

**МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ**

---

**CISPR 16-1-4 хэвлэл 4.1 (2020-06); Радио дохионы унтралт, дархлааг хэмжих төхөөрөмж ба аргачлал 1.4 дүгээр хэсэг. Радио дохионы унтралт, дархлааг хэмжих төхөөрөмж – Цацаргалтын унтралтыг хэмжих антен ба хэмжилтийн талбай**

**MNS .....:2023**

Албан хэвлэл

**СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗАР**  
Улаанбаатар хот  
2023 он

## ӨМНӨХ ҮГ

Стандарт хэмжил зүйн газар нь Олон улсын стандартчиллын байгууллагын гишүүн бөгөөд үйл ажиллагааныхаа хүрээнд улсын стандартчиллын бодлогыг төрийн болон төрийн бус байгууллагатай хамтран хэрэгжүүлдэг.

Тус газар нь тухайн салбарын үндэсний стандартын төсөл боловсруулах ажлыг техникийн хороогоор дамжуулан гүйцэтгэдэг. Техникийн хорооны хэлэлцэж, зөвшилцсөн стандартын төслийг Стандарт, хэмжил зүйн газрын даргын тушаалаар баталснаар улсын хэмжээнд хүчин төгөлдөр болно.

Энэ стандартыг CISPR 16-1-4 edition 4.1 (2020-06); Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus-Antennas and test sites for radiated disturbance measurements стандартыг үндэслэн боловсруулав.

Энэ стандартыг Стандарт, хэмжил зүйн газрын дэргэдэх Мэдээлэл, харилцаа холбооны стандартчиллын техникийн хорооны хурлаар хэлэлцэж зөвшилцсөн болно.

### **Стандарт, хэмжил зүйн газар (СХЗГ)**

Энхтайваны өргөн чөлөө 46А

Шуудангийн хаяг

Улаанбаатар-13343, Ш/Х - 48

Утас: 976-51-263860 Факс: 976-11-458032

E-mail: [standardinform@masm.gov.mn](mailto:standardinform@masm.gov.mn)

### **© СХЗГ, 2021**

“Стандартчилал, техникийн зохицуулалт, тохирлын үнэлгээний итгэмжлэлийн тухай” Монгол Улсын хуулийн дагуу энэхүү стандартыг бүрэн, эсвэл хэсэгчлэн хэвлэх, олшруулах эрх нь гагцхүү СХЗГ (Стандартчиллын төв байгууллага)-т байна.

## АГУУЛГА

хуудас

Өмнөх үг . . . . .	ii
1. Хамрах хүрээ . . . . .	1
2. Норматив эшлэл . . . . .	1
3. Нэр томъёо, тодорхойлолт, тэмдэг, товчлол. . . . .	2
3.1 Нэр томъёоны тодорхойлолт . . . . .	2
3.2 Товчилсон нэр . . . . .	8
4. Цацаргалтын радио унтралтыг хэмжих антен . . . . .	8
4.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	8
4.2 Цацаргалтын радио унтралтын хэмжилтийн физик үзүүлэлт (хэмжигдэхүүн) . . . . .	9
4.3 9 кГц-ээс 150 кГц хүртэлх давтамжийн цараанд зориулсан антен . . . . .	9
4.3.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	9
4.3.2 Соронзон орны антен . . . . .	9
4.3.3 Гогцоо антены хамгаалалт . . . . .	10
4.4 150 кГц-ээс 30 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд зориулсан антен . . . . .	10
4.4.1 Цахилгаан орны антен . . . . .	10
4.4.2 Соронзон орны антен . . . . .	10
4.4.3 Антены тэнцвэр болон цахилгаан орны ялгаа . . . . .	11
4.5 30 МГц-ээс 1000 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд зориулсан антен . . . . .	11
4.5.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	11
4.5.2 Хэрэв цахилгааны унтралтын оронгийн хүчлэгийн хязгаарыг дагаж мөрдөхгүй байвал тодорхой бус байдал багатай антеныг ашиглах нь . . . . .	11
4.5.3 Антены үзүүлэлт . . . . .	12
4.5.4 Антены тэнцвэр . . . . .	14
4.5.5 Антены хөндлөн туйлын хариу үйлдэл . . . . .	16
4.6 1 ГГц-ээс 18 ГГц хүртэлх давтамжийн цараанд зориулсан антен . . . . .	18
4.6.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	18
4.6.2 Хүлээн авах антен . . . . .	19
4.7 Тусгай зориулалттай антены зохион байгуулалт - том гогцоотой антены систем . . . . .	21
5. 9 кГц-ээс 30 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд радио долгионы унтралтын оронгийн хүчлэгийг хэмжих хэмжилтийн талбай . . . . .	22
6. 30 МГц-ээс 1000 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд радио долгионы унтралтын оронгийн хүчлэгийг хэмжих хэмжилтийн талбай . . . . .	22
6.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	22
6.2 OATS . . . . .	22
6.2.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	22
6.2.2 Цаг агаараас хамгаалах хаалт . . . . .	23
6.2.3 Саадгүй талбай . . . . .	23
6.2.4 Хэмжилтийн талбайн радио давтамжийн хүрээлэн буй орчин . . . . .	25
6.2.5 Газардуулгын хавтгай . . . . .	25
6.3 Бусад хэмжилтийн талбайн тохиромжтой байдал. . . . .	25
6.3.1 Бусад газардуулгын хавтгайн хэмжилтийн талбай . . . . .	25
6.3.2 Газардуулгын хавтгайгүй хэмжилтийн талбай (FAR) . . . . .	26
6.4 Хэмжилтийн талбайн баталгаажуулалт . . . . .	26
6.4.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	26

6.4.2 Хэмжилтийн талбайн баталгаажуулалтын хураангуй.	28
6.5 OATS болон SAC-д зориулсан NSA аргын үндсэн параметр .	28
6.5.1 Ерөнхий тэгшитгэл болон онолын NSA утгын хүснэгт.	28
6.5.2 Антены тохируулга . . . . .	31
6.6 OATS болон SAC-д зориулсан загвар талбайн арга . . . . .	31
6.6.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	31
6.6.2 RSM хэмжилтэд зориулаагүй антен . . . . .	32
6.6.3 REFTS дахь антены хос загвар талбайн унтралтыг тодорхойлох . . . . .	33
6.6.4 Том OATS дахь дундажлах техникийг ашиглан антены хос загвар талбайн унтралтыг тодорхойлох . . . . .	34
6.7 NSA аргаар OATS-ийг баталгаажуулах . . . . .	37
6.7.1 Дискрет давтамжийн арга . . . . .	37
6.7.2 Түүвэр давтамжийн арга . . . . .	37
6.8 Цаг агаарын хамгаалалттай OATS буюу SAC-ийн баталгаажуулалт	40
6.9 Талбайн зөвшөөрөгдөх хязгаараас хэтрэх боломжтой шалтгаан.	44
6.10 FAR-н талбайн баталгаажуулалт . . . . .	44
6.10.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	44
6.10.2 FAR-н талбайн RSM . . . . .	49
6.10.3 FAR-н талбайн NSA арга . . . . .	51
6.10.4 FAR-н талбайн талбайн баталгаажуулалтын шалгуур.	54
6.11 Суурилуулах ширээ болон антены цамхгийн үнэлгээ . . . . .	54
6.11.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	54
6.11.2 Суурилуулах ширээний нөлөөллийг үнэлэх процедур.	54
7. 1-ээс 18 ГГц давтамжийн цараанд радио долгионы унтралтын оронгийн хүчлэгийг хэмжих хэмжилтийн талбай . . . . .	57
7.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	57
7.2 Загвар хэмжилтийн талбай . . . . .	57
7.3 Хэмжилтийн талбайн баталгаажуулалт . . . . .	57
7.3.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	57
7.3.2 Талбайн баталгаажуулалтыг хүлээн авах шалгуур . . . . .	59
7.4 $S_{VSWR}$ стандарт хэмжилтийн процедурын антены шаардлага.	60
7.4.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	60
7.4.2 Нэвтрүүлэх антен . . . . .	60
7.4.3 $S_{VSWR}$ -ийн харилцан хамааралтай хэмжилтийн процедурын антен болон хэмжилтийн төхөөрөмж . . . . .	63
7.5 Талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтэд шаардлагатай байрлал.	63
7.5.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	63
7.5.2 Хэвтээ хавтгайд $S_{VSWR}$ -н хэмжилтийн байрлалын тодорхойлолт (Зураг 23) . . . . .	64
7.5.3 $S_{VSWR}$ -н нэмэлт хэмжилтийн байрлалуудын тодорхойлолт (Зураг 24) . . . . .	66
7.5.4 $S_{VSWR}$ -н хэмжилтийн байрлалын хураангуй . . . . .	66
7.6 $S_{VSWR}$ -н талбайн баталгаажуулалт – стандарт хэмжилтийн процедур . . . . .	68
7.7 $S_{VSWR}$ -н талбайн баталгаажуулалт – изотроп талбарын судалгааг ашиглан харилцан туршилт хийх журам . . . . .	70
7.8 $S_{VSWR}$ -ийн нөхцөлт хэмжилтийн байрлалын шаардлага . . . . .	72
7.9 $S_{VSWR}$ талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийн тайлан . . . . .	73
7.10 $S_{VSWR}$ талбайн баталгаажуулалтын аргын хязгаарлалт . . . . .	73
7.11 Хэмжилтийн өөр бусад талбай . . . . .	74
8 Нийтлэг горимын шингээлтийн төхөөрөмж . . . . .	74

8.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	74
8.2 SMAD S-параметрийн хэмжилт . . . . .	74
8.3 SMAD хэмжилтийн төхөөрөмж . . . . .	74
8.4 TRL-н тохируулгыг ашиглан хэмжих арга . . . . .	76
8.5 Феррит хавчаар хэлбэрийн SMAD-ийн тодорхойлолт . . . . .	78
8.6 Спектрийн анализатор ашиглан болон тракинг генератор ашиглан SMAD-ийн гүйцэтгэлийг (бууралт) шалгах . . . . .	79
9 Нийт цацрагийн хүчийг хэмжих цуурай дарагч өрөө . . . . .	81
9.1 Ерөнхий зүйл . . . . .	82
9.2 Цуурай дарагч өрөө . . . . .	82
9.2.1 Өрөөний хэмжээ болон хэлбэр . . . . .	82
9.2.2 Хаалга, ханан дахь нүх, холбох хаалт . . . . .	83
9.2.3 Холигч . . . . .	83
9.2.4 Холигчийн үр ашгийг шалгах хэмжилт . . . . .	84
9.2.5 Холболтын унтралт . . . . .	85
10 Цацаргалтын унтралтын хэмжилт дэх дархлааны TEM үүр . . . . .	86
A хавсралт (норматив) Антенy параметр . . . . .	87
B хавсралт (XXX) (Хүчингүй) . . . . .	96
C хавсралт (норматив) 9 кГц-ээс 30 МГц давтамжийн цараанд соронзон орны индукцийн гүйдлийн том гогцоотой антенны систем . . . . .	97
D хавсралт (норматив) 30 МГц-ээс 1000 МГц давтамжийн цараанд нээлттэй талбайн туршилтын талбайн хийцийн дэлгэрэнгүй мэдээлэл (6-р зүйлийг үзнэ үү) . . . . .	112
E хавсралт (XXX) (Хүчингүй) . . . . .	117
F хавсралт (мэдээллийн) $\pm 4$ дБ талбайн хүлээн зөвшөөрөх шалгуурын үндэслэл (6-р зүйлийг үзнэ үү) . . . . .	118
G хавсралт (мэдээллийн) тохируулгатай антенны хостой RSM ашиглаж байгаа COMTS-ийн талбайн баталгаажуулалтын тодорхой бус байдлын тооцооллын жишээ (6.6-г үзнэ үү) . . . . .	120
H хавсралт (мэдээллийн) Туйл хоорондын хариу хэмжих үеийн тодорхой бус байдлын тодорхойлолт . . . . .	122
Ном зүй . . . . .	130



## МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

Ангилалтын код 33.060

CISPR 16-1-4 хэвлэл 4.1 (2020-06); Радио дохионы унтралт, дархлааг хэмжих төхөөрөмжийн үзүүлэлт ба аргачлал 1.4 дүгээр хэсэг. Радио долгионы унтралт, дархлааг хэмжих төхөөрөмж – Цацаргалтын саатлыг хэмжих антен ба хэмжилтийн талбай	MNS .....:2022
CISPR 16-1-4 edition 4.1 (2020-06); Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods-Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus-Antennas and test sites for radiated disturbance measurements	CISPR 16-1-4 edition 4.1 (2020-06)

Стандарт, хэмжил зүйн газрын даргын 2023 оны ... дугаар сарын ...-ны өдрийн ... дугаар тушаалаар батлав.

Энэ стандартыг ..... оны ... дугаар сарын ...-ны өдрөөс эхлэн мөрдөнө.

## 1 Хамрах хүрээ

Энэ стандартын энэ хэсэгт 9 кГц-ээс 18 ГГц давтамжийн цараанд цацаргалтын саатлыг хэмжих төхөөрөмжийн үзүүлэлт, гүйцэтгэлийг тодорхойлсон. Антен болон хэмжилтийн талбайн техникийн үзүүлэлтийг мөн тодорхойлов.

Энэхүү стандартын нөхцөл шаардлага нь хэмжих төхөөрөмжийн царааг харуулсан CISPR стандартын цацаргалтын унтралтын бүх түвшин болон бүх давтамжид хамаарна.

Хэмжилтийн аргыг CISPR 16-стандартын 2-3-р Хэсэгт, радио унтралтын талаарх нэмэлт мэдээллийг 3-р Хэсэгт, тодорхой бус байдал, статистик болон хязгаарын загварчлалыг 4-р Хэсэгт тус тус тусгав.

## 2 Норматив эшлэл

Энэ стандартад дараах эш татсан баримт бичгийг хэрэглэсэн. Огноотой эшлэлийн хувьд зөвхөн иш татсан хэвлэл хамаарна. Огноогүй эшлэлийн хувьд иш татсан баримт бичгийн хамгийн сүүлийн хэвлэл (өөрчлөлтийг оруулаад) хамаарна.

- [1] CISPR 16-1-1, *Радио дохионы унтралт болон дархлааг хэмжих төхөөрөмжийн тодорхойлолт болон аргууд - 1-1-р Хэсэг: Радио дохионы унтралт болон дархлааг хэмжих төхөөрөмж - Хэмжих төхөөрөмж.*
- [2] CISPR 16-1-5: 2014, *Радио дохионы унтралт болон дархлааг хэмжих төхөөрөмжийн тодорхойлолт болон аргууд - 1-5-р Хэсэг: Радио дохионы унтралт болон дархлааг хэмжих төхөөрөмж - 5 МГц-ээс 18 ГГц-ийн антенны тохируулгын талбай болон загвар хэмжилтийн талбай CISPR 16-1-5: 2014/AMD1: 2016.*
- [3] CISPR 16-1-6: 2014, *Радио дохионы унтралт болон дархлааг хэмжих төхөөрөмжийн тодорхойлолт болон аргууд - 1-6-р Хэсэг: Радио дохионы унтралт болон дархлааг хэмжих төхөөрөмж - EMC антенны тохируулга.*  
CISPR 16-1-6: 2014/AMD1: 2017
- [4] CISPR TR 16-3, *Радио дохионы унтралт болон дархлааг хэмжих төхөөрөмжийн тодорхойлолт болон арга - 3-р Хэсэг: CISPR техникийн тайлан.*

## MNS .....:2023

- [5] CISPR 16-4-2, *Радио дохионы унтралт болон дархлааг хэмжих төхөөрөмжийн тодорхойлолт болон аргуудын – 4-2-р Хэсэг: Тодорхой бус байдал, статистик болон хязгаарын загварчлал - Хэмжих хэрэгслийн тодорхойгүй байдал.*
- [6] IEC 60050-161, *Олон улсын электрон техникийн үгсийн сан. Бүлэг 161: Цахилгаан соронзон нийцэл.*

### 3 Нэр томъёо, тодорхойлолт

Энэ стандартад CISPR 16-1-1, CISPR 16-1-5, IEC 60050-161 стандартад өгөгдсөн болон дараах нэр томъёо, тодорхойлолт, товчлолыг хэрэглэнэ.

ISO болон IEC нь стандартчилалд ашиглах нэр томъёоны мэдээллийн санг дараах хаягаас ашиглана:

- IEC Electropedia: <http://www.electropedia.org/> сайтаас авах боломжтой.
- ISO Онлайн хайлтын платформ: <http://www.iso.org/obp> сайтаас авах боломжтой.

#### 3.1 Нэр томъёо, тодорхойлолт

##### 3.1.1

##### **антен (antenna)**

тэжээлийн шугамын чиглүүлсэн цахилгаан соронзон энергийг агаарт цацруулсан долгион болгон хувиргадаг хувиргагч

Тайлбар 1: Энэхүү стандартын хүрээнд антены үйл ажиллагаанд чухал үүрэгтэй хувиргагчтай (balun) антены хувьд "антен" гэсэн нэр томъёонд хувиргагчийг (balun) оруулж авч үздэг.

##### 3.1.2

##### **антены коэффициент (antenna factor)**

AF

$F_a$

механик хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэгт (антены гол тэнхлэг г.м) харгалзах чиглэлээс ирж байгаа хавтгай долгионы цахилгаан орны оронгийн хүчлэгийг чөлөөт орон зайд хэмжсэн антенд холбоотой тодорхой ачаалалтай үед үүсэх хүчдэлтэй харьцуулсан харьцаа

Тайлбар 1: AF товчлолыг  $F_a$  нь чөлөөт орон зай дахь хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэгт/AF-г илэрхийлэх үед антены коэффициентийг илэрхийлэх ерөнхий нэр томъёо байдлаар ашиглагддаг.

AF-д антентай холбогдсон ачааллын эсэргүүцэл (ихэвчлэн 50Ω) нөлөөлдөг ба давтамжаас хамаардаг.

Хос конустай антены хувьд энэ эсэргүүцэл нь 200Ω хүртэл байж болно.

Хувиргагчгүй (no balun) антены хувьд эсэргүүцэл нь ачааллын эсэргүүцэлтэй тэнцүү буюу ихэвчлэн 50 Ω байна.

AF нь антеныг газрын хавтгайд харилцан холбоход нөлөөлөлд өртөж болох ба чиглэлээс хамааралтай байдаг.

Дэлгэрэнгүй мэдээллийг тодорхойлолт болон CISPR 16-1-6:2014 стандартын 4.2-оос үзнэ үү.

Тайлбар 2: AF нь  $m^{-1}$  физик хэмжээстэй бөгөөд хэмжигдсэн өгөгдөл нь  $1/m$  [дБ( $m^{-1}$ )]-тай харьцангуй ихэвчлэн дБ-р илэрхийлэгдсэн.



Долгионы бууралтын хэмжилтийн үед хэрэв  $F_a$  нь мэдэгдэж байгаа бол үйлдлийн оронгийн хүчлэгийг  $E$  дараах байдлаар антентай холбогдсон хэмжих хүлээн авагчийн  $V$  заалтаас тооцоолж болно.

$$E = V + F_a$$

Энд  $E$  нь дБ( $\mu\text{V}/\text{м}$ )-р,  $V$  нь дБ( $\mu\text{V}$ )-р,  $F_a$  нь дБ( $\text{м}^{-1}$ )-р өгөгдсөн.

### 3.1.3

#### **антенны хос загвар талбайн унтралт (antenna pair reference site attenuation)**

$A_{\text{APR}}$

хамгийн бага оролтын унтралт бүртгэгдсэн тодорхой өндөрт судлагдсан бусад антен болон газрын хавтгайгаас дээш тодорхой тогтоосон өндөрт байх нэг антентай хамгийн тохиромжтой задгай талбайн хэмжилтийн бүсэд тодорхой зайгаар тусгаарлагдсан хос антенныг ашиглаж байгаа босоо болон хэвтээ туйлшралын аль алиных нь хувьд талбайн унтралтын хэмжилтийн үр дүн

Тайлбар 1:  $A_{\text{APR}}$  нь RSM ашиглан талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийн тодорхойгүй байдлын тооцоонд нөлөөлөх хэмжигдэхүүн юм.

Тайлбар 2:  $A_{\text{APR}}$  хэмжилт нь COMTS-ийн гүйцэтгэлийг үнэлэхийн тулд COMTS-ийн холбогдох талбайн унтралтын хэмжилттэй харьцуулахад ашигладаг.

### 3.1.4

#### **антенны загвар цэг (antenna reference point)**

EUT-рүү эсвэл хоёр дахь антен хүртэлх зайг хэмждэг антенны дунд цэг

Тайлбар 1: Антенны загвар цэгийг үйлдвэрлэгч LPDA антен дээрх тэмдэглэгээг ашиглан эсвэл тохируулгын лабораториар тодорхойлно.

### 3.1.5

#### **хувиргагч (balun)**

тэнцвэргүй дамжуулах шугамыг тэнцвэртэй дамжуулах шугам болгон хувиргах мөн эсрэг хувиргалт хийх төхөөрөмж

Тайлбар 1: Хувиргагчыг жишээлбэл, тэнцвэртэй антенны элементийг коаксиаль кабель зэрэг тэнцвэргүй тэжээлийн шугамтай холбоход ашигладаг.

Хувиргагч нь нэгдсэн байдлаас ялгарах уламжлалт эсэргүүцлийн хувиргалтыг үзүүлж болно.

### 3.1.6

#### **тохируулгын хэмжилтийн талбай (calibration test site)**

**CALTS**

хэвтээ цахилгаан оронгийн туйлшралд нарийн тодорхойлсон талбайн унтралт үзүүлэх, металл газрын хавтгай бүхий задгай хэмжилтийн талбайн бүс

Тайлбар 1: CALTS нь антенны чөлөөт орон зайн коэффициентийг тодорхойлоход ашиглагддаг.

### 3.1.7

#### **нийтлэг горимийн шингээх төхөөрөмж (common mode absorption device)**

**CMAD**

нийцлийн тодорхойгүй байдлыг багасгахын тулд цацаргалтын унтралтын хэмжилтэд кабельд хэрэглэж болох төхөөрөмж

### 3.1.8

#### **нийцлийн хэмжилтийн талбай (compliance test site)**

## **MNS .....2023**

### **COMTS**

нийцлийн хязгаартай харьцуулалт хийх хэмжилтэд хамрагдаж байгаа тоног төхөөрөмжийн унтралтын оронгийн хүчлэгийн хүчинтэй, дахин гаргаж авах боломжтой хэмжилтийн үр дүнг баталгаажуулах орчин

#### **3.1.9**

##### **хөндлөн туйлын хариу үйлдэл (cross-polar response)**

##### **XPR**

хэмжилтэд хамрагдаж байгаа антенны аппаратурны агуурга болон фазд жигд байдаг шугаман туйлширсан цахилгаан соронзон орон дээр антенныг эргүүлэх үед хөндлөн туйлширсан орон антенны хазайлтын хэмжигдэхүүн

#### **3.1.10**

##### **EUT-н хэмжээ (EUT volume)**

кабелийн урт 1.6 м (30 МГц-ээс 1 ГГц) болон 0.3 м (1 ГГц болон түүнээс дээш) кабелийн тавиуртай бодит EUT-ийн бүх хэсгийг бүрэн агуулж байгаа EUT хилийн диаметр болон өндрөөр тодорхойлогдох цилиндр

Тайлбар 1: Хэмжилт нь EUT-н хэмжээг хязгаарлах хэд хэдэн шалгуурын нэг юм. (CISPR 16-2-3 стандартыг үзнэ үү).

Тайлбар 2: EUT-н хэмжээ нь D диаметр (хилийн диаметр) болон h өндөртэй байдаг.

#### **3.1.11**

##### **бүрэн шуугиан дарагчтай өрөө (fully-anechoic room)**

##### **FAR**

сонирхсон давтамжийн цараанд цахилгаан соронзон энергийг унтраадаг нь радио давтамжийн энерги шингээгч материалаар (жишээ нь RF шингээгч) доторлосон зургаан дотоод гадаргуутай хамгаалагч хаалт

Тайлбар 1: Ерөнхий цацаргалтын дохионы унтралтыг хэмжих ерөнхий зорилгоор FAR-ийг хамгаалагдсан талбайн дотор хийх ёстой.

#### **3.1.12**

##### **гибрид антен (hybrid antenna)**

утсан-элементийн логирифм үетэй диполь массив (LPDA) хэсэг болон өргөн зурвасын диполь хэсгээс бүрдсэн антен

Тайлбар 1: LPDA хэсгийн хамгийн урт элемент нь ихэвчлэн ойролцоогоор 200 МГц давтамж дээр резонанс үүсгэх ба холбосон өргөн зурвасын диполь (жишээ нь, хос конус эсвэл эрвээхэй) хэсгийг тэжээхийн тулд задгай хэлхээний төгсгөлд өсгөлтийг нэмэгдүүлдэг.

30 МГц-ээс 200 МГц цараанд өргөн зурвасын диполь нь ялангуяа өндрөөс хамааралтай антенны коэффициентийн үед бионикал антентай төстэй гүйцэтгэлийг үзүүлнэ.

Тайлбар 2: Хэмжиж байгаа хүлээн авагч руу орж байгаа коаксиаль кабелийн гадна дамжуулагч дээрх паразит (төлөвлөөгүй) RF-ийн гүйдлийг хамгийн бага байлгахын тулд өсгөгчийн төгсгөлд задгай хэлхээний (өөрөөр хэлбэл арын) төгсгөлд нийтлэг горимын боолтыг ашигладаг.

#### **3.1.13**

##### **хамгийн тохиромжтой задгай хэмжилтийн талбай (ideal open-area test site)**

газрын хавтгайгаас өөр ойлгох гадаргуугүй, хязгааргүй талбай бүхий газрын хавтгайтай, төгс дамжуулагч бүхий задгай хэмжилтийн талбай

Тайлбар 1: Хамгийн тохиромжтой OATS нь AAPR хэмжигдэхүүний тодорхойлолт болон газрын хавтгайн талбайн онолын нормчлогдсон талбайн унтралтын AN тооцоололд хэрэглэгддэг онолын байгууламж юм.

**3.1.14****оруулалтын алдагдал (insertion loss)**

туршилтанд хамрагдаж байгаа төхөөрөмжийн оролтын өмнөх болон дараах, оролтын цэгийн өмнөх болон дараах хүчдэлийн харьцаагаар илэрхийлэгддэг дамжуулах шугамд төхөөрөмж оруулахад бий болж байгаа алдагдал

Тайлбар 1: Оруулалтын алдагдал нь дамжуулалтын S-параметрийн урвуутай тэнцүү, өөрөөр хэлбэл  $|1/S_{21}|$ .

**3.1.15****бага-хувирамтгай антен (low-uncertainty antenna)**

орон зайн тодорхой цэгт цахилгаан оронгийн хүчлэгийг хэмжихэд ашигладаг 0.5 дБ-аас бага-хувирамтгай антенны коэффициенттэй, тэнцвэртэй байдал болон энэ стандартын XPR нөхцөл шаардлагыг хангасан, бүдүүн хос конус хэлбэртэй эсвэл LPDA антен

Тайлбар 1: Бага-хувирамтгай антенныг А.2.3-т дэлгэрэнгүй тайлбарласан болно.

**3.1.16****механик хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэг (mechanical boresight)****хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэгийн чиглэл**

хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэгийн чиглэл нь антенны геометрийн шинж чанараар тодорхойлогддог гол цацрагийн чиглэл

Тайлбар 1: EMC антенны хувьд гол цацрагийн чиглэл нь ихэвчлэн: а) LPDA антенны механик хөндлөн тэнхлэгтэй нийцэх чиглэлтэй давхцдаг; б) монополь, диполь, хос конус хэлбэртэй антенны элементэд ортогональ; мөн в) хорн антенны урд талын аппаратурт ортогональ.

Эдгээр тохиолдол бүрд ортогональ шугам нь антенны төвтэй давхцдаг.

**3.1.17****нуль (null)**

хүлээн авах антен дээрх шууд болон газарт ойсон дохионы векторын нийлбэрээс үүсэх дохионы түвшний хамгийн бага түвшин бөгөөд уг түвшин нь эдгээр дохионы фазын нийлбэрээс нэлээд бага байна.

Тайлбар 1: Нулийн гүнийг шууд болон газарт ойсон дохионы фазын нийлбэрээр хэмждэг.

Оронгийн хүчлэгийг хэмжихэд их-хувирамтгай үр дүнг бий болгож болох шууд болон газарт ойсон дохио нь эсрэг фазын байрлалд байх тийм өндөрт антен нь газрын хавтгайгаас дээш байх үеийн хүлээн авсан дохион дахь нуль

Нуль нь фазын гадуур  $90^\circ$ -ээс  $180^\circ$  хүртэл үргэлжилдэг.  $90^\circ$ -д нулийн гүн нь ойролцоогоор 6 дБ байна.

Гүн нь хэлбэлзсэн давтамж дээрх (эсвэл тогтмол давтамж дээрх 1 антенны хэмжсэн өндөр) хамгийн ойрын хамгийн их дохионд харьцуулна.

Тайлбар 2: Зарим DRH антенны хувьд хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэг дээрх дохионы түвшний уналтыг заримдаа нуль гэж нэрлэдэг.

Энэ тодорхойлолт нь ийм бууралтанд хамаарахгүй.

Тайлбар 3: Долгионы үргэлжлэх хугацааг бий болгож байгаа хоёр долгионы тодорхой талбайн хэмжигдэхүүний векторын нийлбэр хамгийн бага байх үед IEC 60050-726:1982, 726-02-07 стандартад ижил төстэй зангилаатай (тогтвортой долгионы) хамгийн бага долгионы уртыг тархалтын орчин дахь байрлалаар нь тодорхойлдог.

**3.1.18**

**хагас чөлөөт орон зайн хэмжилтийн талбай (quasi free-space test site)**

чөлөөт орон зайн нөхцлийг бий болгох зорилготой цацаргалтын унтралтыг хэмжих төхөөрөмж

Тайлбар 1: Авч үзэж байгаа цацаргалтын унтралтыг хэмжих процедурт хамаарах талбайн хүлээн зөвшөөрөх шалгуурыг хангахийн тулд хүрээлэн буй орчноос үүсэж байгаа шаардлагагүй ойлтыг хамгийн бага хэмжээнд байлгана.

**3.1.19**

**загвар хэмжилтийн талбай (reference test site)**

**REFTS**

Метал газрын хавтгай болон хэвтээ болон босоо цахилгаан орны туйлшралын үед нарийн тодорхойлсон талбайн унтралтын гүйцэтгэл бүхий задгай хэмжилтийн талбай

Тайлбар 1: REFTS-ийн талбайн унтралтын хэмжилтийг нийцлийн хэмжилтийн талбайн гүйцэтгэлийг үнэлэхийн тулд нийцлийн хэмжилтийн талбайн харгалзах талбайн унтралтын хэмжилттэй харьцуулах зорилгоор ашигладаг.

**3.1.20**

**ойлтын коэффициент (reflection coefficient)**

ойсон болон туссан долгионы нийтлэг хэмжигдэхүүний харьцаа

Тайлбар 1: Иймээс хүчдэлийн ойлтын коэффициент нь туссан долгионы комплекс хүчдэлийг туссан долгионы комплекс хүчдэлд харьцуулсан харьцаагаар тодорхойлогддог.

Хүчдэлийн ойлтын коэффициент нь тархалтын параметр  $S_{11}$ -тэй тэнцүү байна.

**3.1.21**

**резонансын диполь антен (resonant dipole antenna)**

**тохируулсан дипол антен**

тодорхой давтамж дээрх утсан антенууд оролтын эсэргүүцлийг чөлөөт орон зайд байрлах диполийн нуль цахилгаан эсэргүүцэлтэй байх завсарт хэмжихэд дамжуулагч бүр нь ойролцоогоор дөрөвнийн нэг долгионы урттай байх тэнцвэртэй тэжээлийг бүрдүүлдэг жижиг завсараар тусгаарлагдсан, ижил урттай, төгсгөлөөс төгсгөлд байрласан нэг шугаман дээр байрлах хоёр шулуун дамжуулагчаас тогтох антен

**3.1.22**

**тархалтын параметр (scattering parameters)**

**S-параметр**

дамжуулах шугамд оруулсан хоёр портын сүлжээний шинж чанарыг тодорхойлоход ашигладаг дөрвөн параметрийн бүлэг

**3.1.23**

**хагас шуугиан дарагчтай өрөө (semi-anechoic chamber)**

**SAC**

зургаан дотоод гадаргуугийн тав нь сонирхсон давтамжийн цараанд цахилгаан соронзон энергийг (жишээ нь RF шингээгч) унтраадаг радио давтамж шингээгч материалаар доторлосон мөн ёроолын хэвтээ гадаргуу нь OATS-н хэмжилтэд ашиглах зориулалттай дамжуулагч газрын хавтгай байдаг хамгаалагдсан талбай

**3.1.24****тохируулгын арга бүхий богино нээлттэй ачаа (short-open-load-through calibration method)****SOLT**

нээлттэй-богино тохируулгын арга

**TOSM**

гурван мэдэгдсэн унтралтын стандартыг ашиглаж байгаа вектор сүлжээний анализаторын тохируулгын арга -

богино, нээлттэй, туршилт/ачаалал болон нэг дамжуулалтын стандарт

Тайлбар 1: SOLT аргыг өргөн ашигладаг бөгөөд 50 ом характеристиктай эсэргүүцэл бүхий бүрэлдэхүүнтэй шаардлагатай тохируулгын бүрдэл түгээмэл байдаг.

Бүтэн хоёр портын алдааны загвар нь урагш болон түүний урвуу чиглэл тус бүрд зургаан алдааны нэр томъёо, нийт арван хоёр тусдаа алдааны нэр томъёог багтаасан бөгөөд тохируулга хийхэд арван хоёр загвар хэмжилт шаарддаг.

**3.1.25****талбайн унтралт (site attenuation)**

SA

$A_s$

нэг антенуыг тогтоосон өндрийн цараанд босоогоор хөдөлгөж, нөгөөг нь тогтсон өндөрт суурилуулсан үеийн туршилтын талбайд байрлах хоёр туйлшралын тохиргоо хийгдсэн антен хооронд хэмжсэн хамгийн бага талбайн оруулалтын алдагдал

Тайлбар 1: Хэдийгээр нэг антенуыг газрын хавтгайгаас дээш өндөрт сканнердах үед антенуы хосын хооронд хамгийн бага талбайн оруулгын алдагдлыг (SIL) олоход уг антенуы унтралтын нэр томъёо (SA) ашиглагдаж байгаа боловч талбайн оруулгын алдагдал (3.1.26-г үзнэ үү) болон талбайн унтралтын нэр томъёо нь үндсэндээ ижил хэмжилтийг тодорхойлдог.

**3.1.26****талбайн оруулалтын алдагдал SIL (site insertion loss SIL)**

$A_i$

дохионы генераторын гаралт болон хэмжиж байгаа хүлээн авагчийн оролтын хоорондох шууд цахилгаан холболтыг хэмжилтийн талбай дээр заасан байрлалд байрлуулсан дамжуулах антен болон хүлээн авах антенаар сольсон үеийн хоёр туйлшралыг тохируулсан антен хоорондох дамжуулалтын алдагдал

**3.1.27****туршилтын хэмжээ (test volume)**

EUT-ийг байрлуулж болох туршилтын байгууламжийн баталгаажуулсан хэмжээ

Тайлбар 1: Энэхүү стандартын баталгаажуулалтын процедурыг туршилтын хэмжээг тодорхойлоход ашигладаг.

Тайлбар 2: Энэхүү стандартад тодорхойлсон туршилтын хэмжээ нь цилиндр хэлбэртэй байна.

Өөр өөр туршилтын эзэлхүүний хэлбэрийг бусад баримт бичигт тухайлбал куб хэлбэрээр IEC 61000-4-20 [22] (TEM долгион хөтлүүр) стандартад тодорхойлсон.

**3.1.28****ойлтын шугамын тохируулга (TRL) (through-reflect-line (TRL) calibration)**

VNA

## MNS .....:2023

VNA-ийн дотоод болон гадаад шалгалт тохируулгад "дамжих", "ойх" болон "шугам" гэсэн гурван мэдэгдэж байгаа эсэргүүцлийн стандартыг ашиглаж байгаа вектор сүлжээний анализаторын тохируулгын арга

Тайлбар 1: Энэ тохируулгад дөрвөн загвар хэмжилт шаардлагатай.

### 3.1.29

#### вектор сүлжээний анализатор (vector network analyzer)

VNA

$S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ,  $S_{22}$  дөрвөн S-параметрийн цогц утгыг хэмжих чадвартай сүлжээний анализатор

### 3.2 ТОВЧИЛСОН ҮГС

Энэ стандартад дараах тэмдэгтийг хэрэглэсэн. Үүнд:

AUT	Туршилтад хамрагдаж байгаа антен
DRH	Давхар нуруут хорн
EUT	Туршилтад хамрагдаж байгаа тоног төхөөрөмж
FSOATS	Чөлөөт орон зайн OATS
HP	Хэвтээ туйлшрал
LLA	Том гогцоотой loop антен
LLAS	Том гогцоотой loop антены систем
LPDA	Логирифм-үелэлтэй дипол массив
NSA	Нормчилсон талбайн унтралт
OATS	Хэмжилтийн задгай талбай
PDF	Магадлалын нягтын функц
RF	Радио давтамж
RSM	Загвар талбайн арга
RX	Хүлээн авах
$S_{VSWR}$	Оронгийн хүчдэлийн тогтсон долгионы харьцаа
TX	Дамжуулах
VP	Босоо туйлшрал
VSWR	Хүчдэлийн тогтсон долгионы харьцаа
XP	Хөндлөн туйлшрал

## 4 Цацаргалтын долгионы унтралтыг хэмжих антен

### 4.1 Ерөнхий зүйл

Тохиргоо хийсэн дохионы унтралтын хэмжилтэд ашигладаг антеныг тэдгээрийн цацаргалтын загвар, хүрээлэн буй орчинтойгоо харилцан уялдаа холбоотойг харгалзан оронгийн хүчлэгийг хэмжихэд хэрэглэнэ.

Антен болон түүний хооронд суурилуулсан хэлхээ болон хэмжилтийн хүлээн авагч нь хэмжилтийн хүлээн авагчийн ерөнхий шинж чанарт мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлдэггүй.

Антен нь хэмжилтийн хүлээн авагчтай холбоотой үед, хэмжилтийн хүлээн авагч нь холбогдох давтамжийн зурваст тохирсон CISPR 16-1-1 стандартын зурвасын өргөний шаардлагыг хангасан байх ёстой.

Антен нь шугаман туйлшралтай байна.

Энэ нь цацрагийн бүх туйлшралыг хэмжих боломжтой байхаар чиглүүлэлт хийгдэх боломжтой ёстой.

FAR дахь газраас дээших эсвэл шингээгчээс дээших антены төвийн өндрийг тусгай хэмжилтийн журмын дагуу тохируулах шаардлагатай байж болно.

Синус долгионы дохионы жигд оронгийн хүчлэгийг хэмжих нарийвчлал нь энэ дэд хэсгийн шаардлагыг хангасан антен CISPR 16-1-1 стандартын шаардлагыг хангасан хэмжилтийн хүлээн авагчид ашиглагдаж байгаа үед  $\pm 3$  дБ-ээс илүү байх ёстой.

Тайлбар: Энэ нөхцөл шаардлагад хэмжилтийн талбайн нөлөөг оруулаагүй болно.

Өргөн зурвасын антены үзүүлэлтийн талаарх нэмэлт мэдээллийг Хавсралт А-аас үзнэ үү.

## 4.2 Цацаргалтын унтралтын хэмжилтийн физик параметр (хэмжих нэгж)

Метр бүр дэх вольтоор илэрхийлэгдсэн унтралтын хязгаарын эсрэг хийсэн цацаргалтын дохионы унтралтын хэмжилтийн физик үзүүлэлт нь хэмжилтэд хамрагдаж байгаа (EUT) төхөөрөмжийн байрлалтай харьцангуй зайнд тодорхойлогдсон цэгт хэмжсэн цахилгаан оронгийн хүчлэг юм.

Тодруулбал, OATS-н эсвэл SAC-н 30 МГц-ээс 1000 МГц давтамжийн цараанд хэмжилт хийхэд хэмжилт нь EUT нь азимутын хавтгайд бүх өнцгөөр эргэлдэж байгаа үед хэвтээ болон босоо туйлшралын функц дээр 1 м-ээс 4 м өндөрт, EUT-ээс 10 м хэвтээ зайд хамгийн их оронгийн хүчлэг байна.

## 4.3 9 кГц-ээс 150 кГц давтамжийн цараанд зориулсан антен

### 4.3.1 Ерөнхий зүйл

Туршлагаас харахад энэ давтамжийн цараанд интерференцийн ажиглагдсан тохиолдолд голчлон нөлөөлсөн зүйл нь соронзон орны бүрэлдэхүүн хэсэг юм.

### 4.3.2 Соронзон орны антен

Цацаргалтын соронзон орны бүрэлдэхүүн хэсгийг хэмжихийн тулд 60 см урттай талтай квадратаар бүрэн хаагдаж чадах тийм хэмжээтэй цахилгаан дэлгэцтэй гогцоо антен эсвэл тохирох феррит саваа /ferrite-rod/ антеныг ашиглаж болно.

Соронзон орны чадлын нэгж нь  $\mu\text{A}/\text{м}$ .

Логарифмын нэгжид Н нь дБ( $\mu\text{A}/\text{м}$ ) буюу хэмжсэн талбайн чадлын түвшинээс 20 дахин их байна.

Холбогдох унтралтын хязгаарыг ижил нэгжээр илэрхийлнэ.

Тайлбар: Шууд хэмжилтийг ойрын болон холын талбай хоёуланд нь бүх нөхцөлд цацаргалтын талбайд соронзон орны бүрэлдэхүүн хэсгийн хүчийг дБ( $\mu\text{A}/\text{м}$ ) эсвэл  $\mu\text{A}/\text{м}$ -ээр хэмжиж болно.

Хэдий тийм боловч олон оронгийн хүчлэгийг хэмжих хүлээн авагчидыг E ба H бүрэлдэхүүн хэсгийн харьцааг  $120\pi\Omega$  буюу  $377\Omega$  гэж үзэн эквивалент хавтгай долгионы цахилгаан оронгийн хүчлэгийг дБ( $\mu\text{V}/\text{м}$ )-р тохируулдаг.

H-ийг дараах байдлаар тооцоолно:

$$H = \frac{E}{377\Omega} \quad (1)$$

Энд H нь ихэвчлэн  $\mu\text{A}/\text{м}$ , E нь  $\mu\text{V}/\text{м}$  нэгжээр өгөгдсөн.

## MNS .....:2023

дБ-ээр хэмжсэн үед:

$$H = E - 51.5 \quad (2)$$

Энд  $H$  нь дБ( $\mu A/m$ ),  $E$  нь  $\mu V/m$  нэгжээр өгөгдсөн.

$Z = 377\Omega$ ,  $20 \lg Z = 51.5$  дБ( $\Omega$ ) байх дээрх хувиргалтад ашигласан эсэргүүцэл нь соронзон орны оронгийн хүчлэгийг  $\mu V/m$  (эсвэл дБ( $\mu V/m$ ))-ээр заах оронгийн хүчлэгийг хэмжих төхөөрөмжийн тохируулгын гаргаж авсан тогтмол юм.

### 4.3.3 Гогцоо антены хамгаалалт

Гогцоо антены хамгаалалт хангалтгүй байх нь цахилгааны оронгийн хариу үйлдэл үзүүлэхэд хүргэдэг.

Антену цахилгаан оронгийн ялгах чадварыг цахилгаан оронгийн вектортой параллель гогцооны хавтгай зэрэг жигд оронгийн антеныг эргүүлэх замаар үнэлдэг.

Гогцоо антены хавтгай нь соронзон урсгалд перпендикуляр байх үед антеныг түүний хавтгай нь соронзон урсгалтай параллель байхаар эргүүлдэг ба ингэснээр хэмжсэн хариу нь дор хаяж 20 дБ-ээр буурдаг.

## 4.4 150 кГц-ээс 30 МГц давтамжийн цараанд зориулсан антен

### 4.4.1 Цахилгаан орны антен

Цацаргалтын цахилгаан бүрэлдэхүүн хэсгийг хэмжихийн тулд тэнцвэртэй эсвэл тэнцвэргүй антеныг ашиглаж болно.

Хэрэв тэнцвэргүй антен ашиглаж байгаа бол хэмжилтээр зөвхөн монополь (саваа) антен дээр цахилгаан орны оронгийн нөлөөллийг хэмжинэ.

Ашигласан антены төрлийг хэмжилтийн үр дүнгээр мэдээлнэ.

Монополь (саваа) антены гүйцэтгэлийн характеристикийг тооцоолохтой холбоотой мэдээлэл болон тохирох сүлжээний характеристикийг CISPR 16-1-6 стандартад заасан болно.

CISPR 16-1-6 стандартад үзүүлснээр Эквивалент Багтаамжийг Орлуулах Арга (ECSM)-аас гаргаж авсан антены коэффициент нь долгионы уртын наймны нэгээс илүү монополийн уртын хувьд илүү их хувирамтгай байдаг байна.

Цахилгаан орны оронгийн хүчлэгийн нэгж нь  $\mu V/m$  байна.

$E$  нь дБ( $\mu V/m$ )-ээр илэрхийлэх ба энэ нь хэмжсэн оронгийн хүчлэгийн түвшинг логарифмаар илэрхийлсэнээс 20 дахин их байдаг.

Холбогдох унтралтын хязгаарыг ижил нэгжээр илэрхийлнэ.

### 4.4.2 Соронзон орны антен

Цацаргалтын соронзон орны оронгийн бүрэлдэхүүнийг хэмжихдээ 4.3.2-т заасан цахилгаан дэлгэцтэй гогцоо антеныг ашиглана.

Тайлбар: Шуугианы түвшин ойролцоогоор 25 дБ-ээс өндөр байхад тохируулаагүй цахилгаан дэлгэцтэй гогцоо антенгаас нам 1.6 МГц-ээс 30 МГц давтамжийн цараанд QP илрүүлэгч ашиглан хамгийн багадаа  $-51.5$  дБ( $\mu A/m$  соронзон оронгийн хүчлэгийн хэмжилт хийхэд тохируулсан цахилгааны тэнцвэртэй гогцоо антен ашиглаж болно.



#### 4.4.3 Антены тэнцвэр болон цахилгааны оронгийн ялгаа

Тэнцвэртэй цахилгаан оронгийн антен хэрэглэж байгаа бол энэ нь 4.5.4-ийн нөхцөл шаардлагыг хангасан байна.

Тэнцвэртэй соронзон оронгийн антен ашиглаж байгаа бол энэ нь 4.3.3-ын шаардлагыг хангасан байна.

#### 4.5 30 МГц-ээс 1000 МГц давтамжийн цараанд зориулсан антен

##### 4.5.1 Ерөнхий зүйл

Энэ давтамжийн царааны хэмжилт нь цахилгаан оронгийн хүчлэг байх тул соронзон орны оронгийн антеныг оруулаагүй.

Антен нь цахилгаан оронгийн хүчлэгийг хэмжих зориулалттай дипол хэлбэртэй антен байх ба чөлөөт орон зайн антены коэффициентийг ашиглана.

Антену төрөл нь:

- тохируулсан дипол антен, эдгээрийн элементийн хос нь шулуун саваа эсвэл конус хэлбэртэй байна;
- шулуун саваа элементийн шаталсан багцаас бүрдэх логирифм дипол массив (LPDA) антен зэрэг диполь массив;
- холимог антен.

##### 4.5.2 Цахилгаан унтралтын оронгийн хүчлэгийн хязгаарыг дагаж мөрдөхгүй байгаа тохиолдолд ашиглах бага-хувирамтгай антен

Хамгийн бага хувирамтгай ердийн хос конус хэлбэртэй антен эсвэл LPDA антенаар хэмжсэн цахилгаан оронгийн хүчлэгийн утгыг холимог антенаас илүүд үздэг.

Ердийн хос конус хэлбэртэй болон LPDA антеныг Хавсралт А-д тодорхойлсон бөгөөд зөвхөн тохируулсан антеныг ашиглана.

Тайлбар 1: Хувирамтгай байдлыг 30 МГц-ээс 250 МГц давтамжийн цараанд хос конус антеныг, 250 МГц-ээс 1 ГГц хүртэлх цараанд LPDA антеныг ашиглан гаргаж авдаг.

Өөрөөр 200 МГц өөрчлөгдөх давтамжийг ашиглаж болох боловч LPDA-ийн фазын төвийн өөрчлөлтөөс шалтгаалсан хувирамтгай байдал нь илүү өндөр байх болно.

Тайлбар 2: EUT-ийн цацаргалтын унтралтын хэмжилтийн хувирамтгай байдал нь талбайн чанар, антены коэффициентийн хувирамтгай байдал, антены төрөл, хэмжих хүлээн авагчийн шинж чанар зэрэг олон өөр нөлөөлөх хүчин зүйлээс хамаарна.

Бага-хувирамтгай антеныг тодорхойлох шалтгаан нь газрын хавтгайтай харилцан хамааралтай нөлөөлөл, өндрийн сканнертай холбоотой цацаргалтын загвар болон хувьсах фазын төвийн байрлал зэрэг хэмжилтийн тодорхойгүй байдал дахь антены бусад нөлөөллийг хязгаарлах явдал юм.

Эдгээр нөлөөллийн үр дагаварыг баталгаажуулахдаа  $\pm 1$ дБ зайд цахилгаан оронгийн хүчлэгийн ижил утгыг өгөх сонгосон давтамж өөрчлөлт дээр хоёр антены уншилтыг харьцуулалт хийх замаар хийдэг.

### **4.5.3 Антены үзүүлэлт**

Энгийн дипол антены мэдрэмтгий байдал нь 300МГц-ээс 1000МГц давтамжийн цараанд бага байдаг тул илүү нарийвчлалтай антеныг ашиглаж болно.

Ийм антен нь дараах шинж чанартай байна:

- a) Антен нь шугаман туйлшралтай байх бөгөөд үүнийг хөндлөн туйлшралын хэмжилтийн процедурын 4.5.5-г ашиглан үнэлнэ.
- b) Тохируулсан дипол болон хос конус хэлбэртэй антен зэрэг тэнцвэртэй дипол антен нь баталгаажуулсан хувиргагчийн гүйцэтгэлтэй байх бөгөөд үүнийг тэнцвэртэй туйлшралын хэмжилтийн процедурын 4.5.5-г ашиглан үнэлнэ. Энэ нөхцөл шаардлага нь мөн 200 МГц-ээс доош холимог антенд мөн хамаарна.
- c) Антены тэжээлтэй холбогдсон антены буцах алдагдал 10 дБ-ээс багагүй байна. Энэ нөхцөл шаардлагыг хангахын тулд шаардлагатай бол тохирох бууруулагч (attenuator) нь антены хувьд антены тэжээлийн кабелийн нэг хэсэг байж болно.
- d) Антены коэффициент (AF)-г 4.1-д заасан энэ нарийвчлалын нөхцөл шаардлагыг хангахуйц байхаар өгөх ёстой.

Антенны чиглүүлэлтийн тооцоолол: Газрын хавтгайтай хэмжилтийн талбайг дараах антены характеристикт зориулсан гэж үзнэ.

Хэрэв EUT-ээс антен руу чиглэсэн шууд болон газарт ойсон дохионы аль нэг нь эсвэл хоёулаа дээд цэгтээ антены цацаргалтын загварын үндсэн навчинд ороогүй эсэхээс хүлээн авсан дохионы агуурга буурна.

Хамгийн дээд хэмжээ нь ихэвчлэн антены хамгийн их өсгөлттэй тэнхлэгийн чиглэлд байдаг.

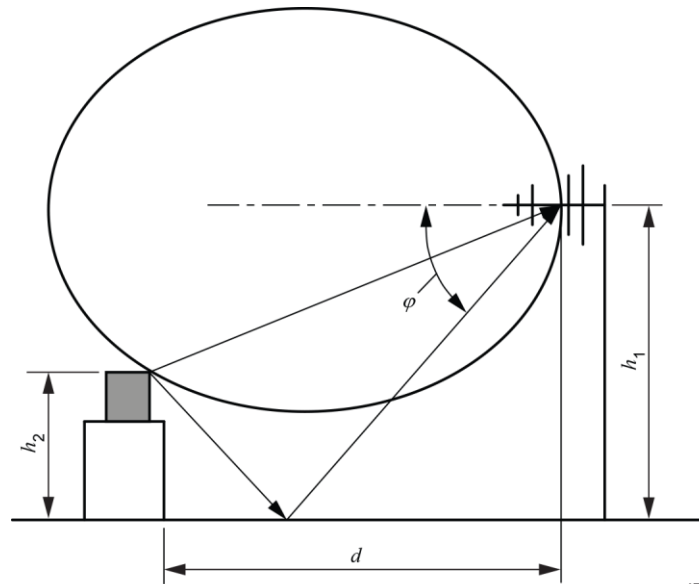
Агуурга дахь энэ бууралтыг цацаргалтын бууралтын хэмжилтийн үр дүн дэх алдаа гэж үздэг; Хувирамтгай байдлыг тэсвэрлэх чадварыг зурвасын өргөн 2φ (Зураг 1-ийг үзнэ үү) дээр үндэслэдэг.

Энэ алдаа нь +1 дБ-ээс ихгүй байх нөхцлийг 10 м талбайн хувьд 1)-д, 3 м талбайн хувьд 2)-д өгсөн.

Өөрөөр антены өсгөлт дээр суурилсан нөхцлийг цацаргалтын хатуу загварын нөхцлийн оронд 3-р зүйлд өгсөн.

Цацаргалтын унтралтын хэмжилтийг хэвтээ болон босоо туйлшралтай антенаар гүйцэтгэдэг.

Хэрэв зөвхөн нэг хавтгайд цацаргалтын хэлбэрийг хэмжихээр сонгосон бол уг антены загварыг хэвтээ туйлшралд чиглүүлэхдээ хэвтээ хавтгайд антены загварыг баталгаажуулах нөхцөлтэйгээр илүү нарийхан цацрагийн өргөнтэй загварын үр дүнг ашиглана.



Тайлбар: Параметрийг тэгшитгэл (4)-д тодорхойлсон. IEC

**1-р зураг. Ойсон цацраг дээр  $\phi$  хагас өнцгийн зурвасын өргөнийг үзүүлж байгаа, 3 м талбайд LPDA антен руу шууд болон газрын ойлтоор хүрч байгаа EUT-ээс ирж байгаа цацаргалтын бүдүүвч зураг**

- 1) 10 м OATS эсвэл SAC-ийн хувьд хамгийн их өсгөлттэй тэнхлэгийн чиглэл нь газрын хавтгайтай параллель байхаар антеныг тохируулах үед шууд цацрагийн чиглэл дэх антены хариу үйлдэл нь хамгийн их өсгөлттэй тэнхлэгийн агуургаас маш бага ялгаатай байдаг.

Хэрэв ойсон цацрагийн чиглэл дэх антены хариу үйлдэл нь антены хамгийн их өсгөлттэй тэнхлэгийн хариу үйлдлээс 2дБ-ээс багагүй байвал унтралтын хэмжилтийн хувирамтгай байдлын чиглүүлэлтийн бүрэлдэхүүнийг +1 дБ-ээс бага байлгах боломжтой.

Энэ нөхцлийг хангахын тулд антены өсгөлт хамгийн ихдээ 2дБ дотор байх хэмжилтийн антены нийт босоо цацрагийн өргөн  $2\phi$  нь дараах байдалтай байна:

$$\phi > \tan^{-1} \frac{h_1 + h_2}{d} \quad (3)$$

- 2) 10 м-ээс бага, ихэвчлэн 3 м тусгаарлалтай талбайн хувьд, антены өсгөлт нь хамгийн ихдээ 1 дБ дотор байх хэмжилтийн антены нийт босоо цацрагийн өргөн  $2\phi$  нь дараах байдалтай байна:

$$2\phi > \left( \tan^{-1} \frac{h_1 + h_2}{d} \right) \left( \tan^{-1} \frac{h_1 - h_2}{d} \right) \quad (4)$$

Энд:

$h_2$	хэмжилтэд хамрагдах төхөөрөмжийн өндөр
$h_1$	хэмжих антены өндөр
$d$	хэмжилтийн антены фазын төв болон туршилт хийгдэж байгаа төхөөрөмж хоорондын хэвтээ зай

Антены доош хазайлт нь холбогдох хувирамтгай байдлыг бууруулж чаддаг.

## MNS .....:2023

Хэрэв үүнийг ашиглаагүй бол хүлээн авсан дохионы бууралтыг цацаргалтын загвараас тооцоолж, холбогдох чиглэлийн хувирамтгай байдлын засвар байдлаар хэрэглэнэ.

Хувирамтгай байдлын тооцооллын жишээг CISPR 16-4-2 стандартад өгсөн.

Тайлбар 1: E-хавтгайн цацаргалтын загварыг хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэг дээр нэгтгэхээр нормалчилсан гэж үзээд (өөрөөр хэлбэл гол навчны оргил) шууд цацраг,  $E_D$  болон ойсон цацраг  $E_R$ -н хувьд антенаас буурах өнцөг дээрх цахилгаан оронг тэмдэглэнэ.

Шууд болон ойсон цацраг бүрийн хувьд нэгдсэн магнитудын цахилгаан оронтой харьцуулсан алдааг  $20 \lg [2/(E_D+E_R)]$ -р децибелээр өгсөн.

Тайлбар 2: Антены хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэг дэх чиглүүлэлт нь буурсанаас үүдэлтэй дохионы чадлын бууралт нь системчилсэн алдаа тул засаж болно.

Хэрэв давтамж болон туйлшрал бүр дэх цацаргалтын загварын талаарх мэдээллээс хамаарч засвар хийгдвэл оронгийн хүчлэгийн хэмжилтийн хувирамтгай байдлыг бууруулж болно.

3) Хос конус хэлбэртэй, LPDA, гибрид антен зэрэг цацаргалтын унтралтыг хэмжихэд ихэвчлэн ашигладаг өргөн цацрагийн антены төрлийн хувьд цацрагийн өргөн нь антены чиглэлтэй урвуу хамааралтай байдаг.

1) болон 2)-д заасан цацрагийн өргөнд үндэслэсэн шалгуурын өөр нэг хувилбар бол антены хамгийн их өсгөлтийг тогтоож, дараа нь унтралтын хэмжилтийн үр дүнгийн тодорхойгүй байдлын тооцоонд чиглүүлэх бүрэлдэхүүн хэсгийн ерөнхий тодорхойгүй байдлын тэсвэрлэх чадварыг ишлэл болгоно.

Тодорхой антенд ашигладаг давтамжийн цараанд хамгийн нарийн цацрагийн өргөнд үндэслэсэн ерөнхий тодорхойгүй байдлыг CISPR 16-4-2 стандартад өгсөн.

Хос конус хэлбэртэй антены хувьд хамгийн их изотроп антены өсгөлт нь 2 дБ, LPDA болон гибрид антены хувьд 8 дБ байна.

Н хавтгайн цацрагийн өргөн нь E хавтгайн цацрагийн өргөнтэй тэнцүү V хэлбэрийн LPDA антены хувьд, хамгийн их зөвшөөрөгдөх изотропын өсөлт нь 9 дБ байна.

### 4.5.4 Антены тэнцвэр

#### 4.5.4.1 Ерөнхий зүйл

Цацаргалтын унтралтын хэмжилтийн үед хүлээн авах антенд (антены кабель) холбогдсон кабель дээр нийтлэг горимын (CM) гүйдэл байж болно.

Эргээд эдгээр CM гүйдэл нь хувиргагч төгс тэнцвэртэй биш бол хүлээн авах антенаар хүлээн авах боломжтой цахилгаан соронзон оронг үүсгэж болдог.

Тиймээс цацаргалтын унтралтын хэмжилтийн үр дүнд нөлөөлж болно.

Антенy кабелийн CM гүйдэлд гол хувь нэмэр оруулагчид нь дараах шалтгаантай байдаг:

а) хэрэв антены кабельтай параллель бүрэлдэхүүнтэй бол хэмжих цахилгаан оронгийн хүчлэг

b) хүлээн авах антены хувиргагчийн төгс бус байдлын улмаас дифференциал горимын (DM) антены дохиог (шаардлагатай дохио) CM дохио болгон хувиргах хувиргалт.

Ерөнхийдөө LPDA антен нь мэдэгдэхүйц DM/CM (DM-ээс CM) хөрвүүлэлт үзүүлдэггүй.

Иймд дараах шалгалт нь дипол болон хос конус хэлбэртэй антенд бүх ажлын давтамжийн цараанд, мөн өргөн зурвасын дипол хэсгийн давтамжийн цараанд гибрид антенд (ихэнх тохиолдолд 30 МГц-ээс 200 МГц) хэрэглэгдэнэ.

#### 4.5.4.2 Хувиргагчийн DM/CM хувиргалтыг шалгах

Дараах аргаар  $V_1$  болон  $V_2$  хоёр хүчдэлийн хэмжилтийг тодорхойлодог.

Хоёуланг нь зэрэг  $\mu V$  ижил нэгжээр илэрхийлсэн эдгээр хүчдэлийн харьцаа нь DM/CM хувиргалтын хэмжүүр юм (мөн түүнчлэн хувиргагчийн тэнцвэргүй байдал, хувиргагчийн тэгш хэм, антены тэгш хэм гэж нэрлэдэг).

a) OATS эсвэл SAC-ийн газрын гадаргуугаас 1.0 м өндөрт төвтэй босоо туйлшралтай хүлээн авах AUT байрлуулна.

Антены орой нь газрын хавтгайгаас хамгийн багадаа 0.25 м-т байх ёстой.

Газрын хавтгайгаас 1.0 м өндөрт хүлээн авах антены арын идэвхтэй элементийн ард хэвтээ чиглэлд антены кабелийг  $1.5\text{ м} \pm 0.1$  м урттайгаар сунгана, дараа нь түүнийг газрын хавтгайд босоогоор буулгана.

b) Хүлээн авах антены тэнцвэргүй байдлын стандарт шинж чанарын хувьд, AUT-ийн төвөөс 10 м хэвтээ зайд босоо туйлширсан хоёр дахь (нэвтрүүлэх) антеныг байрлуулна.

Дамжуулах антены төв нь газрын хавтгайгаас 1.0 м өндөрт, түүний орой нь газрын хавтгайгаас 0.25 м-ээс багагүй өндөрт байх ёстой.

Дамжуулах антен нь шугаман туйлшралтай байх ба хувиргагчийн туршилтын давтамжийн цараанд 20 дБ-ээс их хөндлөн туйлийн татгалзалттай байна.

200 МГц-ээс дээш давтамжийн цараанд, дамжуулах антены өндрийн өөрчлөлтийг SIL-ийн хариуд нулиас зайлсхийхийн тулд ашиглана.

Эдгээр зайд хувиргагчийн тэнцвэргүй байдлын тодорхой бус нөлөөллийг тодорхойлохын тулд илүү богино зайд (жишээлбэл 3 м болон 5 м) хэмжилт хийж болно.

c) Дамжуулах антеныг дохионы үүсгүүрт холбоно (жишээлбэл тракинг генератор эсвэл сүлжээний анализаторын үүсгүүрийн гаралт).

Дараа нь тухайн дохионы үүсгүүрийн гаралтын түвшинг тохируулах бөгөөд ингэснээр сонирхсон давтамжийн цараанд болон антены босоо чиглэлийн аль алинд нь хүлээн авагч дээрх дохио ба орчны шуугианы харьцаа 34 дБ (дундаж илрүүлэлт 17 дБ) буюу түүнээс их байна.

d) Хүлээн авагч дээрх  $V_1$  хүчдэлийг сонирхож буй давтамжийн цараанд тэмдэглэнэ.

e) Хүлээн авах антены тохиргоонд өөр ямар нэг зүйл, тухайлбал хүлээн авах антены кабелийг өөрчлөхгүйгээр мөн дохионы үүсгүүрийн тохиргоог өөрчлөхгүйгээр инверт хийнэ (өөрөөр хэлбэл тэр антеныг  $180^\circ$  эргүүлнэ).

## MNS .....:2023

f) Сонирхож байгаа давтамжийн цараан дахь хүлээн авагч дээрх  $V_2$  хүчдэлийг тэмдэглэнэ.

h) Хэрэв  $|20 \lg (V_1/V_2)| < 1$  дБ бол DM/CM хувиргалт нь хангалттай бага байна.

Тайлбар 1: Цацаргалтын унтралтын хэмжилтийн хувьд хэрэв DM/CM хувиргалтын шалгуур хангагдаагүй бол антены кабелийг тойрсон феррит цагираг нь DM/CM хувиргалтыг бууруулж болно.

EMC туршилтын лаборатори нь ойролцоогоор 20 см зайтай дөрвөн феррит цагираг бүхий туршилтыг давтаж болно; эхнийх нь хувиргагчийн оролтоос 10 см зайд байрладаг.

Хэрэв эдгээр феррит цагирагыг ашиглан шалгуурыг хангасан бол феррит цагиргийг бодит унтралын хэмжилтэд мөн ашиглана.

Үүний нэгэн адил, газрын хавтгайруу унахаас өмнө антены ард кабелийг хэвтээ байдлаар хэдэн метрээр сунгаснаар кабельтай харилцах харилцааг багасгаж болно.

Тайлбар 2: Хэрэв хүлээн авах антеныг FAR-д ашиглаж байгаа бол DM/CM шалгалтыг тухайн FAR-д, ердийн байрлалд хүлээн авах антентай мөн дор хаяж 3 м зайд дамжуулах антентай хийж болно.

Антеныг кабелийн босоо хэсэг болон шингээгчийн орой хооронд дор хаяж 1 м зайтай антены ард цэвэр өрөөний төвд хамгийн сайнаар байрлуулдаг.

Тайлбар 3: Хэмжих талбай болон түүний дамжуулагч газрын хавтгай (OATS эсвэл SAC) эсвэл FAR-ийг тухайн талбайн баталгаажуулалтын шаардлагад нийцсэн байна гэж үзнэ.

Тайлбар 4: Антены кабель антены төвийн ард хэвтээ байдалтай байдаг 1.5 м хэвтээ зайг бодит босоо туйлширсан цацрагийн унтралтын хэмжилтийн үеийн зөвшөөрөгдөх хамгийн бага зай гэж үзнэ.

Тайлбар 5: Ерөнхийдөө туршилтын тохиргоог нарийн тодорхойлох шаардлагагүй байдгийн учир нь антены элементтэй параллель байрлах антены кабелийн хэсэг болон антены харилцан үйлчлэл нь тэнцвэргүй байдлын нөлөөлөлд давамгайл байдалтай байдаг.

Түүнчлэн OATS эсвэл FAR дахь ердийн EMC хэмжилтийн тохиргоонд хүлээн авах антен дээрх талбайн жигд байдлаас хамаардаг хамаарал маш бага байдаг.

Тайлбар 6: Хажуу тал дээрээ хүлээн авах кабелийн холбогчийг суурилуулсан хувиргагчийн хувьд (антены өсгөгч хүртэл  $90^\circ$ ), баруун өнцгийн холбогчийг кабелийн хөдөлгөөнийг багасгахын тулд ашиглаж болно.

Тайлбар 7:  $V_1$  болон  $V_2$  хэмжилтийн үед бусад нь бүгд өөрчлөгдөөгүй хэвээр байдгаас хувиргагч DM/CM хэмжилтийн үр дүнгийн тодорхойгүй байдал нь зөвхөн хүлээн авагчийн шугаман бус байдлаас шалтгаална.

$V_1$  загвар заалтын  $\pm 1$ дБ цараанд 0.1дБ-ээс бага шугаман бус байдал нь 1дБ шалгуурыг хангахад хангалттай сайн.

### 4.5.5 Антены хөндлөн туйлын хариу үйлдэл

Антеныг шугаман туйлшралтай цахилгаан соронзон орон дээр байрлуулсан мөн антен болон орон нь хөндлөн туйлшралтай үед төгсгөлийн хүчдэл нь тэдгээр нь нэг ижил туйлшралтай үеийн төгсгөлийн хүчдэлээс дор хаяж 20 дБ доогуур байна.

Энэ нөхцөл, шаардлага нь 30 МГц-ээс 18 ГГц хүртэлх бүх давтамжийн цараанд хамаарна.

Практикт энэ нөхцөл, шаардлагыг дипол бүрийн хоёр тал нь цуваа байдаг, дотоод туйл хоорондын хариу урвал (XPR) үүсгэдэг зарим төрлийн LPDA антен хангадаггүй.

LPDA антентай туршилтийн ихэнх нь 200 МГц-ээс дээш байдаг.

Чөлөөт орон зайн нөхцлийг бий болгохын тулд өндөр чанарын бүрэн цуурай дарагч өрөө, эсвэл гадаа талбай дээр газраас хангалттай өндөртэй антены цамхагийг ашиглаж болно. Холбогдох талбайн шинж чанарыг энэ стандартын 6.3.2 болон CISPR 16-1-5:2014 стандартын 6-р зүйлээс үзнэ үү.

Жигд оронг AUT-ийн үр дүнтэй уртын дагуу байгуулна.

AUT-ийн төв болон дамжуулах антены хоорондох тусгаарлалт нь нэг долгионы уртаас их байна.

LPDA антены хувьд, энэ тусгаарлалт нь голын тэмдэг хүртэл байна.

Хамгийн бага давтамж нь 200 МГц байх үед, бүх давтамжийн цараанд 1.5 м тогтмол тусгаарлалт хийхийг зөвлөмж болгодог.

Дамжуулах антен болон босоо туйлшралтай AUT-ий байрлуулж, давтамжийн царааны долгионы хүчийг тэмдэглэ.

Дамжуулах антеныг 90° эргүүлж, нэгдсэн туйлын заалттай харьцангуй дохионы хүчлэгийн зөрүүг тэмдэглэнэ.

Тайлбар: AUT-ийн үр дүнтэй жигд оронг бий болгохын тулд сайн чанарын талбай шаардлагатай.

Шугаман туйлшралтай долгионы хөндлөн туйлийн ялгааг хос стандарт өсгөлттэй эвэр антен эсвэл нээлттэй төгсгөлтэй долгион хөтлүүр хооронд туршилтын антен болгон дамжуулалт хийх болон туршилтийн антентай талбайн алдаа болон туршилтын антентай байнгын хөндлөн туйлуудын гүйцэтгэлийн хослол нь 30 дБ-ээс их хэмжээгээр хэвтээ бүрэлдэхүүнийг дарж байгааг шалгах замаар нотолж болно.

Хэрэв талбайн алдаа маш бага бөгөөд туршилтын антены гүйцэтгэл ижил байвал нэг туршилтын антены хөндлөн туйл татгалзал нь туршилтын антены хосын нэгдсэн хөндлөн туйлын холболтоос ойролцоогоор 6 дБ бага байна.

Жишээлбэл, хэрэв нэгдсэн хөндлөн туйлын түвшин 30 дБ бол нэг туршилтын антены түвшин 36 дБ байна.

Антены тусгаарлалт, талбайн гүйцэтгэлийг багтаасан талбайн тохиргооны шалгуур нь 30 дБ-н нэгдсэн хөндлөн туйлын түвшинд хүрэх явдал юм.

Хорн хэлбэрт антены хосыг 1.5 м нүүр бүхий аппаратур хоорондын зайтай хэвтээ туйлшралтайгаар тохируулж болно.

Талбайн оруулалтын алдагдлыг (SIL) сонирхож байгаа давтамжийн цараанд бүртгэнэ.

Антены нэгийг 90°-аар эргүүлснээр босоо туйлшралтай болдог.

Хамгийн багадаа 30 дБ-н SIL-ийн өөрчлөлт нь хүлээн зөвшөөрөгдөх хэмжилтийн тодорхойгүй байдлыг бий болгодог.

## **MNS .....:2023**

1 ГГц-ээс доош давтамжийн хувьд уг талбайн тохиромжтой байдлыг батлахын тулд хорн хэлбэртэй антены оронд V-хэлбэртэй LPDA антеныг ашиглаж болно.

Дипол эсвэл хос конус хэлбэртэй антеныг ашиглах боломжтой боловч ижил Н хэлбэрийн цацаргалтын загварын улмаас илүү өндөр антен шаардлагатай болдог.

Шаардлагатай дохионоос 20 дБ-ээр бага интерференц үзүүлж байгаа дохио нь шаардлагатай дохионд хамгийн ихдээ  $\pm 0.9$  дБ алдаа бий болгодог.

Хамгийн их алдаа нь хөндлөн туйлтай дохио нь хамтарсан туйлтай дохиотой давхцах үед гардаг.

Хэрэв LPDA-ийн XPR нь 20 дБ-ээс муу байвал, оператор нь тодорхой бус байдлыг тооцоолж, үр дүнгийн хамт мэдэгдэнэ.

Жишээлбэл, 14дБ хөндлөн туйлын түвшин нь хамгийн ихдээ +1.6дБ-ээс -1.9дБ хүртэлх тодорхойгүй байдлыг илэрхийлж байвал стандарт тодорхойгүй байдлыг тооцоолох үедээ илүү их хэмжээтэй, таамагласан тэгш өнцөгт тархалтыг ашиглана.

0 дБ дохиог –14дБ өөр нэг дохио руу нэмэхийн тулд эхлээд 20-д хуваан харьцангуй хүчдэлд шилжүүлээд логарифмын эсрэг үйлдэл хийнэ.

Дараа нь илүү жижиг дохиог нэгдмэл дохионд нэмнэ.

Логарифм аваад 20-р үржүүлнэ.

Үр дүн нь эерэг децибелийн алдаа байна.

Сөрөг децибелийн алдаа гарах хүртэл нэгдмэл дохионоос илүү жижиг дохиог хасах үйлдлийг давтана.

Цацрагийн унтралтын хэмжилтийн тодорхойгүй байдлыг тооцоолохын тулд, хэрэв нэг туйлшралд хэмжсэн дохионы түвшин нь 6 болон түүнээс дээш дБ-ээр ортогональ туйлшралд хэмжсэн дохионоос хэтэрсэн бол XPR нь зөвхөн 14дБ-тэй LPDA нь 20 дБ үзүүлэлтийг хангасан гэж үзнэ.

Хэрэв босоо болон хэвтээ туйлширсан дохионы түвшний зөрүү дБ-ээс бага бол, хэрэв энэ зөрүүний нийлбэр болон XPR нь 20 дБ-ээс бага бол нэмэлт тодорхойгүй байдлыг тооцно.

XPR хэмжилтийн үр дүнгийн хувьд хэмжилтийн тодорхойгүй байдлын талаар авч үзэх зүйлсийг Хавсралт Н-ээс үзэж болно.

Хавсралт Н-д хэмжилтийн 20 дБ XPR шаардлагыг хангах хангалттай AUT-ийн XPR-ийн жишээг үзүүлэв.

## **4.6 1ГГц-ээс 18 ГГц давтамжийн цараан дахь антен**

### **4.6.1 Ерөнхий зүйл**

1ГГц-ээс дээш цацаргалтын дохионы хэмжилтийг тохируулсан шугаман туйлширсан антеныг ашиглан хийнэ.

Жишээлбэл LPDA антен, хоёр нуруутай чиглүүлэгч хорн антен, стандарт өсгөлттэй хорн антен юм. Ашиглаж буй аливаа антены загварын "цацраг" буюу гол навч нь хэмжих зайд байрлах үед EUT-ийг хамрахуйц өргөн байх ёстой.



Үндсэн навчны өргөнийг антены 3 дБ цацрагийн өргөнөөр тодорхойлдог бөгөөд энэ параметрийг тодорхойлох мэдээллийг антены баримт бичигт өгнө.

Хорн антены хувьд дараах нөхцөлийг хангасан байна:

$$d \geq \frac{D^2}{2\lambda} \quad (5)$$

энд

$d$	хэмжилтийн зай (м)
$D$	антены аппаратурны хамгийн том хэмжээ (м)
$\lambda$	хэмжилтийн давтамж дахь чөлөөт орон зайн долгионы урт (м)

4.5.5 дахь антены XPR-ийн шаардлага нь 1 ГГц-ээс 18 ГГц давтамжийн царгаанд мөн хамаарна.

## 4.6.2 Хүлээн авах антен

### 4.6.2.1 Ерөнхий зүйл

Хүлээн авах антен нь шугаман туйлшралтай байх ба талбайн баталгаажуулалт нь EUT-н унтралтын хэмжилтэд ашигладагтай ижил төрлийнх байх ёстой.

Зарим антены загвар нь өөр өөр цацрагийн загвартай байж болох бөгөөд хэрэглэгчдэд өмнөх нөхцлийг баталгаажуулахыг зөвлөж байна.

Тайлбар 1: "Антену төрөл" гэж хорн хэлбэртэй антен эсвэл LPDA антен зэрэг антены хэлбэр буюу төрлийг хэлнэ.

Тайлбар 2: "Антену загвар" гэж тухайлсан үйлдвэрлэгчийн загварын дугаарыг хэлнэ.

Тайлбар 3: "Хувилбар" гэж хэрэв боломжтой бол тодорхой антены загварын дугаарын тухайлсан үйлдвэрлэгчийн загварын дугаарыг хэлнэ.

### 4.6.2.2 Хүлээн авах антены цацаргалтын загвар

E-хавтгай болон H-хавтгайн цацаргалтын загварыг антены хамгийн их өсгөлттэй тэнхлэгийн дагуу хэмжинэ.

Уг хэмжигдэхүүн нь 2-р зурагт үзүүлсэнтэй адил туйлшрал-координатын график ашиглан үзүүлсэн дБ-р илэрхийлэгдсэн антены загвар юм.

Цацаргалтын загварын графикийг 0дБ-р нормчилдог. 0° өнцөг нь механик хамгийн их өсгөлттэй тэнхлэгтэй тэнцүү байна.

Антен бүрийн E-хавтгай болон H-хавтгайн цацаргалтын загварыг CISPR 16-1-6:2014/AMD1:2016 стандартын Хавсралт I-д заасны дагуу 500 МГц ба түүнээс бага алхамын хэмжээтэй антены давтамжийн царгаанд бүртгэнэ.

Үйлдвэрлэгчээс өгсөн статистик мэдээллийг багтаасан туршилтын төрлийн үр дүнг хүлээн авах антены цацаргалтын загварын шаардлагыг хангаж байгааг нотлоход ашиглаж болно.

Антену ашиглалтын хугацаан дахь загварын тогтвортой байдлыг хангахын тулд үйлчилгээний хэмжигдэхүүнийг авдаг.



**2-р зураг. 3 м зайд хязгаарын талбай нь сүүдэрлэгдсэн, 2 м EUT өргөнтэй RX антен E-хавтгай цацаргалтын загварын жишээ**

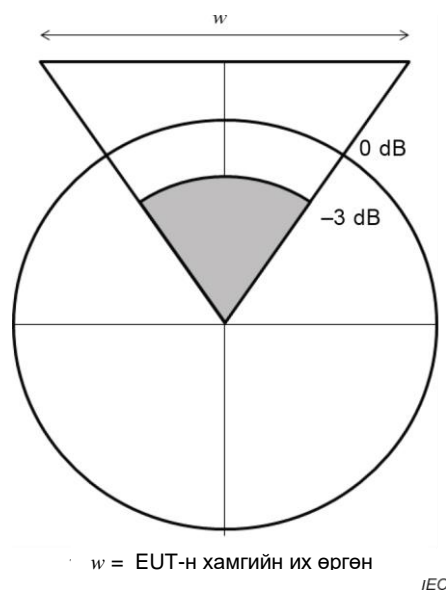
Тайлбар: Ерөнхийдөө хамгийн их өсгөлттэй тэнхлэг нь антены хамгийн их цацаргалтын чиглэл байдаг.

Хэдийгээр уг загвар нь хоёр цацаргалтын хамгийн их утгатай боловч Зураг 2-т үзүүлсэн шиг механик хамгийн их өсгөлттэй тэнхлэгийн чиглэлд аль нь ч хамгийн их утгагүй байж болно.

**4.6.2.3 Хүлээн авах антены цацаргалтын загварын нөхцөл, шаардлага**

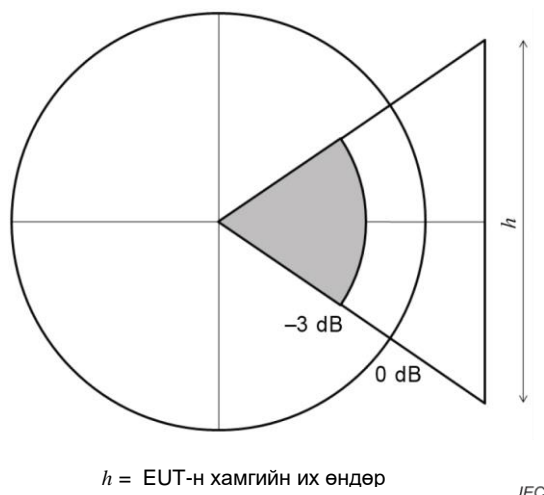
Зураг 3 болон Зураг 4-ийн туйлын графикт үзүүлсэн саарал сүүдэртэй хэсгийг EUT-ийн хамгийн их өндөр  $h$ , хамгийн их өргөн  $w$ , туршилтын зай  $d$ -ээр тодорхойлно.

Хүлээн авах антен нь EUT-ийг хангалттай гэрэлтүүлэхийн тулд хүлээн авах антены хагас чадлын цацрагийн өргөн нь Зураг 3 болон 4-т үзүүлсэн E-хавтгай болон H-хавтгайн загварын зүсэлт дэх сүүдэртэй хэсэгт унах ёсгүй.



$w$  = EUT-н хамгийн их өргөн

**3-р зураг. Хагас чадлын зурвасын өргөнийг ашиглан хамгийн их ашиглах боломжтой EUT-ийн өргөнийг тодорхойлох**



**4-р зураг. Хагас чадлын цацрагийн өргөнийг ашиглан хамгийн их ашиглах боломжтой EUT-ийн өндрийг тодорхойлох**

#### **4.7 Антены тусгай тохируулга - том гогцоо антены систем**

9 кГц-ээс 30 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд нэг EUT-ийн цацаргалтын соронзон орны бүрэлдэхүүний интерференц үзүүлэх чадварыг том гогцоо антены систем (LLAS) ашиглан тодорхойлж болно.

LLAS-д интерференц үзүүлэх чадварыг LLAS-ийн LLA бүр дэх соронзон орноор өдөөгдсөн гүйдлээр хэмждэг.

LLAS нь нэг EUT-ийн соронзон орны бүрэлдэхүүнээр өдөөгдсөн гүйдлийг хэмждэг.

LLAS нь дотор хэмжилтийг зөвшөөрдөг.

LLAS нь метал бус сууринд тулгуурласан тус бүр нь 2 м диаметртэй гурван дугуй хэлбэртэй харилцан перпендикуляр том гогцоотой антенаас бүрдэнэ.

LLAS-ийн бүрэн тодорхойлолтыг Хавсралт С-д өгсөн.

EUT нь дамжуулалтыг дэмждэггүй ширээн дээр LLAS-ийн төвд байрлана.

EUT-ийн хамгийн их хэмжээ нь хязгаарлагдсан бөгөөд ингэснээр EUT ба LLAS гогцоо бүрийн хоорондох зай нь хамгийн багадаа 0.20 м байна.

EUT кабелийн чиглүүлэлтийн гарын авлагыг С.3 болон Зураг С.6-д үзүүлэв.

Кабелийг LLAS-ийн ижил октант LLAS-ийн эзлэхүүнтэй үлдээж, цугтаа чиглүүлэгдэх ба LLAS-ийн аль ч гогцоонд 0.4 м-ээс ойртох ёсгүй.

LLAS-ийг ямар ч орчинд байрлуулж болно.

Хамгаалагдсан өрөө, SAC, FAR эсвэл цаг агаараас хамгаалагдсан OATS дотор байрлуулахыг зөвшөөрнө.

EUT цацаргалтын илүү сайн мэдрэмтгий байдлыг бий болгохоор орчны дохиог арилгахын тулд хамгаалалттай орчинд байрлуулахыг зөвлөдөг.

LLAS болон аливаа метал хавтгай хоорондох хамгийн бага зай 0.5м байхыг зөвлөдөг.

## **MNS .....:2023**

LLAS-ийн баталгаажуулалтыг хүрээлэн буй орчны нөлөөллийг харгалзан LLAS хэмжилтийг ихэвчлэн хийдэг газарт гүйцэтгэнэ (С.4-ийг үзнэ үү).

Гурван харилцан перпендикуляр LLAS гогцоо нь нарийн тогтоосон, EUT-ийг эргүүлдэггүй эсвэл LLAS гогцооны чиглэлийг өөрчилдөггүй цацаргалтын оронгийн бүх туйлшралын интерференц үүсгэх чадварыг тогтоох хэмжилт хийх боломжийг олгодог.

Гурван LLAS гогцоо бүр нь С.4-т өгөгдсөн баталгаажуулалтын шаардлагыг хангасан байх ёстой.

Тайлбар: 2 м стандарт диаметрээс өөр диаметртэй дугуй хэлбэртэй LLAS гогцоог  $D \leq 4$  м байхад ашиглаж болох ба EUT болон LLAS гогцооны хоорондох зай нь метрээр хамгийн багадаа  $0.10 \times D$  байна.

Стандарт бус диаметр зориулсан хөрвүүлэх коэффициентийг С.6-д өгсөн.

### **5 9 кГц-ээс 30 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд радио дохионы унтралтын оронгийн хүчлэгийг хэмжих туршилтын талбай**

(Хоосон)

### **6 30 МГц-ээс 1000 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд радио долгионы унтралтыг хэмжих туршилтын талбай**

#### **6.1 Ерөнхий зүйл**

EUT-ийн унтралтын оронгийн хүчлэгийн хүчинтэй, давтагдах боломжтой хэмжилтийн үр дүнг баталгаажуулах орчин шаардлагатай.

Зөвхөн ашиглах газарт нь турших боломжтой EUT-ийн хувьд бусад нөхцлийг ашиглана (жишээ нь CISPR 16-2-3 стандартаас газар дээрх хэмжилтийн талаарх дэлгэрэнгүй мэдээллийг үзнэ үү).

#### **6.2 OATS**

##### **6.2.1 Ерөнхий зүйл**

OATS нь цэвэрлэсэн тэгш газар, дамжуулагч газрын хавтгайгаар тодорхойлогдсон газар юм.

Энэхүү стандартын баталгаажуулалтын нөхцөл, шаардлагыг хангахын тулд метал газрын хавтгайг зөвлөдөг.

Ийм туршилтын талбайд EUT-г л нийлүүлэх, ажиллуулахад шаардлагатайгаас бусад барилга байгууламж, цахилгаан шугам, хашаа, мод зэрэг зүйл байх ёсгүй.

30 МГц-ээс 1000 МГц цараанд унтралтын оронгийн хүчлэгийн хэмжилт хийх OATS-ийн барилгын тусгай зөвлөмжийг Хавсралт D-ээс үзнэ үү.

OATS-ийн талбайн баталгаажуулалтын процедурыг 6.6 болон 6.7-д өгсөн.

Хавсралт F-д хүлээн зөвшөөрөх шалгуурын үндэслэлийг тайлбарласан.

## 6.2.2 Цаг агаараас хамгаалах хамгаалалт

Туршилтын талбайг жилийн турш ашиглана гэвэл цаг агаарын хамгаалалт шаардлагатай.

Цаг агаараас хамгаалах байгууламж нь туршилтын талбайг бүхэлд нь (үүнд EUT болон оронгийн хүчлэг хэмжих антеныг оруулаад) эсвэл зөвхөн EUT-ийг хамгаалж болно.

Ашигласан материал нь EUT-н цацаргасан оронгийн унтралт болон шаардлагагүй ойлтоос сэргийлэхийн тулд RF саадгүй, тунгалаг байна (6.3.1-ийг үзнэ үү).

Цаг агаараас хамгаалах хамгаалалтын бүтэц нь цас, мөс, усыг хялбархан зайлуулах боломжтой байх ёстой.

Дэлгэрэнгүй мэдээллийг Хавсралт D-с харна уу.

## 6.2.3 Саадгүй талбай

Задгай туршилтын талбайн хувьд, EUT-н эргэн тойрны саадгүй талбай болон оронгийн хүчлэгийг хэмжих антен шаардлагатай.

Саадгүй талбай нь цахилгаан соронзон оронгийн их хэмжээний тархалтаас ангид байх ёстой бөгөөд саадгүй талбайн гаднах тархалт нь оронгийн хүчлэгийг хэмжих антенаар хэмжсэн талбайд бага нөлөө үзүүлэхээр хангалттай том байх ёстой.

Саадгүй талбайн хүрэлцээтэй байдлыг тодорхойлохын тулд, талбайн баталгаажуулалтын туршилтыг хийнэ.

Объектоос тархсан оронгийн магнитуд нь олон хүчин зүйлээс хамаардаг (объектийн хэмжээ, EUT-н зай, EUT-ийн чиг баримжаа, объектын дамжуулалт ба нэвтрүүлэх чадвар, давтамж гэх мэт) учраас бүх хэрэглээнд шаардлагатай, хангалттай боломжтой саадгүй талбайг тодорхойлох боломжгүй байдаг.

Саадгүй талбайн хэмжээ, хэлбэр нь хэмжилтийн зай болон EUT эргэдэг эсэхээс хамаарна.

Хэрэв талбай нь эргэдэг тавцангаар тоноглогдсон бол санал болгож буй саадгүй талбай нь хүлээн авах антен бүхий эллипс болон хэмжилтийн зайнаас хоёр дахин их гол тэнхлэгтэй хоёр фокус дээрх EUT, хэмжилтийн зай болон  $\sqrt{3}$ -н үржвэртэй тэнцүү бага тэнхлэг юм (5-р зургийг үзнэ үү).

Энэ эллипсийн хувьд, периметр дээрх дурын объектоос ойсон шаардлагагүй шууд бус цацрагийн замын урт нь төв хоорондох шууд цацаргалтын замаас хоёр дахин их байна.

Эргэдэг тавцан дээр том хэмжээтэй EUT суурилуулсан бол саадгүй талбайг өргөтгөж, саадыг арилгах зайг EUT-ийн периметртэй харьцангуйгаар тогтооно.

Хэрэв талбай нь эргэлтийн тавцангаар тоноглогдоогүй бол, өөрөөр хэлбэл EUT нь хөдөлгөөнгүй бол, санал болгож байгаа саадгүй талбай нь EUT-ийн хилээс талбайн хил хүртэлх радиаль зай нь хэмжилтийн зайг 1.5-аар үржүүлсэнтэй тэнцүү буюу их тойрог талбай байна.

**MNS .....2023**

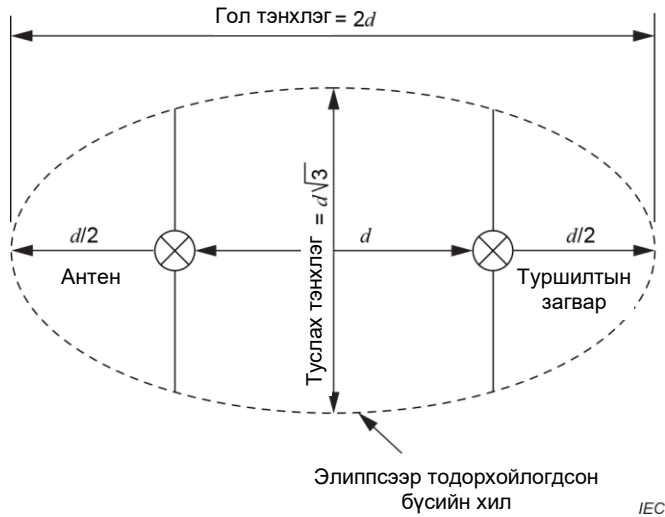
Энэ тохиолдолд антен нь хэмжилтийн зайд EUT-ийн эргэн тойронд хөдөлдөг.

Саадгүй талбай доторх газар нь тэгш байна.

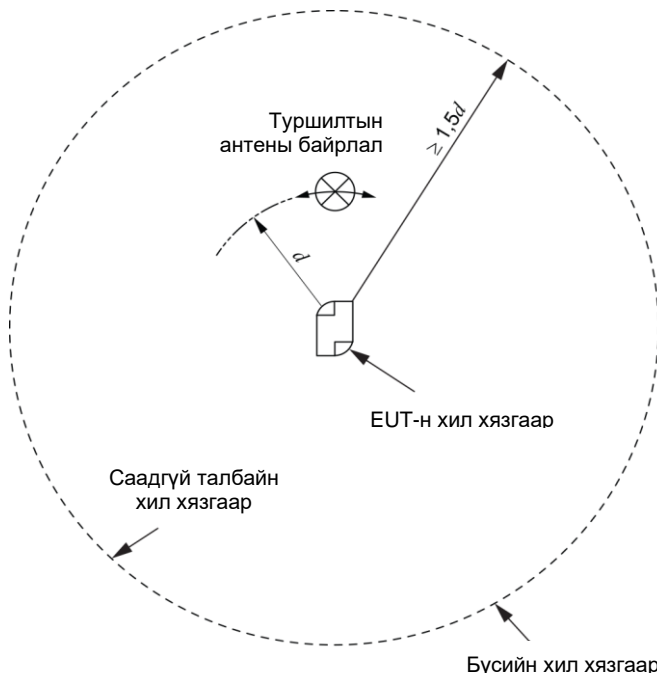
Хангалттай ус зайлуулахад шаардлагатай жижиг налуу зөвшөөрдөг.

Метал газрын хавтгайн тэгш байдлыг, хэрэв ашиглаж байгаа бол D.2-д авч үзнэ.

Хэмжилтийн хэрэгсэл болон бүх ажилтан саадгүй талбайн гадна байрлана.



**5-р зураг. Эргэлдэг тавцан бүхий туршилтын талбайн саадгүй хэсэг**



**6-р зураг. Хөдөлгөөнгүй EUT-тай саадгүй талбай**

## **6.2.4 Туршилтын талбайн радио давтамжийн хүрээлэн буй орчин**

OATS дахь радио давтамжийн орчны түвшин нь унтралтын хэмжилтийн түвшинтэй харьцуулахад хангалттай бага байх ёстой.

Энэ нөхцлийн хувьд талбайн чанарыг ач холбогдлын дарааллаар дараах дөрвөн ангилалд үнэлж болно:

- a) орчны цацаргалт нь хэмжилтийн түвшнээс 6 дБ болон түүнээс их доогуур байна;
- b) зарим орчны цацаргалт нь 6 дБ хэмжилтийн түвшин дотор байна;
- c) зарим орчны цацаргалт хэмжилтийн түвшнээс дээш байдаг боловч тасралттай (өөрөөр хэлбэл хэмжилт хийх боломжтой дамжуулалт хооронд хангалттай урт) эсвэл зөвхөн хязгаарлагдмал тодорхой нэг давтамж дээр тасралтгүй байдаг;
- d) орчны түвшин нь хэмжилтийн давтамжийн цагааны том хэсэгт хэмжилтийн түвшнээс дээгүүр байх ба тасралтгүй явагддаг.

Туршилтын талбайг хэмжилтийн нарийвчлалыг хангах, хүрээлэн буй орчин болон инженерийн ур чадварын түвшинг боломжтой байдлаар сонгох ёстой.

RF-ийн хүрээлэн буй орчин дээр нэмэгдэн хүлээн авагчийн дотоод дуу чимээний түвшин нь цацаргалтын унтралтын хэмжилтийн үр дүнгийн тодорхой бус байдалд хувь нэмэр оруулдаг.

Тиймээс хэмжсэн унтралтын түвшинг унтралтын хязгаартай зөв харьцуулах боломжийг олгохын тулд RF-ийн орчны цацаргалт болон хүлээн авагчийн дотоод дуу чимээг хамгийн бага байлгах ёстой.

## **6.2.5 Газрын хавтгай**

OATS газрын хавтгай нь дэлхийн түвшинд эсвэл тохирох хэмжээтэй платформ эсвэл хэвтээ дээвэр дээр байж болно.

Метал газрын хавтгайг илүүд үздэг боловч тодорхой төхөөрөмж болон хэрэглээний хувьд бүтээгдэхүүний хэвлэлд бусад талбайн төрлийг санал болгож болно.

Метал газрын хавтгайн хүрэлцээтэй байдал нь туршилтын талбай нь 6.4-т заасан талбайн баталгаажуулалтын шаардлагыг хангаж байгаа эсэхээс хамаарна.

Хэрэв метал материалыг газрын хавтгайд ашиглаагүй бол талбайг сонгохдоо хоолой, суваг, нэгэн төрлийн бус хөрс зэрэг газарт булсан метал материалаас шалтгаалж түүний ойлгох чанар, хугацаа болон цаг агаарын нөхцөл байдлаас болж өөрчлөгдөхгүй байхаар газрыг болгоомжтой сонгох хэрэгтэй.

Ийм талбай нь метал гадаргуутай талбайтай харьцуулахад өөр өөр SA-ийн шинж чанарыг өгдөг.

## **6.3 Бусад туршилтын талбайн тохиромжтой байдал**

### **6.3.1 Бусад газрын хавтгайн туршилтын талбай**

Цацаргалтын унтралтыг хэмжихэд ашиглагддаг олон төрлийн туршилтын талбай болон байгууламж байдаг.

Ихэнх нь цаг агаарын болон RF-ийн орчны сөрөг нөлөөллөөс хамгаалагдсан байдаг.

## **MNS .....:2023**

Жишээлбэл, SAC-ийн бүх хана, тааз нь тохирох RF шингээгч материалаар тоноглогдсон байдаг бол шал нь OATS-ийг ойлгох метал газрын хавтгайнаас тогтдог.

SAC нь хүлээн авах антенныг RF-ийн эргэн тойрны орчноос тусгаарлаж, цаг агаарын нөхцөл байдлаас үл хамааран EUT туршилт явуулахыг зөвшөөрдөг.

Барилгын материал нь газрын хавтгайн туршилтын талбайг агуулж байгаа үед 6.7-д заасны дагуу нэг байрлалд хийсэн баталгаажуулалтын хэмжилтийн үр дүн ийм өөр талбайн хүлээн зөвшөөрөх байдлыг харуулахад хангалтгүй байх боломжтой.

Иймээс өөр газрын хавтгайн туршилтын талбайн тохиромжтой эсэхийг үнэлэхийн тулд уг процетурын 6.8-р заалтыг ашигладаг бөгөөд үүнийг EUT-ийн эзэлсэн эзлэхүүн дэх олон байрлалд баталгаажуулалтын хэмжилт хийхэд үндэслэдэг.

OATS-тай адилтгах боломжтой гэж үзэж байгаа талбайн хувьд, эдгээр баталгаажуулалтын хэмжилтийн үр дүн бүгд  $\pm 4$ дБ зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байх ёстой.

Тайлбар: SAC нь ихэвчлэн 6.2.4-д заасан талбайн чанарын ангилалд нийцдэг.

### **6.3.2 Газрын хавтгайгүй туршилтын талбай (FAR)**

Бүрэн цуурай дарагчтай өрөө (FAR) гэж нэрлэгддэг бүрэн шингээгчээр доторлогдсон хамгаалалтыг цацаргалтын унтралтыг хэмжихэд ашиглаж болно.

FAR талбай ашиглагдаж байгаа үед тохирох цацаргалтын унтралтын хязгаарыг холбогдох стандартад (ерөнхий, бүтээгдэхүүн эсвэл бүтээгдэхүүний бүлэг стандарт) тодорхойлно.

Радио үйлчилгээний хамгаалалтын шаардлагад (жишээ нь хязгаар) EUT нийцэж байгаа эсэхийг FAR талбайд OATS дээр хийсэн хэмжилттэй төстэй аргыг ашиглан үнэлнэ.

FAR нь зөвхөн дамжуулах антен эсвэл EUT-аас цацраг шууд хүлээн авах антенд хүрдэг тийм чөлөөт орон зайг бий болгох зорилготой.

RF-ийн бүх хана, тааз, шалан дээр RF шингээгч материалыг зохих ёсоор байрлуулснаар шууд бус болон ойсон цацрагийн бүх долгионыг хамгийн бага байлгадаг.

SAC-тай адилаар, FAR нь хүлээн авах антенныг RF-ийн эргэн тойрны орчноос тусгаарлаж, цаг агаарын нөхцөл байдлаас үл хамааран EUT туршилтыг зөвшөөрдөг.

Тайлбар: FAR нь ихэвчлэн 6.2.4-н а) заасан талбайн чанарын ангилалд нийцдэг.

## **6.4 Туршилтын талбайн баталгаажуулалт**

### **6.4.1 Ерөнхий зүйл**

COMTS-ийн туршилтын баталгаажуулалтын гурван аргыг энэхүү стандартад энэ зорилгоор ашиглаж болно:

- Тохируулсан диполтой NSA арга;
- Өргөн зурвасын антентай NSA арга;



- Өргөн зурвасын антентай загвар талбайн арга (RSM).

Тохируулсан дипол бүхий NSA аргыг тусгайлан тодорхойлоогүй боловч энэ стандартад ашиглагдаж болно.

Онолын харилцан хамаарал бүхий эсэргүүцлийг засах коэффициентийн хүснэгтийг агуулж байгаа тохируулах диполын онолын NSA хүснэгтийг [20]-д өгсөн.

Газрын хавтгайтай туршилтын талбайн баталгаажуулалтыг (жишээ нь, OATS болон SAC) 6.6 дахь RSM болон 6.7 дахь NSA аргын нарийвчилсан журмын дагуу 6.4.2 болон 6.5.1-д танилцуулсан.

SAC болон цаг агаарын хамгаалалттай OATS-ийн баталгаажуулалт нь 6.8-д тодорхойлогдсон нэмэлт хэмжилтийг шаарддаг.

Хүснэгт 1-д эдгээр тусгай туршилтын талбайн төрөлд хамаарах туршилтын баталгаажуулалтын аргыг нэгтгэн харуулав.

Энэ хүснэгтэд харуулсны дагуу эдгээр туршилтын талбайн төрөл тус бүрд хоёр эсвэл гурван баталгаажуулалтын аргыг тодорхойлсон.

Эдгээр аргыг энэ стандартын хувьд ижил төстэй гэж үздэг. Баталгаажуулалтын шалгуурт нийцэж байгаа эсэхийг зөвхөн нэг аргыг ашиглан үнэлж болно.

Цаашилбал, эдгээр баримтжуулсан аргын алийг нь ч загвар арга гэж тодорхойлоогүй.

Энэхүү стандартын талбайн баталгаажуулалтын арга нь дамжуулах антен болон хүлээн авах антенны хоорондох хамгийн тохиромжтой (онолын) болон хэмжсэн оронгийн унтрал хоорондох харьцуулалтыг ашиглан баталгаажуулсан туршилтын эзлэхүүний жигд байдлын хэмжигдэхүүнийг өгдөг.

Дамжуулах антен нь EUT-ийг бий болгодоггүй, тиймээс баталгаажуулалтын процедур нь EUT-ийн дээд хэмжээг тодорхойлдоггүй.

Хэмжилтийн зайнаас хамаардаг EUT-ийн хэмжээний талаарх анхаарах зүйлсийг CISPR 16-2-3 стандартад өгсөн.

### 1-р хүснэгт – OATS, OATS-д суурилсан, SAC болон FAR талбайн төрөлд хэрэглэгдэх сайтын баталгаажуулалтын арга

Туршилтын талбайн төрөл	Талбайн баталгаажуулалтын аргыг хэрэглэх боломж		
	Тохируулсан дипол NSA	Өргөн зурвасын антен NSA	Өргөн зурвасын антен RSM
OATS	Тийм	Тийм	Тийм
Цаг агаарын хамгаалалттай OATS	Үгүй	Тийм	Тийм
SAC	Үгүй	Тийм	Тийм
FAR	Үгүй	Тийм	Тийм

## 6.4.2 Туршилтын талбайн баталгаажуулалтын тухай

Туршилтын талбайн баталгаажуулалтыг хоёр хамтын туйлшралтай антен ашиглан гүйцэтгэдэг.

Баталгаажуулалтыг хэвтээ болон босоо туйлшралын хувьд тусад нь хийнэ.

SA-г дараах ялгаанаас авна:

- Дамжуулагч антенд хэрэглэсэн үүсгүүр хүчдэлийн түвшин,  $V_i$ ;
- Тодорхойлсон антены өндрийг сканнердах үед хүлээн авах антены терминал дээр хэмжсэн хамгийн их хүлээн авсан хүчдэлийн түвшин,  $VR$ .

Хүчдэлийн хэмжилтийг 50 W системээр гүйцэтгэдэг.

OATS-н (6.2-д заасны дагуу) хэмжсэн SA болон бусад газрын хавтгайн туршилтын талбай нь (6.3.1-д заасны дагуу) хамгийн тохиромжтой OATS-д олж авсан SA шинж чанартай харьцуулагддаг. Энэ нь туршилтын талбайн баталгаажуулалтын хэмжигдэхүүний тодорхойлолт юм.

Энэ харьцуулалтын үр дүн нь дБ-ээр илэрхийлэгддэг SA хазайлт юм. Тэгшитгэл (6) болон Тэгшитгэл (7) -г үзнэ үү.

SA хазайлтын үр дүн  $\pm 4$ дБ тэсвэрлэх чадварын хүрээнд байвал уг талбайг тохиромжтой гэж үзнэ.

Хэрэв  $\pm 4$ дБ тэсвэрлэх чадварыг хэтэрвэл туршилтын талбайн тохиргоог 6.9-д заасны дагуу шалгана.

Тайлбар:  $\pm 4$ дБ талбайн хүлээн зөвшөөрөх шалгуурын үндэслэлийг Хавсралт F-д өгсөн.

Түүнчлэн SA хазайлтыг EUT-ийн хувьд оронгийн хүчлэгийг хэмжих өгөгдлийг засахад ашиглах ёсгүй.

Процедурын 6.4-г зөвхөн туршилтын талбайн баталгаажуулалтад хэрэглэнэ.

## 6.5 OATS болон SAC-ийн NSA аргын үндсэн үзүүлэлт

### 6.5.1 Ерөнхий тэгшитгэл болон онолын NSA утгын хүснэгт

Тодорхой давтамж дээр тооцсон NSA утгыг өргөн зурвасын антены хувьд Хүснэгт 2-д үзүүлэв.

Хэрэглэсэн  $d$ ,  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $f_M$ ,  $A_N$  хэмжигдэхүүнийг Хүснэгт 2-ын төгсгөлд тодорхойлсон.

Тайлбар 1: Хүснэгт 2-т харуулснаас бусад NSA давтамжийн утгыг хүснэгтэд оруулсан утгын хоорондох шугаман интерполяцыг ашиглан олж авч болно.

Тайлбар 2: LPDA антены хос хоорондын  $d$  зайг антен бүрийн уртрагын тэнхлэгийн дундын цэгийн газрын хавтгай дээрх проекцоор хэмждэг.

Тайлбар 3: Хос конус хэлбэртэй антены хоорондох  $d$  зайг тэжээлийн цэг дээрх элементийн төвийн шугамын тэнхлэгээс хэмжинэ.

Туйлшрал бүрийн хэмжилтийн хувьд NSA арга нь хүлээн авсан хүчдэлийн  $V_R$  хоёр өөр хэмжилтийг шаарддаг.

$V_R$  ( $V_{\text{DIRECT}}$ )-ийн эхний уншилтыг хоёр антенаас салган тохируулагчаар бие биентэйгээ холбогдсон хоёр коаксиаль кабелиар хийдэг.

$V_R$  ( $V_{\text{SITE}}$ )-ийн хоёр дахь уншилтыг тэдгээрийн харгалзах антентай холбоотой коаксиаль кабелиар авдаг ба дараа нь хүлээн авах антеныг өндрөөр нь (3м, 5м, 10м болон 30м тусгаарлалтын зайнд 1м-ээс 4м) сканердах үед хамгийн их дохиог хэмжинэ.

Хоёр хэмжилтийн хувьд, дохионы үүсгүүрийн хүчдэл  $V_i$  нь тогтмол байна.

Онолын NSA ( $A_N$ )-ын хамт хэмжсэн үр дүнг SA хазайлтын үр дүнг гарган авахын тулд Тэгшитгэл (6)-д ашигласан болно.

Бүх томъёо нь дБ-р байгаа болно.

$$\Delta A_S = V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}} - F_{aT} - F_{aR} - A_N \quad (6)$$

Энд:

$\Delta A_S$	SA хазайлт;
$F_{aT}$	нэвтрүүлэх антены коэффициент;
$F_{aR}$	хүлээн авах антены коэффициент;
$A_N$	Хүснэгт 2-ын дагуу онолын NSA юм.

$F_{aT}$  болон  $F_{aR}$ -ийг чөлөөт орон зайн антены коэффициент болгон тохируулна, 6.5.2-ыг үзнэ үү.

Эхний хоёр нэр томъёо нь SA-ийн бодит хэмжилтийг илэрхийлдэг болохыг анхаарна уу өөрөөр хэлбэл сонгодог үзэл баримтлалд SA нь ( $V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}}$ )-тэй тэнцүү бөгөөд энэ нь ашигласан хоёр антены шинж чанарыг агуулсан тархалтын замын алдагдал юм.

Хэмжилтийн төхөөрөмж эсвэл кабелийн температурын өөрчлөлтийн улмаас хүчдэлийн зөрүү байхгүй гэдгийг батлахын тулд үр дүнгийн тогтвортой байдлыг баталгаажуулахын тулд тохиромжтой хугацааны дараа  $V_{\text{DIRECT}}$  -ийг дахин хэмжинэ.

Ашигласан холбогдох NSA хэмжилтийн аргын хувьд (6.7.2-д заасан давтамжийн арга, эсвэл 6.7.1-д заасан тасалданги давтамжийн арга), баталгаажуулалтын шалгуурыг шаардлагатай давтамжийн царааны бүх давтамжид хангасан байх ёстой.

Хүснэгт 2-т газрын хавтгайтай харьцангуй хэвтээ болон босоо туйлшралын хувьд хос конус хэлбэртэй болон LPDA зэрэг өргөн зурвасын антены NSA утгыг жагсаасан.

Хэрэв  $\Delta A_S$  нь  $\pm 4$  дБ-ээс их бол 6.9-д заасны дагуу үргэлжлүүл.

**Хүснэгт 2 - Онолын нормчлогдсон талбайн унтралт,  
 $A_N$  –өргөн зурвасын антены санал болгож байгаа геометр**

Туйлш- рал	Хэвтээ											Босоо										
	3	3	5	5	5	10	10	10	10	30	30	3	3	5	5	5	10	10	10	30	30	
$d$ (М)	1	2	1	2	2,5	1	2	3	4	1	2	1	1,5	1	1,5	2,0	1	1,5	2,5	3,5	1	1,5
$h_1$ (М)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$h_{2, min}$ (М)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$h_{2, max}$ (М)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
$f_M$ (МГц)	$A_N$ дБ(м <sup>2</sup> )																					
30	15,8	11,0	20,7	15,6	14,3	29,8	24,1	21,3	19,7	47,8	41,7	8,2	9,3	11,4	12,0	12,7	16,7	16,9	17,4	18,2	26,0	26,0
35	13,4	8,8	18,2	13,3	12,2	27,1	21,6	18,9	17,4	45,1	39,1	6,9	8,0	10,1	10,7	11,5	15,4	15,6	16,1	16,9	24,7	24,7
40	11,3	7,0	16,0	11,4	10,5	24,9	19,4	16,9	15,6	42,8	36,8	5,8	7,0	8,9	9,6	10,4	14,2	14,4	15,0	15,8	23,5	23,5
45	9,4	5,5	14,1	9,8	9,1	22,9	17,5	15,2	14,2	40,8	34,7	4,9	6,1	7,9	8,6	9,5	13,2	13,4	14,0	14,9	22,5	22,5
50	7,8	4,2	12,4	8,5	7,9	21,1	15,9	13,7	13,1	38,9	32,9	4,0	5,4	7,1	7,8	8,7	12,3	12,5	13,2	14,1	21,6	21,6
60	5,0	2,2	9,5	6,3	6,0	18,0	13,1	11,5	11,3	35,8	29,8	2,6	4,1	5,6	6,3	7,4	10,7	11,0	11,7	12,7	20	20
70	2,8	0,6	7,2	4,6	4,4	15,5	10,9	9,9	9,9	33,1	27,2	1,5	3,2	4,3	5,2	6,4	9,4	9,7	10,5	11,7	18,7	18,7
80	0,9	-0,7	5,3	3,2	3,2	13,3	9,2	8,6	8,7	30,8	24,9	0,6	2,6	3,3	4,3	5,6	8,3	8,6	9,5	10,9	17,5	17,5
90	-0,7	-1,8	3,7	2,0	2,1	11,4	7,8	7,5	7,7	28,8	23,0	-0,1	2,1	2,4	3,5	5,1	7,3	7,6	8,7	10,2	16,5	16,5
100	-2,0	-2,8	2,3	1,0	1,1	9,7	6,7	6,6	6,7	27	21,2	-0,7	1,9	1,6	2,9	4,7	6,4	6,8	8,0	9,6	15,6	15,6
120	-4,2	-4,4	0,1	-0,7	-0,5	7,0	5,0	4,9	5,1	23,9	18,2	-1,5	1,3	0,3	2,1	3,4	4,9	5,4	7,0	6,8	14,0	14,0
140	-6,0	-5,8	-1,7	-2,1	-1,9	4,8	3,5	3,5	3,8	21,2	15,8	-1,8	-1,5	-0,6	1,7	1,0	3,7	4,3	6,2	5,2	12,7	12,7
160	-7,4	-6,7	-3,1	-3,3	-3,1	3,1	2,3	2,4	2,6	19	13,8	-1,7	-3,7	-1,3	1,0	-0,7	2,6	3,4	4,1	3,9	11,5	11,6
180	-8,6	-7,2	-4,3	-4,4	-4,1	1,7	1,2	1,3	1,6	17	12,0	-1,3	-5,3	-1,8	-1,0	-2,2	1,8	2,7	2,8	2,8	10,5	10,6
200	-9,6	-8,4	-5,3	-5,3	-4,7	0,6	0,3	0,4	0,6	15,3	10,6	-3,6	-6,7	-2,0	-2,6	-3,3	1,0	2,1	1,6	1,7	9,6	9,7
250	-11,7	-10,6	-7,5	-6,7	-6,7	-1,6	-1,7	-1,6	-1,2	11,6	7,8	-7,7	-9,1	-3,2	-5,5	-5,6	-0,5	0,3	-0,6	-0,3	7,7	7,9
300	-12,8	-12,3	-9,2	-8,5	-8,4	-3,3	-3,3	-3,0	-2,8	8,8	6,1	-10,5	-10,9	-6,2	-7,5	-7,3	-1,5	-1,9	-2,4			
400	-14,8	-14,9	-11,8	-11,2	-11,0	-5,9	-5,8	-5,6	-5,4	4,6	3,5	-14,0	-12,6	-10,0	-10,5	-10,0	-4,1	-5,0	-5,1			
500	-17,3	-16,7	-13,0	-13,3	-13,0	-7,9	-7,6	-7,6	-7,3	1,8	1,6	-16,4	-15,1	-12,5	-12,6	-11,6	-6,7	-7,2	-7,1			
600	-19,1	-18,3	-14,9	-14,9	-14,5	-9,5	-9,3	-9,2	-8,9	0,0	0,0	-16,3	-16,9	-14,4	-13,5	-13,4	-8,7	-9,0	-8,7			
700	-20,6	-19,7	-16,4	-16,1	-15,9	-10,8	-10,6	-10,5	-10,2	-1,3	-1,4	-18,4	-18,4	-15,9	-15,1	-14,8	-10,2	-10,4	-9,9			
800	-21,3	-20,8	-17,6	-17,3	-17,1	-12,0	-11,8	-11,6	-11,4	-2,5	-2,5	-20,0	-19,3	-17,2	-16,5	-16,0	-11,5	-11,6	-11,1			
900	-22,5	-21,8	-18,7	-18,4	-18,0	-12,8	-12,9	-12,7	-12,4	-3,5	-3,5	-21,3	-20,4	-17,4	-17,6	-16,9	-12,6	-12,7	-12,1			
1 000	-23,5	-22,7	-19,7	-19,3	-19,0	-13,8	-13,8	-13,6	-13,6	-4,4	-4,5	-22,4	-21,4	-18,5	-18,6	-17,9	-13,6	-13,6	-13,1			

<sup>a</sup> Эдгээр өгөгдлийг босоо туйлшралын үед антены төв нь газрын хавтгайгаас 1 м өндөрт байх үед хамгийн багадаа 25 см газрын хавтгайн зайтай антенд хэрэглэнэ.  
Бусад давтамжийн утгыг шугаман интерполяцаар олно.

$d$  газрын хавтгай дээрх дамжуулах антены проекц болон хүлээн авах антены дунд цэгийн хоорондох хэвтээ тусгаарлалт;  
 $h_1$  газрын хавтгай дээрх дамжуулах антены төвийн өндөр;  
 $h_2$  газрын хавтгай дээрх хүлээн авах антены төвийн өндөр.  
Энэ өндрийн скан мужид хүлээн авсан хамгийн их дохиог NSA үр дүнд ашигладаг;  
 $f_M$  давтамж;  
 $A_N$  NSA.

## 6.5.2 Антены тохируулга

NSA аргыг ашиглаж байгаа талбайн баталгаажуулалтын хувьд CISPR 16-1-6 стандартын аргаар хэмжсэн чөлөөт орон зайн антены коэффициентийг ашигладаг.

Тэгшитгэл (6)-д дурдсанчлан NSA-г тооцоолох чөлөөт орон зайн антены коэффициентийн ашиглалт нь ялангуяа 300 МГц-ээс доош давтамжтай хос конустай болон тохируулсан дипол антенд алдаа гаргахад хүргэдэг.

Учир нь Хүснэгт 2-т заасан онолын NSA-ийн утгын загвар нь SA-г хэмжихэд ашигласан бодит антен дээр биш Герцийн дипол дээр үндэслэдэг.

Энэ загварт газрын хавтгайтай харилцан уялдаатай антены коэффициент дээрх мэдэгдэхүйц өөрчлөлт болон антены цацаргалтын загварыг харгалзан үздэггүй.

RSM-д энэ асуудал гардаггүй, учир нь энэ нь антены коэффициенттой холбоогүй.

NSA аргын антены коэффициентийн тодорхойгүй байдлыг эрс багасгадаг хэсэгчилсэн шийдлийг [19]-д оруулсан.

## 6.6 OATS болон SAC-ийн загвар талбайн арга

### 6.6.1 Ерөнхий зүйл

RSM нь өргөн зурвасын антен ашиглан туршилтын талбайн тохиромжтой байдлыг баталгаажуулах өөр нэг арга юм.

NSA аргын нэгэн адил,  $V_{\text{DIRECT}}$  болон  $V_{\text{SITE}}$ -ийн үнэлгээг шаарддаг.

Эдгээр үр дүнг NSA аргад заасантай яг ижил геометр болон туйлшралыг ашиглан гаргаж авдаг.

Цаг агаарын хамгаалалттай OATS эсвэл SAC-ийн хувьд дараах тохиргоо байна:

- 3м, 5м, эсвэл 10м туршилтын зай;

Тайлбар 1: Хэдийгээр RSM-ийг 30м талбайд хэрэглэж болох ч зохих загвар туршилтын талбайн тоо хязгаарлагдмал тул энэ нь практик бус юм.

- дамжуулах антены өндөр нь хэвтээ туйлшралын хувьд 1 м болон 2 м, босоо туйлшралын хувьд 1 м болон 1.5 м;

Тайлбар 2: Бусад дамжуулах антены өндрийг Хүснэгт 2-оос үзнэ үү.

- 1 м-ээс 4 м хүртэлх хүлээн авах антены өндрийг сканнердах цараа.

RSM болон NSA аргын гол ялгаа нь Тэгшитгэл (7)-г ашиглан SA хазайлтыг тооцоолоход байдаг.

$$DA_S = V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}} - A_{\text{APR}} \quad (7)$$

Нэвтрүүлэх антен болон хүлээн авах антены хувьд антены коэффициент болон NSA аргын Тэгшитгэл (6)-д дурьдсанчлан тооцоолсон NSA ( $A_N$ ) утгыг ашиглахаас илүүтэй антены хосын загвар SA ( $A_{\text{APR}}$ )-н хувьд хэмжсэн үр дүнг ашигладаг.

## MNS .....:2023

Тайлбар 3:  $A_{APR}$  нь антены коэффициентийг агуулаагүй боловч антен хоорондох холболт, түүний дотор антен тус бүрийг газартай холбоход үзүүлэх нөлөөг агуулдаг.

Цаашилбал, цацаргалтын загвар нь ойролцоогоор Герцийн диполийнх шиг байдаг гэж NSA аргаас ялгаатай, антены цацаргалтын загварыг агуулсан.

Цаг агаараас хамгаалах хаалттай OATS болон SAC-ийн хувьд дөрвөн өгөгдлийн багц шаардлагатай, өөрөөр хэлбэл хоёр туйлшралтай хоёр антены өндөр.

Нэмэлт зай, туйлшрал, антены өндөр тус бүрийн хувьд Хүснэгт 3-н жишээ загварт үзүүлсэн шиг өөр  $A_{APR}$  шаардлагатай.

### 3-р хүснэгт – $A_{APR}$ өгөгдлийн багцын жишээ загвар

Давтамж МГц	Антены хос загвар талбайн унтралт, $A_{APR}$ [дБ]			
	Босоо		Хэвтээ	
	$h_1 = 1$ м	$h_1 = 2$ м	$h_1 = 1$ м	$h_1 = 1,5$ м
30	...	...	...	...
31	...	...	...	...
32	...	...	...	...
...	...	...	...	...

RSM хэмжилт хийхээр сүлжээний анализатор эсвэл шаталсан давтамж хүлээн авагчийг ашиглахдаа Хүснэгт 4 дэх давтамжийн алхамыг ашиглана.

Тайлбар 4: RSM нь шүүсэн давтамжийн арга юм; Хүснэгт 4 нь хамгийн их алхамын хэмжээг тодорхойлно.

Тайлбар 5: Тасралтгүй тохируулдаг хүлээн авагч эсвэл спектрийн анализаторыг RSM хэмжилтэнд ашиглах үед, Хүснэгт 4-д заасан давтамжийн алхамын хэмжээ хамаарахгүй.

### 4-р хүснэгт- RSM давтамжийн алхам

Давтамжийн царра, МГц	Хамгийн их давтамжийн алхамын хэмжээ, МГц
30 - 100	1
100 - 500	5
500 - 1 000	10

Туршилтын талбайн RSM хэмжилтэнд ашигласан давтамж нь  $A_{APR}$  өгөгдлийг гарган авахад ашигласан давтамжтай ижил байх ёстой (жишээлбэл, REFTS дээр; 6.6.3-ыг үзнэ үү).

$\Delta A_s$  шалгуурыг Хүснэгт 4-т өгсөн давтамж дээр хангах ёстой, Тэгшитгэл (7)-г үзнэ үү.

#### 6.6.2 RSM хэмжилтэд зөвшөөрөгдөөгүй антен

Энэхүү стандартын хувьд RSM талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтэд гибрид антен ашиглахгүй.

Тайлбар 1: Тодорхой SAC талбайг хос конус хэлбэртэй болон гибрид антеныг ашиглан баталгаажуулах үед, их хэмжээний хазайлт үр дүнд ажиглагдсан.

Хазайлтын гол шалтгаан нь антены фазын төв хоорондох өөр өөр зай юм, жишээлбэл хос конус хэлбэртэй антены хувьд 10 м, ердийн гибрид антены хувьд ойролцоогоор 11.2 м байдаг.

Ийм давтагдах боломжтой асуудлаас зайлсхийхийн тулд, гибрид антеныг оруулаагүй болно.

Тайлбар 2: Ихэвчлэн эдгээр томоохон антены байрлал илүү тодорхойгүй байдаг тул ялангуяа хоёр гибрид антены нийт урт нь 3 м орчим байж болох 3 м туршилтын талбайн хувьд гибрид антеныг ердийн тохиолдолд талбайн баталгаажуулалтад ашигладаггүй.

Тайлбар 3: SAC-ийн илүү сайн гүйцэтгэлийг ихэвчлэн илүү бага  $\Delta A_S$  -ийн хувьд стандарт антен (хос конус хэлбэртэй эсвэл LPDA) ашиглан олж авдаг; Гибрид антен ашиглан талбайн баталгаажуулалтын нийцлийг хангахын тулд SAC дизайны параметрийг тохируулахыг хатуу хориглоно.

Шаардлагатайгаас илүү сайн гүйцэтгэлтэй SAC-ийг бий болгохын тулд уг стандарт нь үйлдвэрлэгчээс жишээ нь  $\Delta A_S = 3.5$  дБ байхыг шаарддаг.

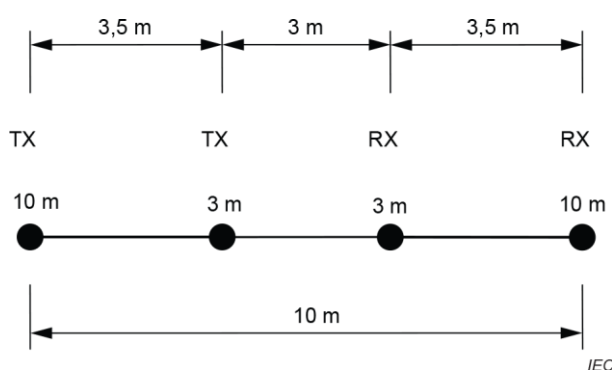
### 6.6.3 REFTS дээр антены хосын загвар талбайн унтралтын тодорхойлолт

$A_{APR}$ -ийг хэмжих нэг арга бол CISPR 16-1-5 стандартад заасан процедурын дагуу гүйцэтгэлийг хийсэн загвар туршилтын талбайг (REFTS) ашиглах явдал юм.

Өөр хоёр дахь аргыг 6.6.4-т үзүүлсэн.

Туршилтын 10м зайд  $A_{APR}$ -ийг тодорхойлохын тулд REFTS дээрх ижил байрлалыг CISPR16-1-5 стандартын процедурын дагуу REFTS баталгаажуулалтад ашигласантай адил ашиглана.

Туршилтын 3м зайд хэмжилтийг нэвтрүүлэгч антен болон хүлээн авах антены байрлалын хооронд зурсан тэнхлэг дээр CISPR 16-1-5 стандартын процедурын дагуу (Зураг 7-г үзнэ үү) REFTS баталгаажуулалтад ашигласантай адил хийнэ.



Түлхүүр  
TX = нэвтрүүлэх антен  
RX = Хүлээн авах антен

### 7-р зураг – 3 м болон 10 м туршилтын зайн туршилтын цэгийн байршил

$A_{APR}$  -ийг тодорхойлохын тулд дараах процедурыг хэрэглэнэ:

- $V_{DIRECT}$ -ийг тодорхойлно;
- нэвтрүүлэх антеныг 1 м өндөрт хэвтээ туйлшралд байрлуулна;
- хүлээн авах антеныг ижил туйлшралд  $d$  зайд байрлуулна;

## MNS .....:2023

- d) хүлээн авах антены 1 м-ээс 4 м өндрийг сканнердах явцад  $V_{SITE}$  -г тодорхойлно;
- e) тэгшитгэл (8)-ийг ашиглан дараах байдлаар  $A_{APR}$  -ийг тооцоолно:

$$A_{APR} = V_{DIRECT} - V_{SITE} \quad (8)$$

- f) хэвтээ туйлшралтай 2 м нэвтрүүлэх антены өндөрийн хувьд, дараа нь босоо туйлшралтай 1 м болон 1.5 м өндөртэй нэвтрүүлэх антены хувьд b)-c e)-р алхамыг давтана.

### 6.6.4 Том OATS дээр дундажлах аргыг ашигласан антены хос загвар талбайн унтралтын тодорхойлолт

$A_{APR}$ -ийг тодорхойлох өөр нэг арга бол том OATS дээр хэмжилт хийх явдал юм (том байх шалгуурын хувьд энэ дэд зүйлийн дараах праграфийг үзнэ үү).

Хамгийн тохиромжтой байдлын SA-ийн хазайлт нь барилга, мод гэх мэт ойр орчмын объектын ойлт болон газрын хавтгайн хязгаарлагдмал талбай болон тэгш байдлаас шалтгаалдаг.

Түүнчлэн газрын хавтгайн ирмэгээс гарсан ойлт нь ихэвчлэн босоо туйлшралын хэмжилтэд хэмжсэн SA-д синусоид долгион үүсгэж болно.

Газрын хавтгайн антены хосын байршлыг өөрчилснөөр долгионы хэмжээ болон фаз өөрчлөгддөг.

Эдгээр нөлөөг хамгийн бага байлгахийн тулд SA-г хэд хэдэн антены хос байрлалд хэмжиж, дундаж утгыг тооцдог.

Энэ дундаж утга нь хамгийн тохиромжтой талбайн SA-д нэгдэнэ.

Тайлбар 1: Үүнтэй төстэй техникийг ишлэл [19]-д өгсөн.

Том OATS нь дараах нөхцөл, шаардлагыг хангасан байна:

- 20м-ээс 30 м хэмжээтэй хамгийн бага газрын хавтгайн хэмжээ;
- $\pm 10$  мм-ээс бага хавтгайн хазайлт;
- метал газрын хавтгай дээр хамгаалалтын давхаргагүй (диэлектрик) байх.

$A_{APR}$  -ийг тодорхойлохдоо дараах процедурыг хэрэглэнэ.

a) Зураг 8-д үзүүлсэн схемийн дагуу OATS дээрх хосолсон туршилтын цэгийг тодорхойлно.

Антен бүрийн есөн цэг нь газрын хавтгайд байрлана.

Хэрэв OATS дээр цаг агаарын хамгаалалттай хааль байгаа бол, дурын туршилтын цэг болон хаалтын аль ч хэсэг хоорондох хамгийн бага зай нь 3 м-ээс их байх ёстой.

Хаалтын доторх хэмжилтийн байршлыг хориглоно.

Тайлбар 2: Локал сүлжээг (координатын систем) гагнасан давхаргатай харьцангуй нуль бус өнцөгтэй адилаар газрын хавтгайн (шулуун) ирмэгтэй харьцангуй нуль бус өнцгөөр байрлуулах нь давуу талтай.

Ийм төлөвлөлтийн жишээг Зураг 9-д үзүүлэв.



Дараах нөхцөлд есөөс бага хэмжилтийн байрлалыг (18 оноо) ашиглахыг зөвшөөрнө.

1) Энд өмнөх нийцлийг харуулсан:

Хэрэв сүүлийн 24 сарын дотор давтамж бүрийн дэд цараанд дор хаяж нэг антены хосын хувьд стандарт хазайлт  $s \leq 0.3$  дБ шалгууртай [Тэгшитгэл (10)-ийг үзнэ үү] нийцлийг үзүүлж байвал антен хосын хэмжилтийн байрлалын дараах хамгийн бага тоог зөвшөөрөх ёстой:

- хэвтээ туйлшралтай хос конус антены хувьд нэг байрлал (төв);
- босоо туйлшралтай хос конустай антены хувьд гурван байрлал (төв, нэмээд хоёр өөр байрлал);
- Хоёр туйлшралын алинд ч LPDA антены хувьд нэг байрлал (төв).

2) Хэрэв нийцлийн шалгуурыг есөөс цөөн цэгт хангадаг бол нийцлийг илүү цөөн цэгээр харуулж байгаа үед энэ цэгийг тоог ашиглахыг зөвшөөрдөг.

Тайлбар 3 Хамгийн өндөр нарийвчлалтай  $A_{APR}$ -ийг тодорхойлохын тулд, бүх есөн хос антены байрлалыг ашигласнаар дундаж үр дүн сайжирна.

b) Сонгосон хэмжилтийн байрлалыг 1-ээс  $N$  ( $N \leq 9$ ) хүртэл дугаарлана.

c) Байрлал 1-д антеныг байрлуулна.

d) Хүснэгт 4-т байгаа бүх давтамж дээр бүх шаардлагатай өндөр болон туйлшралын хувьд  $A_{APR,1}$  хэмжинэ.

e) Бусад бүх байрлалд d)-р алхамыг давтана.

f) Тэгшитгэл (9)-ийг ашиглан дБ-ээр илэрхийлсэн хэмжигдсэн  $A_{APR,f}$ -ийн дундажийг тооцоолно:

$$A_{APR} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_{APR,i} \quad (9)$$

g) Тэгшитгэл (10)-ыг ашиглан дундаж хэмжигдэхүүний стандарт хазайлтыг (өөрөөр хэлбэл  $A_{APR}$ -ийн) дБ-ээр тооцоолно:

$$s(A_{APR}) = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^N (A_{APR,i} - A_{APR})^2} \quad (10)$$

Тохируулсан  $A_{APR}$  утгыг хэрэв бүх хэмжсэн давтамж дээр  $s \leq 0.6$  дБ байвал дараагийн COMTS баталгаажуулалтад ашиглах боломжтой гэж үзнэ.

Хэрэв  $N \geq 2$  бол, тодорхойгүй байдлын тооцоололд шаардлагатай  $s(A_{APR})$ -ийн нарийвчлалыг тооцоолоход Тэгшитгэл (10)-ийг ашиглана.

Хэрэв  $N = 1$  бол,  $s = 0.6$  дБ байна гэж үзнэ.

Сонгосон бүх байрлалын өгөгдөлд ямар ч нийтлэг офсет (системийн нөлөө) оруулахгүй байхад онцгой анхаарах хэрэгтэй.

Ийм нөлөө нь антены тулгуурын нөлөөнөөс үүдэлтэй байж болно.

Зарим антены тулгуурын хувьд моторын хайрцагийн метал бүрхүүл болон антен хооронд чухал холболт үүсч болно.

## MNS .....:2023

Энэ нөлөөллийн хэмжээг антен болон моторын бүрхүүлийн  $d_{Ant}$  (Зураг 10-г үзнэ үү) хоорондын зайг өөрчлөх болон эдгээр шинэ тохиргоогоор  $A_{APR}$  хэмжилтийг давтах замаар судлах ёстой.

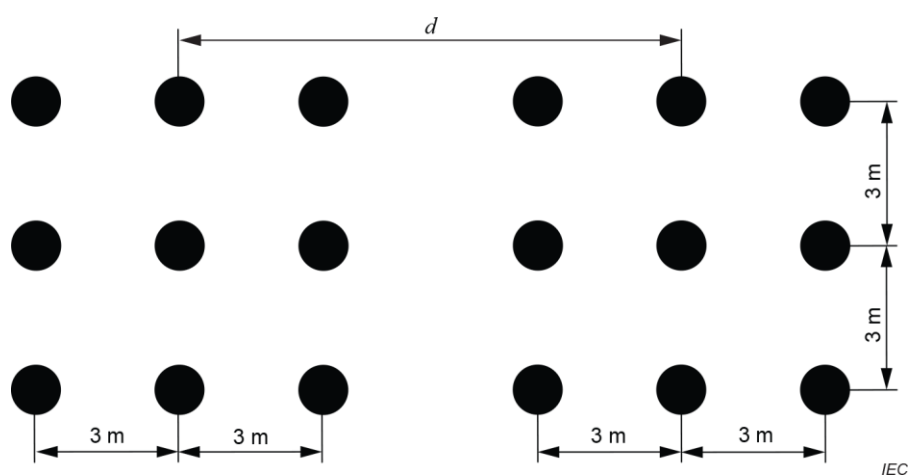
Энэ нөлөөллийг тодорхойгүй байдлын тооцоонд оруулна.

Нийтлэг тэнцүүлэх өөр нэг шалтгаан нь антенны кабелийн тусгал байж болно.

Энэ нөлөөллийг багасгахын тулд кабелийг газар руу чиглүүлэхээс өмнө антенны ард 2 м-ээс багагүй зайнд хэвтээ байдлаар сунгана.

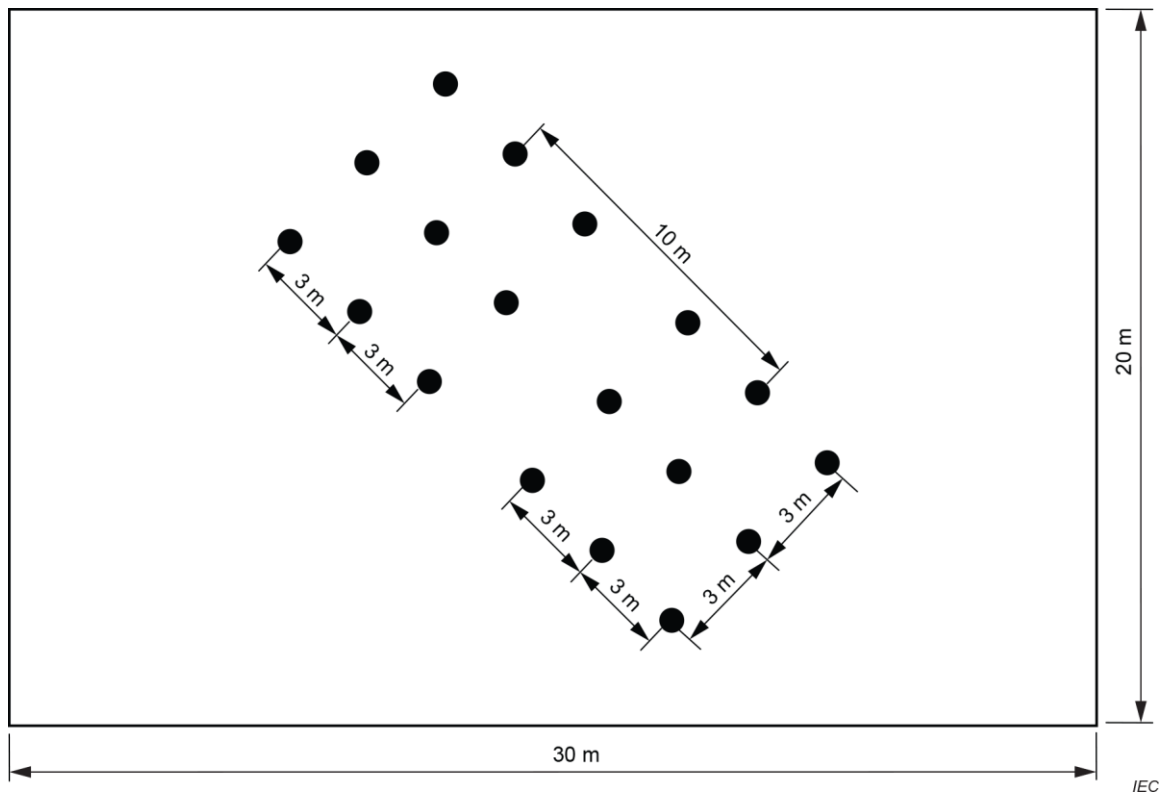
Гадаргуугийн гүйдлийг багасгахын тулд хавчаартай ферритийг кабел дээр хэрэглэнэ.

Энэ нөлөөллийн хүчин зүйлийг тодорхойгүй байдлын тооцоонд мөн оруулна.

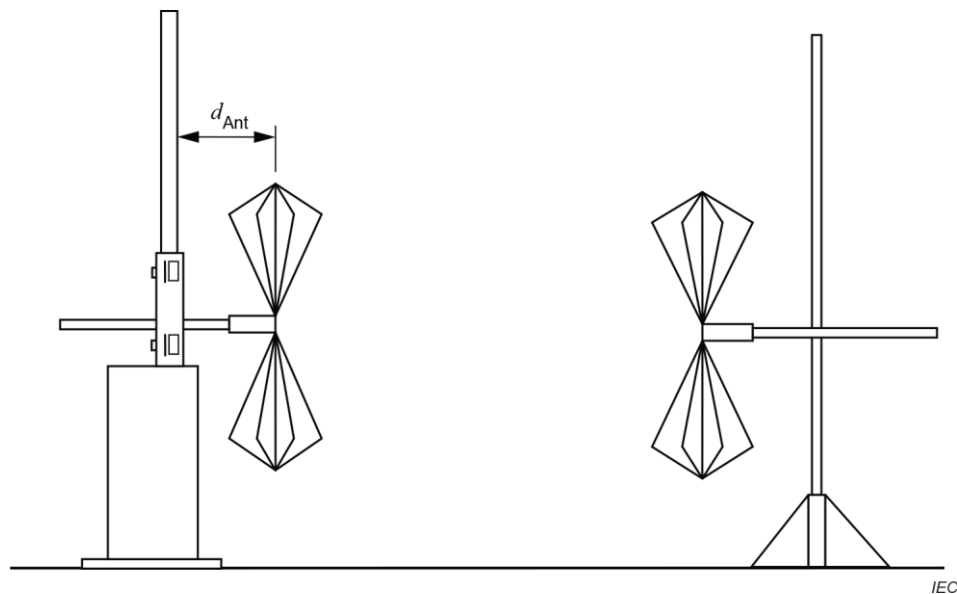


$d$  - хоёр антенны загвар цэгийн төлөвлөлт хоорондох зай

### 8-р зураг – Бүх туршилтын зайн хувьд хосолсон туршилтын цэгийн байршил



9-р зураг - 10 м туршилтын зайд хосолсон туршилтын цэгийг сонгох жишээ



10-р зураг –  $A_{APR}$  дээрх антены тулгуурын нөлөөллийн судалгааны зураг

## 6.7 NSA аргаар хийсэн OATS-ийн баталгаажуулалт

### 6.7.1 Дискрет давтамжийн арга

#### 6.7.1.1 Хэмжилтийн тохиргоо

Тухайлсан туршилтын тохиргооны талаарх дэлгэрэнгүй мэдээллийг 6.8 дахь Зураг 11, Зураг 12-оос үзнэ үү.

Дохионы үүсгүүр зохих кабелийн урттай нэвтрүүлэх анантай холбогдсон байна.

## MNS .....:2023

Нэвтрүүлэх антеныг шаардлагатай байрлалд байрлуулна.

Нэвтрүүлэх антены өндрийг  $h_1$  гэж тохируулсан ( $h_1$ -ийн утгыг Хүснэгт 2-оос үзнэ үү) ба шаардлагатай туйлшралыг сонгоно.

Өргөн зурвасын антены хувьд антены өндөр нь  $h_1 = h_{2,\min} = 1$  м байна.

Хүлээн авах антеныг нэвтрүүлэх антенаас  $d$  зайд байрласан, кабелийн тохиромжтой уртаар хэмжиж байгаа хүлээн авагч эсвэл спектр анализатортай холбогдсон,  $h_{2,\min}$  -ээс  $h_{2,\max}$  өндрийн цараанд сканнердах тулгуурт суурилуулдаг.

Нэвтрүүлэх антентай ижил туйлшралыг сонгосон.

Тайлбар: Зураг 11 болон Зураг 12-т үзүүлсэн туршилтын тохиргооноос ялгаатай нь OATS-ийн талбайн баталгаажуулалт нь зөвхөн нэг талбайн унтралтын хэмжилтийг шаарддаг.

### 6.7.1.2 Хэмжилтийн процедур

Хүснэгт 2-т заасан давтамж бүрд дараах алхмыг ашиглана.

Хэмжилтийг эхлээд хэвтээ байрлалтай антенд, дараа нь  $h_1$ -д тохируулсан нэвтрүүлэх антены өндөртэй босоо тэнхлэгт тохируулсан антенд хийнэ.

- a) Хүлээн авсан хүчдэлийн дэлгэцийг орчны болон хэмжих хүлээн авагч эсвэл спектр анализаторын шуугианаас хамаагүй дээгүүр өгөхийн тулд дохионы үүсгүүрийн гаралтын түвшинг тохируулна.
- b) Хүснэгт 2-т заасны дагуу  $h_2$  сканнерийн цараагаар цамхаг дээрх хүлээн авах антеныг дээшлүүлнэ.
- c) Нэвтрүүлэх антен болон хүлээн авах антенаас кабелийг салгаж, дараа нь эдгээр кабелийг шулууун дамжуулагч тохируулагч руу шууд холбоно.
- d) Холбоотой нэвтрүүлэх антен болон хүлээн авах антены кабел дээрх дохионы түвшинг тэмдэглэнэ. Энэ утга нь Тэгшитгэл (6)-ийн хувьд  $V_{\text{DIRECT}}$  байна.
- e) Туйлшрал бүрийн хувьд, давтамж тус бүрт Тэгшитгэл (6)-д b) болон d) алхамын утгыг оруулна.
- f) Тэгшитгэл (6) дахь хэмжилтийн давтамж дээр нэвтрүүлэгч болон хүлээн авах антены коэффициентийг оруулна.
- g) Ашиглагдаж байгаа хэмжилтийн давтамж болон туйлшралын NSA болох  $A_S$ -ийн хувьд  $A_S = V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}} - F_{\text{AT}} - F_{\text{AR}}$  олно.
- h)  $\Delta A_S$  -ийг олж авахын тулд Хүснэгт 2-т байгаа тохирох онолын NSA-аас g)-р алхам дахь утгыг хасна.
- i) Хэрэв h)-р алхамын үр дүн нь  $\pm 4$  дБ-ээс бага байвал, тухайн талбайг тухайн давтамж болон туйлшралд хүлээн зөвшөөрөх боломжтой гэж үзнэ.
- j) Дараагийн давтамж болон туйлшралын хослолын хувьд a)-аас i) хүртэлх алхмыг давтана.

Тайлбар: NSA хэмжилтийн хувьд, дохионы үүсгүүрийн гаралт эсвэл хэмжих хүлээн авагч эсвэл спектрийн анализаторын оролт дээрх эсэргүүцлийн үл нийцэл нь алдаа үүсгэж болзошгүй ойлтыг бий болгож болно.

Энэ байдлаас 10дБ унтраагчийг өөрөөр хэлбэл нэвтрүүлэгч антен дээр нэг, хүлээн авагч антен дээр нэгийг ашиглах замаар зайлсхийх боломжтой.

Хэрэв системийн мэдрэмтгий байдлыг зөвшөөрвөл, эдгээр унтраагчийг NSA хэмжилтийн бүх явцад кабельд холбогдсон хэвээр байлгана.

## 6.7.2 Шүүсэн /Swept/ давтамжийн арга

### 6.7.2.1 Хэмжилтийн тохиргоо

Тохируулга нь зөвхөн өргөн зурвасын антен ашиглахаас бусад тохиолдолд 6.7.1-тэй төстэй.

Ийм өргөн зурвасын антены физик жижиг хэмжээний улмаас (жишээ нь тохируулсан диполтай харьцуулахад) босоо туйлшралын антены өндрийг сканнердахад хязгаарлалт хийх шаардлагагүй.

Антены өндөр нь  $h_1 = h_{2,\min} = 1$  м байна.

### 6.7.2.2 Хэмжилтийн процедур

Дараах алхмыг хамгийн дээд цэгт барих ('хамгийн өндөр цэгт барих'), хадгалах чадвартай, хянах генератор бүхий автомат хэмжих төхөөрөмжийг ашиглан гүйцэтгэнэ.

Энэ аргын хувьд хүлээн авах антены өндөр  $h_2$  болон давтамжийг хоёуланг нь сканнердаж эсвэл шаардлагатай өндөр болон давтамжийн цараанд шүүдэг.

Давтамжийн царааг ихэвчлэн ашигласан өргөн зурвасын антены төрлөөр тодорхойлдог.

Давтамжийн шүүлтийн хурд нь антены өндрийн сканнердах хурдаас хамаагүй их байх ёстой.

Нэвтрүүлэх антены өндрийг  $h_1$ -р тохируулна.

- a) Хүлээн авсан хүчдэлийн дэлгэцийг орчны болон скан хийх хүлээн авагч эсвэл спектр анализаторын шуугианаас хамаагүй дээгүүр өгөхийн тулд хянах үүсгүүрийн гаралтын түвшинг тохируулна.
- b) Хүснэгт 2-т заасны дагуу тулгуур дээрх хүлээн авах антеныг сканнердах царааны хамгийн дээд өндөр хүртэл дээшлүүлнэ.
- c) Шаардлагатай давтамжийн царааг шүүрдэхийн тулд спектр анализаторыг тохируулна.

Спектрийн анализаторыг ижил агуургийн масштаб дээр 60дБ хүртэл өндөр ижил төстэй дохиог харуулахын тулд тохируулсан эсэхийг шалгана.

Энэ нь d)-р алхамд бүртгэгдэх түвшнийг агуулна.

- d) Хүлээн авах антеныг тохирох талбайн геометрийн хувьд Хүснэгт 2-т заасны дагуу сканнердах царааны хамгийн бага өндөр рүү аажмаар буулгана.

## MNS .....:2023

Хүлээн авсан хамгийн их хүчдэлийн үзүүлэлт  $V_{SITE}$ -ийг дБ(mV)-ээр хадгалах буюу тэмдэглэнэ.

(Антенyг буулгахад шаардагдах хугацаа нь давтамжийг шүүх хугацаанаас хамаагүй илүү удаан байх ёстой.)

- e) Нэвтрүүлэх антен болон хүлээн авах антенаас кабелийг салгаж, тэдгээрийг шулуун тохируулагч руу шууд холбоно.

Гарсан хүчдэлийн үзүүлэлт  $V_{DIRECT}$  -ийг дБ(mV)-р хадгалах буюу тэмдэглэнэ.

- f) Давтамж бүрд d)-р алхамд хэмжсэн хүчдэлийг e)-р алхамд хэмжсэн хүчдэлээс хасна.

Түүнчлэн дБ(m<sup>-1</sup>)-р илэрхийлсэн нэвтрүүлэгч антен болон дБ(m<sup>-1</sup>)-р илэрхийлсэн хүлээн авах антены коэффициентийг хасна (давтамжийн тасралтгүй функц болох антены коэффициентийг дискрет антены коэффициентийн утгыг тохируулах замаар энгийн шугаман муруй ашиглан гаргаж болно).

Үр дүн нь ашигласан давтамжийн цараагаар хэмжсэн  $A_s$  бөгөөд үүнийг графикаар зурах хэрэгтэй.

Мөн Хүснэгт 2-т үзүүлсэн хамгийн тохиромжтой талбайн онолын NSA-г зур.

- g) Олсон  $\Delta A_s$  ялгаа нь  $\pm 4$  дБ шалгуурт багтах ёстой.

Тайлбар: NSA хэмжилтийн аргын хувьд, дохионы үүсгүүрийн гаралт дээр эсвэл хэмжих хүлээн авагч эсвэл спектрийн анализаторын оролт дээрх эсэргүүцлийн үл нийцэл нь ойлтын алдааг үүсгэж болзошгүй.

Нэвтрүүлэх антены холбогч болон хүлээн авах антены холбогч тус бүрийн мөн холбогдох антены кабелийн хооронд 10 дБ унтраагчийг ашигласнаар үүнээс зайлсхийх боломжтой.

Хэрэв системийн мэдрэмтгий байдлыг зөвшөөрвөл эдгээр унтраагчийг ихэвчлэн бүх NSA хэмжилтийн явцад кабельд холбоотой хэвээр байлгадаг.

### 6.8 Цаг агаарын хамгаалалттай OATS эсвэл SAC-ийн баталгаажуулалт

Цаг агаараас хамгаалах бүрхэвчтэй OATS буюу SAC-ийн хувьд, нэг талбайн унтралтын хэмжилт нь барилгын материал ба/эсвэл байгууламжийн хана, таазнаас бүрдэх RF шингээгч материалаас гарч болзошгүй ойлтыг барьж авахад хангалтгүй юм.

Эдгээр сайтын хувьд "туршилтын эзэлхүүн" нь эргэлдэх тавцан гэх мэт өөрийн төвийг 360°-аар эргэх үедээ туршилт хийгдэх хамгийн том EUT эсвэл системээр шалгагдах эзэлхүүн юм.

Зураг 11 ба 12-т үзүүлсэн шиг хэвтээ болон босоо туйлшралыг үнэлэх нь хоёр туйлшрал (хэвтээ болон босоо) болон хоёр өндрийн хувьд (хэвтээд 1 м болон 2 м, босоод 1 м болон 1.5 м) хамгийн ихдээ 20 тусдаа SA хэмжилтийг, өөрөөр хэлбэл хэвтээ хавтгайд таван байрлал (төв болон төвөөс хэмжиж байгаа антены байрлал руу татсан шугамтай холбоотой хэмжсэн төв, зүүн, баруун, урд, хойд) шаардаж болно.

Эдгээр хэмжилтийг өргөн зурвасын антенаар гүйцэтгэдэг бөгөөд зайг антены төвтэй харгалзуулан хэмждэг.

Нэвтрүүлэх антен болон хүлээн авах антен нь бие биентэйгээ параллель, хэмжилтийн тэнхлэгт ортогональ байрлалтай антены элементтэй нийцсэн байдаг.

Хэвтээ болон босоо туйлшралын хувьд бүх антены байрлал нь төвийн байрлалаас бусад туршилтын эзлэхүүний захад байна.

Удирдамжийн дагуу туршилтын эзэлхүүн нь антены орой болон хамгийн ойрын шингээгчийн орой хооронд хаяж 25 см эсвэл антены дундын цэг болон хамгийн ойрын шингээгчийн орой хооронд дор хаяж 1 м байхийг зөвшөөрөх ёстой.

Босоо туйлшралын хувьд антены доод үзүүр нь шалнаас 25 см-ээс их байх ёстой бөгөөд ингэснээр хамгийн бага өндрийг хэмжихэд антены төвөөс 1 м-ээс бага зэрэг өндөр байх шаардлагатай.

- a) барилгын болон/эсвэл шингээгч материалын хамгийн ойрын цэг нь туршилтын эзэлхүүний арын хилээс 1 м-ээс илүү зайд байвал арын байрлал дахь босоо болон хэвтээ туйлшралын хэмжилтийг тооцохгүй байж болно.

Тайлбар: Диэлектрик интерфэйсийн ойролцоо байрлах цацаргалтын унтралтын үүсгүүр нь тухайн байрлал дахь цацаргалтын шинж чанарт нөлөөлж болох гүйдлийн тархалтын өөрчлөлттэй байдгыг харуулсан.

EUT-ийг эдгээр интерфэйсийн ойролцоо байрлуулах боломжтой бол нэмэлт SA хэмжилт хийх шаардлагатай.

- b) зүүн болон баруун байрлалыг холбосон туршилтын эзэлхүүний диаметрийн хэвтээ туйлшралын хэмжилтийн нийт тоог диаметрийн 90%-ийг хамрах антены бүрхэлтэд зайлшгүй шаардлагатай хамгийн бага тоо хүртэл бууруулж болно.

- c) Хэрэв EUT-ийн дээд хэсэг, үүнд дурын суурилуулатын тохиргооны хүснэгтийг оруулаад 1.5 м-ээс бага өндөртэй бол 1.5 м өндөрт босоо туйлшралын хэмжилтийг тооцохгүй байж болно.

- d) Хэрэв туршилтын эзэлхүүн нь 1 м-ээс ихгүй гүн, 1.5 м өргөн, 1.5 м өндөр бол, үүнд тохируулах ширээ ашиглаж байгаа бол, хэвтээ туйлшралын хэмжилтийг хоёуланг нь 1м болон 2м өндөрт зөвхөн төв, урд болон арын байрлалд хийх шаардлагатай.

Хэрэв a)-р зүйлийн нөхцөлийг хэрэглэж болж байвал, арын байрлалыг орхиж болно.

Үүнд хамгийн багадаа найман хэмжилт шаардлагатай: нэг өндрийн хувьд босоо туйлшрал бүхий дөрвөн байрлал (зүүн, төв, баруун, урд), хоёр өндрийн хувьд хэвтээ туйлшрал бүхий дөрвөн байрлал (төв ба урд); Зураг 13 болон 14-ийг үзнэ үү.

Хүлээн авах антеныг эргэлддэг тавцангийн төв рүү чиглэсэн шугамын дагуу зохих тусгаарлалтыг хадгалахын тулд дахин байрлуулна (Зураг 11, 12, 13, 14-ийг үзнэ үү).

Туршилтын талбайг дээр дурдсан бүх хэмжилт 6.4.2-ын шаардлагыг хангасан тохиолдолд цацаргалтын унтралтын хэмжилт хийхэд тохиромжтой гэж үзнэ.

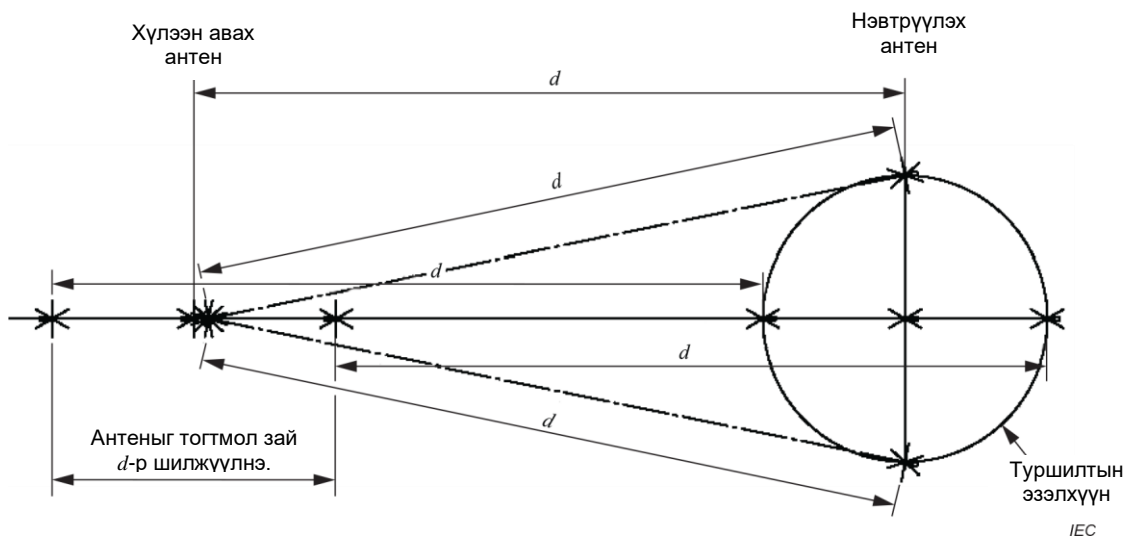
**MNS .....:2023**

Хэрэв туршилтын эзлэхүүний өндөр  $h$  2 м-ээс хэтэрвэл, хоёр нэвтрүүлэх антены өндөр  $h_1$ -ийг ашиглана; өөрөөр хэлбэл хэвтээ туйлшралын хувьд  $h_1=1$  м болон  $h_1=h$  м, босоо туйлшралын хувьд  $h_1 = 1$  м болон  $h_1 = (h - 0.5)$  м байна.

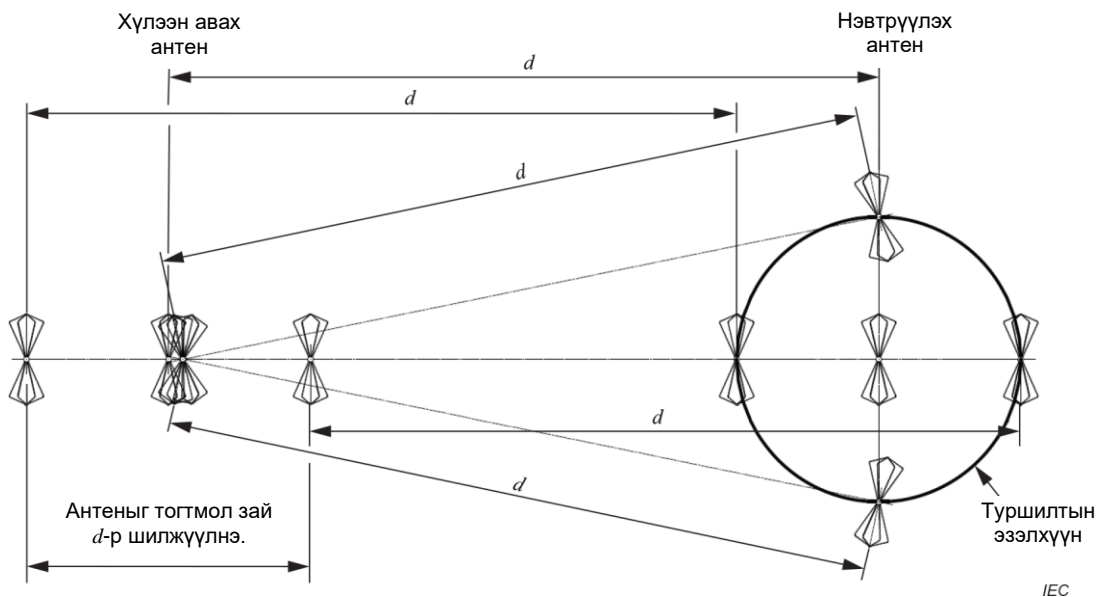
Жишээлбэл, хэрэв туршилтын эзлэхүүний өндөр  $h = 3$  м бол хэвтээ туйлшралын хувьд нэвтрүүлэх антены өндөр  $h_1$  нь 1 м болон 3 м, босоо туйлшралын хувьд 1 м болон 2.5 м байна.

Хэрэв туршилтын эзлэхүүний өндөр  $h = 4$  м бол, хэвтээ туйлшралын хувьд  $h_1$  нь 1 м ба 4 м, босоо туйлшралын хувьд 1 м ба 3.5 м байна.

10м хэмжилтийн зайд 3.0 м, 4.0 м (HP) болон 2.5 м мөн 3.5 м (VP) нэмэлт нэвтрүүлэх антены өндөр, 5 м хэмжилтийн зайд 2.5 м (HP) болон 2.0 м (VP)-н нэмэлт нэвтрүүлэх антены өндөрт зориулсан NSA өгөгдлийг Хүснэгт 2-т үзүүлэв.

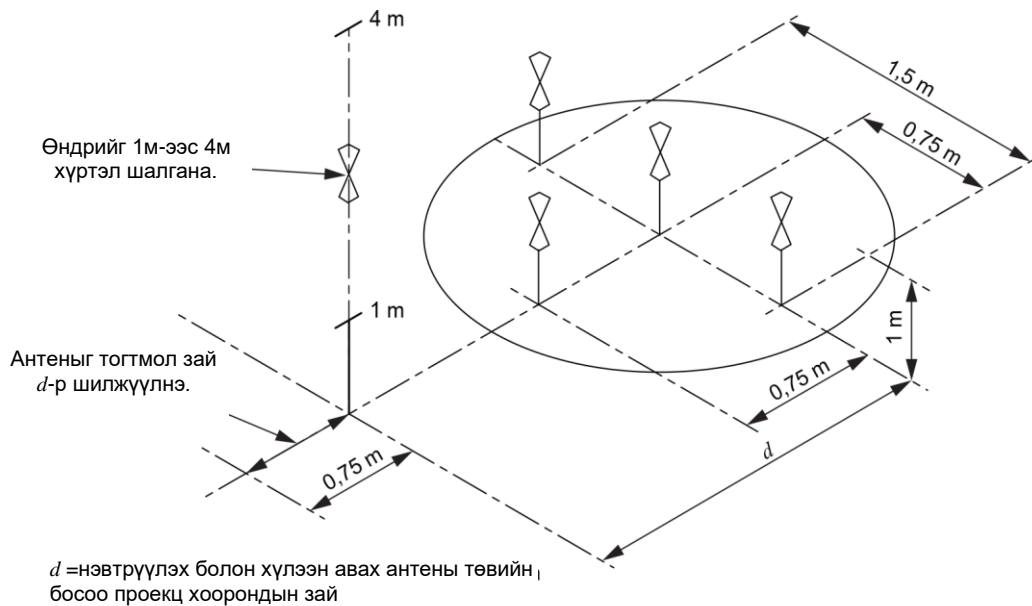


**11-р зураг - Цаг агаараас хамгаалагдсан OATS эсвэл SAC-ийн ердийн антены байрлал - босоо туйлшралын баталгаажуулалтын хэмжилт**



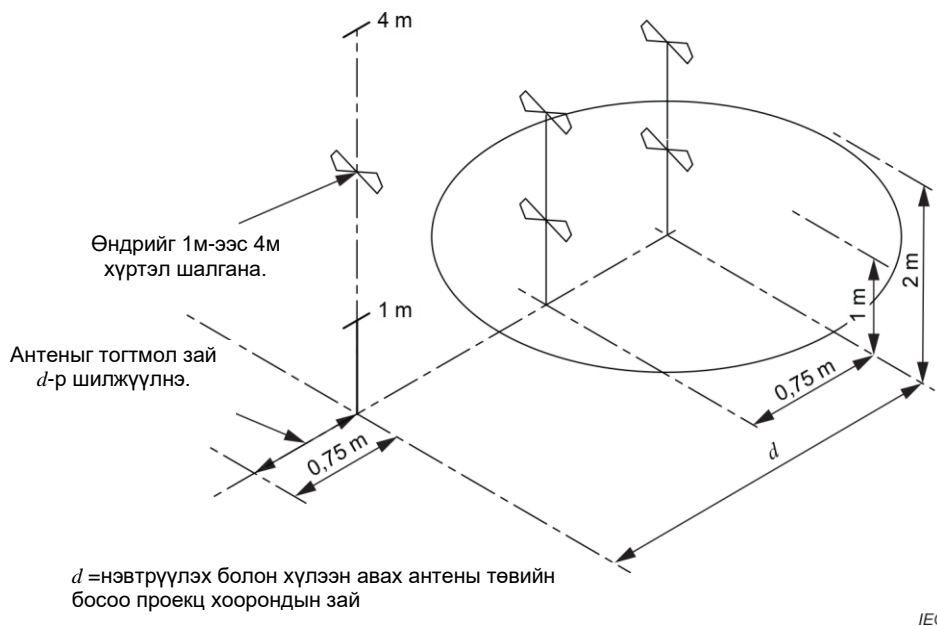
**12-р зураг - Цаг агаараас хамгаалагдсан OATS эсвэл SAC-ийн ердийн антены байрлал - хэвтээ туйлшралын баталгаажуулалтын хэмжилт**





Тайлбар: EUT нь шаардлагагүй ойлтыг үүсгэж болзошгүй хамгийн ойрын материалаас 1 м-ээс их периметртэй 1 м гүн, 1.5 м өргөн, 1.5 м өндөртэй эзлэхүүнээс хэтрэхгүй.

**13-р зураг - Цаг агаараас хамгаалагдсан OATS эсвэл SAC-ийн ердийн антенны байрлал – илүү жижиг EUT-ийн босоо туйлшралын баталгаажуулалтын хэмжилт**



Тайлбар: EUT нь шаардлагагүй ойлтыг үүсгэж болзошгүй хамгийн ойрын материалаас 1 м-ээс их периметртэй 1 м гүн, 1.5 м өргөн, 1.5 м өндөртэй эзлэхүүнээс хэтрэхгүй.

**14-р зураг - Цаг агаараас хамгаалагдсан OATS эсвэл SAC-ийн ердийн антенны байрлал – илүү жижиг EUT-ийн хэвтээ туйлшралын баталгаажуулалтын хэмжилт**

## **6.9 Талбайн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг хэтрүүлэх боломжит шалтгаан**

Хэрэв Тэгшитгэл (6)-г (эсвэл RSM ашиглах үед Тэгшитгэл (7)) ашиглаж байгаа хазайлт  $\Delta A_5$  нь  $\pm 4$ дБ шалгуураас хэтэрсэн бол дараах зүйлсийг дахин шалгана:

- хэмжилтийн процедур;
- антены коэффициентийн нарийвчлал;
- дохионы үүсгүүр эсвэл хүлээн авагчийн нарийвчлал эсвэл спектр анализаторын оролтын унтраагч дахь шилжилт;
- хэмжилтийн төхөөрөмжийн уншилт.

Өмнөх жагсаалтын параметрт алдаа олдоогүй бол тухайн талбайг алдаатай гэж үзэх ба талбайн өөрчлөлтийн боломжит шалтгааныг нарийвчлан судална.

Хавсралт F-д NSA хэмжилтэнд гарч болох алдааг тодорхойлсон.

Босоо туйлшрал нь ерөнхийдөө хэмжилтийн илүү хатуу нөхцөл тул талбайн гажилтыг хэвтээ туйлшралаас илүү мэдрэмтгий энэ хэмжигдэхүүнийг ашиглан судладаг гэдгийг анхаарна уу.

NSA үр дүн. Шалгах гол зүйл нь:

- a) газрын хавтгайн хэмжээ болон барилгын хангалтгүй байдал;
- b) шаардлагагүй ойлтыг үүсгэж болзошгүй талбайн периметр дэх объект;
- c) бүх цаг агаарын бүрхэвчийн тусгал;
- d) эргэх тавцангийн гадаргуу нь дамжуулагч байдаг мөн талбайн газрын хавтгайтай ижил өндөрт байгаа тохиргооны хувьд эргэлтийн тавцангийн орчин дахь газрын хавтгайн тасалдал;
- e) аливаа диэлектрик газрын хавтгайн бүрхэлтийн зузаан; мөн
- f) газрын хавтгай дахь нээлхий, жишээлбэл газар доорх хяналтын өрөө рүү буух шат.

## **6.10 FAR-д зориулсан талбайн баталгаажуулалт**

### **6.10.1 Ерөнхий зүйл**

FAR-ийн хувьд, NSA нь эргэдэг тавцан дээрх EUT-ийн эргэлтээс үүссэн цилиндр хэлбэрийн туршилтын эзэлхүүн дээр 6.10.4-ийн шаардлагыг хангасан байх ёстой.

Энэ нөхцөлд "EUT" нь олон нэгжийн EUT-ийн бүх бүрэлдэхүүн болон харилцан холболтын кабелийг агуулдаг.

Хүснэгт 5-д туршилтын эзэлхүүний хамгийн их өндөр болон диаметрийг ( $h_{\max} = d_{\max}$ ) туршилтын зайны функц байдлаар тодорхойлно.

Диаметр болон туршилтын зай хоорондын энэ харьцаа нь EUT унтралтын хэмжилтийн зөвшөөрөгдөх тодорхойгүй байдлыг баталгаажуулдаг.

### 5-р хүснэгт – Туршилтын зайтай харьцуулсан туршилтын эзэлхүүний хамгийн их хэмжээс

Хамгийн их диаметр $d_{\max}$ болон туршилтын эзлэхүүний өндөр $h_{\max}$ (м)	Туршилтын зай $d_{\text{nominal}}$ (м)
1.5	3.0
2.5	5.0
5.0	10.0

Нэг байрлалтай SA хэмжилт нь FAR-ийн хана, шал, тааз, эргэдэг тавцангийн доторлогооны хамгаалалттай өрөөний барилгын материал болон/эсвэл шингээх материалаас гарч болзошгүй ойлтыг барьж авахад хангалтгүй байж болно.

Иймд FAR талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийг туршилтын эзлэхүүн дэх (Зураг 15-ийг үзнэ үү) нэвтрүүлэгч антены хэвтээ болон босоо антены туйлшралын хувьд арван таван хэмжилтийн байрлалд дараах байдлаар гүйцэтгэнэ:

- туршилтын эзлэхүүний гурван өндөрт: доод, дунд, дээд;
- бүх гурван хэвтээ хавтгайн таван байрлалд: хэвтээ хавтгай тус бүрийн төв, зүүн, баруун, урд болон арын байрлал.

Арын байрлал болон шингээгчийн хоорондох зай 0.5м-ээс их байвал арын байрлалыг тооцохгүй байж болно.

EUT туршилтын үед, эргэдэг тавцан дээрх арын байрлалыг мөн урд тал руу эргүүлэх бөгөөд арын ойлтын нэмэгдэхүүн нь хамгийн их дохионд нөлөөлөхгүй.

SA хэмжилтийн хувьд хоёр өргөн зурвасын антеныг ашиглана: туршилтын эзлэхүүний хэмжилтийн байрлал дахь загвар цэг бүхий нэг нэвтрүүлэгч антен, мөн тогтоосон чиглэл, байрлал дахь энэ туршилтын эзлэхүүний гадна нэг хүлээн авагч антен.

Нэвтрүүлэх антен нь ойролцоогоор бүх чиглэлтэй Н-хавтгай загвартай байх ба ихэвчлэн жижиг хос конус хэлбэртэй антентай байна.

Нэвтрүүлэх антены дээд хэмжээ нь 3 м-н туршилтын зайд 40 см-ээс хэтрэхгүй байх ёстой; илүү хол зайд хос конус хэлбэрийн антены оройноос орой хүртэлх урт нь торон загварын хувьд хамгийн ихдээ 44 см, хэрэв эвхэгддэг төрөл эсвэл эргэлдсэн метал конус бол 50 см байж болно.

Ердийн хүлээн авах антен нь 30 МГц-ээс 1000 МГц-д гибрид антен эсвэл тусдаа антен (30 МГц-ээс 200 МГц-д хос конустай, 200 МГц-ээс 1000 МГц-д LPDA) байдаг.

Тайлбар 1: Ердийн гибрид антены харьцангуй том физик хэмжээний улмаас 3 м зайд EUT унтралтын хэмжилт эсвэл FAR талбайн баталгаажуулалтын аль алинд нь гибрид антен ашиглахыг зөвлөдөггүй.

FAR-ийн SA-г хэмжихэд ашигладаг ижил антеныг мөн хагас чөлөөт орон зайн туршилтын талбайн загвар SA-г хэмжихэд хэрэглэнэ (6.10.2-ыг үзнэ үү).

FAR баталгаажуулалтын үед ашигласан хүлээн авах антен нь EUT-ийн дараагийн цацаргалтын унтралтын хэмжилтэнд ашигласантай ижил төрлийн байх ёстой.

Туршилтын эзлэхүүний баталгаажуулалтын хувьд, хэвтээ болон босоо туйлшралын аль алинд нь мөн туршилтын эзлэхүүн дэх бүх нэвтрүүлэгчийн антены байрлалын хувьд, FAR дахь хүлээн авах антены өндрийн байрлал нь Зураг 15 болон 16-д үзүүлснээр туршилтын эзлэхүүний дунд түвшинд тогтмол байх ёстой.

## MNS .....:2023

Антенуыг хазайлгах нь туршилтын цэгийн хоорондох шугамын дагуу нэг хэмжилтийн тэнхлэгт хоёр антенуы хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэгийг зэрэгцүүлэхэд зайлшгүй шаардлагатай.

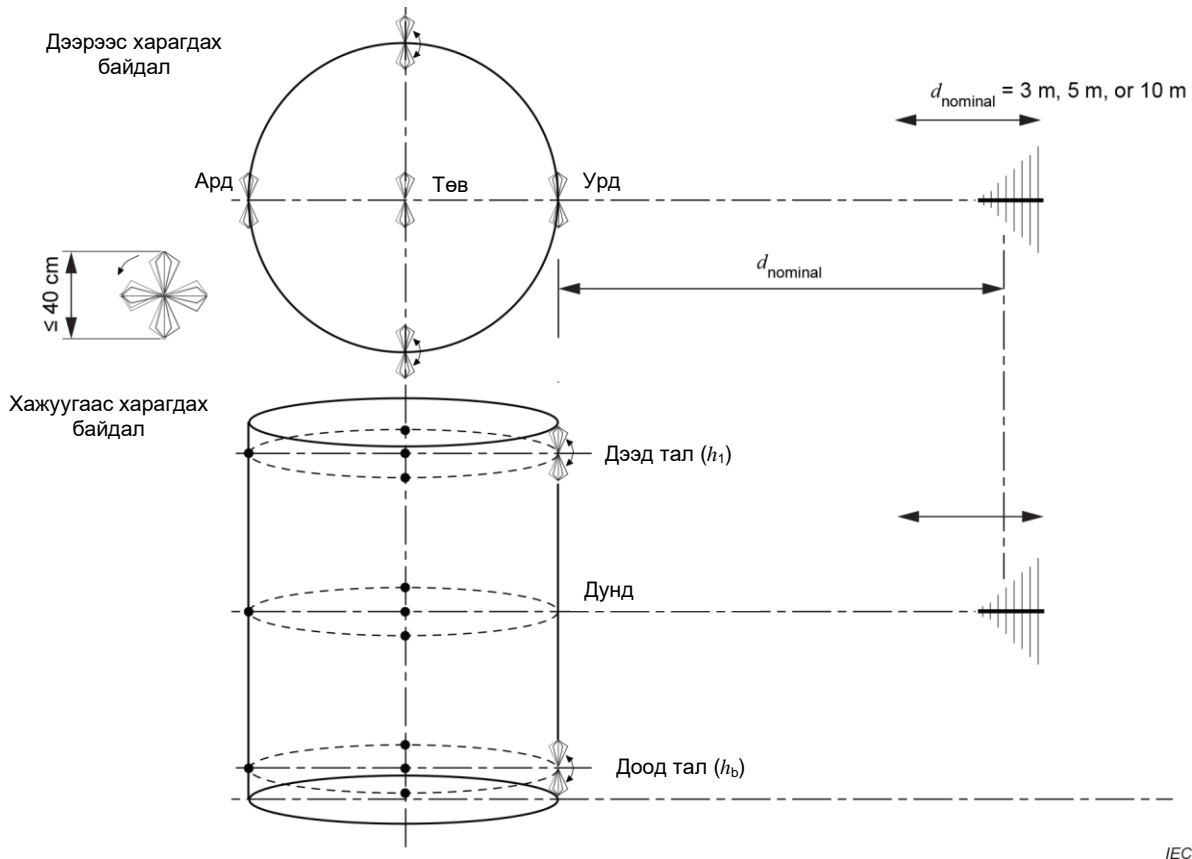
Антенуы загвар цэг (антенуы тохируулгаар тодорхойлогддог) болон туршилтын эзлэхүүний урд тал хоорондох зай нь  $d_{nominal}$ .

Нэвтрүүлэх антенуыг туршилтын эзлэхүүний өөр байрлалд шилжүүлэх үед хүлээн авах антенуыг  $d_{nominal}$  тогтмолыг хадгалах зорилгоор хэмжилтийн тэнхлэгийн дагуу шилжүүлнэ.

Хэмжилтийн тэнхлэг нь  $d_{nominal}$  -ийг тогтоодог нэвтрүүлэх болон хүлээн авах антенуы хоорондох шугам юм.

Бүх байрлал болон туйлшралын хувьд, хүлээн авах антен болон нэвтрүүлэх антен нь хоёр антенуы зэрэгцээ элементтэй нэг нэгэнтэйгээ тулгарна (хазайлтыг ашиглах - Зураг 16-г үзнэ үү).

Аливаа антенуы тулгуур болон тулах шалыг талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийн туршид байрлуулна.



### 15-р зураг– FAR талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийн байрлал

Хэвтээ болон босоо туйлшралын аль алинд нь туршилтын эзлэхүүн дэх нэвтрүүлэх антенуы бүх байрлалд нэвтрүүлэх болон хүлээн авах антенуыг хэмжилтийн тэнхлэгийн дагуу байрлуулна.

$d_{\text{nominal}}$  { хязгаартай холбоотой EUT туршилтын зай;  
 талбайн баталгаажуулалтын хэмжилт дэх тогтмол антены зай;  
 Хэрэв RSM-ийг ашиглаж байгаа бол, загвар  $S_A$ -ийг хэмжилтийн туршид ашигладаг антены тусгаарлалт.

Туршилтын эзлэхүүн дэх нэвтрүүлэх антены өндрийн байрлалыг дараах байдлаар тодорхойлно:

- “Дунд” ( $h_m$ ) байрлал: боломжтой бол FAR-ын дунд-өргөн болон дунд-өндөрт байрлах виртуал тэнхлэгийн дагуу;
- “Дээд ( $h_t$ )” ба “Доод ( $h_b$ )” байрлалууд:  $h_{\text{max}}$ -ийн хагасаас (Хүснэгт 5-ыг үзнэ үү) нэвтрүүлэх антены хэмжээсийн хагасыг хасна (жишээ нь, жижиг хос конус антены хувьд 20 см).

Эдгээр тохируулсан байрлалуудыг босоо болон хэвтээ туйлшралын аль алинд нь хэрэглэнэ.

Дээд болон доод талын хавтгайны мөн тааз болон шалны шингээгчийн хоорондох зайг эзэлхүүний NSA-ийн туршилтаар тодорхойлсон шингээгчийн гүйцэтгэлээр тодорхойлно; шингээгчтэй холбоотой EUT-ээс зайлсхийхийн тулд уг зай нь дор хаяж 0.5 м байна.

Дискрет давтамжийн хэмжилтийн хамгийн их алхамын хэмжээг Хүснэгт 6-д харуулсан.

FAR талбайн баталгаажуулалтад хоёр аргыг зөвшөөрнө.

- a) 5 м-ээс бага туршилтын зайд шаардлагатай RSM (6.10.2); эсвэл
- b) 5 м-ээс их буюу тэнцүү туршилтын зайд хэрэглэхийг илүүд үздэг NSA арга (6.10.3).

Тайлбар 2: 5 м-ээс бага тусгаарлах зайд антены харилцан холболтыг анхаарахгүй байж болохгүй.

Үүнээс гадна 5 м-ээс их зайд RSM  $A_{APR}$ -ийг тодорхойлох нь боломжгүй юм.

Талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийн арга нь хамгийн тохиромжтой газрыг бий болгох  $S_A$ -ээс 0 дБ хазайлтыг хангахад зориулагдсан байдаг.

Талбайн баталгаажуулалтын шалгуурыг 6.10.4-т тодорхойлсон.

Хэмжилтийн тодорхойгүй байдлыг багасгах аливаа аргыг эдгээр нь тогтоосон тохиргоо болон процедуртай зөрчилдөхгүй бол эсвэл аливаа талбайн дутагдалтай байдлыг далдлахгүй (өөрөөр хэлбэл үр дүнд нь резонансын хариу үйлдлийг зохистой бусаар жигд болгохгүй байх) бол ашиглаж болно.

Талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийн тодорхойгүй байдлыг дараах арга хэмжээний тусламжтайгаар бууруулж болно.

- a) Босоо туйлшралтай антены хувьд кабелийг газарт буулгахаас өмнө хамгаалагдсан кабелийг антен бүрийн ард дор хаяж 2 м сунгана. Боломжтой бол кабель нь FAR-ийн ханан дахь хаалт холбогч руу шууд чиглүүлнэ.

Өөр нэг боломж бол кабель дээр хавчууртай феррит ашиглах явдал юм.

RF кабелийн нөлөөллийг бууруулах өөр нэг хувилбар бол оптик холбоосыг ашиглах явдал юм.

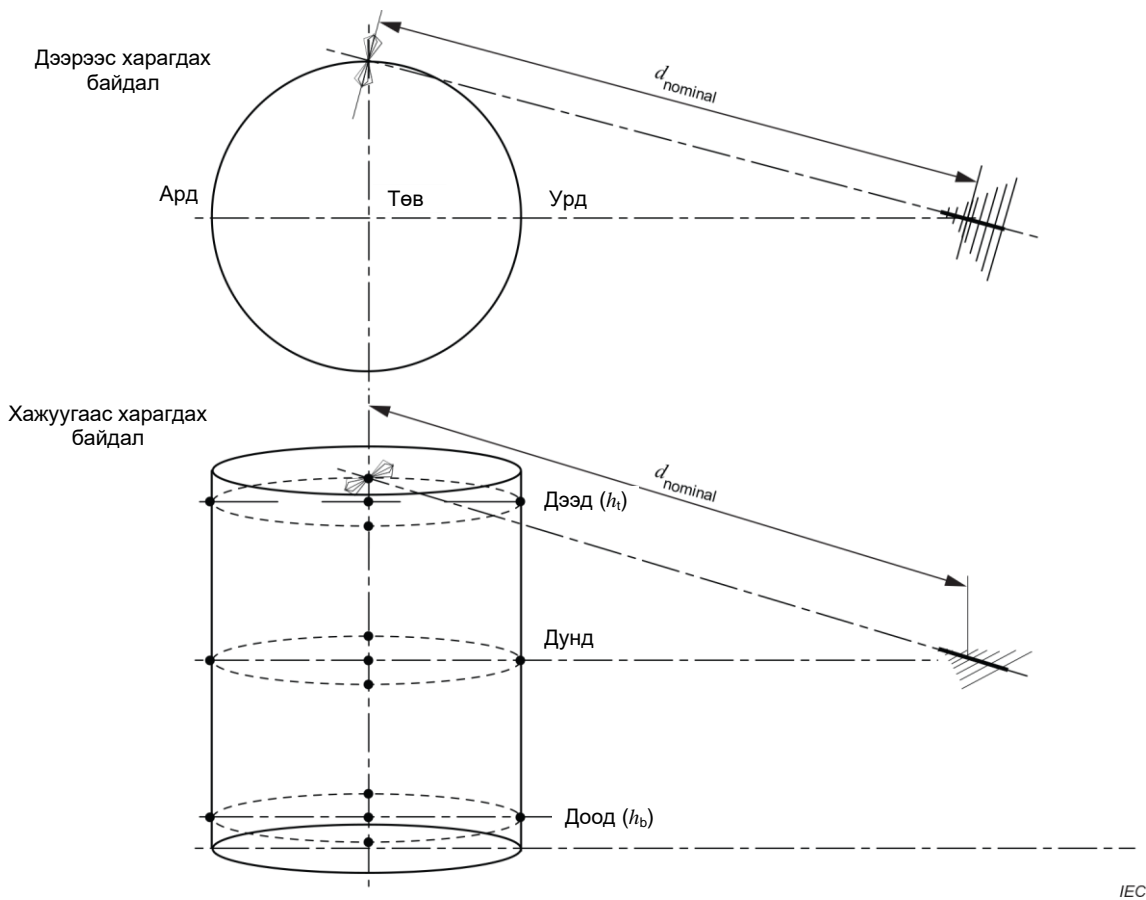
- b) Антены холбогч дээрх унтраагч (жишээ нь 6 дБ эсвэл 10 дБ) нь антен дахь аливаа том эсэргүүцлийн үл нийцэх нөлөөллийг бууруулна.
- c) Хувиргагчид сайн тэнцвэртэй антеныг ашиглана (өөрөөр хэлбэл антены түүний хамгийн их өсгөлттэй тэнхлэгийн дагуу  $180^\circ$  эргүүлэхэд хүлээн авагчийн заалт  $\pm 0.5$  дБ-ээс бага өөрчлөгддөг).

Антену тэнцвэрийг баталгаажуулах аргыг 4.5.4-д тодорхойлсон болно.

- d) Хэрэв EUT туршилтанд ашиглах бол, FAR баталгаажуулалтад зориулж тусдаа хос конус хэлбэртэй болон LPDA антеныг ашиглаж болно (200 МГц-ээс доош болон дээш өөр өөр антены төрөл).

Механик хэмжээс нь туршилтын зайтай харьцуулахад хангалттай бага байвал оронд нь гибрид антеныг ашиглаж болно.

FAR дахь цахилгаан соронзон долгионы дамжуулалтын характеристик нөлөөлж болзошгүй өөрчлөлт гарах үед FAR талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийг FAR-ийн характеристик дахь урт хугацааны өөрчлөлтийг илрүүлэхээр ердийн интервалд гүйцэтгэнэ.



Тайлбар: Хэвтээ антены туйлшрал, баруун дээд байрлал.

**16-р зураг – FAR талбайн баталгаажуулалтын нэг хэмжилтийн байрлал болон антены хазайлтын жишээ**

## 6-р хүснэгт – FAR талбайн баталгаажуулалтын давтамжийн цараа болон алхамын хэмжээ

Давтамжийн цараа МГц	Хамгийн их давтамжийн алхам, МГц
30 - 100	1
100 - 500	5
500 - 1 000	10

### 6.10.2 FAR талбайд зориулсан RSM

RSM нь хос конус хэлбэртэй хүлээн авах антентай холбоотой 3 м туршилтын зай дахь үр дүнд томоохон нөлөө үзүүлж болох антены ойрын талбайн нөлөөлөл болон талбайн унтралтыг бүрдүүлж байдаг.

Эдгээр нөлөө нь NSA-ийн аргад байгаа хэдий ч тэдгээр ихэнхийг засч болно.

Загвар  $S_A A_{APR}$ -ийг нэвтрүүлэгч болон хүлээн авагч хоорондын номинал зайд  $d_{nominal}$  хэмждэг.

Туршилтын эзлэхүүний байрлал бүрийн хувьд FAR талбайн баталгаажуулалтын процедурыг дараах байдлаар гурван үе шаттайгаар гүйцэтгэнэ.

- $V_{DIRECT}$  нь ихэвчлэн хэд хэдэн эзлэхүүний туршилтын өмнө нэг удаа хийгддэг шууд холбосон кабелиудаар хүлээн авагчийн хэмжсэн дБ( $\mu V$ )-р илэрхийлэгдсэн загвар түвшин;
- $V_{SITE}$  нь хүлээн авагчийн антены тусламжтайгаар дБ( $\mu V$ )-ээр хэмжсэн түвшин;
- Антены хос загвар  $S_A (A_{APR})$ -тай харьцангуй  $S_A$  хазайлтыг ( $\Delta A_S$ ) Тэгшигтэл (11)-ийг ашиглан дБ-р тооцоолно.

$$\Delta A_S = V_{DIRECT} - V_{SITE} - A_{APR} \quad (11)$$

5 м-ээс бага зайд үнэн зөв талбайн баталгаажуулалт хийхийн тулд загвар  $S_A$  -ийг тодорхойлоход ашиглагддаг зориулалтын антены хосыг (нэвтрүүлэх антен болон хүлээн авах антен) ашиглахыг зөвлөдөг.

Хагас чөлөөт орон зайн туршилтын талбайг (3.1.18-д тодорхойлсон) загвар талбай байдлаар шаарддаг.

Хагас чөлөөт орон зайн туршилтын талбай нь газрын түвшнээс дээш хангалттай өндөрт антеныг байрлуулахыг зөвшөөрдөг (Зураг 17) хоёр метал бус антены тулгуурыг (механик бат бэхийг хадгалан  $\epsilon_r \leq 2.5$ , алдагдал багатай, хамгийн бага диаметрэй пластик эсвэл модоор хийсэн) агуулдаг.

Загвар талбайн  $\pm 1$ дБ  $S_A$  гүйцэтгэлийг хэрэгжүүлэх нэг арга бол Тэгшитгэл (12)-г ашиглан антены өндрийг сонгох явдал юм:

$$h \geq d \times \frac{8}{3} \quad (12)$$

Энд  $d$  нь м-р илэрхийлсэн антены тусгаарлалт.

## MNS .....:2023

Газрын нөлөөг дарахын тулд  $h = d \times \frac{8}{3}$  өндөртэй байхыг зөвлөдөг; Эсвэл 30 МГц хүртэл давтамжтай ажиллах боломжтой RF шингээгчийн тохиромжтой хамрах хүрээний талбайг газарт байрлуулна.

Тайлбар: 3 м тусгаарлалт, 30 МГц дээр Их Британий Үндэсний Физикийн лабораторийн (NPL) баталгаалснаар  $d \times 5/3$  өндөрт 0.8 дБ алдааг дангаараа бий болгоход ойрын талбайн бүрэлдэхүүн ( $1/d^2$ ) их нөлөө үзүүлдэг байна.

$\pm 0.5$  дБ-ээс бага тодорхойгүй байдалтай загвар  $S_A$ -ийн хувьд шингээгчийг газарт байрлуулаагүй үед  $d \times 8/3$  өндөр нь сайн шийдэл болно.

Загвар талбай дээрх туршилтын зай нь FAR-д дараа нь ашиглах антен хоорондох бодит зайтай  $d_{nominal}$  тэнцүү байх ёстой.

Антен нь чөлөөт орон зайн нөхцөлийг сайтар ойртуулсан нөхцлийг бүрдүүлэн босоо туйлширдаг (хэвтээ туйлшралыг ашигладаггүй учир нь газрын ойлтын дохиотой илүү хүчтэй интерференцэд ордог).

Барилга, мод гэх мэт зүйлсээс цэвэрлэх цэвэрлэгээ нь босоо туйлшралтай антенны хэмжилтэд үзүүлэх нөлөөнөөс хамаарч  $d \times 8/3$  -аас их байх ёстой.

Антенны тэжээлийн кабель нь туршилтын үр дүнд нөлөөлөхгүй байхад анхаарах хэрэгтэй.

Үүнээс Зураг 17-р үзүүлсэн кабелийн төлөвлөлтийн дагуу эсвэл RF-оптик шугамыг ашиглан хамгийн сайнаар зайлсхийж болдог.

Загвар туршилтын талбайн тохиргооны чанар нь дараагийн FAR үнэлгээний үр дүнд шууд нөлөөлдөг.

Антенны хосын загвар  $S_A(A_{APR})$ -ийг дараах байдлаар гурван үе шаттайгаар тодорхойлогддог.

- $V_{DIRECT RS}$  нь кабелийг хооронд нь цуг холбосон үед дБ( $\mu V$ )-р хүлээн авагчийн хэмжсэн загвар түвшин;
- $V_{SITE RS}$  нь шаардлагатай зайд  $d_{nominal}$  суурилуулсан антентай хүлээн авагчийн дБ( $\mu V$ )-р илэрхийлсэн хэмжсэн түвшин.
- дБ-р илэрхийлсэн  $A_{APR}$ -ийг Тэгшитгэл (13)-н дагуу тооцоолно:

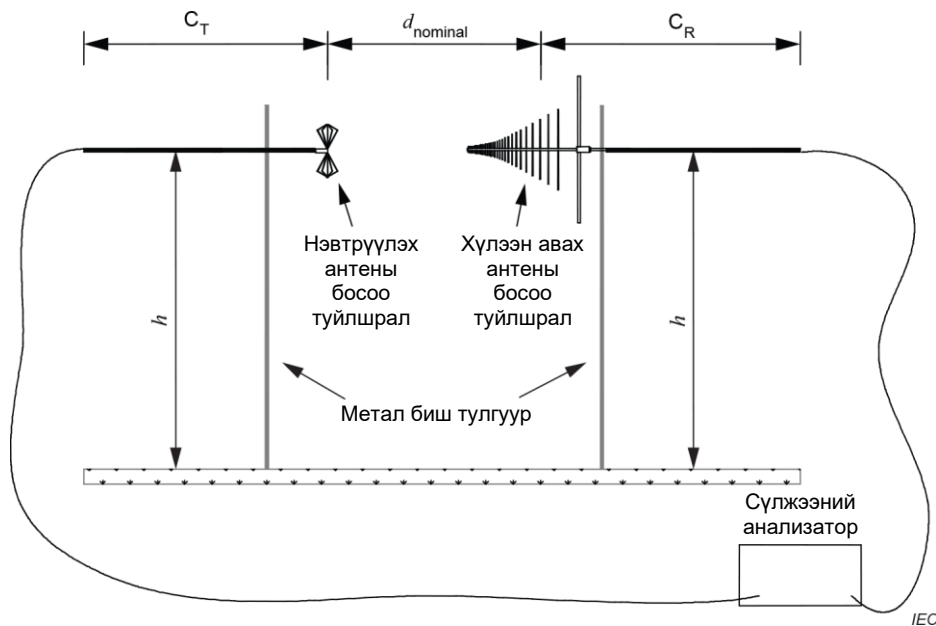
$$A_{APR} = V_{DIRECT RS} - V_{SITE RS} \quad (13)$$

3 м талбайн баталгаажуулалтын хувьд EUT-ийн унтралтыг хэмжихэд ашигладаг алсын удирдлагатай антенны тулгуурын ердийн чадвар болох газраас 4 м-ээс багагүй өндөрийг антенны хосд ашиглах ёстой.

Энэ тохиолдолд цахилгаан соронзон шингээгчийг бүх чиглэлд антенаас цааших хамгийн бага талбайд шингээгчийг өргөтгөх замаар антен хооронд газарт байрлуулснаар хагас чөлөөт орон зайн нөхцөл бүрдэж байгааг харуулна (өөрөөр хэлбэл дурын давтамж дээр хамгийн тохиромжтой хариуны  $\pm 1$  дБ доторх  $S_A$  хэмжилтийн үр дүн).



$d > 3$  м талбайн баталгаажуулалтын хувьд, тохируулгын тохиргоог тодорхойлоход тэгшитгэл  $h > d \times 8/3$ -ийг ашигладаг ба эсвэл  $\pm 1$ дБ загвар  $S_A$ -г биелүүлэхээ харуулсан өөр тохируулгыг ашиглаж болно.



Түлхүүр

$d_{nominal}$

баталгаажуулалтын зай

$h$

газрын хавтгай эсвэл газрын түвшнээс дээших антены өндөр

$C_T, C_R$

аль болох 2 метрийн зайд ойр байрлах антены ард хэвтээ чиглэлтэй байх нэвтрүүлэх болон хүлээн авах антены коаксиаль тэжээлийн кабелиуд.

FAR-д кабелиг хэвтээ байдлаар аль болох хол болбол тасалгааны ханан дахь нүхээр шууд дамжуулна эсвэл антены гаралт дээрх RF-оптик шугамд холбоотой оптик кабелийг ашиглана.

Тайлбар: Загвар  $S_A$ -ийг Зураг 17-ийн бүх геометрийн хувьд нь гаргаж авдаг.

### 17-р зураг – Ердийн хагас чөлөөт орон зайн туршилтын талбайн загвар $S_A$ хэмжилтийн тохиргоо

#### 6.10.3 FAR талбайд зориулсан NSA арга

Энэ дэд зүйл нь FAR-д хэрэглэгдэх NSA аргыг тодорхойлсон.

Антены геометрийг 6.10.1.-д харуулав.

Талбайн унтралт ( $S_A$ ;  $A_S$ -г дБ-р илэрхийлдэг) нь тодорхой талбай дээрх хоёр антены холбогч хооронд хэмжигдэх дамжуулалтын алдагдал.

Чөлөөт орон зайн талбайн хувьд "талбайн оруулалтын алдагдал" гэж нэрлэгддэг ямар нэг антены өндрийг сканнердах шаардлагагүй (3.1.26-г үзнэ үү).

Чөлөөт орон зайн орчны хувьд,  $A_S$ (дБ-ээр)-ийг Тэгшитгэл (14) [13]-аар ойролцоогоор тооцоолж болно:

$$A_S = 20 \lg \left( \frac{5Z_0}{2\pi} \times \frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right) - 20 \lg(f_M) + F_{aR} + F_{aT} \quad (14)$$

## MNS .....2023

энд	
$F_{aR}, F_{aT}$	хүлээн авах болон нэвтрүүлэх антены дБ(м <sup>-1</sup> )-р илэрхийлэгдсэн антены коэффициент;
$d$	м-ээр илэрхийлэгдсэн хоёр антены фазын төвийн хоорондох зай;
$Z_0$	нь системийн эсэргүүцэл (өөрөөр хэлбэл 50 Ω);
$\beta$	нь $2\pi / \lambda$ гэж тодорхойлогддог;
$f_M$	нь МГц-р илэрхийлэгддэг давтамж.

дБ(м<sup>2</sup>)-р өгсөн онолын  $NSA(A_{Ntheo})$ -ийг хасагдсан харгалзах антены коэффициенттэй  $SA$  гэж тодорхойлон Тэгшитгэл (15) байдлаар дахин бичнэ:

$$A_{Ntheo} = 20lg \left( \frac{5Z_0}{2\pi} \times \frac{d}{\sqrt{1 - \frac{1}{(\beta d)^2} + \frac{1}{(\beta d)^4}}} \right) - 20lg(f_M) \quad (15)$$

5 м зайд 60 МГц-ээс доош, эсвэл 3 м зайд 110 МГц-ээс доош Зураг 18 болон Тэгшитгэл (15)-ийн онолын  $NSA$  утгатай харьцуулахын тулд Хүснэгт 5-ийн шаардлагатай хэмжилтийн байрлал бүрт ойрын талбайн залруулгын коэффициентийг ашиглах зайлшгүй шаардлагатай.

Ойролцоо талбайн залруулгын коэффициент нь антен, туршилтын зай, ашигласан туршилтын эзэлхүүнд зориулсан байдаг; Эдгээр коэффициентийг NEC [3] зэрэг тоон загварчлалын код ашиглан олж авах боломжтой бол, Тэгшитгэл (15)-ийг ашигласнаар хангалттай бага тодорхойгүй байдлыг бий болгодог.

Өөрөөр хэлбэл, загвар  $S_A$  хэмжилт болон дараагийн FAR баталгаажуулалтад ижил антен болон давтамжийг ашигласан тохиолдолд, 6.10.2-ийн RSM нь ойрын оронгийн нөхцөлийг цуцлах боломжийг олгодог.

10 м болон 30 м хэмжилтийн зайд Тэгшитгэл (15)-д ойрын оронгийн нөхцөлийг тооцохгүй байж болох бөгөөд уг тэгшитгэлийг Тэгшитгэл (16) болгон хялбаршуулна:

$$A_{Ntheo} = 20lg \left( \frac{5Z_0}{2\pi} \right) - 20lg(f_M) \quad (16)$$

Хэрэв Тэгшитгэл (15)-ын оронд хялбаршуулсан Тэгшитгэл (16)-г ашиглавал 5 м зайд 60 МГц-ээс дээш давтамж дээр, 3 м зайд 110 МГц-ээс дээш давтамж дээр гарах алдаа нь 0.1 дБ-ээс бага байна.

Ойролцоох талбайн нөлөөллөөс шалтгаалан алдаа нь эдгээр давтамжаас доош 0.1 дБ-ээс их байна.

3 м зайд хамгийн их алдаа нь 30 МГц дээр 1 дБ байна.

Энэ алдааг  $\pm 0.3$  дБ-ээс бага болгохын тулд Тэгшитгэл (15)-ийг ашиглана.

Тайлбар 1: 3 м хэмжилтийн зайд 110 МГц-ээс доош, 5 м хэмжилтийн зайд 60 МГц-ээс доош давтамжууд ойрын талбайн нөлөөллийг агуулна.

Эдгээрийг туршилтын талбай тус бүрт тооцдог.

Энэ процедурын хувьд нэвтрүүлэх болон хүлээн авах антены чөлөөт орон зайн антены коэффициентийг шаарддаг.

Хэмжилтийн байрлал бүрийн хувьд талбайн баталгаажуулалтыг дараах гурван алхамаар гүйцэтгэнэ.

- $V_{DIRECT}$  нь кабелийг шууд холбосон хүлээн авагчийн хэмжсэн загвар түвшин;
- $V_{SITE}$  нь хүлээн авагчийн антенуыг байрлуулсан үед хэмжсэн түвшин;
- $S_A$  хазайлтыг ( $\Delta A_S$ ) Тэгшитгэл (17) ашиглан дБ-ээр тооцоолно:

$$\Delta A_S = V_{DIRECT} - V_{SITE} - A_{N\ theo} - F_{aT} - F_{aR} \quad (17)$$

Энд Тэгшитгэл (16)-г ашиглан  $A_{N\ theo}$ -г тооцоолох ба үр дүнг 6.10.4-т заасны дагуу холбогдох шалгуур үзүүлэлттэй харьцуулна.

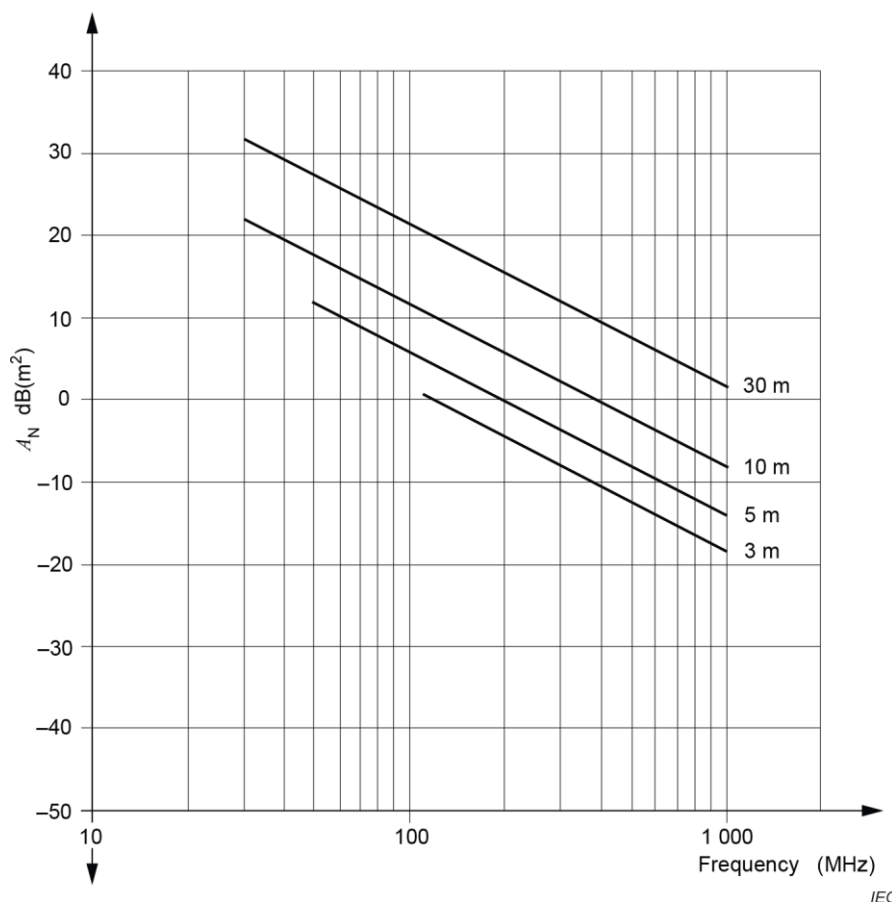
Тайлбар 2: Нэвтрүүлэх болон хүлээн авах антенуы загвар цэгийн хоорондох  $d$  зайг (антену тохируулгын үед тодорхойлсон)  $d_{nominal}$  болгон ашигладаг.

Антену хоорондох нөлөөллийн зай нь фазийн төвийн байрлалаас шалтгаалан давтамжаас хамаарч өөрчлөгддөг.

Дамжууллын алдагдлыг нөлөөллийн зайг  $d_{nominal}$ -д харьцуулсан харьцаагаар нөхөж болно.

Номиналь туршилтын зайд антену тохируулгыг тодорхойлоогүй тул LPDA антенуы ашиглах үед фазийн төвийн байрлалын өөрчлөлтийн улмаас үр дүнтэй хэмжилтийн зайны өөрчлөлтийг залруулга болгон ашиглаж болно.

Энэхүү залруулга болон антену харилцан холболтоос үүдэлтэй нэмэлт тодорхойгүй байдлаас RSM-ийг ашиглах замаар зайлсхийх боломжтой.



18-р зураг – Өөр өөр хэмжилтийн зайн давтамжийн функц болох онолын чөлөөт орон зайн NSA (Тэгшитгэл (16)-г үзнэ үү)

#### **6.10.4 FAR талбайны хувьд талбайн баталгаажуулалтын шалгуур**

SA хазайлт  $\Delta A_S$  нь хэвтээ болон босоо туйлшралд, хэмжилтийн байрлал болон хэмжилтийн давтамжийн цараа бүрт  $\pm 4\text{дБ}$ -ээс бага байна.

#### **6.11 Тохируулах ширээ болон антены цамхагийн үнэлгээ**

##### **6.11.1 Ерөнхий зүйл**

D.5-д заасны дагуу тохируулах хүснэгт оронгийн хүчлэгийг хэмжихэд зориулж EUT-ийг ихэвчлэн байрлуулдаг.

Тохируулах ширээний хэлбэр, хийц, материалын нэвтрүүлэх чадвар нь оронгийн хүчлэгийг хэмжих үр дүнд нөлөөлж болно ([2], [5], [6], [8]-ыг үзнэ үү).

6.11.2-р дэд зүйл нь 30 МГц-ээс 18 ГГц давтамжийн цараанд тохируулах ширээний нөлөөллийг тодорхойлох, оронгийн хүчлэгийг хэмжилтэд түүний холбогдох тодорхойгүй байдлыг бий болгож байгаа хэмжээг тооцоолох процедурыг тайлбарласан.

Үнэлгээг 0.15 м-ээс дээш өндөртэй ямар ч тохируулах ширээн дээр гүйцэтгэнэ.

Тайлбар: Тохируулах ширээнээс дээш нэвтрүүлэх антены зөвхөн хэвтээ туйлшралыг үнэлгээнд ашиглана.

Босоо туйлшралаас илүү хэвтээ туйлшрал нь ширээний хамгийн муу үр дагаварыг бий болгодог.

Антены цамхаг нь нэмэлт үнэлгээ хийхийг шаарддаггүй учир нь аливаа хазайлтын нөлөөг талбайн баталгаажуулалтын хэмжилт (6.4-ийг үзнэ үү) болон  $S_{VSWR}$  хэмжилтэнд (7.3-ийг үзнэ үү) оруулна.

##### **6.11.2 Тохируулах ширээний нөлөөллийг үнэлэх процедур**

Тохируулах хүснэгтийн нөлөөллийг үнэлэхийн тулд хоёр дамжуулалтын хэмжилтийг хийнэ: нэг нь тохируулах хүснэгт байгаа, хоёр дахь нь тохируулах хүснэгт байхгүй байна.

Уг хоёр хэмжилтийн үед нэвтрүүлэгч антеныг тодорхой байрлалд байлгадаг.

Тохируулах ширээтэй болон ширээгүй хэмжилтийн үр дүнгийн зөрүү нь тохируулах ширээнээс бий болж байгаа нөлөөллийн тооцоолох боломж олгодог.

Хэмжилт хийх процедур нь дараах байдалтай байна.

Тохируулах ширээг хүлээн авах антены чиглүүлэлтийн чиглэлд (Зураг 19-г үзнэ үү) том хэмжээстэй туршилтын талбай дээрх ердийн байрлалд байрлуулна (жишээ нь тэгш өнцөгт оройтой ширээний диагональ, эсвэл дугуй оройтой ширээний радиус) чиглэлд чиглүүлсэн ердийн байрлалд байрлуулна.

1 ГГц хүртэлх давтамжийн хувьд нийт урт нь 0.40 м-ээс бага хэмжээтэй жижиг хос конус хэлбэрийн антеныг ашиглана.

1 ГГц-ээс дээш давтамжийн хувьд 7.4.2-д заасны дагуу антенийг (жишээлбэл, өргөн зурвасын дипол) ашиглана.

Нэвтрүүлэх антены байршлыг Зураг 19, Зураг 20-оос үзнэ үү.

Антеныг ширээний гадаргуу болон антены загвар цэг (хувиргагч) хооронд 0.1 м зайд хэвтээ туйлшралтайгаар суурилуулах ширээн дээр байрлуулна.

Антеныг хүлээн авах антены чиглэлд тохируулах ширээний тавцангийн төв болон оройн ирмэг хоорондох загвар цэгийн дунд байрлуулна.

Дохио үүсгүүр нь антеныг тэжээнэ.

Нэвтрүүлэх антен болон хүлээн авах антен нь антены элементтэй параллель, хэмжилтийн тэнхлэгт ортогональ байрлалтай байна.

Хэмжилтийн үед давтамжийн алхам нь ашиглаж байгаа хамгийн өндөр давтамжийн 0.5%-иас бага буюу тэнцүү байна.

Хүлээн авах антены хүчдэл нь хэмжих төхөөрөмжийн шуугианы түвшнээс 20 дБ-ээс багагүй байна.

Урт кабель эсвэл феррит хоолой ашиглан кабелийн нөлөөллийг багасгаж болно.

Кабелийг арын хэсэг рүү хэвтээ байдлаар хамгийн багадаа 2 м зайд байрлуулах нь ихэвчлэн хангалттай байдаг.

Аль ч тохиолдолд кабелийн чиглүүлэлтийг анхны байрлалаас 0.5м-ээс их зайд өөрчлөхөд хүлээн авах хүчдэл 0.3дБ-ээс их өөрчлөгдөөгүй тохиолдолд энэ нөлөөллийг тооцохгүй байж болно.

ЖИШЭЭ: Феррит хоолой бүхий кабелийг 1.6 м зайд хэвтээ байдлаар чиглүүлнэ.

Кабелийн нөлөөллийг шалгахын тулд кабелийг антены холбогчоос 2.1 м цэгт босоо байдлаар буулгахаар дахин чиглүүлнэ.

Дараа нь нөлөөлөл нь 0.3 дБ-ээс ихгүй байгаа эсэхийг тодорхойлохын тулд оронгийн хүчлэгийг дахин хэмжинэ.

Зорилго нь ширээ байгаа эсвэл байхгүйгээс тусдаа хэмжилтийн тохиргоонд өөрчлөлт ороогүй байх юм.

Нэвтрүүлэх антен болон түүний долгионы үүсгүүртэй холбосон кабель нь ширээтэй болон ширээгүй зайд ижил байрлалтай байхаар бэхлэгдсэн байх ёстой.

Нэвтрүүлэх антен болон кабелийг дэмжихийн тулд NSA/RSM хэмжилтийн (6.4-ийг үзнэ үү) эсвэл  $S_{VSWR}$  (7.3-ыг үзнэ үү)-ийн үед тулгуур, гурван тулгууртай ширээ эсвэл цамхаг ашиглана.

Антены өндөр болон зай дараах байдалтай байна:

- Бүх давтамжийн хувьд хүлээн авах антен болон нэвтрүүлэх антены хоорондох зай нь цацаргалтын унтралтыг хэмжихэд шаардлагатай.
- 1 ГГц ба түүнээс доош давтамжтай үед хэмжилтийг дор хаяж 200МГц-ээс 1ГГц хүртэл хийнэ.

OATS эсвэл SAC-д хүлээн авах антены өндрийг цацаргалтын унтралтын хэмжилтийн шаардлагын дагуу (ихэвчлэн 1 м-ээс 4 м хооронд) сканнердана.

## MNS .....:2023

FAR-д хүлээн авах антенныг цацаргалтын унтралтыг хэмжихэд шаардагдах өндөрт бэхэлнэ.

Тайлбар: 200 МГц-ээс доош давтамжтай үед тохируулах ширээний нөлөөлөл нь энэ баталгаажуулалтын процедурыг ашиглах үед маш бага байдаг.

- 1 ГГц-ээс дээш давтамжид, хэмжилтийг ижил давтамжийн цараанд (жишээ нь 1ГГц-ээс 18ГГц) хийх ба антенны өндрийг цацаргалтын унтралтыг хэмжихэд шаардлагатай байдлаар (жишээ нь 1 м-ээс 4 м) тохируулна.

$\Delta(f)$  гэж бичсэн мөн дБ-р илэрхийлсэн давтамж тус бүрийн хоёр хэмжилтийн үр дүнгийн хоорондох зөрүүний хэмжээг Тэгшитгэл (18)-г ашиглан тооцоолно.

$$\Delta(f) = |V_{R,with}(f) - V_{R,without}(f)| \quad (18)$$

энд:

$V_{R,with}(f)$  тохируулах хүснэгтээр хэмжсэн, дБ(mV)-ээр илэрхийлсэн тодорхой давтамж дээрх хүлээн авах антенны хамгийн их хүчдэл дБ(mV);

$V_{R,without}(f)$  тохиргооны хүснэгт байхгүй үед хэмжигдсэн дБ(mV)-ээр илэрхийлэгдсэн тодорхой давтамж дээрх хүлээн авах антенны хамгийн их хүчдэл.

дБ-р илэрхийлэгдсэн,  $\Delta_{max}$  гэж бичигдсэн уг давтамжийн цараанд бүртгэгдсэн хоёр хэмжилтийн үр дүн хоорондох зөрүүний хамгийн их хэмжээг тооцоолсон хамгийн их хазайлтыг ашиглана.

Үүнийг Тэгшитгэл (19)-н дагуу тооцоолно.

$$\Delta_{max} = \max |V_{R,with}(f) - V_{R,without}(f)| \quad (19)$$

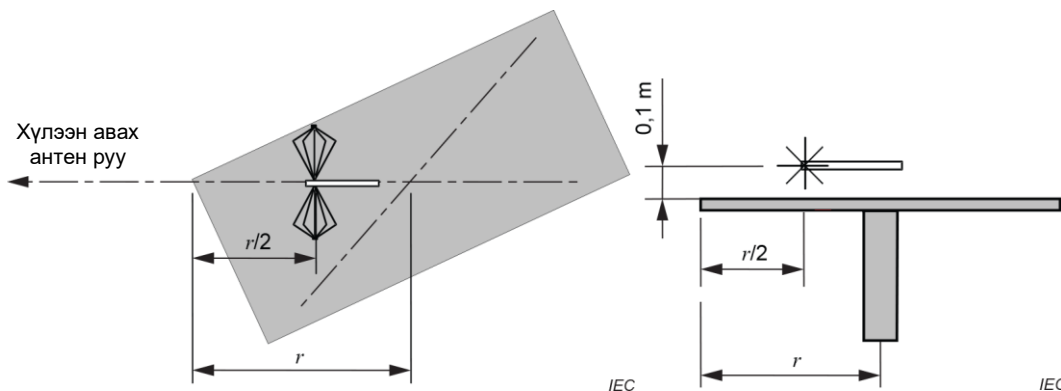
Тохируулах ширээнээс үүсэх стандарт тодорхойгүй байдлыг хэмжсэн хамгийн их зөрүү  $\Delta_{max}$ -ийн хувьд тэгш өнцөгт тархалт гэж үзэн тооцоолно.

Дараа нь Тэгшитгэл (20)-г ашиглан  $u_{table}$  (in дБ)-г тооцоолж болно.

$$u_{table} = \frac{1}{3} \Delta_{max} \quad (20)$$

Дараах давтамжийн цараанд  $u_{table}$  утгыг хэмжиж тодорхойгүй байдлыг авч үзнэ (CISPR 16-4-2 стандартыг үзнэ үү):

- 200 МГц-ээс 1 ГГц хүртэл;
- 1 ГГц-ээс 6 ГГц хүртэл;
- 6 ГГц-ээс 18 ГГц хүртэл.



**19-р зураг – Тэгш өнцөгт суурилуулах ширээний дээрх ирмэгтэй харьцангуй антенны байрлал**

**(дээд харагдах байдал)**

**20-р зураг – Суурилуулах ширээний дээрх антенны байрлал**

**(хажуугаас харагдах байдал)**

Тайлбар: Суурилуулах ширээний байгууламж болон материалын төрөл нь туршилтын лабораторид өөр өөр байна.

$u_{table}$  тодорхойлолт дахь  $\Delta$  (эсвэл  $V_{R,with}$ ) хамгийн муу тохиолдлын утгыг тодорхойлоход хангалттай.

## **7 1 ГГц-ээс 18 ГГц хүртэлх давтамжийн цараанд радио унтралтын оронгийн хүчлэгийг хэмжих туршилтын талбай**

### **7.1 Ерөнхий зүйл**

Туршилтын талбай нь чөлөөт ойлтын нөхцлөөс хамаарна; эдгээр чөлөөт орон зайн нөхцлийг бий болгохын тулд EUT-ийн өндрийг нэмэгдүүлэх болон/эсвэл шингээгч материал хэрэглэх шаардлагатай байж магадгүй.

Тайлбар: Шалан дээр суурилуулсан төхөөрөмжийн туршилтын хувьд газрын ойролцоо чөлөөт ойлтын нөхцөл бий болдоггүй.

### **7.2 Загвар туршилтын талбай**

Загвар туршилтын талбай нь чөлөөт орон зай, нээлттэй туршилтын талбай (FSOATS) байх ёстой бөгөөд ойлт нь хэмжилтийн үр дүнд нөлөөлөхгүй байхын тулд урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ авна.

Тайлбар: FSOATS нь туршилтын талбайн хамгийн тохиромжтой ойлголт юм.; FSOATS-ийн практик ойртуулалт нь 7.3-т өгөгдсөн баталгаажуулалтын шаардлагыг хангасан FAR юм.

### **7.3 Туршилтын талбайн баталгаажуулалт**

#### **7.3.1 Ерөнхий зүйл**

Туршилтын талбай нь 7.3.2-т заасан шалгуурыг хангасан тохиолдолд 1ГГц-ээс 18ГГц цараанд цацаргалтын унтралтын хэмжилт хийх боломжтой гэж үзнэ.

Хоёр талбайн баталгаажуулалтын процедурыг өгсөн:  $S_{VSWR}$  стандарт туршилтын процедур (7.6-г үзнэ үү) болон  $S_{VSWR}$  харилцан туршилтын процедур (7.7-г үзнэ үү).

## MNS .....:2023

CISPR стандартын дагуу туршилтын зорилгоор талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийг 1 ГГц-ээс туршилтын байгууламжид ашиглах хамгийн дээд давтамж хүртэл гүйцэтгэнэ; хамгийн их давтамж нь дор хаяж 2 ГГц байх ёстой.

1 ГГц-ээс 18 ГГц цараанд хэмжилт хийхэд ашигладаг туршилтын талбай нь хүлээн авсан дохионы ойлтын нөлөөллийг хамгийн бага байлгах жишээ нь цуурай дарагчтай өрөө бүхий загвартай байх ёстой.

Хэрэв талбай нь бүрэн шуугиангүй нөхцөлийг хангахаар төлөвлөгдөөгүй бол, жишээлбэл хагас шуугиантай өрөөтэй бол дараах праграфт тодорхойлсны дагуу метал гадаргуугийн хавтгайн хэсгийг бүрхэх шингээгч материалыг ашиглах шаардлагатай.

Ихэвчлэн шалан дээр байрлах EUT-ийг туршихад ашигладаг байгууламжийн хувьд ердийн байж болох туршилтын эзэлхүүнийг тухайн байгууламжийн дамжуулагч шалнаас EUT-ээс дээш гарах хүртэл өргөтгөх тохиолдолд баталгаажуулалтын хэмжилтийн хувьд шингээгчийг шаардлагатай бол туршилтын эзэлхүүнд байрлуулна.

Газрын хавтгайгаас дээш байрлуулах боломжгүй шалан дээрх төхөөрөмжийг туршихын тулд 30 см хүртэлх өндөрт туршилтын эзэлхүүнийний цацаргалтыг газрын хавтгай дээр байрлуулсан шингээгчээр саатуулж болно.

Баталгаажсан диаметрээс бага EUT хэмжээтэй унтралтыг хэмжихдээ баталгаажуулсан туршилтын эзэлхүүний диаметрийг хэрэглэнэ гэж тооцоолдог.

Энэ тохиолдолд антены байрлалыг EUT болон антены загвар цэгийн хоорондох зай нь  $S_{VSWR}$  баталгаажуулалтын хэмжилтэд ашигласан зайтай ижил байхаар тохируулна.

Тайлбар 1: Баталгаажсан туршилтын эзэлхүүнээс бага EUT-ийн хувьд EUT-ийн урд талтай харьцангуй RX антены байрлалыг  $S_{VSWR}$  баталгаажуулалтад ашигласан зайд байлгахын тулд тохируулах нь үндэслэл нь болдог.

Илүү жижиг EUT нь RX антены хагас чадлын зурвасын өргөний хүрээнд хэвээр байх ба уг өрөө нь хамгийн том EUT-н мөн түүнчлэн RX антены хамгийн өргөн зурвасын өргөний хувьд баталгаажсан гэдгээс CISPR 16-2-3:2010 стандартын 7.6.6.1-ийн шаардлагыг хангасан.

Шалан дээр байрлах EUT-ийн унтралтын хэмжилтийн үед, талбайн баталгаажуулалтын туршид ашигласан шалны шингээгчийг EUT-ийн талбайн эргэн тойронд 10 см хүртэл зайд мөн EUT-ийн ойрын бүсэд зайлуулж болно.

Туршилтын эзэлхүүн нь шингээгчийн өндрөөс дээгүүр байгаа байгууламжид, ширээний тоног төхөөрөмжийг туршихад ашигладаг ердийн байгууламжид шингээгчийг талбайн баталгаажуулалт болон тоног төхөөрөмжийн туршилтын аль алинд нь туршилтын эзэлхүүн дотор байрлуулж болно.

Талбайн шингээгчийн тохиргоо, нэвтрүүлэх антен, хүлээн авах антены байршлыг харуулсан гэрэл зургийг талбайн баталгаажуулалтын тайланд оруулна.

Туршилтын баталгаажуулалтыг  $S_{VSWR}$ -ийн хэмжилтээр гүйцэтгэдэг.

Хэрэв 7.3.2-ын шалгуурыг хангах шаардлагатай бол, талбайн баталгаажуулалтын арга нь талбай, хүлээн авах антен, туршилтын зай (CISPR 16-2-3 стандартад



тодорхойлсон) болон газрын хавтгайд байрлуулсан шингээгч материалын тодорхой хослолд зориулсан өгөгдсөн туршилтын эзэлхүүнийг үнэлдэг.

Талбайн баталгаажуулалтын туршилтад ашиглахаар байрласан хүлээн авагчийн антены тулгуур болон туршилтын эзэлхүүн дэх (тухайлбал байнгын суурилуулсан эргэдэг тавцан) байнгын бэхлэгдсэн объектын нөлөөллийг энэ талбайн баталгаажуулалтын процедурт оруулан үнэлдэг.

Энэ стандартын 6.11-д заасан нэмэлт процедурын дагуу тэдгээрийн нөлөөллийг тусад нь үнэлэх бол талбайн баталгаажуулалтын туршилтын явцад зөөврийн тохируулах ширээ зэрэг зөөврийн объектыг байрлуулах шаардлагагүй.

CISPR 16-2-3 стандарт нь 1 ГГц-ээс 18 ГГц давтамжид туршилт хийхэд ашигладаг EUT хэмжилтийн тодорхойлолтыг өгдөг.

$S_{VSWR}$  процедурын зорилго нь энэ процедурыг ашиглан үнэлсэн туршилтын эзэлхүүн дотор байрлах дурын хэмжээ болон хэлбэрийн EUT-д бий болж болзошгүй ойлтын нөлөөг шалгах явдал юм.

$S_{VSWR}$  нь шууд (зориулсан, шаардлагатай) болон ойсон (шаардлагагүй) дохио хоорондох интерференцээс үүдэлтэй буюу Тэгшитгэл (21)-р өгөгдсөн хамгийн их хүлээн авсан дохио хамгийн бага хүлээн авсан дохионы харьцаа:

$$S_{VSWR} = \frac{E_{max}}{E_{min}} = \frac{V_{max}}{V_{min}} \quad (21)$$

энд:

$E_{max}$  ,  $E_{min}$             хүлээн авсан хамгийн их болон хамгийн бага дохио  
 $V_{max}$  ,  $V_{min}$             хүлээн авагч эсвэл спектрийн анализаторыг хүлээн авахад ашиглах үеийн харгалзах хэмжсэн хүчдэл.

Дараах процедурын хувьд хэмжилт болон тооцоололд ихэвчлэн децибелийг (дБ) ашигладаг.

Энэ тохиолдолд  $S_{VSWR}$  -ийг Тэгшитгэл (22)-р өгсөн:

$$S_{VSWR} = 20 \lg \left( \frac{V_{max}}{V_{min}} \right) = 20 \lg \left( \frac{E_{max}}{E_{min}} \right) = V_{max,dB} - V_{min,dB} = E_{max,dB} - E_{min,dB} \quad (21)$$

Тайлбар 2: Децибелийг ашиглах үед,  $S_{VSWR,дБ}$ -ийг холбогдох хэрэгсэл эсвэл ашиглагдаж байгаа дохио илрүүлэгчийн хувьд дБm, дБ(mV), эсвэл дБ(mV/m) нэгжээр хүлээн авсан хамгийн их болон хамгийн бага дохионы зөрүү байдлаар авч үзэж болно.

Тайлбар 3:  $S_{VSWR}$  эсвэл  $S_{VSWR,дБ}$ -ийн утгыг 7.6 эсвэл 7.7-д заасны дагуу зургаан хэмжилтийн багцын хувьд давтамж болон туйлшрал тус бүр дээр гаргаж авсан хамгийн их болон хамгийн бага дохионоос тусад нь тооцно.

### 7.3.2 Талбайн баталгаажуулалтыг хүлээн авах шалгуур

$S_{VSWR}$  нь шаардлагагүй ойлтын нөлөөлөлтэй шууд холбоотой.

1 ГГц-ээс 18 ГГц талбайн баталгаажуулалтын хүлээн авах шалгуур нь:

$S_{VSWR} \leq 2:1$  , эсвэл 7.6 эсвэл 7.7-д заасан журмын дагуу хэмжсэн  $S_{VSWR}$ -ийн хувьд  $S_{VSWR,дБ} \leq 6.0$  дБ.

## **7.4 $S_{VSWR}$ стандарт туршилтын антены нөхцөл, шаардлага**

### **7.4.1 Ерөнхий зүйл**

Энэ туршилтын явцад бүх ойлтын гадаргуугийн цацаргалтыг хангах, мөн олон EUT-ийн харуулсан боломжит бага чиглүүлэлттэй цацаргийн загварыг загварчлахын тулд энэ дэд зүйл нь  $S_{VSWR}$  туршилтанд ашигласан төхөөрөмжийн үзүүлэлтийг тодорхойлдог.

Энэ зорилгоор RX болон TX антеныг ашигладаг.

Дараах дэд зүйл нь  $S_{VSWR}$  туршилтын TX антены гүйцэтгэлийн шалгуурыг тодорхойлдог; RX антены гүйцэтгэлийн шалгуурыг 4.6.2-оос үзнэ үү.

Антену гүйцэтгэлийн шалгуурыг хангаж байгааг нотлохын тулд үйлдвэрлэгчээс өгсөн төрлийн туршилтын үр дүнг ашиглаж болно.

TX болон RX загварыг CISPR 16-1-6:2014/AMD1:2016 стандартын Хавсралт I-н процедурын дагуу хэмжинэ.

TX болон RX антены хувьд нэг буюу хэд хэдэн антеныг  $S_{VSWR}$  туршилтийн бүх давтамжийн царааг хамрахад ашиглаж болно.

Тайлбар: Хоёр антеныг  $S_{VSWR}$  туршилтанд ашигласан бүх давтамжийн гүйцэтгэлийн шалгуурыг хангасан гэж үздэг.

### **7.4.2 Нэвтрүүлэх антен**

#### **7.4.2.1 Ерөнхий зүйл**

Дамжуулах үүсгүүр болгон ашиглаж байгаа антен нь шугаман туйлшралтай байх ба дараах дэлгэрэнгүй характеристиктай цацаргалтын загвартай байна.

Цацаргалтын загварын өгөгдөл нь 1 ГГц-ээс бага буюу тэнцүү давтамжийн алхамын хэмжээтэй байна.

Давтамжаас хамаарч цацаргалтын загвар өөрчлөгддөг тул өөр өөр давтамжийн алхамын хэмжээ шаардлагатай байдаг.

Ердийн TX антены цацаргалтын загвар нь давтамжийн дагуу хурдан өөрчлөгддөггүй бол зарим LPDA RX антены цацаргалтын загвар өөрчлөгддөг байна.

#### **7.4.2.2 Нэвтрүүлэх антены E-хавтгайн цацаргалтын загвар**

Энгийн шугаман туйлшрал бүхий антены E-хавтгайн цацаргалтын загварыг цацаргалтын хүрээний эргэн тойронд олон боломжит зүсэгдсэн хавтгайн нэг дээр (тогтмол азимутын өнцөг) хэмжиж болно.

Загварын хэмжилт хийх зүсэлтийн хавтгайг антен үйлдвэрлэгч сонгох бөгөөд антены үзүүлэлтийн тайланд тодорхойлсон байна.

Тохиромжтой сонголтын нэг нь ихэвчлэн холбогч болон кабелийн чиглүүлэлтийг агуулсан хавтгай юм.

- а) Загвар бүрийн баруун болон зүүн талд  $\Theta_M$  гэж тодорхойлсон гол навчны чиглэлийг сонгоно.

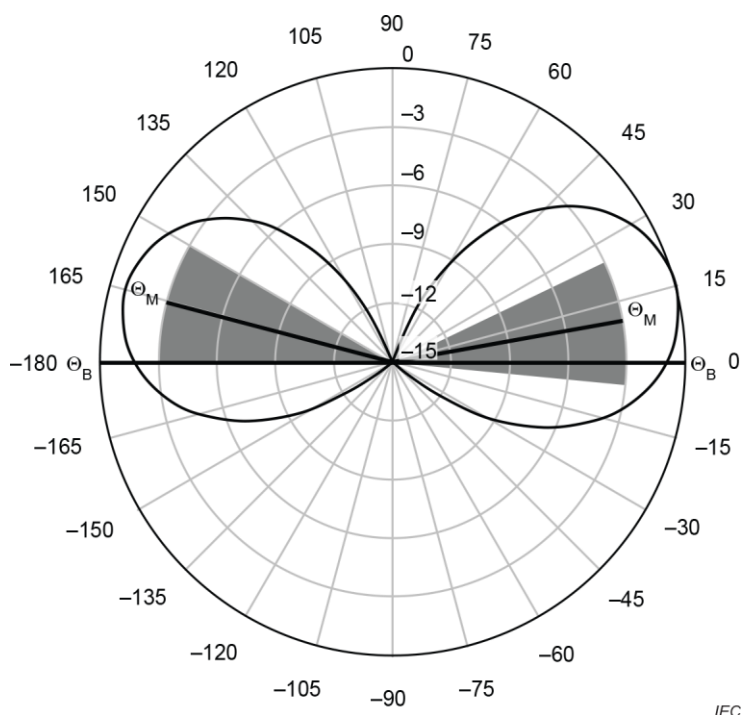
$\Theta_M$  нь  $0^\circ \pm 15^\circ$  болон  $180^\circ \pm 15^\circ$ -ын хооронд тус тус байна.

- б) Агуурга нь  $\pm 15^\circ$ -д  $\leq -3$  дБ байх загварын хоёр талд үндсэн навчийн чиглэлтэй тэгш хэмтэй хориотой гэгддэг бүсийг зурна.

Тайлбар: Энэ хязгаар нь борсайт бүс дэх шулуун загвар болон зөвшөөрч болох бүх чиглэл дэх төлөв байдлыг баталгаажуулдаг.

- с) E-хавтгайн загварыг хориглосон бүсэд оруулах ёсгүй.

Зураг 21-д өмнөх E-хавтгайн шаардлагыг хангасан цацаргалтын загварын жишээг үзүүлэв.



Тайлбар: Жишээ график нь энэ дэд зүйлийн E-хавтгайн шаардлагыг хангасан антенд зориулагдсан болно.

Загвар бүрийн баруун болон зүүн талын гол навчны чиглэл  $\Theta_M$  нь  $0^\circ \pm 15^\circ$  болон  $180^\circ \pm 15^\circ$  хооронд тус тус байна.

Сүүдэрлэсэн хэсэг нь тус бүрийн агуурга нь  $\pm 15^\circ$  хувьд  $\leq -3$  дБ байх “хориотой бүс”-ийг илэрхийлнэ. Антенны загвар нь хориотой бүсэд ордоггүй.

### 21-р зураг – Нэвтрүүлэх антенны E-хавтгайн цацаргалтын загварын жишээ (энэ жишээ нь зөвхөн мэдээллийн зорилготой)

#### 7.4.2.3 Нэвтрүүлэх антенны H-хавтгай цацаргалтын загвар

Диполь антенны H хавтгайн загварыг хэмжихэд зөвхөн нэг хавтгай байж болно, өөрөөр хэлбэл диполийн төвтэй огтлолцох диполь тэнхлэгт ортогональ хавтгай.

Энэ хавтгай нь метал кабель эсвэл оптик кабел ашиглаж байгаа эсэхээс хамааран хувиргагч, оролтын холбогч болон оролтын кабелийг агуулж болно.

Антенны үйлдвэрлэгч нь антенны туршилтын тайланд тэжээлийн кабель, холбогчийн байрлалыг агуулсан цацаргалтын загварыг хэмжихэд ашигласан тохиргоог тайлбарлах ёстой.

**MNS .....:2023**

а)  $\pm 135^\circ$  ( $0^\circ$  нь хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэгийн өнцөг,  $\Theta_B$ ) цараанд цацаргалтын загварын өгөгдлийг (дБ-ээр) дундажлана.

Энэ загварын өгөгдлийн хамгийн их алхамын хэмжээ нь 1 ГГц-ээс 6 ГГц давтамжийн цараанд  $5^\circ$ , 6 ГГц-ээс 18 ГГц хүртэл давтамжид  $1^\circ$  байна.

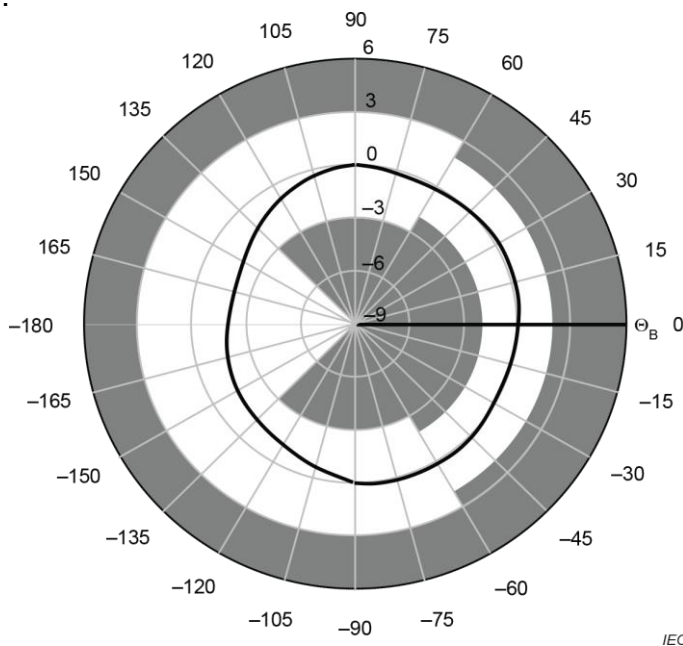
б) Уг загвар нь  $\pm 135^\circ$  дундаж утгийн дараах хазайлтаас хэтрэхгүй байх ёстой:

Өнцгийн цараа	1 ГГц-ээс 6 ГГц	6 ГГц-ээс 18 ГГц
$-60^\circ$ -ээс $+60^\circ$	$\pm 2$ дБ	$\pm 3$ дБ
$-60^\circ$ -ээс $-135^\circ$ , $+60^\circ$ -ээс $+135^\circ$	$\pm 3$ дБ	$\pm 4$ дБ
$-135^\circ$ -ээс $-180^\circ$ , $+135^\circ$ -ээс $+180^\circ$	$< +3$ дБ	$< +4$ дБ

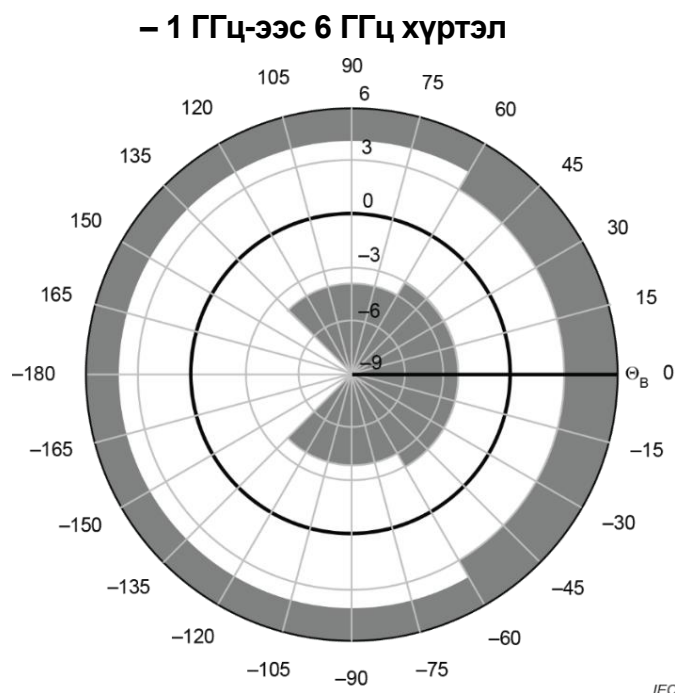
Тайлбар: Хэдийгээр Н-хавтгайн загвар дээрх доод хязгаарыг  $\pm 135^\circ$ -ны гадна талд байхаар тодорхойлоогүй бол, Н-хавтгайн загвар  $\pm 180^\circ$ -д тэгийг харуулахгүй, харин аль болохоор бүх чиглэлд цацаргалт хийдэг байх шаардлагатай.

Хэрэв тэжээлийн кабель болон антены тулгуурын чиглүүлэлтийн талаар антен үйлдвэрлэгчээс өгсөн заавар нь байвал  $\pm 135^\circ$  гадна Н-хавтгайн загварт үзүүлэх боломжит нөлөөллийг хамгийн бага байлгахад тусална.

Зураг 22 нь өмнөх Н-хавтгайн загварын шаардлагыг хангасан жишээ загварын графикийг үзүүлэв.



**22а-р зураг –Нэвтрүүлэх антены Н хавтгайн цацаргалтын загвар**



**22b-р зураг – Нэвтрүүлэх антены Н-хавтгай цацаргалтын загвар  
– 6 ГГц-ээс 18 ГГц хүртэл**

Тайлбар: Жишээ график нь Н хавтгайн шаардлагад нийцсэн антэнд зориулагдсан болно. Сүүдэрлэсэн хэсэг нь энэ дэд зүйлд заасан хамгийн их зөвшөөрөгдөх хазайлтыг илэрхийлнэ. Уг загвар нь сүүдэрлэсэн хэсэгт ордоггүй тул энэ жишээний антен нь шаардлагыг хангадаг.

### **Зураг 22 – Нэвтрүүлэх антены Н хэлбэрийн цацаргалтын загвар (энэ жишээ нь зөвхөн мэдээллийн зорилготой)**

#### **7.4.3 $S_{VSWR}$ -ийн харилцан туршилтын антен болон туршилтын төхөөрөмж**

$S_{VSWR}$ -ийн харилцан туршилтын процетурын хувьд (7.7-г үзнэ үү), туршилтын эзэлхүүнийг дамжуулахад ашигласан антен нь дараагийн EUT цацаргалтын унтралтын хэмжилтэд ашигласантай ижил төрлийн байх ба 4.6.2-т заасан шаардлагыг хангасан байна.

Хэрэглэсэн изотроп талбайн төхөөрөмж нь 3 дБ-ээс ихгүй анизотропитой бүх чиглэлтэй байх ёстой.

#### **7.5 Талбайн баталгаажуулалтын туршилтад шаардлагатай байрлал**

##### **7.5.1 Ерөнхий зүйл**

Талбайн баталгаажуулалтын туршилтыг цилиндр хэлбэртэй эзэлхүүнээр гүйцэтгэнэ.

Цилиндрийн ёроолыг EUT-ийг дэмжихэд ашигладаг гадаргуугаар тогтооно.

Цилиндрийн дээд хэсгийг EUT болон түүний босоо тэнхлэгийн кабелийн хамгийн их өндрөөр сонгоно.

Цилиндрийн диаметр нь кабелийг багтаасан EUT-ийг байрлуулахад шаардагдах хамгийн том диаметр юм.

Туршилтын эзэлхүүн байдлаар үлдэж байгаа кабелийн хувьд эдгээр кабелийн 30 см хэсгийг уг эзэлхүүний хэмжээсийг тогтоож байгаа гэж үздэг.

## MNS .....:2023

Тулгуур гадаргуугаас дээш өргөх боломжгүй шалан дээрх төхөөрөмжийг байрлуулахын тулд, туршилтын эзэлхүүний ёроолоос 30 см хүртэл өндөрт туршилтын эзэлхүүний цацаргалтыг газрын хавтгай дээр байрлуулсан шингээгчээр хаахыг зөвшөөрнө.

7.6-ийн стандарт туршилтын процедурын хувьд  $S_{VSWR}$ -ийг эзлэхүүнийг баталгаажуулах байрлалд хүлээн авах антеныг байрлуулах замаар болон тодорхойлсон байрлалд нэвтрүүлэх үүсгүүрийн байрлалыг өөрчлөх замаар үнэлнэ.

Эсвэл 7.7-д заасан  $S_{VSWR}$  харилцан хамаарал бүхий туршилтын процедурын хувьд энэ дэд зүйлд тодорхойлсон байрлалыг туршилтын эзлэхүүн дэх талбайн шалгалт хийхэд ашиглана.

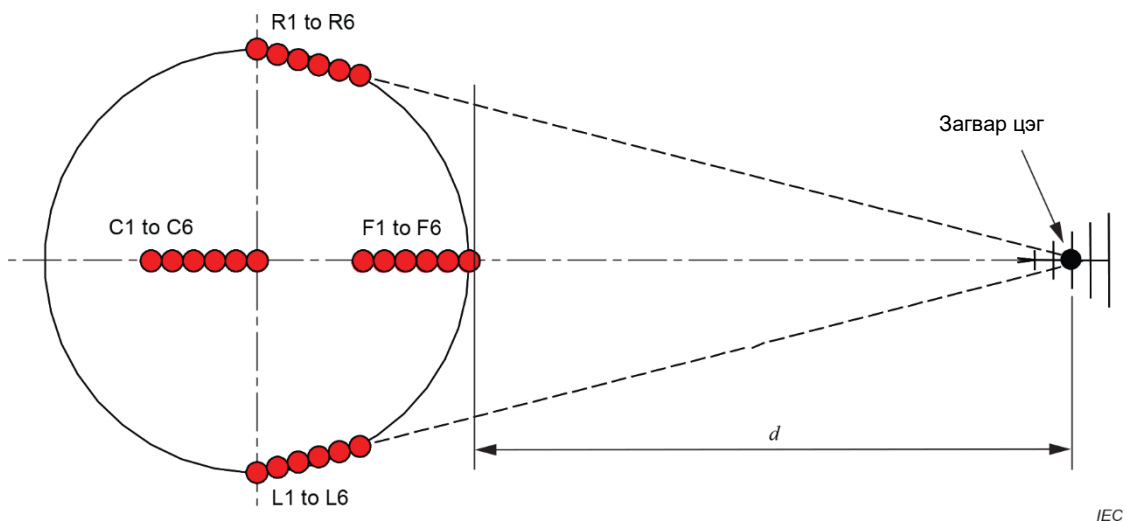
$S_{VSWR}$  хэмжилтийг хийхэд шаардагдах байрлал нь туршилтын эзэлхүүний хэмжээнээс хамаарна.

Хэмжилтийн байрлалын нөхцөл шаардлагын дэлгэрэнгүйг 7.8-д өгсөн болно.

$S_{VSWR}$ -ийг хүлээн авах антены загвар цэг хүртэлх шугамын дагуу зургаан хэмжилтийн дарааллаар шаардлагатай байрлал, туйлшрал бүрээр үнэлдэг.

Боломжит шаардлагатай бүх байрлалыг, үүнд 7.8-д тодорхойлсон нөхцөлт байрлалыг агуулсан, Зураг 23, Зураг 24-т дүрсэлсэн.

Хүлээн авах антены шугамын дагуух зургаан хэмжилтийн дарааллыг эдгээр зурагт цэгээр зааж өгсөн.



### Түлхүүр

$d$  туршилтын зай

**23-р зураг – Хэвтээ хавтгайд  $S_{VSWR}$  хэмжилтийн байрлал (тодорхойлолтыг 7.5.2-оос үзнэ үү)**

### 7.5.2 Хэвтээ хавтгайд $S_{VSWR}$ хэмжилтийн байрлалын тодорхойлолт (Зураг 23)

Энэ дэд зүйлд Зураг 23-т үзүүлсэн хэвтээ хавтгайд  $S_{VSWR}$  хэмжилтийн байрлалыг хэрхэн олохыг тайлбарласан болно.

- a) Нүүрний байрлал 1-6 (F1-ээс F6): Нүүрний байрлал нь туршилтын эзэлхүүний төвөөс хүлээн авах антены загвар цэг хүртэлх шугаман дээр байна.

Эдгээр байрлалыг байрлуулахын тулд эхлээд хүлээн авах антены загвар цэгээс  $d$  туршилтын зайд хэмжилтийн тэнхлэг дээр туршилтын эзэлхүүний урд талын өргөтгөл дээр F6-г байрлуулна.

Хүлээн авах антенаас холдох байдлаар нь F5-ээс F1-ийг F6-тай харьцангуйгаар дараах байдлаар хэмжинэ:

- 1) хүлээн авах антенаас  $F5 = F6 + 2$  см зайд
- 2) хүлээн авах антенаас  $F4 = F6 + 10$  см зайд
- 3) хүлээн авах антенаас  $F3 = F6 + 18$  см зайд
- 4) хүлээн авах антенаас  $F2 = F6 + 30$  см зайд
- 5) хүлээн авах антенаас  $F1 = F6 + 40$  см зайд

- b) Баруун талын байрлал 1-ээс 6 хүртэл (R1-ээс R6): Эдгээр байрлал нь R6 байрлалтай харьцангуй байрладаг.

R6-ийг туршилтын эзлэхүүний баруун өргөтгөлийг (R1 байрлал) тодорхойлж, дараа нь хүлээн авах антены загвар цэг рүү 40 см зайд шилжүүлэх замаар олно (Зураг 23-ыг үзнэ үү).

Хүлээн авах антенаас холдох байдлаар R5-аас R1 хүртэлх байрлалыг R6-тай харьцангуйгаар дараах байдлаар хэмжинэ:

- 1) хүлээн авах антенаас  $R5 = R6 + 2$  см зайд
- 2) хүлээн авах антенаас  $R4 = R6 + 10$  см зайд
- 3) хүлээн авах антенаас  $R3 = R6 + 18$  см зайд
- 4) хүлээн авах антенаас  $R2 = R6 + 30$  см зайд
- 5) хүлээн авах антенаас  $R1 = R6 + 40$  см зайд

- c) Зүүн талын байрлал 1-ээс 6 хүртэл (L1-ээс L6): Эдгээр байрлал нь L6 байрлалтай харьцангуй байрладаг.

L6-г туршилтын эзэлхүүний (L1 байрлал) зүүн өргөтгөлийг тодорхойлон, дараа нь 40 см-р хүлээн авах антены загвар цэг рүү чиглэсэн шугамаар шилжүүлснээр гаргаж авна (Зураг 23-ыг үзнэ үү).

Хүлээн авах антенаас холдох байдлаар L5-аас L1 хүртэлх байрлалыг L6-тай харьцангуй дараах байдлаар хэмжинэ:

- 1) хүлээн авах антенаас  $L5 = L6 + 2$  см зайд
- 2) хүлээн авах антенаас  $L4 = L6 + 10$  см зайд
- 3) хүлээн авах антенаас  $L3 = L6 + 18$  см зайд
- 4) хүлээн авах антенаас  $L2 = L6 + 30$  см зайд
- 5) хүлээн авах антенаас  $L1 = L6 + 40$  см зайд

- d) Төвийн байрлал 1-6 (C1-ээс C6): Эдгээр байрлал нь C6 байрлалтай харьцангуй байрладаг.

C6 байрлал нь туршилтын эзлэхүүний төвд байна.

Туршилтын эзэлхүүний диаметр нь 1.5 м-ээс их байх үед C1-ээс C6 хүртэлх байрлалыг турших шаардлагатай (7.8-ыг үзнэ үү).

Хүлээн авах антенаас холдох байдлаар C5-ээс C1-ийг C6-тай харьцангуйгаар дараах байдлаар хэмждэг:

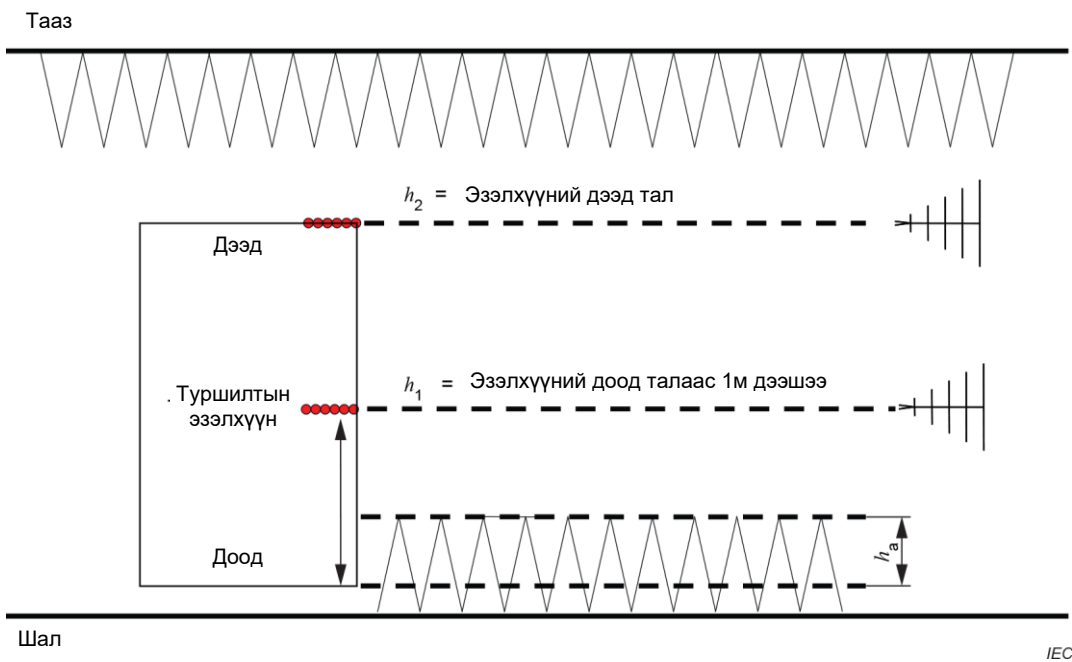
- 1) Хүлээн авах антенаас C5 = C6 + 2 см зайд
- 2) хүлээн авах антенаас C4 = C6 + 10 см зайд
- 3) Хүлээн авах антенаас C3 = C6 + 18 см зайд
- 4) хүлээн авах антенаас C2 = C6 + 30 см зайд
- 5) хүлээн авах антенаас C1 = C6 + 40 см зайд

### 2.5.3 $S_{VSWR}$ нэмэлт хэмжилтийн байрлалын тодорхойлолт (Зураг 24)

Зураг 23-т заасан байрлал дээр нэмээд туршилтын эзэлхүүний орой дахь нэмэлт  $S_{VSWR}$  туршилтын хавтгай нь туршилтын эзэлхүүний өндрөөс хамааран шаардлагатай болж болно.

Зураг 24-т  $S_{VSWR}$  хэмжилтийн өндрийн нэмэлт шаардлагыг харуулав.

Хоёр дахь өндрийн туршилтыг зөвхөн урд байрлалд хийнэ.



- $h_a$  шалан дээр байрлуулсан шингээгчийн халхалсан туршилтын эзэлхүүний хэсэг (хамгийн ихдээ 30 см)
- $h_1$  туршилтын эзэлхүүний дунд хэсэгт байрлах өндөр, эсвэл туршилтын эзэлхүүний доод хэсгээс дээш 1.0 м өндөр хоёрын аль бага нь
- $h_2$  нь  $h_1$ -ээс дор хаяж 0.5 м тусгаарлагдсан үед туршилт хийх шаардлагатай, туршилтын эзэлхүүний дээд хэсэгт байрлах өндөр (дэлгэрэнгүйг 7.8-аас үзнэ үү)

**Зураг 24 –  $S_{VSWR}$  байрлал (өндрийн шаардлага)**

### 7.5.4 $S_{VSWR}$ хэмжилтийн байрлалын хураангуй

Хүснэгт 7-д  $S_{VSWR}$  хэмжилтийн байрлалын хураангуйг харуулав.



Хүснэгт 7-д байрлалыг өндөр ( $h_1, h_2$ ) болон байршлаар (урд, зүүн, баруун, төв) бүлэглэв.

Байршил бүрийн хувьд Тэгшитгэл (23)-д шаардлагатай тооцоонд ашиглах загвар байрлалыг зааж өгсөн болно (7.6-г үзнэ үү).

Байрлалыг  $P_{\text{мнорq}}$  гэж тэмдэглэдэг ба уг тэмдэглэгээ нь Хүснэгт 7-н эхний баганад жагсаасан байрлалын нэртэй тохирч байна.

### Хүснэгт 7 – $S_{\text{VSWR}}$ хэмжилтийн байрлалын тэмдэглэгээ (3-ын 1)

Байрлалын нэр	Байрлал	Өндөр	Туйлшрал	$d_{\text{ref}}$ Загвар байрлал [Тэгшитгэл (23)-ийг үзнэ үү]	Загвар байрлалтай холбоотой байрлал
<b>Эхний өндөр дээрх урд нүүрний байрлал (Нүүр, <math>h_1</math>)</b>					
F1h1H	Урд	$h_1$	Хэвтээ	F6h1	Хүлээн авах антенаас +40 см зайд
F1h1V	Урд	$h_1$	Босоо	F6h1	Хүлээн авах антенаас +40 см зайд
F2h1H	Урд	$h_1$	Хэвтээ	F6h1	Хүлээн авах антенаас +30 см зайд
F2h1V	Урд	$h_1$	Босоо	F6h1	Хүлээн авах антенаас +30 см зайд
F3h1H	Урд	$h_1$	Хэвтээ	F6h1	Хүлээн авах антенаас +18 см зайд
F3h1V	Урд	$h_1$	Босоо	F6h1	Хүлээн авах антенаас +18 см зайд
F4h1H	Урд	$h_1$	Хэвтээ	F6h1	Хүлээн авах антенаас +10 см зайд
F4h1V	Урд	$h_1$	Босоо	F6h1	Хүлээн авах антенаас +10 см зайд
F5h1H	Урд	$h_1$	Хэвтээ	F6h1	Хүлээн авах антенаас +2 см зайд
F5h1V	Урд	$h_1$	Босоо	F6h1	Хүлээн авах антенаас +2 см зайд
F6h1H	Урд	$h_1$	Хэвтээ	F6h1	=Загвар байрлал (урд, $h_1$ )
F6h1V	Урд	$h_1$	Босоо	F6h1	= Загвар байрлал (урд, $h_1$ )
<b>Эхний өндөр дээрх төвийн байрлал (Төв, <math>h_1</math>) (Хэрэв шаардлагатай бол – 7.8-ийг үзнэ үү)</b>					
C1h1H	Төв	$h_1$	Хэвтээ	C6h1	Хүлээн авах антенаас +40 см зайд
C1h1V	Төв	$h_1$	Босоо	C6h1	Хүлээн авах антенаас +40 см зайд
C2h1H	Төв	$h_1$	Хэвтээ	C6h1	Хүлээн авах антенаас +30 см зайд
C2h1V	Төв	$h_1$	Босоо	C6h1	Хүлээн авах антенаас +30 см зайд
C3h1H	Төв	$h_1$	Хэвтээ	C6h1	Хүлээн авах антенаас +18 см зайд
C3h1V	Төв	$h_1$	Босоо	C6h1	Хүлээн авах антенаас +18 см зайд
C4h1H	Төв	$h_1$	Хэвтээ	C6h1	Хүлээн авах антенаас +10 см зайд
C4h1V	Төв	$h_1$	Босоо	C6h1	Хүлээн авах антенаас +10 см зайд
C5h1H	Төв	$h_1$	Хэвтээ	C6h1	Хүлээн авах антенаас +2 см зайд
C5h1V	Төв	$h_1$	Босоо	C6h1	Хүлээн авах антенаас +2 см зайд
C6h1H	Төв	$h_1$	Хэвтээ	C6h1	= Загвар байрлал (төв, $h_1$ )
C6h1V	Төв	$h_1$	Босоо	C6h1	= Загвар байрлал (төв, $h_1$ )
<b>Эхний өндөр дээрх баруун байрлал</b>					
R1h1H	Баруун	$h_1$	Босоо	R6h1	Хүлээн авах антенаас +40 см зайд эзлэхүүний баруун хэсэгт
R1h1V	Баруун	$h_1$	Хэвтээ	R6h1	Хүлээн авах антенаас +40 см зайд байрлуулах баруун талд
R2h1H	Баруун	$h_1$	Босоо	R6h1	Хүлээн авах антенаас +30 см зайд
R2h1V	Баруун	$h_1$	Хэвтээ	R6h1	Хүлээн авах антенаас +30 см зайд
R3h1H	Баруун	$h_1$	Босоо	R6h1	Хүлээн авах антенаас +18 см зайд

**MNS .....2023**

R3h1V	Баруун	$h_1$	Хэвтээ	R6h1	Хүлээн авах антенаас +18 см зайд
R4h1H	Баруун	$h_1$	Босоо	R6h1	Хүлээн авах антенаас +10 см зайд
R4h1V	Баруун	$h_1$	Хэвтээ	R6h1	Хүлээн авах антенаас +10 см зайд
R5h1H	Баруун	$h_1$	Босоо	R6h1	Хүлээн авах антенаас +2 см зайд
R5h1V	Баруун	$h_1$	Хэвтээ	R6h1	Хүлээн авах антенаас +2 см зайд
R6h1H	Баруун	$h_1$	Босоо	R6h1	= Загвар байрлал (баруун, $h_1$ )
R6h1V	Баруун	$h_1$	Хэвтээ	R6h1	= Загвар байрлал (баруун, $h_1$ )
<b>Эхний өндөр дээрх зүүн байрлал</b>					
L1h1H	Зүүн	$h_1$	Босоо	L6h1	Хүлээн авах антенаас +40 см зайд эзлэхүүний зүүн хэсэгт
L1h1V	Зүүн	$h_1$	Хэвтээ	L6h1	Хүлээн авах антенаас +40 см зайд эзлэхүүний зүүн хэсэгт
L2h1H	Зүүн	$h_1$	Босоо	L6h1	Хүлээн авах антенаас +30 см зайд
L2h1V	Зүүн	$h_1$	Хэвтээ	L6h1	Хүлээн авах антенаас +30 см зайд
L3h1H	Зүүн	$h_1$	Босоо	L6h1	Хүлээн авах антенаас +18 см зайд
L3h1V	Зүүн	$h_1$	Хэвтээ	L6h1	Хүлээн авах антенаас +18 см зайд
L4h1H	Зүүн	$h_1$	Босоо	L6h1	Хүлээн авах антенаас +10 см зайд
L4h1V	Зүүн	$h_1$	Хэвтээ	L6h1	Хүлээн авах антенаас +10 см зайд
L5h1H	Зүүн	$h_1$	Босоо	L6h1	Хүлээн авах антенаас +2 см зайд
L5h1V	Зүүн	$h_1$	Хэвтээ	L6h1	Хүлээн авах антенаас +2 см зайд
L6h1H	Зүүн	$h_1$	Босоо	L6h1	= Загвар байрлал (зүүн, $h_1$ )
L6h1V	Зүүн	$h_1$	Хэвтээ	L6h1	= Загвар байрлал (зүүн, $h_1$ )
<b>Хоёр дахь өндөрт урд нүүрний байрлал (шаардлагатай бол - 7.8-ыг үзнэ үү)</b>					
F1h2H	Урд	$h_2$	Босоо	F6h2	Хүлээн авах антенаас +40 см зайд
F1h2V	Урд	$h_2$	Хэвтээ	F6h2	Хүлээн авах антенаас +40 см зайд
F2h2H	Урд	$h_2$	Босоо	F6h2	Хүлээн авах антенаас +30 см зайд
F2h2V	Урд	$h_2$	Хэвтээ	F6h2	Хүлээн авах антенаас +30 см зайд
F3h2H	Урд	$h_2$	Босоо	F6h2	Хүлээн авах антенаас +18 см зайд
F3h2V	Урд	$h_2$	Хэвтээ	F6h2	Хүлээн авах антенаас +18 см зайд
F4h2H	Урд	$h_2$	Босоо	F6h2	Хүлээн авах антенаас +10 см зайд
F4h2V	Урд	$h_2$	Хэвтээ	F6h2	Хүлээн авах антенаас +10 см зайд
F5h2H	Урд	$h_2$	Босоо	F6h2	Хүлээн авах антенаас +2 см зайд
F5h2V	Урд	$h_2$	Хэвтээ	F6h2	Хүлээн авах антенаас +2 см зайд
F6h2H	Урд	$h_2$	Босоо	F6h2	= Загвар байрлал (урд, $h_2$ )
F6h2V	Урд	$h_2$	Хэвтээ	F6h2	= Загвар байрлал (урд, $h_2$ )
ТАЙЛБАР: Эдгээр $S_{VSWR}$ хэмжилтийг ямар ч дарааллаар хийж болно.					

**7.6  $S_{VSWR}$  талбайн баталгаажуулалт – стандарт туршилтын процедур**

Дараах процедурт байрлалыг  $P_{mnopq}$  гэж тодорхойлсон бөгөөд энд доогуурх бичмэл нь Хүснэгт 7-ийн эхний баганад жагсаасан байрлалын нэрстэй тохирч байна.

Хэмжсэн дохио  $M$  нь байрлал тус бүрийн хүлээн авсан цахилгаан орны оронгийн хүчлэг эсвэл хүчдэлийн хэмжилт бөгөөд  $M_{mnopq}$  гэж төстэйгээр доогуур нь бичмэлээр тэмдэглэсэн.

Жишээлбэл,  $P_{F1h1H}$  нь 1 өндөртэй, хэвтээ туйлшралтай F1 байрлал бөгөөд дБ-р илэрхийлсэн түүний хэмжсэн дохиог  $M_{F1h1H}$  гэж нэрлэдэг.

- a) Нэвтрүүлэх үүсгүүрийг хэвтээ туйлшралд ( $P_{F6h1H}$ ) 1 өндөртэй, нүүрэн талын байрлал 6 дахь загвар цэгт байрлуулна.

Түүнчлэн үүсгүүрээс хүлээн авах антены загвар цэг хүртэл хэмжсэн туршилтын  $d$  зайд хэвтээ туйлшралд хүлээн авах антеныг байрлуулна.

Хүлээн авах антены өндрийг бүх хэмжилтийн хувьд дамжуулах үүсгүүртэй ижил өндөрт байрлуулах ёстойг анхаарна уу.

- b) Хүлээн авсан дохио нь орчны болон хэмжиж байгаа хүлээн авагч эсвэл хэмжих давтамжийн бүх цараанд үзүүлсэн спектр анализаторын шуугианаас дор хаяж 20 дБ дээш харагдаж байгааг баталгаажуулна.

Хэрэв үгүй бол, үзүүлсэн шуугианы доод түвшнээс дээш 20 дБ түвшинг хадгалахын тулд өөр өөр төхөөрөмж (антен, кабель, дохионы үүсгүүр, урьдчилан өсгөгч) болон/эсвэл тохирох хэсэгчилсэн давтамжийн царааг ашиглах шаардлагатай байж болно.

- c) Хэмжсэн дохионы түвшинг  $M_{F6h1H}$  давтамж бүрт тэмдэглэнэ. Шүүсэн хэмжилт эсвэл шаталсан давтамжийн өсөлтийг ашиглаж болно.

Хэрэв шаталсан өсөлтийг ашиглаж байгаа бол давтамжийн өсөлт нь 50МГц ба түүнээс бага байна.

- d) Нүүрэн талын, 1 өндөртэй, хэвтээ туйлшралын хувьд Хүснэгт 8-д үзүүлсэн бусад таван байрлалд дамжуулах үүсгүүр дээр b) болон c) алхмыг давтана.

Хүлээн авах антенаас тусгаарлах зай нь Хүснэгт 7-д үзүүлсэн өсөлтөөр ялгаатай нүүрэн талын, 1 өндөртэй, хэвтээ туйлшралын ( $M_{F1h1H}$ -ээс  $M_{F6h1H}$ ) нийт зургаан хэмжилт байна.

- e) Дамжуулах үүсгүүрийн болон хүлээн авах антены туйлшралыг босоо чиглэлд өөрчилсөний дараа  $M_{F1h1V}$ -ээс  $M_{F1h6V}$ -ийг гаргаж авахын тулд  $P_{F1h1V}$ -ээс  $P_{F1h6V}$  байрлалд дээрх процедурыг давтана.

- f) Бүх хэмжилтийн хувьд Тэгшитгэл (23)-ийг ашиглан хэмжсэн оронгийн хүчлэг эсвэл хүчдэлийн өгөгдлийг Хүснэгт 7-д үзүүлсэн загвар байрлалын зайд стандарт болгоно:

$$M^i_{mnopq} = M_{mnopq} + 20lg\left(\frac{d_{mnopq}}{d_{ref}}\right) dB \quad (23)$$

энд:

$d_{mnopq}$

хэмжилтийн байрлалд зориулсан бодит тусгаарлах зай;

$d_{ref}$

загвар байрлал хүртэл хэмжсэн тусгаарлах зай;

$M_{mnopq}$

дБ-р илэрхийлсэн хэмжсэн дохио (оронгийн хүчлэг эсвэл хүлээн авагчийн хүчдэл). Хэмжилтийн байрлал бүр нь  $P_{mnopq}$ -ийн Хүснэгт 7-д заасны дагуу 6-р байрлалд тохирох өөр өөр загвар байрлалтай болохыг анхаарна уу;

$M_{m \square nopq}$

Хүснэгт 7-д үзүүлсэн загвар байрлалын зайтай харьцангуй нормчилсон хэмжсэн оронгийн хүчлэг эсвэл хүчдэлийн өгөгдөл.

## MNS .....:2023

г) Тэгшитгэл (21) эсвэл (22)-ийг (7.3.1-ийг үзнэ үү) ашиглан хэвтээ туйлшралын  $S_{VSWR}$ -ийг тооцоол.

Тэгшитгэл (22)-ийг ашиглан  $S_{VSWR,дБ}$ -ийг зургаан байрлалд зайны залруулга хийсний дараа хамгийн их хүлээн авсан дохионоос  $M_{max,дБ}$  хамгийн бага хүлээн авсан дохио  $M_{min,дБ}$ -ийг хасч гаргаж авч болно.

Босоо туйлшралыг ашиглан гаргаж авсан уншилтын тооцоог давтана.

h) Туйлшрал бүрийн  $S_{VSWR}$  нь 7.3.2-д заасан хүлээн авах шалгуурыг хангасан байна.

i) Туршилтын эзлэхүүний зүүн болон баруун байрлалд а)-аас h) хүртэлх алхмыг давтана.

Дамжуулах үүсгүүрийн антенныг зүүн эсвэл баруун тийш шилжүүлэх үед түүний хамгийн их өсгөлтийн тэнхлэгийн чиглэл нь хүлээн авах антен руу чиглэх ёстойг анхаарна уу.

Гэсэн хэдий ч хүлээн авах антен нь төв рүү (хажуугийн байрлал руу чиглээгүй) чиглэсэн хэвээр байх ёстой бөгөөд энэ нь дараа нь EUT хэмжилтийн үеийн чиглэлтэй ижил байна.

j) Хэрэв 7.8-д шаардсан бол төвийн байрлал дахь хэмжилт болон хоёр дахь өндөрт шаардлагатай хэмжилтийн хувьд дээрх процедурыг давтана.

Хоёр дахь өндөрт хэмжилт хийх үед хүлээн авах антен нь нэвтрүүлэгч антентай ижил өндөрт байна.

### 7.7 $S_{VSWR}$ талбайн баталгаажуулалт – изотроп талбайн датчик ашиглан харилцан туршилт хийх процедур

Хамгаалагдсан байгууламжийн хувьд (жишээ нь бүрэн цуурай дарагчтай өрөө эсвэл хагас цуурай дарагчтай өрөө) Хүснэгт 7-ийн шаардлагатай байрлалд байрлуулсан изотропын талбайн мэдрэгч ашиглан, EUT цацаргалтын унтралтын хэмжилтийн хувьд хүлээн авах антен байдлаар дараах ашиглагддаг ижил антенны туршилтын хэмжээгээр цацаргаснаар  $S_{VSWR}$ -ийг үнэлэхийг зөвшөөрдөг.

Энэхүү стандартын зорилгын үүднээс энэ аргыг  $S_{VSWR}$  талбайн баталгаажуулалтын "харилцан хамааралтай" арга гэж нэрлэдэг.

Энэхүү  $S_{VSWR}$  харилцан хамааралтай туршилтын процедурт EUT унтралтын хэмжилтийн үед дараа нь хүлээн авах антен болгон ашиглах антенныг "нэвтрүүлэх" антен гэж нэрлэдэг учир нь энэ нь туршилтын эзэлхүүнд байрлах мэдрэгч рүү дамжуулахад ашиглагдана.

7.4.2-д заасан цацаргалтын загварын үзүүлэлтийг биелүүлэх изотроп талбайн мэдрэгч шаардлагатай.

Мэдрэгч нь нэвтрүүлэгч антенны туйлшралтай нийцэх чадвартай байх ёстой, өөрөөр хэлбэл мэдрэгч доторх мэдрэгчийн элементийн байршил болон чиглэлийг мэдэгдсэн байх ёстой.

Изотропик оронгийн мэдрэгч ашигласан  $S_{VSWR}$  талбайн баталгаажуулалтын харилцан хамааралтай туршилтын процедур нь дараах байдалтай байна.

- a) хэвтээ туйлшралд ( $P_{F6h1H}$ ) урд талын байрлал 6, өндөр 1 дээр оронгийн мэдрэгчийг байрлуулна.

Нэвтрүүлэх антеныг туршилтийн эзлэхүүний периметрээс антены загвар цэг хүртэл хэмжсэн туршилтын зайд  $d$  байрлуулна.

- b) Оронгийн хүчлэгийн хэмжээ мэдрэгчийн зохистой ажиллагааг хангахад хангалттай эсэхийг шалгана.

Тохиромжтой оронгийн хүчлэгийг бий болгоход шаардлагатай төхөөрөмж болон процедурын талаарх зааварчилгааг мэдрэгчийн (хангалттай мэдрэмтгий байдал болон хэмжилтийн тодорхойгүй байдал) үйлдвэрлэгчийн ашиглалтын үзүүлэлтээс харна уу.

Түүнчлэн дамжуулах систем болон мэдрэгчийн системийн шугаман байдлыг шалгах ба гармоникийг үндсэн дохионоос дор хаяж 15 дБ доош дарах ёстой.

Туршилтын явцад урагшлах чадлыг хянахын тулд чиглүүлэгч холбогч ашиглахыг зөвлөдөг ба учир нь гаралтын чадлын түвшний өөрчлөлт нь туршилтын үр дүнд өөрчлөлт оруулдаг.

Тогтвортой гаралтын дохиог хангах нь чухал байдаг ба учир нь дохионы үүсгүүрийн тогтворгүй байдлаас үүдэлтэй аливаа дохионы өөрчлөлт (жишээлбэл кабелийн холболт муу, чадлын өсгөгчийн халаах хугацаа гэх мэт) үр дүнгийн нэмэлт өөрчлөлтийг (жишээ нь зохиомол өндөр  $S_{VSWR}$  үр дүн) үүсгэж болно.

- c) Хэмжсэн дохионы түвшин,  $M_{F6h1H}$ -ийг давтамж бүрд тэмдэглэнэ. Шүүсэн хэмжилт эсвэл шаталсан давтамжийн өсөлтийг ашиглаж болно.
- d) Нүүрэн талд, 1 өндөр, хэвтээ туйлшралын хувьд Хүснэгт 8-д (7.9-ийг үзнэ үү) үзүүлсэн бусад таван байрлалд оронгийн мэдрэгчтэй b) болон c) алхмыг давтана.

Хүлээн авах антенаас тусгаарлах зай нь Хүснэгт 7-д үзүүлсэн өсөлтөөр ялгаатай нүүрэн талын, 1 өндөртэй, хэвтээ туйлшралын ( $M_{F1h1H}$ -ээс  $M_{F6h1H}$ ) нийт зургаан хэмжилт байна.

- e) Оронгийн мэдрэгч болон антены туйлшралыг босоо чиглэлд өөрчлөн  $M_{F1h1V}$ -ээс  $M_{F1h6V}$ -ийг гаргаж авахын тулд  $P_{F1h1V}$ -ээс  $P_{F1h6V}$  байрлалд дээрх процедурыг давтана.
- f) Бүх хэмжилтийн хувьд Тэгшитгэл (23)-ийг ашиглан олж авсан өгөгдлийг стандарт болгоно.
- g) Тэгшитгэл (21) эсвэл (22)-ийг (7.3.1-ийг үзнэ үү) ашиглан хэвтээ туйлшралын  $S_{VSWR}$ -ийг тооцоолно.

Тэгшитгэл (22)-ийг ашиглан 6-н байрлал дээр зайны залруулга хийсний дараа [өөрөөр хэлбэл 7.7 f)-д] хамгийн их хүлээн авсан дохионоос  $M_{\max, \text{дБ}}$  хүлээн авсан хамгийн бага дохио болох  $M_{\min, \text{дБ}}$ -ийг хасч гарган авч болно.

Босоо туйлшралыг ашиглан олж авсан уншилтын тооцооллыг давтана.

- h) Хоёр туйлшралын  $S_{VSWR}$  нь 7.3.2-д заасан хүлээн авах шалгуурыг хангасан байна.
- i) Туршилтын эзлэхүүний зүүн ба баруун байрлалд дээрх процедурыг давтана. Энэхүү харилцан хамааралтай  $S_{VSWR}$  процедурын хувьд мэдрэгчийг дамжуулагч антенны загвар цэг дээр тогтмол чиглэлтэй байлгахын тулд тохируулж болно гэдгийг анхаарна уу.  
Гэсэн хэдий ч дамжуулах антен нь төв рүү (хажуугийн байрлал руу чиглээгүй) чиглэсэн хэвээр байх ёстой бөгөөд энэ нь дараа нь EUT хэмжилтийн үеийн чиглэлтэй ижил байна.
- j) Хэрэв 7.8-д шаардсан бол төвийн байрлал дахь хэмжилт болон хоёр дахь өндөрт шаардлагатай дурын хэмжилтийн хувьд дээрх процедурыг давтан хийнэ.

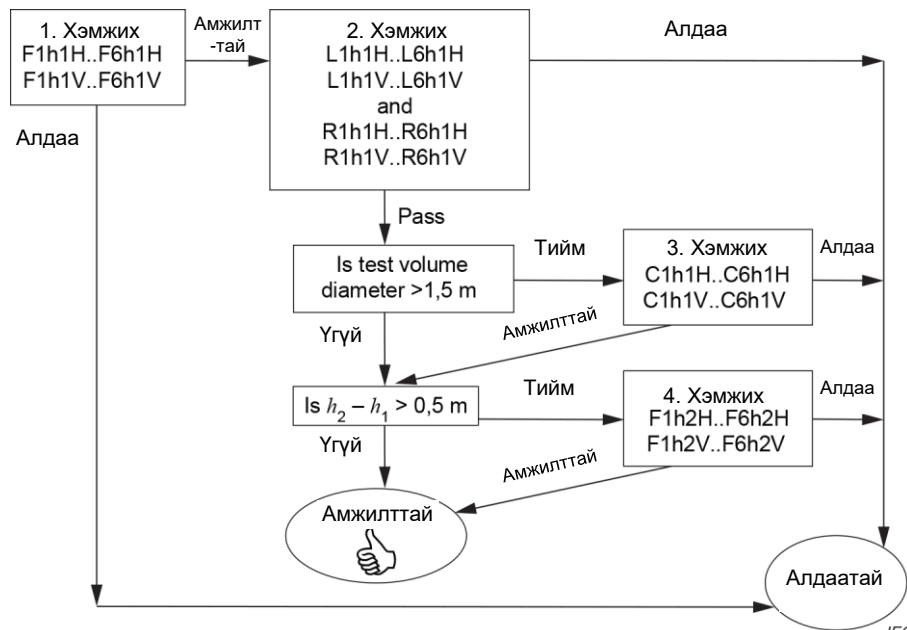
Хоёр дахь өндөрт хэмжилт хийх үед мэдрэгч нь нэвтрүүлэх антентай ижил өндөрт байна.

**7.8  $S_{VSWR}$  -ийн нөхцөлт хэмжилтийн байрлалд тавигдах шаардлага**

Зураг 23, Зураг 24, Хүснэгт 7-д заасны дагуу туршилтын эзлэхүүний хэмжээнээс хамааран нэмэлт хэмжилтийн байрлалыг турших шаардлагатай.

Зураг 25-д эдгээр нэмэлт хэмжилтийг хэзээ хийх шаардлагатайг тодорхойлсон дарааллын диаграммыг үзүүлэв.

Хэмжилтийн нэмэлт байрлал шаардлагатай бол  $S_{VSWR}$ -ийг 7.6 эсвэл 7.7-д заасан процедурын дагуу хэвтээ ба босоо туйлшралын хувьд зургаан хэмжилтийн бүлэг тус бүрээс туршилтын давтамж тус бүрээр тодорхойлно.



Тайлбар: Хэмжилтийг үзүүлсэн дарааллаар хийх шаардлагагүй бөгөөд шаардлагатай бүх өгөгдлийг олж авахын тулд ямар ч дарааллаар хийж болно.

**Зураг 25 –  $S_{VSWR}$  нөхцөлт хэмжилтийн байрлалд тавигдах шаардлага**

## 7.9 $S_{VSWR}$ талбайн баталгаажуулалтын туршилтын тайлан

Хүснэгт 8-д шаардлагатай бүх боломжит  $S_{VSWR}$  хэмжилт, тооцооллын хураангуйг жагсаасан болно (нормчилсон), үүнд шаардлагатай байрлалын үр дүн болон 7.8-ын нөхцөлт байрлал орно.

Туршилтын давтамж бүрт  $S_{VSWR}$  тооцоолол болон тайлагнах шаардлага тавигдана.

### Хүснэгт 8 – $S_{VSWR}$ тайлангийн шаардлага

Байрлал	Өндөр	Туйлшрал	Бичлэг	$S_{VSWR}$ , дБ
Урд	$h_1$	Босоо	Шаардагдана	$= \text{Max} (M'_{F1h1H} \dots M'_{F6h1H}) - \text{Min} (M'_{F1h1H} \dots M'_{F6h1H})$
Урд t	$h_1$	Хэвтээ	Шаардагдана	$= \text{Max} (M'_{F1h1V} \dots M'_{F6h1V}) - \text{Min} (M'_{F1h1V} \dots M'_{F6h1V})$
Баруун	$h_1$	Босоо	Шаардагдана	$= \text{Max} (M'_{R1h1H} \dots M'_{R6h1H}) - \text{Min} (M'_{R1h1H} \dots M'_{R6h1H})$
Баруун	$h_1$	Хэвтээ	Шаардагдана	$= \text{Max} (M'_{R1h1V} \dots M'_{R6h1V}) - \text{Min} (M'_{R1h1V} \dots M'_{R6h1V})$
Зүүн	$h_1$	Босоо	Шаардагдана	$= \text{Max} (M'_{L1h1H} \dots M'_{L6h1H}) - \text{Min} (M'_{L1h1H} \dots M'_{L6h1H})$
Зүүн	$h_1$	Хэвтээ	Шаардагдана	$= \text{Max} (M'_{L1h1V} \dots M'_{L6h1V}) - \text{Min} (M'_{L1h1V} \dots M'_{L6h1V})$
Төв	$h_1$	Босоо	Нөхцөлт	$= \text{Max} (M'_{C1h1H} \dots M'_{C6h1H}) - \text{Min} (M'_{C1h1H} \dots M'_{C6h1H})$
Төв	$h_1$	Хэвтээ	Нөхцөлт	$= \text{Max} (M'_{C1h1V} \dots M'_{C6h1V}) - \text{Min} (M'_{C1h1V} \dots M'_{C6h1V})$
Урд	$h_2$	Босоо	Нөхцөлт	$= \text{Max} (M'_{F1h2H} \dots M'_{F6h2H}) - \text{Min} (M'_{F1h2H} \dots M'_{F6h2H})$
Урд	$h_2$	Хэвтээ	Нөхцөлт	$= \text{Max} (M'_{F1h2V} \dots M'_{F6h2V}) - \text{Min} (M'_{F1h2V} \dots M'_{F6h2V})$

## 7.10 $S_{VSWR}$ талбайн баталгаажуулалтын аргын хязгаарлалт

7.5-д сонгосон болон өмнөх процедурт агуулсан хэмжилтийн цэг нь 1 ГГц-ээс 18 ГГц давтамжийн цараанд туршилтын талбайн  $S_{VSWR}$ -ийн нийт хэмжилтийг хангах зорилготой.

Гэсэн хэдий ч оргил  $S_{VSWR}$ -ийг дурын  $f$  давтамж дээр 7.6 эсвэл 7.7-ийн процедурыг ашиглан байнга барьж авахгүй байж болохийг анхаарна уу.

Иймд дурын нэг давтамжийн хэмжилт дээр үндэслэсэн  $S_{VSWR}$  нийцлийн тухай мэдэгдлийг дагаж мөрдөхөөс зайлсхийх хэрэгтэй.

Гэсэн хэдий ч зэргэлдээх давтамжийн октав ( $0.5f$ -ээс  $2f$ ) дахь дээрх процедурын дагуу олсон хамгийн хэмжээ нь ихэвчлэн зурвасын бүх давтамжийн хувьд хамгийн муу тохиолдол  $S_{VSWR}$ -ийг илэрхийлдэг.

Нэг давтамж дээр  $S_{VSWR}$  үр дүнгийн илүү нарийвчлал шаардлагатай тохиолдолд Зураг 23 болон Зураг 24-т үзүүлсэн шугамын дагуу зургаагаас дээш байрлалыг хэмжих замаар дээрх аргыг сайжруулж болно.

Нэмэлт мэдээлэл цуглуулах цэг нь тэгш бус зайтай байрласан байх ёстой бөгөөд сонирхсон давтамж дээр долгионы уртын дөрөвний нэгийн алхмыг ашиглан үүсгүүр антены (эсвэл харилцан хамааралтай  $S_{VSWR}$  аргаар оронгийн мэдрэгч) зайн хөрвүүлэлт дээр үндэслэн сонгоно.

## **7.11 Туршилтын өөр талбай**

Чөлөөт орон зайн нөхцөлийг хангасан аливаа туршилтын талбай нь боломжит өөр туршилтын талбай юм.

## **8 Нийтлэг аргын шингээх төхөөрөмж**

### **8.1 Ерөнхий зүйл**

Түгээмэл горимийн шингээх төхөөрөмжийг (SMADs) цацрагийн унтралтыг хэмжих үед туршилтын эзэлхүүнийг орхисон кабельд хэрэглэнэ.

Кабель нь туршилтын талбайг орхиж байгаа цэгт (жишээ нь эргэдэг тавцангийн төв) нийтлэг горимын эсэргүүцэл болон тэгш хэмийн боломжит ялгаатай утгын улмаас өөр өөр туршилтын талбайн хоорондох хэмжилтийн үр дүнгийн ялгаатай байдлыг бууруулахийн тулд SMAD-ийг цацаргалтын унтралтын хэмжилтэнд ашигладаг.

SMAD-ийн үндсэн шинж чанарыг  $S$ -параметрээр илэрхийлж болно.

Гаргаж авсан гүйцэтгэлийн хэмжигдэхүүнийг тухайлбал оруулалтын алдагдал эсвэл ойлтын коэффициент зэргийг эдгээр  $S$ -параметрээр тодорхойлж болно.

Энэ зүйлд SMAD-ийн  $S$ -параметрийг баталгаажуулах хэмжилтийн аргыг зааж өгсөн.

### **8.2 SMAD $S$ -параметрийн хэмжилт**

8.3-т тодорхойлсон туршилтын төхөөрөмжөөр хэмжсэн  $S$ -параметр нь SMAD-ийн шинж чанарыг тодорхойлоход хэрэглэгддэг.

Нарийн төвөгтэй  $S$ -параметрийн утгыг Зураг 26-д заасан загвар хавтгайгаар үнэлнэ.

Хамгийн өндөр боломжит нарийвчлалтай  $S$ -параметрийн хэмжилтийн загвар арга нь 8.4-д тодорхойлсон вектор сүлжээний анализатор (VNA) болон TRL тохируулгын аргыг ашигладаг.

### **8.3 SMAD туршилтын төхөөрөмж**

Туршилтын SMAD-ийн  $S$  параметрийг хэмжихэд ашигладаг туршилтын төхөөрөмж нь Зураг 26-д үзүүлсний дагуу метал газрын хавтгай дээрх цилиндр хэлбэртэй метал саваатай байна.

Гурван хэсгээс бүрдэх туршилтын төхөөрөмжийн босоо хашлага хоорондох метал саваа: хоёр загвар хавтгайн хоорондох төхөөрөмжийн дамжуулагч шугамыг бүрдүүлдэг нэг хэсэг болон загвар хавтгай болон хоёр тохируулагч портын хоорондох хоёр тохируулагч хэсэг.

Тохируулагчийн хэсгийн болон тохируулагчийн портын SMAD хэмжилтийн үр дүнгийн нөлөөг эцсийн хэмжилтэнд бага тодорхой бус байдлыг бий болгох замаар 8.4-т тодорхойлсон TRL тохируулгын аргыг ашиглан арилгах боломжтой.

8.4-ийн хэмжилтэнд ямар ч төрлийн тохируулагч ашиглаж болно.

Тохиуулагчийн жишээг Зураг 29-31-д үзүүлэв (8.6-г үзнэ үү).

Цилиндр бариулын диаметр  $d$  нь 4 мм байна.



Газрын хавтгайгаас дээших өндөр,  $h$  нь SMAD-ийн хэмжээсээр тодорхойлогддог; ердийн утга нь 30 мм, 65 мм, 90 мм байна.

Хэмжилтийг SMAD-ийн байгууламжаар тодорхойлсон өндөрт гүйцэтгэнэ.

Загвар хавтгай болон төхөөрөмжийн (тохируулагчийн хэсэг) босоо амсарын хоорондох зай,  $L_A$ , хамгийн багадаа  $2h$  байх ёстой (Зураг 26-г үзнэ үү).

Загвар хавтгай болон SMAD төгсгөл  $D_A$  болон  $D_B$  хоорондын зай нь  $h$  -ээс ихгүй, аль болох бага байх ёстой.

Туршилтын төхөөрөмжийн метал газрын хавтгай нь уртаараа  $(L_{jig}+4h)$ -ээс их, өргөнөөрөө  $4h$ -ээс их байна.

Онцлог эсэргүүцэл,  $Z_{ref}$  нь шугамын дотоод диаметр  $d$  (4 мм-ээр тодорхойлогддог) болон газрын хавтгай дээрх савааны төвийн өндрөөр  $h$  өгөгддөг:

$$Z_{ref} = \frac{Z_0}{2\pi} \cosh^{-1} \left( \frac{2h}{d} \right), \quad \Omega \quad (24)$$

энд:

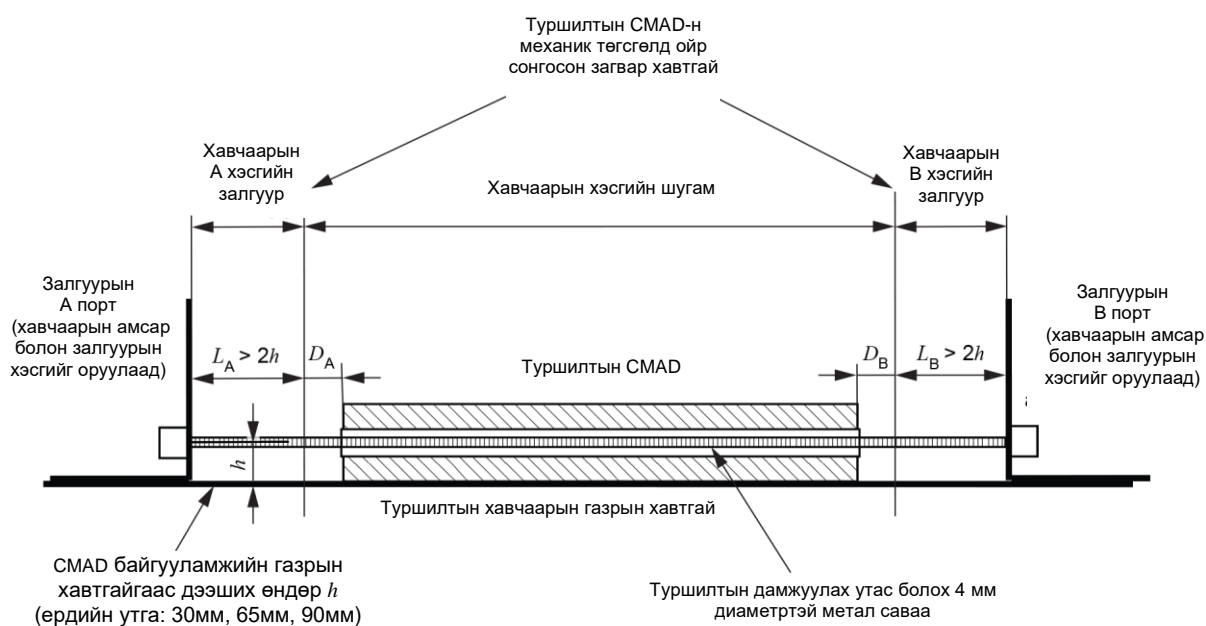
- $Z_0$  Омоор илэрхийлсэн чөлөөт орон зайн эсэргүүцэл (өөрөөр хэлбэл 120  $\Omega$ );
- $d$  4 мм-ээр тодорхойлогдсон туршилтын дамжуулагчийн диаметр;
- $h$  газрын хавтгайгаас дээших туршилтын дамжуулагчийн төвийн өндөр.

ЖИШЭЭ: Өөр өөр өндөртэй  $h$  -ийн  $Z_{ref}$  -ийн ердийн утга:

$$h = 30 \text{ мм} \quad \rightarrow \quad Z_{ref} = 204 \Omega$$

$$h = 65 \text{ мм} \quad \rightarrow \quad Z_{ref} = 248 \Omega$$

$$h = 90 \text{ мм} \quad \rightarrow \quad Z_{ref} = 270 \Omega$$



IEC

26-р зураг – Туршилтын төхөөрөмж доторх загвар хавтгайн тодорхойлолт

#### 8.4 TRL тохируулгыг ашиглан хэмжих арга

Дамжуулах ойлтын шугамын (TRL) тохируулгын аргыг SMAD-ийн  $S$ -параметрийг хэмжихийн тулд зөвлөмж болгодог.

Энэ тохируулгын процедурын ашиглалт нь туршилт хийгдэж байгаа SMAD байрлах байрлалд ойрхон байх тийм туршилтын төхөөрөмж доторх загвар хавтгайг сонгох боломжийг олгодог бөгөөд ингэснээр  $D_A$  болон  $D_B$  хоорондын зайг хамгийн бага байлгах боломжтой (Зураг 26-г үзнэ үү).

Тохируулга нь ижил диаметр, өндөртэй метал савааг ("шугам" гэж нэрлэдэг) төхөөрөмжийн дамжуулах шугамын хэсэгт шаарддаг.

Шугамын хэсгийн онцлог эсэргүүцэл болон уртыг яг тодорхой мэдэх ба VNA-ийн програм хангамж эсвэл гадны залруулгын тооцоололд ашигладаг тохируулгын өгөгдөлд нэвтрүүлсэн байх ёстой.

TRL тохируулгын процест ашигласан шугамын хэсгийн урт нь TRL тохируулга хийх давтамжийн царааг тодорхойлдог.

Энэ давтамжийн хязгаарлалт нь TRL тохируулгын аргад ашигласан математикийн процедурын үр дүнд бий болсон бөгөөд зарим давтамжид тэгээр хуваагдах (эсвэл маш бага утга) нөхцөл боломжтой бөгөөд үүнээс зайлсхийх ёстой.

Хэрэв "шугамын" загварын урт нь  $L$  бол давтамжийн царааг хүрээг нам  $f_L$  ба  $f_H$  өндөр давтамжийн хооронд дараах байдлаар хязгаарлана:

$$f_L = 0.05c_L \quad (25)$$

$$f_L = 0.45c_L \quad (26)$$

Энд  $c$  нь  $3 \times 10^8$  м/с байна.

30 МГц-ээс 200 МГц давтамжийн цараанд тохируулга хийхэд 0.6 м "шугаман" урт тохиромжтой.

Хэрэв хэмжилтийг илүү өндөр давтамж руу өргөтгөх шаардлагатай бол хоёр дахь "шугаман" тохируулга хийх шаардлагатай.

150 МГц-ээс 1000 МГц давтамжийн цараанд 0.12 м "шугаман" урттай хоёр дахь тохируулга хийх тохиромжтой.

TRL тохируулгын аргад дараах дөрвөн тохируулгын тохиргоо шаардлагатай.

- а) "ойлт" (порт А): Тохируулгын хэсэг болон бусад холболтгүй (нээлттэй хэлхээний нөхцөлийг симуляц хийн) [Зураг 27а] тохируулгын комплекс утга  $S_{11}$  –ийг хэмжих;
- б) б) "ойлт" (порт В): Тохируулгын хэсэг болон бусад холболтгүй (нээлттэй хэлхээний нөхцөлийг симуляц хийн) [Зураг 27б] тохируулгын комплекс утга  $S_{22}$  –ийг хэмжих;
- с) "дамжуулан": шууд цуг холбосон (хооронд нь шугамын хэсэг байхгүй) хоёр тохируулагчийн хэсэгтэй  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ,  $S_{22}$  комлекс утгыг хэмжих [Зураг 27с];

d) "шугам": Танилцуулсан шугамын хэсэгтэй  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$ ,  $S_{22}$  комплекс утгыг хэмжих [Зураг 27d]

Эдгээр тохируулгын хэмжилт нь давтамжийн цэг бүрт 10 нийлмэл тоог гаргадаг.

Хэрэв VNA нь TRL тохируулгын програм хангамжийг агуулсан бол TRL хэмжилтийн тохирох залруулгыг тооцоолохдоо эдгээр загвар хэмжилтийг ашиглана.

Хэрэв VNA нь TRL тохируулгыг дэмждэггүй бол CISPR TR 16-3 стандартад заасан процедурын дагуу шаардлагатай залруулгыг VNA-аас хамааралгүйгээр хийж болно.

Тохируулгын хавтгайгаас гаднах тохируулгын хэсэг болон тохируулгын портын шинж чанарыг TRL тохируулгын хувьд мэдэх шаардлагагүй; харин эдгээрийг тохируулгын процедураар хэмжиж, TRL тохируулгаар зөв компенсац хийдэг.

Өөр өөр төрлийн тохируулагч ашиглаж болно.

Туршилтын төхөөрөмжийн хоёр төгсгөлд ижил төрлийн тохируулагч, тохируулагчийн хэсгийн ижил уртыг ашиглахийг зөвлөж байна.

Түүнчлэн хоёр тохируулагчийн хэсэг нь  $L_A=L_B$  зэрэг ижил урттай байхыг зөвлөдөг.

Тохируулсны дараа туршилтын CMAD-ийг туршилтын төхөөрөмжийн шугамын хэсэгт оруулна.

Тохируулгын хэсэг болон тохируулга нь тохируулга хийхэд ашигласантай яг адилхан байх ёстой.

Метал савааны урт нь тохируулга хийхэд ашигласан "шугам"-ын уртаас өөр байж болох боловч диаметр (4 мм) болон газрын хавтгайгаас дээрих өндөр нь тохируулга хийхэд ашигласантай ижил байна.

CMAD доторх метал савааг CMAD-ийн нээлхийн төвд аль болох нарийвчлалтай байрлуулах хэрэгтэй.

Загвар хавтгай нь CMAD-ийн физик төгсгөлтэй тохирч байхаар (өөрөөр хэлбэл  $D$  аль болох бага) метал савааны уртыг сонгох боломжтой.

Ердийн CMAD нь 0.6 м урттай байдаг.

Энэ тохиолдолд 4 мм шугамын хэсгийг 30 МГц-ээс 200 МГц хүртэлх давтамжийн царааг хамарсан тохируулга хийхэд түүнчлэн CMAD-ийн хэмжилтэнд (мөн илүү богино шугамаар тохируулсан 200 МГц-ээс дээш давтамжийн царааг багтаасан) ашиглаж болно.

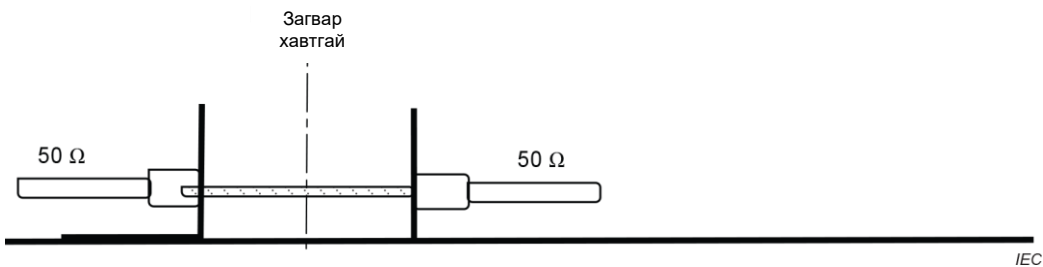
TRL тохируулгын дагуу залруулсан VNA хэмжилтийг ашиглан туршилт хийж байгаа CMAD-ийн хэмжилтийн үр дүн нь дамжуулах шугамын хэсгийн (хоосон төхөөрөмж),  $Z_{0,jig}$  характеристикийн эсэргүүцэлтэй холбоотой дөрвөн S-параметрийн бүлэг юм.



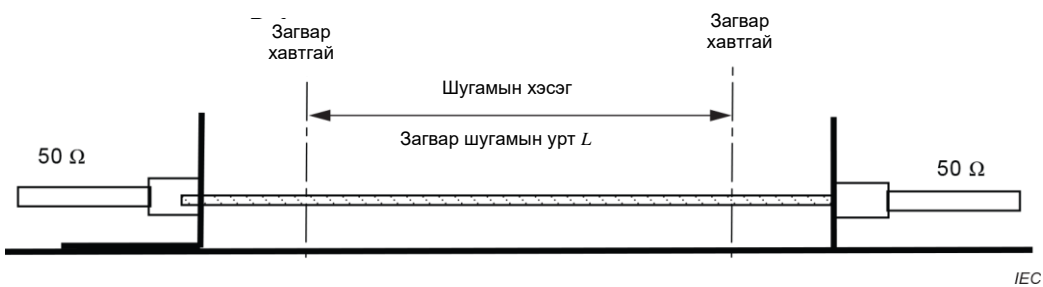
**27а-р зураг – тохируулгын хэмжилт “Ойлтын порт А”-ийн тохиргоо**



**27 б-р зураг – тохируулгын хэмжилт “Ойлтын порт В”-ийн тохиргоо**



**27с-р зураг – “Дамжуулах” тохируулгын хэмжилтийн тохиргоо**



**27d-р зураг - "шугаман" тохируулгын хэмжилтийн тохиргоо**

Тайлбар: Тохируулгын загвар шугамын  $L$  урт нь СМАD-ийн хэмжилтэнд ашигласан урттай ижил байх шаардлагагүй.

Тохируулгын загвар шугамын уртыг шаардлагатай давтамжийн цараанаас хамааруулан сонгоно.

**27-р зураг – TRL тохируулгын дөрвөн тохиргоо**

### 8.5 Феррит хавчаар хэлбэрийн СМАD-ийн тодорхойлолт

Феррит хавчаар хэлбэрийн СМАD-ын нийцлийн тодорхойгүй байдлыг бууруулах зорилгоор 1 ГГц-ээс доош давтамжид цацаргалтын унтралтыг хэмжихэд ашигладаг.

СМAD-ийн хариактеристикийг 8.1-ээс 8.3-н заалтын дагуу хэмжих эдгээр нь хоосон төхөөрөмж  $Z_{0,jig}$  хариактеристикийн эсэргүүцэлд хамаарна.

Боломжит феррит хавчаар хэлбэрийн СМAD-ын харьцуулалт нь 0.25-аас бага  $S_{21}$ -ийн хэмжээ хангалттай хэмжээний салгалт хийх чадвартай байхын тулд шаардлагатай байдгийг харуулсан.

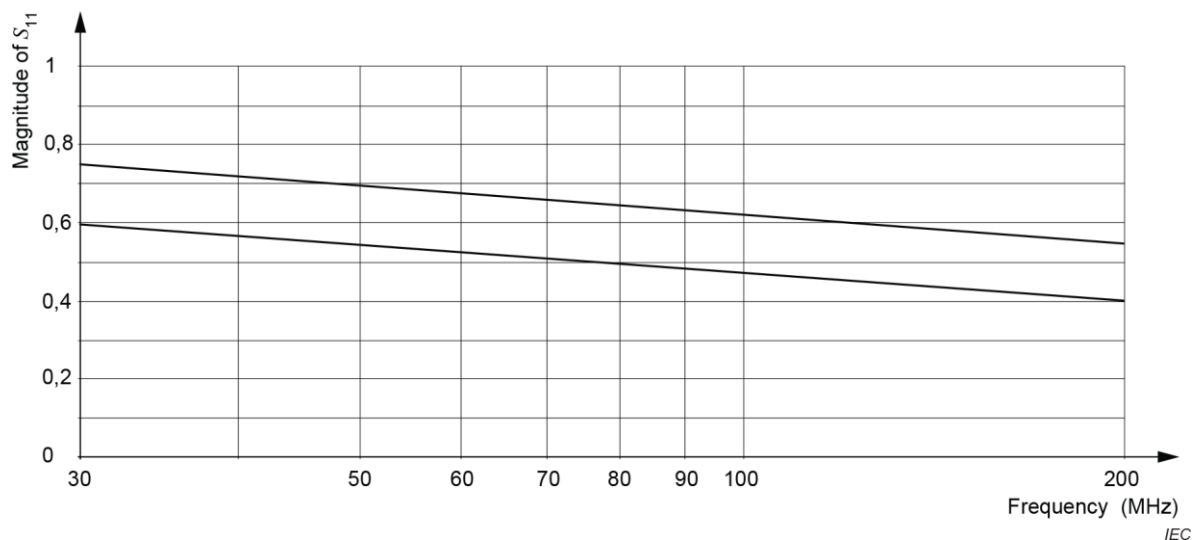
Эдгээр утгыг Зураг 28-д үзүүлсэн шиг  $S_{11}$  хэмжээтэй СМAD-аар олж авч болно.

Феррит хавчаар СМAD нь дараах үзүүлэлтийг хангасан байна.

- a)  $S_{21}$ -ийн хэмжээ 30 МГц-ээс 200 МГц давтамжийн цараанд 0.25-аас бага байх ёстой;
- b)  $S_{11}$ -ийн хэмжээ нь 30 МГц-ээс 200 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд дараах хязгаарын хүрээнд байна:
  - дээд хязгаар нь 30 МГц-т 0.75, 200 МГц-т 0.55 (давтамжийн логарифм шугаман бууралт);
  - доод хязгаар нь 30 МГц-т 0.6, 200 МГц-т 0.4 (давтамжийн логарифм шугаман бууралт).

200 МГц-ээс 1000 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд тодорхойлолт хийх шаардлагагүй, учир нь цацаргалтын унтралтын хэмжилтэд эдгээр давтамж дээр кабелийн төгсгөлийн нөхцөл хүчтэй нөлөө үзүүлдэггүй.

Феррит төрлийн СМAD-ийн тодорхойлолтод  $S$ -параметрийг ашиглах үндэслэлийг CISPR TR 16-3 стандартад өгсөн.



28-р зураг – 8.1-8.3 нөхцлийн дагуу хэмжсэн  $S_{11}$  магнитудын хязгаар

### 8.6 Спектрийн анализатор болон хянах генераторыг ашигласан СМAD-ийн гүйцэтгэлийн (бууралт) шалгалт

СМAD-ийн нарийн төвөгтэй  $S$ -параметрийг VNA ашиглахгүйгээр хэмжих боломжгүй.

Гэсэн хэдий ч, VNA хэрэгсэл нь бүх EMC-ийн туршилтын лабораторид байхгүй байж болно.

## MNS .....:2023

VNA төхөөрөмж ашиглах боломжгүй лабораторийн хувьд SMAD-ийн ажиллагааг шалгах илүү хялбар аргыг энэ дэд зүйлд тодорхойлсон бөгөөд энэ нь хяналтын генератор бүхий спектр анализатор ашиглах юм.

Энэ төхөөрөмжийн тохиргоо нь зөвхөн оруулгын алдагдлын хэмжээг хэмждэг боловч энэ хэмжсэн утга нь Зураг 26-д үзүүлсэн загвар хавтгайд хэмжсэн S-параметртай шууд хамааралтай байдаггүй.

Гэсэн хэдий ч EMC лаборатори нь яг ижил нөхцөлийг (туршилтын тохируулгын эсэргүүцэл болон геометр) ашиглан өөрийн дотоод туршилтын төхөөрөмжөөр ижил оруулгын алдагдлын хэмжилтийг үе үе хийж, дараа нь SMAD нь зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байгаа эсэхийг шийдэхийн тулд үр дүнгийн түүхийг бичиж, харьцуулж болно.

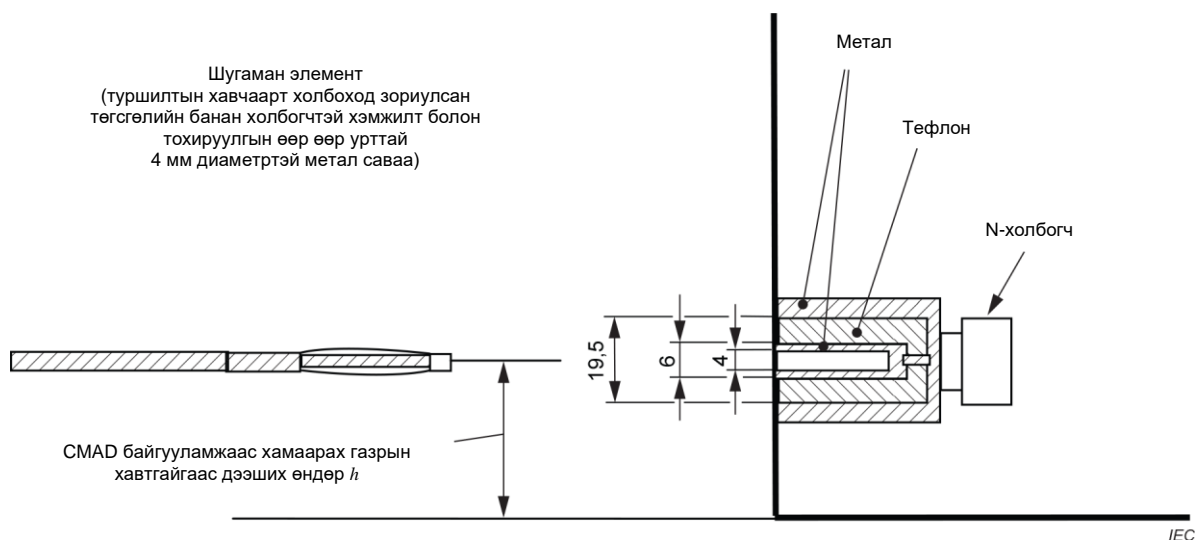
Энэ арга нь SMAD-ийн гүйцэтгэлийн бууралтыг илрүүлэх боломжийг олгодог.

Хэрэв зарим бууралт ил болсон бол 8.4-ийн TRL тохируулгын арга бүхий VNA-ийг ашиглан загвар хэмжилт хийнэ.

Гүйцэтгэл/бууралтыг шалгахийн тулд ямар ч тохируулагчийн бүтцийг (Зураг 26 болон 27, Зураг 29-31) ашиглаж болно.

Туршилтын төхөөрөмж болон хэмжих хэрэгслийн хоорондох кабелд резонансын нөлөөллөөс зайлсхийхийн тулд гүйцэтгэлийг шалгах явцад туршилтын төхөөрөмжийн холболтын ойролцоо 10дБ хоёр унтраагчийг байлгах шаардлагатай.

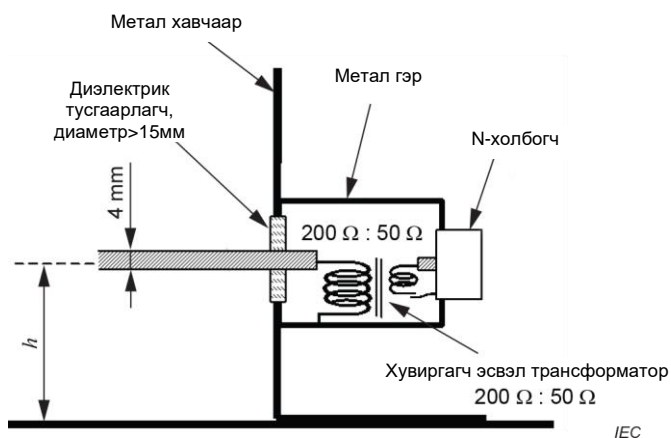
- a) 50  $\Omega$  тохируулагч ашиглаж байгаа үед (Зураг 29), гүйцэтгэл/бууралтыг шалгах оруулалтын алдагдлын хэмжилт нь дараах хоёр тохиргооны унтралтын хэмжилтийн хоорондох дБ-ээр илэрхийлсэн зөрүү байна:
  - 1) тохиргоо 1: туршилтын төхөөрөмжгүй хоёр унтраагчийн шууд холболт;
  - 2) тохиргоо 2: SMAD агуулсан туршилтын төхөөрөмжид холбогдсон хоёр унтраагч.
- b) Хэрэв тохируулгатай холбогч (Зураг 30 эсвэл Зураг 31) ашиглагдаж байгаа бол унтралтын шалгалтын оруулгын алдагдлын хэмжилт нь дараах хоёр тохиргоонд хэмжсэн унтралтын зөрүү байна.
  - 1) тохиргоо 1: SMAD-гүй туршилтын төхөөрөмжид холбогдсон хоёр унтраагч (хоосон төхөөрөмж);
  - 2) тохиргоо 2: SMAD-тай туршилтын төхөөрөмжид холбогдсон хоёр унтраагч.



Хэмжигдэхүүн нь мм-ээр

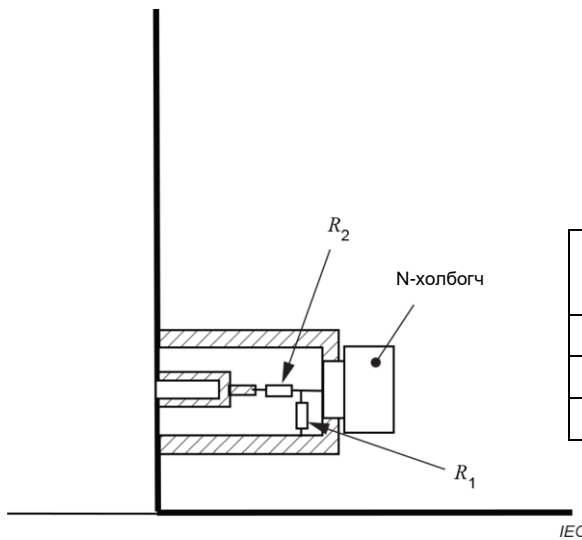
Тайлбар: Босоо амсарын доод тал нь метал газрын хавтгайтай цахилгаанаар холбогддог.

### 29-р зураг – Төхөөрөмжийн босоо амсар дахь $50 \Omega$ тохируулагчийн хийцийн жишээ



Тайлбар: Хэрэв тэнцвэржүүлсэн портын төвийн цорго нь хувиргагчийн хайрцагт холбогдсон бол түүнийг салгах хэрэгтэй.

### 30-р зураг – Хувиргагч эсвэл трансформатортой тохируулгатай шилжүүлэгчийн жишээ



$$R_1 = 50 \sqrt{\frac{Z_{0,jig}}{Z_{0,jig} - 50}} , \Omega$$

$$R_2 = \sqrt{Z_{0,jig}(Z_{0,jig} - 50)} , \Omega$$

<i>h</i> MM	$Z_{0,jig}$ $\Omega$	$R_1$ $\Omega$	$R_2$ $\Omega$
30	204	57,6	177,3
65	248	56,0	221,6
90	270	55,4	243,7

**31-р зураг – Эсэргүүцлийн тохируулгатай сүлжээний тохируулгатай шилжүүлэгчийн жишээ**

## 9 Нийлбэр цацаргалтын чадлын хэмжилтийн цуурай дарагч өрөө

### 9.1 Ерөнхий зүйл

Микро долгионы давтамжийн цараанд ажилладаг зарим төрлийн төхөөрөмжийн хувьд, төхөөрөмжийн ашиглалтын нөхцөл, түүний эргэн тойрны байдалд мэдрэмтгий комплекс гурван хэмжээст цацаргалтын загвар байдаг тул нийт цацаргасан чадлыг хэмжих нь унтралтын хяналттай холбоотой чухал үзүүлэлтэд тооцогддог.

Төхөөрөмжийг метал ханатай тохирох өрөөнд байрлуулах замаар хэмжиж болно.

Өрөөний байрлал дахь энергийн нягтралын жигд бус хуваарилалтыг байнга бий болгож байгаа долгионы нөлөөллөөс зайлсхийхийн тулд эргэлтийн холигчийг (сэлүүр, тохируулагч) суурилуулсан.

Тохиромжтой хэмжээ, хэлбэр болон байрлалтай өрөөний аль ч байрлал дахь энергийн нягтрал нь фаз, агуурга, туйлшралын тогтмол статистик тархалтын хуулиар санамсаргүй байдлаар өөрчлөгддөг.

### 9.2 Цуурай дарагч өрөө

#### 9.2.1 Өрөөний хэмжээ, хэлбэр

Цуурай дарагч өрөөний шугаман хэмжээс нь сонирхсон хамгийн бага давтамжийн долгионы урттай харьцуулахад их байх ёстой.

Энэ нь мөн туршилтанд хамрагдаж байгаа төхөөрөмж, холигч болон хэмжих антеныг байрлуулахад хангалттай том хэмжээтэй байна.

Микро долгионы төхөөрөмж нь  $0.2\text{м}^3$  эзэлхүүнтэй жижиг хэмжээтэйгээс эхлээд 760мм суурьтай 1.7м өндөртэй том төхөөрөмж хүртэл өөр өөр хэмжээтэй байдаг.

Цуурай дарагч өрөө нь түүний гурван хэмжээс нь ижил хэмжээтэй байх дурын хэлбэртэй байж болно.



Гурван хэмжээс нь өөр өөр байх ёстой.

1 ГГц хамгийн бага давтамжийн хувьд өрөө нь хамгийн багадаа  $8 \text{ м}^3$  эзэлхүүнтэй байна.

Бодит хэмжээс нь өрөөний физик шинж чанараас хамаарна.

Өрөөний тохиромжтой байдлын туршилтын аргыг 9.2.4-ээс үзнэ үү.

Хана болон холигч нь метал байх ёстой.

Метал хэсгийн хоорондох холбоос нь бүхэл уртын дагуу механик найдвартай, бага цахилгаан эсэргүүцэлтэй байх ёстой бөгөөд гадаргуу дээр зэврэлт үүсэхгүй.

Мод зэрэг шингээгч материалыг өрөөнд байрлуулж болохгүй.

### **9.2.2 Хаалга, ханан дахь нүх болон холбох хаалт**

Хаалтны хаалга нь оператор болон төхөөрөмжийг нэвтрүүлэхэд хангалттай том хэмжээтэй байна.

Энэ нь гадагшаа нээгдэж, энергийн алдагдлыг хамгийн бага байлгахын тулд нягт таарсан байх ёстой.

Өрөөний дотор нэвтрүүлэх антен болон хүлээн авах антенг холбоход хялбар болгохын тулд холбох хаалтыг хананд суурилуулж болно.

### **9.2.3 Холигч**

#### **9.2.3.1 Ерөнхий зүйл**

Дараах нь холигчийн хоёр жишээг тодорхойлов. Холигчийн үр ашигтай байдал 9.2.4-т заасан шалгуурыг хангасан тохиолдолд бусад хэлбэрийг зөвшөөрнө.

#### **9.2.3.2 Эргэдэг сэнс**

Хэрэв эргэдэг сэнс ашиглаж байгаа бол хананаас хол зайд ашиглаж байгаа хамгийн их долгионы уртын  $1/4$ -ээс багагүй зайтай, мөн хатуу байхаар хангалттай зузаантай өрөөний зэргэлдээ хананд хоёр сэнсийг камерын байрлуулна.

Тэдгээр нь хананы хэмжээгээр зөвшөөрөгдсөн хамгийн их урттай байх ба тэдгээрийн өргөн нь уртынхаа  $1/5$  орчимд байна.

#### **9.2.3.3 Эргэдэг сэлүүр**

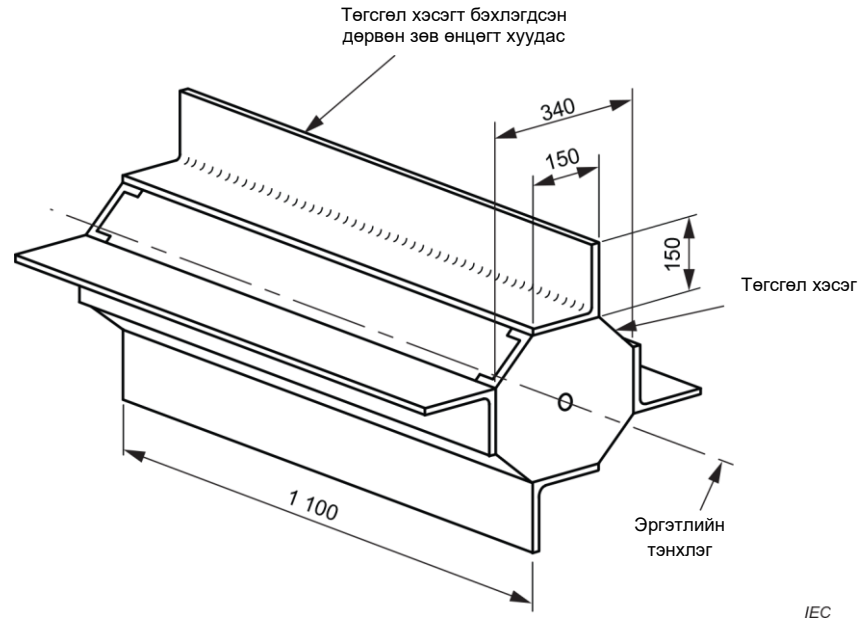
Хэрэв эргэдэг сэлүүр ашиглаж байгаа бол хоёр эсвэл гурван сэлүүрийг өрөөний хананд суурилуулна.

Сэлүүр хоорондоо зөв өнцгөөр байрлана.

Сэлүүр нь Зураг 32-т үзүүлсэн хэлбэртэй байж болох бөгөөд тэдгээрийн урттай параллел тэнхлэгийг тойрон эргэлддэг.

Шүүгдсэн цилиндрийн зайны диаметр нь ашигласан хамгийн их долгионы урттай хамгийн багадаа тэнцүү байх ёстой бөгөөд урт нь хананы хэмжээгээр зөвшөөрөгдсөн хамгийн их хэмжээтэй байна.

Бүтцийг хатуу тогтоосон байх ёстой.



32-р зураг – Ердийн сэлүүрт холигчийн жишээ

#### 9.2.3.4 Эргэлтийн хурд

Холигчийн эргэлтийн хурд өөр өөр байна.

Холигчийн нэг удаагийн эргэх хамгийн урт хугацаа нь хэмжих хэрэгслийг нэгтгэх хугацааны 1/5-аас бага байх ёстой.

9.2.5-д тодорхойлсон хэмжих хэрэгслийн хувьд, тохиромжтой хурд нь 50 r/min-ээс 200 r/min хооронд байна.

Хурд бууруулагчтай холигчийг эргүүлэхэд ашиглагддаг мотор нь өрөөний хананы гадна байвал илүү тохиромжтой.

#### 9.2.4 Холигчийн үр ашгийг шалгах хэмжилт

Өрөөний энергийн шаардлагатай жигд хуваарилалтыг холболтын унтралтын (9.2.5-д тодорхойлсон) давтамжийн өөрчлөлтийн жигд байдлаар харуулна.

Нам давтамж дээр илүү урт долгионы уртын улмаас энэ жигд байдлыг бий болгоход илүү бэрхшээлтэй байдаг ба тэнд maxima, minima байдаг нь тодорхой байдаг.

Холигч нь илүү үр ашигтай байх тутам, эдгээр maxima болон minima илүү бага байдаг тул илүү нам давтамжийг ашиглана.

Холболтын унтралтыг өрөөний ашиглах боломжтой давтамжийн царанд хэмждэг.

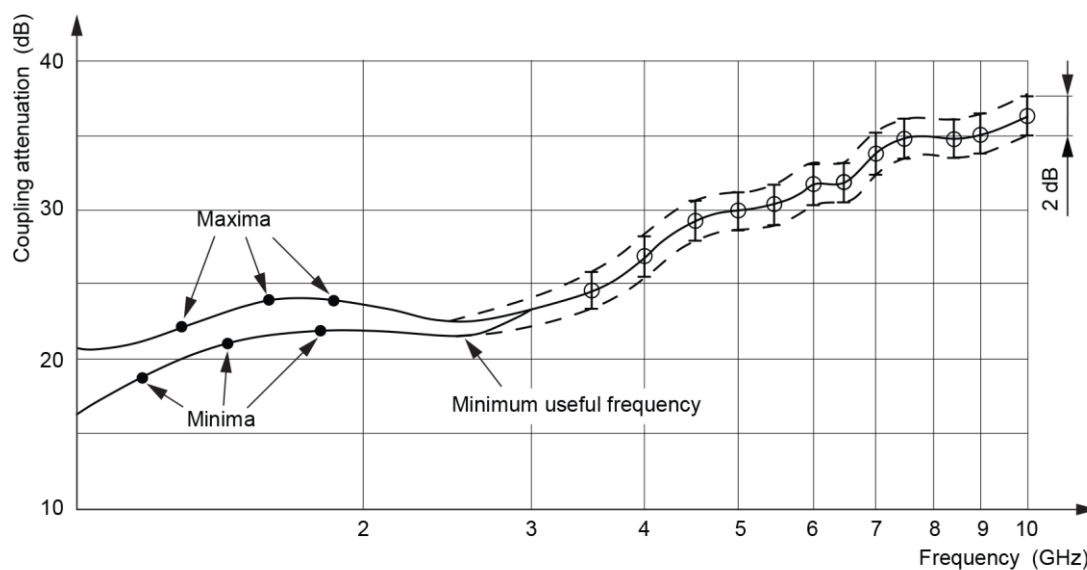
Хамгийн их болон бага нь ажиглагддаг илүү нам давтамжид утгыг 100 МГц орчим интервалаар хэмжинэ.

Хүлээн авах антен тогтмол хэвээр байх бөгөөд нэвтрүүлэх антеныг 45° интервалтайгаар эргүүлж, туршилтыг байрлал, давтамж бүрд давтан хийнэ.

Хүлээн авах антеныг 90° дээр эргүүлэх үед туршилтыг бүхэлд нь давтан хийнэ.

Холигчийг дараах тохиолдолд хангалттай гэж үзнэ: (1) муруйн хамгийн их болон хамгийн бага бүрхэлт нь нэвтрүүлэх антены аль ч байрлалд 2 дБ-ээс хэтрэхгүй, (2) дөрвөн муруйн дундаж нь 2 дБ эсвэл түүнээс бага хэмжээтэй байна.

Зураг 33 нь ердийн үр дүнг харуулж байна.



Тайлбар: Бүх хэмжсэн цэг нь тасархай шугамаар тэмдэглэгдсэн 2 дБ навч дотор байх ёстой.

### 33-р зураг – Зураг 32-т үзүүлсэн холигчийг ашигласан өрөөний давтамжаас хамаарсан холболтын унтралтын царра

#### 9.2.5 Холболтын унтралт

Өрөөний холболтын унтралт нь нэвтрүүлэх антены терминал болон өрөөн дэх хүлээн авах антены хооронд хэмжсэн оруулгын алдагдал юм.

Гаралтын чадлыг нь нарийн хэмжих боломжтой тохируулсан дохионы үүсгүүрийг өрөөнд эсвэл өрөөний хананд байрлах бага алдагдалтай нэвтрүүлэх антен руу (жишээ нь эвэр антен) тэжээл өгөхөд ашигладаг.

Хүлээн авах антеныг хананаас дор хаяж  $1/4$  долгионы урттай, нэвтрүүлэх антен руу чиглээгүй, хамгийн ойрын өрөөний хана руу чиглүүлээгүй, эсвэл өрөөний аль нэг тэнхлэгтэй зэрэгцээгүй байх өрөөний дурын цэгт байрлуулж болно.

Шуугиан багатай RF өсгөгч нь өндөр нэвтрүүлэх шүүлтүүрээр хүлээн авах антентай холбогдсон; түүний гаралт нь зурвасын дамжуулагч шүүлтүүрээр дамжуулан диодон мэдрэгчтэй холбогддог.

Зурвасын дамжуулагч шүүлтүүрийг шаардлагатай давтамжид тохируулах ба тогтоосон зурвасын өргөнтэй байна.

Илрүүлэгчийн гаралт нь тогтоосон хамгийн их хүлээх хугацаатай хамгийн өндөр унших вольтметртэй холбогдсон байна (хүлээх хугацаа нь хэмжиж байгаа төхөөрөмжөөс хамаарна).

Энэ хэмжилтийн хувьд спектрийн анализаторыг бас ашиглаж болно.

Нэвтрүүлэх антены шингээсэн чадлыг  $P$  гэж тэмдэглэв.

## **MNS .....:2023**

Дохио үүсгэгчийг бага шуугиантай өсгөгчийн оролттой холбож, түүний гаралтын чадал  $p$ -ийг ижил вольтметрийн заалт өгөхийн тулд тохируулна.

Бага шуугиантай өсгөгчөөр шингээсэн чадлыг тэмдэглэв. Холболтын унтралтыг  $10 \lg (P/p)$  дБ-р өгсөн.

### **10 Цацаргалтын унтралтын хэмжилтийн дархлааны TEM үүр**

Цацаргасан дархлааны хэмжилтийг IEC 61000-4-20 [22]-д заасан аргыг ашиглан TEM долгионы чиглүүлэгчээр хийж болно.

## Хавсралт А (норматив)

### Антенны параметр

#### А.1 Ерөнхий зүйл

Олон төрлийн CISPR хэвлэл хэмжилт хийхэд ашиглах тодорхой нэг антенныг тодорхойлдог; тодорхойлсон антентай ижил үр дүнтэй бол бусад төрлийн антенныг ашиглаж болно.

Эдгээр антенныг заасан антентай харьцуулах нь тохирох параметрийг тодорхойлж өгөх замаар дэмжигддэг.

Эдгээр параметрийг шинэ антенны төрлийн дурын CISPR хүлээн зөвшөөрөлтийн нэг хэсэг болгон зааж өгөх ёстой.

Антен үйлдвэрлэгчид мөн энэ мэдээллийг цацаргалтын унтралтыг хэмжихэд ашигладаг антенны хамгийн ашигтай талыг тодорхойлох заавар болгон ашиглах ёстой.

Үйлдвэрлэгчдээс антенны загвар бүрийн ерөнхий мэдээлэл, үүнд дараах параметрийг оруулахыг хүсдэг:

- 50  $\Omega$  систем дэх чөлөөт орон зайн антенны коэффициент;
- буцаалтын алдагдал эсвэл VSWR;
- томоохон өөрчлөлтийг харуулах хангалттай давтамжийн өсөлт дэх цацаргалтын загвар (цацрагийн зурвасын өргөний мэдээллийг оруулаад);
- антенныг 1 м-ээс 4 м өндөрт сканнердах үед газрын хавтгайтай харилцан холболтын улмаас үүссэн чөлөөт орон зайн антенны хазайлтыг тооцохын тулд хэвтээ болон босоо туйлшралын хувьд давтамжаас хамааралтай хэмжилтийн тодорхойгүй байдлын утга;
- хос конус хэлбэртэй болон гибрид зэрэг хувиргагч DM/CM хувиргагч; болон
- LPDA болон гибрид антенд зориулсан XPR.

#### А.2 Илүү тохиромжтой антен

##### А.2.1 Ерөнхий зүйл

Хэрэв цахилгааны оронгийн хүчлэгийн хязгаарыг дагаж мөрдөөгүй гэж үзвэл бага тодорхой бус байдалтай антенаар хэмжсэн утгыг илүүд үздэг.

Тодорхой бус байдал багатай антен нь CISPR туршилтын тохируулгатай оронгийн хүчлэг нь бусад антенд шаардагдахаас бага тодорхойгүй байдалтай хэмжигдэж болдог мөн 4.1-н оронгийн хүчлэгийн нарийвчлалын шалгуурыг хангасан антен юм.

Бага тодорхойгүй байдалтай антенныг А.2.3-т тодорхойлсон.

##### А.2.2 Тооцоолох боломжтой антен

Тооцоолох боломжтой стандарт диполь антен нь цахилгаан оронгийн хүчлэгийг хэмжихэд хамгийн бага тодорхойгүй байдлыг хангадаг.

## **MNS .....:2023**

Тооцоолж болох диполийн антены коэффициентийг чөлөөт орон зайн хувьд, дурын өндөрт, сайн тодорхойлсон газрын хавтгайгаас дээших туйлшралд тооцоолж болно.

Тооцоолж болох стандарт диполийн зарчмыг CISPR 16-1-5 стандартад тодорхойлсон бөгөөд энд зөвхөн резонансийн диполийн нөхцлийг тодорхойлсон болно.

Гэсэн хэдий ч өргөн боломжтой тоон цахилгаан соронзон загварчлалыг ашиглан нэг диполь уртын антены коэффициентийг  $\pm 0.3$ дБ-ээс бага тодорхойгүй байдалтай өргөн давтамжийн зурваст тооцоолж болно.

Жишээлбэл, 30 МГц хэмжилтийн хувьд, 80 МГц давтамж дээр резонанстай диполийг ашиглаж болно.

Загвараас гаралтай антены коэффициентийн зарчмыг илүү өргөн зурвасын өргөнийг хамарсан олон утастай антен руу өргөтгөж болно.

### **A.2.3 Тодорхойгүй байдал багатай антен**

Тодорхой бус байдал багатай антен нь хос конустай болон LPDA антен бөгөөд тэдгээрийн үндсэн параметр болон характеристикийг энэ дэд зүйлд тайлбарласан.

Эдгээр нь өргөн зурвасын бөгөөд мэдрэмтгий байдал боломжит түвшинд өөрөөр хэлбэл тэдний антены коэффициент хэт өндөр биш байдаг.

Тооцоолох боломжтой диполыг ашиглах боломжтой бөгөөд тэдгээр нь хамгийн бага тодорхойгүй байдалтай байдаг.

XPR нь 4.5.5-д заасан шаардлагыг хангасан байх ба аливаа хувиргагч нь 4.5.4-т заасан шаардлагыг хангасан байна.

Антены коэффициентийг үндэсний стандартад нийцүүлэн мөрдөх тохируулгын лабораториор тодорхойлж, антены коэффициентийн тодорхойлолтын тодорхой бус байдлыг хамгийн бага байхаар сонгодог.

Тодорхой бус байдал багатай антены зөвшөөрөгдөх төрөл нь 30 МГц-ээс 250 МГц давтамжийн цараанд ашиглагддаг хос конус хэлбэртэй антен ба 250 МГц-ээс 1 ГГц хүртэлх давтамжид LPDA антен юм.

Энэ хөндлөн огтлолцлолын давтамжийн шалтгаан нь: LPDA антен нь 250 МГц-ээс эхлэн багасдаг уртаас шалтгаалсан фазын төвд алдаатай байдаг; Нээлттэй бүтцийн элементийг (зөөврийн эсвэл эвхэгддэг) ашигласнаас бусад тохиолдолд ихэнх хос конус хэлбэртэй антен 290 МГц-ээс дээш резонансын нөлөөнд өртдөг ба 260 МГц-ээс дээш давтамжид цацаргалтын загварын гажуудлыг харуулдаг.

Хос конус хэлбэртэй болон LPDA антены хоорондох бодит хөндлөн огтлолцолын давтамж нь 200 МГц-ээс 250 МГц хооронд байж болох ба LPDA антены 250 МГц-ээс доош давтамжтай фазын төвийн тодорхойгүй байдал бага зэрэг нэмэгдсэн байдаг; CISPR 16-1-6:2014 стандартын A.4.2-г үзнэ үү.

30 МГц-ээс 1000 МГц хүртэлх бүх давтамжийн зурвасыг хамарсан гибрид антены илүүд үздэггүй, учир нь гибрид антен нь ялангуяа үүсгүүрээс 3 м зайд (стандарт 10 м оронд) ашиглах үед илүү урт байдаг гэдгээс тодорхойгүй байдал нь тусдаа хос конус хэлбэртэй болон LPDA антенаас ихэнхдээ өндөр байдаг.

Тодорхой бус байдал багатай хос конус хэлбэрийн антен нь хамгийн өргөн диаметр нь ойролцоогоор 0.52 м, ойролцоогоор оройноос орой хүртэлх урт нь  $1.35\text{м} \pm 0.03\text{м}$  (хувиргагчийн өргөнөөс хамаарч) байх нэг элемент, конус хэлбэртэй зургаан утастай элементтэй.

Хувиргагч нь 200  $\Omega$  загвартай (200  $\Omega$  - 50  $\Omega$  трансформаторын харьцаа) байх ёстой бөгөөд энэ нь 30 МГц-т илүү сайн мэдрэмтгий байдалтай байх ба хүрээлэн байгаа орчинтой илүү бага харилцан уялдаа холбоотой байх баталгаа болдог.

Тайлбар: Тодорхой бус байдал багатай хос конустай антен нь 20 МГц-ээс 200 МГц хүртэл ажиллах зориулалттай MIL-STD-461A [7]-д үзүүлсэн эх хувилбар дээр үндэслэдэг.

Хос конус антенны эвхэгддэг элементийн хувилбар нь 250 МГц-ээс дээш давтамжтай хаалттай "торон" элементийн хувилбараас илүү сайн гүйцэтгэлтэй байдаг.

Тодорхой бус байдал багатай LPDA нь 200 МГц хамгийн бага давтамжтай (өөрөөр хэлбэл хамгийн урт элемент нь 200 МГц давтамж дээр резонанстай ойролцоогоор 0.75 м) мөн хамгийн урт болон хамгийн богино давтамжийн хооронд  $0.75\text{м} \pm 0.12\text{ м}$  урттай байхаар бүтээгдсэн.

250 МГц дээр хамгийн урт элемент байхгүй байгаа шалтгаан нь энэ бусад массивын элементээр хязгаарлагдахгүй тул цацаргалтын загвар нь гажууддаг.

0.75 м урттай антенны урт нь LPDA-ийн бусад загвараас 2 дахин их урттай, илүү их өсгөлттэй боловч фазын төвийн алдаа ихтэй, 0.6 м-ээс бага урттай LPDA загвараас ялгаатай, давтамжийн дагуу жигд, монотонор нэмэгддэг антенны коэффициенттэй (антенны коэффициентийн огцом өсөлт нь бүх давтамжийн цараанд регрессийн шугамаас 1.5 дБ-ээс ихгүй хазайсан байна).

LPDA-тай фазийн төвийн алдааг антенаас EUT хүртэлх зайг харгалзан хэмжсэн оронгийн хүчлэгт залруулга хийснээр багасгаж болно; CISPR 16-2-3:2016 стандартын 7.3.1-ийг үзнэ үү.

### **А.3 Энгийн диполь антен**

#### **А.3.1 Ерөнхий зүйл**

Хэрэв лаборатори нь антенны тохируулга хийх боломжгүй бол, өөр нэг хувилбар нь диполь антенныг тооцоолж болох диполь эсвэл тохируулсан диполь хэлбэрээр ашиглах явдал юм.

Тохируулах диполь нь хийхэд харьцангуй хялбар бөгөөд А.2-т тодорхойлсон антентай харьцуулахуйц оронгийн хүчлэгийг хэмжихэд бага тодорхойгүй байдлыг бий болгодог.

Тохируулах диполь антенны коэффициент үндэсний стандартад нийцүүлэн мөрдөх, антенны коэффициентийн тодорхойлолтын тодорхой бус байдлыг хамгийн бага байлгахийг хичээдэг лаборатори, эсвэл газрын хавтгай (Хавсралт D-д нийцсэн) дээрх ижил диполын хосын хоорондох талбайн оруулгын алдагдлыг хэмжих мөн хувиргагчийн алдагдлыг зөвшөөрөн үүнийг тооцоолсон холболттой харьцуулах замаар баталгаажуулна (CISPR 16-1-5 стандартын Хавсралт C-ийг үзнэ үү).

Тохируулах диполийн сул тал нь давтамжийн царааны доод төгсгөлд урт хэсэг байдаг жишээлбэл, 30 МГц давтамж дээр 4.8 м урттай байдаг бөгөөд энэ нь 3м

## MNS .....:2023

хэмжилтийн зайд агуурга болон фазын градиентаас үүдэлтэй алдаа гарахад хүргэдэг.

Түүнчлэн, тохируулсан үедээ хүрээлэн буй орчиндоо хамгийн мэдрэмтгий байдгаас газрын хавтгай дээрх дүрстэй харилцан эсэргүүцэл нь газрын хавтгайгаас дээш 1 м-ээс 4 м хүртэл өндөрт сканнердсан хэвтээ туйлширсан 30 МГц диполийн хувьд антены коэффициентийг 6 дБ хүртэл өөрчлөх боломжтой.

Ийм учраас 80 МГц давтамжтай богиносгосон диполийг 80 МГц-ээс доош давтамжтайгаар ашиглахыг зөвлөдөг.

### A.3.2 Тохируулсан диполь

Тохируулах диполын практик бөгөөд энгийн загвар нь цуврал параллель коаксиал тулгууртай хувиргагч бүхий хагас долгионы урттай резонансын диполиос бүрдэнэ.

Диполийн элементийн радиусаас хамааран оройноос орой хүртэлх диполийн урт нь ойролцоогоор 0.48 долгионы урттай байна.

Чөлөөт орон зайн антены коэффициентийг децибелээр илэрхийлдэг дараах тэгшитгэлээс тооцоолж болно.

Үүнд дундаж утга нь 0.5 дБ байх хувиргагчийн алдагдлыг оруулаагүй бөгөөд энэ алдагдлын коэффициентийг баталгаажуулна.

Антены коэффициент:

$$F_a = 20 \lg(f_M) - 31.4$$

Энд  $F_a$  нь дБ(м<sup>-1</sup>)-р илэрхийлэгддэг АФ,  $f_M$  нь МHz-р илэрхийлэгддэг давтамж.

Тохируулах диполь нь өргөн зурвасын антенаас илүү хүрээлэн буй орчинд илүү мэдрэмтгий байдаг тул (LPDA-г оруулалгүй, резонансын давтамжаас бусад) тохируулах диполийн ашиглалтын нийт тодорхойгүй байдал нь 4.5.2-ийн бага тодорхойгүй байдалтай антеныхаас бага байх магадлал бага юм.

### A.3.3 Богиносгосон диполь

Хагас долгионы уртаас богино диполийг дараах тохиолдолд ашиглаж болно:

- a) нийт урт нь хэмжилтийн давтамж дээр 1/10 долгионы уртаас их;  
10 дБ-ээс дээш кабелийн оролтод буцах алдагдлыг баталгаажуулахийн тулд хүлээн авагчийн төгсгөлд хангалттай сайн тохирсон кабельд холбогдсон байна.  
Тохируулга хийхдээ буцах алдагдлыг харгалзан үзнэ;
- b) Энэ нь тохируулсан дипольтой эквивалент туйлшралын ялгаварлалтай байна (4.5.3-ыг үзнэ үү).  
Үүнийг гаргаж авахын тулд 4.5.4-т заасан хувиргагчийн тэнцвэргүй байдлын тестийг хангасан хувиргагч хэрэгтэй.
- c) хэмжсэн оронгийн хүчлэгийг тодорхойлохын тулд тохируулгын муруйг (антены коэффициент) тодорхойлох ба хэмжих зайд (өөрөөр хэлбэл диполийн уртаас дор хаяж гурав дахин их зайд) ашигладаг;



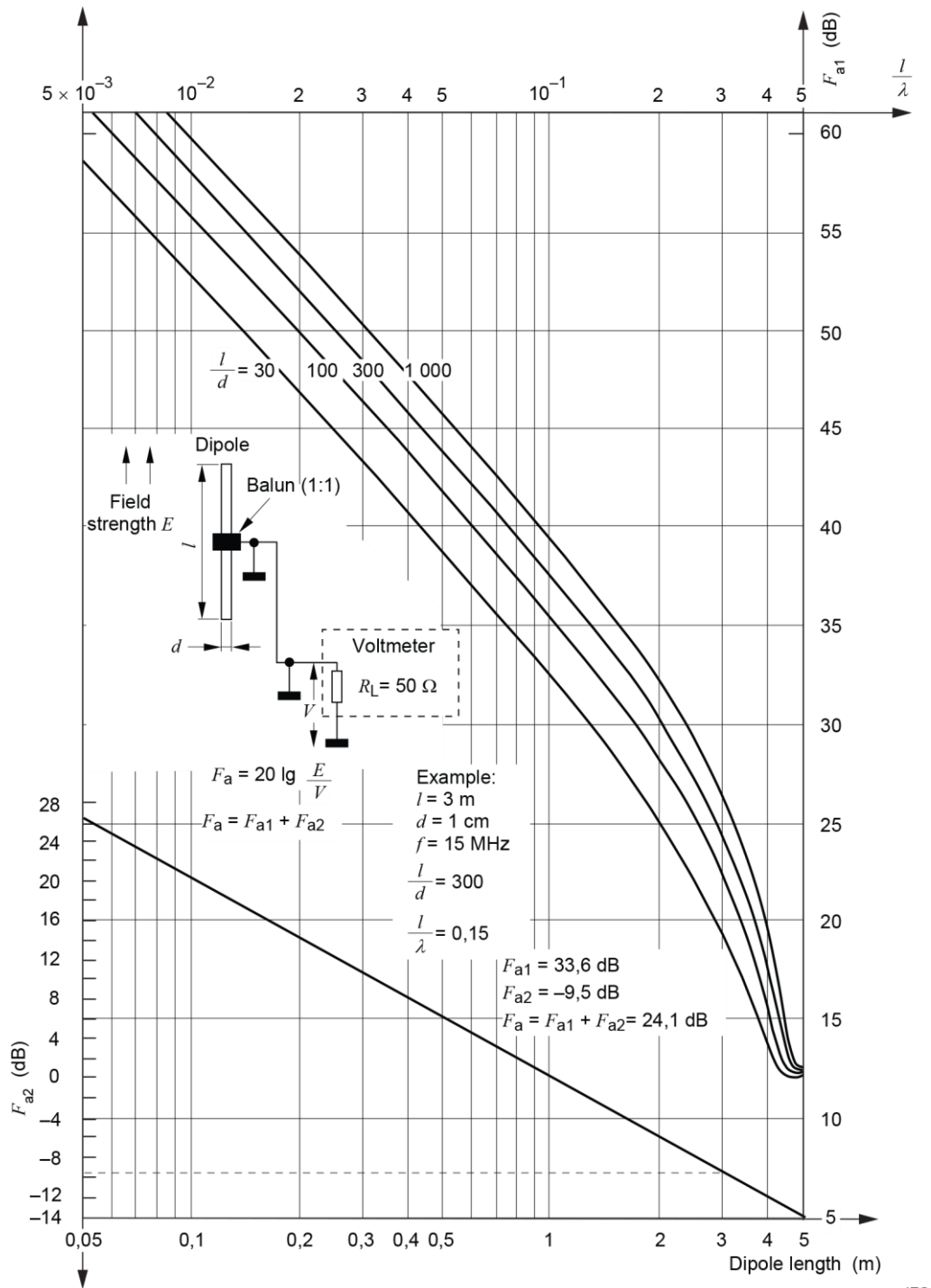
Тайлбар: Ийнхүү олж авсан антенны коэффициент нь  $\pm 3$ дБ-ээс багагүй нарийвчлалтайгаар жигд синус долгионы талбайг хэмжих шаардлагыг биелүүлэх боломжтой байх ёстой.

Тохируулгын муруйны жишээг  $50\Omega$  оролтын эсэргүүцэлтэй хүлээн авагч болон янз бүрийн  $l/d$  харьцааны хувьд оронгийн хүчлэг болон хүлээн авагчийн оролтын хүчдэлийн хоорондох онолын хамаарлыг Зураг А.1-д үзүүлэв.

Энэ зурагт хувиргагчийг хамгийн тохиромжтой 1:1 трансформатор гэж үздэг.

Гэсэн хэдий ч эдгээр муруй нь хувиргагчийн алдагдал, кабелийн алдагдал, кабель болон хүлээн авагчийн хоорондох үл нийцлийг тооцдоггүй.

- d) антенны өндөр коэффициентийн улмаас диполийн илүү богиносгосон урттай холбоотой оронгийн хүчлэг метрийн мэдрэгчийн алдагдлыг үл харгалзан оронгийн хүчлэгийн метрийн хэмжилтийн хязгаарыг (жишээлбэл хүлээн авагчийн шуугианы түвшин болон диполийн АF-ээр тодорхойлсон) унтралтын хязгаараас дор хаяж 10 дБ-ээр доор байлгах ёстой.



Тайлбар: А.3.3-н d)-р зүйл дэх Тайлбар-ыг үзнэ үү.

**А.1-р зураг –  $R_L = 50\Omega$  үеийн богино диполь антенны коэффициент**

**А.4 Өргөн зурвасын антенны параметр**

**А.4.1 Ерөнхий зүйл**

CISPR хэмжилтэд ашигладаг өргөн зурвасын антен нь шугаман туйлшралтай бөгөөд өргөн давтамжийн цараанд ашиглах зориулалттай антен юм.

Энэ нь хязгаарлагдмал уртын тохируулгатай антен ашиглах эсвэл антенны элементийн хэсгийг нэмэхэд саад болохгүй.

Ийм антены оролтын эсэргүүцэл нь ихэвчлэн нарийн төвөгтэй хэмжигдэхүүн байдаг.

Тодорхойлж болох бусад параметрийг доор тайлбарлав.

## **А.4.2 Антены төрөл**

### **А.4.2.1 Ерөнхий зүйл**

А.4.2.2-оос А.4.2.7-д хангах шаардлагатай өргөн зурвасын антены физик үзүүлэлтийг тодорхойлсон.

Зарим параметр антен бүрд хамаарахгүй байж болохыг анхаарна уу.

### **А.4.2.2 Тогтмол эсвэл хувьсах урттай эсвэл диаметртай антены загвар**

Хэрэв антен нь хувьсах урттай бол үндсэн тогтоосон уртыг өөрчлөхийн тулд нэмэх буюу хасах хэсгийн тоог заана.

Тайлбар: Бүрэн тохируулах боломжтой антеныг өргөн зурвасын гэж үздэггүй тул А.4-д авч үзээгүй.

Түүнчлэн, гогцооны антены диаметр нь ерөнхийдөө өөрчлөгддөггүй.

### **А.4.2.3 Гүн ба өргөний харьцаа буюу гогцооны диаметр**

Хэмжээг метрээр өгнө.

Жишээлбэл, LPDA-ийн хувьд хэмжилтийн тэнхлэгийн дагуух резонансийн дууны урт болон хамгийн том элементийн өргөнийг өгөх болно.

### **А.4.2.4 Идэвхтэй эсвэл идэвхгүй антен**

Өргөн зурвасын антеныг хэрэв уг антен нь дохиог өсгөдөг эсвэл давтамжийн хариуг хэлбэржүүлдэг эсвэл хоёуланг нь хийэдэг өсгөгч, урьдчилан өсгөгч болон бусад шугаман бус идэвхтэй төхөөрөмжийг агуулсан байвал идэвхтэй антен гэж үздэг.

### **А.4.2.5 Суурилуулах тохиргоо**

Ердийн гурван хөлт эсвэл антен байрлуулагч байрлуулж болох ямар нэг тусгай суурилуулах шаардлагыг хангана.

### **А.4.2.6 Холбогчийн төрөл**

BNC, N, SMA зэргийг зохих ёсоор тодорхойлно.

Зүүний гүний зөвшөөрөх хэмжээг тодорхойлж үүнийг зүүний гүн хэмжигчээр баталгаажуулах ёстойг мэдэгдэнэ.

### **А.4.2.7 Хувиргагчийн төрөл**

Хувиргагч нь дискред, тархсан, тохиуулах болох зэргийг тодорхойлно. Хувиргагч трансформаторын харьцааг зааж өгнө.

### **А.4.3 Антены тодорхойлолт**

#### **А.4.3.1 Давтамжийн цараа**

Антен өөрийн характеристикийн хүрээнд ажилладаг мегагерц эсвэл килогерцийн давтамжийн царааг тодорхойлно.

Хэрэв царааний аль нэг төгсгөлд нэг октав тутамд децибелээр тодорхойлогдсон уналтын характеристик байгаа бол үүнийг зааж өгнө.

#### **А.4.3.2 Өсгөлт болон антены коэффициент**

##### **А.4.3.2.1 Өсгөлт**

Изотроп радиатортой (dBi) холбоотой ердийн эсвэл бодит өсгөлтийг децибелийн өгнө.

##### **А.4.3.2.2 Антены коэффициент**

Бие даасан AF-ийг  $\text{дБ}(\text{m}^{-1})$ -ээр тодорхойлно.

Антену тохируулгын процедурыг CISPR 16-1-6 стандартаас үзнэ үү.

#### **А.4.3.3 Шугаман туйлшралын чиглэл болон цацаргалтын загвар**

Давтамжийн хувьд мэдэгдэхүйц өөрчлөлтийг харуулсан хангалттай тооны давтамж дээр E-хавтгай болон H-хавтгайн аль алинд нь туйлын графикаар антены загвар болон чиглэлийг градусуар зааж өгнө.

Харьцангуй бага чиглүүлэлттэй (жишээ нь 6 dBi-ээс бага) антены хувьд урдаас-ард харьцааг децибелээр тодорхойлно.

Хэрэв бүх чиглэлтэй бол, жишээлбэл, Герцийн диполийн загвартай бол үүнийг зааж өгнө.

#### **А.4.3.4 VSWR болон эсэргүүцэл**

Хамгийн бага буцах алдагдал болон нэрлэсэн оролтын эсэргүүцлийг омоор илэрхийлнэ.

Түүнчлэн хамгийн бага буцах алдагдлыг хамгийн их VSWR-р илэрхийлж болно.

#### **А.4.3.5 Идэвхтэй антены гүйцэтгэл**

Идэвхтэй нэмэгдүүлсэн өсгөлттэй антены хувьд интермодуляцийн бүтээгдэхүүний түвшин, цахилгаан болон соронзон орны оронгийн хүчлэгийн гадны унтралтаас хамгаалах дархлааны түвшин, хэт ачаалал эсвэл буруу ажиллаж байгааг тодорхойлох зохих шалгалтыг тодорхойлно.

#### **А.4.3.6 Чадлын зохицуулалт**

Дархлааны туршилтын дамжуулалтын хэрэглээний хувьд хамгийн их болон түр зуурын чадал зохицуулах чадварыг ваттаар зааж өгнө.

#### **A.4.3.7 Бусад нөхцөл**

Антену ажиллаж байгаа температур, чийгшлийн хэмжээ болон хэрэв цаг агаарын нөлөөнд өртөхөөр хамгаалалтгүй газар ашиглах тохиолдолд урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээг зааж өгнө.

#### **A.4.4 Антену тохируулга**

Антену тохируулгын аргыг CISPR 16-1-6 стандартад өгсөн.

#### **A.4.5 Антену хэрэглэгчийн мэдээлэл**

##### **A.4.5.1 Антену хэрэглээ**

Антену ашиглалтын тодорхойлолтыг өгнө.

Буруугаар ашиглах магадлалыг бууруулахын тулд аливаа тусгайлсан урьдчилан сэргийлэх арга хэмжээ эсвэл хязгаарлалтыг дурдсан гэдгээ баталгаажуулна.

##### **A.4.5.2 Физик хязгаарлалт**

Антену ашиглахад дараах физик хязгаарлалт байгаа эсэхийг тогтооно уу:

- a) газрын хавтгай дээрх хамгийн бага өндөр;
- b) газрын хавтгайтай харьцангуй илүү тохиромжтой туйлшрал;
- c) тусгай хэрэглээ, өөрөөр хэлбэл зөвхөн хүлээн авах эсвэл нэвтрүүлэх антену ашиглалт.

Ихэвчлэн энэ нь идэвхгүй антену хувьд хувиргагчийн чадлыг удирдах чадвар эсвэл идэвхтэй антену хувьд хоёр чиглэлтэй бус характеристикаар хязгаарлагддаг.

Хэрэв чадлын удирдлага нь гагнаагүй антену элементийн холболтын нумаар хязгаарлагдаж байвал мэдээлнэ;

- d) антену тасралтгүй байдлыг тодорхойлох энгийн омик шалгалт;
- e) хэмжиж байгаа EUT-д хамгийн ойр антену элементийн хамгийн бага тусгаарлалт.

**Хавсралт В**

(XXX)

**(хүчингүй)**

## Хавсралт С

(норматив)

### 9 кГц-ээс 30 МГц давтамжийн цараанд соронзон орны индукцийн гүйдлийн хэмжилт хийхэд зориулагдсан том гогцоо антены систем

#### С.1 Ерөнхий зүйл

Энэхүү хавсралтад 9 кГц-ээс 30 МГц давтамжийн цараанд LLAS-ийн төвд байрлах нэг EUT-ээр цацаргах соронзон орны талбайн том гогцооны антены системд (LLAS) өдөөгдсөн гүйдлийг хэмжих талаархи мэдээлэл, өгөгдлийг тусгасан болно.

Энэхүү стандартын 4.7 дэх дэд зүйл болон CISPR 16-2-3 стандартад энэ LLAS-ийн хэрэглээг дурьдсан; мөн [9]-ийг үзнэ үү.

Энэ хавсралтад LLAS-ийн тодорхойлолт, түүнчлэн LLAS-ийг агуулсан бие даасан гогцоо антены баталгаажуулалтын аргыг өгсөн.

Хувиргалтын коэффициентийг соронзон орны талбайн индукцийн гүйдлийн өгөгдлийг ижил EUT-ийг EUT-ээс тодорхой зайд байрлуулсан нэг гогцоо соронзон орны антен ашиглан хэмжиж гаргаж авсан соронзон талбайн өгөгдөлтэй холбохоор өгсөн.

#### С.2 LLAS-ийн хийц

LLAS (Зураг С.1-ийг үзнэ үү) нь С.3-д тодорхойлсон харилцан перпендикуляр том гогцоотой гурван антенаас бүрдэнэ.

LLAS бүхэлдээ метал бус суурьтай.

LLA тус бүрийн гүйдлийн мэдрэгч ба коаксиаль унтраалгын хоорондох мөн энэ унтраалга болон хэмжих төхөөрөмжийн хоорондох 50  $\Omega$  коаксиаль кабель нь 100 кГц-т 10 м $\Omega$ /м-ээс бага, 10 МГц давтамж дээр 1 м $\Omega$ /м-ээс бага гадаргуугийн дамжуулалтын эсэргүүцэлтэй байх ёстой.

Жишээ нь давхар сүлжсэн хамгаалалтай RG-223/U коаксиаль кабель ашиглан энэ шаардлагыг хангана.

Бүх холбогч нь коаксиаль кабелийнхтай харьцуулж болох гадаргуугийн дамжуулалтын эсэргүүцэлтэй байх ёстой.

Энэ шаардлага нь жишээлбэл сайн чанарын BNC холбогчийг ашиглах үед хангагддаг ([1]-ийг үзнэ үү).

Бүх кабель нь 10 МГц давтамж дээр  $R_S > 100\Omega$  нийтлэг горимын цуврал эсэргүүцлийг хангах феррит шингээгчээр (Зураг С.1-д F гэж тэмдэглэсэн) тоноглогдсон байх ёстой.

Энэ шаардлагыг жишээлбэл, Феррокскубын 3E1 төрлийн арван хоёр цагираг (тороид)-аар феррит шингээгчийг барихад хангадаг (хамгийн бага хэмжээ: 29 мм гадна диаметр, 19 мм дотоод диаметр, 7.5 мм өндөр).

### С.3 Том гогцоотой антены (LLA) хийц

LLAS-ийн LLA бүрийг С.2-д заасны дагуу гадаргуугийн дамжуулалтын эсэргүүцэлтэй коаксиаль кабелиар хийсэн.

Түүнчлэн, LLA бүрийн дотоод дамжуулагчийн эсэргүүцэл хангалттай бага байх ёстой (Тайлбар 1-ийг үзнэ үү).

Хоёр шаардлагыг жишээлбэл, давхар сүлжсэн хамгаалалттай RG-223/U коаксиаль кабель ашиглах үед хангадаг.

LLA бүрийг дугуй хэлбэртэй байлгах, завсартай хийцийг хамгаалахын тулд, Зураг С.2-н жишээн дээрх шиг кабелийг нимгэн ханатай метал бус хоолойд оруулдаг бөгөөд дотоод диаметр нь ойролцоогоор 25 мм байна.

Ижил зориулалттай бусад метал бус хийцийг ашиглаж болно.

LLA бүрийн стандарт диаметрийг  $D=2m$  (жишээ нь загвар диаметр) гэж тодорхойлдог.

Шаардлагатай бол жишээ нь том EUT-ийн тохиолдолд  $D$  нэмэгдэж болно.

Гэхдээ 30 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд зөвшөөрөгдөх хамгийн их диаметр нь 4 м байна.

Диаметрийн цаашдын өсөлт нь хэмжих царааны өндөр давтамжийн төгсгөлд LLAS-ийн хариу дахин давтагдахгүй резонанс үүсгэж болно.

С.4-д заасан баталгаажуулалтын арга нь 2 м, 3 м, эсвэл 4 м диаметртэй LLAS гогцоонд хамаарна.

Диаметрийг нэмэгдүүлснээр хүрээлэн буй орчны шуугианы LLA мэдрэмж нь диаметртэй пропорционалиар нэмэгддэг ба шаардлагатай дохионы мэдрэмж нь диаметрийн квадраттай урвуу хамааралтай болохыг анхаарна уу.

LLA бүр нь LLA тус бүрийн одоогийн мэдрэгчтэй харьцангуй тэгш хэмтэй байрласан хоёр эсрэг зүсэлтийг агуулдаг (Зураг С.2-ыг үзнэ үү).

Зураг С.3-т үзүүлсэн коаксиаль антены кабелийн гадар дамжуулагчид хийсэн ийм завсар нь 7 мм-ээс бага өргөнтэй байна.

Энэ зүсэлтийг цуваа байрлалтай  $100\Omega$  эсэргүүцэгчийн хоёр параллел багцаар холбодог.

Цуврал хэлхээ бүрийн төв нь коаксиаль антены кабелийн дотоод дамжуулагчтай холбогддог.

Завсрын хоёр талд коаксиаль антены кабелийн гадар дамжуулагчийг хатуу завсартай бүтэцтэй болгохын тулд 5 мм-ээс багагүй зайд тусгаарлагдсан хоёр зэс тэгш өнцөгт бүхий хэвлэмэл хэлхээний хавтангийн материалтай оосроор холбож болно (Зураг С.4-ийг үзнэ үү).

LLA коаксиаль кабелийн дотоод дамжуулагчийн эргэн тойрон дахь гүйдлийн мэдрэгч нь 9 кГц-ээс 30 МГц хүртэлх давтамжийн цараанд 1 V/A мэдрэмтгий байдалтай байна.



Гүйдлийн мэдрэгчийн оролтын эсэргүүцэл хангалттай бага байх ёстой (Тайлбар-ыг үзнэ үү).

Тайлбар: 9 кГц-ээс 30 МГц давтамжийн царааны доод төгсгөлд LLA тус бүрийн хувьд тогтмол давтамжийн хариу гаргаж авахын тулд гүйдлийн мэдрэгчийн оролтын эсэргүүцлийн эсэргүүцэх хэсэг  $R_c$  нь одоогийн мэдрэгчийн индукцийг илэрхийлэх  $f = 9$  кГц дээр  $2\pi f L_c$  -ээс хамаагүй бага байхаар зохион бүтээгдсэн.

Үүнээс гадна  $R_c + R_i$  нь 9 кГц дээр  $X_i/10 = (2\pi f L)/10$ -ээс бага эсвэл тэнцүү байх ёстой ба энд  $R_i$  нь гогцооны дотоод дамжуулагчийн эсэргүүцэл,  $L$  нь гогцооны индукц юм.

Энэ индукц нь периметрийн дагуу  $1.5 \mu\text{H}/\text{м}$  орчим байна; иймд стандарт LLA бүрийн хувьд диаметр нь  $f = 9$  кГц үед 2 м,  $X_i \approx 0.5 \Omega$  байна.

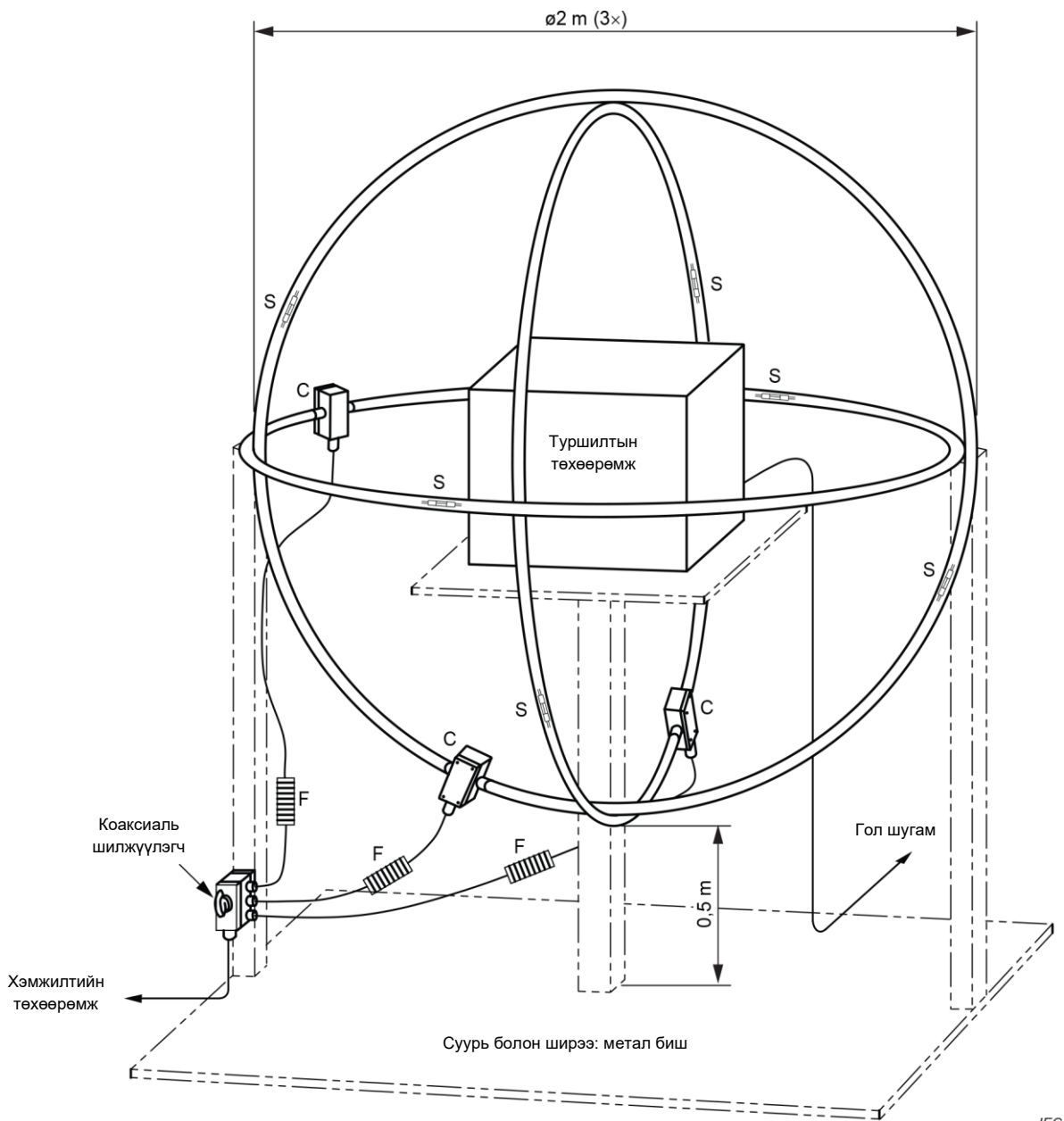
LLA кабелийн гаднах дамжуулагчийг гүйдлийн мэдрэгч бүхий метал хайрцагт холбоно (Зураг С.5-ийг үзнэ үү).

Энэ хайрцагны хамгийн дээд хэмжээс нь: 80 мм өргөн, 120 мм урт, 80 мм өндөр.

EUT болон LLAS-ийн хоорондох шаардлагагүй холболтын багтаамжаас зайлсхийхийн тулд EUT болон LLAS-ийн бүрэлдэхүүн хоорондох зай нь гогцооны диаметрээс дор хаяж 0.10 дахин их байх ёстой.

EUT-ийн эхлэлд /leads/ онцгой анхаарал хандуулах хэрэгтэй.

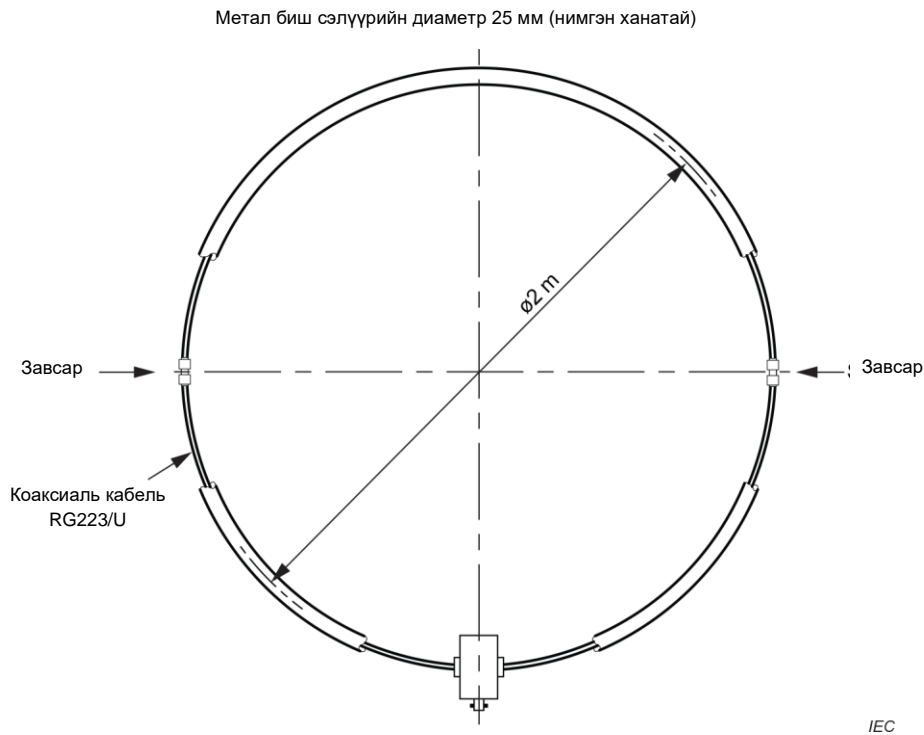
Кабелийг цугт нь чиглүүлэх бөгөөд LLAS-н аль нэг гогцоонд 0,4 м-ээс багагүй зайд LLAS ижил октант дээр туршилтын эзэлхүүнийг үлдээнэ (Зураг С.6-г үзнэ үү).



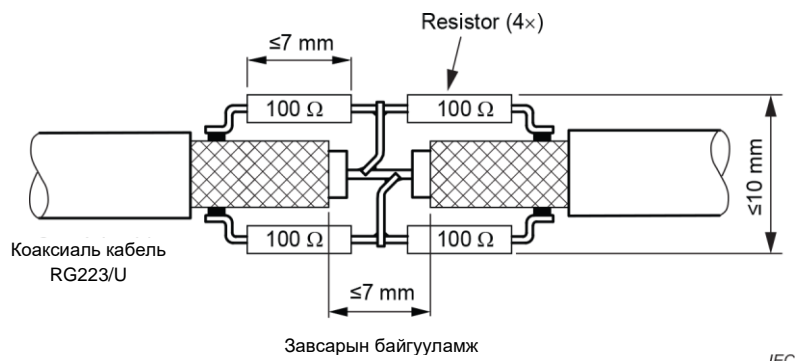
**Бүрэлдэхүүн:**

- S антены завсар зай
- C гүйдлийн мэдрэгч
- F Феррит шингээгч

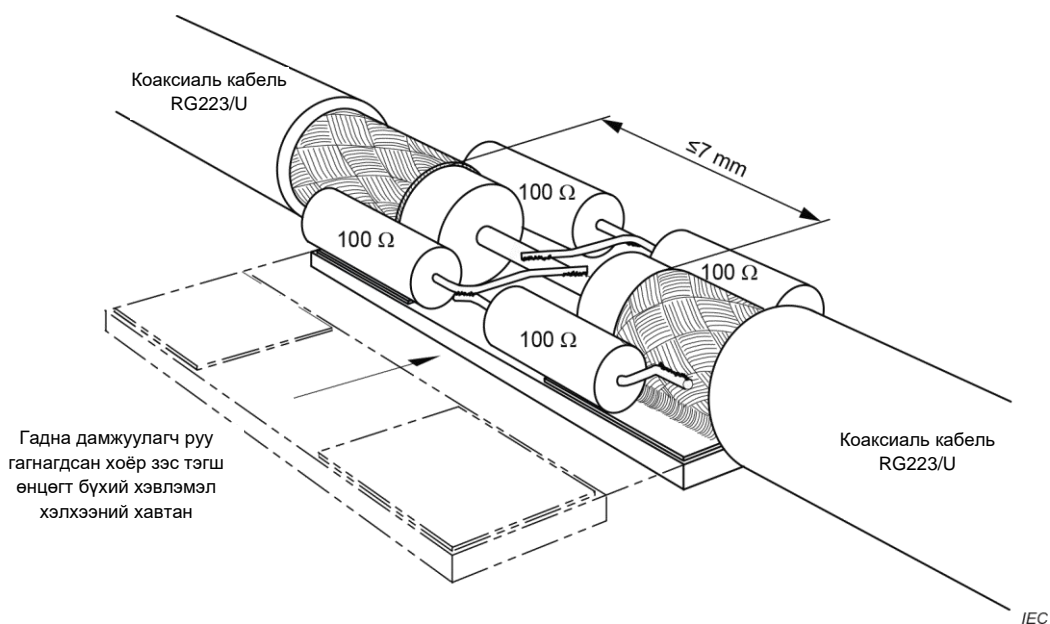
**С.1-р зураг – Гурван харилцан перпендикуляр том гогцоо антенаас бүрдэх LLAS**



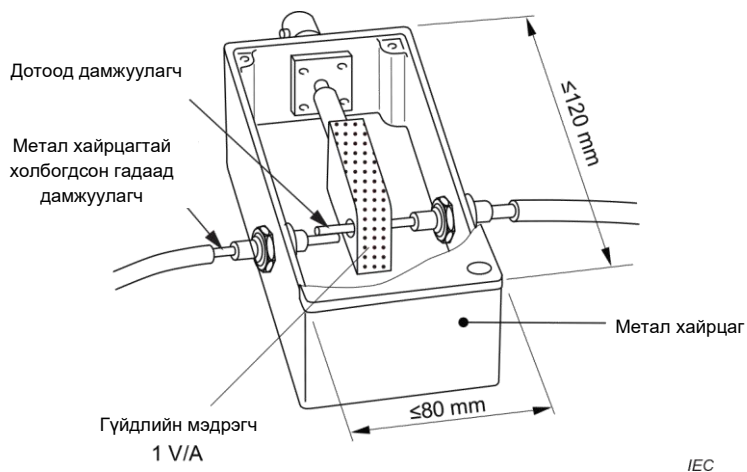
**С.2-р зураг – Гүйдлийн мэдрэгч С-тэй харилцан тэгш хэмтэй байрласан хоёр эсрэг зүсэлт бүхий LLA**



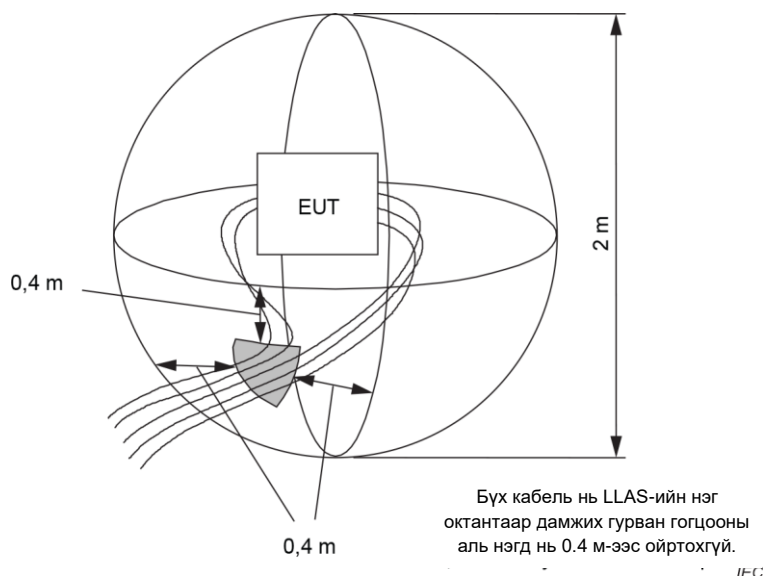
**С.3-р зураг – LLA зүсэлттэй хийц**



**С.4-р зураг – Хатуу хийцийг олж авахын тулд хэвлэмэл хэлхээний оосор ашигласан LLA зүсэлттэй хийцийн жишээ**



**С.5-р зураг – Гүйдлийн мэдрэгчийн метал хайрцагны хийц**



### С.6-р зураг- Эхлэлээс LLAS-д хүрэх холболтын багтаамжийг хамгийн бага байлгахийн тулд EUT-ээс хэд хэдэн кабелийн чиглүүлэлтийн хариулсан жишээ

#### С.4 LLAS-ийн баталгаажуулалт

LLAS-ийн баталгаажуулалтыг С.5-д заасны дагуу  $50\Omega$  RF үүсгүүрт холбосон LLAS баталгаажуулах диполын тусламжтайгаар гурван LLA тус бүрд үүссэн гүйдлийг хэмжих замаар гүйцэтгэнэ.

Диполиос цацрах соронзон орон нь LLAS-ийн соронзон орны мэдрэмтгий байдлыг баталгаажуулах боломжийг олгодог.

LLAS баталгаажуулах диполоос цацрах цахилгаан орон нь LLAS-ийн цахилгаан орны мэдрэмтгий байдлыг хангалттай бага байгааг баталгаажуулах зорилготой.

LLAS-ийн баталгаажуулалтыг ихэвчлэн LLAS хэмжилт хийдэг газарт хийнэ.

Энэ нь LLAS-ийн тодорхой орчинд шал, хана, ижил төстэй объект эсвэл гадаргуугийн нөлөөллийг тооцох явдал юм.

Баталгаажуулалтын хэмжилтийг дор хаяж дараах давтамж дээр гүйцэтгэнэ: 9кГц, 100 кГц, 1 МГц, 2 МГц, 3 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 15 МГц, 20 МГц, 25 МГц, 30 МГц.

Индукцийн гүйдлийг Зураг С.7-д үзүүлсэн LLAS баталгаажуулах диполийн найман байрлалд 9 кГц-ээс 30 МГц хүртэлх цараанд давтамжийн функц байдлаар хэмжинэ.

Энэ хэмжилтийн үед LLAS-ийн баталгаажуулалтын диполь нь туршилтад хамрагдаж байгаа LLA-ийн хавтгайд байх ёстой.

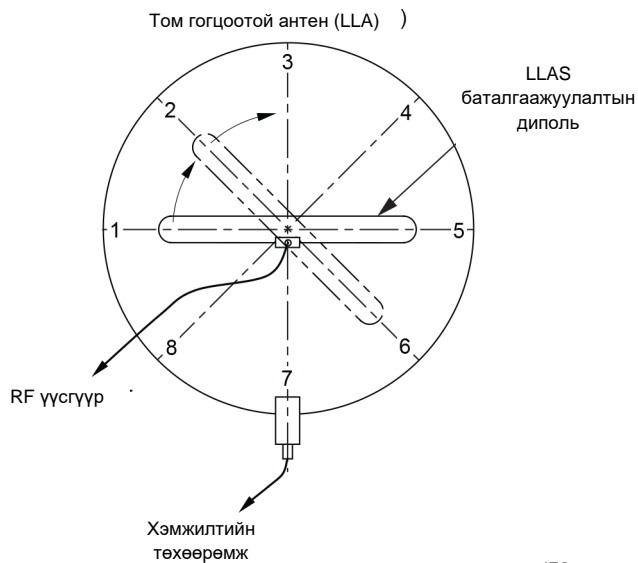
Найман байрлал бүрт  $V_{g0}$  нь RF үүсгүүрийн нээлттэй хэлхээний хүчдэл болон  $I_1$  нь хэмжсэн гүйдэл үед  $20 \lg(V_{g0}/I_1)$ -р илэрхийлсэн хэмжсэн баталгаажуулалтын коэффициентийг Зураг С.8 болон Хүснэгт С.1-д өгөгдсөн хэрэглэх боломжтой загвар баталгаажуулалтын коэффициентоос  $\pm 3$ дБ-ээс илүүгээр хазайх ёсгүй.

Зураг С.8 болон Хүснэгт С.1-д өгсөн загвар баталгаажуулалтын коэффициент нь  $D=2$ м,  $3$ м эсвэл  $4$ м диаметртэй дугуй гогцоо LLAS-ийн хувьд хүчинтэй байна.

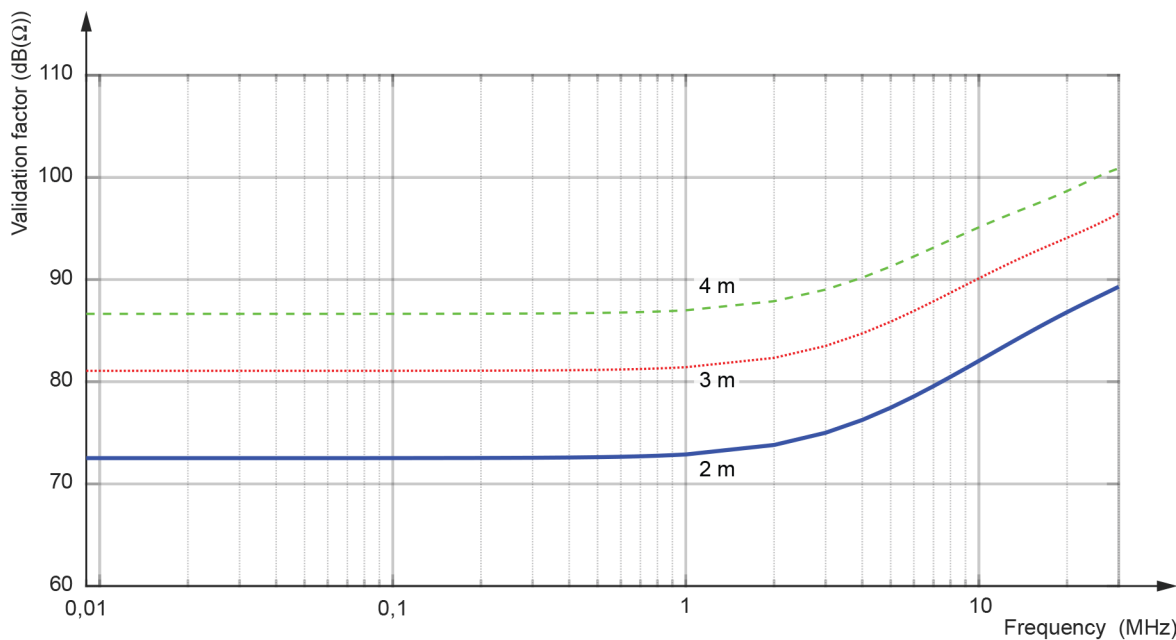
Зураг С.8-д үзүүлсэн муруйны хүснэгтэн утгыг Хүснэгт С.1-д үзүүлэв.

Эдгээр хүснэгтийн утгыг LLAS-ийн баталгаажуулалтад ашиглана.

Үндсэн материал болон загвар баталгаажуулалтын коэффициентийг тооцоолох тэгшитгэлийг CISPR TR 16-3:2020 [23] стандартад өгсөн.



С.7-р зураг – LLA-ийн баталгаажуулалтын туршид LLAS баталгаажуулах диполын найман байрлал IEC



С.8-р зураг – 2 м, 3 м, 4 м диаметртай гогцооны загвар баталгаажуулалтын коэффициент IEC

**С.1-р хүснэгт – 2 м, 3 м, 4 м диаметртэй гогцооны хувьд Зураг С.8-ийн загвар баталгаажуулалтын коэффициент**

Давтамж, МГц	Загвар баталгаажуулалтын коэффициент			Давтамж, МГц	Загвар баталгаажуулалтын коэффициент		
	2 м LLAS	3 м LLAS	4 м LLAS		2 м LLAS	3 м LLAS	4 м LLAS
	дБ(Ω)				дБ(Ω)		
0.009	72.52	81.07	86.64	7	79.57	87.87	93.13
0.01	72.52	81.07	86.64	8	80.47	88.71	93.88
0.02	72.52	81.07	86.64	9	81.30	89.45	94.54
0.03	72.52	81.07	86.64	10	82.04	90.12	95.11
0.04	72.52	81.07	86.64	11	82.72	90.71	95.62
0.05	72.52	81.07	86.64	12	83.34	91.24	96.07
0.06	72.52	81.07	86.65	13	83.90	91.72	96.47
0.07	72.52	81.07	86.65	14	84.42	92.15	96.84
0.08	72.52	81.07	86.65	15	84.90	92.54	97.18
0.09	72.52	81.07	86.65	16	85.34	92.89	97.50
0.1	72.52	81.07	86.65	17	85.75	93.22	97.80
0.2	72.54	81.08	86.66	18	86.13	93.53	98.10
0.3	72.55	81.10	86.68	19	86.48	93.82	98.39
0.4	72.58	81.13	86.70	20	86.81	94.09	98.67
0.5	72.61	81.16	86.73	21	87.12	94.35	98.94
0.6	72.65	81.20	86.77	22	87.41	94.60	99.21
0.7	72.70	81.24	86.82	23	87.68	94.85	99.47
0.8	72.75	81.30	86.87	24	87.94	95.09	99.72
0.9	72.81	81.36	86.93	25	88.19	95.32	99.96
1	72.88	81.42	86.99	26	88.43	95.56	100.18
2	73.81	82.33	87.88	27	88.66	95.79	100.38
3	75.01	83.51	89.02	28	88.88	96.02	100.57
4	76.26	84.72	90.19	29	89.09	96.25	100.73
5	77.46	85.88	91.28	30	89.30	96.47	100.88
6	78.56	86.93	92.26	-	-	-	-

### С.1 LLAS баталгаажуулалтын диполь антены хийц

Зураг С.9-д үзүүлсэн LLAS баталгаажуулах диполь нь LLAS-аар хэмжигдэх ёстой соронзон орон болон LLAS-аар татгалзах ёстой цахилгаан оронг нэгэн зэрэг цацруулахаар бүтээгдсэн.

LLAS баталгаажуулалтын диполь антеныг RG-223/U эсвэл ижил төрлийн коаксиаль кабель ашиглан Зураг С.9-ийн дагуу хийнэ.

Энэ нь Зураг С.9-д үзүүлсэн шиг  $W=150$  см өргөн,  $s = 10$  см зайтай (кабелийн төвөөс кабелийн төвийн хоорондох зай) байна.

Коаксиаль кабелийн гаднах дамжуулагчийн завсар нь диполийг хоёр хэсэгт хуваах ёстой.

Диполын нэг тал нь (Зураг С.9-ийн баруун гар тал) холбогчийн ойролцоо, түүнчлэн холбогчийн эсрэг завсарын ойролцоо богино холболттой байна.

## MNS .....:2023

Богино холболт гэдэг нь коаксиаль кабелийн дотор болон гадна дамжуулагчийг цахилгаанаар холбосон байхыг хэлнэ.

Энэ хагас нь коаксиаль холбогчийн (BNC эсвэл ижил төстэй төрөл) загвар-газарт холбогдсон байна.

Зураг С.9-ийн диполын зүүн талын хагасыг бүрдүүлдэг коаксиаль кабелийн дотоод дамжуулагч нь коаксиаль холбогчийн төв зүүтэй, түүний гаднах дамжуулагч нь тухайн коаксиаль холбогчийн загвар газартай холбогдсон байна.

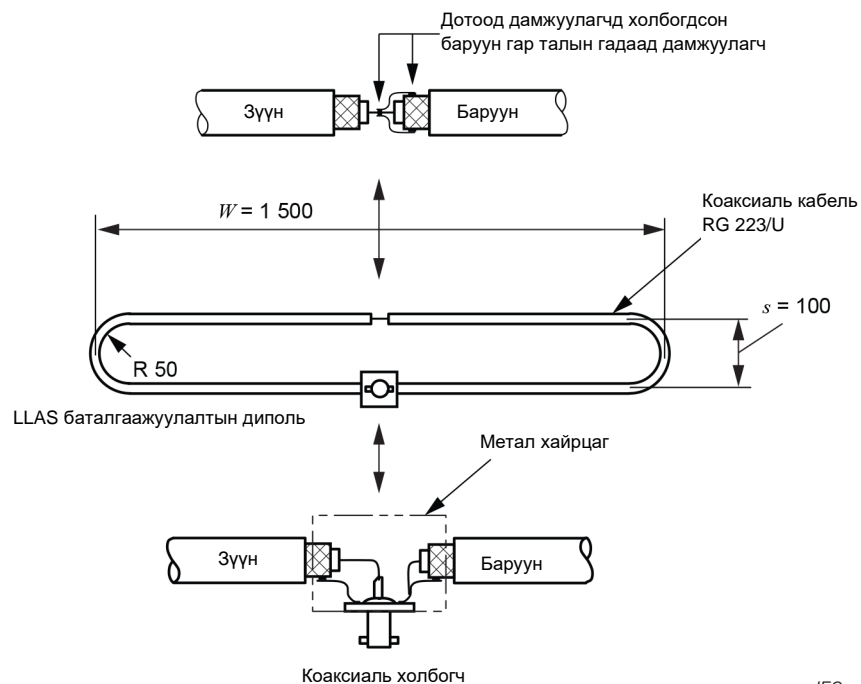
Коаксиаль холбогчийн ойролцоох холболтыг хамгаалахад жижиг метал хайрцаг ашиглана.

Диполь коаксиаль кабелийн хоёр хагасын гадна дамжуулагч болон коаксиаль холбогчийн загвар газрыг энэ хайрцагт холбоно.

BNC холбогчийн ойролцоох холболтыг хамгаалахаар жижиг метал хайрцаг ашиглаж болно.

Коаксиаль кабелийн хоёр хагасын гадна дамжуулагч болон BNC холбогчийн загвар газар нь энэ хайрцагт холбогдсон байна.

Хатуу байгууламжийг гарагж авахын тулд диполь нь дамжуулагч бус суурьт бэхлэгддэг.



Тайлбар: Заасан зай нь кабелийн төвөөс кабелийн төв хүртэлх зай.

IEC

**Зураг С.9 – LLAS баталгаажуулах диполийн антены хийц**



## С.2 Хөрвүүлэх коэффициент

### С.2.1 Ерөнхий зүйл

Энэ дэд зүйлд стандарт бус диаметртай LLA-д хэмжсэн гүйдлийг  $D=2$  м стандарт диаметртай LLA ашиглан хэмжих гүйдэл болгон хувиргах хүчин зүйлийг авч үзнэ (Зураг С.10 болон Хүснэгт С-ийг үзнэ үү).

Энэ нь мөн EUT-ээр LLA-д өдөөгдсөн гүйдлийг ( $I$ ) EUT-ээс тодорхой зайд  $H$  соронзон орны оронгийн хүчлэг болгон хувиргах коэффициентийг авч үздэг (Зураг С.11 болон Хүснэгт С.3-ийг үзнэ үү).

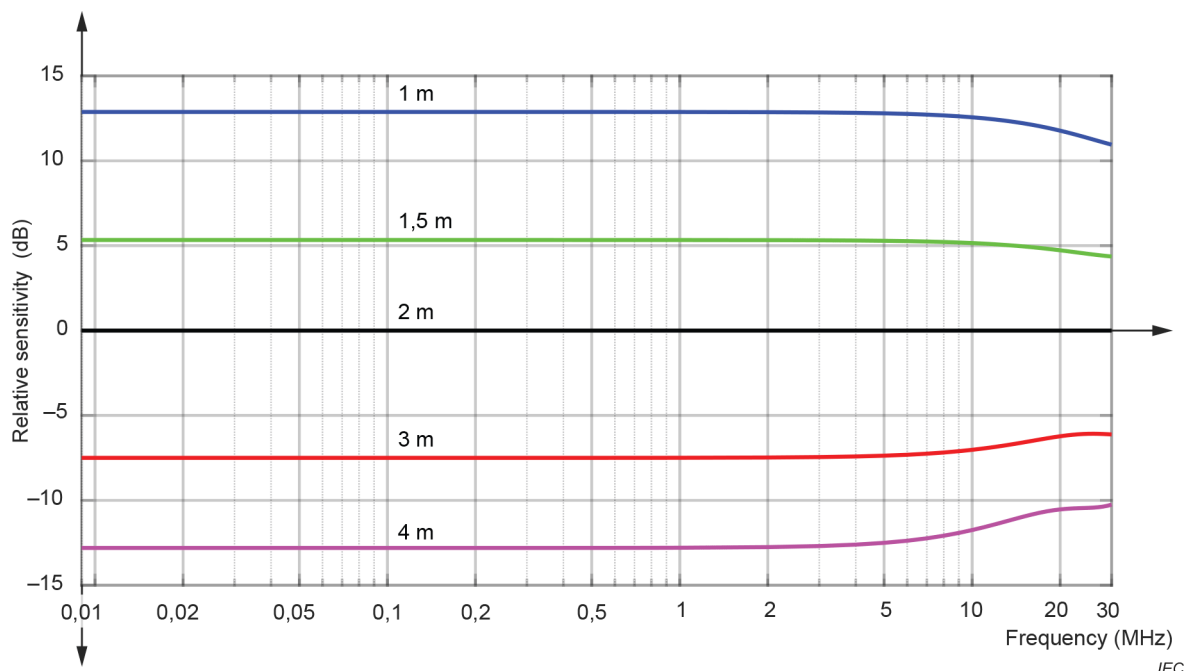
Эдгээр хөрвүүлэх коэффициентийг тооцоолох үндсэн материал болон тэгшитгэлийг CISPR TR 16-3:2020 [23] стандартад өгсөн.

### С.2.2 Стандарт бус диаметртай LLAS гүйдлийн хувиргалтын коэффициент

Метрээр илэрхийлэгдсэн  $D$  диаметртай LLA-д хэмжсэн гүйдэл болон логарифм нэгжээр илэрхийлэгдэх  $D=2$  м стандарт диаметртай LLA ашиглан хэмжих гүйдэл хоорондох децибелээр илэрхийлэгдсэн (тухайлбал дБ( $\mu$ A)) ялгаа  $S_D$ -г Тэгшитгэл (С.1)-ийг ашиглан тодорхойлсон  $D$ -ийн хэд хэдэн утгын хувьд Зураг С.10 (болон Хүснэгт С.2)-д үзүүлсэн:

$$S_D = I_{Dm} - I_{2m} \quad (\text{C.1})$$

Энд  $I_{Dm}$  болон  $I_{2m}$  нь логарифмын нэгжээр илэрхийлсэн (тухайлбал дБ( $\mu$ A))  $D$  диаметртай LLA болон стандарт 2 м диаметртай LLA дахь индукцийн гүйдлийн утга.



С.10-р зураг – 2 м диаметртай LLA-тай харьцангуй  $D$  диаметртай LLA-ийн мэдрэмтгий байдал  $S_D$

**С.2-р хүснэгт – 2 м диаметртэй (Зураг С.10) LLA-тай харьцангуй  $D$  диаметртэй LLA-ийн мэдрэмтгий байдал  $S_D$**

Давтамж МГц	LLAS диаметр $D$				Давтамж МГц	LLAS диаметр $D$			
	1 м	1.5 м	3 м	4 м		1 м	1.5 м	3 м	4 м
	дБ	дБ	дБ	дБ		дБ	дБ	дБ	дБ
0,009	12,88	5,34	-7,50	-12,80	7	12,72	5,24	-7,25	-12,24
0,01	12,88	5,34	-7,50	-12,80	8	12,67	5,22	-7,18	-12,08
0,02	12,88	5,34	-7,50	-12,80	9	12,62	5,19	-7,11	-11,92
0,03	12,88	5,34	-7,50	-12,80	10	12,56	5,16	-7,02	-11,75
0,04	12,88	5,34	-7,50	-12,80	11	12,50	5,12	-6,94	-11,58
0,05	12,88	5,34	-7,50	-12,80	12	12,43	5,08	-6,85	-11,41
0,06	12,88	5,34	-7,50	-12,80	13	12,36	5,04	-6,76	-11,25
0,07	12,88	5,34	-7,50	-12,80	14	12,29	5,00	-6,67	-11,09
0,08	12,88	5,34	-7,50	-12,80	15	12,21	4,96	-6,58	-10,96
0,09	12,88	5,34	-7,50	-12,80	16	12,12	4,91	-6,50	-10,84
0,1	12,88	5,34	-7,50	-12,80	17	12,04	4,87	-6,42	-10,73
0,2	12,88	5,33	-7,50	-12,80	18	11,95	4,82	-6,35	-10,65
0,3	12,88	5,33	-7,50	-12,80	19	11,86	4,77	-6,28	-10,58
0,4	12,88	5,33	-7,50	-12,80	20	11,77	4,73	-6,23	-10,53
0,5	12,88	5,33	-7,50	-12,80	21	11,68	4,68	-6,18	-10,50
0,6	12,88	5,33	-7,50	-12,80	22	11,60	4,64	-6,14	-10,48
0,7	12,88	5,33	-7,50	-12,80	23	11,51	4,60	-6,11	-10,46
0,8	12,88	5,33	-7,49	-12,80	24	11,42	4,55	-6,09	-10,45
0,9	12,88	5,33	-7,49	-12,79	25	11,33	4,52	-6,08	-10,44
1	12,87	5,33	-7,49	-12,79	26	11,25	4,48	-6,08	-10,43
2	12,86	5,33	-7,48	-12,75	27	11,17	4,45	-6,08	-10,40
3	12,85	5,32	-7,45	-12,69	28	11,09	4,41	-6,09	-10,37
4	12,83	5,30	-7,41	-12,61	29	11,02	4,39	-6,10	-10,32
5	12,80	5,29	-7,37	-12,50	30	10,95	4,36	-6,12	-10,25
6	12,76	5,27	-7,31	-12,38	-	-	-	-	-

**С.1.1 LLAS-ийн хэмжсэн гүйдлийг соронзон орны оронгийн хүчлэгт шилжүүлэх хувиргалт**

Зураг С.11 болон Хүснэгт С.3-д үзүүлсэн хөрвүүлэлтийн коэффициент нь LLAS-ийн бүх гурван гогцоонд LLA-н хавтгайд перпендикуляр соронзон диполь моменттой LLA-ийн төвд байрлах соронзон орны үүсгүүрийг авч үзэх үед бүх гурван туйлшралын хамгийн муу (хамгийн өндөр) тохиолдлыг илэрхийлдэг.

Иймд энэхүү хувиргах коэффициентийг 4.3-т заасан гогцоо антенаар бүх гурван гогцоо антены туйлшралын хувьд бүх азимутын өнцгөөр эргэдэг EUT-тэй, газрын хавтгайгаас 80 см өндөрт байрладаг, EUT-ийн хамгийн доод гадаргуутай, туршилтын талбайн метал гадаргуугаас 1.3 м өндөрт гогцооны антены төвд, EUT-н периметрээс тодорхой хэмжилтийн зайд (3 м, 10 м, эсвэл 30 м) хэмжигдэх хамгийн муу соронзон орны оронгийн хүчлэгийг тооцоолоход ашиглаж болно.

Энэ оронгийн хүчлэгийн тооцоог Зураг С.11 болон Хүснэгт С.3-ын хөрвүүлэх коэффициентийг хэмжилтийн давтамж дээрх LLAS-ийн гурван гогцоотой EUT-аас хэмжсэн хамгийн муу тохиолдлын индукцын гүйдлийн түвшинд нэмэх замаар гаргаж болно.

Тайлбар 1: Ихэнхдээ соронзон орны оронгийн хүчлэгийг шалгах уламжлалт арга (жишээ нь CISPR 11 [24]) 4.3-стандартад заасны дагуу гогцоо антеныг ашигладаг бөгөөд EUT нь зөвхөн босоо тэнхлэгийнхээ эргэн тойронд эргэлдэж байх үед босоо хавтгайд байрладаг.

Энэ тохиолдолд зөвхөн хэвтээ диполь момент, өөрөөр хэлбэл газрын хавтгайтай параллель диполь моментыг хэмждэг.

Иймээс EUT нь босоо диполь момент үүсгэдэг тохиолдолд хэмжилтийн хоёр аргын үр дүнг харьцуулахад LLAS хувиргалтын коэффициентийг ашиглах боломжгүй.

Гэсэн хэдий ч LLAS хувиргалтын коэффициентийг хоёр босоо гогцоо хавтгайн туйлшралаас гадна 4.3-ийн гогцоо антеныг хэвтээ хавтгайд байрлуулах үед соронзон орны оронгийн хүчлэгийг хэмжих аргын үр дүнтэй харьцуулахдаа ашиглаж болно.

Хэрэв EUT доторх унтралтын үүсгүүрийн бодит байрлал нь стандарт LLAS-ийн төвөөс 0.5 м-ээс бага зайд байвал хэмжилтийн үр дүн нь LLAS-ийн төвд байгаа үүсгүүрээс 3 дБ-ээс бага зөрүүтэй байна.

$d$  зайд хэмжсэн дБ( $\mu\text{A}/\text{м}$ )-р илэрхийлсэн соронзон орны оронгийн хүчлэг  $H$  болон дБ( $\mu\text{A}$ )-р илэрхийлсэн LLA гүйдэл  $I$  хоорондын хамаарал тэгшитгэл (C.2)-д байна:

$$H = I + C_{dA} \quad (\text{C.2})$$

Энд  $C_{dA}$  нь  $H$ -ийг дБ( $\mu\text{A}/\text{м}$ )-ээр илэрхийлэх үед тодорхой  $d$  зайд дБ( $\text{м}^{-1}$ )-ээр илэрхийлсэн гүйдлийг талбарт хувиргах коэффициент юм (мөн Тайлбар 2-г үзнэ үү).

Ерөнхийдөө хувиргалтын коэффициент нь давтамжаас хамааралтай байдаг; Зураг C.11 (болон Хүснэгт C.3) нь 3 м, 10 м, 30 м стандарт хэмжилтийн зайд зориулсан  $C_{dA}$ -ийг илэрхийлдэг.

Хэрэв гүйдлийг стандарт бус  $D$  диаметртэй LLAS-д хэмжвэл Тэгшитгэл (C.2)-ийг Тэгшитгэл (C.3)-т бичиж болно:

$$H = I - S_D + C_{dA} \quad (\text{C.3})$$

Энд  $H$ -ийг дБ( $\mu\text{A}/\text{м}$ ),  $I$ -ийг дБ( $\mu\text{A}$ )-р,  $S_D$ -ийг дБ-р,  $C_{dA}$  -ийг дБ( $\text{м}^{-1}$ )-аар илэрхийлсэн.

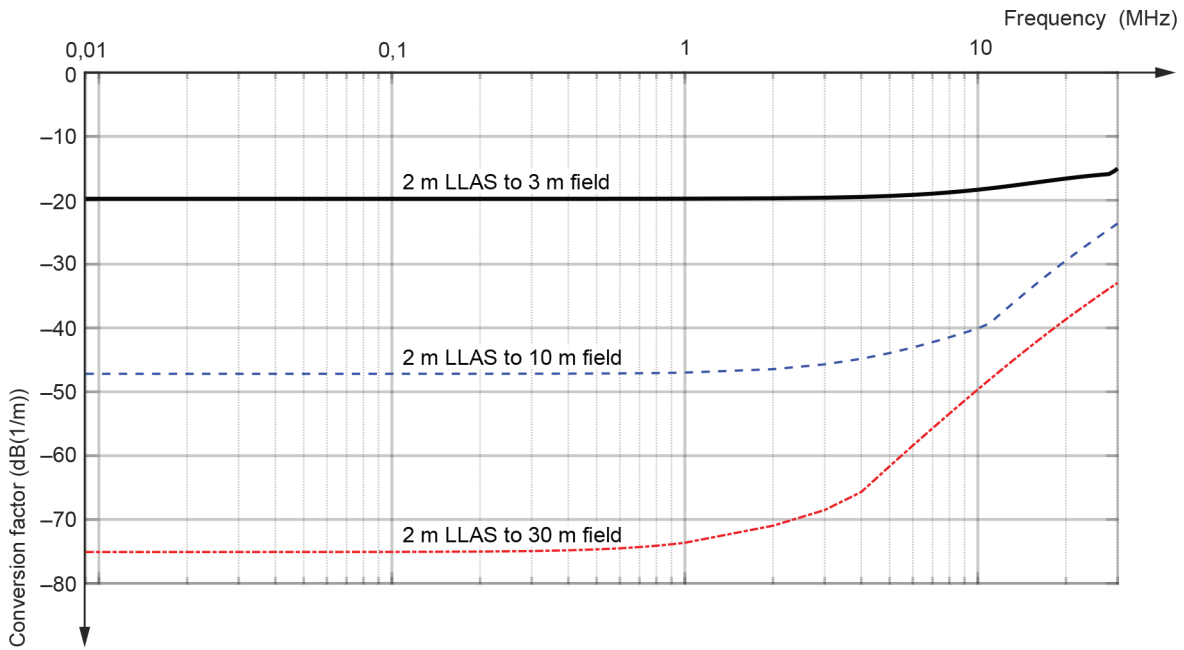
Тайлбар 2: Унтралтын түвшний тооцоололд CISPR нь дБ( $\mu\text{V}/\text{м}$ )-р илэрхийлэгдсэн цахилгаан орны оронгийн хүчлэг  $E$  -ийн оронд дБ( $\mu\text{A}/\text{м}$ )-р илэрхийлэгдсэн соронзон орны оронгийн хүчлэгийг ашигладаг.

Энэ нөхцөлд  $H$  болон  $E$  хоорондын хамаарлыг Тэгшитгэл (C.4)-т өгсөн:

$$E = H + 51.5 \quad (\text{C.3})$$

Энд  $E$  нь дБ( $\mu\text{V}/\text{м}$ )-р  $H$  нь дБ( $\mu\text{A}/\text{м}$ )-ээр илэрхийлэгдэнэ.

Тэгшитгэл (C.4)-т дБ( $\Omega$ )-р илэрхийлэгдсэн тогтмол 51.5-г 4.3.2-н Тайлбарт тайлбарласан.



IEC

**С.11-р зураг - Гурван стандарт хэмжилтийн зай d-н хувьд хувиргалтын коэффициент  $C_{dA}$  [дБ(μA/m) хөрвүүлэлт]**

**Хүснэгт С.3 – Гурван хэмжилтийн зайны хувьд соронзон орны оронгийн хүчлэгийн хувиргалтын коэффициент  $C_{dA}$  (Зураг С.11)**

Давтамж МГц	2 м LLAS-ээс 3 м орон	2 м LLAS-ээс 10 м орон	2 м LLAS-ээс 30 м орон	Давтамж МГц	2 м LLAS-ээс 3 м орон	2 м LLAS-ээс 10 м орон	2 м LLAS-ээс 30 м орон
	дБ(1/м)	дБ(1/м)	дБ(1/м)		дБ(1/м)	дБ(1/м)	дБ(1/м)
0,009	-19,77	-47,18	-75,09	7	-18,97	-42,23	-55,72
0,01	-19,77	-47,18	-75,09	8	-18,76	-41,45	-53,41
0,02	-19,77	-47,18	-75,09	9	-18,56	-40,74	-51,4
0,03	-19,77	-47,18	-75,09	10	-18,35	-40,08	-49,63
0,04	-19,77	-47,18	-75,09	11	-18,14	-39,24	-48,04
0,05	-19,77	-47,18	-75,08	12	-17,93	-37,72	-46,61
0,06	-19,77	-47,18	-75,08	13	-17,73	-36,36	-45,31
0,07	-19,77	-47,18	-75,08	14	-17,54	-35,11	-44,12
0,08	-19,77	-47,18	-75,08	15	-17,35	-33,97	-43,03
0,09	-19,77	-47,18	-75,08	16	-17,18	-32,92	-42,02
0,1	-19,77	-47,18	-75,07	17	-17,02	-31,95	-41,08
0,2	-19,77	-47,17	-75,02	18	-16,87	-31,05	-40,21
0,3	-19,77	-47,16	-74,94	19	-16,73	-30,22	-39,40
0,4	-19,77	-47,15	-74,82	20	-16,60	-29,44	-38,63
0,5	-19,76	-47,13	-74,68	21	-16,48	-28,71	-37,92
0,6	-19,76	-47,11	-74,51	22	-16,37	-28,02	-37,25
0,7	-19,76	-47,09	-74,32	23	-16,27	-27,37	-36,61
0,8	-19,76	-47,06	-74,11	24	-16,18	-26,76	-36,01
0,9	-19,75	-47,02	-73,88	25	-16,10	-26,18	-35,43
1	-19,75	-46,99	-73,64	26	-16,03	-25,62	-34,89
2	-19,69	-46,46	-70,97	27	-15,96	-25,10	-34,37
3	-19,60	-45,70	-68,52	28	-15,90	-24,59	-33,87
4	-19,48	-44,83	-65,70	29	-15,52	-24,11	-33,39
5	-19,33	-43,93	-61,65	30	-15,04	-23,64	-32,93
6	-19,15	-43,06	-58,41	-	-	-	-

### С.3 Жишээ

Дараах жишээнд Тэгшитгэл (С.1), Тэгшитгэл (С.2), Тэгшитгэл (С.3), Зураг С.8, Зураг С.10, Зураг С.11-ийн хэрэглээг тайлбарласан.

- а) Өгөгдсөн: хэмжих давтамж  $f=100$  кГц, LLA диаметр  $D=2$  м, LLA дахь гүйдэл  $I=X$  дБ(μА).

Дараа нь Тэгшитгэл (С.1) болон Зураг С.10-г ашигласнаар дараах байдалтай байна:

$$d = 3 \text{ м үед: } H = [X/\text{дБ}(\mu\text{А}) + C_{3A}/\text{дБ}(\text{м}^{-1})] \text{ дБ}(\mu\text{А}/\text{м}) = (X - 19.5) \text{ дБ}(\mu\text{А}/\text{м})$$

$$d = 3 \text{ м үед: } E = [X/\text{дБ}(\mu\text{А}) + C_{3V}/\text{дБ}(\Omega/\text{м})] \text{ дБ}(\mu\text{V}/\text{м}) = [X + (51.5 - 19.5)] \text{ дБ}(\mu\text{V}/\text{м})$$

- б) Өгөгдсөн: хэмжих давтамж  $f=100$  кГц, LLA диаметр  $D=2$  м, LLA дахь гүйдэл  $I = X$  дБ(μА).

Дараа нь Тэгшитгэл (С.2), Зураг С.11 (Хүснэгт С.3)-г ашигласнаар дараах байдалтай байна:

$$d = 3\text{м үед: } H [\text{дБ}(\mu\text{А}/\text{м})] = X [\text{дБ}(\mu\text{А})] + C_{3A} [\text{дБ}(\text{м}^{-1})] = (X - 19.77) \text{ дБ}(\mu\text{А}/\text{м})$$

- с) Өгөгдсөн: хэмжих давтамж  $f = 100$  кГц, LLA диаметр  $D = 4$  м, LLA дахь гүйдэл  $I=X$  дБ(μА).

Дараа нь Тэгшитгэл (С.1) болон Зураг С.10 (Хүснэгт С.2) -ийг ашиглан ижил EUT нь гүйдлийг өдөөдөг:

$$I [\text{дБ}(\mu\text{А})] = X [\text{дБ}(\mu\text{А})] - S_4[\text{дБ}] = X - (-12.80) = (X + 12.80) \text{ дБ}(\mu\text{А})$$

$D=2$  м стандарт диаметртэй LLA-д.

## Хавсралт D

(норматив)

### 30 МГц-ээс 1000 МГц давтамжийн цараанд нээлттэй талбайн туршилтын талбайн хийцийн дэлгэрэнгүй мэдээлэл (6-р зүйлийг үзнэ үү)

#### D.1 Ерөнхий зүйл

Сайн баригдсан талбай болон цаг агаарын бүх хамгаалалтыг баталгаажуулахад тустай нэмэлт мэдээллийг энэ хавсралтад тайлбарласан.

Эдгээр хийцийн практикт тохирсон эсэхийг баталгаажуулах хамгийн сайн арга нь 6.4-т тодорхойлсны дагуу талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийг хийх юм.

#### D.2 Газрын хавтгайн хийц

##### D.2.1 Материал

Метал нь талбайн бат бэхийн туршилтын зөвлөмж болгосон газрын хавтгайн материал.

Гэсэн хэдий ч практик шалтгааны улмаас бүх төхөөрөмжийг хэмжихэд метал газрын хавтгай тодорхойлох боломжгүй юм.

Метал хөрсний хавтгайд ашигласан материалын зарим жишээнд цул метал хуудас, метал тугалган цаас, цоолсон метал, өргөтгөсөн метал, утсан материал, утсан тор, метал сараалж орно.

Газрын хавтгай нь хэмжилтийн хамгийн өндөр давтамж дээр долгионы уртын мэдэгдэхүйц хэсэг болох шугаман хэмжээс бүхий хоосон зай, завсаргүй байх ёстой.

Дэлгэц, цоолсон метал, сараалжтай, эсвэл өргөтгөсөн метал хэлбэрийн газрын хавтгайд зөвлөмж болгож байгаа хамгийн их нээлттэй хэмжээ нь хэмжилтийн хамгийн өндөр давтамж дээр долгионы уртын 1/10 (1000 МГц-д 3 см орчим) байна.

Тусдаа хуудас, өнхрөх, болон хэсгээс бүрдсэн материалыг давхарга дээр гагнах хэрэгтэй, гэхдээ 1/10 долгионы уртаас илүү зайтай байх ёсгүй.

Метал хавтгай дээрх элс, асфальт, мод зэрэг зузаан диэлектрик бүрээс нь хүлээн зөвшөөрч болохгүй талбайн унтралтын шинж чанарыг бий болгодог.

##### D.2.2 Тэгш бус байдал

Рэйлигийн тэгш бус байдлын шалгуур нь хамгийн их зөвшөөрөгдөх RMS-ийн газрын хавтгайн тэгш бус байдлын ашигтай тооцоог өгдөг (Зураг D.1-ийг үзнэ үү).

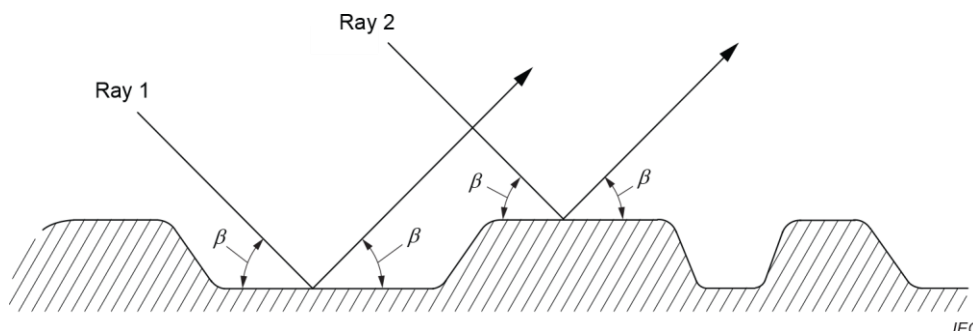
Ихэнх практик туршилтын талбайн хувьд, ялангуяа 3 м тусгаарлах зайтай хэрэглээнд хэмжилтийн хувьд 4.5 см хүртэлх тэгш бус байдал нь ач холбогдолгүй байдаг.

10 м болон 30 м талбайн хувьд бүр ч илүү тэгш бус байдлыг зөвшөөрдөг.

Тэгш бус байдлыг зөвшөөрөх эсэхийг тодорхойлохын тулд 6.4-т заасан талбайн баталгаажуулалтын процедурыг гүйцэтгэнэ.

Хүснэгт D.1-д  $b$ -ийн утгыг дараах томъёогоор тооцоолно:

$$b = \frac{\lambda}{8 \sin \beta}$$



D.1-р зураг – Газрын хавтгайн тэгш бус байдлын Рэйлийн шалгуур

D.1-р хүснэгт – 3 м, 10 м, 30 м хэмжилтийн зайн хамгийн их тэгш бус байдал

Хэмжилтийн зай $d$ , м	Үүсгүүрийн өндөр, $h_1$ , м	Хүлээн авах антенны хамгийн их өндөр, $h_2$ , м	Хамгийн их тэгш бус байдал rms, $b$	
			Долгионы уртаар	1000 МГц-д см
3	1	4	0.15	4.5
10	1	4	0.28	8.4
30	2	6	0.49	14.7

### D.3 EUT-д үзүүлэх үйлчилгээ

EUT-д холбогдох цахилгааны үйлчилгээ эсвэл сүлжээний утсыг аль болох газрын хавтгай дор, хэмжилтийн тэнхлэгт зөв өнцгөөр байрлуулах нь зүйтэй.

Эргэдэг тавцан эсвэл EUT-ийн угсралтын бүх утас, кабель, сантехникийг мөн газрын хавтгайн доор байрлуулах ёстой.

Газар доорх чиглүүлэлтийг хийх боломжгүй үед EUT дэх үйлчилгээг дээд талд нь байрлуулж, харин газрын хавтгайтай тэгш байдалтайгаар холбох хэрэгтэй.

### D.4 Цаг агаараас хамгаалах хамгаалалтын хийц

#### D.4.1 Материал болон бэхэлгээ

1000 МГц хүртэлх давтамжтай, нимгэн шилэн хэсэг болон бусад ихэнх хуванцар, тухайлбал боловсруулсан мод, даавуун материал нь EUT-ийн унтралтын түвшинл мэдэгдэхүйц унтралт үүсэхэд хүргэдэггүй.

Зарим материал (жишээ нь мод, нейлон) дахь чийг шингээлт нь ийм материалаар дамжуулан EUT-н унтралтын түвшинг хэмжсэн тохиолдолд дамжуулалтын алдагдлыг үүсгэдэг.

Агаарт хуримтлагдсан дамжуулагч тоосонцор, тогтсон ус, мөс нь барилга байгууламж дээр эсвэл бүтцийг бүрдүүлж буй материалын дотор хуримтлагдахгүй байхад анхаарах хэрэгтэй.

Байгууламж дээр байрлаж хэмжилтийн алдаа үүсгэж болзошгүй гадны биетийг үе үе шалгаж байх ёстой.

## **MNS .....:2023**

Газрын хавтгайгаас дээших металын ашиглалтыг хамгийн бага байлгах ёстой.

Хуванцар эсвэл фабрик бэхэлгээг ашиглахыг илүү зөвлөдөг.

Хэмжилтэд нөлөөлөхгүй байлгахын тулд аливаа зангуу, овоолго эсвэл түүнтэй төстэй зүйлсийг туршилтын талбайгаас хангалттай хол зайд байлгах ёстой.

### **D.4.2 Дотоод зохицуулалт**

Бүх бүтцийн гишүүд ойлт үүсгэхгүй байх ёстой.

Халаалт, хөргөлт, агаар дэмжихэд зориулсан аливаа үлээгч, суваг нь цахилгаан дамжуулдаггүй материалаар хийгдсэн эсвэл метал газрын хавтгай доогуур эсвэл метал бус газрын хавтгайгаасаас нэлээд доогуур биш л бол туршилтын талбайн гадна эсвэл байгууламжийн гадна байх ёстой.

Төхөөрөмжийг ажиллуулахын тулд температур, чийгшлийн хяналт шаардлагатай байж болно.

Аливаа дулаалга, цонх нь метал тулгуур, хүрээгүй байх ёстой.

Аливаа аюулгүйн төмөр зам, шат нь газрын гадаргуугаас дээш байрлах тохиолдолд цахилгаан дамжуулахгүй байх ёстой.

### **D.4.3 Хэмжээ**

Босоо туйлшралын хэмжилт хийх үед цаг агаарын хамгаалалтын хэмжээ нь EUT-ийн хэмжээ, антены хүрээг бүхэлд нь хаах эсэх, эсвэл зөвхөн EUT дээрх талбай, хэмжилтийн төхөөрөмж дээрх талбай, эсвэл хүлээн авах антены байрлал тогтоогч болон хүлээн авах антены хамгийн дээд хэмжээг хаах эсэхээс хамаарна.

### **D.4.4 Хугацаа болон цаг агаарын жигд байдал**

Цаг агаарын нөхцөл байдлаас (жишээ нь чийгний шингээлт) эсвэл хамгаалалтын материалын бохирдлоос шалтгаалж цаг агаарын хамгаалалтын бууралтаас үүссэн хэвийн бус байдлыг илрүүлэхийн тулд талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийг үе үе хийхийг зөвлөдөг.

Энэхүү хэмжилт нь RF-ийн кабель болон туршилтын хэрэгслийн тохируулгыг мөн шалгадаг.

Физик шинж тэмдэг нь өөрөөр хэлбэл агаарт дамждаг бохирдуулагчийн улмаас өнгөө өөрчлөх зэргээр материалын бууралтыг үзүүлээгүй бол зургаан сарын завсарлага нь ерөнхийдөө хангалттай юм.

## **D.5 Эргэдэг тавцан болон суурилуулах ширээ**

EUT-ийн бүх талаас цахилгаан соронзон унтралтын түвшинг хэмжихэд хялбар болгох үүднээс EUT-ийг дэмжих эргэдэг тавцан болон тохируулах ширээг ашиглахыг зөвлөдөг.

Эргэдэг тавцан нь эргэлтийн угсралтыг агуулдаг бөгөөд угсралтын ширээ нь EUT-ийг туршилтын талбай дээр байрлуулахад ашиглагддаг.

Дараах гурван тохируулгын ширээ болон эргэдэг тавцангийн тохиргоог энэ дэд зүйлд авч үзнэ.



- a) Газраас доор байрлах эргэлтийн байгууламжтай эргэдэг тавцангийн хувьд эргэдэг гадаргуу (дээд хэсэг) нь газрын хавтгайтай ижил түвшинд байх ба цахилгаанаар холбогдсон байна.

Эргэдэг дээд хэсэг нь жинхэнэ тохируулах ширээг авч явдаг.

- Ширээний оройны төхөөрөмжийн хувьд угсрах ширээний өндөр нь  $0.8 \text{ м} \pm 0.01 \text{ м}$  байх ба угсралтын ширээ нь хэвтээ хавтгай дахь төв нь эргэлтийг гүйцэтгэх нэгж болох эргэлтийн тавцангийн төвд байхаар байрлуулсан байна.

Талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийн хувьд суурилуулах ширээ шаардлагагүй.

- Шалан дээрх төхөөрөмжийн хувьд EUT-ийг эргүүлэх тавцангийн дамжуулагч гадаргуугаас (газрын хавтгайтай ижил түвшинд) тусгаарлана.

Тусгаарлагчийн тулгуурын өндөр нь  $0.15 \text{ м}$  хүртэл, эсвэл бүтээгдэхүүний хорооны шаардлагын дагуу байна.

Бүтээгдэхүүн нь металл бус эргэх дугуйгаар хангагдсан үед тусгаарлагчийн тулгуур шаардлагагүй.

Талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийн хувьд тусгаарлах тулгуур шаардлагагүй.

- b) Эргэдэг тавцан дээр (газрын хавтгайтай ижил түвшинд байгаа) эсвэл эргэдэг тавцангүй газрын хавтгай дээр байрлуулсан тохируулах тавцанд нэгтгэгдсэн эргэх байгууламжтай эргэх давцангийн хувьд, ширээний оройны хувьд  $0.8 \text{ м} \pm 0.01 \text{ м}$  өндөр эсвэл шалан дээрх төхөөрөмжийн хувьд өндөр нь  $0.15 \text{ м}$ -ээс ихгүй байна.

Талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийн хувьд угсралтын ширээ шаардлагагүй.

- c) FAR-д EUT суурилуулах ширээний өндөр нь тодорхойлогдоогүй бөгөөд шингээгч материалын гүйцэтгэл болон FAR-ийн туршилтын хэмжээ зэргээс хамаарна.

Талбайн баталгаажуулалтын хэмжилтийн хувьд угсралтын ширээ шаардлагагүй.

Туршилтанд хамрагдаж байгаа тохиргооны нэг хэсэг болох дэмжих тохиргооны ширээг агуулсан EUT/систем нь туршилтын талбай дээр ерөнхий тохиргооны ширээг биш, системийн хангаж байгаа тохируулах ширээг ашиглах ёстой.

## D.6 Хүлээн авах антены тулгуурын суурилуулалт

Хүлээн авах антеныг  $10 \text{ м}$  ба түүнээс бага хэмжилтийн зайд  $1 \text{ м}$ -ээс  $4 \text{ м}$  хооронд,  $10 \text{ м}$ -ээс дээш зайд  $1 \text{ м}$ -ээс  $4 \text{ м}$  хооронд эсвэл  $2 \text{ м}$ -ээс  $6 \text{ м}$  хооронд антеныг өргөх боломжтой цахилгаан дамжуулахгүй тулгуур дээр суурилуулсан байх ёстой.

Кабель нь газартай харьцангуй тэнцвэрийг хадгалахын тулд хэвтээ туйлшралтай антены хувьд антены бүх өндөрт антены элементийн тэнхлэгт ортогональ байхаар кабелийг антены тэнхлэгт холбоно.

## **MNS .....:2023**

Хүлээн авах антены хувиргагчийн кабелийг хүлээн авах антены ард тал руу ойролцоогоор 1 м ба түүнээс дээш зайд газрын хавтгайд босоогоор буулгах ёстой.

Энэ үеэс эхлэн кабелийг хэмжилтэнд саад учруулахгүйн тулд газрын гадаргуу дээр эсвэл доор байлгах хэрэгтэй.

Антен болон хэмжих хүлээн авагчийн хоорондох кабель нь 1000 МГц давтамжтай хүлээн авах дохионы түвшинг хүлээн авах хэмжээнд байлгахын тулд аль болох богино байх ёстой.

Босоо туйлширсан дипол хэлбэрийн антены хувьд, хэмжилтийн хүлээн авагчийн кабелийг хэвтээ өөрөөр хэлбэл газрын хавтгайд буулгахын өмнө хүлээн авах антены арын хэсэгт (EUT-ээс хол) ойролцоогоор 1 м ба түүнээс дээш зайд газрын хавтгайтай параллель байлгах байх ёстой.

Ойролцоогоор 1 м урттай антены өсгөлт хангалттай.

Хэмжих хүлээн авагч руу чиглэх үлдсэн кабель нь хэвтээ туйлшралтай хайрцагтай адил байна.

Энэ хоёр тохиолдолд антены байрлал тогтоогч, антенатай холботой коаксиаль кабелийн байрлал зэрэг нь антены коэффициентэд нөлөөлөх ёсгүй.

**Хавсралт Е**  
(xxx)

(хүчингүй)

**Хавсралт F**  
(мэдээллийн)

**±4 дБ талбайн хүлээн зөвшөөрөх шалгуурын үндэс**

(6-р зүйлийг үзнэ үү)

**F.1 Ерөнхий зүйл**

Энэхүү хавсралт нь 6.4-т шаардагдах нормаль талбайн унтралт (NSA) болон загвар талбайн аргын (RSM) хэмжилтийн хувьд ±4дБ хүлээн зөвшөөрөх шалгуурын үндэслэлийг тодорхойлсон.

**F.2 Алдааны шинжилгээ**

Хүснэгт F.1-ийн алдааны шинжилгээ нь 6.4-т өгөгдсөн NSA хэмжилтийн аргад хамаарна.

Нийт тооцоолсон алдаанд нь ойролцоогоор 3 дБ хэмжилтийн тодорхойгүй байдал болон талбайн төгс бус байдлын нэмэлт зөвшөөрөгдөх 1 дБ-ээс бүрдэх ±4 дБ талбайн хүлээн зөвшөөрөх шалгуурын үндэс болдог.

Хүснэгт F.1-ийн алдааны тооцоо нь дохио үүсгэгч, хянах генератор эсвэл ашиглаж болох аливаа өсгөгчийн агуургын тогтвортой байдлын тодорхой бус байдал болон хэмжилтийн техникт гарч болзошгүй алдааг оруулаагүй болно.

Ихэнх дохионы болон хянах генераторын гаралтын түвшин нь хугацаа, температурын өөрчлөлтөөс хамааран өөрчлөгдөх бөгөөд олон өсгөгчийн өсгөлт нь температур өөрчлөгдөхөд өөрчлөгддөг.

Хэмжилт хийхдээ эдгээр алдааны үүсгүүрийг бага хэмжээнд байлгах эсвэл засч залруулах нь зайлшгүй шаардлагатай, үгүй бол тухайн талбай нь зөвхөн багаж хэрэгслийн асуудлаас болж хүлээн зөвшөөрөгдөх шалгуурыг хангаж чадахгүй байж магадгүй юм.

**F.1-р хүснэгт – Алдаатай тооцоолол**

Алдааны бүрэлдэхүүн	Хэмжилтийн арга	
	Дискрет давтамжийн арга дБ	Давтамжийн шүүлийн арга дБ
Антенны коэффициент (Tx) <sup>a</sup>	± 1	± 1
Антенны коэффициент (Rx) <sup>a</sup>	± 1	± 1
Вольтметр	0	± 1.6 <sup>b</sup>
Унтраагч	± 1	0
Талбайн төгс бус байдал	± 1	± 1
Нийт	± 4	± 4.6
<sup>a</sup> 800 МГц-ээс дээш давтамжид, $F_a \pm 1.5$ дБ-д дөхөж болно. <sup>b</sup> Ажиллагааны зааварчилгаанаас.		

Зарим автомат спектр анализаторын ашиглалтын зааварчилгаанаас, жишээ нь, хэрэв боломжит алдаа бүрийг аль болох арилгах эсвэл засахийн тулд бүх зүйлийг хийсэн бол үлдэж байгаа агуургын алдаа нь:

- 1)  $\pm 0.2$  дБ тохируулагчийн тодорхойгүй байдал
- 2)  $\pm 1.0$  дБ давтамжийн хариуны тэгш байдал
- 3)  $\pm 1.0$  дБ оролтын унтраагчийн унтраалга
- 4)  $\pm 0.4$  дБ RF болон IF өсгөлтийн тодорхойгүй байдал.

Энэ нь  $\pm 0.05$  дБ/К температурын зөрүүг оруулаагүй  $\pm 2.6$  дБ нийт боломжит алдааг өгдөг.

Практикт орлуулах төрлийн хэмжилт хийх үед давтамжийн хариуны тэгш байдал болон оролтын унтраагчийн холболттой холбоотой алдаа нь ихэвчлэн 1 дБ-с бага байдаг тул хоёр терминалын вольтметрийн спектрийн анализаторын нийт алдааны зурвас нь  $\pm 1.6$  дБ эсвэл бага байдаг ба үүнийг хүснэгт F.1-д ашигласан.

Олон унтраагч маш муу абсолют нарийвчлалтай байдаг ч зарим нь илүү сайн байдаг.

Тиймээс нийт алдааны тооцооллыг дискрет хэмжилтээр нэмэгдүүлж эсвэл багасгаж болно.

Гадны унтраагч шүүсэн давтамжийн хэмжилтэд автомат спектр анализатортай ашиглаж байвал энэ алдааны тооцоолол мөн нэмэгддэг.

Эдгээр алдааны тооцоолол нь туршилтын төхөөрөмжийн өсөглт, гаралтын түвшин эсвэл агуургын хариу үйлдлийн хугацаа, температурын өөрчлөлтөөс үүдэлтэй алдааг агуулаагүй.

Ийм алдаа гарч болзошгүй тул хэмжилтийг аль болох хурдан хийх замаар тэдгээрээс зайлсхийх арга хэмжээ авна.

Практикт өмнөх хэлэлцүүлэгт дурдсан алдаа бүгд нэг чиглэлд байх нь ховор байдаг.

Сайн баригдсан, байршил сайтай талбайн хувьд  $\pm 4$  дБ шалгуурыг хангах нь идеал нөхцлөөс бодит байдлаас  $\pm 1$  дБ-ээс илүү талбайн өөрчлөлтийг зөвшөөрөх боломжтой.

**Хавсралт G**  
(мэдээллийн)

**Тохируулсан антены хостой RSM ашиглан COMTS-ийн талбайн баталгаажуулалтын тодорхой бус байдлын тооцооллын жишээ (6.6-г үзнэ үү)**

**G.1 Дундаж техникийг ашиглан антены хос загвар талбайн унтралтын тохируулга хийхэд анхаарах тоо хэмжээ**

$A_{APR}$  хэмжигдэхүүнийг Тэгшитгэл (G.1)-г ашиглан тооцсон бөгөөд тодорхойгүй байдлын тооцооллын жишээг Хүснэгт G.1-д үзүүлэв.

$$A_{APR} = V_{DIRECT} - V_{SITE} + \delta V_{M1} + \delta V_{M2} + \delta V_{M3} + \delta V_{SDAPR} + \delta V_{NL} + \delta V_{NF} + \delta V_{SRTX} + \delta V_{SRRX} + \delta V_{AM} \tag{G.1}$$

**G.1 -р хүснэгт – Том-OATS –н дундажлах техникийг ашиглаж байгаа антены хосын загвар талбайн унтралтын тохируулга**

Оролтын тоо $X_i$	Тодорхойгүй байдал $x_i$		$u(x_i)$	$c_i$	$c_i \mu(x_i)$
	дБ	Магадлал тархалтын функц	дБ		дБ
Хүлээн авагчийн уншилт $V_{DIRECT}$	$\pm 0.5$	Тэгш өнцөг	0.29	1	0.29
Хүлээн авагчийн уншилт $V_{SITE}$	$\pm 0.5$	Тэгш өнцөг	0.29	1	0.29
Зөрүү:					
Хүлээн авагч антен - $\delta V_{M1}$	$\pm 0.1$	U-хэлбэртэй	0.07	1	0.07
Үүсгүүр-антен - $\delta V_{M2}$	$\pm 0.2$	U-хэлбэртэй	0.14	1	0.14
Хүлээн авагч антен - $\delta V_{M2}$	$\pm 0.2$	U-хэлбэртэй	0.14	1	0.14
Дундаж стандарт хазайлт $A_{APR}$ $\delta V_{SDAPR}$	$\pm 0.6$	Нормал ( $k = 1$ )	0.6	1	0.6
Хүлээн авагчийн засвар:					
Шугаман бус байдал $\delta V_{NL}$	$\pm 0.1$	Нормал ( $k = 2$ )	0.05	1	0.05
Шуугианы ойролцоо утга $\delta V_{NF}$	$\pm 0.0$	Нормал ( $k = 2$ )	0	1	0
Антены кабелийн хоёдогч цацаргалт:					
Нэвтрүүлэх антен $\delta V_{SRTX}$	$\pm 0.3$	Тэгш өнцөг	0.17	1	0.17
Хүлээн авах антен $\delta V_{SRRX}$	$\pm 0.3$	Тэгш өнцөг	0.17	1	0.17
Антены шураг $\delta V_{AM}$	$\pm 0.15$	Тэгш өнцөг	0.09	1	0.09

Нэмэгдсэн тодорхойгүй байдал:  $U=2$   $u_c(A_{APR})=1.37$  дБ.

**G.2 REFTS ашиглаж байгаа антены хосын загвар талбайн унтралтын тохируулга хийхэд анхаарах тоо хэмжээ**

$A_{APR}$  хэмжигдэхүүнийг Тэгшитгэл (G.2) ашиглан тооцсон бөгөөд тодорхой бус байдлын тооцооллын жишээг Хүснэгт G.2-т үзүүлэв.

$$A_{APR} = V_{DIRECT} - V_{SITE} + \delta V_{M1} + \delta V_{M2} + \delta V_{M3} + \delta V_{REFTS} + \delta V_{NL} + \delta V_{NF} + \delta V_{SRTX} + \delta V_{SRRX} + \delta V_{AM} \tag{G.2}$$

### Хүснэгт G.2 – REFTS ашигласан антены хосын загвар талбайн унтралтын тохируулга

Оролтын тоо $X_i$	Тодорхойгүй байдал $x_i$		$u(x_i)$	$c_i$	$c_i \mu(x_i)$
	дБ	Магадлал тархалтын функц	дБ		дБ
Хүлээн авагчийн уншилт $V_{\text{DIRECT}}$	$\pm 0.5$	Тэгш өнцөгт	0.29	1	0.29
Хүлээн авагчийн уншилт $V_{\text{SITE}}$	$\pm 0.5$	Тэгш өнцөгт	0.29	1	0.29
Зөрүү:					
үүсгүүр-хүлээн авагч $\delta V_{M1}$	$\pm 0.1$	U-хэлбэртэй	0.07	1	0.07
үүсгүүр-антен $\delta V_{M2}$	$\pm 0.2$	U-хэлбэртэй	0.14	1	0.14
антен-хүлээн авагч $\delta V_{M2}$	$\pm 0.2$	U-хэлбэртэй	0.14	1	0.14
REFTS нөлөө $\delta V_{\text{REFTS}}$	$\pm 1.0$	Тэгш өнцөгт	0.58	1	0.58
Хүлээн авагчийн засвар:					
Шугаман бус байдал $\delta V_{\text{NL}}$	$\pm 0.1$	Нормал( $k = 2$ )	0.05	1	0.05
Шуугианы ойролцоо утга $\delta V_{\text{NF}}$	$\pm 0.0$	Нормал( $k = 2$ )	0	1	0
Антенны кабелийн хоёдогч цацаргалт:					
Нэвтрүүлэх антен $\delta V_{\text{SRTX}}$	$\pm 0.3$	Тэгш өнцөгт	0.17	1	0.17
Хүлээн авах антен $\delta V_{\text{SRRX}}$	$\pm 0.3$	Тэгш өнцөгт	0.17	1	0.17
Антенны шураг $\delta V_{\text{AM}}$	$\pm 0.15$	Тэгш өнцөгт	0.09	1	0.09

### G.3 Антенны хосын загвар талбайн унтралтыг ашиглаж байгаа COMTS баталгаажуулахад анхаарах тоо хэмжээ

$\Delta A_S$  хэмжигдэхүүнийг Тэгшитгэл (G.3)-ийг ашиглан тооцдог ба тодорхойгүй байдлын тооцооллын жишээг Хүснэгт G.3-т үзүүлэв.

$$\Delta A_S = V_{\text{DIRECT}} - V_{\text{SITE}} + A_{\text{APR}} + \delta V_{M1} + \delta V_{M2} + \delta V_{M3} + \delta V_{\text{NL}} + \delta V_{\text{NF}} + \delta V_{\text{SRTX}} + V_{\text{SRRX}} \quad (\text{G.2})$$

### G.3-р хүснэгт – Антенны хосын загвар талбайн унтралтыг ашиглаж байгаа COMTS баталгаажуулалт

Оролтын тоо $X_i$	Тодорхойгүй байдал $x_i$		$u(x_i)$	$c_i$	$c_i \mu(x_i)$
	дБ	Магадлал тархалтын функц	дБ		дБ
Хүлээн авагчийн уншилт $V_{\text{DIRECT}}$	$\pm 0.5$	Тэгш өнцөгт	0.29	1	0.29
Хүлээн авагчийн уншилт $V_{\text{SITE}}$	$\pm 0.5$	Тэгш өнцөгт	0.29	1	0.29
Антенны хосын загвар SA $A_{\text{APR}}$	$\pm 1.4$	Нормал( $k = 2$ )	0.7	1	0.7
Зөрүү:					
үүсгүүр-хүлээн авагч $\delta V_{M1}$	$\pm 0.1$	U-хэлбэртэй	0.07	1	0.07
үүсгүүр-антен $\delta V_{M2}$	$\pm 0.2$	U-хэлбэртэй	0.14	1	0.14
антен-хүлээн авагч $\delta V_{M2}$	$\pm 0.2$	U-хэлбэртэй	0.14	1	0.14
Хүлээн авагчийн засвар:					
Шугаман бус байдал $\delta V_{\text{NL}}$	$\pm 0.1$	Нормал( $k = 2$ )	0.05	1	0.05
Шуугианы ойролцоо утга $\delta V_{\text{NF}}$	$\pm 0.0$	Нормал( $k = 2$ )	0	1	0
Антенны кабелийн хоёдогч цацаргалт:					
Нэвтрүүлэх антен $\delta V_{\text{SRTX}}$	$\pm 0.3$	Тэгш өнцөгт	0.17	1	0.17
Хүлээн авах антен $\delta V_{\text{SRRX}}$	$\pm 0.3$	Тэгш өнцөгт	0.17	1	0.17

Нэмэгдсэн тодорхойгүй байдал:  $U = 2 u_c(\Delta A_S) = 1.54$  дБ.

## Хавсралт Н (мэдээлэл)

### Туйл хоорондын хариу хэмжилтийн тодорхой бус байдлын тодорхойлолт

#### Н.1 Ерөнхий зүйл

Энэхүү стандартын 4.5.5-д LPDA төрлийн загвар бүхий антенд зориулсан хөндлөн туйлын хариу (XPR) хэмжих аргыг тодорхойлсон.

Энэхүү хавсралт нь хэмжилтэд хамаарах тодорхойгүй байдлын үүсгүүрийг тодорхойлж, хэлэлцэн, тодорхой бус байдлын тооцооллын жишээг өгдөг.

Энэ хавсралтын тодорхойгүй байдлын тооцоог 100 МГц-ээс дээш давтамжийн хувьд босоо тэнхлэгийн дагуу (жишээ нь VP-д) чиглүүлсэн элементтэй, FAR-д байрлуулсан LPDA (эсвэл гибрид) антен дээр үндэслэсэн.

Энэ хэмжилтэд FAR-ийг хамгийн тохиромжтой гэж үздэг; Гэсэн хэдий ч тодорхойгүй байдлын шинжилгээг OATS эсвэл SAC зэрэг бусад байгууламжид тохируулж болно.

Тодорхой бус байдлын тооцоолол нь диполь антен (1 ГГц-ээс бага) эсвэл шугаман туйлширсан эвэр хэлбэртэй антенг (1 ГГц-ээс дээш) хүлээн авах антен (Rx антен, 'R' гэж тэмдэглэсэн) байдлаар ашиглах үед хамаарна.

Хамгийн сайн үр дүнд хүрэхийн тулд давтамжийг диполийн тохируулсан давтамжийн 30%-иас 150% хүртэл шүүх хэрэгтэй.

Шинжилгээнд шугаман харьцааны нэр томъёог ашигладаг учир нь нам хөндлөн туйлын дохионы хувьд эцсийн тодорхойгүй байдал нь үргэлж тэгш бус байна.

AUT ('T' гэж тэмдэглэсэн нэвтрүүлэх антен) нь анхдагч (босоо туйлширсан) талбай ( $E_x$ ), хоёрдогч хөндлөн туйлын (хэвтээ туйлширсан) талбайг ( $E_y$ ) үүсгэдэг.

Энд  $E_{ISO}$  нь Тэгшитгэл (Н.1) болон Тэгшитгэл (Н.2)-н дагуу изотроп радиаторын нэгдмэл өсгөлт бүхий төгс шугаман туйлширсан үүсгүүрээр үүсгэгдэх оронгийн хүчлэг юм.

$$E_x = \sqrt{G_T} \times \sqrt{\frac{\eta_0 P_T}{4\pi d^2}} = \sqrt{G_T} \times E_{ISO} \quad (H.1)$$

$$E_y = \sqrt{\frac{G_T}{A_{xprT}}} \times E_{ISO} \quad (H.2)$$

энд:

$G_T$  - нэвтрүүлэх антенны (AUT) өсгөлт;

$\eta_0$  - чөлөөт орон зайн эсэргүүцэл;

$P_T$  - нэвтрүүлэх чадал;

$d$  - антен хоорондын зай.

Тайлбар 1: 4.5.5 дахь XPR хэмжилт нь AUT-г VP дэх Rx антен гэж дураараа тодорхойлсон.



Идэвхгүй антены хувьд AUT-ийг Тх антен болгон ашиглах нь тодорхойгүй байдлын шинжилгээний зарчмыг өөрчлөхгүй.

Энэ хавсралт дахь нэг туйлт болон хөндлөн туйлт гэсэн нэр томъёо нь VP болон HP-ийг тус тусад нь хэлдэг.

AUT нь HP-д бас ашиглагдаж болох бөгөөд энэ нь хамтарсан туйл ба хөндлөн туйл нь HP болон VP-ийг хэлнэ гэсэн үг юм.

Энд VP нь х-тэнхлэгтэй өрөөтэй (жишээ нь FAR), HP нь у-тэнхлэгтэй өрөөтэй холбоотой.

Хамгийн тохиромжтой нөхцөлд  $E_x$  болон  $E_y$  нь зөвхөн AUT-ийн шинж чанараар тодорхойлогддог.

Гэсэн хэдий ч хүлээн авах антен болон туршилтын талбайн (жишээ нь FAR) төгс бус байдлаас үүдэлтэй тодорхойгүй байдлын үүсгүүр байдаг.

Антен бүрийн XPR ( $A_{xp}$ ) нь холбогдох оронгийн хүчлэгийн харьцаагаар тодорхойлогддог (Нэвтрүүлэгч антен AUT-н хувьд Тэгшитгэл (Н.3)-г үзнэ үү):

$$A_{xpT} = \frac{E_x}{E_y} \quad (\text{Н.3})$$

$$\Phi_{aCx} = A_{xpR} \times \Phi_{aCo} \quad (\text{Н.4})$$

Энд Тэгшитгэл (Н.4)-н  $\Phi_{aCo}$  болон  $\Phi_{aCx}$  нь идеаль бус хүлээн авах антены шугаман AF ( $F_{aCo} = 20 \lg \Phi_{aCo}$  болон  $F_{aCx} = 20 \lg \Phi_{aCx}$  нь дБ-р илэрхийлэгдсэн AF) юм (тохируулсан хүлээн авах AF-тэй холбоотой  $A_{xpR}$  мөн шугаман харьцаа юм).

Тайлбар 2: Зөвхөн нэг оронгийн хүчлэгийн бүрэлдэхүүн  $E_x$  байгаа гэж үзвэл хамтарсан туйлшралтай хүлээн авах антены гаралтын хүчдэл нь  $V_{Co} = E_x / \Phi_{aCo}$  болон  $V_{Cx} = E_x / \Phi_{aCx}$  гэсэн хоёр бүрэлдэхүүн хэсгээс бүрдэнэ.

Идеал AUT оронгийн хүчлэгийн бодит цахилгаан орны оронгийн хүчлэг нь хэрхэн холбогдож байгааг харуулахын тулд шуугиангүй өрөөний алдааны матрицыг тодорхойлсон.

Матрицын нэр томъёог алдаа гэж тодорхойлсон бөгөөд энэ нь зарчмын хувьд давтамж бүр дэх өрөөний байнгын долгион болон хөндлөн туйлын тархалттай холбоотой детерминистик утга юм.

Энэхүү шинжилгээнд тэдгээрийг өргөн зурвасын статистикийн тодорхойгүй байдалд хувь нэмэр оруулагч болгон боловсруулагч хийсэн учир нь эдгээр матрицын нэр томъёоны хэмжилт нь тодорхой бус байдалтай байдаг бөгөөд тэдгээр нь өрөөн дотор давтамжаас болон байрлалаас хамааралтай байдаг.

$$\begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 + \delta_{xx} & \delta_{xy} \\ \delta_{yx} & 1 + \delta_{yy} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1/A_{xpT} \end{bmatrix} \times \sqrt{G_T} \times E_{ISO} \quad (\text{Н.5})$$

Өрөөний алдааны нэр томъёо нь анхны AUT оронгийн хүчлэг ( $\delta_{xx}$  болон  $\delta_{yy}$ ) байдлаар ижил туйлшралд эсвэл бусад туйлшралд (жишээлбэл,  $\delta_{xy}$  болон  $\delta_{yx}$ ) тодорхойгүй байдлыг нэмдэг ойлгыг тодорхойлдог.

## MNS .....:2023

Энэхүү шинжилгээ нь талбайн бүрэлдэхүүн хэсгийг авч үздэг тул цэвэр шугаман-туйлширсан цахилгаан орны эх үүсвэр нь хөндлөн туйлын тэнхлэгийн дагуу жижиг бүрэлдэхүүн хэсгийг үүсгэнэ.

Өрөөний алдааны нэр томъёо нь:

- $\delta_{xx}$  -  $E_x$ -д нэмэгдэх бодит нэг туйлт оронгийн хүчлэгээс үүссэн VP хананы ойлтын хувьд;
- $\delta_{xy}$  -  $E_x$  -д нэмэгдэх бодит хөндлөн туйлт оронгийн хүчлэгээс үүссэн VP хананы ойлтын хувьд;
- $\delta_{yy}$  -  $E_x, E_y$ -д нэмэгдэх бодит хөндлөн туйлт оронгийн хүчлэгээс үүссэн VP хананы ойлтын хувьд;
- $\delta_{yx}$  -  $E_y$ -д нэмэгдэх бодит нэг туйлт оронгийн хүчлэгээс үүссэн HP хананы ойлтын хувьд;

Тэгшитгэл (Н.6) болон тэгшитгэл (Н.7) нь Rx антены байрлалд үүссэн жинхэнэ оронгийн хүчлэгийг тодорхойлдог.

Энэ оронгийн хүчлэгийг Rx антеныг эргүүлэх замаар хоёр туйлшрал дээр хэмждэг.

Тэгшитгэл (Н.5)-ийн цахилгаан орны оронгийн хүчлэгийн илэрхийллээс AUT оронгийн хүчлэгийг гаргаж авдаг:

$$E_x \approx \sqrt{G_T} \times E_{ISO}(1 + \delta_{xx}) \quad (\text{H.6})$$

$$E_y = \sqrt{G_T} \times E_{ISO}(\delta_{yx} + \frac{1+\delta_{yy}}{A_{xpT}}) \quad (\text{H.7})$$

Тэгшитгэлд (Н.6)-д хоёрдугаар эрэмбийн гишүүн  $\delta_{xy} \times \sqrt{G_T} \times E_{ISO}/A_{xpT}$  хасагдсан, учир нь энэ нь тооцохгүй байж болохоор бага хэмжээтэй.

$V_{Co}$  хүчдэл нь ижил туйлшралтай үед хүлээн авах антены гаралтын хүчдэл юм.

Үүний нэгэн адил  $V_{Cx}$  хүчдэл нь нэг туйлаас хөндлөн туйл руу (VP-ээс HP-руу) эргэх үед хүлээн авах антены гаралтын хүчдэл юм.

Тэгшитгэл (Н.6) болон Тэгшитгэл (Н.7) -оос Тэгшитгэл (Н.8)-н дагуу хэмжсэн XPR нь хөндлөн туйлын тодорхойлолтын хэмжээнээс хамаарна.

$$\begin{bmatrix} V_{Co} \\ V_{Cx} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/\Phi_{aco} & 1/\Phi_{acx} \\ 1/\Phi_{acx} & 1/\Phi_{aco} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} = \frac{1}{\Phi_{aco}} \begin{bmatrix} 1 & 1/A_{xpR} \\ 1/A_{xpR} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_x \\ E_y \end{bmatrix} \quad (\text{H.8})$$

Хүлээн авсан хүчдэлийг өрөөний алдааны нөхцлийг хамааралгүй гэж үзэн гаргаж авсан ба хэрэв хуваагчийн ердийн утга их байвал [өөрөөр хэлбэл  $A_{xpR} > 20$  (хэмжээсгүй)] хоёр дахь эрэмбийн нөхцлийг Тэгшитгэл (Н.9) болон (Н.10)-ээс хасна:

$$V_{Co} \approx \frac{E_x}{\Phi_{aco}} = \frac{\sqrt{G_T} \times E_{ISO}}{\Phi_{aco}} (1 + \delta_{xx}) \quad (\text{H.9})$$

$$V_{Cx} = \frac{\sqrt{G_T} \times E_{ISO}}{A_{xpT} \times \Phi_{aco}} \times (1 \pm \delta_{yy} [A_{xpT} \times \delta_{yx}] + \frac{A_{xpT}}{A_{xpR}}) \times (1 \pm \delta_{xx}) \quad (\text{H.10})$$

Өрөөний дельта нэр томъёо ( $\delta_{XX}$  гэх мэт) нь ойролцоогоор 0дБ дээр давтамжаас хамааралтай хэлбэлзэл байдлаар гардаг.

Өргөн хүрээнд тэдгээрийг энэ шинжилгээнд зориулж тэгш хэмтэй PDF-тэй санамсаргүй бүрэлдэхүүн гэж үзэж болно.

$A_{xPT}/A_{xPR}$  гэсэн нэр томъёо нь нэвтрүүлэгч болон хүлээн авах антены хоорондох туйлшралын нийцэлгүй байдлаас шалтгаалан хэмжсэн  $V_{Cx}$ -ийн өсөлттэй холбоотой байдаг.

Энэ нэр томъёо нь тэгш хэмт бус PDF-тэй боловч хязгаарын туршилтын зорилгоор PDF-ийн холбогдох тал нь хязгаарлагдмал бөгөөд  $V_{Cx}$ -д хамгийн муу тохиолдлын өсөлтийг ашигладаг бөгөөд үүнийг тэмдгээр илэрхийлдэг.

Энэ нь хэмжсэн харьцаа  $A_{xPT}$ -г бууруулж, хялбар болгох үүднээс үүнийг тодорхойгүй байдлын тооцоонд системчилсэн нэр томъёо болгон төлөөлүүлдэг.

Дараа нь Тэгшитгэл (Н.11) болон Тэгшитгэл (Н.12) дахь Тэгшитгэл (Н.9) болон Тэгшитгэл (Н.10)-н хүчдэлийг ашиглан тодорхой бус байдлыг багтаасан XPR-ийг тооцоолно:

$$A_{xPT\ means} = \frac{V_{Co}}{V_{Cx}} \quad (\text{Н.11})$$

$$a_{xPT\ means} = 20 \lg \left( \frac{V_{Co}}{V_{Cx}} \right), \text{ дБ} \quad (\text{Н.12})$$

Н.3-ийн Н5) дахь үндэслэл нь Тэгшитгэл (Н.9) болон Тэгшитгэл (Н.10) дахь нөхцөл болон өрөөний алдааны матрицын талаархи тайлбарыг агуулна.

## Н.2 Тодорхой бус байдлын тооцооллын жишээ

Хүснэгт Н.1-д үзүүлсэн жишээ нь хоёр талт хорн (DRH) антентай төстэй XPR-тай байх диполь антентай 22dB (шугаман харьцаа 12.6) бодит XPR-ийг хэмжихэд хамаарна.

XPR-ийн хэмжилт нь өрөөний гүйцэтгэлээс хамаардаг тул өөр өөр байрлалд, ялангуяа гүйцэтгэл муутай өрөөний хэд хэдэн хэмжилтийг дундажлах нь маш чухал юм.

Энэ жишээнд гурван хэмжилтийг авч үзсэн бөгөөд иймээс А хэлбэрийн бүрэлдэхүүний хувьд дундаж утгын тодорхойгүй байдлыг стандарт хазайлтыг  $\sqrt{3}$ -аар хуваан гаргаж авдаг.

Өрөөний ойлтын нөхцөл нь Тэгшитгэл (Н.9) болон Тэгшитгэл (Н.10) дахь алдааны нөхцөлтэй холбоотой.

Өрөөний болон хүлээн авах антены тодорхойгүй байдлын тооцоолсон утгыг Хүснэгт Н.1-д өгсөн ба хөндлөн туйлын нэр томъёонд 0.5 нэмэлт коэффициентийг өгсөн (0.5-ийг цаашид нэмэлт судалгаагаар бууруулах боломжтой).

Өрөөний алдаанаас үүсэх тодорхойгүй байдлыг өрөөний үнэлгээний хэмжилтээр тооцоолж болно.

**Хүснэгт Н.1 – FAR болон таамагласан  $a_{xpT} = 22$  дБ,  $a_{xpR} = 34$  дБ дахь XPR хэмжилтийн тодорхойгүй байдлын тооцооллын жишээ**

Оролтын тоо <sup>a</sup> $X_i$	Тодорхойгүй байдал $X_i$			$u(x_i)$	Мэдрэмтг ий байдал $c_i$	$c_i u(x_i)$
	дБ	Шугаман	PDF	Шугаман	Гурван хэмжилтийн дундаж	$A_{xpT}$ хувьд
VNA уншилт, нэг туйлт <sup>H1)</sup>	0,08	0,009 3	нормал, $k = 1$	0,009 3	0,577	0,005 3
VNA уншилт, шугаман бус хөндлөн туйлын VNA <sup>H1)</sup>	0,08	0,009 3	нормал, $k = 1$	0,009 3	0,577	0,005 3
Антенуу буруу тохируулга ( $2^\circ$ ) <sup>H2)</sup>		0,035 0	тэгш өнцөг	0,020 2	0,577	0,011 7
Зайны тодорхой бус байдал (1 см) <sup>H3)</sup>		0,005 0	тэгш өнцөг	0,002 9	0,577	0,001 7
Орчны улмаас AUT деполяризац <sup>H4)</sup>	0,1	0,011 6	тэгш өнцөг	0,006 7	1	0,006 7
Орчны улмаас Rx ant. деполяризац <sup>H4)</sup>	0,1	0,011 6	тэгш өнцөг	0,006 7	1	0,006 7
Өрөөний ойлт, $\delta_{xx} = 0,056$ <sup>H5)</sup>		0,056 0	гурвалжин	0,022 9	0,577	0,013 2
$A_{xpT}/A_{xpR}$ <sup>H5)</sup>		0,251 5	тэгш өнцөг	0,145 2	1	0,145 2
$\delta_{yy}$		0,056 0	гурвалжин	0,022 9	0,577	0,013 2
$(A_{xpT}/A_{xpR}) \times \delta_{xx}$		0,014 1	гурвалжин	0,005 7	0,577	0,003 3
$A_{xpT} \times \delta_{vx}$ (0,5 коэффициенттэй)		0,352 8	гурвалжин	0,144 0	0,577	0,083 2
Нэгдсэн стандарт тодорхойгүй байдал $u_c$					$k = 1$	0,169 2
Нэмэгдсэн тодорхойгүй байдал $ku_c$ <sup>H6)</sup>					$k = 1,64$	0,277 6
Нэмэгдсэн тодорхойгүй байдал in дБ				$20\lg(1/[1+ku_c])$	$k = 1,64$	-2,13

<sup>a</sup> Зүүлт тайлбарын ишлэл, жишээ нь. Н1), Н.3-т жагсаасан үндэслэлийн дэлгэрэнгүй мэдээллийг үзнэ үү.

**Н.3 Хүснэгт Н.1 болон Хүснэгт Н.3-ын оролтын тоог тооцоолох үндэслэл**

H1) А төрлийн давтагдах чадварын туршилт дээр үндэслэн VNA-ийн уншилтын тодорхойгүй байдлыг 0.08 дБ гэж тооцсон.

Энэ утга нь VNA-ийн шугаман бусын тодорхойгүй байдлыг агуулдаг бөгөөд энэ нь хоёр уншилтын зөрүүнд нөлөөлдөг.

H2) Хэрэв  $\theta$  нь буруу тохируулсан өнцөг бөгөөд  $\theta$ -г градусаар хэмждэг бол  $\theta$  нь  $\delta E \propto \sin \theta \approx \theta \times (\pi/180)$  байна.

H3)  $\delta E \propto \delta d/d$  AUT-ийг эргүүлэх үед  $d = 200$  см цараанд  $\delta d = 1$  см тодорхойгүй байдлын хувьд үнэлэгдсэн.

H4) Өрөөний хананы ойролцоо байдал нь AUT болон Rx антенуу туйлшралын цэвэр байдалд нөлөөлж болно.

“Деполяризац” гэдэг нь жишээлбэл ойлтын нөлөө эсвэл үүнтэй төстэй байдлаар туйлшралын (хэсэгчилсэн) өөрчлөлт.

H5) Өрөөний алдааны матриц дахь дельта нөхцөл нь хамгийн муу нөхцөлд тэнцүү байж болох бөгөөд энэ нь үүсгүүр нь шугаман туйлшралтай байсан ч цахилгаан орны оронгийн хүчлэгийн тодорхойгүй байдлын тархалт хоёр туйлшралд тэнцүү байдаг гэсэн үг юм.

Энэ нь сайн шингээгчтэй өндөр хүчин чадалтай өрөөний хувьд үнэн байх магадлал багатай тул  $\delta_{yx}$  болон  $\delta_{xy}$  нөхцлийг бууруулж болно (хагас утгыг тооцсон).

Тодорхой бус байдлын тооцоололд өрөөний ойлт тэг орчим (Тэгшитгэл (Н.9)-ийн дараах текст болон Н.1 дэх Тэгшитгэл (Н.10)-ийг үзнэ үү) байх магадлалтай гэсэн анхны тооцоонд үндэслэн өрөөний тодорхойгүй байдлын PDF коэффициентийг (гурвалжин) гэж үзнэ.

Тэгшитгэл (Н.9) болон Тэгшитгэл (Н.10) дахь алдааны нөхцөл нь бодит цахилгаан орны оронгийн хүчлэг нь хэмжсэн XPR-тай хэрхэн холбогдож байгааг харуулдаг.

Хүснэгт Н.1 болон Хүснэгт Н.3-т голлох нөхцөл ямар холбоотой болохыг ойлгох нь чухал.

$A_{xpT}/A_{xpR}$  гэсэн нэр томъёо нь хэмжигдэж байгаа XPR түвшний харьцаа шиг хүлээн авах антены XPR зэрэг хэмжилтийн үндсэн хязгаартай холбоотой бөгөөд энэ нь системчилсэн тодорхойгүй байдал тул хэд хэдэн хэмжигдэхүүнийг дундажлах замаар сайжирдаггүй.

$A_{xpT} \times \delta_{yx}$  гэсэн нэр томъёо нь өрөөний хөндлөн туйлын алдаатай холбоотой бөгөөд энэ нь хамтарсан туйлтай талбайг хөндлөн туйлтай мэт харагдуулдаг.

Сайн өрөөнд энэ нь нэг туйлын алдааны тал гэж үздэг бөгөөд энэ нь чиглэлийн антены хувьд энэ нь бүр ч бага байх магадлалтай.

Одоогийн байдлаар энэ тодорхойгүй байдлын тооцооны бүх өрөөний гүйцэтгэлийн өгөгдөл нь таамаглал дээр үндэслэгдсэн.

Туршилтын тусгай арга эсвэл талбайн баталгаажуулалтын аргыг хараахан боловсруулаагүй байна.

Шууд алдаа  $\delta_{xx}$  болон  $\delta_{yy}$ -ийг NSA эсвэл  $S_{VSWR}$  хэмжилтийн үр дүнгээс гаргаж авч болно.

Дараа нь хөндлөн туйлийн  $\delta_{yx}$  ба  $\delta_{xy}$  нэр томъёог тооцоолж болно.

Дараа нь нэмэлт туршлага олж авсан бол энэ хавсралтыг шинэчилж болно.

А төрлийн нэр томъёог багасгаж, өрөөний ойлтыг илүү нарийвчилсан байрлалд системчилсэн байдалтай гэж үзэхээс илүүтэй өгөгдлийн цэг бүрт хэрэглэгдэх санамсаргүй бүрэлдэхүүн хэсэг болгон авч үзэх боломжийг олгодог FAR-н өөр өөр байрлалд дор хаяж гурван дандаж үзүүлэлтийг ашиглахын ач холбогдлыг анхаараарай.

OATS дээр нэг хэмжилтийг хийдэг.

Ерөнхийдөө OATS нь сайн шингээгч материалтай FAR-аас илүү, харин том FAR нь жижиг FAR-аас илүү сайн гэж үздэг.

- Н6) 4.5.5-д заасан шаардлага нь  $A_{xp} > 20$  дБ тул хэрэв  $A_{xpT_{meas}} / (1 + 1.64u_c) > 10$  (эсвэл 20дБ) нөхцөлтэй байвал 95% итгэлийн түвшинд биелнэ гэдгийг харуулах боломжтой.

Бүрхэлтийн коэффициент  $k=1.64$  ( $k=2$ -с илүүтэйгээр) нь нэг-талт магадлалын тархалтад (яг хоёр талт утга нь  $k=1.96$  үед ихэнхдээ  $k=2$  гэж ойролцоогоор авдаг) ашиглагдана.

Тайлбар: Тэгшитгэл (Н.11) дэх хэмжсэн харьцаа нь үр дүн нь хуваагч дахь тодорхойгүй байдалд илүү мэдрэмтгий болохыг харуулж байгаа бөгөөд энэ нь илүү бага хүчдэлтэй байна гэсэн үг.

Хэмжилтийн тодорхойгүй байдлаас болж  $V_{C_x}$  буурвал эцсийн харьцаа нь маш том боловч энэ нь чухал биш юм.

Хамгийн бага  $A_{xprT}$  шаардлагын дагуу хязгаарлах туршилтын хувьд,  $V_{C_x}$ -ийн хамгийн том эерэг тодорхойгүй байдлыг авч эцсийн харьцааг бууруулна.

Тиймээс, боломжит ойролцоо утгын хувьд хамгийн муу тохиолдлын тодорхойгүй байдал нь  $(1/[1+k u_c])$  масштабтай байх ба энэ утга нь өөр өөр  $A_{xprTmeas}$  хэмжигдэхүүнээр өөрчлөгдөнө. Хүснэгт Н.1-д  $A_{xprTmeas}$  хэмжигдэхүүнийг 12.6 гэж тооцсон ба  $A_{xprT95\%} = 12.6 / (1 + 0.277 \cdot 6) = 9.86$  нь (22дБ–2.13дБ)-тэй тэнцүү байна.

Шинжилгээ нь нөлөөллийн хамгийн том хүчин зүйл нь  $A_{xprT}/A_{xprR}$ -ийн хамаарал бөгөөд XPR-ийг үнэн зөв хэмжихэд сайн өрөө илүү чухал болохыг харуулж байна.

Тогтмол хүлээн авалтын антены шинж чанарын хувьд тодорхойгүй байдал нь AUT XPR утгаар хэрхэн өөрчлөгдөх жишээг Хүснэгт Н.2-т үзүүлэв.

Ажилласан жишээн дээрх утгыг ашиглан 22дБ хэмжсэн XPR нь бодит утга нь 19.87-оос их байх 95% магадлалтай гэдгийг харуулж байгаа тайлбар юм.

Илүү сайн хүлээн авах антен ( $a_{xprR} = 40$  дБ) болон сайжруулсан өрөөний хувьд ( $\delta_{xx} = \delta_{yy} = 0.028$  болон  $\delta_{yx} = 0.014$ ) үр дүнтэй хязгаарын утга сайжирдаг.

Сайжруулсан тодорхойгүй байдал нь  $20 \lg(1/[1+1.64 u_c]) = -1.16$ дБ байх ба 22дБ хэмжигдсэн XPR нь 20.84 дБ-ээс их жинхэнэ утгын магадлалын 95%-ийг харуулж байна.

**Хүснэгт Н.2 –  $A_{xprT}$ -ийн бусад утгаас хамаарах тодорхойгүй байдал (Хүснэгт Н.1-ийн бусад таамаглал)**

$a_{xprT}$ /дБ	$A_{xprT}$	$20 \lg(1/[1+1.64 u_c])$ /дБ
10	3.2	-0.68
13	4.5	-0.88
16	6.3	-1.16
18	7.9	-1.42
20	10.0	-1.74
22	12.6	-2.13
24	15.8	-2.59

#### Н.4 OATS дээр 100 МГц-ээс доош XPR-ийн хэмжилт

Цуурай дарагчтай өрөө 100 МГц-ээс бага давтамж дээр ажиллахгүй тохиолдолд XPR-ийг газрын хавтгайгаас дээш их өндөрт байгаа антентай OATS дээр хэмжиж болно.

Энэ тохиолдолд  $\delta_{yx}$  болон  $\delta_{xy}$  алдааны нөхцлийг тооцоогүй гэж үздэг.

Хүснэгт Н.3-т жишээ болгон 6 м өндөр, 3 м зайд хэмжилт хийхдээ үүнийг харуулсан.

#### Хүснэгт Н.3 – OATS болон таамагласан $a_{xPT} = 22$ дБ, $a_{xPR} = 34$ дБ дээрх XPR хэмжилтийн тодорхойгүй байдлын тооцооллын жишээ

Оролтын тоо $X_i$	Тодорхойгүй байдал $X_i$			$u(x_i)$	Мэдрэмтгий байдал $c_i$	$c_i u(x_i)$
	дБ	$\delta$ шугаман	PDF	шугаман	1 хэмжилт	$A_{xPT} - H$ хувьд
VNA уншилт, нэг туйлт <sup>H1)</sup>	0.08	0.009 3	Нормал, $k = 1$	0.009 3	1	0.009 3
VNA уншилт, шугаман бус хөндлөн туйлшрал <sup>H1)</sup>	0.08	0.009 3	Нормал, $k = 1$	0.009 3	1	0.009 3
Антенуу бурхуу тохируулга ( $2^\circ$ ) <sup>H2)</sup>		0.035 0	Тэгш өнцөгт	0.020 2	1	0.020 2
Зайны тодорхойгүй байдал (3м-ээс 2 см хүрээ) <sup>H3)</sup>		0.007 0	Тэгш өнцөгт	0.004 0	1	0.004 0
Орчны нөлөөгөөр үүсэх AUT деполяризацн <sup>H4)</sup>	0.1	0.011 6	Тэгш өнцөгт	0.006 7	1	0.006 7
Орчны нөлөөгөөр үүсэх Rx ant. деполяризацн <sup>H4)</sup>	0.1	0.011 6	Тэгш өнцөгт	0.006 7	1	0.006 7
Антенуу тулгуурын ойлт, $\delta_{xx} = 0,034$ <sup>H5)</sup>		0.034 0	Гурвалжин	0.013 9	1	0.013 9
$A_{xPT}/A_{xPR}$ <sup>H5)</sup>		0.251 5	Тэгш өнцөгт	0.145 2	1	0.145 2
$A_{yy}$		0.034 0	Гурвалжин	0.013 9	1	0.013 9
$(A_{xPT}/A_{xPR}) \times \delta_{xx}$		0.008 6	Гурвалжин	0.003 5	1	0.003 5
Хосолсон стандарт тодорхойгүй байдал $u_c$					$k = 1$	0.148 9
Өргөтгөсөн тодорхойгүй байдал $ku_c$ <sup>H6)</sup>					$k = 1.64$	0.244 2
Өргөтгөсөн тодорхойгүй байдал дБ			$20\lg(1/[1+ku_c])$		$k = 1.64$	-1.90

<sup>a</sup> Зүүлт тайлбарын ишлэл, жишээ нь. <sup>H1)</sup>, Н.3-т жагсаасан үндэслэлийн дэлгэрэнгүй мэдээллийг үзнэ үү.

## Ном зүй

- [1] IEC 61169-8, *Radio-frequency connectors – Part 8: Sectional specification – RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,256 in) with bayonet lock – Characteristic impedance  $50\Omega$  (type BNC)* (previously published as IEC 60169-8)
- [2] BEECKMAN, P. A., The influence of positioning tables on the results of radiated EMC measurements, *IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Montreal, Quebec, Canada, 2001, p.280-285
- [3] BURKE, G. J. and POGGIO, A.J., *Numerical Electromagnetic Code – Method of Moments*, Lawrence Livermore Laboratory, California, January, 1981
- [4] GARBE, H., *New EMC Test Facilities for Radiation Measurements, Review of Radio Science 1999-2002*, John Wiley & Sons, New York, 2002
- [5] MOSSHAMMER, P., *Untersuchung der Einflüsse des Messzubehörs und der Umgebung auf die Messunsicherheit bei der Messung der Störfeldstärke auf Freifeldmessplätzen (Investigation of the influences of the measuring accessories and the environment on the measurement uncertainty with the measurement of the perturbative field strength on free field measuring positions)*, Diplomarbeit an Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (available only in German)
- [6] ETR 273-1-1:1998, *Electromagnetic compatibility and radio spectrum matters (ERM); Improvement of radiated methods of measurement (using test sites) and evaluation of the corresponding measurement uncertainties – Part 1: Uncertainties in the measurement of mobile radio equipment characteristics – Section 1: Introduction; Subclause 8.3.4.3: Antenna mast, turntable and mounting fixture*, ETSI Technical Report, European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, France
- [7] MIL-STD-461A, *Electromagnetic Interference (EMI) Characteristics Requirements for Equipment*
- [8] ZOMBOLAS, C., The effects of table material on radiated field strength measurement reproducibility at open area test sites, *IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Montreal, Quebec, Canada, 2001, p. 260-264
- [9] BERGERVOET J.R. and VAN VEEN, H., A Large-Loop Antenna for Magnetic Field Measurements, *Proceedings of the 8th International Zürich Symposium on Electromagnetic Compatibility*, March 1989, ETH Zentrum – IKT, 8092 Zürich, Switzerland, p.29-34
- [10] SCHELKUNOFF, S.A. and FRIIS, H.T., *Antennas: Theory and Practice*, New York: John Wiley and Sons, Inc., 1952, p. 302-331
- [11] CLC/TR 50481, *Recommendations on filters for shielded enclosures*, CENELEC, April 2009
- [12] CLC/TR 50484, *Recommendations for shielded enclosures*, CENELEC, April 2009
- [13] prEN 50147-3:1998, *Electromagnetic Compatibility Basic Emission Standard, Part 3: Emission Measurements in Fully Anechoic Rooms*, TC210-WG4-9905, CENELEC, Brussels, January 1999
- [14] GARN, H., Müllner, W., Buchmayr, M., Site-Reference Method for EMC Test Site Validation, *Frequenz* 53, July-August 1999, p.151



- [15] GISIN, F., Using ANSI C63.5 standard site method antenna factors for verifying ANSI C63.4 site attenuation requirements, *Proceedings of the IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility*, Dallas, 9-13 August 1993, p. 313-314
- [16] GARN, H. F., BUCHMAYR, M., MÜLLNER, W. and RASINGER, J., Primary standards for antenna factor calibration in the frequency range 30 – 1 000 MHz, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, April 1997, vol. 46, no.2, p. 544- 548
- [17] ALEXANDER, M.J., SALTER, M.J., LOADER, B.G., KNIGHT, D.A., *Broadband calculable dipole reference antennas*, *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, February 2002, vol. 44, no.1, p. 45-58
- [18] FOEGELLE, M.D., Site validation theory 101: Techniques and methods, *Compliance Engineering*, July/August 2000, p. 42-53  
[www.ce-mag.com/archive/2000/julyaugust/Foegelle.html](http://www.ce-mag.com/archive/2000/julyaugust/Foegelle.html)
- [19] ANSI C63.5-2017, American National Standard for Electromagnetic Compatibility– Radiated Emission Measurements in Electromagnetic Interference (EMI) Control– Calibration of Antennas (9 kHz to 40 GHz)
- [20] MENG, D., A, Fast Way to Accurately Calibrate Tunable Dipole Antennas at VHF, *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility*, February 2018, vol. 60, no.1, p. 86-95
- [21] Void
- [22] IEC 61000-4-20, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides*
- [23] CISPR TR 16-3:2020, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*
- [24] CISPR 11, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

---o0o---