

**РАДИО ДАВТАМЖИЙН 76 МГЦ – 87.5 МГЦ-ИЙН ЗУРВАСТ
АЖИЛЛАХ ДАВТАМЖИЙН МОДУЛЯЦТАЙ (FM) ХЭТ БОГИНО
ДОЛГИОНЫ (VHF) РАДИО СТАНЦЫН НЭВТРҮҮЛЭХ ХЭСГИЙН
ТОНОГ ТӨХӨӨРӨМЖИД ТАВИГДАХ ТЕХНИКИЙН ШААРДЛАГА**

MNS :

Албан хэвлэл

**СТАНДАРТЧЛАЛ, ХЭМЖИЛЗҮЙН ГАЗАР
УЛААНБААТАР ХОТ
2026 ОН**

Стандартчилал, хэмжилзүйн газар (СХЗГ):

Энх тайваны өргөн чөлөө 46А

Шуудангийн хаяг:

Улаанбаатар -211051,Ш/Х-48

Утас: 976-51-263860

Факс: 976-11-458032

E-mail:masm@mongol.net

© СХҮТ, 2026

Стандартчилал тохирлын үнэлгээний тухай Монгол Улсын хуулийн дагуу энэхүү стандартыг бүрэн эсвэл хэсэгчлэн хэвлэх, олшруулах эрх нь гагцхүү СХЗГ (Стандартчилал, баталгаажуулалтын төв байгууллага) -д байна.

АГУУЛГА

Өмнөх үг	4
1. Зорилго	5
2. Хамрах хүрээ	5
3. Норматив ишлэл	6
4. Нэр томьёо, тодорхойлолт	6
5. FM нэвтрүүлэгчид тавигдах үндсэн шаардлага	10
6. FM нэвтрүүлэгчийн үндсэн үзүүлэлтүүдэд тавих техникийн шаардлага	11
7. FM нэвтрүүлэгчийн үндсэн үзүүлэлтийг тодорхойлох арга	13
8. FM нэвтрүүлэгчийн үзүүлэлтийг хэмжилтийн ерөнхий аргачлал	16
8.1 Хэмжилтийн зорилго	16
8.2 Хэмжих үзүүлэлтүүд	16
8.3 Хэмжилтийн бүтцийн схем	16
8.4 Хяналтын станцад зайлшгүй байх тоног төхөөрөмж	17
8.5 Хэмжих аргачлал	17
8.6 Хэмжилтийн нөхцөл	18
9. Тохирлын үнэлгээ, баталгаажуулалт	18
В ХАВСРАЛТ (норматив) :	22
Зурвасын гаднах цацаргалтыг Х дБ-ийн түвшингээр тодорхойлох	
С ХАВСРАЛТ (мэдээллийн):	24
Монгол Улсад 76–87.5 МГц зурвасыг нэвтрүүлсэн үндэслэл	
Г ХАВСРАЛТ (мэдээллийн):	25
Зарим орны туршлага ба харьцуулсан дүн шинжилгээ	

ӨМНӨХ ҮГ

Стандартчилал, хэмжил зүйн үндэсний төв (цаашид СХҮТ) олон улсын стандартчилалын байгууллагын гишүүн бөгөөд үйл ажиллагааныхаа хүрээнд улсын стандартын бодлогыг хэрэгжүүлэхэд төрийн болон төрийн бус байгууллагуудтай хамтран ажилладаг. Техникийн дэд хороодоор зөвшилцсөн энэ төсөл нь СХҮТ-ийн Зөвлөлийн тогтоолоор батлагдсанаар Монгол улсын хэмжээнд хүчин төгөлдөр стандарт болно.

Энэ стандартын төслийг МХТС-ийн багш доктор П.Пүрэвцэрэн, доктор Ж.Жавзансүрэн, Ч.Энхболд нар Олон Улсын Цахилгаан Холбооны Байгууллагын Радио журам (ITU Radio Regulations, WRC-23 хэвлэл)-ын 5.175 дугаар зүйлд Монгол Улсын хувьд 76–87.5 МГц зурвасыг өргөн нэвтрүүлгийн үйлчилгээнд үндсэн (primary) хуваарилалтаар олгосон заалт, холбогдох зөвлөмжүүд Азийн Номхон далайн бүс нутгийн Харилцаа Холбооны Байгууллага (APT)-ын зөвлөмжүүдийг үндэслэн боловсруулав.

Энэ стандарт нь FM өргөн нэвтрүүлгийн 87.5 МГц – 108 МГц давтамжинд хүчин төгөлдөр мөрдөгдөж буй MNS 4909:2000 стандартыг орлуулах бус техник шаардлагыг 76-87.5МГц-ийн давтамжинд тодорхойлсон өргөтгөсөн стандарт.

Анхны үзлэгийг 2026 онд, дараа нь 5 жил тутамд стандартын дагуу хяналт хийнэ.

МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

Ангилалын код 33.060.20; 33.160.25

Радио давтамжийн 76 МГц – 87.5 МГц-ийн зурваст ажиллах давтамжийн модуляцтай (FM) хэт богино долгионы (VHF) радио станцын нэвтрүүлэх хэсгийн тоног төхөөрөмжид тавигдах техникийн шаардлага	MNS :2026
Technical requirements for transmitter equipment of frequency modulation (FM) Very High Frequency (VHF) radio broadcasting station operating in the 76 MHz – 87.5 MHz frequency band	

Монгол улсын Стандартчилал Хэмжилзүйн Үндэсний Төвийн Зөвлөлийн 2026 оны . . . р сарын . . . өдрийн тоот тогтоолоор батлав.

Энэ стандартыг баталж тогтоол гаргасан өдрөөс эхлэн хүчин төгөлдөр болгон мөрдөнө.

1. Зорилго

Энэхүү стандарт нь Монгол Улсын нутаг дэвсгэрт радио давтамжийн 76 МГц – 87.5 МГц-ийн зурваст ажиллах давтамжийн модуляцтай (FM) хэт богино долгионы (VHF) өргөн нэвтрүүлгийн нэвтрүүлэх станцын тоног төхөөрөмжийн техникийн үзүүлэлтэнд тавигдах шаардлага, тэдгээрийн хэмжилт, баталгаажуулалтыг тодорхойлно.

2. Хамрах хүрээ

2.1 Тус стандарт нь 76–87.5 МГц зурваст FM өргөн нэвтрүүлгийн станцийн суурилуулалт, ашиглалт, хэмжилт баталгаажуулалтын үйл явцад заавал мөрдөнө.

2.2 Энэ стандартыг доорх байгууллагууд үйл ажиллагаандаа дагаж мөрдөнө.:

- Өргөн нэвтрүүлгийн үйлчилгээ эрхлэгч аж ахуйн нэгж, байгууллагууд;
- FM нэвтрүүлэгч тоног төхөөрөмж үйлдвэрлэгч, нийлүүлэгч, импортлогч байгууллагууд;
- Харилцаа Холбооны Зохицуулах Хороо (ХХЗХ) болон түүний харьяа хяналтын байгууллагууд;
- Стандарт, Хэмжил зүйн Газрын итгэмжлэгдсэн хэмжилт, баталгаажуулалтын лабораториуд;
- Техникийн хяналтын болон тохирлын үнэлгээний байгууллагууд.

2.3 Энэхүү стандарт нь 87.5 МГц-ээс дээш 108 МГц хүртлэх давтамжид ажиллах FM нэвтрүүлэгчийн техникийн шаардлагыг тогтоосон MNS 4909:2000 стандарттай зэрэгцэн мөрдөгдөнө.

3. Норматив ишлэл

Энэ стандартыг боловсруулахад дараах стандарт, баримт бичгүүдийг ашигласан бөгөөд тэдгээрээс хийсэн ишлэл нь тухайн зааж буй хэсэгт хамаарна. Огноогоос хамаарах ишлэлийн хувьд зааж буй хэвлэлийг ашиглах ба огноогоос үл хамаарах ишлэлийн хувьд хамгийн сүүлийн хэвлэлийг ашиглана.

- [1]. ITU-RR Олон улсын цахилгаан холбооны Радио зохицуулалтын журам, WRC-23 хэвлэл (5.175 дугаар зүйл)
- [2]. ITU-R BS.412-9 Хэт өндөр давтамжийн (VHF) FM дуун өргөн нэвтрүүлгийн төлөвлөлтийн зөвлөмж
- [3]. ITU-R BS.468-4 Дуун өргөн нэвтрүүлгийн дууны давтамжийн шуугианы хүчдлийн түвшингийн хэмжилт
- [4]. ITU-R SM.328-11 Цацаргалтын спектр болон зурвасын өргөн
- [5]. ITU-R SM.329-12 Үндсэн бус хорт цацаргалтын хэмжилт
- [6]. ITU-R SM.377-7 Хяналтын станцууд дээр давтамж хэмжилтийн нарийвчлал
- [7]. ITU-R SM.443-3 Хяналтын станцууд дээр зурвасын өргөнийг хэмжих арга
- [8]. ITU-R SM.1009-1 87-108 МГц-ийн зурвас дах FM дуун өргөн нэвтрүүлэг ба 108-137МГц-ийн зурвас дах агаарын навигацийн үйлчилгээ хоорондын зохицол
- [9]. ITU-R SM.1268-4 FM өргөн нэвтрүүлгийн хамгийн их давтамжийн хазайлтыг хэмжих арга
- [10]. ITU-R SM.1541-6 Зурвасын гаднах хүсээгүй ялгарал
- [11]. IEC 62368-1:2023 Дуу/дүрс, мэдээлэл ба харилцаа холбооны тоног төхөөрөмжинд тавигдах аюулгүй байдлын шаардлага
- [12]. IEC 60268-3 Дууны систем. Өсгүүрийн үндсэн үзүүлэлтийн хэмжилт
- [13]. EN 55032/CISPR-32 Мультимедиа хэрэгслийн цахилгаан соронзон нийцэл-цахилгаан соронзон ялгаралд тавигдах шаардлага ба хэмжилтын арга
- [14]. EN55035/ CISPR 35:2023- Мультимедиа хэрэгслийн цахилгаан соронзон нийцэл-цахилгаан соронзон тэсвэрлэх чадварт тавигдах шаардлага ба хэмжилтын арга
- [15]. MNS 4909:2000 Давтамжийн модуляцтай (FM) хэт богино долгионы (VHF) нэвтрүүлэгч. Техникийн шаардлага (87.5–108 МГц)

4. Нэр томьёо, тодорхойлолт ба товчилсон үгсийн тайлбар

Энэ стандартад хэрэглэсэн нэр томьёо ба тодорхойлолт нь олон улсын ITU-R-ын Радио журам болон ITU-R SM, BS цуврал зөвлөмжид заасан утгатай нийцнэ.

4.1 Моно дуу (monophonic audio)

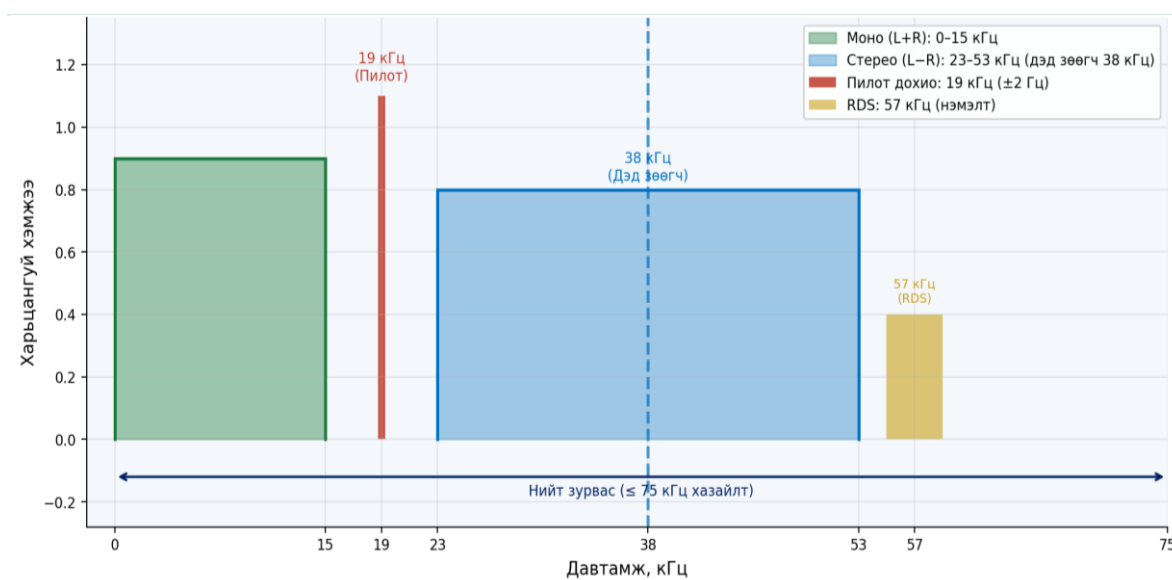
Бүх дууны дохионуудыг нэг сувагт нэмж нэгтгэн нэг дууны сувгаар дамжуулсан дуу

4.2 Стерео дуу (stereophonic audio)

Орон зайд тусдаа байрлах баруун (L) ба зүүн (R) сувгийн микрофоноор үүсгэгдсэн дуу

4.3 Стерео нэгдмэл дохио

Дууны давтамжийн хэсэгтээ зүүн ба баруун сувгийн дохионы нийлбэрийн хагасыг (моно дамжуулалтай нийцэлтэй) зүүн сувагт, дууны давтамжийн дээд хэсэгт 38КГц-ийн давтамж дээрх дэд зөөгчийг зүүн ба баруун сувгийн ялгавар (М) дохиогоор балансан агууригийн модуляц хийгдсэн дохио, мөн дэд зөөгчөөс 2 дахин бага 19КГц давтамж дээр тулгуур дохио, 57КГц дээр радиогийн өгөгдлийн дохионоос тус тус тогтох дохио. Энэ дохио өргөн нэвтрүүлгийн хувьд үндсэн зурвасын дохио болно. Зурагт стерео нэгдмэл дохионы спектр бүтцийг үзүүлэв.



1-р зураг — FM стерео нийлмэл дохионы спектрийн бүтэц: моно (L+R), тулгуур дохио (19 кГц), стерео дэд зөөгч (38 кГц), RDS (Зүйл 3.12; ITU-R BS.412-9)

4.4 Стерео сувгийн тусгаарлалт (Stereophonic separation)

Баруун (зүүн) сувгийн цахилгаан дохионд холилдсон зүүн (баруун) дохиог дамжуулсан баруун (зүүн) сувгийн дохионд харьцуулсан харьцаа

4.5 Солбисон дохио (cross talk)

Стерео аль нэг сувагт нөгөө сувгийн дохио орох үзэгдэл

4.6 FM өргөн нэвтрүүлгийн суваг (FM broadcast channel)

76 МГц-ээс 87.5 МГц хүртэл царгаг 200 КГц-ийн зурвасын өргөнтэйгөөр хуваасан давтамжийн нэгж зурвас

4.7 FM өргөн нэвтрүүлгийн станц (FM broadcast station)

FM өргөн нэвтрүүлгийн зурваст нийтэд түгээх дууны мэдээллийг давтамжийн модуляцтай цацах нэвтрүүлэгч

4.8 Төвийн давтамж (Center frequency)

Харилцаа холбооны зохицуулах байгууллагаас хуваарилсан давтамж

4.9 Давтамжийн хэлбэлзэл/савлалт (frequency swing)

Модуляцийн улмаас төвийн давтамжаас хазайх дохионы эгшин зуурын давтамжийн өөрчлөлт

4.10 Газар нутгийн дунджаас дээшх өндөр (Height Above Average Terrain)

Нэвтрүүлэх антены орчимд ихэвчлэн 3-аас 16 км радиустай хамрах хүрээнд багтах газар нутгийн дундаж өндөр ба далайн түвшнээс дээш нэвтрүүлэх антены төвийн өргөгдөх өндрийн ялгаа. Энэ үзүүлэлт нь хэт өндөр ба нэн өндөр давтамжтай (VHF/UHF) долгионы шууд харалтын хамрах хүрээг тооцоолж төлөвлөлт хийхэд антены цамхагийн абсолют өндрөөс чухал үзүүлэлт

4.11 Хамгаалах харьцаа

Тодорхой чанартайгаар хүлээн авах шаардлагыг хангах хүлээн авагчийн оролтонд тодорхойлддог ашигтай дохиог хүсээгүй дохионд харьцуулсан хамгийн бага харьцааны дБ-ээр илэрхийлсэн утга

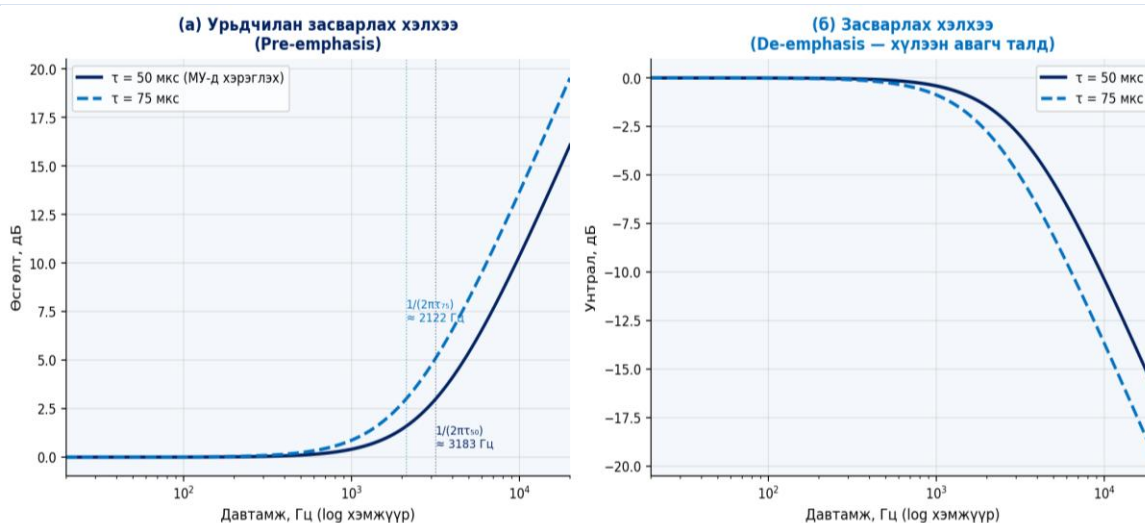
4.12 Урьдчилан засварлах хэлхээ (Pre-emphasis network)

Давтамжийн модуляцтай дохионы давтамжийг өсөхөд дохионы агууриг буурах гажуудлыг арилгаж давтамжаас унтралт эсвэл дамжуулалтын коэффициент хамаарахгүй тогтмол болгох зорилгоор хэрэглэдэг гажуудлын эсрэг шинж чанартай хэлхээ. Түүний дамжуулалтын функц нь

$$H(f) = \sqrt{1 + (2\pi f\tau)^2}$$

τ - хэлхээний хугацааны тогтмол 50мкс эсвэл 75 мкс

f -давтамж [Гц]



2-р зураг — Урьдчилан засварлах (pre-emphasis) болон засварлах (de-emphasis) хэлхээний давтамжийн характеристик (Зүйл 3.1; ITU-R BS.412-9)

4.13 Давтамжийн хазайлт (Frequency deviation)

Дууны дохионы агууригийн өөрчлөлтөөр модуляцлагдаагүй зөөгч f_0 давтамжаас модуляцтай дохионы давтамжийн хазайх утга. FM дохионы давтамж нь дараах байдлаар илэрхийлэгдэнэ:

$$f(t) = f_0 + \Delta f * m(t)$$

f_0 - зөөгч давтамж [МГц]

Δf - давтамжийн хамгийн их хазайлт [кГц]

$m(t)$ -нормчлогдсон (дууны) модуляцийн дохио $|m(t)| \leq 1$

4.14 Хэт өндөр давтамж (Very High Frequency)

30 МГц–300 МГц-ийн давтамжийн цараатай цахилгаан соронзон долгион

4.15 FM өргөн нэвтүүлэг (FM broadcasting)

Хэт өндөр давтамжийн зурваст давтамжийн модуляц ашиглан дууны мэдээллийг олон цэгт дамжуулах радио систем

4.16 Шаардлагатай зурвасын өргөн (Necessary bandwidth)

Мэдээллийг тодорхой хурд, чанартайгаар дамжуулахад зайлшгүй шаардагдах давтамжийн зурвасын хамгийн бага өргөн. Моно: 180 кГц; Стерео: 300 кГц.

4.17 Эзлэгдсэн зурвасын өргөн (Occupied bandwidth)

Давтамжийн характеристик хамгийн их утгаасаа дохионы түвшин 26 дБ-ээр буурах цэгт харгалзах давтамжийн утгаар тодорхойлогдох зурвасын өргөн.

4.18 Оноогдсон давтамжийн зурвас (Assigned frequency band)

Станцын цацаж болох давтамжийн зурвас. Шаардлагатай зурвасын өргөн дээр тэсвэрлэх давтамжийн санамсаргүй өөрчлөлтийг хэмжээг нэмсэнтэй тэнцүү зурвасын өргөн

4.19 X дБ-ийн зурвасын өргөн (bandwidth at x dB)

Спектрийн чадлын нягт 0 дБ-ийн оргил утгаас x дБ-ээр буурах давтамжийн зурвасын өргөн.

4.20 Зурвасын гаднах цацаргалт (Out-of-band emission) — Модуляцлах процессын үр дүнд эзлэгдсэн зурвасаас хэтрэх цацаргалтын зурвас.

4.21 Үндсэн бус хорт ялгарал/цацаргалт (Spurious emission)

Мэдээллийн чанарт нөлөөлөхгүйгээр түвшинг нь бууруулж болох зурвасаас гадагш гарах цацаргалт.

4.22.1 Гармоник ялгарал/цацаргалт (Harmonic emissions)

Үндсэн дохионы төвийн давтамжийн бүхэл тоон үржвэртэй тэнцэх давтамжтай хорт ялгарал

4.22.2 Паразит ялгарал (Parasitic emissions)

Зөөгч ба түүнийг өрнүүлэхэд үүсдэг давтамжтай холбоогүйгээр санамсаргүй байдлаар үүсэх цацаргалт

4.22.3 Интермодуляци

Зөөгч ба түүний гармоник дээрх ялгарал эсвэл зөөгчийг өрнүүлэх үед үүсэх өөр давтамжтай ялгарал, тухайн систем эсвэл өөр системээс үүсгэгдсэн дохиотой давтамжаар холилдсон ялгарал

$$\begin{aligned}f_{intermod} &= 2f_1 - f_2 \\f_{intermod} &= 2f_2 - f_1 \\f_{intermod} &= f_1 + f_2 + f_3\end{aligned}$$

4.23 Изотроп цацаргалттай дүйх цацаргалтын чадал (EIRP -Effective isotropic radiated power)

Өгөгдсөн чиглэлд изотроп/чиглэлгүй антеннтай харьцангуй ижил цацаргалт үзүүлэх хэмжээний антеннд өгсөн чадал ба антенны өсгөлтийн үржвэр.

$$e.i.r.p = e.r.p + 2.15$$

4.24 Антенны оронгийн өсгөлт

1 КВт-ийн оролтын чадалтай нэвтрүүлэгчээс хэвтээ хавтгайд 1.6 километрт үүсэх үр ашигт чөлөөт орон зайн оронгийн хүчлэгийг (мВ/м) 137.6 мВ/м -д харьцуулсан харьцаа

4.25 Антенны чадлын өсгөлт

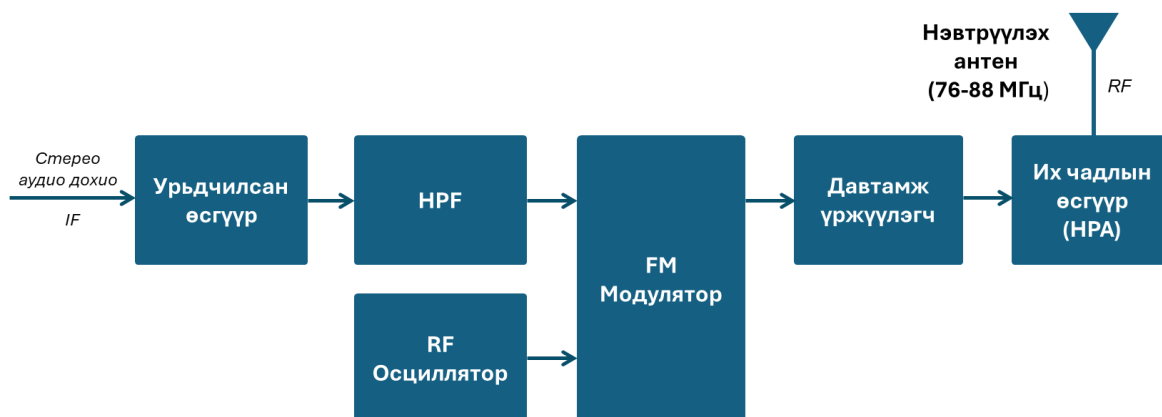
1 кВт антенны чадлын үед чөлөөт орон зайд хэвтээ хавтгайд 1.6 км зайд үүсэх үр ашигтай (rms) оронгийн хүчлэгийг (мВ/м) стандарт 137.6 мВ/м-д харьцуулсан харьцааны квадратын децибелээр (dB) илэрхийлэгдсэн утга.

5 FM нэвтрүүлэгчид тавигдах үндсэн шаардлага

5.1 Нэвтрүүлэх станцын антен нь хэвтээ туйлшралтай байвал зохих ч шаардлагатай бол дугуй буюу элипсэн туйлшралтай байж болно.

5.2 FM өргөн нэвтрүүлгийн цацаргалт нь дов толгод, байшин барилга зэрэг аливаа саадаар хаагдахгүй байх газарт сайтыг байгуулна.

5.3 Нэвтрүүлэх станц нь 3-р зурагт үзүүлсэн үндсэн элементүүдийг агуулна.



3-р зураг Нэвтрүүлэх станцын бүтцийн схем

Нэвтрүүлэгч нь гаралтын чадлыг харуулах хэмжүүрийн хэрэгсэл, түүний ажлын тохиргооны элементүүдийг нүүрний хэсэгтээ агуулсан байна.

5.4 Гаралтын чадалд нөлөөлөхүйц цахилгаан сүлжээний хүчдлийн савалгаа зэрэг бусад хүчин зүйлсийн нөлөөллийг арилгах автомат системтэй байна.

5.5 Хамгийн их гаралтын чадал дээр нэвтрүүлэгчийн хэт халалтаас хамгаалах хөргөлтийн тохирох системтэй байна.

5.6 Нэвтрүүлэгч метал хайрцагаар эсвэл төмөр сараалжаар ажлын орчноос тусгаарлаж хамгаалагдсан байх ба эдгээр нь газардуулгатай холбогдсон байна.

5.8 Техникийн ажилтны хүрэлцэх хэсэг (барил, удирдлагууд) газардуулагдсан байна.

5.9 Трансформатор, шүүр, шулуутгуур, генератор мотор зэрэг өндөр хүчдлийн төхөөрөмжүүд техникийн ажилтанд гэмтэл учруулахаас сэргийлсэн хаалттай байна.

5.10 Нэвтрүүлэгчийн ажлын, хэмжилтийн хэвийн ба хүнд нөхцөл

1-р хүснэгт. Нэвтрүүлэгчийн ажлын ба хэмжилтийн нөхцөл

		Хэвийн горим	Хүнд нөхцөл
Орчны температур		15 - 30° C	0 - 40° C
Цахилгаан сүлжээ	Хүчдэл	V0+(6%-аас 10%)	V0+(6%-аас 10%)
	Давтамж	49-51 Гц	
	Гажуудал	<10%	
Антену байршил		<2000 м	
Халаах хугацаа		20 мин, давтамжийн тогтворжилтийн 1 цагаас гадна	
Чийгшил		<90%	

6 FM нэвтрүүлэгчийн үндсэн үзүүлэлтүүдэд тавих техникийн шаардлага

Үйлдвэрийн болон ойр орчмын тоног төхөөрөмжөөс интерференц үүсэж байгаа нөхцөлд үйлчилгээгээр хангалттай хангахын тулд газрын түвшнээс дээш 10-м-ийн өндөрт хэмжигдэх дундаж оронгийн хүчлэг нь 2-р хүснэгтэнд үзүүлсэн утгаас бага байхааргүйгээр нэвтрүүлэгчийн чадал нь сонгогдоно.

2-р хүснэгт. Харилцан нөлөөлөлтэй үеийн дундаж оронгийн хүчлэг

Бүс нутаг	Үйлчилгээ	
	Моно [дБмкВ/м]	Стерео [дБмкВ/м]
Хөдөө	48	54
Хотын бүс	60	66
Том хот	70	74

Үйлдвэрийн болон ойр орчмын тоног төхөөрөмжөөс интерференц үүсээгүй байгаа нөхцөлд үйлчилгээгээр хангалттай хангахын тулд газрын түвшнээс дээш 10-м-ийн өндөрт хэмжигдэх дундаж оронгийн хүчлэг нь 3-р хүснэгтэнд үзүүлсэн утгаас бага байхааргүйгээр нэвтрүүлэгчийн чадал нь сонгогдоно.

3-р хүснэгт. Харилцан нөлөөлөлгүй үеийн дундаж оронгийн хүчлэг

Монофон [дБмкВ/м]	Стерео [дБмкВ/м]
34	48

4-р хүснэгтэнд нэвтрүүлэх станцын ангилалыг харуулав.

4-р хүснэгт. FM өргөн нэвтрүүлэгчийн ангилал

Үзүүлэлт	A ангилал	B ангилал	C ангилал	D ангилал
Гаралтын чадал	$10 < P < 25 \text{ кВт}$	$1 < P < 10 \text{ кВт}$		$< 10 \text{ Вт}$
ERP	$< 125 \text{ кВт}$	$< 30 \text{ кВт}$	$< 1 \text{ кВт}$	
Антенны өндөр	$< 610 \text{ м}$	$< 152.4 \text{ м}$		
	Өргөн нэвтрүүлэг	Өргөн нэвтрүүлэг	Арилжааны бус	Боловсрол

76 –87.5 МГц зурваст ажилладаг FM нэвтрүүлэгчийн үндсэн үзүүлэлтүүдэд тавигдах техникийн шаардлагыг 5-р хүснэгтэд үзүүлэв.

5-р хүснэгт. FM нэвтрүүлэгчийн техникийн шаардлага (76–87.5 МГц)

Д/д	Үзүүлэлт	Техникийн шаардлага
1	Дууны дохионы давтамж	50-15000 Гц
2	Радио давтамжийн оролт гаралтын интерфэйс	50Омын бүрэн эсэргүүцэл
3	Зөөгч давтамжийн зөвшөөрөгдөх хазайлт	$\pm 2 \text{ кГц}$ (нэвтрүүлэгчийн чадал $\leq 50 \text{ Вт}$ байвал $\pm 3 \text{ кГц}$)
4	Ажлын давтамжийн зурвас	76 МГц – 87.5 МГц
5	Зөөгч давтамжийн алхам	100 кГц
6	Хэрэглэх зурвасын өргөн	Моно нэвтрүүлэг: 180 кГц Стерео нэвтрүүлэг: 300 кГц
7	Давтамжийн модуляцтай дохионы хамгийн их хазайлт	$\pm 75 \text{ кГц}$ (үндсэн хэлбэр) $\pm 50 \text{ кГц}$ (зөвшөөрөгдсөн хувилбар)
8	Урьдчилан засварлах хэлхээний хугацааны тогтмол	50 мкс эсвэл 75 мкс (Монгол Улсад 50 мкс-ийг хэрэглэнэ)
9	Үндсэн бус хорт цацаргалтыг дарах хэмжээ	$46 + 10 \cdot \log(P) \text{ дБ}$ эсвэл 70 дБ-ийн аль том утга (P – антенны оролт дахь дундаж чадал Ватт)
10	Стерео нэвтрүүлгийн тулгуур дохионы давтамж	$19 \text{ кГц} \pm 2 \text{ Гц}$
11	Стерео нэвтрүүлгийн дэд зөөгчийн давтамж	(тулгуур дохиотой зарчим) $38 \text{ кГц} \pm 4 \text{ Гц}$ (Туйлын модуляцитай зарчим) $31.25 \text{ кГц} \pm 2 \text{ Гц}$
12	Дэд зөөгчийн давтамжийн хазайлт (модуляцлагдсан)	$\pm 10 \text{ кГц}$
13	Нэгдмэл стерео дохионы агууригийн модуляцтай дохионы дэд зөөгчийг дарах хэмжээ	$14 \pm 0.2 \text{ дБ}$ эсвэл бүрэн дарах
14	Нэгдмэл стерео дохионы агууригийн модуляцтай дохионы дэд зөөгчийн агууригийг дарах үе хүртэлх модуляцийн хамгийн их гүн	0.8

15	Эзлэгдсэн зурвасын өргөн	–26 дБ-д харгалзах давтамжийн утгаар тодорхойлно
16	Зурвасын гаднах спектрийн хязгаар	$X_1 = 40$ дБ $X_2 = 50$ дБ (В хавсралтыг үзнэ үү)
17	Цахилгаан орны хүчлэг (хяналтын цэг дэх хамгийн бага утга)	Моно нэвтрүүлэг: 40 дБ (мкВ/м) Стерео нэвтрүүлэг: 44 дБ (мкВ/м)
18	Антенны оролтоос зарим гармоник давтамжуудын цацаргалт	Хоёрдогч гармоник (152–175 МГц): –60 дБс-ийн доогуур Гурав ба дээш гармоникүүд: –70 дБс-ийн доогуур
19	Нэвтрүүлэгчийн нийт шугаман бусын гажуудал (THD)	$\leq 1\%$ (1 кГц, 100% модуляцид)
20	Дохио-шуугианы харьцаа (SNR)	Моно: ≥ 50 дБ Стерео: ≥ 46 дБ
21	Стерео сувгийн тусгаарлалт	≥ 30 дБ (1 кГц-д)
22	Солбисон дохионы унтралт	90%-ийн модуляцийн гүнтэй үед >40дБ
23	Нэвтрүүлэгчийн тасралтгүй ажиллах хугацаа	Тасралтгүй дохионы горимд ≥ 1000 цаг
24	Ажлын орчны температур	-10 хэм - +45хэм C°
25	Ажлын орчны чийгшил	<95%

ТАЙЛБАР: Р – антенны оролт дахь дохионы дундаж чадал (Ватт); e.i.r.p – чиглэлгүй цацаргагчтай дүйц чадал; дБс – зөөгч давтамжийн чадалтай харьцуулсан утга THD – нийт гармоник гажуудал.

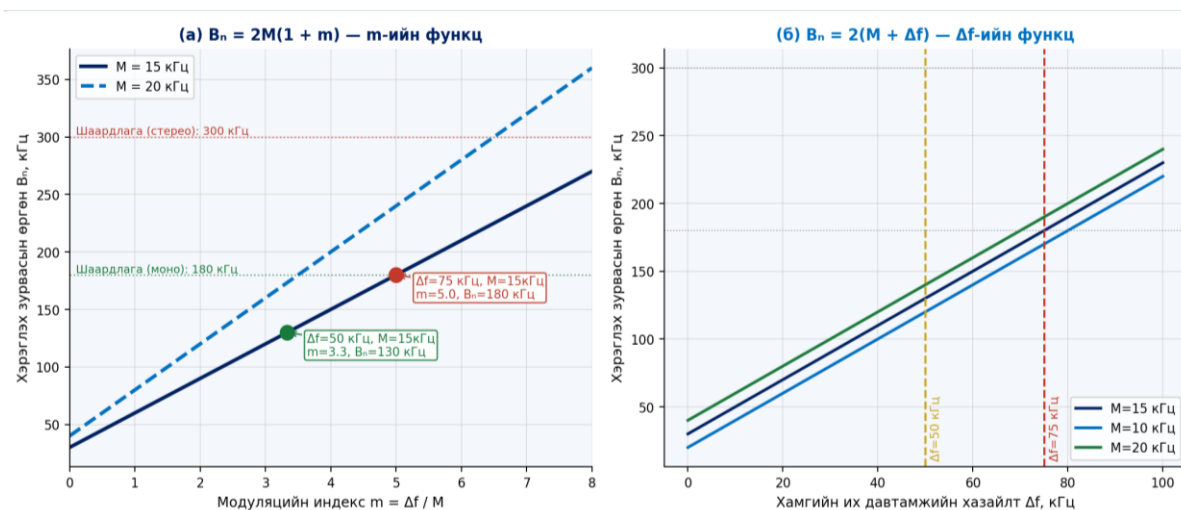
7. FM нэвтрүүлэгчийн үндсэн үзүүлэлтийг тодорхойлох арга, норм хэмжээ

Нэвтчүүлэгчийн үндсэн үзүүлэлт, түүнийг тодорхойлох аргыг 6-р хүснэгтэнд үзүүлэв.

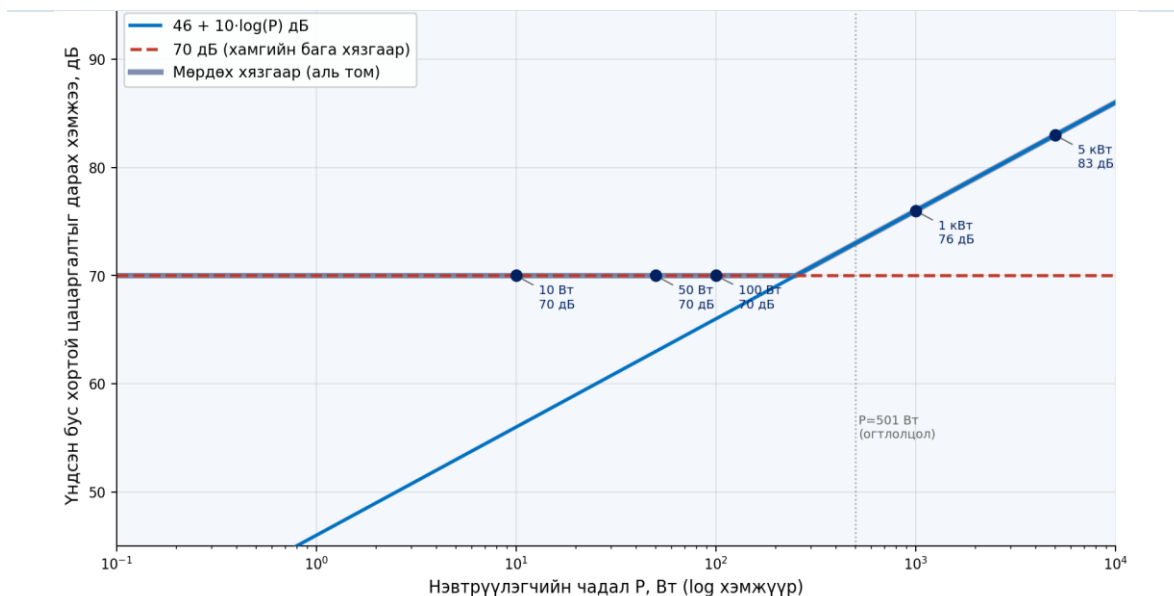
6-р хүснэгт. Үзүүлэлт тодорхойлох арга

Д/Д	Үзүүлэлт	Тодорхойлох арга / Томьёо	Тайлбар / Тэмдэглэгээ
1	Хэрэглэх зурвасын өргөн [кГц] Моно: 180 кГц Стерео: 300кГц	Тодорхойлох арга: Carson-ы дүрэм $B_n = 2M + DK = 2(M + \Delta f)$	M - Модуляцлагч дууны дохионы хамгийн их давтамж: 15 кГц Δf -Давтамжийн хамгийн их хазайлт кГц; ± 75 кГц (үндсэн) / ± 50 кГц K - Итгэлцүүр ($\Delta f \gg M$ байхад) $K = 1$ m - Модуляцийн гүн $m = \frac{\Delta f}{M}$
2	Үндсэн бус хортой	Тодорхойлох арга: e.i.r.p-ийн аргаар; ITU-R SM.329-12	e.i.r.p-ийн аргаар; ITU-R SM.329-12

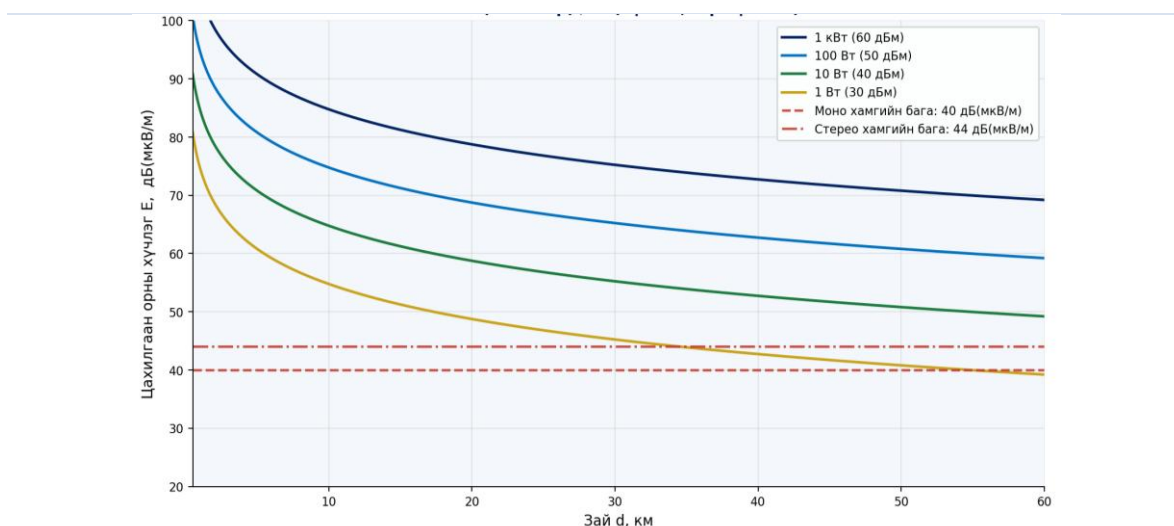
	цацаргалт [дБВт]	$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f} - G_f + 20\log f + 20\log d - 27.6$ (6.2)	$P_{s,f}$ -e.i.r.p-ийн аргаар тодорхойлсон хортой цацаргалтын чадал [дБВт] эсвэл [дБм] $P_{r,f}$ -Хэмжилтээр тодорхойлсон хортой цацаргалтын чадал [дБВт] эсвэл [дБм] $k_{ms,f}$ -Хэмжүүрүүдийн тохируулгын итгэлцүүр [дБ] G_f f давтамж дээрх антенны өсгөлт [дБ] f - Үндсэн бус хортой цацаргалтын давтамж [МГц] d - Нэвтрүүлэгч ба хэмжилтийн антенны хоорондох зай [м]
3	Давтамжийн хазайлт [кГц]	Тодорхойлох арга: Спектрийн маскын арга (А хавсралт)	Спектр маскаас хэтрэхгүй байх
4	Эзлэгдсэн зурвасын өргөн [кГц]	Тодорхойлох арга: (В хавсралт) Х дБ-зурвасын өргөн (X = -26 дБ)	Хэмжигдсэн спектрийн оргил утгын 0 дБ-тэй харьцангуй -26дБ-ээр буурах давтамж
5	Цахилгаан орны хүчлэг [мкВ/м]	$E = \frac{\sqrt{30 \cdot EIRP}}{D}$ (6.3) $E \left[dB \frac{mkm}{m} \right] = 120 + 20\log \left(E \left[\frac{V}{m} \right] \right)$	Е — цахилгаан орны хүчлэг [В/м]; D — нэвтрүүлэгч ба хэмжиж байгаа газрын хоорондын зай [м]; $EIRP$ чиглэлгүй цацаргагчтай дүйц чадал $EIRP = ERP + 2.15$ [дБм]
6	Зурвасын гаднах спектр	В хавсралтыг үзнэ үү	Спектр маскаас хэтрэхгүй байх
7	Зөөгч давтамж [кГц]	Тодорхойлох арга: Этлон давтамжтай харьцуулах арга (ITU-R SM.377-7)	GPS лавлагааны эх үүсгүүр ашиглах



4-р зураг — Carson-ы дүрэм: $B_n = 2M(1+m)$ хамаарлын график (Зүйл 6.2.1; ITU-R SM.328-11)



5-р зураг — Үндсэн бус хортой цацаргалтын хязгаарын характеристик: $46+10 \cdot \log(P)$ дБ ба 70 дБ-ийн харьцуулалт (Зүйл 5, Д/Д 7; ITU-R SM.329-12)



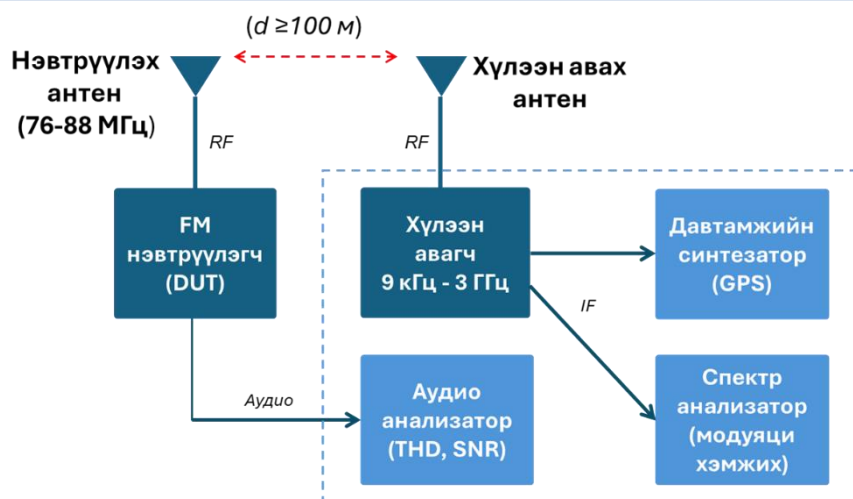
6-р зураг — Цахилгаан орны хүчлэгийн зайнаас хамаарах характеристик (Зүйл 6.2.3; Зүйл 5, Д/Д 15)

76–87.5 МГц зурвас нь ITU-R BS.412-9 болон APG-ийн шийдвэрт нийцсэн бөгөөд нисэхийн VOR/LOC навигацийн системтэй (108–117.975 МГц) зөрчилдөхгүй (ITU-R SM.1009-1).

8 FM нэвтрүүлэгчийн үзүүлэлтийг хэмжих арга

8.1 Ерөнхий заалт

FM нэвтрүүлэгчийн чанарын үзүүлэлтийн тоон утгыг хэмжих, хянах асуудал нь спектрийн менежменттэй нягт холбоотой бөгөөд эдгээр үзүүлэлтийг хяналтын станцад тусгайлан тоногдсон хэмжүүрийн багаж хэрэгслэлийн тусламжтайгаар хэмжинэ.



7-р зураг — FM нэвтрүүлэгчийн параметр хэмжих блок схем (Зүйл 7; ITU-SMН · ITU-R SM.329-12)

8.2 Хэмжилтийн зорилго

- Нэвтрүүлэгчийн радио дохионы цахилгаан соронзон орны хүчлэг шаардлагын хэмжээнд байгаа эсэхийг тодорхойлох;
- Хөндлөнгийн нөлөөллийн эх үүсгүүрийг тодорхойлох;
- Нэвтрүүлэгчийн тогтвортой ажиллагаа болон дохионы чанарыг шалгах;
- Үндсэн бус хортой цацаргалтыг бий болгож байгаа эх үүсгүүрийг илрүүлэх;
- Зурвасын гаднах цацаргалтын хязгаарыг баталгаажуулах.

8.3 Хэмжих үзүүлэлтүүд

1. FM дохионы зөөгч давтамж;
2. Цахилгаан орны хүчлэг;
3. Давтамжийн хазайлт;
4. Үндсэн бус хортой цацаргалт;
5. Зурвасын өргөн (хэрэглэх болон ашиглах);
6. Зурвасын гаднах спектр;
7. Нийт гармоник гажуудал (THD);
8. Стерео тусгаарлалт.

8.4 Хяналтын станцад зайлшгүй байх тоног төхөөрөмж

- Тодорхой техникийн үзүүлэлттэй антенн (76–88 МГц зурваст ажилладаг);
- Хүлээн авагч (9 кГц–3 ГГц хүртэлх давтамжийн хүрээтэй);
- Спектрийн анализатор (модуляц хэмжих модультай);
- Давтамжийн синтезатор;
- Дохионы генератор;
- Кабелийн алдагдлын хэмжигч;

- Аудио давтамжийн дохионы генератор;
- GPS суурилуулсан давтамжийн лавлагааны эх үүсгүүр.

8.5 Хэмжих аргачлал

7-р хүснэгтэнд нэвтрүүлэгчийн үзүүлэлтүүдийг хэмжих хэмжилтын аргачлалын зөвлөмж стандарт болон хэмжилтэнд хэрэглэгдэх техник хэрэгслийг жагсаав.

7-р хүснэгт. FM нэвтрүүлэгчийн үзүүлэлт хэмжих аргачлал

Д/Д	Үзүүлэлт	Хэмжих аргачлал	Хэмжих хэрэгсэл	Тайлбар / Ишлэл
1	FM дохионы зөөгч давтамж	ITU-SMH 2.5.2.3; 3.1.1.1; 3.1.1.7 ITU-R SM.377-7	Антенн, хүлээн авагч, генератор, давтамжийн синтезатор	Этглон давтамжтай харьцуулалт хийх аргаар
2	Цахилгаан орны хүчлэг	ITU-SMH 2.5.2.4; 3.2.1.4; 3.2.8	Антенн, хүлээн авагч эсвэл спектр анализатор	Хүлээн авах антенны ЦС оронгийн хүчлэгийн аргаар
3	Эзлэгдсэн зурвасын өргөн	ITU-SMH 3.4.1; 3.4.2.1 ITU-R SM.328; SM.443	Антенн, хүлээн авагч, спектр анализатор	-26 дБ-ийн зурвасын өргөн (В хавсралт)
4	Давтамжийн хазайлт	ITU-SMH 3.5.2.2.1 ITU-R BS.468-4; BS.412-9; SM.1268-4	Антенн, хүлээн авагч, модуляц хэмжигч	1. Спектрийн маскын арга (А хавсралт) 2. ITU-R SM.1268-4 (8-р зүйл)
5	Үндсэн бус хортой цацаргалт	ITU-R SM.329-12	Антенн, давтамжаар сонгох хүлээн авагч эсвэл спектр анализатор	EIRP-ийн цацаргалтыг хэмжих аргаар
6	Нийт гармоник гажуудал (THD)	IEC 60268-1 аргаар	Дууны давтамжийн анализатор, 1 кГц-ийн генератор	100% модуляцид; шаардлага: $\leq 1\%$
7	Стерео сувгийн тусгаарлалт	ITU-R BS.412-9 аргаар	Стерео демодулятор, аудио анализатор	1 кГц-д; шаардлага: ≥ 30 дБ

8.6 Хэмжилтийн нөхцөл

- Нэвтрүүлэгч тогтвортой горимд (бүрэн дулаарсан) ажиллаж байх үед хэмжинэ;
- Тоног төхөөрөмжийн үйлдвэрлэгчийн заасан ажлын температурын мужид хэмжилт хийнэ;
- Хэмжилтийн антенн нь нэвтрүүлэгчийн антеннаас хамгийн багадаа 100 м-ийн зайд байрлана;

- Хэмжилтийн хугацаанд ойролцоо бусад цацаргалтын нөлөөлөл хамгийн бага байх нөхцөлийг хангана;
- Бүх хэмжилтийн тоног төхөөрөмж нь батлагдсан болон хүчинтэй калибровкийн гэрчилгээтэй байна.

9 Тохирлын үнэлгээ, баталгаажуулалт

9.1 Тохирлын үнэлгээний шаардлага

Энэ стандартын хамрах хүрээнд орох бүх тоног төхөөрөмж нь Монгол Улсын тохирлын үнэлгээний тогтолцоонд заасны дагуу баталгаажуулалт хийлгэсэн байна.

9.2 Баталгаажуулалтад бүрдүүлэх баримт бичиг

- Тоног төхөөрөмжийн техникийн паспорт болон ашиглалтын заавар;
- Үйлдвэрлэгчийн баталгаажуулалтын гэрчилгээ (CE, FCC, TÜV эсвэл бусад);
- Давтамж хэрэглэлтийн зөвшөөрлийн хүсэлт;
- Хяналтын хэмжилтийн протокол (7-р бүлгийн дагуу хийгдсэн);
- Антенн болон дамжуулах шугамын техникийн тодорхойлолт.

9.3 Хэмжилт үзлэгийн давтамж

1. Анхны суурилуулалтын дараа (тусгай зөвшөөрөл авахаас өмнө);
2. Тоног төхөөрөмж солих, их засвар хийх тохиолдол бүрт;
3. Дамжуулах чадлыг өөрчлөх тохиолдолд;
4. Ердийн хугацаат хяналтын тохиолдолд жилд нэг удаа;
5. Гомдол, маргаан гарсан тохиолдолд.

А ХАВСРАЛТ (норматив) Давтамжийн хазайлтыг спектрийн маскын аргаар тодорхойлох

А.1 Зорилго

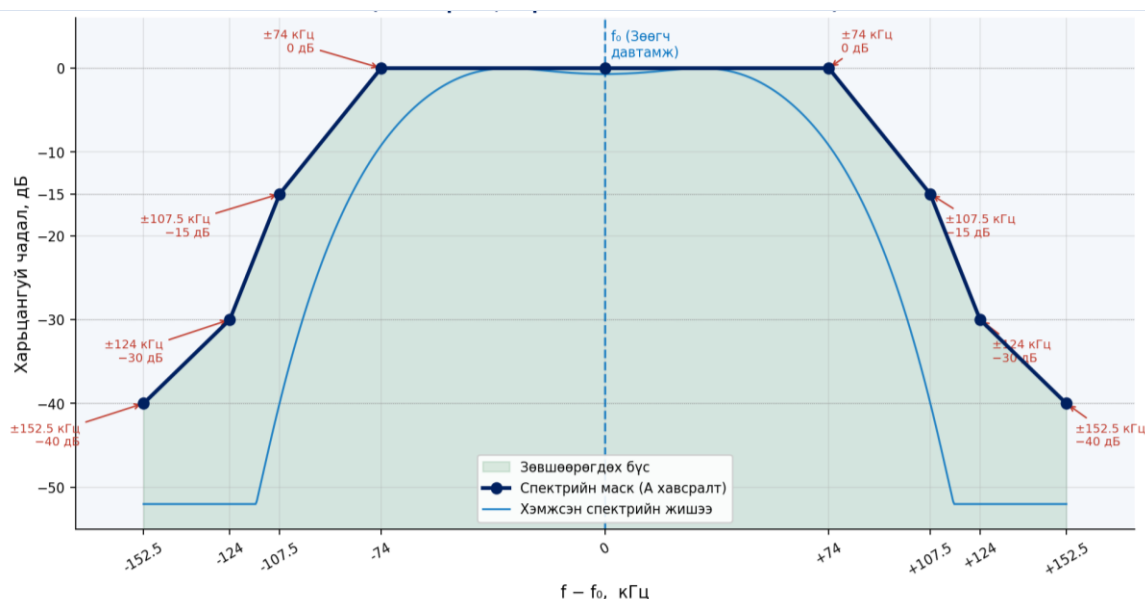
FM нэвтрүүлэх станцын давтамжийн хазайлт нь энэ стандартад заасан хэмжээнээс хэтэрч байгаа эсэхийг тодорхойлоход энэхүү аргыг ашиглана.

А.2 Маск байгуулах

Спектрийн маскыг f_0 зөөгч давтамжтай харьцуулан ± 152.5 кГц хүртэлх давтамжийн зурваст байгуулна. Маскыг байгуулах координатын цэгүүдийг А-1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

А-1-р хүснэгт. Спектрийн маск байгуулах координатын цэгүүд (ITU-R SM.1268-4)

Х-тэнхлэг (кГц)	Ү-тэнхлэг (дБ)	Х-тэнхлэг (кГц)	Ү-тэнхлэг (дБ)
$f_0 - 74$	0	$f_0 + 74$	0
$f_0 - 107.5$	-15	$f_0 + 107.5$	-15
$f_0 - 124$	-30	$f_0 + 124$	-30
$f_0 - 152.5$	-40	$f_0 + 152.5$	-40



А-1-р зураг — FM нэвтрүүлэгчийн спектрийн маскын загвар: маскын муруй, зөвшөөрөгдөх бүс, хэмжсэн спектрийн жишээ (А Хавсралт; ITU-R SM.1268-4)

А.3 Хэмжилт хийх дараалал

1. Спектр анализаторыг f_0 давтамжийн эргэн тойронд 160 кГц-ийн тоймын өргөнд тохируулна;
2. Ү тэнхлэгийн 0 дБ-ийн лавлагаа түвшинг нэвтрүүлэгчийн оргил чадалтай тэнцүүлэн тохируулна;

3. Хэмжсэн спектрийн муруйг А-1-р хүснэгтийн координатаар байгуулсан маскын муруйтай давхцуулан харьцуулна;
4. Хэмжсэн спектрийн аль нэг хэсэг маскаас хэтрэхгүй байвал шаардлага хангасан гэж үзнэ.

А.4 Шаардлага хангаагүй гэж үзэх нөхцөл

Хэмжсэн спектрийн аль нэг хэсэг А-1-р хүснэгтийн координатаар байгуулсан маскын муруйг давж гарвал давтамжийн хазайлтын шаардлага хангаагүй гэж тооцно. Нэвтрүүлэгчийн тохируулга хийж дахин хэмжинэ.

В ХАВСРАЛТ (нормативын) Зурвасын гаднах цацаргалтыг Х дБ-ийн түвшингээр тодорхойлох

В.1 Зорилго

Зурвасын гаднах спектрийн хязгаарыг модуляцийн индексийн утгаас хамааран тодорхойлоход энэхүү хавсралтыг ашиглана.

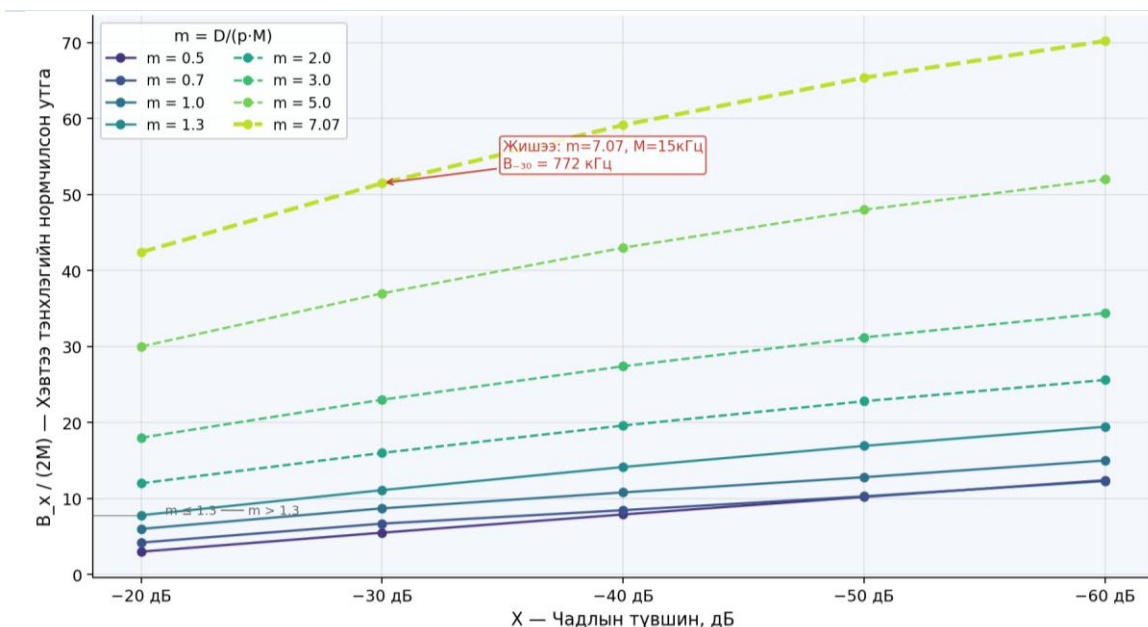
В.2 Тодорхойлолт болон тэмдэглэгээ

$$m = D / (p \cdot M) \quad (B.1)$$

- m - модуляцийн индекс;
- D - давтамжийн хамгийн их хазайлт (кГц);
- p - оргил чадлыг тодорхойлох итгэлцүүр ($p = 0.707$ дундаж чадалд);
- M - хамгийн дээд модуляцлагч давтамж (кГц);
- V_x - X дБ-ийн зурвасын өргөн (кГц); хэвтээ тэнхлэгт $V_x/(2M)$ утгыг авна.

В-1-р хүснэгт. Зурвасын гаднах спектрийн V_x -ийг тооцоолох томъёо (ITU-R SM.328-11)

Х (дБ) / Модуляцийн индекс m	-20 дБ	-30 дБ	-40 дБ	-50 дБ	-60 дБ
$0.5 < m < 1.3$	$6m \cdot M$	$(6.7m + 2) \cdot M$	$(7.8m + 3) \cdot M$	$(8.4m + 4.4) \cdot M$	$(9m + 6) \cdot M$
$m > 1.3$	$6m \cdot M$	$(7m + 2) \cdot M$	$(7.8m + 4) \cdot M$	$(8.4m + 6) \cdot M$	$(8.8m + 8) \cdot M$



В-1-р зураг — Зурвасын гаднах спектрийн V_x – X хамаарлын график: модуляцийн индекс m -ийн хувьд (В Хавсралт; ITU-R SM.328-11)

В.3 Тооцооны жишээ

Өгөгдсөн: $D = 75$ кГц, $M = 15$ кГц, $p = 0.707$

$$m = D / (p \cdot M) = 75 / (0.707 \times 15) \approx 7.07 \quad (B.2)$$

$$m > 1.3 \text{ тул: } B_{-30} = (7 \times 7.07 + 2) \times 15 = 772.35 \text{ кГц}$$

Энэ тохиолдолд $m > 1.3$ тул В-1-р хүснэгтийн доод мөрний томьёог хэрэглэнэ.

С ХАВСРАЛТ (мэдэллийн) Монгол Улсад 76–87.5 МГц зурвасыг нэвтрүүлсэн үндэслэл

В.1 Олон улсын зохицуулалт

ITU Radio Regulations 5-р зүйлийн 5.178A заалтын дагуу Азийн бүс нутгийн орнуудад 76–87.5 МГц-ийг FM өргөн нэвтрүүлгийн зориулалтаар ашиглах боломжтой. APG нь тус зурвасыг ашиглахыг зөвлөсөн.

В.2 Нисэхийн аюулгүй байдалтай нийцэлт

76–87.5 МГц зурвас нь нисэхийн VOR/ILS навигацийн системд ашигладаг 108–117.975 МГц зурвасаас тодорхой зайтай тусгаарлагдсан тул FM өргөн нэвтрүүлгийн хөндлөнгийн нөлөөлөл үүсгэхгүй (ITU-R SM.1009-1).

В.3 Монгол Улсын онцлог

- Орон нутгийн радио станцуудын давтамжийн нөөц нэмэгдэнэ;
- Олон улсын FM тюнер стандарт болон Ази-Номхон далайн бүс нутгийн практиктай нийцэнэ;
- Дотоодын хэрэглэгчид стандарт FM хүлээн авагч (76–108 МГц)-тэй тоног төхөөрөмж ашиглах боломж нэмэгдэнэ.

Г ХАВСРАЛТ (мэдэллийн) Зарим орны туршлага ба харьцуулсан дүн шинжилгээ

Г-1-р хүснэгт. 76–87.5 МГц зурвасыг ашиглаж байгаа орнуудын жишээ

Улс / Бүс нутаг	Ашиглаж буй зурвас	Зохицуулах байгууллага	Тэмдэглэл
Япон	76–90 МГц	МІС	76 МГц зурвасыг анх нэвтрүүлсэн; орчин үеийн FM тюнер тус зурваст нийцсэн
БНХАУ	87–108 МГц	МІИТ	Тодорхой бүс нутагт 76–87 МГц-ийг ашиглах туршилт хийгдсэн
БНСУ	87.5–108 МГц	КСС	Ойрын ирээдүйд 76–87.5 МГц-ийг ашиглах талаар судалж байгаа
Зүүн Өмнөд Ази	76–108 МГц	Тус тус	ITU-R зөвлөмжийн дагуу 76 МГц зурвасыг ашиглаж байна
Европ	87.5–108 МГц	СЕРТ	76–87.5 МГц-ийг DAB (Digital Audio Broadcasting)-д ашигладаг

ТӨГСӨВ.