNS 6574:2016: Хүнд нөлөөлж байгаа радио давтамжтай цахилгаан соронзон оронгийн хэмжилт ба тооцоо, (100 КГц-ээс 300 ГГц хүртэл), 2016
- [6] Huai Chiang, Zhengping Xu, “Rationale for setting emf exposure standards”, Third International EMF Seminar, Guilin, China, October 2003
- [7] Gregor Dürrenberger, Jürg Fröhlich, Martin Röösl, and Mats-Olof Mattsson, “EMF Monitoring Concepts, Activities, Gaps and Options”, International Journal of Environmental Research and Public Health ISSN 1660-4601, 11 September, 2014
- [8] Malaysian Communications and Multimedia Commission, “Guideline on the mandatory standard for electromagnetic field emission from radiocommunications infrastructure”, MCMC(T)13-TDD/170/001 JLD. 1 (02), 29 december, 2017
- [9] Haim Madjar Mazar, “Human Radio Frequency Exposure Limits: an update of reference levels in Europe, USA, Canada, China, Japan and Korea”, August, 2016
- [10] Recommendation ITU-T Rec. K.70, Mitigation techniques to limit human exposure to EMFs in the vicinity of radiocommunication stations, June, 2007
- [11] ICNIRP, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300GHz), Health Physics
- [12] Recommendation ITU-T Rec. K.61, Guidance to measurement and numerical prediction of electromagnetic fields for compliance with human exposure limits for telecommunication installations, February, 2008

- [13] Recommendation ITU-T Rec. K.52, Guidance on complying with limits for human exposure to electromagnetic fields, December, 2004
- [14] Telecom Regulatory Authority of India, “Information paper on effects of electromagnetic field radiation from mobile towers and handsets”, 30 July, 2014
- [15] APT report, “Asia-pacific regional activities on human exposure to EMF”, NO. APT/ASTAP/REPT-29, August, 2017

ХАВСРАЛТ 1. ЗУРАГЛАЛУУД



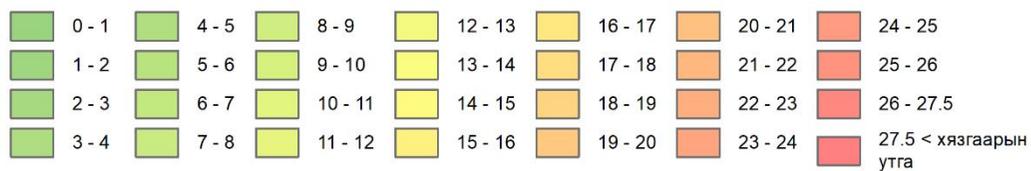


Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Тайлбар

● Хэмжилтийн цэг
Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

Масштаб 1:100000



Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал

Монгол улсын MNS5594:2015 стандартын хамгийн бага утгатай (27.5 V/m) харьцуулсан үр дүн

Хавсралт 1.2



Маштаб 1:23000

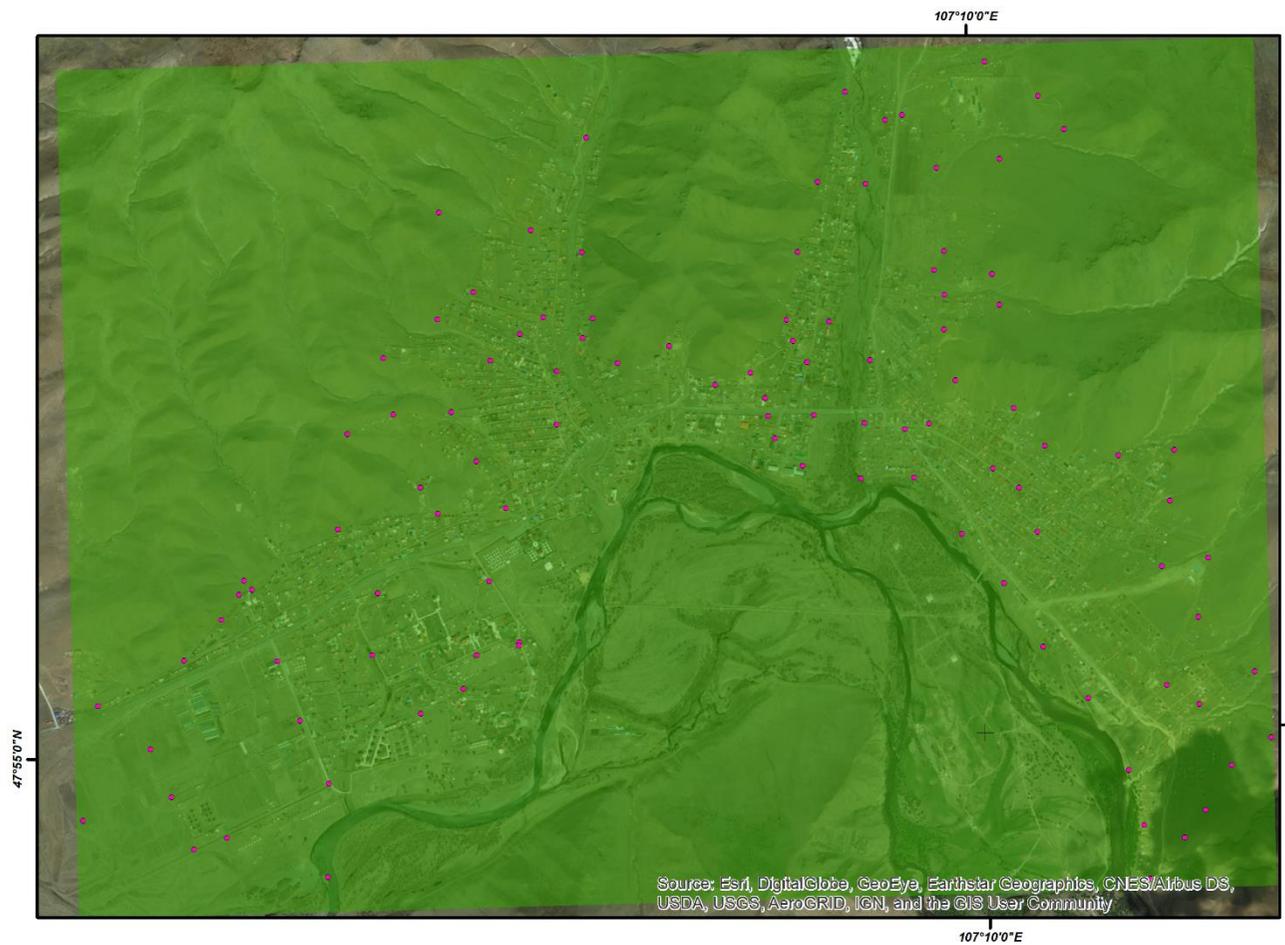
Хонхор орчмын цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал

Монгол улсын MNS5594:2015 стандартын хамгийн бага утгатай (27.5 V/m) харьцуулсан үр дүн

Тайлбар



Хавсралт 1.3



Тайлбар

• Хэмжилтийн цэг
Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

0 - 1	4 - 5	8 - 9	12 - 13	16 - 17	20 - 21	24 - 25
1 - 2	5 - 6	9 - 10	13 - 14	17 - 18	21 - 22	25 - 26
2 - 3	6 - 7	10 - 11	14 - 15	18 - 19	22 - 23	26 - 27.5
3 - 4	7 - 8	11 - 12	15 - 16	19 - 20	23 - 24	27.5 < хязгаарын утга

Маштаб 1:25000

Гачуурт орчмын цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал

Монгол улсын MNS5594:2015 стандартын хамгийн бага утгатай (27.5 V/m) харьцуулсан үр дүн

Хавсралт 1.4



**Налайх дүүргийн цахилгаан соронзон
үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн
тархалтын зураглал**

Монгол улсын MNS5594:2015 стандартын хамгийн
бага утгатай (27.5 V/m) харьцуулсан үр дүн

Тайлбар

• Хэмжилтийн цэг

Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг

0 - 1	10 - 11	20 - 21
1 - 2	11 - 12	21 - 22
2 - 3	12 - 13	22 - 23
3 - 4	13 - 14	23 - 24
4 - 5	14 - 15	24 - 25
5 - 6	15 - 16	25 - 26
6 - 7	16 - 17	26 - 27.5
7 - 8	17 - 18	27.5 < хязгаарын утга
8 - 9	18 - 19	
9 - 10	19 - 20	

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics,
CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User
Community

Маштаб 1:25000

Хавсралт 1.5



**Багануур дүүргийн цахилгаан соронзон
үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн
тархалтын зураглал**

Монгол улсын MNS5594:2015 стандартын хамгийн
бага утгатай (27.5 V/m) харьцуулсан үр дүн

Тайлбар



Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics,
CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User
Community

Маштаб 1:16000

Хавсралт 1.6



Хонхор орчмын цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал

ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m) харьцуулсан үр дүн

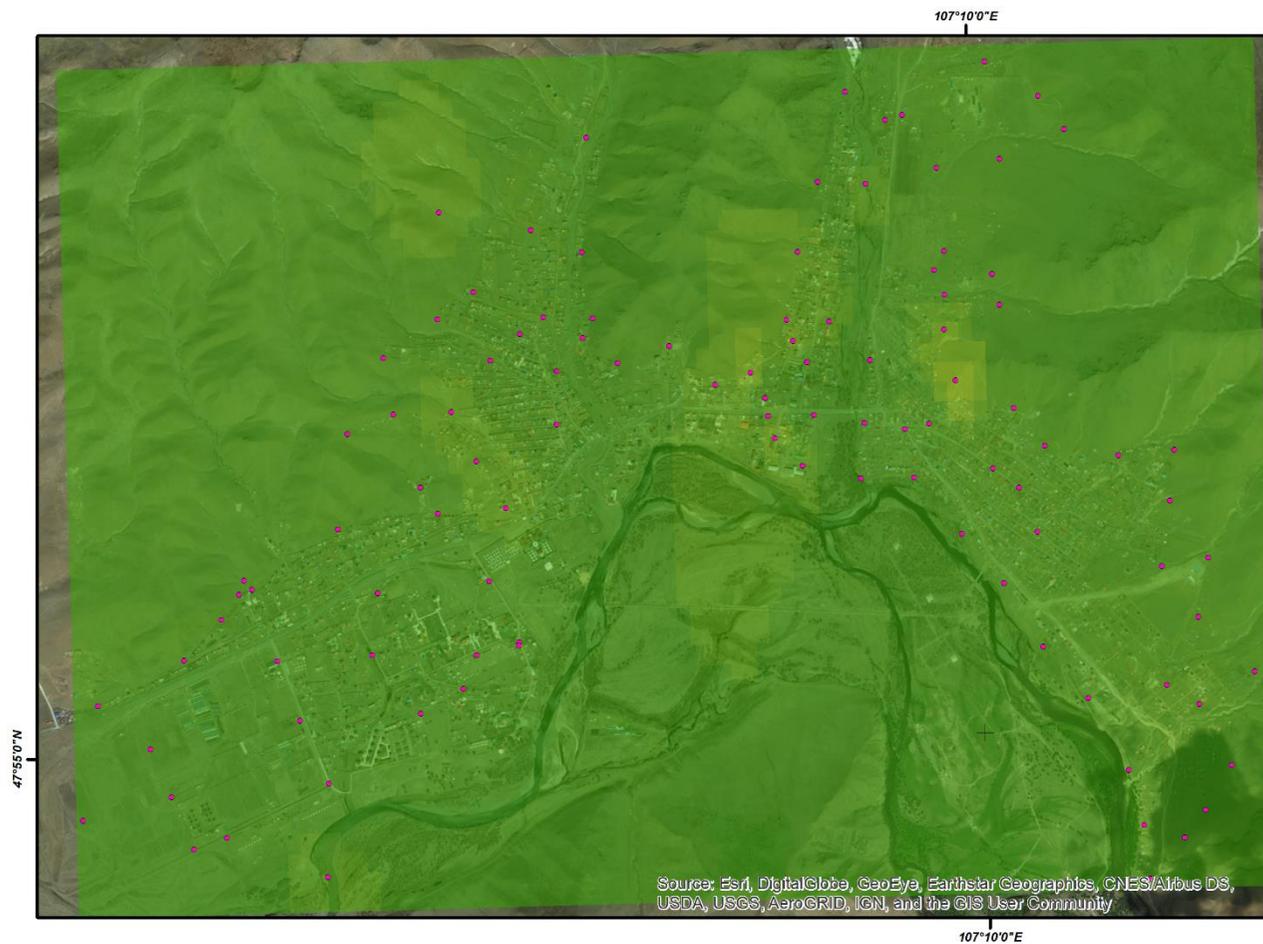
Тайлбар

- Хэмжилтийн цэг
- Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

0 - 0.5	2.5 - 3.0	5.0 - 5.5
0.5 - 1.0	3.0 - 3.5	5.5 - 6.0
1.0 - 1.5	3.5 - 4.0	6.0 < хязгаарын утга
1.5 - 2.0	4.0 - 4.5	
2 - 2.5	4.5 - 5.0	

Маштаб 1:23000

Хавсралт 1.7



Тайлбар

- Хэмжилтийн цэг
- Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)
- | | | | |
|---|---|---|--|
| 0 - 0.5 | 2 - 2.5 | 4.0 - 4.5 | 6.0 < хязгаарын утга |
| 0.5 - 1.0 | 2.5 - 3.0 | 4.5 - 5.0 | |
| 1.0 - 1.5 | 3.0 - 3.5 | 5.0 - 5.5 | |
| 1.5 - 2.0 | 3.5 - 4.0 | 5.5 - 6.0 | |

Маштаб 1:25000

Гачуурт орчмын цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал

ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m) харьцуулсан үр дүн

Хавсралт 1.8



Налайх дүүргийн цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал

ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m) харьцуулсан үр дүн

Тайлбар

- Хэмжилтийн цэг
- Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

0 - 0.5	2.5 - 3.0	5.0 - 5.5
0.5 - 1.0	3.0 - 3.5	5.5 - 6.0
1.0 - 1.5	3.5 - 4.0	6.0 < хязгаарын утга
1.5 - 2.0	4.0 - 4.5	
2 - 2.5	4.5 - 5.0	

Маштаб 1:25000

Хавсралт 1.9



**Багануур дүүргийн цахилгаан соронзон
үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн
тархалтын зураглал**

ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m)
харьцуулсан үр дүн

Тайлбар

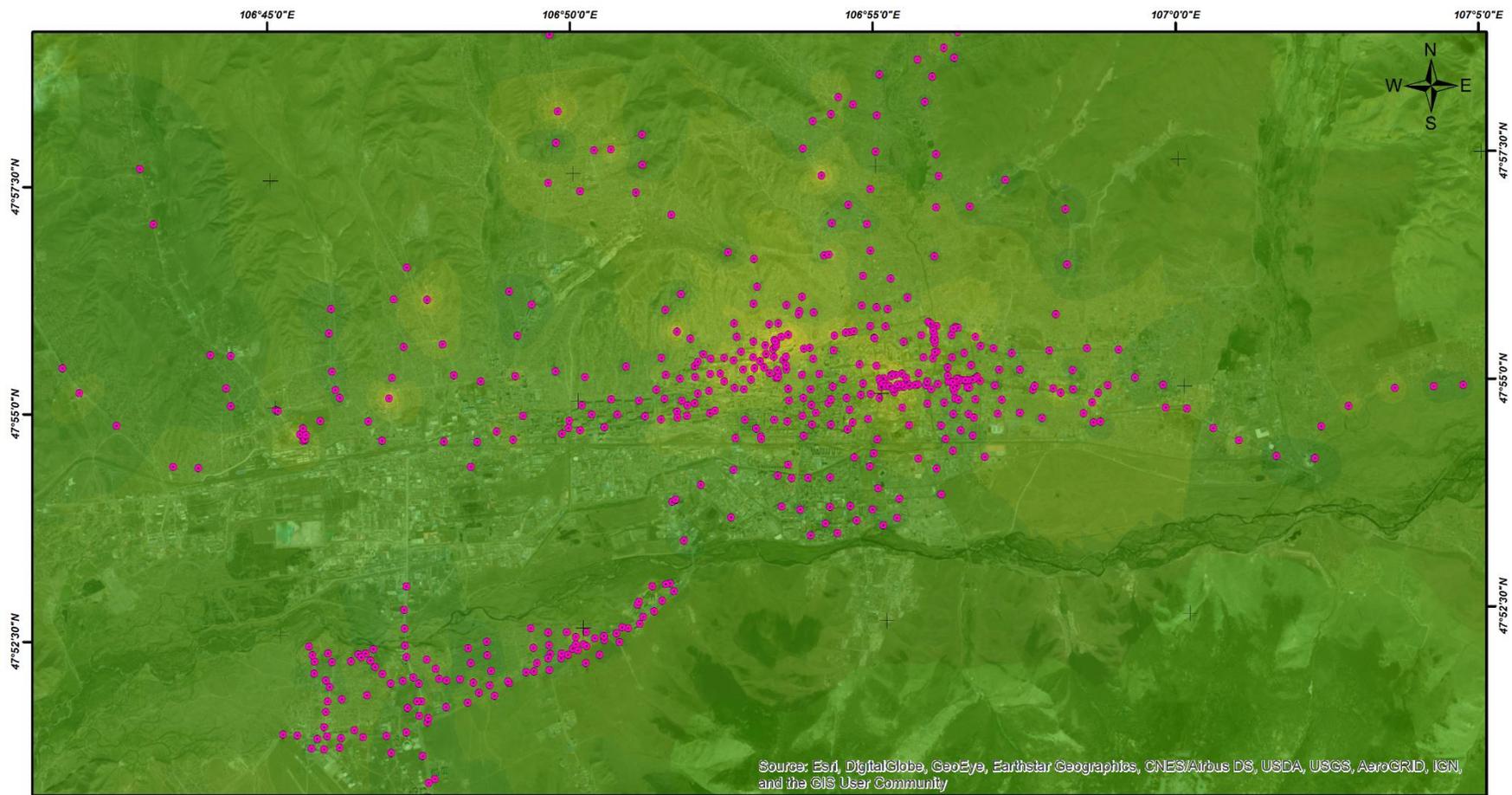
- Хэмжилтийн цэг
- Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

0 - 0.5	2.5 - 3.0	5.0 - 5.5
0.5 - 1.0	3.0 - 3.5	5.5 - 6.0
1.0 - 1.5	3.5 - 4.0	6.0 < хязгаарын утга
1.5 - 2.0	4.0 - 4.5	
2 - 2.5	4.5 - 5.0	

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics,
CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User
Community

Маштаб 1:16000

Хавсралт 1.10



Тайлбар

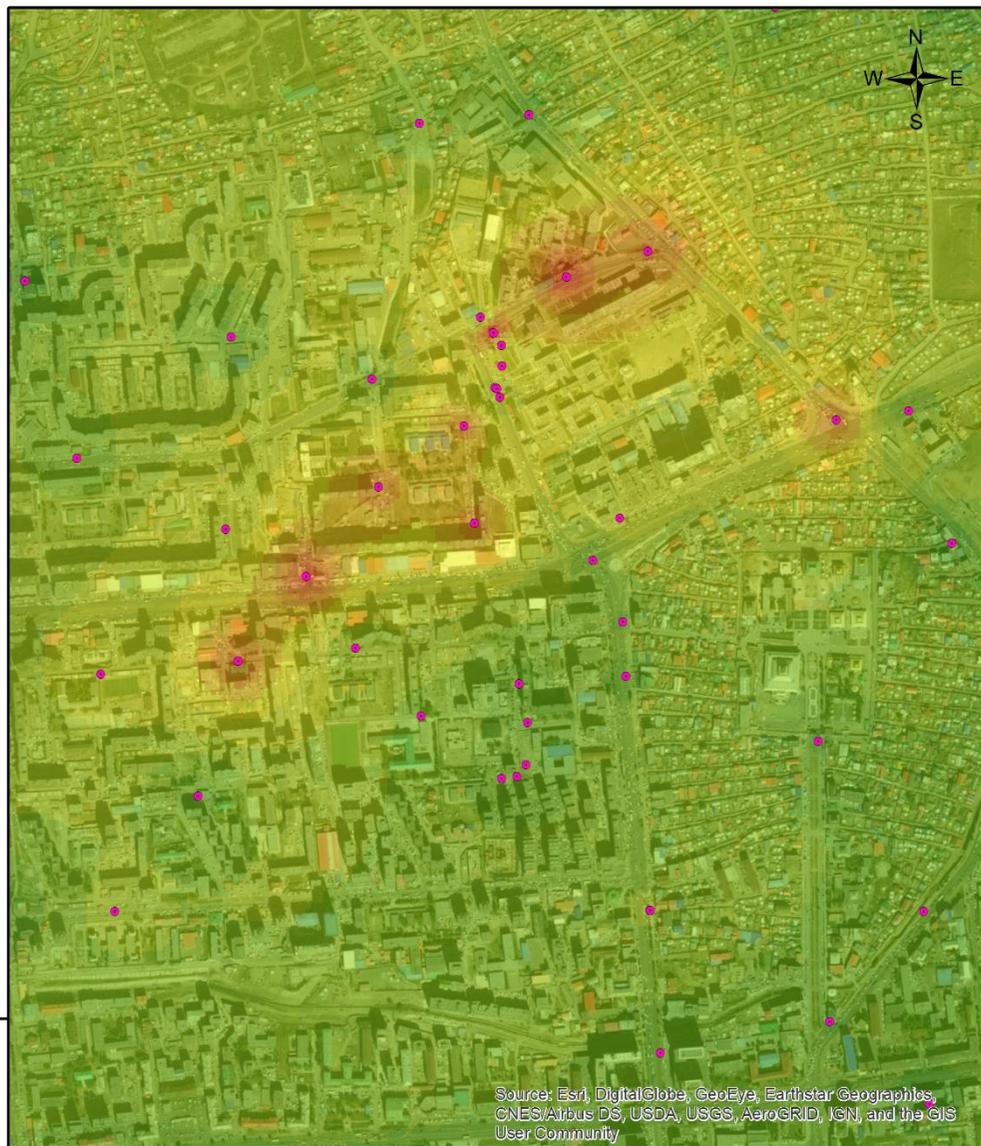
- Хэмжилтийн цэг
- Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

 0 - 0.5	 2 - 2.5	 4.0 - 4.5	 6.0 < хязгаарын утга
 0.5 - 1.0	 2.5 - 3.0	 4.5 - 5.0	
 1.0 - 1.5	 3.0 - 3.5	 5.0 - 5.5	
 1.5 - 2.0	 3.5 - 4.0	 5.5 - 6.0	

Маштаб 1:105000

Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон үүсгүүрүүдийн оронгийн хүчлэгийн тархалтын зураглал
 ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m) харьцуулсан үр дүн

Хавсралт 1.11



**ОХУ, БНХАУ-ын стандарт утгаас хэтэрсэн,
стандарт утгад ойртсон бүс
(Эх хүүхдийн эрүүл мэндийн үндэсний төв орчим)**

ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m) харьцуулсан үр дүн

Тайлбар

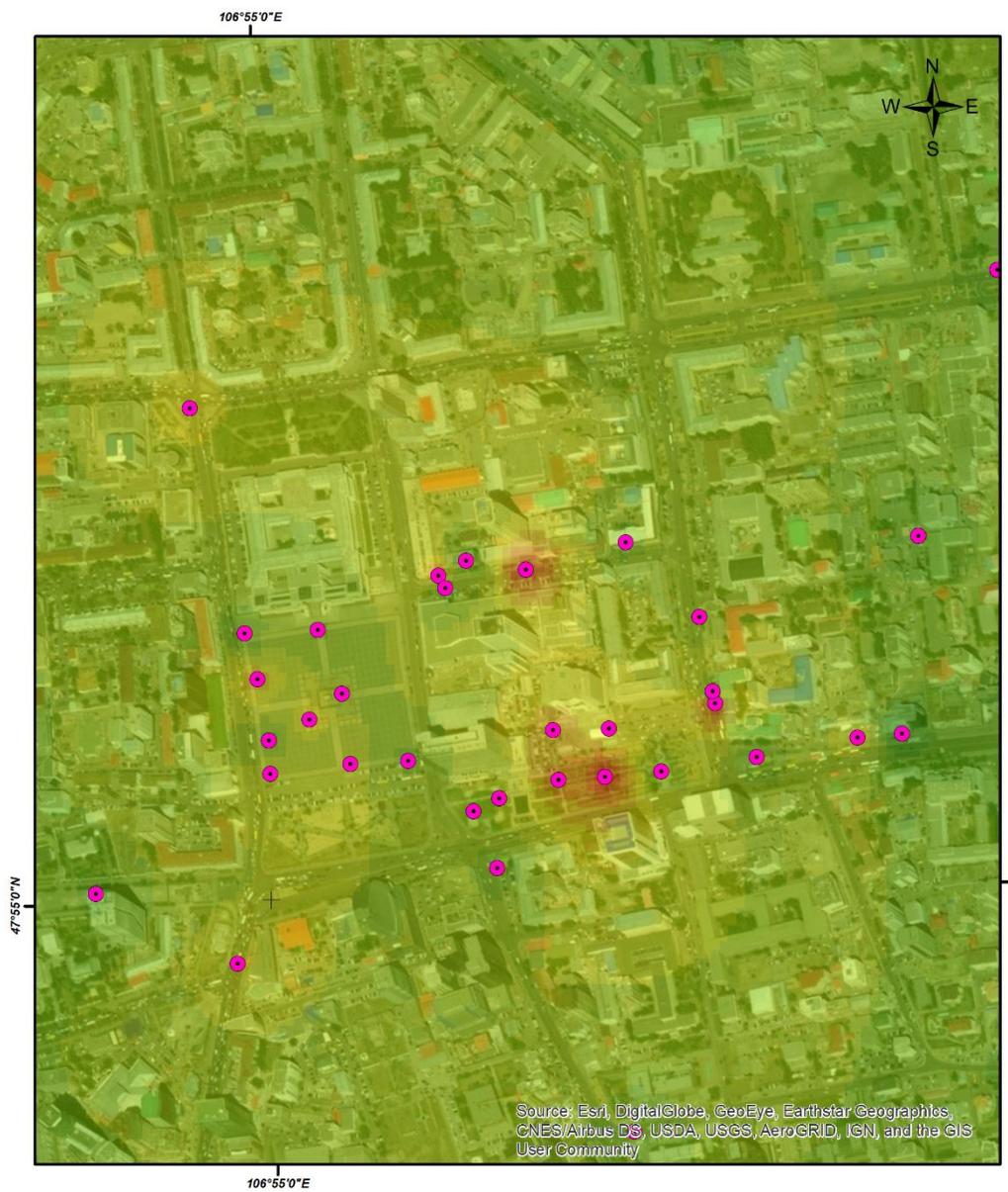
• Хэмжилтийн цэг

Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

0 - 0.5	2 - 2.5	4.0 - 4.5	6.0 < хязгаарын утгаас давсан
0.5 - 1.0	2.5 - 3.0	4.5 - 5.0	
1.0 - 1.5	3.0 - 3.5	5.0 - 5.5	
1.5 - 2.0	3.5 - 4.0	5.5 - 6.0	

Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Хавсралт 1.12



**ОХУ, БНХАУ-ын стандарт утгаас хэтэрсэн,
стандарт утгад ойртсон бүс
(Монгол улсын боловсролын их сургууль орчим)**

ОХУ, БНХАУ-ын стандартын утгатай (6 V/m) харьцуулсан үр дүн

Тайлбар

● Хэмжилтийн цэг

Цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэг (V/m)

0 - 0.5	2 - 2.5	4.0 - 4.5	6.0 < хязгаарын утгаас давсан
0.5 - 1.0	2.5 - 3.0	4.5 - 5.0	
1.0 - 1.5	3.0 - 3.5	5.0 - 5.5	
1.5 - 2.0	3.5 - 4.0	5.5 - 6.0	

Маштаб 1:7000

Хавсралт 1.13

ХАВСРАЛТ 2.
ЗОХИОГЧИЙН ЭРХИЙН ГЭРЧИЛГЭЭ



МОНГОЛ УЛС ЗОХИОГЧИЙН ЭРХИЙН ГЭРЧИЛГЭЭ

Дугаар 10368

Бүтээлийн нэр

"УЛААНБААТАР ХОТЫН ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ДОЛГИОНЫ
ҮҮСГҮҮРИЙН МЭДЭЭЛЛИЙН САНГИЙН ПРОГРАМ"

Туурвисан огноо

2018 оны 08 сарын 28 өдөр

Бүтээлийн төрөл

Компьютерийн программ

Бүтээл өмчлөгчид

Пүрэвдорж УУГАНБАЯР, Батжав УДВАЛЦЭЦЭГ, Норинпэл
ЭРДЭНЭХҮҮ

Бүтээл туурвигчид

Пүрэвдорж УУГАНБАЯР, Батжав УДВАЛЦЭЦЭГ, Норинпэл
ЭРДЭНЭХҮҮ

Монгол Улсын Оюуны Өмчийн Газрын Даргын 2019 оны 02 сарын
28-ны өдрийн А/23 тоот тушаалаар улсын бүртгэлд бүртгэв.

ДАРГА



Э. ЭРДЭНЭСҮРЭН

Улаанбаатар хот



000000124

Хавсралт 2.1

ᠮᠣᠩᠭᠣᠯ ᠤᠯᠤᠰ
ᠵᠣᠬᠢᠶ᠋ᠣᠭᠴᠢᠶᠢᠨ ᠡᠷᠬᠢᠶᠢᠨ
ᠭᠡᠷᠴᠢᠯᠭᠡᠭᠡ



Хэргийн Ерөнхий Суд

МОНГОЛ УЛС ЗОХИОГЧИЙН ЭРХИЙН ГЭРЧИЛГЭЭ

Дугаар 10369

Бүтээлийн нэр

"ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ОРОНГИЙН ЛАВЛАХ"

Туурвисан огноо

2018 оны 08 сарын 28 өдөр

Бүтээлийн төрөл

Компьютерийн программ

Бүтээл өмчлөгчид

Пүрэвдорж УУГАНБАЯР, Зандраа АМГАЛАН, Сүхбаатар
ЭНХСУВД, Гантөмөр МӨНХБАТ, Норинпэл ЭРДЭНЭХҮҮ

Бүтээл туурвигчид

Пүрэвдорж УУГАНБАЯР, Зандраа АМГАЛАН, Сүхбаатар
ЭНХСУВД, Гантөмөр МӨНХБАТ, Норинпэл ЭРДЭНЭХҮҮ

Монгол Улсын Оюуны Өмчийн Газрын Даргын 2019 оны 02 сарын
28-ны өдрийн А/23 тоот тушаалаар улсын бүртгэлд бүртгэв.

ДАРГА

Э. ЭРДЭНЭСҮРЭН



Улаанбаатар хот



000000127

Хавсралт 2.2

**ХАВСРАЛТ 3.
НИЙТЛҮҮЛСЭН ЗАРИМ ӨГҮҮЛЭЛ,
ИЛТГЭЛ**

ҮҮРЭН ХОЛБООНЫ БААЗ СТАНЦААС ҮҮСЭХ ЦАХИЛГААН СОРОНЗОН ДОЛГИОНЫ БОХИРДЛЫГ БУУРУУЛАХ АРГУУДЫН СУДАЛГАА

П.Ууганбаяр, Ч.Оюу, Н.Эрдэнэхүү

Холбооны салбар

ШУТИС, Мэдээлэл, Холбооны Технологийн сургууль

Улаанбаатар, Монгол Улс

p.uuganbayar@must.edu.mn, oyu_ch@must.edu.mn, erdenekhuu@must.edu.mn

Хураангуй- Харилцаа холбоо, мэдээллийн технологийн болон бусад салбар дахь цахилгаан соронзон долгионы (ЦСД)-ны үүсгүүрийн тоо сүүлийн жилүүдэд эрчимтэй нэмэгдэж байна. Үүнтэй холбоотойгоор хүн ам шигүү суурьшсан хот, суурин газруудын цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын хэмжээг тогтоох, бууруулах, урьдчилан сэргийлэх асуудал дэлхий нийтийн анхаарлын төвд байна. Энэхүү өгүүллээр цахилгаан соронзон долгионы бохирдол, дэлхий нийтийн чиг хандлага, Улаанбаатар хот дахь цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүдийн ангилал, тоо хэмжээ, цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг бууруулах, урьдчилан сэргийлэх аргуудыг судалж бодит үүсгүүрийн өгөгдлийг ашиглан тооцоо хийж, үр дүнг дүгнэсэн.

Түлхүүр үг - цахилгаан соронзон долгионы бохирдол; бууруулах аргууд; цацаргалтын түвшин; нөлөөллийн түвшин

Удиртгал

Харилцаа холбоо, мэдээллийн технологийн салбарын хурдацтай хөгжлийн явцад суурин газруудын цахилгаан соронзон долгионы (ЦСД) үүсгүүрүүдийн тоо хэмжээ нэмэгдэж, хүрээлэн буй орчин дахь цахилгаан соронзон долгионы нягт жил ирэх тутам өсөж байна. Ингэж ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн тоо, цахилгаан соронзон орны (ЦСО) нягт нэмэгдсэнээр ЦСД-ны бохирдол ихсэж, хүн амьтан, хүрээлэн буй орчинд сөрөг нөлөө үзүүлдэг. ЦСД-ны бохирдол нь бидний өдөр тутмын амьдралд тулгарч буй агаарын бохирдол, хөрс, усны бохирдол шиг хүрээлэн буй орчин, хүний эрүүл мэндэд богино хугацаанд мэдрэхүйц шууд нөлөө үзүүлэхгүй ч урт хугацааны үйлчлэлээр авч үзвэл эдгээр бохирдлын хүчин зүйлстэй нэн тэнцүү аюулт үр дагаврыг авчрах чухал асуудал юм. Гэвч саяхныг хүртэл ЦСО нь хүний биед сөрөг нөлөөгүй гэсэн ойлголт түгээмэл байсан. Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага (World Health Organization – WHO), Хорт хавдар судлах олон улсын агентлаг (International Agency for Research on Cancer – IARC) зэрэг томоохон эрүүл мэндийн судалгааны байгууллагуудаас ЦСД нь хүний биед төрөл бүрийн хавдар, цусны өвчин, мэдрэлийн эмгэг үүсгэх шалтгаан болохоос гадна бага насны хүүхэд,

жирэмсэн эхчүүд, зүрх судасны эмгэгтэй хүмүүст илүүтэйгээр нөлөөлдөг болохыг батлаад байна. Мөн ICNIRP, FCC зэрэг олон улсын стандартчиллын байгууллагуудаас ЦСД-ны хүний биед үзүүлэх нөлөөний зөвшөөрөгдөх түвшинг тодорхойлсон.

Улаанбаатар хотын ЦСД-ны бохирдлын үүсгүүрүүдийг ангилж үзвэл харилцаа холбооны зориулалттай радио нэвтрүүлэх станцуудаас ялгарч буй ЦСД голлох байр суурийг эзэлж байна. Иймээс хотын ЦСД-ны бохирдлыг бууруулах, цаашид урьдчилан сэргийлэхийн тулд Улаанбаатар хотын харилцаа холбооны зориулалттай радио станцуудын судалгааг хийж, бохирдлын өнөөгийн төлөвийг тодорхойлох нь нэн чухал. Одоогийн байдлаар энэ төрлийн үүсгүүрүүдийн мэдээллийг цуглуулж, веб суурьтай мэдээллийн бааз үүсгээд байна. Мэдээллийн баазад нэгж үүсгүүрийн радио давтамж, үүсгүүрийн төрөл, зориулалт (Жишээлбэл: Үүрэн холбооны бааз станц г.м), үүсгүүрийн нэвтрүүлэх чадал, хаяг, байршил буюу солбицлын мэдээлэл зэргийг оруулсан.

Цаашид Улаанбаатар хотын ЦСД-ны бохирдлын өнөөгийн болон хэтийн төлөв байдлыг тодорхойлон дүгнэлт гаргах үед бохирдлын төлөв байдлыг давтамжийн цараар нь, байрлалаар нь, үүсгүүрийн төрөл зэргээр харьцуулан гаргах учраас эдгээр талбаруудаар мэдээлэл цуглуулсан болно. Хүснэгт 1-т энэ мэдээллийн баазын өгөгдлийн тойм мэдээллийг багтаалаа.

Хүснэгт 1. Улаанбаатар хотын ЦСД-ны үүсгүүрүүдийн тоон мэдээлэл

Д/д	Радио давтамж цараа	Үүсгүүрийн ашиглалтын төрөл зориулалт	Нэвтрүүлэг-чийн чадал [Вт]	Нийт үүсгүүрийн тоо
1	80-110 МГц	Радио өргөн нэвтрүүлэг	1000	31
2	500-600МГц	Телевизийн өргөн нэвтрүүлэг	100-5000	10
3	700-800МГц	Үүрэн холбоо LTE	40	16
4	800-900 МГц	Үүрэн холбоо CDMA 2G	20-60	79
5	900-1000 МГц	Үүрэн холбоо GSM 2G	45	256
6	1700-1800 МГц	Үүрэн холбоо GSM 2G	20;45	339
7	1800 МГц	Үүрэн холбоо LTE	20	478
8	2100 МГц	Үүрэн холбоо 3G	20-80	925
9	2500-2600 МГц	Үүрэн холбоо LTE	45	41
10	2.4ГГц; 5ГГц	WiFi		6343
	Нийт			8518

Хүснэгт 1-с харахад үүрэн холбоо болон WiFi үүсгүүрүүд хамгийн их ашиглагдаж байна. Иймээс Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг бууруулахын тулд нэн түрүүнд үүрэн холбооны станцууд болон WiFi үүсгүүрүүдийг авч үзэх нь чухал байна.

Олон улсын цахилгаан холбооны байгууллагаас гаргасан ITU-T Rec.K.70 зөвлөмжид радио станцын орчин дахь ЦСО-оос хүний биед нөлөөлөх нөлөөллийг

бууруулах аргуудыг санал болгосон байдаг. Энэ аргуудыг ашиглан үүрэн холбооны бааз станцуудаас үүсэх цахилгаан соронзон бохирдлыг бууруулах, урьдчилан сэргийлэх боломжтой юм.

Цахилгаан соронзон долгионы нөлөөллийн үнэлгээ

ЦСО-ны нөлөөллийн түвшин, хязгаар утгууд

ЦСО-ы үүсгүүрүүдээс үүссэн нийлмэл ЦСО-ы хүний биед нөлөөлөх нөлөөллийг тооцоолохдоо цахилгаан орны хүчлэг, соронзон орны хүчлэг, чадлын нягт гэсэн өгөгдлүүдийг ашигладаг бөгөөд тооцооны болон бодит хэмжилтийн утгуудыг лавлах зөвшөөрөгдсөн утгуудтай харьцуулан дүгнэдэг. Тооцооны утгууд нь алсын зайн бүсэд бодит цацаргалтын утгуудтай ойролцоо байдаг бол ойрын зайн бүсэд тодорхой хэмжээгээр зөрдөг.

Хүснэгт 2. Олон Улсын стандартчиллын байгууллагуудаас тогтоосон ЦСО-ны хүний биед үзүүлэх нөлөөний зөвшөөрөгдөх түвшин

Давтамж	900МГц		1800МГц	
	ICNIRP	IEEE/FCC	ICNIRP	IEEE/FCC
Цахилгаан орны хүчлэг (В/м)	90	-	127.28	-
Соронзон орны хүчлэг (А/м)	0,24	-	0,34	-
Чадлын нягт (мВт/см ²)	22,5	30	45	50

Хүснэгт 3. MNS 5594 дугаарт Монгол Улсын стандартаар тогтоосон ЦСО-ны хүний биед үзүүлэх нөлөөний зөвшөөрөгдөх түвшин

Давтамжийн зурвас [МГц]	Цахилгаан оронгийн хүчлэг (E) [В/м]	Соронзон оронгийн хүчлэг (H) [(А/м)]	Чадлын нягтрал (S), E талбай, H талбай [мВ/см ²]	Дундаж хугацаа [E]2, [H]2 эсвэл S, мин
0.003-0.1	614	163	(102, 106)	6
0.1-3.0	614	16.3f	(102, 104f2)	6
3-30	1842f	16.3f	(9*102, 104f2)	6
30-100	61.4	16.3f	(1.0, 104f2)	6
100-300	61.4	0.163	1.0	6
300-3000	-	-	f/300	6
3000-15000	-	-	10	6
15000-300000	-	-	10	616000/f2

ЦСО-ны хуримтлагдсан нөлөөллийн түвшинг үнэлэх аргууд

ЦСО-ы бодит эх үүсгүүр нь нэвтрүүлэх антенн байдаг тул цацаргалтын түвшинг тодорхойлоход хамгийн их нөлөөлдөг хүчин зүйл юм. Түгээмэл тааралдах нэвтрүүлэх болон бааз станцуудад олон тооны ажлын давтамж ашигладаг тул ЦСО-ы хуримтлагдсан нөлөөллийн түвшний үнэлгээг хийх шаардлагатай болдог. Энэ үнэлгээг хийхдээ цацаргалтын эх үүсгүүрийн дэлгэрэнгүй мэдээлэл, илүү нарийвчилсан загвар, аргачлалыг ашиглах нь үр дүнтэй. ЦСО-ны хуримтлагдсан

нөлөөллийн түвшний үнэлгээг хийх бүтэн долгионы арга, синтезийн арга, цэгэн үүсгүүрийн загвар зэрэг аргууд байна.

Бүтэн долгионы арга нь Максвеллийн тэгшитгэлийн давтамжийн болон хугацааны мужид тодорхойлсон шийдэл дээр тулгуурласан тоон загварчлалын арга юм. Энэ аргад моментын арга (Method of Moments – MoM), төгсгөлөг-ялгаврын хугацааны муж (Finite-Difference Time Domain – FDTD) зэрэг олон арга багтдаг бөгөөд ЦСО-ы аль ч бүсэд ашиглах боломжтой. Системийн дэлгэрэнгүй сегментэлсэн загваруудыг ашигладаг тул сегментэлсэн загвар хэдий чинээ дэлгэрэнгүй байна, төдий чинээ оронгийн тархалтын нарийвчлал сайн байна. Энэ тоон загварчлал нь харгалзах програм хангамж, дэлгэрэнгүй өгөгдлийг шаарддаг. Тооцооны үр дүн нэвтрүүлэх антенны геометр хэмжээ, гүйдэл, хүчдлийн тархалт зэрэг өгөгдлийн цар, нарийвчлалаас шууд хамаарна. Ихэнх антеннууд (РӨН, үүрэн хөдөлгөөнт холбоо г.м) янз бүрийн агууриг, фазтай тэжээлээр тэжээгддэг олон тооны (256 хүртэл) цацаргалтын идэвхтэй элементтэй байдаг. Ийм мэдээлэл байхгүй үед тооцоо хийх боломжгүй болох бөгөөд зөвхөн ерөнхий үнэлгээ хийх боломжтой болно.

Синтезийн арга нь антенн бүрийг нэг ижил үзүүлэлттэй элементарь үүсгүүрийн цуваа гэж үздэг. Ингэж үзэх нь жишээлбэл, нэг ижил төрлийн панель (64 хүртэл тооны) агуулах РӨН-ийн антенны хувьд үнэн байдаг [ITU-R BS.1195]. GSM панель антеннуудын хувьд (эсвэл ижил төрлийн) “патч – хавтан антенн (ихэвчлэн экрантай диполь антенн байдаг)” болгон хувааж, тус бүрийг нь нэг бие даасан цацаргагч гэж үзэж болдог. Энэ загварыг цацаргалтын элементарь үүсгүүрийн хамгийн их хэмжээтэй харьцангуйгаар тооцож гаргасан ойрын бүсээс цааших бүсэд ашиглах боломжтой бөгөөд нарийвчлал сайтай аргын тоонд ордог. Энэ аргын дутагдалтай тал нь олон тооны цацаргагч элементээс тогтох системийн тэжээлийн хуваарилалтыг нарийн мэдэх шаардлагатай.

Цэгэн үүсгүүрийн загвар нь нэвтрүүлэх антенныг антенны цахилгаан төвд байрлах, тооцоолж байгаа нэвтрүүлэх антенны чиглэлийн диаграмтай (ЧД) ижил ЧД-тай зөвхөн нэг цэгэн үүсгүүрээр төлөөлүүлдэг. Энэ загварын нарийвчлал нь оронгийн бүс болон антенны өсгөлтийн коэффициентоос хамаардаг. Энэ загварыг алсын бүсэд хэрэглэх бүрэн боломжтой бөгөөд дутагдалтай тал нь антенны ойрын бүсэд антенны хэмжээг тооцох шаардлагатай болдог.

Дээрх загваруудад ЧД-ийг чөлөөт орчинд авч үзсэн байдаг. Газар, эсвэл байшин барилга, хаалт, ялангуяа металл объектууд бусад биетээс ойсон ойлт нь ЦСО-ы нөлөөллийн түвшний хэмжээг өсгөдөг. Ажиглалтын цэг нь газрын гадаргаас

дээш тодорхой метрт байрлах ихэнх тохиолдолд цахилгаан орны хүчлэгийг 1,6 - аар үржүүлэх бөгөөд энэ нь харгалзах чадлын нягтыг 2,56-аар үржүүлнэ гэсэн үг юм. Олон тооны ойлттой орчинд хамгийн их нөлөөлөх нэг хүчин зүйлийг авч үздэг. Практикт хамгийн их үржүүлэх коэффициент нь цахилгаан орны хүчлэгийн хувьд 2, чадлын нягтын хувьд 4 байна.

Радио холбоонд ашиглагдаж байгаа нэвтрүүлэгчүүд ЦСД-ыг үүсгэх бөгөөд энэ долгион дамжуулах (тэжээлийн) шугамаар дамжин нэвтрүүлэх антеннаар орчинд тархдаг. Цацаргалтын үүсгүүрийн ERP, ЧД зэрэг дэлгэрэнгүй мэдээллийг ашиглан тооцоо хийвэл сайн байдаг боловч ихэнх тохиолдолд ийм мэдээллийг олж авах хэцүү байдаг. Иймээс дамжуулах системийн тухай ерөнхий мэдээллийг авч үзэх хэрэгтэй. Цацаргалтын үүсгүүрийн ерөнхий характеристикүүд (нэвтрүүлэгч болон нэвтрүүлэх антенны) бол нэвтрүүлэгчийн чадал, нэвтрүүлэх антенны ЧД, өсгөлтийн коэффициент, өндөр, EIRP байдаг. Ерөнхий мэдээллийг ашиглан тооцоо хийснээр тухайн сайтын нөлөөллийн түвшний ерөнхий хэмжээг мэдэх боломжтой болно.

Хуримтлагдсан нөлөөллийн харьцаа

Ихэнх тохиолдолд нэвтрүүлэх станцууд олон давтамж дээр ажиллах олон тооны нэвтрүүлэх системээс тогтдог. Энэ тохиолдолд антенны цамхгийн ойролцоох бүсэд ЦСО янз бүрийн давтамжийн бүрэлдэхүүн бүхий комплекс бүтэцтэй байх бөгөөд цэгээс цэгт хувьсан өөрчлөгдөх ЦСО-ы хүчлэгтэй байна. Жишээлбэл, үүрэн холбооны бааз станц нь давтамжийн хоёр царын (900 MHz, 1800 MHz), олон тооны зөөгч давтамж дээр ажиллах нэвтрүүлэх антеннтай бөгөөд хэд хэдэн операторууд хамтарч ашиглах боломжтой байдаг. Үүрэн холбооны бааз станцууд ихэвчлэн РӨН-ийн антенны цамхаг дээр байрлах бөгөөд энэ цамхаг дээр өөр бусад үйлчилгээний нэвтрүүлэх төхөөрөмжүүд суурилагдсан байдаг. Олон үүсгүүрээс гарсан цацаргалт нь хүний биед нэгэн зэрэг нөлөөлнө.

Олон цацаргалтын үүсгүүртэй орчин дахь нөлөөллийн үнэлгээг хийхдээ хуримталсан нөлөөллийн үзүүлэлт W -г (зарим стандартад нийт нөлөөллийн харьцаа гэж нэрлэдэг) ашигладаг. Ажлын бүх давтамжийг нийлбэр жигнэсэн утгаар тооцоолох шаардлагатай бөгөөд үүний тулд үүсгүүр тус бүрийг тухайн давтамжид ашиглагддаг хязгаар утгатай харьцуулж урьдчилан үнэлсэн байна.

Дулааны эффект нь хуримтлалын нөлөөнөөс давамгайлж байдаг 100 кГц давтамжаас дээш давтамжийн цард W_t коэффициент дараах тооцоолно (цахилгаан орны хүчлэгийн хувьд):

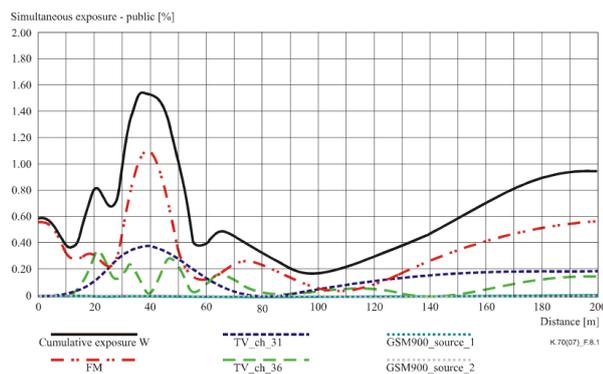
$$W_t = \sum_{i=100\text{kHz}}^{300\text{GHz}} \left(\frac{E_i}{E_{l,i}} \right)^2 \leq 1 \quad (1)$$

E_i – i давтамжийн цахилгаан орны хүчлэг, $E_{l,i}$ – i давтамжийн хязгаар лавлах утга. 10 МГц хүртэлх давтамжид харгалзах индукцлэгдсэн гүйдлийн нягтын хувьд цахилгаан орны хүчлэгийн нөлөөллийн түвшний жигнэсэн утгыг дараах томъёогоор тодорхойлно.

$$W_e = \sum_{i=1\text{Hz}}^{10\text{MHz}} \frac{E_i}{E_{l,i}} \leq 1 \quad (2)$$

Хуримталсан нөлөөллийн дээрх хоёр утга хоёулаа 1-ээс бага байх ёстой. Радио холбооны болон РӨН-ийн хувьд (1) тэгшитгэлээр тодорхойлогдох нөхцөлийг илүү нарийн тооцох шаардлагатай байдаг. Олон цацаргалтын үүсгүүртэй орчинд ажиглалтын цэг бүрд ажиллаж байгаа бүх нэвтрүүлэх антеннаас үүссэн цацаргалт байна. Ихэнх тохиолдолд аль нэг үүсгүүрээс гарсан цацаргалт давамгайлах бөгөөд нөлөөллийн нийт түвшинд хамгийн их нөлөө үзүүлнэ. Цацаргалтын түвшинг бууруулахын тулд давамгайлж байгаа цацаргалтын үүсгүүрийг тодорхойлох шаардлагатай.

Цацаргалтын гол үүсгүүрийг ажиглалтын цэг дээр W_t коэффициентийг (1) тэгшитгэлээр тодорхойлно. Ажлын давтамж бүрд хийж гүйцэтгэсэн ийм тооцоолол нь хуримталсан нөлөөллийн харьцааг үнэлэх боломжийг олгож, зураг 1-т харуулсан шиг график гаргах боломжийг олгоно.



Зураг 1. FM, TV, GSM 900 системийн нэвтрүүлэх сайтын зайн функцээс хамаарсан W_t утгын жишээ

Зураг 1-д тод хар муруйгаар хуримтлагдсан нөлөөллийн утгыг харуулсан байна. Хүснэгт 1-д өгөгдсөн нөлөөллийн хязгаарыг тооцон нөлөөллийн хязгаар утад хүрсэн байх цэгээс нэвтрүүлэх антенн хүртэлх зайг тооцоолох боломжтой. Энэ зайг нийцлийн зай гэж нэрлэдэг. Энэ зай нь төрөл бүрийн нэвтрүүлэх антеннуудад өөр өөр байна. Мөн нийт хүн ам болон тухайн станц дээр ажиллаж байгаа

ажилтнуудын хувьд мөн ялгаатай байна (зураг 2). Нийцлийн зайг байгаа өгөгдөл, шаардлагатай нарийвчлалаас хамааруулан тооцоолох олон арга зам байдаг ба нийцлийн зайнаас их зайд цацаргалтын түвшин зөвшөөрөгдсөн хязгаарын утгаас бага байна. Цацаргагчийн тухай мэдээлэл бага байх үед нийцлийн зайг давуулж үнэлэх шаардлагатай болно. Эхний аргачлалд изотроп антеннтай (ЧД нь $f(\theta, \varphi) = 1$) цэгэн үүсгүүрийн загвар ашиглагдана. Энэ аргачлалыг бүх тохиолдолд ашиглаж болох боловч хэт давуулж үнэлсэн үнэлгээ болдог.



Зураг 2. ЦСО-ны хүнд нөлөөлөх мужийн дүрслэл

Давуулж үнэлсэн үнэлгээний түвшин нэвтрүүлэх антенны чиглүүлгийн коэффициент болон нэвтрүүлэх антеннтай харьцангуйгаар байрласан ажиглалтын цэгийн чиглэлээс хамаардаг. Изотроп антенны хувьд, эсвэл чиглэлтэй антенны хувьд хамгийн их цацаргалттай чиглэлд энэ арга нарийн үр дүн өгдөг. Чиглэлтэй антенны хувьд (радио холбоо, өргөн нэвтрүүлэгт ашиглагддаг) хамгийн их цацаргалтын чиглэлээс өөр чиглэлд байгаа ажиглалтын цэгүүдэд нийцлийн зай давж үнэлэгдэнэ.

Хоёр дахь аргачлалд ЧД нь мэдэгдэж байх цэгэн үүсгүүрийн загварыг ашиглана. Энэ аргыг EMF-estimator програмд мөн ашигладаг. Хэрвээ ЧД мэдэгдэж байвал алсын бүсэд, эсвэл түүнтэй ойролцоо байх бүсэд нийцлийн зай байрлах ба тооцооны үр дүн илүү сайн нарийвчлалтай байна.

Хүснэгт 4. Нийцлийн зайг тооцоолох энгийн аргууд

Радио давтамжийн цар	Нийтлэг нөлөөллийн зай	Мэргэжлийн нөлөөллийн зай
1 – 10 МГц	$r = 0.10 * \sqrt{eirp * f}$	$r = 0.0144 * f * \sqrt{eirp}$
10 – 400 МГц	$r = 0.319 * \sqrt{eirp}$	$r = 0.143 * \sqrt{eirp}$
400 – 2000 МГц	$r = 6.38 * \sqrt{eirp/f}$	$r = 2.92 * \sqrt{eirp/f}$
2000 – 300000 МГц	$r = 0.143 * \sqrt{eirp}$	$r = 0.0638 * \sqrt{eirp}$

Хэрвээ Максвеллийн тэгшитгэл дээр суурилсан тоон аргуудыг (MoM, FDTD г.м) ашиглаж байгаа бол бүх тохиолдлуудад нийцлийн зайг маш сайн нарийвчлалтайгаар үнэлэх боломжтой юм. Гэхдээ энэ аргууд нь маш дэлгэрэнгүй

өгөгдлийг шаарддаг тул тусгай програм хангамж, тоон загварчлалын туршлага хэрэгтэй болдог сул талтай.

Цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг бууруулах аргууд

Тухайн бүс дэх ЦСД-ны цацаргалтын түвшинг хэд хэдэн аргаар бууруулж болдог. Энэ хэсэгт зарим боломжит аргуудын талаар оруулсан бөгөөд тодорхой жишээн дээр үр дүнг илэрхийлэн харууллаа. Цахилгаан соронзон цацаргалтыг бууруулах ихэнх аргыг хөдөлгөөнт холбооны бааз станцууд, богино, дунд, урт долгионы радио өргөн нэвтрүүлгийн (РӨН) станцууд, телевизийн өргөн нэвтрүүлгийн (ТӨН) станцууд, Тетра зэрэг тусгай зориулалтын радио системийн бааз станцууд зэрэг олон төрлийн ЦСД-ны эх үүсгүүрт хэрэглэх боломжтой.

Радио станцын нэвтрүүлэх чадлыг багасгах арга

ЦСД-ны цацаргалтын түвшинг багасгах хамгийн энгийн арга бол нэвтрүүлэх станцын чадлыг багасгах арга бөгөөд уг аргын мөн чанар нь нэвтрүүлэх станцын чадлыг багасгаснаар ажиглалтын цэгүүд дээрх чадлын нягтыг шугаман хамаарлаар бууруулах юм. Өөрөөр хэлбэл, ажиглалтын цэгүүд дээрх цахилгаан орны хүчлэгийн квадрат утга буурдаг. Хэдийгээр энэ аргаар ЦСД-ны цацаргалтын түвшин буурах хэдий ч тухайн бүс дэх чадлын нягт буурснаар станцын хамрах хүрээ, бүрхэлт багасдаг нь энэ аргыг хэрэглээг хязгаарладаг.

Радио станцын антенны өндрийг нэмэх арга

Антенны өндрийг нэмснээр цахилгаан соронзон цацаргалтын нөлөөллийг судлах цэгүүд хүртэлх зай нэмэгдэнэ. Өөрөөр хэлбэл, зай нэмэгдэхэд нөлөөлөл судлах цэгүүд дэх цахилгаан соронзон цацаргалтын түвшин буурна. Тухайн нэвтрүүлэх станцын антенны өндрийг нэмэх боломжтой үед энэ аргыг ашигладаг. Тухайлбал, ихэнх өргөн нэвтрүүлгийн станцуудын хувьд боломжит хамгийн өндөр цэгт антенныг байрлуулсан байдаг тул энэ аргыг хэрэглэхэд хүндрэлтэй.

Антенны чиглэлийн диаграммын босоо тэнхлэгийн налалтын өнцгийг /Downtilt angle/ багасгах арга

Нэвтрүүлэх антенны ЧД-ын босоо тэнхлэгийн цацаргалтын үндсэн дэлбээг доош налуулах арга нь тухайн үйлчилгээний шаардлагаас хамаарч ихээхэн хэрэглэгддэг. Нэвтрүүлэх антенны энэ өнцөг их байх тусам хэвтээ хавтгайн дагуу буюу шууд харалтын чиглэлд антеннаас их хэмжээний энерги алдагдана. Энэ алдагдлын хэмжээг антенны ЧД-ын босоо тэнхлэгийн дэлбээг нарийсгах, эсвэл босоо тэнхлэгийн налалтын өнцгийг багасгах буюу антенныг доош бөхийлгөх аргуудаар бууруулж болдог. Үүрэн хөдөлгөөнт холбооны бааз станцуудын хувьд

антенны ЧД-ын босоо тэнхлэгийн налалтын өнцгийг багасгаснаар үүрийн хамрах хүрээг хязгаарлаж, давтамжийг дахин ашиглах боломжийг нэмэгдүүлдэг. Үүнээс гадна нэвтрүүлэх антенны үндсэн дэлбээний налалтын өнцөг нь радио станцын ойролцоох цахилгаан соронзон цацаргалтын түвшинд нөлөөлнө. Нэг ёсондоо антенны босоо тэнхлэгийн налалтын өнцөг их байх тусам нэвтрүүлэх антенны орчмын цахилгаан соронзон цацаргалтын түвшин их байна, эсрэг тохиолдолд бага байна гэсэн үг юм. Цахилгаан соронзон цацаргалтын дийлэнх хэсэг нь антенны цацаргалтын үндсэн дэлбээнд агуулагддаг бөгөөд үндсэн дэлбээний цацаргалтын түвшинг бууруулах нь ЦСД-ны бохирдолд ихээхэн эерэг нөлөөттэй.

Нэвтрүүлэх антенны өсгөлтийг нэмэгдүүлэх арга

Антенны өсгөлт нь антенны чиглэлийн коэффициенттой шууд хамааралтай байдаг. Антенны чиглэлийн коэффициент гэдэг нь антеннаас тухайн чиглэлд (ихэвчлэн хэвтээ хавтгайн чиглэлд) цацаргах чадамж болон бусад чиглэл дэхь (газар, эсвэл тэнгэр чигт) цацаргалтыг хязгаарлах чадамжийг илэрхийлдэг үзүүлэлт юм. Практикт антенны өсгөлт нь (илүү оновчтойгоор хэлбэл антенны чиглэлийн коэффициент) хүн ам оршин байх бүс дэх цахилгаан соронзон цацаргалтыг багасгахад ашиглагддаг. Антенны чиглэлийн коэффициент нь хэвтээ болон босоо хавтгай дахь ЧД-тай нарийн холбоотой юм. Хэвтээ хавтгай дахь ЧД нь тухайн үйлчилгээний шаардлагаас хамаарч тодорхойлогддог бөгөөд ихэвчлэн бүх чиглэлд цацаргалттай буюу чиглэлгүй байх нь бий. Үүрэн хөдөлгөөнт холбооны системүүдийг авч үзвэл үүрүүд нь гурван хэсэгтэй, хэсэг бүр нь өөрийн нэвтрүүлэх антенныг ашиглан үйлчилгээ үзүүлдэг. Үүрэн сүлжээний бааз станцаас цацаргаж буй ЦСД-ны цацаргалтын түвшин, нөлөөллийн хэмжээг ийм энгийн үүрийн хувьд тооцвол үүрийн гурван хэсгийн нийлбэр нь тухайн үүр чиглэлгүй нэг антеннтай ажиллах тохиолдолтой тэнцүү байдаг. Харин 3 хэсэгт хуваасан бүтэцтэй үүрийн зарим чиглэлд цацаргалтыг багасгавал тухайн чиглэлүүдийн хамрах хүрээ багасдаг. Ийм учраас нэвтрүүлэх антенны хэвтээ хавтгайн ЧД-ыг өөрчилснөөр ЦСД-ны нөлөөлөл ихтэй бүсүүдэд цацаргалтыг бууруулах, ЦСД-ны нөлөөллөөс хүн амыг хамгаалах боломжтой. Нэвтрүүлэх антенны босоо хавтгайн ЧД-аас хамаараад практикт өөр өөр нөхцөл байдал үүсдэг бөгөөд ЦСД-ны цацаргалтыг антенн хүртэлх зайн функцээр тодорхойлдог. Антенны цацаргалтын үндсэн дэлбээний өргөнийг нарийсгахад өсгөлт ихсэнэ гэсэн үг юм. Өөрөөр хэлбэл, антенны өсгөлт сайжирснаар цацаргалтын нийт энергийг 2 хэсэгт хуваадаг ба эхнийх нь антенны цацаргалтын үндсэн дэлбээний чиглэлд цацагдсан энерги, дараах нь антенн орчмын бүсэд буюу антенны доод талбайд цацагдсан энерги юм.

Иймээс антенны өсгөлтийг нэмэгдүүлж антенн орчим дахь цацаргалт буюу түүнээс үүсэх цахилгаан соронзон нөлөөллийг бууруулах боломжтой. Радио станцын үйлчилгээний хамрах хүрээ нь нийт цацаргалтын чадлаас шууд хамаардаг учир тодорхой талбайг хамарсан бүрхэлтийг үүсгэх шаардлагатай цацаргалтын чадлыг гаргахын тулд их чадалтай нэвтрүүлэгчид бага өсгөлттэй антенн холбох эсвэл бага чадлын нэвтрүүлэгчид өндөр өсгөлттэй антенн холбох сонголтууд байж болохоор байна. Энд дүгнэж хэлбэл ЦСД-ны цацаргалтаас хүрээлэн буй орчинд үүсэх нөлөөллийг багасгахын тулд аль болох бага чадалтай нэвтрүүлэх станцад аль болох өндөр өсгөлттэй антенныг холбон ашиглах нь оновчтой юм. Тиймээс ч сүүлийн үеийн утасгүй технологиуд энэ чиглэлд түлхүү хөгжиж байна.

Нэвтрүүлэх антенны босоо ЧД-ыг (VRP) өөрчлөх арга

Нэвтрүүлэх антенны босоо чиглэлийн диаграмм нь антенны босоо тэнхлэгийн өнцгөөс /elevation angle/ хамаарсан цахилгаан орны хүчлэгийн нормчлогдсон функц бөгөөд антенн хүртэлх зайнаас хамааруулж цахилгаан орны хүчлэгийн өөрчлөлтийг тодорхойлдог. Олон үйлчилгээний хувьд, тухайлбал үүрэн холбооны системүүдэд антенны босоо чиглэлийн диаграмыг үйлдвэрлэгчээс өөрчлөлт хийх боломжгүйгээр тодорхойлогдсон байдаг. Харин өргөн нэвтрүүлгийн үйлчилгээний хувьд нэвтрүүлэх антеннууд тус тусдаа загварчлагддаг учир энэ нөхцөл байдал өөр байдаг. ЧД-ын тодорхой хэсэг нь хүн ам оршин байгаа бүс нутаг руу (антенны ойр орчимд) чиглэдэг тул антенны ЧД-ын босоо тэнхлэгийн өргөлтийн өнцөг их байхад онцгой анхаардаг. Гэхдээ антенны босоо ЧД-ын энэ хэсэг нь үйлчилгээний үзүүлэлтэд бага нөлөөтэй учир ихэвчлэн удирдаж тохируулах шаардлага гардаггүй. Хэрвээ нэвтрүүлэх антенн ажиллагаанд байгаа гэж үзвэл фидерийн байгууламжийг өөрчлөх замаар антенны босоо ЧД-ыг сайжруулах боломжтой юм. Энэ өөрчлөлтийг хийснээр антенны цамхаг орчмын зайд цахилгаан соронзон цацаргалтыг багасгадаг (босоо тэнхлэгийн өнцөг 130-180 градус орчим) ба харин тухайн агшинд алс зайд цахилгаан соронзон цацаргалтын түвшин өөрчлөгдөхгүй байх ёстой.

Нэвтрүүлэх антенны хэвтээ ЧД-ыг (HRP) өөрчлөх арга

Нэвтрүүлэх антенны хэвтээ ЧД-ыг өөрчилснөөр антенн орчмын ЦСД-ны цацаргалтын түвшинг бууруулах боломж хязгаарлагдмал байдаг. Хөдөлгөөнт холбооны бааз станцуудын хувьд өргөн хэвтээ ЧД-тай антенныг нарийн хэвтээ ЧД-тай антеннаар сольж хүрээлэн буй орчин дахь цахилгаан соронзон цацаргалтын түвшинг бууруулах боломжтой. Нэг ёсондоо өндөр өсгөлттэй антеннуудыг шинээр байрлуулна гэсэн үг. Өндөр өсгөлттэй антенн ашигласан үед антенны босоо

тэнхлэгийн өнцгийг их байлгаснаар нэвтрүүлэгчийн чадлыг багасгаж орчны ЦСД-ны бохирдлыг бууруулдаг.

Олон аргыг нэгэн зэрэг хэрэглэх

Нэг аргыг дангаар нь хэрэглэснээс олон аргуудыг зохицуулан хослуулж хэрэглэх нь ЦСД-ны цацаргалтын түвшинг бууруулахад илүү үр дүнтэй байх нь бий. Дээр дурдсан аргуудаас тухайн нөхцөл байдалд нь зохицуулж хамт хэрэглэх боломжтой юм.

Судалгааны үр дүн

Өмнөх бүлгүүдэд дурдсан ЦСО-ны нөлөөллийг бууруулах аргуудыг Баянзүрх дүүргийн 22-р хороо, 89-р байрны дээвэр дээр байрлах үүрэн холбооны 3G бааз станцын жишээн дээр судаллаа.



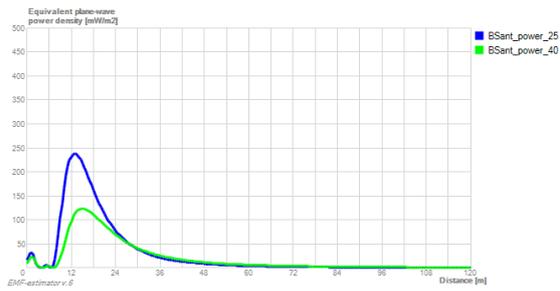
Зураг 3. Ажиглалт хийсэн цэгийн байршил

ЦСД-ны нөлөөллийг бууруулах аргуудыг судлахдаа ITU EMF estimator тооцооны програмыг ашигласан. Туршилт хийхдээ нэвтрүүлэгчийн чадал бууруулах, антенны босоо ЧД-н босоо налалтын өнцгийг багасгах, антенны өсгөлтийг нэмэгдүүлэх, хэвтээ чиглэлийн диаграммыг өөрчлөх аргуудыг сонгож ашигласан.

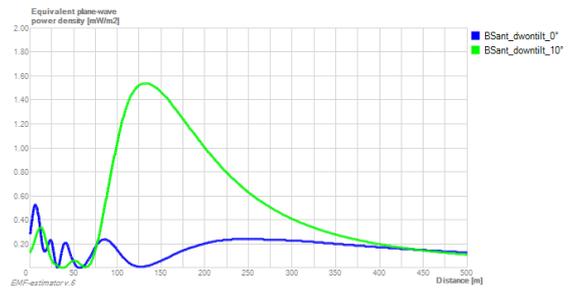
Сонгосон 3G бааз станцын нэвтрүүлэгчийн чадал 40 Вт, ажлын давтамж 2140МГц, нэвтрүүлэх антенны өсгөлт 17.88 дБ, антенны өндөр газрын гадаргаас дээш 35 м, босоо ЧД-ын дэлбээний өргөн нь 14 градус, нийт алдагдал 2.11 дБ гэсэн өгөгдлүүдийг тооцоонд ашигласан.

Нэвтрүүлэх антенны босоо тэнхлэгийн налалтын өнцгийг багасгах болон антенны өсгөлтийг нэмэгдүүлэх аргуудын хувьд газрын гадаргаас 1.5 м өндөрт

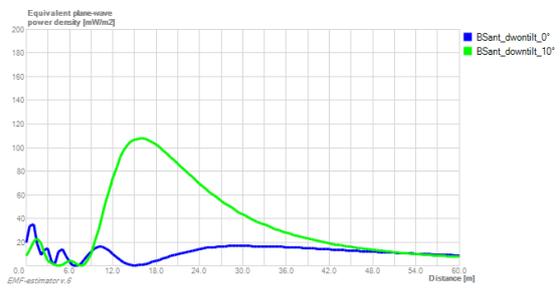
болон 30 метр (антенн байрлах байшингийн дээвэр дээр) өндөрт зайнаас хамаарч ЦСД-н нөлөөллийг тооцсон.



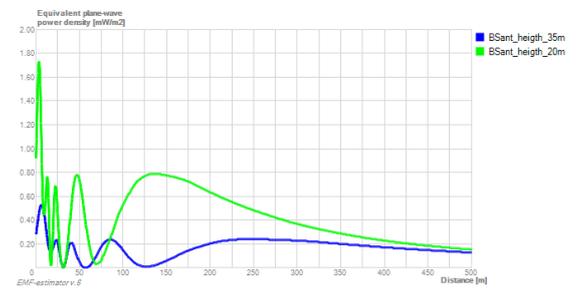
Зураг 4. Нэвтрүүлэгчийн чадлыг бууруулах аргаар нөлөөллийн түвшинг тооцсон үр дүн



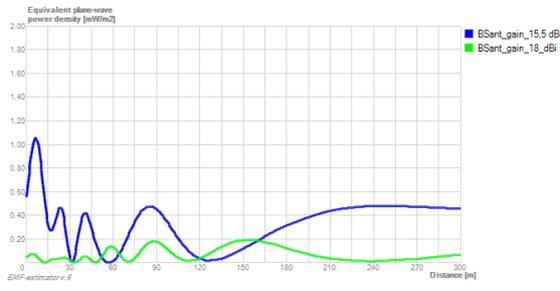
Зураг 5. Нэвтрүүлэх антенны босоо тэнхлэгийн налалтын өнцгийг багасгах аргаар нөлөөллийн түвшинг тооцсон үр дүн /1.5м өндөрт/



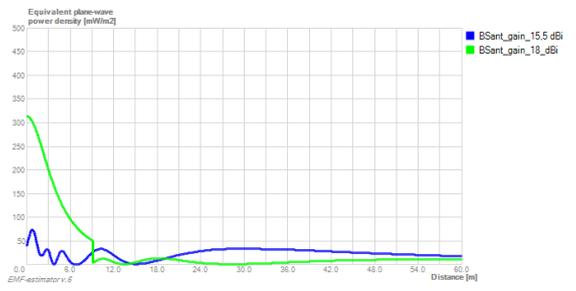
Зураг 6. Нэвтрүүлэх антенны босоо тэнхлэгийн налалтын өнцгийг багасгах аргаар нөлөөллийн түвшинг тооцсон үр дүн /30 м өндөрт/



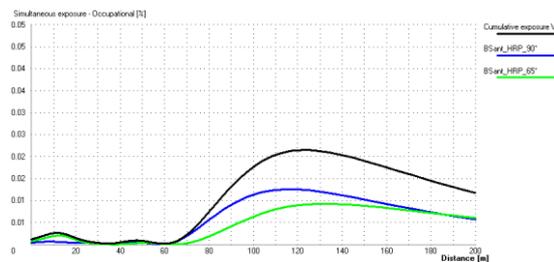
Зураг 7. Нэвтрүүлэх антенны өндрийг нэмэгдүүлэх аргаар нөлөөллийн түвшинг тооцсон үр дүн



Зураг 8. Нэвтрүүлэх антенны өсгөлтийг нэмэгдүүлэх аргаар нөлөөллийн түвшинг тооцсон үр дүн /30м өндөрт/



Зураг 9. Нэвтрүүлэх антенны өсгөлтийг нэмэгдүүлэх аргаар нөлөөллийн түвшинг тооцсон үр дүн /1.5м өндөрт/



Зураг 10. Нэвтрүүлэх антенны хэвтээ чиглэлийн диаграммыг өөрчлөх аргаар нөлөөллийн түвшинг тооцсон үр дүн

Дүгнэлт

Симуляцын үр дүнгээс харахад радио станцаас үүсэж буй цахилгаан соронзон долгионы цацаргалтын түвшинг багасгах аргууд нь орчны цахилгаан соронзон бохирдлыг бууруулахад ихээхэн эерэг нөлөөтэй харагдаж байна. Симуляцын аргаар үнэлэгдсэн судалгааны үр дүнг цаашид практикт туршин баталгаажуулах боломжтой.

Ашигласан материал

- [1] ITU-T Rec. K.70, Mitigation techniques to limit human exposure to EMFs in the vicinity of radiocommunication stations, June 2007
- [2] ICNIRP, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300GHz), Health Physics,
- [3] ITU-T Rec. K.61, Guidance to measurement and numerical prediction of electromagnetic fields for compliance with human exposure limits for telecommunication installations, February 2008
- [4] ITU-T Rec. K.52, Guidance on complying with limits for human exposure to electromagnetic fields, December 2004
- [5] Б.Отгонбаяр, Ө.Буюнхишиг, Үүрэн холбооны бааз станцуудын цацаргалтын хүний биед үзүүлэх нөлөөллийг тогтоох, 2015

Өгөгдсөн талбайд цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэгийн түвшин тодорхойлох загвар хөгжүүлэлтийн зарим үр дүн

Н.Эрдэнэхүү , П.Ууганбаяр , Л.Эрдэнэбаяр
¹Шинжлэх Ухаан, Технологийн Их Сургууль
Мэдээлэл, Холбооны Технологийн Сургууль

Хураангуй

Цахилгаан соронзон долгион нь хүний эрүүл мэнд, хүрээлэн буй орчинд сөргөөр нөлөөлөх магадлал өндөртэй учраас хяналт тавих, олон улсад мөрдөгдөж буй стандарт хэмжээнээс хэтрүүлэхгүй байлгах, мөн цахилгаан соронзон орон хүний биед үзүүлэх нөлөөллийн түвшин түүнийг хэмжих, тооцоолох, урьдчилан сэргийлэхэд энэхүү судалгааны ажлын зорилго оршино. Өгүүлэлд цахилгаан соронзон оронгийн бохирдлыг үнэлэх үндэслэл, шаардлага, тооцооллын математик загварууд, тухайн загварууд дээр үндэслэн хөгжүүлж буй тооцооллын програмын талаар танилцуулах болно.

Түлхүүр үг

Цахилгаан соронзон долгион, Газарзүйн мэдээллийн систем, Цахилгаан соронзон орон, GIS, тархалтын загвар, SRTM

Удиртгал

Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг тогтоох, зураглах судалгааны төслийн ажил манай сургууль дээр 2017 оноос хэрэгжиж байна. Энэ ажлын хүрээнд хот дахь бүх цахилгаан соронзон долгионы үүсгүүрүүд дээр хэмжилт хийх аргаар цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг тогтооно гэдэг бол маш их цаг шаардсан, зардал шаардсан, зарим тохиолдолд дүрэм журмын хувьд ч зөрчил үүсгэх хүндрэлтэй ажил гэдэг нь та бидэнд ойлгомжтой.

Энэ шалтгааны улмаас шаардлагатай буюу хамгийн их бохирдолтой байх магадлалтай, сэжигтэй цэгүүдийг сонгон авч хэмжилт хийх нь оновчтой юм. Харин үлдсэн байршлууд, үүсгүүрийн тухайд бол тооцооллын аргаар цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг тогтоож, зураглал гаргах байдлаар Улаанбаатар хотын нийт цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг тогтоох нь чухал гэж үзэж байна.

Иймээс энэ өгүүлэлд Өгөгдсөн талбайд цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэгийн түвшин тодорхойлох загварыг хөгжүүлж буй ажлын явц зарим үр дүнгээс дурдлаа.

1.1 Цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг тогтоох, зураглах

Бид утасгүй холбооны радио станцуудаас үүсэж буй цахилгаан соронзон долгионыг тооцоолох онолын загварууд, тэдгээр загваруудыг дэмжин ажиллах тооцооллын програм хангамжуудыг судалсан. Радио сүлжээг шинээр байгуулах, өөрчлөх ажил нь радио сүлжээний бүрхэлтийг нарийн тооцоолж гаргаж ирэхээс эхлээд өртөг шаардсан, нийлмэл ажил байдаг. Орчин үед радио сүлжээний бүрхэлт буюу тухайн радио станцаас цацаргаж буй цахилгаан соронзон долгионы хамрах хүрээг тооцоолохдоо онолын түвшинд хөгжүүлэгдсэн энгийн програмуудаас эхлээд харьцангуй практик нөхцөл байдлыг тусгасан (гадаргын өндрийн өөрчлөлт, цаг агаарын нөлөөлөл г.м) мэргэжлийн тооцооны програмуудыг ашиглан тооцоолж хамрах хүрээний зураглал гаргаж байна. Мэргэжлийн түвшний тооцоо хийдэг програмууд нь (ICS Telecom, Atoll г.м) өндөр үнэтэй, тэдгээрийг манай улсад зөвхөн хөдөлгөөнт холбооны үйлчилгээ эрхлэгчид өөрийн хэрэгцээнд зориулж лицензтэй ашиглах эрх авсан байдаг бол харьцангуй идеал тооцоолол хийдэг програмууд (Radio mobile, Global mapper г.м) үнэгүй ашиглах боломж олддог ч нарийвчлал муутай, төслийн ажлыг гүйцэтгэх наад захын шаардлагыг хангахгүй нь судалгаанаас харагдсан.

Төслийн ажлын даалгавар буюу утасгүй холбооны станцуудаас ялгарч буй цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг тогтоож, зураглахын тулд мөн үүнтэй төсөөтэй зураглал гаргах шаардлагатайг дээр дурдсан. Гэвч энд радио сүлжээ анх байгуулах үед үүсэх хамрах хүрээг тооцоолох нь чухал биш өмнө үүссэн цахилгаан соронзон долгионуудын нягтралыг тооцоолж байгаагаараа ялгаатай гэж ойлгож болно. Өөрөөр хэлбэл нэгж радио станцын үүсгэж байгаа цахилгаан соронзон долгионы бүрхэлтийг тус бүрд нь тооцоолж зураглах биш харин тухайн нэг дурын цэгт үйлчилж буй ялгаатай эсвэл давхацсан байрлал бүхий олон үүсгүүрүүдээс ирсэн ялгаатай давтамж, ялгаатай цахилгаан орны хүчлэгтэй байх цахилгаан соронзон долгионуудын нийт үүсгэж буй цахилгаан соронзон бохирдлыг газарзүйн хувьд хамааруулж зураглал гаргах ажлыг хийх шаардлагатай байгаа юм. Энд мөн аль болох практик нөхцөл байдлыг илүү сайн тусгаж тооцоолсон мэргэжлийн тооцооллыг хийх, түүнийгээ шаардлагатай цэгүүдэд хэмжилтээр баталгаажуулах юм.

Өмнө дурдсан радио сүлжээний бүрхэлт тооцоолдог мэргэжлийн програм хангамжуудын хувьд нэгж станцын бүрхэлтийг тооцоолох, зураглах боломжтой хэдий ч бидний гол даалгавар болох орчны цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг тооцоолох, зураглах боломжгүй байгаа гэсэн дутагдал байна. Иймээс бид цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг тусгайлан тооцоолж зураглах боломжтой шинэ тооцооллын загвар хөгжүүлэх зайлшгүй шаардлагатай тулгарсан.

1.2 Радио долгионы тархалтын математик загварууд

Хөдөлгөөнт холбооны системийн радио дамжуулал нь шугаман бус замаар явагддаг. Тодорхой бүс нутгийн тухай дамжууллын байдал замын алдагдлыг тооцоолоход шаардлагатай байдаг. Мод барилга болон бусад саадууд нь уг тооцоонд мөн орох ёстой. Олон тооны тархалтын загвар нь шугаман бусын замын алдагдлыг тооцоолоход ашигладаг. Эдгээр бүх загварууд нь тодорхой хүлээн авах цэгт болон тусгай бүс нутагт дохионы хэмжээ чадлыг тооцоолохын зэрэгцээ эдгээр аргууд нь нарийвчлал зэргээрээ нэлээд ялгаатай. Эдгээр загваруудын ихэнх нь үйлчлэх хүрээнд олж авсан хэмжилтийн өгөгдлийн системчлэгдсэн талбарт үндэслэгддэг.

2.1 Чөлөөт орчны тархалтын загвар

Чөлөөт орчинд хүлээн авсан ба нэвтрүүлсэн чадлын тусламжтайгаар:

$$w_r w_t = G_t G_r (\lambda / 4d\pi)^2 \quad (2.1.1)$$

дб-ээр тодорхойлсон ерөнхийн тохиолдолд:

$$L = 10 \log G_r + 10 \log G_r + 20 \log \lambda - 20 \log d - 21.98 \quad (2.1.2)$$

болно. Алдагдалгүй, жигд цацаргалтай антенн хэрэглэж буй тохиолдолд ($G_t = G_r = 1$), давтамж нь (МГц) -ээр, зай нь (км) -ээр тодорхойлогдох үед замын алдагдал нь:

$$L = 20 \log f + 20 \log d + 31.44dB \quad (2.1.3)$$

Хэрэв зайг метрээр тодорхойлох бол замын алдагдал нь дараах байдлаар тодорхойлогдоно.

$$L = 20 \log f (\text{МГц}) + 20 \log d (\text{км}) - 27.55\text{дб} \quad (2.1.4)$$

2.2 Окумурагийн загвар

Окумурагийн загвар нь хот орчмын бүсэд хамгийн өргөн хэрэглэгддэг загвар юм. Тус загвар нь 150МГц–1920МГц-ын хоорондох давтамжид тохиромжтой бөгөөд хамгийн алсдаа 1 км-ээс 100 км-ийн хооронд явагддаг. Мөн 30м–1000м-ын урттай антенн буюу радио станцтай үед ажилладаг. Окумура загвар нь холын зайд буюу

200м зайд байх суурин станц, гар утасны долгион 3м зайд байх тохиолдолд дамжуулах долгионыг хүлээн авч чадахуйцаар бүтээсэн.

Суурин болон гар утасны долгион дамжуулах чиглэл нь босоо буюу 100МГц-1920МГц давтамжтай байхаар хийсэн. Окумурагын загвараар чиглэл алдагдсан тохиолдолд чиглэлийг зөв тодорхойлоход эхлээд алдагдсан чиглэл, сул зай хоёрын хоорондох зайг зөв тодорхойлоход дараа нь тухайн талбайд нөлөөлөх хүчин зүйлсийг тодорхойлно.

Үүнийг томъёогоор илэрхийлбэл:

$$L_{50}(db) = L_f + A_{mn}(f, d) - G(h_{te})G(h_{re}) - G_{AREA} \quad (2.2.1)$$

Үүнд:

L_{50} - Алдагдсан чиглэл

L_f - Сул орон зай

A_{mn} - Дундаж хүч

$G(h_{te})$ - Суурин долгион хүлээн авагч

$G(h_{re})$ - Гар утасны хүлээн авагч

2.3 Хатагийн загвар

Хатагийн загвар /Нат90/ бол Окумурагийн график зураг зүйн муруй дахь алдагдлын өгөгдлийн туршилтын томъёолол бөгөөд 150-1500МГц-д үйлчилнэ. Хата хотын бүсийн тэлэлтийн алдагдлыг стандарт томъёогоор харуулж өөр нөхцөл, байдалд хэрэглэх залруулгын тэгшитгэлийг хангажээ.

$$L_{50}(urban)(dB) = 69.55 + 26.16 \log(f_c) - 13.82 \log(h_{te}) - a(h_{te}) + (44.9 - 6.55 \log(h_{te})) \log(d) \quad (2.3.1)$$

Хотын бүс дэх дундаж утгын алдагдлын стандарт томъёог дараах байдлаар өгсөн. Давтамж нь 150МГц-1500МГц, бааз станцын эффе́ктив антенны 30м-200м, антенны өндөр, h_{re} – 1-10 м, үр бүтээлтэй хүлээн авагч /хөдөлгөөнт/ антенны өндөр, d-T-R тусгаарлах зай км-ээр, a/h_{re} - үр бүтээлтэй хөдөлгөөнт антенны өндрийг залруулах хүчин зүйл бөгөөд энэ нь хамаарах бүсийн хэмжээний функц болно. Жижиг, дунд хотын хувьд дараах хөдөлгөөнт антенны залруулгын хүчин зүйлтэй байна.

$$a(h_{re}) = (1.1 \log(f_c) - 0.7)h_e - (1.56 \log(f_c) - 0.8)dB \quad (2.3.2)$$

Харин томоохон хотын хувьд дараах томъёо үйлчилнэ. Үүнд:

$$a(h_{re}) = 8.29 \log(1.54h_{re})^2 - 1.1dB \text{ for } f_c \leq 300\text{МГц} \quad (2.3.3a)$$

$$a(h_{re}) = 3.2\log(11.75h_{re})^2 - 4.97dB \text{ for } f_c \geq 300\text{МГГ} \quad (2.3.3b)$$

Хотын захын хэсэг дахь муруйн алдагдлыг тогтоохын тулд Хата-гийн 4.82-р тэгшитгэл дэх стандарт томъёог дараах байдлаар шинэчлэн өөрчилсөн болно. Үүнд:

$$L_{50}(dB) = L_{50}(urban) - 2\{\log(f_c/28)\}^2 \quad (2.3.4)$$

$$L_{50}(dB) = L_{50}(urban) - 4.78(\log f_c)^2 - 18.33 \log(f_c) - 40.94 \quad (2.3.5)$$

Хата-гийн загварт Окумурагийн загварт байдаг муруйн өвөрмөц залруулга байхгүй ч дээрх илэрхийлэл практикийн чухал ач холбогдолтой болно. D=1 км-ээс хэтэрсэн тохиолдолд Хата-гийн загвар Окумурагийн загварт дөхнө. Уг загвар нь томоохон орон зайн хөдөлгөөнт системд тохирох боловч 1км голч бүхий дэс дараатай хувийн харилцаа, холбооны системд тохиромжгүй юм.

2.4 Волфиш-Бертоны загвар

Үүнд гудамжны түвшний дохионы дундаж хүчлэгийг таамаглахдаа саадыг тойрох дифракцын үзэгдлийг ашиглан барилгын өндөр, бусад оройнуудын нөлөөллийг авч үзсэн Волфиш-Бертоны загвар нь ихээхэн хөгжсөн. Энэ загвар нь замын алдагдлыг (S)-ыг гурван хүчин зүйлээс хамааруулан тооцсон.

$$S = P_0 Q_2 P_1 \quad (2.4.1)$$

Энд P_0 нь жигд цацаргагч антеннуудын хоорондын чөлөөт орчны замын алдагдлыг дараах байдлаар илэрхийлнэ.

$$P_0 = \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \quad (2.4.2)$$

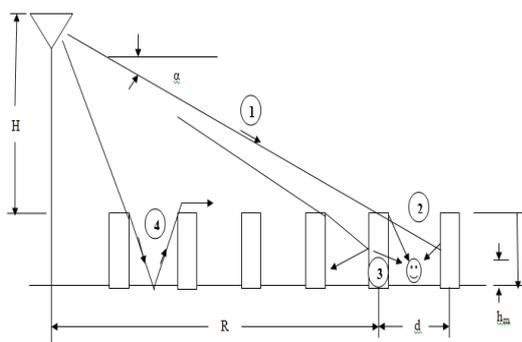
Q2 байгуулагч нь гудамж дахь хүлээн авагчийн шууд сүүдэрт байх барилгуудаар хаагдсан хэсэгт дохионы бууралтыг харуулна. P1 нь дифракцад үндэслэсэн ба гудамжны оройнуудаас үүсэх дохионы алдагдлыг тодорхойлно. Замын алдагдлыг

$$S(dB) = L_0 + L_{rts} + L_{ms} \quad (2.4.3)$$

дб- ээр илэрхийлбэл:

Энд L_0 нь чөлөөт орчны алдагдал, L_{rts} нь гудамжны оройн хугарал ба алдагдал, L_{ms} нь байршлын мөрийн олон харагдалтын хугарлын алдагдлыг илэрхийлнэ.

Зураг 1-т Волфиш-Бертоны загварыг хэрэглэсэн геометрийг үзүүлсэн. Энэ загвар нь ITU-R-ийн IMT-2000 стандартын ажиллагаанд хэрэглэгдсэн.



Зураг 1. Волфиш- Бертоны загварын тархалтын геометр

3. Газарзүйн мэдээллийн систем (GIS)

Орчин үед нэлээд хөгжиж буй систем бол газарзүйн мэдээллийн систем юм. Энэ системийн хэрэглээ сүүлийн жилүүдэд зөвхөн газарзүйн салбар төдийгүй бусад салбаруудад ч нэлээд түгээмэл боллоо. Үүнтэй холбоотойгоор газарзүйн мэдээллийн системийн олон хэрэгсэл, програм хангамжууд хэрэглэгчдэд зориулан гарч байна. Тухайлбал хамгийн түгээмэл хэрэглэгддэг олон талт боломжуудтай ArcGIS платформоос эхлээд энгийн хялбар, хэт нүсэр биш GRASS GIS зэрэг програмууд байдаг. Гэхдээ эдгээрийн аль нь ч дурын форматын газрын зураг оруулах, түүн дээр түгээмэл тооцоог хийх боломжтой байдаг төдийгүй Пайтон, Си зэрэг програмчлалын хэлүүдийг дэмжин ажилладаг, тооцоо судалгаа хийхэд програмчлах боломжтой байдгаараа онцлог юм. Энэ чанарт тулгуурлан тухайн цэг дэх цахилгаан соронзон орны бохирдлыг тооцоолох програмын загварыг хөгжүүлж байна. Ингэхдээ GRASS GIS програмыг анхлан туршиж байна.

GRASS GIS (Geographic Resources Analysis Support System) нь газарзүйн өгөгдлийн менежмент, анализ, дүрсийн боловсруулалт, газрын зураг, график үүсгэх, орон зайн загварчлал хийх, дүрсэлж харуулах зэрэгт зориулагдсан газарзүйн мэдээллийн системийн үнэгүй програм хангамж юм. Энэ програм нь Linux, Windows, Mac OS зэрэг үйлдлийн системүүдэд ажилладаг ба бусад програмчлалын хэлүүдтэй хослуулсан ашиглах боломжтой юм.

4. Өгөгдсөн талбайд цахилгаан соронзон оронгийн хүчлэгийн түвшинг тодорхойлох, зураглал гаргах шинэ загвар програм хөгжүүлэлт, түүний явц

Тооцооллын шинэ загвар програм хөгжүүлэхийн тулд дараах ажлуудыг үе шаттай хийж гүйцэтгэж байна.

- 1) Цахилгаан соронзон долгионы тархалтын математик загваруудыг судлах, харьцуулах

- 2) Тухайн цэгт ирэх цахилгаан соронзон долгионуудын тархалтын тоон хэмжээсийг нэгтгэн боловсруулж бохирдлын төлөв байдлыг тогтоох аргачлалыг судлах
- 3) Цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг газарзүйн байршилтай хамааруулан зураглах аргачлалыг судлах (Газрын зураг дээр зураглах)
- 4) Тооцооллын шинэ програмын бүтэц, ажиллагааг тодорхойлох, зохиомжлох
- 5) Тооцооллын загвар програмыг хөгжүүлж турших, сайжруулах

Дээрх ажлуудаас эхний 4 ажлыг хийж гүйцэтгэж тодорхой үр дүнд хүрсэн, сүүлийн ажлыг гүйцэтгэх шатандаа ажиллаж байна.

4.1 Цахилгаан соронзон долгионы тархалтын математик загваруудыг судлах, харьцуулах

Энэ ажлын хувьд цахилгаан соронзон долгионы тархалтын Чөлөөт орчны замын алдагдал тооцоолох загвар (Free Space Path loss Model), Окомура-Хата нарын загвар (Okumura-Hata Model), COST231 загвар, Воллфиш-Икегами нарын загвар (Walfish-Ikegami model), Сайжруулсан Хатагийн загвар (modified Hata model) зэрэг тооцооллын математик загваруудыг судалж өөрсдийн загвартаа хэрэгжүүлэхээр сонгон авсан. Эдгээр тооцооллын аргуудыг мэргэжлийн түвшинд тооцоолол хийдэг програм хангамжууд хөгжүүлэлтдээ ашигласан байдаг.

4.2 Тухайн цэгт ирэх цахилгаан соронзон долгионуудын тархалтын тоон хэмжээсийг нэгтгэн боловсруулж бохирдлын төлөв байдлыг тогтоох аргачлалыг судлах

Энэ ажлын хүрээнд судалгаа хийж олон улсын эрдэмтдийн судалгааны өгүүлэл, бүтээлүүдийг авч үзэхэд гол төлөв дан ганц ITU (Олон улсын цахилгаан холбооны байгууллага)-ийн зөвлөмжид заасан тооцооллын аргаар тухайн нэг цэгт үйлчилж буй цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг тооцоолж байна. Энд тухайн цэгт үүссэн цахилгаан соронзон долгионы бохирдол нь цэгт нэгэн зэрэг үйлчилж буй долгионуудын чиглэл, давтамж, чадлаас үл хамааран нийт бохирдлыг тооцоолох аргачлалыг заасан байдаг. Бидний хувьд энэ зөвлөмж дэх аргачлалыг авч хэрэглэхээр судалж төлөвлөсөн.

4.3 Цахилгаан соронзон долгионы бохирдлыг газарзүйн байршилтай хамааруулан зураглах аргачлалыг судлах

Энэ нь бидний хөгжүүлж буй загварын хамгийн гол нүдэнд харагдах, дүрслэн харуулах хэсэг бөгөөд газрын зураг дээр өнгө будгаар ялган тоон өгөгдлүүдийг агуулгаар нь ялган дүрслэх ажил гэж ойлгож болно. Энэ ажлыг гүйцэтгэхийн тулд

бидэнд нээлттэй ашиглах боломжтой газарзүйн мэдээллийн системд зориулсан програм хангамжуудыг (ArcGIS, GRASS GIS г.м) өөрийн тооцооллын загвартай холбон ажиллуулах нь илүү үр дүнтэй сонголт болсон. Учир нь шинээр газрын зураг дээр зураглал гаргах програм хөгжүүлэх нь ажиллагааны хувьд хүндрэлтэй, гүйцэтгэл, зураглалын боломж, чанар нийтэд олон жил хэрэглэгдэж танигдсан газарзүйн мэдээллийн системийн хэрэгслүүдийн хэмжээнд хүрэхгүй гэдэг нь ойлгомжтой байсан. Иймээс бид цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг тогтоох зураглах ажилдаа зориулж газарзүйн мэдээллийн системд зориулсан нээлттэй ашиглах боломжтой програмуудын ажиллагаа, тэдгээрийн зураглал гүйцэтгэх боломж, гадны програм хангамжтай холбон ажиллах боломж зэргийг судалсан юм. Эндээс харахад эдгээр нээлттэй програмууд нь өөр дээрээ програмчлал хийх боломжтой, гадны програмтай хамтран ажиллах боломжтой, нарийвчлалтай олон формат бүхий зураглал гүйцэтгэх боломжтой зэрэг маш өргөн боломжууд харагдсан.

4.4 Тооцооллын шинэ програмын бүтэц, ажиллагааг тодорхойлох, зохиомжлох

Дээрх 3 багц ажилд гүйцэтгэж, судалж олсон туршлагын дагуу цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг тодорхойлох, зураглах шинэ програмын загварын бүтэц, ажиллагааг зохиомжлох байсан бөгөөд энэ ажил дараах байдлаар хийгдээд байна.

Судалгааны ажилд зориулж хөгжүүлж буй утасгүй холбооны радио станцуудаас үүсэх цахилгаан соронзон долгионы төлөв байдлыг тодорхойлж, зураглал гаргах тооцооллын програм нь радио долгионы тархалтыг тооцоолоход чиглэсэн байх ба GRASS GIS-ийн нэг хэсэг болон ажиллах боломжтой гэж ойлгож болно. Энэ тооцооллын програм нь цахилгаан соронзон долгионы тархалтыг төлвийг тооцоолж тоон мэдээлэл боловсруулах ба тооцоололдоо GRASS GIS програмаас газрын гадаргуугийн мэдээлэл авч ашиглана. Мөн газрын зураг дээр цахилгаан соронзон долгионы тархалтын мэдээллийг дүрслэх, зураглах ажилд GRASS GIS програмын функцуудыг ашиглах юм. Тооцооллын энэ нэмэлт програм нь програмчлалын C хэл дээр бичигдсэн жижиг програмууд болон Python хэл дээр бичигдсэн скриптүүдээс бүрдэнэ. Эдгээр бүрдлүүдийг дараах байдлаар ангилан авч үзэж болно.

Үүнд:

1. Тархалтын замын алдагдал тооцох модулиуд

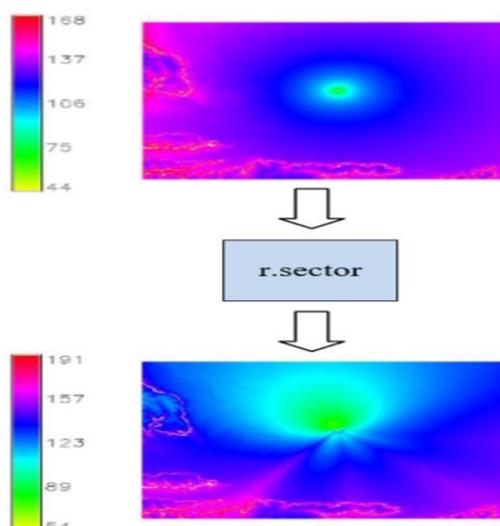
Цахилгаан соронзон долгионы тархалтын замын алдагдлыг тооцоолоход зориулж хөгжүүлсэн ялгаатай загваруудаар ажиллах тархалтын замын алдагдал тооцоолох хэд хэдэн програмын модулиудын багц байна. Эдгээр нь радио долгион тархах замд газрын гадаргуугийн дагуу цэг бүрд тархалтын замын алдагдлын түвшинг тооцоолно. Ингэхдээ изотроп антеннтай гэж үзнэ.

Багад дараах модулиуд багтана.

- a) r.fspl - Чөлөөт орчны замын алдагдлын загвар
- b) r.hata - Окомура Хатагийн радио долгионы тархалтын загвар
- c) r.cost231 - COST231 тархалтын загвар
- d) r.hataDEM - Сайжруулсан Хатагийн загвар
- e) r.waik - Волфиш-Икегамийн тархалтын загвар

2. “Сектор” модуль r.Sector

Энэ модуль нь тархалтын замын алдагдлыг тооцоолох модулиудаар изотроп антеннтай нөхцөлд тооцоолсон үр дүнг хүлээн авч тухайн нөхцөлд сонгогдсон бодит антенны характеристик үзүүлэлтүүдийг (антенны чиглэлийн диаграмм өсгөлт) тусгаж байрлал, дүрслэлийг сайжруулдаг. Энэ нь газрын зураг дээр зураглахаас өмнөх үе шат юм.



Зураг 2. r.Sector модулийн оролтын болон гаралтын растер зураг

3. “Хамгийн их чадал” модуль r.MaxPower

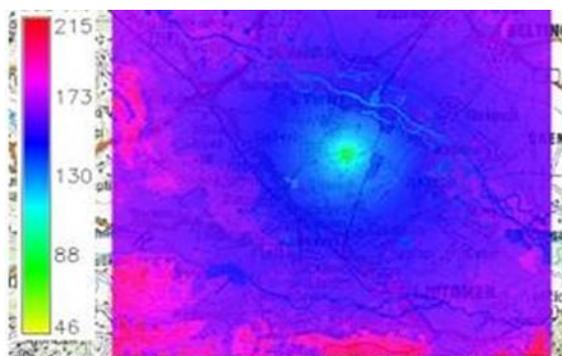
Энэ нь нэг буюу хэд хэдэн антенны хувьд жигд бус гадаргуугын дагуу цэг бүрд ирэх хамгийн их чадлыг тооцоолдог. Хэд хэдэн антеннтай тохиолдолд аль нэг антенны хувьд авч үзнэ. Мөн энэ модуль нь гадаргуугийн цэг бүрд хүлээн авагдсан хамгийн их чадалтай дохиог сонгон авч өгөгдлийн сангийн хүснэгт бий болгодог.

4. Python програмчлалын хэл дээр бичигдсэн r.radcov скрипт

болон тооцооллын үр дүнд боловсруулагдан гарах гаралтын үр дүнгийн утгууд, цэнхэр өнгөөр GRASS GIS програм дээр гүйцэтгэгдэх функцууд, шараар өгөгдлийн санг дүрсэлсэн.

Хэрэглэгч тухайн сонгосон тархалтын замын алдагдлыг тооцоолох модулийн хувьд нэг болон хэд хэдэн радио нэвтрүүлэх станцын параметруудийг тодорхойлж Радио Станцуудын Мэдээлэл гэсэн файл бичнэ. Энэ файл нь CSV (Comma-Separated Values) өргөтгөлтэй энгийн өгөгдлийн хүснэгт байна. Мөн радио станцад хэрэглэх боломжтой бүх боломжит антенны төрлийг өөр нэг CSV өргөтгөлтэй файл болгон хадгална.

Python хэл дээр бичигдсэн `r.radcov` скрипт файл нь эхлээд Радио Станцуудын Мэдээлэл гэсэн жагсаалтад багтсан радио станцуудад зориулсан тархалтын замын алдагдлын модулиудыг ажиллуулдаг. Дараа нь `r.sector` модулийг дуудаж бүх нэвтрүүлэх станцуудын антеннуудын мэдээллийг авч тооцоолдог. Эцэст нь `r.MaxPower` модулийг дуудаж ажиллуулснаар нийт радио долгионы бүрхэлтийг тооцоолж дуусгана. `r.Sector` модуль нь ажиллахдаа өмнө дурдсан DEM зургийг шаарддаг бол зарим модулиуд нь (энэ удаад дээрх тархалтын замын алдагдал тооцоолох модулиудаас зөвхөн `r.hataDEM`) нэмэлтээр clutter зураг шаарддаг. Энэ үед `r.clutconvert` програмын модулийн тусламжтайгаар GRASS програмын растер зургийг clutter зураг руу хөрвүүлэх ажил хийнэ.



Зураг 4. Нэг эс үүсгүүрээс үүсэж буй цахилгаан соронзон долгионы төлөв байдлын газрын зураг дээрх зураглал

Ийм зарчмаар утасгүй холбооны зориулалттай радио станцаас цацаргаж байгаа цахилгаан соронзон долгионы тархалтын байдлыг тооцоолж, үр дүнг газрын зураг дээр зураглах програм хангамж хөгжүүлэгдээд ажиллаж байна. Цаашдаа програмын хөгжүүлэлтийг сайжруулж олон тооны радио станцаас нэг орон зайн бүсэд үйлчилж байгаа цахилгаан соронзон долгионы тархалтаас үүсэх нийт цахилгаан соронзон долгионы төлөв байдлыг тодорхойлж, зураглах боломжтой болгож Улаанбаатар хотын цахилгаан соронзон долгионы бохирдлын төлөв байдлыг тодорхойлж, зураглал хийх төлөвлөгөөтэй ажиллаж байна.

Дүгнэлт

Нэгж радио станцын үүсгэж байгаа цахилгаан соронзон долгионы бүрхэлтийг тус бүрд нь тооцоолж зураглах биш харин тухайн нэг дурын цэгт үйлчилж буй ялгаатай эсвэл давхацсан байрлал бүхий олон үүсгүүрүүдээс ирсэн ялгаатай давтамж, ялгаатай цахилгаан орны хүчлэгтэй байх цахилгаан соронзон долгионуудын нийт үүсгэж буй цахилгаан соронзон бохирдлыг газарзүйн хувьд хамааруулж GRASS програм дээр зураглал гаргах асуудлыг шийдэхэд цаашид анхаарч ажиллана.

Ашигласан материал

- [1] ICNIRP GUIDELINES, <https://www.icnirp.org/> [Accessed: 10 January. 2019].
- [2] Отгонбаяр Б. *Хөдөлгөөнт холбоо*, 4-р бүлэг
- [3] GRASS GIS Manuals, GRASS GIS 7.7, <https://grass.osgeo.org>