

МОНГОЛ УЛСЫН СТАНДАРТ

Үүрэн холбооны 5G бааз станцын давтамж, орон зайн тусгаарлалт, илүүдэл цацаргалтын хэмжээ, хэмжих арга

Frequency and spatial separation, unwanted emission limits and measurement methods for 5G
(IMT-2020) mobile base stations

MNS 6605:2026

СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗАР

Улаанбаатар хот

2026 он

Өмнөх үг

Энэ стандарт нь MNS 6605:2016 “Үүрэн холбооны бааз станцуудын давтамж, орон зайн тусгаарлалт, илүүдэл цацаргалтын хэмжээ, хэмжих арга” стандартыг шинэчлэн MNS 6605:2026 “5G NR сүлжээний давтамж, орон зайн тусгаарлалт, илүүдэл цацаргалтын хэмжээ, хэмжих арга” сэдвээр шинээр боловсруулсан болно. Өмнөх хэвлэлтэй харьцуулахад дараах үндсэн өөрчлөлт орсон:

- Хамрах хүрээг IMT-2020 (5G NR) системийн бааз станцад (FR1 ба FR2 давтамжийн муж, BS төрөл 1-C, 1-H, 1-O, 2-O) тохируулан шинэчилсэн;
- Илүүдэл цацаргалтын хязгаарыг 3GPP TS 38.104, 3GPP TS 38.141-1, 3GPP TS 38.141-2-т заасан ACLR, ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (OBUE), хуурамч цацаргалтын шаардлагад нийцүүлсэн;
- Идэвхтэй антенны систем (AAS) бүхий бааз станцын цацаргалтын (OTA) хэмжилт, TRP/EIRP-д суурилсан үнэлгээний аргыг нэмсэн;
- Зурвасын гаднах болон хуурамч цацаргалтын мужийн заагийг ITU-R SM.329-13, ITU-R SM.1539-2, ITU-R SM.1541-7 зөвлөмжтэй уялдуулсан;
- Давтамж ба орон зайн тусгаарлалтыг ACLR, ACS, ACIR болон хамгийн бага холболтын алдагдал (MCL)-д үндэслэн, 5G NR системийн хамтран орших судалгаа (3GPP TR 38.803)-ны үзүүлэлттэй уялдуулан тооцох аргачлалыг тодорхойлсон.

Энэ стандартыг боловсруулахад ETSI TS 138 141-1 V18.13.0 (3GPP TS 38.141-1), ETSI TS 138 141-2 V18.13.0 (3GPP TS 38.141-2), Зөвлөмж ITU-R SM.1541-7 (09/2024), ITU-R SM.329-13 (09/2024), ITU-R M.2174-0 (04/2026) баримт бичгийг үндэс болгов.

Агуулга

Өмнөх үг	i
Агуулга	ii
1 Хамрах хүрээ	1
2 Норматив эшлэл.....	1
3 Нэр томьёо, тодорхойлолт	2
4 Товчилсон үг, тэмдэглэгээ	8
4.1 Товчилсон үг	8
4.2 Тэмдэглэгээ	9
5 Бааз станцын ангилал, ашиглалтын нөхцөл	10
5.1 Ерөнхий зүйл	10
5.2 Хэрэглээний хязгаарлалт	11
5.3 Давтамжийн муж.....	12
5.4 Бааз станцын төрөл.....	12
5.5 Хамрах хүрээ ба чадлын ангилал	13
5.6 Антенны систем, цацраг хэлбэржүүлэлт, MIMO	13
5.7 Дуплекс горим, сувгийн зурвас, зөөгчийн тохиргоо	14
5.8 Ашиглалтын орчин.....	14
5.9 Хэмжилт, үнэлгээнд хэрэглэх ажиллагааны нөхцөл.....	14
5.10 Хамтран орших нөхцөл.....	15
5.11 Дахин үнэлгээ хийх нөхцөл	16
6 Нэвтрүүлэгчийн үндсэн үзүүлэлтэд тавих шаардлага.....	16
6.1 Ерөнхий зүйл	16
6.2 Бааз станцын гаралтын чадал	17
6.3 Нэвтрүүлэгчийн унтраалттай үеийн чадал	17
6.4 Нэвтрүүлэгчийн шилжилтийн үе.....	18
6.5 Давтамжийн алдаа	18
6.6 Модуляцын чанар	19
6.7 Хугацааны синхрончлолын алдаа.....	19
7 Илүүдэл цацаргалтын хязгаар.....	20
7.1 Ерөнхий зүйл	20
7.2 Эзэлсэн зурвасын өргөн.....	21
7.3 Зэргэлдээ сувгийн алдагдлын харьцаа (ACLR)	21
7.4 Ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (OBUE)	23
7.5 Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт	24
7.5.1 Хэрэглэх давтамжийн хүрээ	24
7.5.2 Ерөнхий хязгаар (FR1, дамжуулалтын зам).....	25
7.5.3 ОТА хязгаар (BS төрөл 1-O, 2-O)	25
7.5.4 Бааз станцын хүлээн авагчийг хамгаалах хязгаар	26
7.5.5 Нэг байршилд хамт байрласан бааз станцыг хамгаалах хязгаар	26
7.5.6 Бусад радио системийг хамгаалах нэмэлт хязгаар	26
7.6 Зөвлөмж ITU-R SM.329, ITU-R SM.1541-тэй уялдуулах	26
7.6.1 Хуурамч цацаргалтын ерөнхий хязгаар	26
7.6.2 Зурвасын гаднах ба хуурамч цацаргалтын мужийн зааг	27
7.6.3 Зурвасын гаднах мужийн цацаргалтын ерөнхий хязгаар	28
8 Хүлээн авагчийн шаардлага	28

8.1 Ерөнхий зүйл	28
8.2 Зэргэлдээ сувгийн сонгомол чанар (ACS).....	28
8.3 Хүлээн авагчийн хаалт	29
8.3.1 Зурвас доторх ерөнхий хаалт.....	29
8.3.2 Нарийн зурвасын хаалт	30
8.3.3 Зурвасын гаднах хаалт.....	30
8.3.4 OTA хаалт (BS төрөл 1-O, 2-O)	30
9 Хэмжих арга	31
9.1 Ерөнхий шаардлага.....	31
9.2 Хэмжилтийн давтамжийн хүрээ ба хэмжилтийн зурвасын өргөн	32
9.3 Арга 1 – Дамжуулалтын замын хэмжилт.....	33
9.3.1 Ерөнхий зүйл.....	33
9.3.2 Шууд дамжуулалтын арга (тохируулгын фактор)	34
9.3.3 Орлуулах арга.....	34
9.3.4 Хэмжилтийн хэлхээ.....	35
9.3.5 Хэмжилтийн үр дүнг тодорхойлох	37
9.4 Арга 2 – Цацаргалтын (OTA) хэмжилт	38
9.4.1 Ерөнхий зүйл.....	38
9.4.2 TRP-ийн хэмжилтийн журам.....	38
9.4.3 Шууд арга – EIRP-ийг тодорхойлох.....	40
9.4.4 Орлуулах арга (OTA)	42
9.4.5 Цацаргалтын хэмжилтийн орчин.....	43
9.5 Эзэлсэн зурвасын өргөнийг хэмжих	44
9.6 ACLR-ийг хэмжих	44
9.7 Ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (OBUE)-ыг хэмжих	45
9.8 Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтыг хэмжих	47
9.9 ACS-ийг хэмжих	47
9.10 Хүлээн авагчийн хаалтыг хэмжих.....	47
9.11 Хэмжилтийн багаж, тохиргоонд тавих шаардлага	48
9.11.1 Хэмжилтийн хүлээн авагч.....	48
9.11.2 Детектор.....	48
9.11.3 Ялгах зурвасын өргөн	48
9.11.4 Видео зурвасын өргөн	49
9.11.5 Скан хийх хугацаа, дундажлах хугацаа.....	49
9.11.6 Төгсгөлийн ачаалал, холболтын хэрэгсэл	49
9.11.7 Хэмжилтийн антен	49
9.11.8 Модуляцын нөхцөл	49
10 Давтамж ба орон зайн тусгаарлалт	50
10.1 Ерөнхий зарчим	50
10.2 Давтамжийн тусгаарлалтын үзүүлэлт (ACLR, ACS, ACIR)	51
10.3 Хамгийн бага холболтын алдагдал (MCL)	52
10.4 Давтамжийн тусгаарлалтыг хангах шалгуур.....	53
10.5 Давтамж ба орон зайн тусгаарлалтыг тооцох аргачлал.....	53
10.5.1 Тооцооны ерөнхий дараалал	53
10.5.2 Саад учруулагч дохионы түвшин ба сувгийн гаднах дохиог дарах үзүүлэлт	54
10.5.3 Саадын шалгуур үзүүлэлт	55
10.5.4 Тооцооны алхмууд.....	55
10.6 Антенны тусгаарлалт.....	56
11 Нийцлийн үнэлгээ, хэмжилтийн тайлан	57

11.1 Хэмжилтийн тодорхойгүй байдал ба туршилтын шаардлага	57
11.2 Хэмжилтийн үр дүнг тайлбарлах	58
11.3 Хэмжилтийн тайлан	58
Хавсралт А	60
А.1 Ерөнхий зүйл	60
А.2 Өргөн хүрээний бааз станц, А ангилал	60
А.3 Өргөн хүрээний бааз станц, В ангилал	61
А.4 Дунд хүрээний бааз станц (А ба В ангилал)	62
А.5 Орон нутгийн хүрээний бааз станц (А ба В ангилал)	63
А.6 FR2 бааз станц (BS төрөл 2-О)	64
Хавсралт Б	65
Б.1 Ерөнхий зүйл	65
Б.2 BS төрөл 1-О	65
Б.3 BS төрөл 2-О	66
Хавсралт В	67
Хавсралт Г	69
Г.1 Дамжуулалтын замын туршилт (BS төрөл 1-С, 1-Н)	69
Г.2 Цацаргалтын (ОТА) туршилт (BS төрөл 1-О, 2-О)	70
Хавсралт Д	73
Ном зүй	Error! Bookmark not defined.

1 Хамрах хүрээ

Энэ стандартаар IMT-2020 (5G NR) системийн үүрэн холбооны бааз станцын (цаашид «бааз станц» буюу «БС» гэх) радио давтамжийн цацаргалтын үндсэн үзүүлэлт, илүүдэл цацаргалт (зурвасын гаднах болон хуурамч цацаргалт)-ын зөвшөөрөгдөх хязгаар, тэдгээрийг хэмжих арга, туршилтын нөхцөл, хэмжилтийн үр дүнг үнэлэх зарчим, мөн бааз станц болон бусад радио системийн хоорондын давтамж ба орон зайн тусгаарлалтыг тодорхойлох аргачлалыг тогтооно.

Энэ стандартыг дараах зорилгоор хэрэглэнэ:

- Бааз станцыг ашиглалтад оруулах, радио давтамжийн тусгай зөвшөөрөл олгох, техникийн нөхцөл тогтоох, баталгаажуулалт хийхэд илүүдэл цацаргалтын шаардлагыг тогтоох;
- Нэг цамхаг, нэг байршил, нэг үйлчилгээний бүс эсвэл ойролцоо байрлалд ажиллаж буй 5G NR бааз станц болон бусад радио системийн (2G/3G/4G үүрэн холбоо, радио релей, хиймэл дагуулын холбооны газрын станц, радар, өргөн нэвтрүүлэг, утасгүй суурин холбоо зэрэг) хооронд харилцан нөлөөлөл, хөндлөнгийн саад үүсэхээс сэргийлэх;
- Радио давтамжийн тусгаарлалт, орон зайн тусгаарлалт, хамгаалалтын зурвас, хамгийн бага холболтын алдагдал, ACLR, ACS, ACIR зэрэг үзүүлэлтэд үндэслэн бааз станцуудын хамт байрлал, зэрэгцээ давтамжийн ашиглалт, хамтран орших нөхцлийг үнэлэх;
- Бааз станцын нэвтрүүлэгчийн цацаргалт, хүлээн авагчийн хамгаалалтыг хэмжих, хэмжилтийн тайлан бэлтгэх нэгдсэн аргачлалыг тогтоох.

Энэ стандарт нь 5G NR-ийн FR1 (410 МГц – 7125 МГц) болон FR2 (24,25 ГГц – 71 ГГц) давтамжийн мужид ажиллах, 3GPP TS 38.104-т тодорхойлсон BS төрөл 1-C, 1-H, 1-O, 2-O бааз станц, үүнд идэвхтэй антенны системтэй (AAS) болон нэгдмэл антентай бааз станцад хамаарах бөгөөд дамжуулалтын замын (холбогч дээрх) болон цацаргалтын (OTA) хэмжилтийн аль алинд хэрэглэнэ.

Энэ стандарт нь хэрэглэгчийн төхөөрөмж (UE), дахин дамжуулагч (repeater), мөн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх радио давтамжийн цахилгаан соронзон орны өртөлтийн хязгаарт хамаарахгүй.

2 Норматив эшлэл

Энэ стандартад дараах стандарт, зөвлөмж, техникийн тодорхойлолтыг эш татан хэрэглэнэ. Огноотой эшлэлийн хувьд зөвхөн тухайн хэвлэл хамаарна. Огноогүй эшлэлийн хувьд тухайн баримт бичгийн хамгийн сүүлийн хэвлэл (нэмэлт, өөрчлөлтийн хамт) хамаарна.

MNS ITU-R R 573-3:2004 Радио холбоо. Нэр томъёо, тодорхойлолт

MNS 5319-2:2024 Радио давтамжийн зурвасын гаднах болон хуурамч цацаргалтын мужийн зааг

Зөвлөмж ITU-R SM.328 Цацаргалтын спектр ба зурвасын өргөн (Spectra and bandwidth of emissions)

Зөвлөмж ITU-R SM.329-13 (09/2024) Хуурамч цацаргалтын муж дахь илүүдэл цацаргалт (Unwanted emissions in the spurious domain)

- Зөвлөмж ITU-R SM.337-6 Давтамжийн болон орон зайн тусгаарлалт (Frequency and distance separations)
- Зөвлөмж ITU-R SM.1539-2 (09/2024) Зурвасын гаднах болон хуурамч цацаргалтын мужийн заагийн хувьсал (Variation of the boundary between the out-of-band and spurious domains required for the application of Recommendations ITU-R SM.1541 and ITU-R SM.329)
- Зөвлөмж ITU-R SM.1541-7 (09/2024) Зурвасын гаднах муж дахь илүүдэл цацаргалт (Unwanted emissions in the out-of-band domain)
- Зөвлөмж ITU-R M.1036-8 (02/2026) IMT системийн газрын бүрэлдэхүүн хэсгийн давтамжийн зохицуулалт (Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of IMT in the bands identified for IMT in the Radio Regulations)
- Зөвлөмж ITU-R M.2150-3 (02/2026) IMT-2020 системийн газрын радио интерфэйсийн нарийвчилсан тодорхойлолт (Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of IMT-2020)
- Зөвлөмж ITU-R M.2174-0 (04/2026) IMT-2020 системийн газрын радио интерфэйс ашиглах бааз станцын илүүдэл цацаргалтын үзүүлэлт (Unwanted emission characteristics of base stations using the terrestrial radio interface of IMT-2020)
- Зөвлөмж ITU-R M.1545 Радио төхөөрөмжийн хэмжилтийн тодорхойгүй байдал ба хуваалцсан эрсдэлийн зарчим (Measurement uncertainty as it applies to test limits for the terrestrial component of IMT)
- 3GPP TS 38.104 NR; Base Station (BS) radio transmission and reception (NR; Бааз станцын радио дамжуулалт ба хүлээн авалт)
- 3GPP TS 38.141-1 (ETSI TS 138 141-1) NR; Base Station (BS) conformance testing. Part 1: Conducted conformance testing (NR; Бааз станцын тохирлын туршилт. 1-р хэсэг: Дамжуулалтын замын тохирлын туршилт)
- 3GPP TS 38.141-2 (ETSI TS 138 141-2) NR; Base Station (BS) conformance testing. Part 2: Radiated conformance testing (NR; Бааз станцын тохирлын туршилт. 2-р хэсэг: Цацаргалтын тохирлын туршилт)
- 3GPP TR 37.941 Radio Frequency (RF) conformance testing background for radiated Base Station (BS) requirements (Цацаргалтын шаардлагын тохирлын туршилтын үндэслэл, хэмжилтийн тодорхойгүй байдлын төсөв)
- ETSI EN 301 908-23 IMT cellular networks; Harmonised Standard for access to radio spectrum; Part 23: Active Antenna System (AAS) Base Station (BS)
- ETSI EN 301 908-24 IMT cellular networks; Harmonised Standard for access to radio spectrum; Part 24: New Radio (NR) Base Stations (BS)
- IEC/CISPR 16-1-4 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods. Part 1-4: Antennas and test sites for radiated disturbance measurements

3 Нэр томьёо, тодорхойлолт

Энэ стандартад MNS ITU-R R 573-3, Радио холбооны дүрэм (RR)-ийн 1-р зүйл, 3GPP TS 38.104-т тодорхойлсон нэр томьёо болон дараах нэр томьёо, тодорхойлолтыг хэрэглэнэ.

3.1 Цацаргалт (emission)

Радио нэвтрүүлэх станцаас үүсэх радио давтамжийн долгионы цацаргалт буюу радио нэвтрүүлэгчээс үүсгэсэн радио долгион, дохио.

3.2 Илүүдэл цацаргалт (unwanted emission)

Хуурамч цацаргалт ба зурвасын гаднах цацаргалтаас бүрдэх цацаргалт.

3.3 Зурвасын гаднах цацаргалт (out-of-band emission, OoB emission)

Модуляцын процессын үр дүнд шаардлагатай зурвасын өргөний шууд гадна талын давтамж (давтамжууд) дээр үүсэх цацаргалт. Хуурамч цацаргалт үүнд хамаарахгүй.

3.4 Зурвасын гаднах муж (out-of-band domain)

Шаардлагатай зурвасын өргөний шууд гадна талд орших, хуурамч цацаргалтын мужийг оролцуулаагүй, зурвасын гаднах цацаргалт голлон үүсдэг давтамжийн муж.

3.5 Хуурамч цацаргалт (spurious emission)

Шаардлагатай зурвасын өргөний гадна талын давтамж (давтамжууд) дээр үүсэх бөгөөд холбогдох мэдээллийн дамжуулалтад нөлөөлөхгүйгээр түвшнийг нь бууруулж болох цацаргалт. Хуурамч цацаргалтад гармоник цацаргалт, паразит цацаргалт, интермодуляцын бүтээгдэхүүн, давтамжийн хувиргалтын бүтээгдэхүүн хамаарах бөгөөд зурвасын гаднах цацаргалт хамаарахгүй.

ТАЙЛБАР – Өмнөх үндэсний стандартад «хажуугийн цацаргалт» гэж нэрлэж байсан.

3.6 Хуурамч цацаргалтын муж (spurious domain)

Зурвасын гаднах мужаас цааш орших, хуурамч цацаргалт голлон үүсдэг давтамжийн муж.

3.7 Шаардлагатай зурвасын өргөн (necessary bandwidth)

Цацаргалтын тухайн ангиллын хувьд тодорхой нөхцөлд, шаардагдах хурд, чанараар мэдээллийг дамжуулахад хангалттай давтамжийн зурвасын өргөн.

3.8 Эзэлсэн зурвасын өргөн (occupied bandwidth)

Доод давтамжийн хязгаараас доош болон дээд давтамжийн хязгаараас дээш цацарсан дундаж чадал тус бүр нь нийт дамжуулсан дундаж чадлын тогтоосон $\beta/2$ хувьтай тэнцүү байх давтамжийн зурвасын өргөн

ТАЙЛБАР – Цацаргалтын ангиллын хувьд өөрөөр тогтоогоогүй бол $\beta/2$ -ын утгыг 0,5 % гэж авна (Зөвлөмж ITU-R SM.328). 5G NR бааз станцын хувьд эзэлсэн зурвасын өргөн нь нийт чадлын 99 %-ийг багтаасан зурвасын өргөн байна.

3.9 Хуваарилсан давтамж (assigned frequency)

Станцад хуваарилсан давтамжийн зурвасын төв давтамж.

3.10 Хуваарилсан давтамжийн зурвас (assigned frequency band)

Станцын цацаргалтыг зөвшөөрсөн давтамжийн зурвас. Энэ зурвасын өргөн нь шаардлагатай зурвасын өргөн дээр давтамжийн хүлцлийн абсолют утгыг хоёр дахин нэмсэнтэй тэнцүү.

3.11 Сувгийн зурвасын өргөн (channel bandwidth, BW_{Channel})

Нэг NR зөөгчийн радио давтамжийн зурвасын өргөн; 3GPP TS 38.104-т тухайн ажлын зурвас, дэд зөөгчийн зай (SCS)-наас хамааруулан тогтоосон утга (FR1: 3 МГц – 100 МГц; FR2: 50 МГц – 2000 МГц).

3.12 Дамжуулалтын зурвасын өргөний тохиргоо (transmission bandwidth configuration, BW_{Config})

Тухайн сувгийн зурвасын өргөн, дэд зөөгчийн зайд харгалзах, бодитоор дамжуулалтад ашиглах нөөц блокуудын (RB) нийт зурвасын өргөн.

3.13 Ажлын зурвас (operating band)

3GPP TS 38.104-ийн 5.2-т тодорхойлсон, бааз станцын дамжуулах (DL) ба хүлээн авах (UL) давтамжийн зурвас (жишээлбэл n1, n3, n7, n8, n28, n41, n78, n258).

3.14 Бааз станцын РД зурвасын өргөн (Base Station RF Bandwidth)

Ажлын зурвасын хүрээнд бааз станцын нэг холбогчоор нэгэн зэрэг дамжуулах буюу хүлээн авах бүх зөөгчийг багтаасан зурвасын өргөн.

3.15 Бааз станцын РД зурвасын өргөний зах (Base Station RF Bandwidth edge)

Бааз станцын РД зурвасын өргөний доод (доод зах) эсвэл дээд (дээд зах) хязгаарын давтамж; дамжуулагч, хүлээн авагчийн шаардлагын давтамжийн лавлах цэг болгон ашиглана.

3.16 Зөөгчийн нэгтгэл (carrier aggregation, CA)

Илүү өргөн дамжуулалтын зурвасыг бүрдүүлэх зорилгоор хоёр буюу түүнээс олон NR зөөгчийг нэгтгэн ашиглах ажиллагаа; нэг зурвас доторх залгаа (intra-band contiguous), нэг зурвас доторх залгаа бус (intra-band non-contiguous), зурвас хоорондын (inter-band) гэж ангилна.

3.17 Дэд блок (sub-block)

Нэг бааз станцад ашиглахаар хуваарилсан, нэг ажлын зурвас доторх залгаа спектрийн хэсэг. Залгаа бус спектрийн ажиллагааны үед бааз станцын РД зурвасын өргөн нь хэд хэдэн дэд блокоос бүрдэж болно.

3.18 Дэд блокийн завсар (sub-block gap)

Залгаа бус спектрийн ажиллагааны үед бааз станцын РД зурвасын өргөний хүрээнд дараалсан хоёр дэд блокийн хоорондох давтамжийн завсар.

3.19 РД зурвас хоорондын завсар (inter RF bandwidth gap)

Олон зурваст ажиллах холбогчийн хувьд өөр өөр ажлын зурваст хамаарах бааз станцын РД зурвасын өргөнүүдийн хоорондох давтамжийн завсар.

3.20 Зэргэлдээ суваг (adjacent channel)

Радио сувгуудын олонлогт тухайн сувгийн шууд дээр эсвэл доор байрлах, тодорхой төв давтамж бүхий радио суваг.

ТАЙЛБАР – Тухайн сувгийн дээд талд байрлах сувгийг «дээд зэргэлдээ суваг», доод талд байрлахыг «доод зэргэлдээ суваг» гэнэ.

3.21 Хоёр дахь зэргэлдээ суваг (second adjacent channel, alternate adjacent channel)

Доод зэргэлдээ сувгийн шууд доор эсвэл дээд зэргэлдээ сувгийн шууд дээр байрлах радио суваг.

3.22 Давтамжийн шилжилт (frequency offset, f_{offset})

Сувгийн зах (эсвэл бааз станцын РД зурвасын өргөний зах, дэд блокийн зах)-ын давтамж ба хэмжилтийн шүүлтүүрийн төв давтамжийн хоорондох зай.

3.23 Лавлах зурвасын өргөн (reference bandwidth)

Илүүдэл цацаргалтын хязгаарыг тодорхойлоход хэрэглэх зурвасын өргөн. Хэрэв зурвасын гаднах цацаргалтын хязгаарт тодорхой заагаагүй бол лавлах зурвасын өргөнийг шаардлагатай зурвасын өргөний 1 %-тай тэнцүү авна.

3.24 Хэмжилтийн зурвасын өргөн (measurement bandwidth)

Хэмжилтийн багажийн (спектр анализатор, хэмжилтийн хүлээн авагч) хэмжилтэд ашиглах зурвасын өргөн; энгийн спектр анализаторын хувьд ялгах зурвасын өргөн (RBW)-тэй ойролцоо байна.

3.25 Чадлын спектрийн нягт (power spectral density, psd)

Лавлах зурвасын өргөнд оногдох дундаж чадал.

3.26 Зэргэлдээ сувгийн дундаж чадал (adjacent channel mean power)

Чадлын спектрийн нягтын хэмжилт буюу түүнтэй адилтгах аргаар, зэргэлдээ сувгийн зурвасын өргөнд интегралчлан тодорхойлсон чадал.

3.27 Зэргэлдээ сувгийн оргил чадал (adjacent channel peak power)

Сувгийн тусгай шүүлтүүр ашиглан зэргэлдээ сувгийн зурвасын өргөнд хэмжсэн оргил чадал.

3.28 Зэргэлдээ сувгийн алдагдлын харьцаа (adjacent channel leakage power ratio, ACLR)

Хуваарилсан сувгийн давтамжид төвлөрсөн шүүлтүүрээр хэмжсэн дундаж чадлыг зэргэлдээ сувгийн давтамжид төвлөрсөн шүүлтүүрээр хэмжсэн дундаж чадалд харьцуулсан харьцаа.

3.29 Зэргэлдээ сувгийн сонгомол чанар (adjacent channel selectivity, ACS)

Хүлээн авагч нь хуваарилсан сувгийн давтамж дээрх хэрэгцээт дохиог зэргэлдээ сувгийн давтамж дээрх хөндлөнгийн дохио байгаа үед хүлээн авах чадварын хэмжүүр; хүлээн авагчийн шүүлтүүрийн хуваарилсан сувгийн давтамж дээрх сулралтыг зэргэлдээ сувгийн давтамж дээрх сулралтад харьцуулсан харьцаа.

3.30 Зэргэлдээ сувгийн харилцан нөлөөллийн харьцаа (adjacent channel interference ratio, ACIR)

Хуваарилсан сувгийн нийт чадлыг зэргэлдээ сувагт хүлээн авагчид үүсгэх нийт харилцан нөлөөллийн чадалд харьцуулсан харьцаа; нэвтрүүлэгчийн ACLR ба хүлээн авагчийн ACS-ийн хамтын нөлөөг илэрхийлнэ.

3.31 Ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (operating band unwanted emissions, OBUE)

Бааз станцын дэмжих уруудах шугамын ажлын зурвас болон түүний доод захаас Δf_{OBUE} -ээр доош, дээд захаас Δf_{OBUE} -ээр дээш хүртэлх давтамжийн мужид үүсэх, сувгийн зурвасын өргөний гаднах бүх илүүдэл цацаргалт; 5G NR-ийн хувьд спектрийн цацаргалтын маск (SEM)-ийн үүргийг гүйцэтгэнэ.

3.32 Бааз станц (base station, BS)

Хэрэглэгчийн төхөөрөмжтэй радио интерфэйсээр холбогдох, нэг буюу хэд хэдэн үүр (cell)-ийг үйлчлэх IMT-2020 (5G NR) системийн радио хандалтын сүлжээний төхөөрөмж (gNB).

3.33 Бааз станцын төрөл (BS type)

Шаардлагыг тодорхойлох лавлах цэг (антенны холбогч, TAB холбогч, цацаргалтын интерфэйсийн зааг) ба давтамжийн мужаас хамаарсан бааз станцын ангилал:

- **BS төрөл 1-С** – FR1-д ажиллах, шаардлагыг антенны холбогч дээр дамжуулалтын замаар тодорхойлох бааз станц;
- **BS төрөл 1-Н** – FR1-д ажиллах, шаардлагыг TAB холбогч дээр дамжуулалтын замаар болон цацаргалтын интерфэйсийн зааг дээр OTA аргаар хослуулан тодорхойлох (гибрид) бааз станц;
- **BS төрөл 1-О** – FR1-д ажиллах, бүх шаардлагыг цацаргалтын интерфэйсийн зааг дээр зөвхөн OTA аргаар тодорхойлох бааз станц;
- **BS төрөл 2-О** – FR2-т ажиллах, бүх шаардлагыг цацаргалтын интерфэйсийн зааг дээр зөвхөн OTA аргаар тодорхойлох бааз станц.

3.34 Бааз станцын ангилал (BS class)

Бааз станц ба хэрэглэгчийн төхөөрөмжийн хоорондох хамгийн бага холболтын алдагдлаар тодорхойлогдох ангилал: өргөн хүрээний (Wide Area, макро, MCL 70 дБ), дунд хүрээний (Medium Range, микро, MCL 53 дБ), орон нутгийн хүрээний (Local Area, пико, MCL 45 дБ) бааз станц.

3.35 Идэвхтэй антенны систем (active antenna system, AAS)

Антенны массив, радио тархалтын сүлжээ болон нэвтрүүлэгч-хүлээн авагчийн нэгжүүдийг нэгтгэсэн, цацрагийн хэлбэр, чиглэлийг электрон аргаар удирдах боломжтой бааз станцын систем.

3.36 Цацаргалтын интерфэйсийн зааг (radiated interface boundary, RIB)

BS төрөл 1-О, 2-О (болон 1-Н-ийн цацаргалтын шаардлага)-ын хувьд ОТА шаардлагыг тодорхойлох, бааз станцын антенны массивын гадна талд орших лавлах интерфэйс.

3.37 TAB холбогч (transceiver array boundary connector)

BS төрөл 1-Н бааз станцын нэвтрүүлэгч-хүлээн авагчийн нэгжийн массив ба антенны массивын хоорондох зааг дээрх холбогч; дамжуулалтын замын шаардлагыг энэ холбогч дээр тодорхойлно.

3.38 Цацраг хэлбэржүүлэлт (beamforming)

Олон антенны элементээр үүсгэх радио долгионы фаз, далайцыг зохицуулж, цацаргалтыг (хүлээн авалтыг) тодорхой чиглэлд төвлөрүүлэх технологи.

3.39 Цацрагийн оргил (beam peak)

Цацрагийн үндсэн чиглэл дэх цацаргалтын хамгийн их түвшин (EIRP) буюу түүнд харгалзах чиглэл.

3.40 Цацрагийн чиглүүлэлт (beam steering)

Цацрагийн чиглэлийг тодорхой өнцгийн мужид электрон аргаар өөрчлөх ажиллагаа; цацрагийн чиглэлийг дарааллан шилжүүлж скан хийхийг «цацрагийн хайлт» (beam sweeping) гэнэ.

3.41 Орон зайн нягтруулга (spatial multiplexing)

Олон антенны элемент ашиглан олон мэдээллийн урсгалыг орон зайн хувьд ялган нэгэн зэрэг дамжуулах ажиллагаа (MIMO).

3.42 Антенны тохиргоо (antenna configuration)

Антенны тоо, төрөл, өсгөлт, туйлшрал, байрлал (өндөр, азимут, хазайлт), цацрагийн чиглэл болон цацраг хэлбэржүүлэлтийн горимын нийлбэр тохиргоо.

3.43 Нийт цацруулсан чадал (total radiated power, TRP)

Бааз станцаас бүх чиглэлд, бүх туйлшралаар цацруулсан чадлын бөмбөрцөг гадаргуугаар интегралчилсан нийт утга.

3.44 Эквивалент изотроп цацруулсан чадал (equivalent isotropically radiated power, EIRP)

Тодорхой чиглэлд ижил талбайн хүчлэг үүсгэхэд изотроп антенд өгөх шаардлагатай чадалтай тэнцүү, антенд өгсөн чадлыг изотроп антентай харьцуулсан өсгөлтөөр үржүүлсэн утга.

3.45 Дамжуулалтын замын хэмжилт (conducted measurement)

Бааз станцын антенны холбогч эсвэл TAB холбогчид хэмжилтийн төхөөрөмжийг кабелиар шууд холбож хийх хэмжилт.

3.46 Цацаргалтын хэмжилт (radiated measurement, OTA measurement)

Цацаргалтын интерфейсийн зааг дээр, чөлөөт орон зайн буюу зохих туршилтын орчинд (цуурайгүй өрөө, реверберацийн камер, туршилтын талбай) хэмжилтийн антен ашиглан хийх хэмжилт.

3.47 Хүлээн авагчийн хаалт (receiver blocking)

Хэрэгцээт сувгаас гадуурх хүчтэй хөндлөнгийн дохионы нөлөөгөөр хүлээн авагчийн хэрэгцээт дохиог хүлээн авах үзүүлэлт зөвшөөрөгдөх хэмжээнээс буурах үзэгдэл; хүлээн авагчийн энэ нөлөөг тэсвэрлэх чадварыг илэрхийлэх үзүүлэлт.

3.48 Чадлын хүлцэл (power tolerance)

Үйлдвэрлэгчийн зарласан нэрлэсэн гаралтын чадлаас зөвшөөрөгдөх хазайлтын хэмжээ.

3.49 Хамгийн бага холболтын алдагдал (minimum coupling loss, MCL)

Нэвтрүүлэгчийн антенны гаралт ба хүлээн авагчийн антенны оролтын хооронд үүсэх замын алдагдлын хамгийн бага утга; хоёр системийн хооронд зөвшөөрөгдөх харилцан нөлөөллийн түвшинг хангахад шаардагдах хамгийн бага тусгаарлалт.

3.50 Зэргэлдээ зурвасын хамтран орших нөхцөл (adjacent band coexistence)

5G NR бааз станц болон зэргэлдээ давтамжийн зурваст ажиллах радио системийн хооронд үүсэх харилцан нөлөөллийг зөвшөөрөгдөх түвшинд хязгаарласан ажиллагааны нөхцөл.

3.51 Нэг байршилд хамт байрласан радио төхөөрөмж (co-located radio equipment)

Нэг цамхаг, нэг байгууламж эсвэл ойролцоо байршилд суурилуулсан, антенны хоорондох холболтын алдагдал нь харьцангуй бага (3GPP-д 30 дБ гэж үзнэ) радио төхөөрөмж.

3.52 Дохионы замын хаалт (blockage)

Радио долгионы тархалтын замд биет саад орсноор дохионы түвшин буурах үзэгдэл; FR2 мужид онцгой ач холбогдолтой.

3.53 Идэвхгүй үйлчилгээ (passive service)

Радио долгион дамжуулахгүй, зөвхөн байгалийн буюу сансрын эх үүсвэрээс ирэх радио долгионыг хүлээн авч хэмжих, ажиглахад ашигладаг радио үйлчилгээ (радио одон орон, дэлхийн алсын тандалтын хиймэл дагуул гэх мэт).

3.54 А ангилал, В ангилал (Category A, Category B)

Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн дагуу хуурамч цацаргалтын (мөн 3GPP-ийн дагуу OBUE-ийн) хязгаарыг хэрэглэх хоёр ангилал: А ангилал – ерөнхий (бүс нутгийн зохицуулалтаар хэрэглэдэг, сулавтар) хязгаар; В ангилал – илүү хатуу хязгаар (Европ болон түүнийг дагасан бүс нутагт хэрэглэдэг).

3.55 Туршилтад хамрагдах төхөөрөмж (equipment under test, EUT)

Хэмжилт, туршилтад хамруулж буй бааз станц буюу түүний радио нэгж.

3.56 Туршилтын загвар (test model)

Тохирлын туршилтад хэрэглэх, 3GPP TS 38.141-1-ийн 4.9.2 (NR-FR1-TM) болон 3GPP TS 38.141-2-ын 4.9.2 (NR-FR2-TM)-т тодорхойлсон физик сувгийн тохиргоо, модуляц, чадлын хуваарилалт бүхий стандарт тестийн дохио.

4 Товчилсон үг, тэмдэглэгээ

4.1 Товчилсон үг

Хүснэгт 1 – Товчилсон үг

Товчилсон үг	Англи нэр	Монгол нэр
AAS	Active Antenna System	Идэвхтэй антенны систем
AAU	Active Antenna Unit	Идэвхтэй антенны нэгж
ABPR	Adjacent Band Power Ratio	Зэргэлдээ зурвасын чадлын харьцаа
ACIR	Adjacent Channel Interference Ratio	Зэргэлдээ сувгийн харилцан нөлөөллийн харьцаа
ACLR	Adjacent Channel Leakage power Ratio	Зэргэлдээ сувгийн алдагдлын харьцаа
ACS	Adjacent Channel Selectivity	Зэргэлдээ сувгийн сонгомол чанар
BLER	Block Error Rate	Блокийн алдааны түвшин
BS	Base Station	Бааз станц
CA	Carrier Aggregation	Зөөгчийн нэгтгэл
CACLR	Cumulative ACLR	Хуримтлагдсан ACLR
CC	Component Carrier	Бүрдүүлэгч зөөгч
CW	Continuous Wave	Тасралтгүй (модуляцгүй) долгион
DL	Downlink	Уруудах шугам
DUT	Device Under Test	Туршилтад хамрагдах төхөөрөмж
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power	Эквивалент изотроп цацруулсан чадал
EIS	Equivalent Isotropic Sensitivity	Эквивалент изотроп мэдрэх чадал
EMC	Electromagnetic Compatibility	Цахилгаан соронзон зохицол
EUT	Equipment Under Test	Туршилтад хамрагдах төхөөрөмж
EVM	Error Vector Magnitude	Алдааны векторын хэмжээ
FDD	Frequency Division Duplex	Давтамжаар хуваах дуплекс
FR1	Frequency Range 1 (410 МГц – 7125 МГц)	1-р давтамжийн муж
FR2	Frequency Range 2 (24,25 ГГц – 71 ГГц; FR2-1: 24,25 – 52,6 ГГц, FR2-2: 52,6 – 71 ГГц)	2-р давтамжийн муж
FWA	Fixed Wireless Access	Суурин утасгүй хандалт
gNB	Next Generation NodeB	5G NR бааз станц
IMT	International Mobile Telecommunications	Олон улсын хөдөлгөөнт цахилгаан холбоо
LA	Local Area (BS)	Орон нутгийн хүрээний (бааз станц)
LoS, NLoS	Line of Sight, Non-Line of Sight	Шууд харагдах, шууд харагдахгүй орчин
MCL	Minimum Coupling Loss	Хамгийн бага холболтын алдагдал
MIMO	Multiple Input Multiple Output	Олон оролт, олон гаралт
MR	Medium Range (BS)	Дунд хүрээний (бааз станц)
MU	Measurement Uncertainty	Хэмжилтийн тодорхойгүй байдал
NR	New Radio	Шинэ радио (5G радио интерфейс)
OBUE	Operating Band Unwanted Emissions	Ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт
OBW	Occupied Bandwidth	Эзэлсэн зурвасын өргөн
OCR	Off-Channel Rejection	Сувгийн гаднах дохиог дарах үзүүлэлт
OoB	Out-of-Band	Зурвасын гаднах

Товчилсон үг	Англи нэр	Монгол нэр
OTA	Over-the-Air	Агаараар дамжих (цацаргалтын хэмжилт)
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel	Уруудах шугамын физик хуваалцсан суваг
PRB, RB	(Physical) Resource Block	(Физик) нөөц блок
PSD	Power Spectral Density	Чадлын спектрийн нягт
RAT	Radio Access Technology	Радио хандалтын технологи
RBW	Resolution Bandwidth	Ялгах зурвасын өргөн
RE	Resource Element	Нөөцийн элемент
RF, РД	Radio Frequency	Радио давтамж
RIB	Radiated Interface Boundary	Цацаргалтын интерфэйсийн зааг
RMS	Root Mean Square	Дундаж квадратын язгуур (үр ашигт утга)
RR	Radio Regulations	Радио холбооны дүрэм (ОУЦХБ)
SCS	Subcarrier Spacing	Дэд зөөгчийн зай
SDL	Supplementary Downlink	Нэмэлт уруудах шугам
SEM	Spectrum Emission Mask	Спектрийн цацаргалтын маск
SINR	Signal to Interference plus Noise Ratio	Дохио ба саад+шуугианы харьцаа
SSB	Synchronization Signal Block	Синхрончлолын дохионы блок
SUL	Supplementary Uplink	Нэмэлт өгсөх шугам
TAB	Transceiver Array Boundary	Нэвтрүүлэгч-хүлээн авагчийн массивын зааг
TAE	Time Alignment Error	Хугацааны синхрончлолын алдаа
TDD	Time Division Duplex	Хугацаагаар хуваах дуплекс
TRP	Total Radiated Power	Нийт цацруулсан чадал
TT	Test Tolerance	Туршилтын хүлцэл
UE	User Equipment	Хэрэглэгчийн төхөөрөмж
UL	Uplink	Өгсөх шугам
VBW	Video Bandwidth	Видео зурвасын өргөн
WA	Wide Area (BS)	Өргөн хүрээний (бааз станц)

4.2 Тэмдэглэгээ

Хүснэгт 2 – Тэмдэглэгээ

Тэмдэглэгээ	Тодорхойлолт
BW_{Channel}	Сувгийн зурвасын өргөн
BW_{Config}	Дамжуулалтын зурвасын өргөний тохиргоо
$BW_{\text{Channel,CA}}$	Нэгтгэсэн (CA) бааз станцын сувгийн зурвасын өргөн
f, f_c	Давтамж; сувгийн төв давтамж
f_{offset}	Сувгийн захаас хэмжилтийн шүүлтүүрийн төв хүртэлх давтамжийн шилжилт
$f_{\text{offset,max}}$	Уруудах шугамын ажлын зурвасаас гадна Δf_{OBUE} давтамж хүртэлх хамгийн их шилжилт
Δf	Сувгийн захаас хэмжилтийн шүүлтүүрийн ойрын -3 дБ цэг хүртэлх давтамжийн зай
Δf_{max}	$f_{\text{offset,max}}$ -аас хэмжилтийн шүүлтүүрийн зурвасын өргөний хагасыг хассан утга
Δf_{OBUE}	OBUE-ийн маскны ажлын зурвасын захаас гадагш хүрэх хамгийн их шилжилт

Тэмдэглэгээ	Тодорхойлолт
Δf_{OoB}	Хүлээн авагчийн зурвас доторх хаалтын мужийн ажлын зурвасын захаас гадагш хүрэх шилжилт
$F_{\text{DL,low}}, F_{\text{DL,high}}$	Уруудах шугамын ажлын зурвасын доод ба дээд зах
$F_{\text{UL,low}}, F_{\text{UL,high}}$	Өгсөх шугамын ажлын зурвасын доод ба дээд зах
$P_{\text{rated,c,AC}}$	BS төрөл 1-С-ийн антенны холбогч дээрх зөөгчийн нэрлэсэн гаралтын чадал
$P_{\text{rated,c,TABC}}$	BS төрөл 1-Н-ийн TAB холбогч дээрх зөөгчийн нэрлэсэн гаралтын чадал
$P_{\text{rated,c,sys}}$	BS төрөл 1-Н-ийн зөөгчийн системийн нэрлэсэн гаралтын чадал
$P_{\text{rated,c,TRP}}$	BS төрөл 1-О, 2-О-ийн зөөгчийн нэрлэсэн нийт цацруулсан чадал
$P_{\text{max,c,AC}}, P_{\text{max,c,TABC}}$	Зөөгчийн хамгийн их гаралтын чадал (антенны холбогч, TAB холбогч дээр)
P_{REFSENS}	Хүлээн авагчийн лавлах мэдрэх чадлын түвшин
EIS_{REFSENS}	ОТА хүлээн авагчийн лавлах эквивалент изотроп мэдрэх чадал
$N_{\text{TXU,active}}$	Бодитоор ажиллаж буй нэвтрүүлэгчийн нэгжийн тоо
$N_{\text{TXU,counted}}$	Хязгаарыг масштаблахад тооцох нэвтрүүлэгчийн нэгжийн тоо
$N_{\text{TXU,countedpercell}}$	Нэг үүрт харгалзах тооцсон нэвтрүүлэгчийн нэгжийн тоо
N_{cells}	Үйлдвэрлэгчийн зарласан үүрийн тоо
X	BS төрөл 1-Н-ийн хязгаарыг масштаблах утга, $X = 10 \lg(N_{\text{TXU,countedpercell}})$; BS төрөл 1-О-ийн ОТА хязгаарт $X = 9$ дБ
W_{gap}	Дэд блокийн завсар эсвэл РД зурвас хоорондын завсрын өргөн
P_d, P_i	Хүлээн авагчийн оролт дээрх хэрэгцээт дохионы ба саад учруулагч дохионы түвшин
α	Хамгаалалтын харьцаа, дБ
$\text{OCR}(\Delta f)$	Давтамжийн ялгаа Δf үеийн сувгийн гаднах дохиог дарах үзүүлэлт, дБ
I/N	Саад учруулагч дохионы чадлыг хүлээн авагчийн шуугианы чадалд харьцуулсан харьцаа
$L_p, L_b(d)$	Тархалтын замын алдагдал; үндсэн дамжуулалтын алдагдал
$k_f, k_{\text{ms},f}$	f давтамж дахь тохируулгын фактор; хэмжилтийн хэлхээний нийт тохируулгын фактор

5 Бааз станцын ангилал, ашиглалтын нөхцөл

5.1 Ерөнхий зүйл

5G NR (IMT-2020) бааз станцын радио дамжуулалт, хүлээн авалтын үндсэн техникийн шаардлага, үүнд ажлын давтамжийн зурвас, сувгийн зурвасын өргөн, нэвтрүүлэгчийн чадал, гаралтын чадлын динамик үзүүлэлт, модуляцын чанар, зурвасын гаднах болон хуурамч цацаргалт, хүлээн авагчийн мэдрэх чадал, сонгомол чанар, хаалт, интермодуляцын үзүүлэлтийг 3GPP TS 38.104-т тогтоосон. Тохирлын туршилтын арга, туршилтын шаардлагыг дамжуулалтын замын хэмжилтийн хувьд 3GPP TS 38.141-1-д, цацаргалтын (ОТА) хэмжилтийн хувьд 3GPP TS 38.141-2-т тогтоосон. Энэ стандарт нь эдгээр баримт бичгийн илүүдэл цацаргалт, давтамж ба орон зайн тусгаарлалтад хамаарах шаардлагыг Монгол Улсын радио давтамжийн зохицуулалтын нөхцөлд хэрэглэх журмыг тогтооно.

Бааз станцыг дараах үндсэн үзүүлэлтээр ангилна:

- Давтамжийн муж (FR1, FR2);

- Шаардлагыг тодорхойлох лавлах цэг ба хэмжилтийн төрөл (BS төрөл 1-C, 1-H, 1-O, 2-O);
- Хамрах хүрээ ба чадлын ангилал (өргөн, дунд, орон нутгийн хүрээний BC);
- Антенны системийн бүтэц (AAS бус, AAS, нэгдмэл антентай, тархмал);
- Дуплекс горим (FDD, TDD, SDL, SUL);
- Сувгийн зурвасын өргөн ба зөөгчийн тохиргоо (нэг зөөгч, олон зөөгч, CA);
- Цацраг хэлбэржүүлэлт, MIMO ажиллагаа;
- Ашиглалтын орчин ба хамтран орших нөхцөл.

5.2 Хэрэглээний хязгаарлалт

Бааз станцыг зөвхөн Монгол Улсын радио давтамжийн үндэсний хуваарилалт, радио давтамжийн зурвас ашиглах тусгай зөвшөөрлийн нөхцөл, тухайн зурваст хамаарах эрх бүхий байгууллагын зохицуулалтын шийдвэр болон холбогдох олон улсын стандартын шаардлагад нийцүүлэн ашиглана. Бааз станцын ажлын давтамж, сувгийн зурвасын өргөн, дуплекс горим, гаралтын чадал, антенны үзүүлэлт, цацраг хэлбэржүүлэлтийн горим болон илүүдэл цацаргалтын түвшин нь эрх бүхий байгууллагаас зөвшөөрсөн техникийн нөхцлөөр тодорхойлогдоно.

Бааз станц (gNB)-ын хэрэглээнд дараах хязгаарлалт тавина:

- Зөвшөөрөгдсөн IMT/5G давтамжийн зурвасаас гадуур ажиллуулахгүй байх;
- Тусгай зөвшөөрөлд заасан сувгийн зурвасын өргөн, төв давтамж болон зөөгчийн давтамжийн зохион байгуулалтыг мөрдөх;
- FDD, TDD, SDL, SUL дуплекс горимыг зөвшөөрөгдсөн нөхцлийн дагуу ашиглах;
- TDD сүлжээний хувьд зэргэлдээ сүлжээтэй синхрончлол, кадрын бүтэц (DL/UL тохиргоо)-ийн нөхцлийг хангах;
- Зөвшөөрөгдсөн гаралтын чадал, EIRP, TRP болон чадлын хүлцлийг хэтрүүлэхгүй байх;
- ACLR, ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (OBUE), хуурамч цацаргалтын хязгаарыг хангах;
- AAS, массив MIMO болон цацраг хэлбэржүүлэлт ашиглах үед цацрагийн оргил, цацрагийн бүрхүүл, TRP/EIRP болон OTA хэмжилтийн шаардлагыг хангах;
- Хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх радио давтамжийн цахилгаан соронзон орны өртөлтийн зөвшөөрөгдөх хязгаарыг (холбогдох стандарт, дүрмийн дагуу) хангах;
- Зэргэлдээ радио систем, хиймэл дагуулын холбоо, радио релей, өргөн нэвтрүүлэг, утасгүй суурин холбоо, идэвхгүй үйлчилгээ болон бусад радио үйлчилгээнд хортой харилцан нөлөөлөл үүсгэхгүй байх;
- Ашиглалтад оруулах, өөрчлөх, шилжүүлэх, чадал нэмэгдүүлэх, зөөгчийн нэгтгэл идэвхжүүлэх болон антенны тохиргоо өөрчлөх үед 5.11-д заасны дагуу техникийн дахин үнэлгээ хийх.

5.3 Давтамжийн муж

Хүснэгт 3 – Давтамжийн мужийн ангилал

Давтамжийн муж	Давтамжийн хүрээ	Хэмжилтийн арга
FR1	410 МГц – 7125 МГц	Дамжуулалтын замын (BS төрөл 1-С, 1-Н) болон ОТА (BS төрөл 1-О) хэмжилт
FR2-1	24,25 ГГц – 52,6 ГГц	Зөвхөн ОТА хэмжилт (BS төрөл 2-О)
FR2-2	52,6 ГГц – 71 ГГц	Зөвхөн ОТА хэмжилт (BS төрөл 2-О)
FR1 + FR2 олон зурваст БС	FR1 болон FR2-ийг нэгэн зэрэг буюу тусдаа ашиглах систем	Давтамжийн тусгаарлалт, ОВUE, хуурамч цацаргалтыг давтамжийн муж тус бүрд тусад нь үнэлнэ

FR1 мужид сувгийн зурвасын өргөн, зэргэлдээ сувгийн нөлөөлөл, хүлээн авагчийн хаалт, TDD синхрончлол болон зэргэлдээ зурвасын хамтран орших нөхцлийг голлон анхаарна. FR2 мужид нарийн чиглэлтэй цацраг хэлбэржүүлэлт, ОТА хэмжилт, атмосферийн ба борооны унтралт, дохионы замын хаалт болон чадлын нягтын үнэлгээг нэмж авч үзнэ.

5.4 Бааз станцын төрөл

Шаардлагыг тодорхойлох лавлах цэг ба хэмжилтийн аргаар бааз станцыг Хүснэгт 4-д заасан төрөлд ангилна.

Хүснэгт 4 – Бааз станцын төрөл ба шаардлагын лавлагаа

БС төрөл	Давтамжийн муж	Тодорхойлолт	Шаардлагын лавлах цэг, хэмжилтийн арга
BS төрөл 1-С	FR1	Антенны холбогчтой, уламжлалт бүтэцтэй (AAS бус) бааз станц	Антенны холбогч; дамжуулалтын замын хэмжилт
BS төрөл 1-Н	FR1	Гибрид бүтэцтэй AAS бааз станц; TAB холбогчтой	TAB холбогч (дамжуулалтын зам) ба RIB (ОТА); хосолсон хэмжилт
BS төрөл 1-О	FR1	Нэгдмэл антентай буюу AAS бааз станц; RF холбогчгүй	RIB; зөвхөн ОТА хэмжилт
BS төрөл 2-О	FR2	Миллиметр долгионы (FR2) AAS бааз станц	RIB; зөвхөн ОТА хэмжилт

ТАЙЛБАР – BS төрөл 1-Н-ийн хувьд TAB холбогчийг үүр, цацрагт харгалзуулах арга нь хэрэгжүүлэлтийн онцлогоос хамаарна. BS төрөл 1-Н-ийн гаралтын чадал, илүүдэл цацаргалтын хязгаарыг масштаблахад 6.1-д заасан $N_{\text{TXU,counted}}$, $N_{\text{TXU,countedpercell}}$ утгыг хэрэглэнэ.

5.5 Хамрах хүрээ ба чадлын ангилал

Хүснэгт 5 – Бааз станцын хамрах хүрээ ба чадлын ангилал

Ангилал	БС–UE хоорондын хамгийн бага холболтын алдагдал	Ашиглалтын жишээ ба онцлог
Өргөн хүрээний БС (Wide Area BS, макро)	70 дБ	Цамхаг, дээвэр, өндөр байгууламж дээр байрлах, өргөн хамрах хүрээтэй станц; илүүдэл цацаргалт, орон зайн тусгаарлалт онцгой чухал
Дунд хүрээний БС (Medium Range BS, микро)	53 дБ	Хотын нягтрал өндөр бүс, гудамж, барилгын хананд байрлах дунд чадлын станц; зэргэлдээ системтэй ойр ажиллах магадлал өндөр
Орон нутгийн хүрээний БС (Local Area BS, пико)	45 дБ	Барилга доторх жижиг үүр, хувийн (кампусын) 5G сүлжээ; дотоод орчны хэмжилт, бага чадлын нөхцөл давамгайлна

Хувийн буюу кампусын (үйлдвэр, уурхай, их сургууль, боомт, тусгай бүс) 5G бааз станцыг тогтоосон чадлын ангиллаар нь дээрх ангиллын аль нэгэнд хамааруулж, хязгаарлагдмал газар нутагт хамтран орших нөхцлийг тусгайлан тодорхойлно.

5.6 Антенны систем, цацраг хэлбэржүүлэлт, MIMO

Хүснэгт 6 – Антенны системийн ангилал

Ангилал	Тодорхойлолт
AAS бус БС	Идэвхтэй антенны массивгүй, идэвхгүй антен ба RF холбогчтой, дамжуулалтын замаар хэмжих боломжтой уламжлалт бүтэцтэй бааз станц
AAS БС	Идэвхтэй антенны систем ашигласан, цацраг хэлбэржүүлэлт, массив MIMO дэмждэг бааз станц
Нэгдмэл антентай БС	Радио модуль ба антен нэгдмэл хийцтэй, ихэвчлэн ОТА хэмжилт шаарддаг бааз станц
Тархмал (CU/DU/RU) бүтэцтэй БС	Радио нэгж (RU)-ийг төвлөрсөн ба тархмал нэгжээс зайтай байрлуулсан систем; шаардлага радио нэгжид хамаарна

Хүснэгт 7 – Цацраг хэлбэржүүлэлт ба MIMO ажиллагааны ангилал

Ангилал	Тодорхойлолт
Тогтмол секторын цацраг	Уламжлалт сектор антентай адил тогтмол чиглэлтэй цацаргалт
Статик цацраг хэлбэржүүлэлт	Урьдчилан тохируулсан цацрагийн чиглэл бүхий ажиллагаа
Динамик цацраг хэлбэржүүлэлт	Хэрэглэгч, ачаалал, радио нөхцлөөс хамаарч цацрагийн чиглэл, хэлбэр өөрчлөгдөх ажиллагаа
Массив MIMO	Олон элементтэй AAS ашиглан орон зайн нягтруулга, цацрагийн чиглүүлэлт хийх ажиллагаа
Цацрагийн хайлт	SSB буюу синхрончлолын цацрагийг олон чиглэлд дарааллан дамжуулах ажиллагаа

ОТА хэмжилт хийх үед цацраг хэлбэржүүлэлтийн горимыг заавал тэмдэглэнэ, учир нь илүүдэл цацаргалтын түвшин зөвхөн нийт чадлаас бус цацрагийн чиглэл, өсгөлт, чиглүүлэлтийн өнцгөөс хамаарна.

5.7 Дуплекс горим, сувгийн зурвас, зөөгчийн тохиргоо

Хүснэгт 8 – Дуплекс горимын ангилал

Горим	Тодорхойлолт
FDD	Уруудах ба өгсөх шугам тусдаа давтамжийн зурваст нэгэн зэрэг ажиллана
TDD	Уруудах ба өгсөх шугам нэг давтамжийн зурвасыг хугацаагаар хуваан ашиглана
SDL, SUL	3GPP болон үндэсний давтамжийн хуваарилалтаар зөвшөөрсөн, зөвхөн уруудах (SDL) эсвэл зөвхөн өгсөх (SUL) шугамын нэмэлт зурвас

TDD системийн синхрончлолын нөхцөл, DL/UL слотын тохиргоо, зэргэлдээ операторын TDD тохиргоог давтамжийн болон орон зайн тусгаарлалтын тооцоонд оруулна.

Хүснэгт 9 – Сувгийн зурвас ба зөөгчийн тохиргооны ангилал

Ангилал	Тодорхойлолт
Нэг зөөгчтэй БС	Нэг NR зөөгч дамжуулах бааз станц
Нэг зурвас доторх залгаа CA	Нэг ажлын зурваст залгаа байрлах зөөгчүүдийн нэгтгэл
Нэг зурвас доторх залгаа бус CA	Нэг ажлын зурваст залгаа бус байрлах зөөгчүүдийн нэгтгэл (дэд блокийн завсартай)
Зурвас хоорондын CA	Өөр өөр ажлын зурвасын зөөгчүүдийн нэгтгэл
Олон зурваст БС	Хэд хэдэн ажлын зурваст нэг холбогч (RIB)-оор ажиллах бааз станц (РД зурвас хоорондын завсартай)

Энэ ангилал нь OBUE-ийн зааг, ACLR, хуурамч цацаргалтыг хэмжих давтамжийн хүрээ болон дэд блокийн завсар, РД зурвас хоорондын завсар дахь хязгаарыг тогтооход шууд хэрэглэгдэнэ. NR-ийн ажлын зурвас, сувгийн зурвасын өргөн ба дэд зөөгчийн зайн хослолыг Д хавсралтад мэдээллийн зорилгоор үзүүлэв.

5.8 Ашиглалтын орчин

Хүснэгт 10 – Бааз станцын ашиглалтын орчны ангилал

Орчин	Тодорхойлолт
Гадна орчны макро байршил	Цамхаг, дээвэр, өндөр байгууламж дээр байрлах
Гадна орчны жижиг үүр	Гудамжны гэрэл, шон, барилгын хананд байрлах
Дотор орчны БС	Барилга, худалдааны төв, сургууль, оффис дотор ашиглах
Тусгай зориулалтын хувийн 5G	Уурхай, үйлдвэр, агуулах, боомт, төмөр зам, эрчим хүчний байгууламж
FWA зориулалтын БС	Суурин утасгүй хандалтын буюу суурин утасгүй өргөн зурвасын үйлчилгээ

5.9 Хэмжилт, үнэлгээнд хэрэглэх ажиллагааны нөхцөл

Бааз станцын хэмжилт, үнэлгээг Хүснэгт 11-д заасан ажиллагааны нөхцлийг тодорхойлж, бүртгэсний үндсэн дээр гүйцэтгэнэ.

Хүснэгт 11 – Хэмжилт, үнэлгээнд тодорхойлох ажиллагааны нөхцөл

Үзүүлэлт	Тодорхойлох шаардлага
Ажлын зурвас	3GPP зурвасын дугаар болон үндэсний зөвшөөрөгдсөн давтамжийн зурвас
Зөөгч давтамж	Төв давтамж (NR-ARFCN), сувгийн доод, дунд, дээд байрлал (B, M, T)
Сувгийн зурвасын өргөн	5G NR сувгийн зурвасын өргөн, дэмждэг хамгийн бага ба хамгийн их утга
Дэд зөөгчийн зай	15, 30, 60, 120, 240 кГц гэх мэт тухайн зурваст зөвшөөрөгдөх утга
Дуплекс горим	FDD, TDD (DL/UL тохиргоо), SDL, SUL
Хамгийн их гаралтын чадал	Холбогч дээрх дамжуулсан чадал ($P_{\text{rated,c,AC}}$, $P_{\text{rated,c,TABC}}$), TRP ($P_{\text{rated,c,TRP}}$) эсвэл EIRP
Антенны тохиргоо	Антенны тоо, өсгөлт, туйлшрал, азимут, хазайлт, өндөр
Цацраг хэлбэржүүлэлтийн горим	Статик, динамик, массив MIMO; цацрагийн оргилын чиглэл, ОТА бүрхэлтийн хүрээ
Туршилтын загвар, ачаалал	NR-FR1-TM, NR-FR2-TM туршилтын загвар; туршилтын үед ашигласан ачааллын нөхцөл
Зөөгчийн нэгтгэл	Ашигласан эсэх, ямар зурвас, зөөгчүүд орсон, дэд блокийн завсрын хэмжээ
Хамтран орших нөхцөл	Нэг байршилд хамт байрласан бусад радио систем, тэдгээрийн давтамж

Туршилтын нөхцлийг сонгохдоо бааз станцын дэмждэг FR1 эсвэл FR2 зурвас; сувгийн хамгийн бага, дунд, хамгийн их төв давтамж; дэмждэг хамгийн бага, дунд, хамгийн их сувгийн зурвасын өргөн; FDD, TDD, SDL, SUL горим; нэг зөөгч, олон зөөгч ба зөөгчийн нэгтгэл; хамгийн их зөвшөөрөгдөх дамжуулах чадал; бүх нэвтрүүлэгчийн модуль хэвийн ажиллагаатай нөхцөл; AAS-ийн хувьд цацрагийн оргил, цацрагийн бүрхүүл ба шаардлагатай цацрагийн чиглүүлэлтийн чиглэлүүд; антенны дэмждэг бүх туйлшрал ба антенны тохиргоог харгалзана.

Олон зөөгч болон зөөгчийн нэгтгэлийн үед бааз станцын РД зурвасын өргөний байрлалыг ажлын зурвасын доод (B_{RFBW}), дунд (M_{RFBW}), дээд (T_{RFBW}) хэсэгт, олон зурваст ажиллагааны үед зурвасын хослолын захын байрлалд ($B_{\text{RFBW}}T_{\text{RFBW}}$, $B'_{\text{RFBW}}T_{\text{RFBW}}$) 3GPP TS 38.141-1 (-2)-ын 4.9.1-д заасны дагуу туршина.

5.10 Хамтран орших нөхцөл

Давтамжийн болон орон зайн тусгаарлалтыг тооцохдоо Хүснэгт 12-д заасан нөхцлийг заавал тодорхойлно.

Хүснэгт 12 – Бааз станцын хамтран орших нөхцөл

Нөхцөл	Тодорхойлолт
Зэргэлдээ системийн төрөл	GSM, UTRA, LTE, 5G NR, радио релей, хиймэл дагуулын холбооны газрын станц, радар, өргөн нэвтрүүлэг, идэвхгүй үйлчилгээ гэх мэт
Давтамжийн байрлал	Зэргэлдээ зурвас, зэргэлдээ суваг, хос суваг, ойролцоо зурваст байгаа эсэх
Хамгаалагдах системийн хүлээн авагчийн үзүүлэлт	Хүлээн авагчийн зурвасын өргөн, ACS, хаалтын үзүүлэлт, лавлах мэдрэх чадал
Байршлын нөхцөл	Хамт байрласан (co-located), зэрэгцээ байрласан, дотор, гадна орчин, дээвэр, цамхаг; антенны өндөр, хоорондын зай, чиглэл
Замын алдагдлын загвар	ITU-R P.452, ITU-R P.1411, ITU-R P.2108, ITU-R P.676 зэрэг зөвлөмжийн тархалтын загвараас орчин, зай, давтамжид тохируулан сонгох
Хамгаалалтын шалгуур	I/N, C/I, SINR-ийн бууралт, ACIR, хамгаалалтын харьцаа α зэрэг үзүүлэлт

5.11 Дахин үнэлгээ хийх нөхцөл

Дараах өөрчлөлт гарвал бааз станцын давтамжийн тусгаарлалт, орон зайн тусгаарлалт болон илүүдэл цацаргалтын үнэлгээг дахин хийнэ:

- Шинэ ажлын давтамжийн зурвас нэмэх;
- Сувгийн зурвасын өргөн, зөөгчийн давтамж өөрчлөх;
- Зөөгчийн нэгтгэл идэвхжүүлэх буюу тохиргоог өөрчлөх;
- Гаралтын чадал, EIRP, TRP нэмэгдэх;
- Антенны өсгөлт, хазайлт, азимут, өндөр өөрчлөгдөх;
- AAS буюу цацраг хэлбэржүүлэлтийн тохиргоо өөрчлөгдөх;
- TDD DL/UL тохиргоо, синхрончлолын нөхцөл өөрчлөгдөх;
- Байршил (сайт) өөрчлөгдөх;
- Зэргэлдээ радио систем шинээр ашиглалтад орох, эсвэл хамт байрласан радио төхөөрөмж нэмэгдэх.

6 Нэвтрүүлэгчийн үндсэн үзүүлэлтэд тавих шаардлага**6.1 Ерөнхий зүйл**

Энэ бүлгийн шаардлагыг BS төрөл 1-C-ийн хувьд антенны холбогч дээр, BS төрөл 1-H-ийн хувьд TAB холбогч дээр дамжуулалтын замаар тодорхойлно. BS төрөл 1-O, 2-O-ийн хувьд эдгээр үзүүлэлтэд харгалзах OTA шаардлагыг (цацруулсан дамжуулах чадал, OTA гаралтын чадал, OTA давтамжийн алдаа, OTA модуляцын чанар, OTA TAE) 3GPP TS 38.104-ийн 9-р бүлэг, туршилтын аргыг 3GPP TS 38.141-2-ын 6-р бүлгийн дагуу цацаргалтын интерфэйсийн зааг дээр EIRP буюу TRP-ээр тодорхойлно.

BS төрөл 1-H-ийн гаралтын чадал, илүүдэл цацаргалтын хязгаарыг масштаблахад тооцох идэвхтэй нэвтрүүлэгчийн нэгжийн тоог (1), нэг үүрт харгалзах нэвтрүүлэгчийн нэгжийн тоог (2) томъёогоор тодорхойлно:

$$N_{\text{TXU, counted}} = \min(N_{\text{TXU, active}}, 8 \times N_{\text{cells}}) \quad (1)$$

$$N_{\text{TXU,countedpercell}} = \frac{N_{\text{TXU,counted}}}{N_{\text{cells}}} \quad (2)$$

ТАЙЛБАР – $N_{\text{TXU,active}}$ нь бодитоор ажиллаж буй нэвтрүүлэгчийн нэгжийн тооноос хамаарах бөгөөд N_{cells} -ийн зарласан утгаас хамаарахгүй. BS төрөл 1-Н-ийн хязгаарыг масштаблах утга $X = 10 \lg(N_{\text{TXU,countedpercell}})$.

BS төрөл 1-Н-ийн хувьд n46, n100, n101, n102 давтамжийн зурваст шаардлага тогтоогоогүй.

6.2 Бааз станцын гаралтын чадал

BS төрөл 1-С-ийн зөөгчийн нэрлэсэн гаралтын чадал нь Хүснэгт 13-д, BS төрөл 1-Н-ийн зөөгчийн нэрлэсэн гаралтын чадал нь Хүснэгт 14-д заасан хязгаарт нийцсэн байна.

Хүснэгт 13 – BS төрөл 1-С-ийн ангиллаар тогтоосон нэрлэсэн гаралтын чадлын хязгаар

Бааз станцын ангилал	$P_{\text{rated,c,AC}}$
Өргөн хүрээний БС	Тайлбарыг үзнэ үү
Дунд хүрээний БС	≤ 38 дБм
Орон нутгийн хүрээний БС	≤ 24 дБм
ТАЙЛБАР – Өргөн хүрээний бааз станцын нэрлэсэн гаралтын чадал $P_{\text{rated,c,AC}}$ -д дээд хязгаар тогтоогоогүй.	

Хүснэгт 14 – BS төрөл 1-Н-ийн ангиллаар тогтоосон нэрлэсэн гаралтын чадлын хязгаар

Бааз станцын ангилал	$P_{\text{rated,c,sys}}$	$P_{\text{rated,c,TABC}}$
Өргөн хүрээний БС	Тайлбарыг үзнэ үү	Тайлбарыг үзнэ үү
Дунд хүрээний БС	≤ 38 дБм + $10 \lg(N_{\text{TXU,counted}})$	≤ 38 дБм
Орон нутгийн хүрээний БС	≤ 24 дБм + $10 \lg(N_{\text{TXU,counted}})$	≤ 24 дБм
ТАЙЛБАР – Өргөн хүрээний бааз станцын системийн нэрлэсэн гаралтын чадал $P_{\text{rated,c,sys}}$ болон TAB холбогчийн нэрлэсэн гаралтын чадал $P_{\text{rated,c,TABC}}$ -д дээд хязгаар тогтоогоогүй.		

Спектрийг хуваалцан ашиглах горимд ажиллах үед бааз станц нь эрх бүхий байгууллагаас тухайн бүс нутагт тогтоосон чадлын хязгаарыг мөн хангана.

Чадлын хүлцэл. Хэвийн нөхцөлд үйлдвэрлэгчийн зарласан нэрлэсэн зөөгчийн гаралтын чадал ($P_{\text{rated,c,AC}}$, BS төрөл 1-Н-ийн хувьд TAB холбогч бүрд $P_{\text{rated,c,TABC}}$)-аас хамгийн их гаралтын чадал ($P_{\text{max,c,AC}}$, $P_{\text{max,c,TABC}}$)-ын хазайлт +2 дБ-ээс ихгүй, –2 дБ-ээс багагүй байна.

Радио давтамжийн элементийн чадлын удирдлагын динамик муж гэдэг нь тодорхойлсон лавлах нөхцөлд гаралтын чадлын хамгийн их утгатай ($P_{\text{max,c,AC}}$ эсвэл $P_{\text{max,c,TABC}}$) үед нөөцийн элемент (RE)-ийн чадал болон бааз станцын нөөцийн элементийн дундаж чадлын хоорондох зөрүү юм. Энэ шаардлага нь ажлын зурваст дамжуулалт хийх антенны холбогч (BS төрөл 1-С) эсвэл TAB холбогч (BS төрөл 1-Н) бүрд хамаарна; хязгаарын утгыг 3GPP TS 38.104-ийн 6.3.2-ын дагуу авна.

6.3 Нэвтрүүлэгчийн унтраалттай үеийн чадал

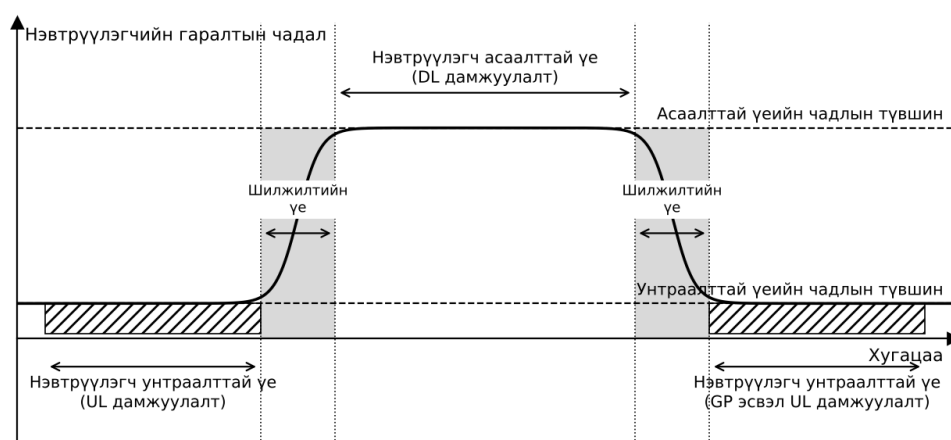
Нэвтрүүлэгчийн унтраалттай үеийн чадалд тавих шаардлага нь зөвхөн TDD горимд хамаарна. Нэвтрүүлэгчийн унтраалттай үеийн чадлыг нэвтрүүлэгч унтраалттай байх хугацаанд, бааз станцын дамжуулалтын зурвасын өргөний тохиргоо (BW_{Config})-той тэнцүү зурвасын өргөнтэй тэгш өнцөгт шүүлтүүрийг сувгийн төв давтамжид төвлөрүүлэн шүүсэн дохионы чадлыг $70/N$ мкс хугацаанд дундажлан хэмжсэн утгаар тодорхойлно. Энд $N = \text{SCS}/15$, SCS нь дэд зөөгчийн зай, кГц.

Нэг зурвас доторх залгаа зөөгчийн нэгтгэл (CA)-ийг дэмждэг бааз станцын хувьд шүүлтүүрийн зурвасын өргөнийг нэгтгэсэн сувгийн зурвасын өргөн ($BW_{\text{Channel, CA}}$)-тэй тэнцүү авч, $(f_{\text{edge, high}} + f_{\text{edge, low}})/2$ давтамжид төвлөрүүлнэ; $N = SCS/15$, SCS нь дэмжигдсэн дэд зөөгчийн хамгийн бага зай. Олон зурваст ажиллах холбогчийн хувьд шаардлагыг дэмжигдсэн бүх ажлын зурваст хэрэглэнэ.

BS төрөл 1-С-ийн хувьд нэвтрүүлэгчийн унтраалттай үеийн чадлын спектрийн нягт нь антенны холбогч бүрд, BS төрөл 1-Н-ийн хувьд TAB холбогч бүрд -85 дБм/МГц-ээс бага байна.

6.4 Нэвтрүүлэгчийн шилжилтийн үе

Нэвтрүүлэгчийн шилжилтийн үед тавих шаардлага нь зөвхөн TDD горимд хамаарна. Нэвтрүүлэгчийн шилжилтийн үе гэдэг нь нэвтрүүлэгч унтраалттай үеэс асаалттай үед, эсхүл асаалттай үеэс унтраалттай үед шилжихэд зарцуулагдах хугацааг хэлнэ (Зураг 1).



Зураг 1 – Нэвтрүүлэгчийн асаалттай үе, унтраалттай үе болон шилжилтийн үеийн харилцан хамаарлын жишээ

BS төрөл 1-С, 1-Н-ийн нэвтрүүлэгчийн шилжилтийн үеийн үргэлжлэх хугацаа нь Хүснэгт 15-д заасан утгаас бага байна.

Хүснэгт 15 – Нэвтрүүлэгчийн шилжилтийн үеийн үргэлжлэх хугацаанд тавих шаардлага

Шилжилт	Шилжилтийн үеийн үргэлжлэх хугацаа, мкс
Унтраалттай үеэс асаалттай үед шилжих	10
Асаалттай үеэс унтраалттай үед шилжих	10

6.5 Давтамжийн алдаа

Давтамжийн алдаа гэдэг нь бааз станцын бодит дамжуулах давтамж болон хуваарилсан давтамжийн зөрүү юм. Радио давтамж болон өгөгдлийн цагийн дохиог үүсгэхэд нэг ижил эх үүсвэрийг ашиглана. Шаардлагыг нэвтрүүлэгч асаалттай байх хугацаанд, ажлын зурваст дамжуулалт хийх антенны холбогч (BS төрөл 1-С) эсвэл TAB холбогч бүрд (BS төрөл 1-Н) хэрэглэнэ.

Бааз станцад тохируулсан NR зөөгч бүрийн модуляцлагдсан зөөгчийн давтамжийн алдаа нь 1 мс-ийн хугацаанд ажиглахад Хүснэгт 16-д заасан хязгаарт байна.

Хүснэгт 16 – Давтамжийн алдааны хязгаар

Бааз станцын ангилал	Давтамжийн нарийвчлал
Өргөн хүрээний БС	$\pm 0,05$ ppm
Дунд хүрээний БС	$\pm 0,1$ ppm
Орон нутгийн хүрээний БС	$\pm 0,1$ ppm

6.6 Модуляцын чанар

Модуляцын чанарыг хэмжсэн зөөгчийн дохио болон идеал дохионы хоорондох зөрүүгээр тодорхойлж, алдааны векторын хэмжээ (EVM)-ээр илэрхийлнэ. EVM нь тэнцүүлэлтийн дараах идеал тэмдэгтүүд болон хэмжсэн тэмдэгтүүдийн хоорондох зөрүү (алдааны вектор)-г хэмжих үзүүлэлт юм. EVM-ийг тодорхойлох аргыг 3GPP TS 38.141-1-ийн В хавсралт (OTA-ийн хувьд 3GPP TS 38.141-2-ын В хавсралт)-д заасан.

BS төрөл 1-С, 1-Н-ийн хувьд PDСН сувгаар өөр өөр модуляцын схем ашиглан дамжуулах NR зөөгч бүрийн EVM нь Хүснэгт 17-д заасан хязгаарыг хангасан байна. Хэмжилтийг 3GPP TS 38.141-1-ийн 4.9.2-т заасан туршилтын загвар (NR-FR1-TM 2, 2a, 2b, 3.1, 3.1a, 3.1b, 3.2, 3.3)-ыг ашиглан гүйцэтгэнэ.

Хүснэгт 17 – Зөөгчид тавих EVM-ийн шаардлага

PDСН сувгийн модуляцын схем	EVM-ийн зөвшөөрөгдөх дээд утга
QPSK	17,5 %
16QAM	12,5 %
64QAM	8 %
256QAM	3,5 %
1024QAM (4,2 ГГц ба түүнээс доош)	2,5 %
1024QAM (4,2 ГГц-ээс дээш)	2,8 %

ТАЙЛБАР – LP-WUS дохионы дамжуулалтын чанарыг NR бааз станцад NR дохиог дамжуулах үед хангана.

6.7 Хугацааны синхрончлолын алдаа

Энэ шаардлага нь MIMO дамжуулалт, зөөгчийн нэгтгэл болон эдгээрийг хослуулан ашиглах үеийн кадрын хугацааны синхрончлолд хамаарна. Бааз станцын нэвтрүүлэгчийн антенны холбогч эсвэл TAB холбогч дээрх NR дохионы кадрууд хугацааны хувьд бүрэн давхцахгүй байж болно.

Хугацааны синхрончлолын алдаа (TAE)-г тодорхой дохионы багц, нэвтрүүлэгчийн тохиргоо болон дамжуулалтын горимд үндэслэн тодорхойлно. BS төрөл 1-С-ийн хувьд TAE нь өөр өөр антенны холбогчид холбогдсон аливаа хоёр дохионы хугацааны зөрүүний хамгийн их утга; BS төрөл 1-Н-ийн хувьд нэвтрүүлэгч-хүлээн авагчийн нэгжийн зааг дээр өөр өөр нэвтрүүлэгчийн бүлэгт харгалзах TAB холбогчид холбогдсон аливаа хоёр дохионы хугацааны зөрүүний хамгийн их утга байна.

Хүснэгт 18 – Хугацааны синхрончлолын алдааны хязгаар (BS төрөл 1-С, 1-Н)

Дамжуулалтын горим	Хамгийн бага шаардлага (3GPP TS 38.104)	Туршилтын шаардлага (3GPP TS 38.141-1)
ММО дамжуулалт (зөөгч давтамж бүрд)	65 нс	90 нс
Нэг зурвас доторх залгаа СА (ММО-той эсвэл ММО-гүй)	260 нс	285 нс
Нэг зурвас доторх залгаа бус СА (ММО-той эсвэл ММО-гүй)	3 мкс	3,025 мкс
Зурвас хоорондын СА (ММО-той эсвэл ММО-гүй)	3 мкс	3,025 мкс

ТАЙЛБАР – Туршилтын шаардлага нь хамгийн бага шаардлагыг туршилтын системийн тодорхойгүй байдлын дээд утга (ТАЕ-ийн хувьд ± 25 нс)-аар сулруулсан утга юм (11.1-ийг үзнэ үү).

7 Илүүдэл цацаргалтын хязгаар**7.1 Ерөнхий зүйл**

Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн тодорхойлолтоор илүүдэл цацаргалт нь зурвасын гаднах цацаргалт болон хуурамч цацаргалтаас бүрдэнэ. Зурвасын гаднах цацаргалт нь модуляцын процесс болон нэвтрүүлэгчийн шугаман бус ажиллагааны улмаас сувгийн зурвасын өргөний шууд гадна талд үүсэх цацаргалт бөгөөд хуурамч цацаргалт үүнд хамаарахгүй. Хуурамч цацаргалт нь гармоник, паразит цацаргалт, интермодуляц, давтамжийн хувиргалтын бүтээгдэхүүн зэрэг нэвтрүүлэгчийн хүсээгүй нөлөөллөөс үүсэх цацаргалт бөгөөд зурвасын гаднах цацаргалт үүнд хамаарахгүй.

5G NR бааз станцын нэвтрүүлэгчийн зурвасын гаднах цацаргалтын шаардлагыг зэргэлдээ сувгийн алдагдлын харьцаа (ACLR) болон ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (OBUE) гэсэн хоёр үзүүлэлтээр тогтооно. OBUE нь бааз станцын дэмждэг уруудах шугамын ажлын зурвас бүр болон түүний доод захаас Δf_{OBUE} -ээр доош, дээд захаас Δf_{OBUE} -ээр дээш хүртэлх давтамжийн муж дахь бүх илүүдэл цацаргалтыг хамарна. Энэ мужаас гаднах илүүдэл цацаргалтыг хуурамч цацаргалтын шаардлагаар хязгаарлана. Δf_{OBUE} -ийн утгыг Хүснэгт 19-д заасан.

Хүснэгт 19 – Уруудах шугамын ажлын зурвасаас гадагш OBUE-ийн хамгийн их шилжилт Δf_{OBUE}

БС төрөл	Ажлын зурвасын өргөн ($F_{DL,high} - F_{DL,low}$)	Δf_{OBUE} , МГц
BS төрөл 1-С	≤ 200 МГц	10
BS төрөл 1-С	200 МГц-ээс их, 900 МГц хүртэл	40
BS төрөл 1-Н	100 МГц-ээс бага	10
BS төрөл 1-Н	100 МГц-ээс 900 МГц хүртэл	40
BS төрөл 1-О	100 МГц-ээс бага	10
BS төрөл 1-О	100 МГц-ээс 900 МГц хүртэл	40
BS төрөл 2-О	≤ 4000 МГц	1500
BS төрөл 2-О	4000 МГц-ээс их, 14000 МГц хүртэл	3500
ТАЙЛБАР 1 – n46, n102 зурваст $\Delta f_{OBUE} = 40$ МГц, n96 зурваст 50 МГц, n104 зурваст BS төрөл 1-С-д 40 МГц, BS төрөл 1-Н, 1-О-д 100 МГц байна (3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.1-1a, 6.6.1-1b; 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.1-1).		
ТАЙЛБАР 2 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.1-1; 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.1-1.		

Бааз станцын илүүдэл цацаргалтын хязгаарыг дараах зарчмаар хэрэглэнэ:

- 1) Зэргэлдээ сувгийн цацаргалтад ACLR-ийн хязгаарыг хэрэглэнэ;
- 2) Уруудах шугамын ажлын зурвас $\pm \Delta f_{\text{OBUE}}$ муж дахь, сувгийн зурвасын өргөний гаднах цацаргалтад OBUE-ийн хязгаарыг хэрэглэнэ;
- 3) OBUE-ийн мужаас гаднах цацаргалтад хуурамч цацаргалтын хязгаарыг хэрэглэнэ;
- 4) RF холбогчтой бааз станц (BS төрөл 1-C, 1-H)-д дамжуулалтын замын хязгаарыг, нэгдмэл антентай буюу AAS бааз станц (BS төрөл 1-O, 2-O)-д OTA (TRP-д суурилсан) хязгаарыг хэрэглэнэ;
- 5) 3GPP TS 38.104-т тусгайлан заасан хязгаар нь Зөвлөмж ITU-R SM.329, ITU-R SM.1541-ийн ерөнхий хязгаараас давуу хэрэглэгдэнэ; 3GPP-д тусгайлан заагаагүй давтамжийн муж, хамтран орших нөхцөл, үндэсний зохицуулалтын нэмэлт шаардлагын хувьд ITU-R-ийн ерөнхий зарчмыг хэрэглэнэ (7.6-г үзнэ үү);
- 6) Хамтран орших радио үйлчилгээний хамгаалалтын шаардлагаас үүдэх илүү хатуу хязгаарыг эрх бүхий байгууллага тухайн зурвасын хувьд нэмж тогтоож болно.

А ба В ангилал. OBUE болон хуурамч цацаргалтын хязгаарыг А ангилал эсвэл В ангиллаар хэрэглэх бөгөөд аль нэг ангиллыг сонгосон бол OBUE болон хуурамч цацаргалтын аль алинд ижил ангиллыг хэрэглэнэ. Монгол Улсын нутаг дэвсгэрт ашиглах бааз станцад эрх бүхий байгууллага тухайн давтамжийн зурвасын зохицуулалтын нөхцөлд өөрөөр заагаагүй бол В ангиллын хязгаарыг хэрэглэнэ.

Бүх илүүдэл цацаргалтын шаардлагыг нэвтрүүлэгчийн төрөл (нэг зөөгч, олон зөөгч), үйлдвэрлэгчийн тодорхойлсон бүх дамжуулалтын горимд, нэвтрүүлэгч асаалттай байх хугацаанд хэрэглэнэ. Залгаа бус спекрт ажиллах бааз станцын хувьд шаардлагыг дэд блокийн завсар дотор, олон зурваст ажиллах холбогч (RIB)-ийн хувьд РД зурвас хоорондын завсар дотор мөн хэрэглэнэ. Өөрөөр заагаагүй бол бүх шаардлагыг дундаж (RMS) чадлаар хэмжинэ.

7.2 Эзэлсэн зурвасын өргөн

Зөөгч бүрийн эзэлсэн зурвасын өргөн нь 3GPP TS 38.104-ийн Хүснэгт 5.3.5-1 (FR2-ийн хувьд 5.3.5-2)-т тодорхойлсон тухайн сувгийн зурвасын өргөнөөс бага байна. Залгаа зөөгчийн нэгтгэлийн хувьд эзэлсэн зурвасын өргөн нь нэгтгэсэн бааз станцын сувгийн зурвасын өргөнөөс ихгүй байна. Шаардлагыг нэвтрүүлэгч асаалттай үед, нэг зөөгчийн дамжуулалтад хэрэглэнэ.

7.3 Зэргэлдээ сувгийн алдагдлын харьцаа (ACLR)

ACLR-ийг хуваарилсан сувгийн давтамжид төвлөрсөн, дамжуулалтын зурвасын өргөний тохиргоо (BW_{Config})-той тэнцүү тэгш өнцөгт шүүлтүүрээр хэмжсэн дундаж чадлыг зэргэлдээ сувгийн давтамжид төвлөрсөн шүүлтүүрээр хэмжсэн дундаж чадалд харьцуулан тодорхойлно (3):

$$ACLR = 10 \lg \frac{P_{\text{wanted}}}{P_{\text{adjacent}}} \quad (3)$$

P_{wanted} – хуваарилсан сувгийн шүүлтүүрээр хэмжсэн дундаж чадал;

P_{adjacent} – зэргэлдээ сувгийн шүүлтүүрээр хэмжсэн дундаж чадал.

Хос ба хосгүй спекрт ажиллах FR1 бааз станцын ACLR нь Хүснэгт 20-д заасан утгаас их байна. ACLR-ийн хамгийн бага шаардлага нь 45 дБ (3GPP TS 38.104) бөгөөд Хүснэгт 20-д

заасан утга нь үүнийг туршилтын хүлцлээр ($BW_{\text{Channel}} \leq 20$ МГц: 0,8 дБ; $BW_{\text{Channel}} > 20$ МГц: 1,2 дБ) сулруулсан туршилтын шаардлага юм.

Хүснэгт 20 – Бааз станцын ACLR-ийн хязгаар (FR1, BS төрөл 1-С, 1-Н)

Дамжуулсан хамгийн доод (дээд) NR зөөгчийн сувгийн зурвасын өргөн BW_{Channel} , МГц	Зэргэлдээ сувгийн төв давтамжийн шилжилт (хамгийн доод зөөгчөөс доош, хамгийн дээд зөөгчөөс дээш)	Тооцсон зэргэлдээ сувгийн зөөгч (мэдээллийн)	Зэргэлдээ сувгийн давтамж дээрх шүүлтүүр ба түүний зурвасын өргөн	ACLR-ийн хязгаар
3, 5, 10, 15, 20	BW_{Channel}	Ижил BW -тэй NR (Тайлбар 2)	Тэгш өнцөгт (BW_{Config})	44,2 дБ
3, 5, 10, 15, 20	$2 \times BW_{\text{Channel}}$	Ижил BW -тэй NR (Тайлбар 2)	Тэгш өнцөгт (BW_{Config})	44,2 дБ
3, 5, 10, 15, 20	$BW_{\text{Channel}}/2 + 2,5$ МГц	5 МГц E-UTRA	Тэгш өнцөгт (4,5 МГц)	44,2 дБ (Тайлбар 3)
3, 5, 10, 15, 20	$BW_{\text{Channel}}/2 + 7,5$ МГц	5 МГц E-UTRA	Тэгш өнцөгт (4,5 МГц)	44,2 дБ (Тайлбар 3)
25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100	BW_{Channel}	Ижил BW -тэй NR (Тайлбар 2)	Тэгш өнцөгт (BW_{Config})	43,8 дБ
25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100	$2 \times BW_{\text{Channel}}$	Ижил BW -тэй NR (Тайлбар 2)	Тэгш өнцөгт (BW_{Config})	43,8 дБ
25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100	$BW_{\text{Channel}}/2 + 2,5$ МГц	5 МГц E-UTRA	Тэгш өнцөгт (4,5 МГц)	43,8 дБ (Тайлбар 3)
25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100	$BW_{\text{Channel}}/2 + 7,5$ МГц	5 МГц E-UTRA	Тэгш өнцөгт (4,5 МГц)	43,8 дБ (Тайлбар 3)
ТАЙЛБАР 1 – BW_{Channel} ба BW_{Config} нь хуваарилсан сувгийн давтамж дээр дамжуулсан хамгийн доод (дээд) NR зөөгчийн сувгийн зурвасын өргөн ба дамжуулалтын зурвасын өргөний тохиргоо.				
ТАЙЛБАР 2 – Хамгийн их дамжуулалтын зурвасын өргөний тохиргоо (BW_{Config})-г өгөх дэд зөөгчийн зайтай.				
ТАЙЛБАР 3 – Тухайн зурвасыг E-UTRA эсвэл UTRA-д мөн тодорхойлсон тохиолдолд хэрэглэнэ.				
ТАЙЛБАР 4 – n104 зурваст ажиллах БС-д 37,2 дБ (36,8 дБ)-ийн шаардлага хэрэглэнэ. n46, n96, n102 зурваст ажиллах БС-ийн ACLR-ийн хязгаар 35 дБ (BW_{Channel} шилжилт), 40 дБ ($2 \times BW_{\text{Channel}}$ шилжилт) байна.				
ТАЙЛБАР 5 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.3.5.2-1, 6.6.3.5.2-1a.				

ACLR-ийн харьцангуй хязгаар эсвэл Хүснэгт 21-д заасан абсолют үндсэн хязгаарын аль хатуу бус нь хангагдсан бол шаардлага хангасанд тооцно.

Хүснэгт 21 – ACLR-ийн абсолют үндсэн хязгаар

БС ангилал	Дамжуулалтын замын хязгаар (BS төрөл 1-С)	ОТА хязгаар (BS төрөл 1-О, TRP)
А ангиллын өргөн хүрээний БС	-13 дБм/МГц	-4 дБм/МГц
В ангиллын өргөн хүрээний БС	-15 дБм/МГц	-6 дБм/МГц
Дунд хүрээний БС	-25 дБм/МГц	-16 дБм/МГц
Орон нутгийн хүрээний БС	-32 дБм/МГц	-23 дБм/МГц
ТАЙЛБАР 1 – BS төрөл 1-Н-ийн хувьд абсолют үндсэн хязгаар + X ($X = 10 \lg N_{\text{TXU, counted per cell}}$)-ийг ТАВ холбогчийн TX хамгийн бага үүрийн бүлэг бүрд хэрэглэнэ.		
ТАЙЛБАР 2 – BS төрөл 1-О-ийн ОТА хязгаар нь дамжуулалтын замын үндсэн хязгаарыг 9 дБ-ийн масштаблах утгаар нэмэгдүүлсэн утга бөгөөд RIB дээр TRP-ээр тодорхойлно.		
ТАЙЛБАР 3 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.3.5.2-2; 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.3.5.1-2.		

Залгаа бус спектрт болон олон зурваст ажиллах бааз станцын хувьд дэд блокийн завсар болон РД зурвас хоорондын завсар дотор ACLR эсвэл хуримтлагдсан ACLR (CACLR)-ийн шаардлагыг завсрын өргөн W_{gap} -аас хамааруулан 3GPP TS 38.141-1-ийн Хүснэгт 6.6.3.5.2-3 ... 6.6.3.5.2-5-ын дагуу хэрэглэнэ.

BS төрөл 1-О-ийн OTA ACLR нь RIB дээр TRP-ээр тодорхойлогдох бөгөөд 3 ГГц хүртэл 44 дБ, 3 ГГц-ээс 6 ГГц хүртэл 43,8 дБ, 6 ГГц-ээс 7,125 ГГц хүртэл 36,8 дБ-ээс бага байж болохгүй (3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.3.5.1-1). BS төрөл 2-О-ийн OTA ACLR нь 24,25 ГГц – 33,4 ГГц мужид 25,7 дБ, 37 ГГц – 43,5 ГГц мужид 23,4 дБ, 43,5 ГГц – 48,2 ГГц мужид 23,2 дБ, 52,6 ГГц – 71 ГГц мужид 19,4 дБ-ээс бага байж болохгүй (3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.3.5.2-1).

7.4 Ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (OBUE)

OBUE-ийн хязгаарыг FR1-ийн хувьд дэмжигдсэн уруудах шугамын ажлын зурвас бүрийн доод давтамжаас Δf_{OBUE} -ээр доош, дээд давтамжаас Δf_{OBUE} -ээр дээш хүртэл тодорхойлно. Хязгаарыг дараах хэмжигдэхүүнээр илэрхийлнэ:

- Δf – сувгийн захын давтамж ба зөөгчийн давтамжид хамгийн ойр байрлах хэмжилтийн шүүлтүүрийн нэрлэсэн –3 дБ цэгийн хоорондох зай;
- f_{offset} – сувгийн захын давтамж ба хэмжилтийн шүүлтүүрийн төвийн хоорондох зай;
- $f_{\text{offset,max}}$ – уруудах шугамын ажлын зурвасаас гадна Δf_{OBUE} давтамж хүртэлх шилжилт;
- $\Delta f_{\text{max}} - f_{\text{offset,max}}$ -аас хэмжилтийн шүүлтүүрийн зурвасын өргөний хагасыг хассан утга.

Олон зөөгчтэй нэг зурваст холбогч эсвэл зөөгчийн нэгтгэлийн хувьд дээрх тодорхойлолтыг хамгийн доод зөөгчийн доод зах болон хамгийн дээд зөөгчийн дээд захад хэрэглэнэ. Залгаа бус спектрийн дэд блокийн завсар болон $W_{\text{gap}} < 2 \times \Delta f_{\text{OBUE}}$ байх РД зурвас хоорондын завсар дотор завсрын хоёр талын дэд блок (РД зурвас)-ийн захад тогтоосон үндсэн хязгааруудын хуримтлагдсан нийлбэрийг хэрэглэнэ; энэ тохиолдолд Δf , f_{offset} -ийг дэд блокийн (РД зурвасын) захаас, $f_{\text{offset,max}}$ -ыг завсрын өргөнөөс хэмжилтийн шүүлтүүрийн зурвасын өргөний хагасыг хассан утгаар авна.

FR1 бааз станцын OBUE-ийн үндсэн хязгаарыг бааз станцын ангилал, цацаргалтын ангилал (A, B) болон ажлын зурвасын давтамжаас хамааруулан А хавсралтад заасан. Хязгаарыг дараах байдлаар хэрэглэнэ:

- BS төрөл 1-С: антенны холбогч бүр дээрх цацаргалт нь А хавсралтын үндсэн хязгаараас бага байна;
- BS төрөл 1-Н: TAB холбогчийн TX хамгийн бага үүрийн бүлэг бүрд TAB холбогчууд дээрх цацаргалтын чадлын нийлбэр нь үндсэн хязгаар + X ($X = 10 \lg N_{\text{TXU,countedpercell}}$)-ээс ихгүй байна; эсвэл TAB холбогч бүр дээрх цацаргалт нь уг хязгаарыг $-10 \lg(n)$ -ээр масштабласан утгаас ихгүй байна (n – бүлэг дэх TAB холбогчийн тоо);
- BS төрөл 1-О: RIB дээр TRP-ээр тодорхойлсон цацаргалт нь үндсэн хязгаарыг 9 дБ-ээр нэмэгдүүлж, туршилтын хүлцлээр сулруулсан 3GPP TS 38.141-2-ын Хүснэгт 6.7.4.5.1.1-1 ... 6.7.4.5.1.5-3-т заасан туршилтын шаардлагаас ихгүй байна;
- BS төрөл 2-О: RIB дээр TRP-ээр тодорхойлсон цацаргалт нь А хавсралтын А.6-д заасан FR2-ийн хязгаараас ихгүй байна.

Өргөн хүрээний бааз станцад А ангилал эсвэл В ангиллын хязгаарыг, дунд болон орон нутгийн хүрээний бааз станцад А, В ангилалд нийтлэг хязгаарыг хэрэглэнэ. Дунд хүрээний бааз станцын хязгаар нь нэрлэсэн гаралтын чадал $P_{\text{rated,x}}$ -ээс хамаарна: BS төрөл 1-С-д

$P_{\text{rated},x} = P_{\text{rated},c,AC}$, BS төрөл 1-Н-д $P_{\text{rated},x} = P_{\text{rated},c,cell} - 10 \lg(N_{\text{TXU,countedpercell}})$, BS төрөл 1-О-д $P_{\text{rated},x} = P_{\text{rated},c,TRP} - 9$ дБ.

Эрх бүхий байгууллага тодорхой ажлын зурвасын хувьд бусад систем (газрын тоон телевиз, GPS, зэргэлдээ зурвасын хиймэл дагуулын үйлчилгээ гэх мэт)-ийг хамгаалах зорилгоор 3GPP TS 38.104-ийн 6.6.4.2.6 (OTA: 9.7.4.3)-т заасан нэмэлт OBUE-ийн хязгаарыг тогтоож болно.

7.5 Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт

7.5.1 Хэрэглэх давтамжийн хүрээ

Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтын хязгаарыг Хүснэгт 22-д заасан давтамжийн хүрээнд, дэмжигдсэн уруудах шугамын ажлын зурвас бүрийн доод давтамжаас Δf_{OBUE} -ээр доош, дээд давтамжаас Δf_{OBUE} -ээр дээш хүртэлх мужийг (OBUE-ийн муж) хасан хэрэглэнэ. Олон зурваст холбогч (RIB)-ийн хувьд дэмжигдсэн ажлын зурвас бүр ба түүний эргэн тойрны Δf_{OBUE} мужийг хуурамч цацаргалтын шаардлагаас хасна.

Хүснэгт 22 – Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтыг хэмжих давтамжийн хүрээ

Давтамжийн муж	БС төрөл	Хэмжилтийн арга	Хэмжих давтамжийн хүрээ
FR1	BS төрөл 1-С	Антенны холбогч дээр дамжуулалтын замаар	9 кГц-ээс 12,75 ГГц хүртэл; уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд зах 2,55 ГГц-ээс их, 5,2 ГГц хүртэл бол дээд захын 5 дахь гармоник хүртэл; 5,2 ГГц-ээс их бол 26 ГГц хүртэл
FR1	BS төрөл 1-Н	ТАВ холбогч дээр дамжуулалтын замаар (цацаргалтын шаардлагыг RIB дээр)	9 кГц-ээс 12,75 ГГц хүртэл; шаардлагатай бол 5 дахь гармоник (26 ГГц) хүртэл
FR1	BS төрөл 1-О	OTA (TRP)	30 МГц-ээс 12,75 ГГц хүртэл; шаардлагатай бол уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд захын 5 дахь гармоник (26 ГГц) хүртэл
FR2	BS төрөл 2-О	OTA (TRP)	30 МГц-ээс уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд захын 2 дахь гармоник хүртэл (60 ГГц-ээс ихгүй)
ТАЙЛБАР – 9 кГц – 30 МГц муж зөвхөн BS төрөл 1-С, 1-Н-ийн дамжуулалтын замын хэмжилтэд хамаарна; OTA хэмжилт 30 МГц-ээс эхэлнэ. Дээд хязгаарыг тогтмол утгаар (жишээлбэл 100 ГГц) бус, 3GPP TS 38.104 болон Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн Хүснэгт 1-д заасан гармоникийн нөхцлөөр тогтооно.			

Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн дагуу хуурамч цацаргалтыг хэмжих давтамжийн хүрээг үндсэн давтамжаас хамааруулан Хүснэгт 23-д үзүүлэв; 5G NR бааз станцад Хүснэгт 22-д заасан хүрээ давуу хэрэглэгдэнэ.

Хүснэгт 23 – Үндсэн давтамжаар ангилсан хуурамч цацаргалтыг хэмжих давтамжийн хүрээ (Зөвлөмж ITU-R SM.329)

Үндсэн давтамжийн хүрээ	Хэмжилтийн доод хязгаар	Хэмжилтийн дээд хязгаар
9 кГц – 100 МГц	9 кГц	1 ГГц
100 МГц – 300 МГц	9 кГц	10 дахь гармоник
300 МГц – 600 МГц	30 МГц	3 ГГц
600 МГц – 5,2 ГГц	30 МГц	5 дахь гармоник
5,2 ГГц – 13 ГГц	30 МГц	26 ГГц
13 ГГц – 150 ГГц	30 МГц	2 дахь гармоник
150 ГГц – 300 ГГц	30 МГц	300 ГГц

7.5.2 Ерөнхий хязгаар (FR1, дамжуулалтын зам)

BS төрөл 1-С, 1-Н-ийн нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт нь Хүснэгт 24-д заасан А эсвэл В ангиллын хязгаараас ихгүй байна. Ангиллыг OBUE-тэй ижил сонгоно (7.1).

Хүснэгт 24 – FR1 бааз станцын нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтын ерөнхий хязгаар (BS төрөл 1-С, 1-Н)

Хуурамч цацаргалтын давтамжийн хүрээ	А ангиллын хязгаар	В ангиллын хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн	Тайлбар
9 кГц – 150 кГц	-13 дБм	-36 дБм	1 кГц	Тайлбар 1, 4
150 кГц – 30 МГц	-13 дБм	-36 дБм	10 кГц	Тайлбар 1, 4
30 МГц – 1 ГГц	-13 дБм	-36 дБм	100 кГц	Тайлбар 1
1 ГГц – 12,75 ГГц	-13 дБм	-30 дБм	1 МГц	Тайлбар 1, 2
12,75 ГГц – уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд захын 5 дахь гармоник	-13 дБм	-30 дБм	1 МГц	Тайлбар 1, 2, 3
12,75 ГГц – 26 ГГц	-13 дБм	-30 дБм	1 МГц	Тайлбар 1, 2, 5
ТАЙЛБАР 1 – Хэмжилтийн зурвасын өргөнийг Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн 4.1-ийн дагуу авна.				
ТАЙЛБАР 2 – Дээд давтамжийг Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн 2.5, Хүснэгт 1-ийн дагуу авна.				
ТАЙЛБАР 3 – Уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд зах нь 2,55 ГГц-ээс их, 5,2 ГГц-ээс ихгүй зурваст хамаарна.				
ТАЙЛБАР 4 – Энэ давтамжийн хүрээ зөвхөн BS төрөл 1-С, 1-Н-д хамаарна.				
ТАЙЛБАР 5 – Уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд зах нь 5,2 ГГц-ээс их зурваст хамаарна.				
ТАЙЛБАР 6 – BS төрөл 1-Н-ийн хувьд TAB холбогчийн TX хамгийн бага үүрийн бүлэг бүрд цацаргалтын чадлын нийлбэрийг хязгаар + X ($X = 10 \lg N_{TXU, \text{counted per cell}}$)-тэй харьцуулна.				
ТАЙЛБАР 7 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.5.5.1.1-1, 6.6.5.5.1.1-2.				

7.5.3 ОТА хязгаар (BS төрөл 1-О, 2-О)

BS төрөл 1-О-ийн хувьд аливаа хуурамч цацаргалтын нийт цацруулсан чадал (TRP) нь RIB дээр Б хавсралтын Б.1 (А ангилал) эсвэл Б.2 (В ангилал) хүснэгтэд заасан хязгаараас ихгүй байна. Эдгээр хязгаар нь Хүснэгт 24-ийн дамжуулалтын замын хязгаарыг $X = 9$ дБ-ээр (бүс нутгийн зохицуулалтаар өөрөөр тогтоогоогүй бол) нэмэгдүүлсэн утга юм.

BS төрөл 2-О-ийн хувьд аливаа хуурамч цацаргалтын TRP нь Б хавсралтын Б.3 (А ангилал) эсвэл Б.4 (В ангилал) хүснэгтэд заасан хязгаараас ихгүй байна. В ангиллын хязгаарыг тодорхойлох алхмын давтамжуудыг Б.5 хүснэгтэд заасан.

7.5.4 Бааз станцын хүлээн авагчийг хамгаалах хязгаар

NR FDD горимд ажиллах бааз станцын нэвтрүүлэгчээс өөрийн буюу өөр бааз станцын хүлээн авагчийн мэдрэх чадал буурахаас сэргийлэх зорилгоор нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт нь өгсөх шугамын ажлын зурвас ($F_{UL,low} - F_{UL,high}$)-т Хүснэгт 25-д заасан хязгаараас ихгүй байна. Хязгаарыг BS төрөл 1-С-ийн нэвтрүүлэгчийн антенны холбогч, BS төрөл 1-Н-ийн TAB холбогч дээр (нэгдсэн эсвэл тусдаа Tx/Rx холбогчтой аль ч төрлийн БС-д) хэмжинэ.

Хүснэгт 25 – Бааз станцын хүлээн авагчийг хамгаалах хуурамч цацаргалтын хязгаар

БС ангилал	Давтамжийн хүрээ	Хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
Өргөн хүрээний БС	$F_{UL,low} - F_{UL,high}$	-96 дБм	100 кГц
Дунд хүрээний БС	$F_{UL,low} - F_{UL,high}$	-91 дБм	100 кГц
Орон нутгийн хүрээний БС	$F_{UL,low} - F_{UL,high}$	-88 дБм	100 кГц
ТАЙЛБАР 1 – n104 зурваст ажиллах БС-ийн хувьд хязгаарыг 1 дБ-ээр нэмэгдүүлнэ.			
ТАЙЛБАР 2 – Зурвасыг NR-д хэсэгчлэн хуваарилсан бүс нутагт (жишээлбэл n28) шаардлага зөвхөн хуваарилсан хэсгийн өгсөх шугамын давтамжийн хүрээнд хамаарна.			
ТАЙЛБАР 3 – BS төрөл 1-О-ийн хувьд харгалзах шаардлагыг хамт байрлуулах туршилтын антен (CLTA)-ны гаралт дээр 3GPP TS 38.141-2-ын 6.7.5.3-ын дагуу хэрэглэнэ.			
ТАЙЛБАР 4 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.5.5.1.2-1.			

7.5.5 Нэг байршилд хамт байрласан бааз станцыг хамгаалах хязгаар

GSM900, DCS1800, UTRA, E-UTRA болон NR бааз станцтай нэг байршилд хамт байрлуулах үед тэдгээрийн хүлээн авагчийг хамгаалах зорилгоор нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт нь В хавсралтад заасан хязгаараас ихгүй байна. Эдгээр хязгаар нь нэвтрүүлэгч ба хүлээн авагчийн хооронд 30 дБ-ийн холболтын алдагдалтай, ижил ангиллын бааз станцтай хамт байрлуулсан гэсэн таамаглалд суурилна. Шаардлагыг хэрэглэх эсэхийг хамт байрлуулах нөхцөлд эрх бүхий байгууллага буюу сүлжээний операторууд тогтооно.

7.5.6 Бусад радио системийг хамгаалах нэмэлт хязгаар

Бааз станцын уруудах шугамын ажлын зурвасаас өөр давтамжийн мужид ажиллах радио систем (хэрэглэгчийн төхөөрөмж, бусад RAT-ын бааз станц, радио одон орон, хиймэл дагуулын үйлчилгээ гэх мэт)-ийг хамгаалах зорилгоор эрх бүхий байгууллага 3GPP TS 38.104-ийн 6.6.5.2.3 (OTA: 9.7.5.4)-т заасан нэмэлт хуурамч цацаргалтын хязгаарыг тухайн ажлын зурвасын хувьд заавал мөрдөх шаардлага болгон тогтоож болно. Энэ тохиолдолд хэрэглэх хязгаар, давтамжийн хүрээ, хэмжилтийн зурвасын өргөнийг радио давтамжийн зурвас ашиглах тусгай зөвшөөрлийн техникийн нөхцөлд заана.

7.6 Зөвлөмж ITU-R SM.329, ITU-R SM.1541-тэй уялдуулах

7.6.1 Хуурамч цацаргалтын ерөнхий хязгаар

Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн дагуу радио төхөөрөмжийн хуурамч цацаргалтын муж дахь илүүдэл цацаргалтын ерөнхий хязгаарыг нэвтрүүлэгчийн дундаж гаралтын чадалтай харьцуулсан бууралтаар тогтооно. Газрын хөдөлгөөнт үйлчилгээний бааз станцад А ангиллын ерөнхий бууралтын шаардлага нь (4)-ийн аль бага утга байна:

$$43 + 10\lg(P) \text{ дБс} \quad \text{эсвэл} \quad 70 \text{ дБс} \quad (4)$$

P – нэвтрүүлэгчийн дундаж гаралтын чадал, Вт;

дБс – зөөгчийн чадалтай харьцуулсан децибел утга.

Үүрэн холбооны бааз станцын хувьд 3GPP TS 38.104-т тухайн системд зориулсан хязгаар (7.5) тогтоосон тул уг хязгаарыг давуу хэрэглэнэ. 3GPP-д тусгайлан заагаагүй давтамжийн муж, хамтран орших нөхцөл эсвэл үндэсний зохицуулалтын нэмэлт шаардлага гарсан тохиолдолд Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн ерөнхий зарчмыг хэрэглэнэ. Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн В ангиллын хязгаар нь 3GPP-ийн В ангиллын хязгаар (-36 дБм/100 кГц 1 ГГц хүртэл, -30 дБм/МГц 1 ГГц-ээс дээш)-тай нийцнэ.

7.6.2 Зурвасын гаднах ба хуурамч цацаргалтын мужийн зааг

Зөвлөмж ITU-R SM.1541-7-ийн ерөнхий зарчмын дагуу шаардлагатай зурвасын өргөн B_N бүхий нэг зөөгчтэй цацаргалтын хувьд хуваарилсан (төв) давтамж f_A -аас шаардлагатай зурвасын өргөний 250 %-иас бага зайд орших цацаргалтыг зурвасын гаднах мужид, 250 % ба түүнээс их зайд орших цацаргалтыг хуурамч цацаргалтын мужид хамааруулна (5), (6):

$$f_{OoB,L} = f_A - 2,5 B_N \quad (5)$$

$$f_{OoB,H} = f_A + 2,5 B_N \quad (6)$$

f_A – хуваарилсан буюу төв давтамж;

B_N – шаардлагатай зурвасын өргөн;

$f_{OoB,L}$, $f_{OoB,H}$ – зурвасын гаднах мужийн доод ба дээд зааг.

Нарийн зурвасын ($B_N < B_L$) болон өргөн зурвасын ($B_N > B_U$) цацаргалтын хувьд заагийг Зөвлөмж ITU-R SM.1539-2-т тодорхойлсон B_L , B_U утгыг ашиглан Хүснэгт 26-ийн дагуу тогтооно. Олон зөөгчтэй нэвтрүүлэгчийн хувьд зурвасын гаднах муж нь хуваарилсан нийт зурвасын захаас эхэлнэ.

Хүснэгт 26 – Зурвасын гаднах мужийн эхлэл ба төгсгөл (Зөвлөмж ITU-R SM.1541-7, Хүснэгт 1)

Цацаргалтын төрөл	Шаардлагатай зурвасын өргөн B_N	Зурвасын гаднах мужийн эхлэл (төвөөс шилжилт)	Төв давтамж ба хуурамч цацаргалтын мужийн заагийн хоорондох зай
Нарийн зурвасын	$B_N < B_L$	$0,5 B_N$	$2,5 B_L$
Хэвийн	$B_L \leq B_N \leq B_U$	$0,5 B_N$	$2,5 B_N$
Өргөн зурвасын	$B_N > B_U$	$0,5 B_N$	$B_U + 1,5 B_N$

ТАЙЛБАР – B_L , B_U утгыг Зөвлөмж ITU-R SM.1539-2, MNS 5319-2-оос авна.

± 250 %-ийн зарчим нь ерөнхий заавар бөгөөд 5G NR бааз станцын хэмжилтийн заагийг тогтоох үндсэн томъёо биш. 5G NR-ийн хувьд ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (OBUE)-ын зааг болон түүнээс гаднах нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтын заагийг 3GPP TS 38.104-т заасан ажлын зурвас ба Δf_{OBUE} (Хүснэгт 19)-д тулгуурлан дараах дарааллаар тогтооно: сувгийн зурвасын өргөн $\rightarrow$ уруудах шугамын ажлын зурвас $\rightarrow \Delta f_{OBUE} \rightarrow$ хуурамч цацаргалтын муж. Сувгийн зурвасын өргөн, шаардлагатай зурвасын өргөн, эзэлсэн зурвасын өргөн, ажлын зурвас, OBUE-ийн зааг зэрэг нэр томъёог хооронд нь адилтган хэрэглэхгүй.

Зөөгчийн нэгтгэл бүхий бааз станцын хувьд ± 250 %-ийн нэг ерөнхий заагийг бүх зөөгчид шууд хэрэглэхгүй; нэг зурвас доторх залгаа, залгаа бус, зурвас хоорондын нэгтгэл, олон зурваст холбогч, дэд блокийн завсар, РД зурвас хоорондын завсрын тохиолдол бүрд зөөгч

бүрийн ажлын зурвас болон дэд блокийн захыг тодорхойлж, OBUE-ийн зааг бүрийг тусад нь тооцож, завсар доторх цацаргалтыг 7.4-т заасан хуримтлагдсан хязгаараар үнэлж, хамгийн хязгаарлагдмал нөхцлийг тохирлын үнэлгээнд хэрэглэнэ.

7.6.3 Зурвасын гаднах мужийн цацаргалтын ерөнхий хязгаар

Зөвлөмж ITU-R SM.1541-7-ийн зурвасын гаднах мужийн цацаргалтын маск нь радио үйлчилгээ бүрд зориулсан ерөнхий («аюулгүйн тор») хязгаар бөгөөд 3GPP TS 38.104-ийн OBUE болон ACLR-ийн шаардлага нь IMT-2020 бааз станцын хувьд уг ерөнхий хязгаараас илүү хатуу тул 5G NR бааз станцад OBUE, ACLR-ийн шаардлагыг хангаснаар Зөвлөмж ITU-R SM.1541-ийн зурвасын гаднах мужийн шаардлагыг хангасанд тооцно. Зурвасын гаднах мужийн цацаргалтын хязгаарт нийцлийг тогтоохдоо Зөвлөмж ITU-R SM.1541-7-ийн 1-р хавсралтад заасан зэргэлдээ суваг ба хоёр дахь зэргэлдээ сувгийн чадлын арга (ACLR, ABPR) эсвэл зурвасын гаднах спектрийн маскны арга (OBUE)-ыг хэрэглэнэ (9.6, 9.7-г үзнэ үү).

8 Хүлээн авагчийн шаардлага

8.1 Ерөнхий зүйл

Давтамжийн тусгаарлалтыг үнэлэхэд бааз станцын хүлээн авагчийн зэргэлдээ сувгийн сонгомол чанар (ACS) болон хүлээн авагчийн хаалтын үзүүлэлтийг хэрэглэнэ. Хүлээн авагчийн шаардлагыг BS төрөл 1-С-ийн антенны холбогч, BS төрөл 1-Н-ийн TAB холбогч дээр дамжуулалтын замаар, BS төрөл 1-О, 2-О-ийн хувьд RIB дээр ОТА аргаар (хөндлөнгийн дохиог талбайн хүчлэг буюу EIS-ээр илэрхийлэн) тодорхойлно. Хүлээн авагчийн лавлах мэдрэх чадлын түвшин P_{REFSENS} нь сувгийн зурвасын өргөн, дэд зөөгчийн зайнаас хамаарах бөгөөд 3GPP TS 38.104-ийн Хүснэгт 7.2.2-1 ... 7.2.2-3 (ОТА: 10.3)-аас авна.

Хүлээн авагчийн шаардлагыг хангасанд тооцох шалгуур: хэрэгцээт дохио болон хөндлөнгийн дохиог зэрэг өгөх үед хүлээн авагчийн дамжуулах чадамж нь сувгийн лавлах хэмжилтийн хамгийн их дамжуулах чадамжийн 95 %-иас багагүй байна.

8.2 Зэргэлдээ сувгийн сонгомол чанар (ACS)

ACS нь хүлээн авагчийн шүүлтүүрийн хуваарилсан сувгийн давтамж дээрх сулралтыг зэргэлдээ сувгийн давтамж дээрх сулралтад харьцуулсан харьцаа юм. Хэрэгцээт дохио болон зэргэлдээ сувгийн хөндлөнгийн дохиог Хүснэгт 27-д заасан түвшинд, хөндлөнгийн дохионы төв давтамжийг бааз станцын РД зурвасын өргөний доод (дээд) захаас Хүснэгт 28-д заасан шилжилттэй өгөх үед 8.1-д заасан шалгуурыг хангана.

Хүснэгт 27 – Бааз станцын ACS-ийн шаардлага (FR1, BS төрөл 1-С, 1-Н)

Хүлээн авсан хамгийн доод (дээд) зөөгчийн сувгийн зурвасын өргөн, МГц	Хэрэгцээт дохионы дундаж чадал, дБм	Хөндлөнгийн дохионы дундаж чадал, дБм
3	$P_{\text{REFSENS}} + 8$ дБ	Өргөн хүрээний БС: -52 Дунд хүрээний БС: -47 Орон нутгийн хүрээний БС: -44
5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100	$P_{\text{REFSENS}} + 6$ дБ	Өргөн хүрээний БС: -52 Дунд хүрээний БС: -47 Орон нутгийн хүрээний БС: -44
ТАЙЛБАР – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 7.4.1.5-1. n46, n96, n102 зурваст зөвхөн дунд ба орон нутгийн хүрээний БС-д хамаарна.		

Хүснэгт 28 – ACS-ийн хөндлөнгийн дохионы давтамжийн шилжилт

Сувгийн зурвасын өргөн, МГц	Хөндлөнгийн дохионы төв давтамжийн шилжилт (РД зурвасын өргөний захаас), МГц	Хөндлөнгийн дохионы төрөл
3	$\pm 1,5075$	3 МГц DFT-s-OFDM NR дохио, 15 кГц SCS, 15 RB
5; 10; 15; 20	$\pm 2,5025$; $\pm 2,5075$; $\pm 2,5125$; $\pm 2,5025$	5 МГц DFT-s-OFDM NR дохио, 15 кГц SCS, 25 RB
25; 30; 35; 40; 45; 50; 60; 70; 80; 90; 100	$\pm 9,4675$; $\pm 9,4725$; $\pm 9,4625$; $\pm 9,4675$; $\pm 9,4725$; $\pm 9,4625$; $\pm 9,4725$; $\pm 9,4675$; $\pm 9,4625$; $\pm 9,4725$; $\pm 9,4675$	20 МГц DFT-s-OFDM NR дохио, 15 кГц SCS, 100 RB
ТАЙЛБАР – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 7.4.1.5-2.		

Давтамжийн тусгаарлалтын тооцоонд хэрэглэх ACS-ийн утгыг хүлээн авагчийн бодит хэмжилтийн өгөгдөл (хөндлөнгийн дохионы түвшин ба түүнээс үүсэх мэдрэх чадлын бууралт) эсвэл үйлдвэрлэгчийн техникийн үзүүлэлтэд үндэслэн тодорхойлно. Ийм өгөгдөл байхгүй тохиолдолд хамтран орших тооцоонд 3GPP TR 38.803-т заасны дагуу NR бааз станцын зэргэлдээ сувгийн ACS-ийг 46 дБ гэж авч болно.

8.3 Хүлээн авагчийн хаалт

8.3.1 Зурвас доторх ерөнхий хаалт

Зурвас доторх хаалтын шаардлага нь хүлээн авагчийн ажлын зурвас болон түүний доод захаас Δf_{OoB} -ээр доош, дээд захаас Δf_{OoB} -ээр дээш хүртэлх мужид хамаарна (Δf_{OoB} : ажлын зурвасын өргөн $F_{\text{UL,high}} - F_{\text{UL,low}} \leq 200$ МГц бол 20 МГц, 200 МГц-ээс их бол 60 МГц; BS төрөл 1-Н-д 100 МГц-ээс бага бол 20 МГц, бусад тохиолдолд 60 МГц). Хэрэгцээт дохио ба хаалтын дохиог Хүснэгт 29-д заасан түвшин, шилжилттэй өгөх үед 8.1-ийн шалгуурыг хангана.

Хүснэгт 29 – Бааз станцын зурвас доторх ерөнхий хаалтын шаардлага (FR1, BS төрөл 1-C, 1-H)

Хүлээн авсан хамгийн доод (дээд) зөөгчийн сувгийн зурвасын өргөн, МГц	Хэрэгцээт дохионы дундаж чадал, дБм	Хаалтын дохионы дундаж чадал, дБм	Хаалтын дохионы төв давтамжийн РД зурвасын өргөний захаас хамгийн бага шилжилт, МГц	Хаалтын дохионы төрөл
3	$P_{\text{REFSENS}} + x$ дБ	Өргөн хүрээний БС: -43 Дунд хүрээний БС: -38 Орон нутгийн хүрээний БС: -35	$\pm 4,5$	3 МГц DFT-s-OFDM NR дохио, 15 кГц SCS, 15 RB
5, 10, 15, 20	$P_{\text{REFSENS}} + x$ дБ	Өргөн хүрээний БС: -43 Дунд хүрээний БС: -38 Орон нутгийн хүрээний БС: -35	$\pm 7,5$	5 МГц DFT-s-OFDM NR дохио, 15 кГц SCS, 25 RB
25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100	$P_{\text{REFSENS}} + x$ дБ	Өргөн хүрээний БС: -43 Дунд хүрээний БС: -38 Орон нутгийн хүрээний БС: -35	± 30	20 МГц DFT-s-OFDM NR дохио, 15 кГц SCS, 100 RB
ТАЙЛБАР 1 – Нэг зурваст ажиллах БС-д $x = 6$ дБ. Олон зурваст ажиллах БС-д хэрэгцээт дохио байгаа ажлын зурвасын буюу түүнтэй зэргэлдээ, давхцсан ажлын зурвасын хаалтын мужид $x = 6$ дБ, бусад зурвасын хаалтын мужид $x = 1,4$ дБ.				
ТАЙЛБАР 2 – Залгаа бус спектрт ажиллах БС-ийн хувьд дэд блокийн завсрын өргөн нь хаалтын дохионы хамгийн бага шилжилтийн хоёр дахинаас багагүй бол шаардлагыг завсар дотор мөн хэрэглэнэ.				
ТАЙЛБАР 3 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 7.4.2.5-1.				

8.3.2 Нарийн зурвасын хаалт

Нэг нөөц блок бүхий NR хаалтын дохиог хэрэгцээт дохиотой зэрэг өгөх үед 8.1-ийн шалгуурыг хангана. Хэрэгцээт дохионы дундаж чадал $P_{\text{REFSENS}} + 6$ дБ, хаалтын дохионы дундаж чадал өргөн хүрээний БС-д -49 дБм, дунд хүрээний БС-д -44 дБм, орон нутгийн хүрээний БС-д -41 дБм байна. Нарийн зурвасын хаалтын дохионы төв давтамжийн зайг сувгийн зурвасын өргөнөөс хамааруулан 3GPP TS 38.141-1-ийн Хүснэгт 7.4.2.5-3-аар сонгоно. Энэ шаардлага n46, n96, n102, n104 зурваст хамаарахгүй.

8.3.3 Зурвасын гаднах хаалт

Зурвасын гаднах хаалтын шаардлага нь 1 МГц-ээс 12,75 ГГц хүртэлх (ажлын зурвасын дээд зах 2,55 ГГц-ээс их, 5,2 ГГц-ээс бага бол 5 дахь гармоник хүртэл) мужид, зурвас доторх хаалтын мужийг хасан хамаарна. Хэрэгцээт дохионы дундаж чадал $P_{\text{REFSENS}} + 6$ дБ, хаалтын дохио нь -15 дБм дундаж чадалтай CW зөөгч байх үед 8.1-ийн шалгуурыг хангана. n46, n96, n102, n104 зурвасын хувьд захын ойролцоох мужид хаалтын дохионы түвшин -35 дБм, холын мужид -15 дБм байна.

8.3.4 ОТА хаалт (BS төрөл 1-O, 2-O)

BS төрөл 1-O-ийн ОТА хаалтын хувьд хэрэгцээт дохиог $EIS_{\text{minSENS}} + 6$ дБ, зурвасын гаднах хаалтын дохиог RIB дээр 0,36 В/м (RMS) талбайн хүчлэгтэй CW зөөгчөөр өгнө. BS төрөл 2-O-ийн хувьд хэрэгцээт дохиог $EIS_{\text{REFSENS}} + 6$ дБ, хаалтын дохионы талбайн хүчлэгийг Хүснэгт 30-д заасан утгаар, өгсөх шугамын ажлын зурвас $\pm \Delta f_{\text{OoB}}$ (FR2-1-д 1500 МГц, FR2-

2-т 3500 МГц) мужийг хасан тодорхойлно. Зурвас доторх хаалт болон ACS-ийн ОТА шаардлагыг 3GPP TS 38.141-2-ын 7.5-ын дагуу хэрэглэнэ.

Хүснэгт 30 – BS төрөл 2-О-ийн ОТА зурвасын гаднах хаалтын дохионы түвшин

Хэмжилтийн давтамжийн муж	Хаалтын дохионы талбайн хүчлэг (RMS)
30 МГц – 12,75 ГГц	0,36 В/м
12,75 ГГц – ажлын зурвасын зах (хасах мужийг оролцуулаагүй)	0,1 В/м
Ажлын зурвасын дээд захаас 2 дахь гармоник хүртэл	0,1 В/м
ТАЙЛБАР – 0,36 В/м талбайн хүчлэг нь 30 м-ийн зайд ойролцоогоор 36 дБм EIRP-тэй дүйцнэ. Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, 7.6.	

9 Хэмжих арга

9.1 Ерөнхий шаардлага

Бааз станцын илүүдэл цацаргалт, давтамжийн тусгаарлалтын үзүүлэлтийг дараах хоёр үндсэн аргаар хэмжинэ:

- **Арга 1 – дамжуулалтын замын хэмжилт:** туршилтад хамрагдах төхөөрөмж (EUT)-ийн антенны холбогч (BS төрөл 1-С) эсвэл TAB холбогч (BS төрөл 1-Н)-д дамжуулсан цацаргалтын чадлыг хэмжилтийн төхөөрөмжийг кабелиар шууд холбон хэмжих арга. Арга 1а-д үндсэн дохиог хаах шүүлтүүр ашиглана; Арга 1б-д хэмжилтийн хүлээн авагчийн динамик хүрээ хангалттай үед үндсэн дохиог хаах шүүлтүүргүй хэмжинэ;
- **Арга 2 – цацаргалтын (ОТА) хэмжилт:** тохирох туршилтын орчинд цацаргалтын интерфэйсийн зааг дээр хэмжилтийн антен ашиглан нийт цацруулсан чадал (TRP) буюу эквивалент изотроп цацруулсан чадал (EIRP)-ыг хэмжих арга. Антенны порт (холбогч)-д хэмжилт хийх боломжгүй нэгдмэл антентай буюу AAS бааз станц (BS төрөл 1-О, 2-О)-д Арга 2-ыг хэрэглэнэ.

Дамжуулалтын замын хэмжилтийг 3GPP TS 38.141-1, цацаргалтын хэмжилтийг 3GPP TS 38.141-2-т заасан тохирлын туршилтын аргачлалын дагуу гүйцэтгэнэ. Хэмжилтийн үр дүнг 3GPP TS 38.104 болон энэ стандартын 7, 8-р бүлэгт заасан хязгаартай харьцуулна. Аль ч аргын хувьд туршилтын орчны цахилгаан соронзон саад нь хэмжилтийн үр дүнд нөлөөлөхгүй, мөн туршилтаас үүсэх цацаргалт орчны системд саад учруулахгүй байх нөхцлийг хангана.

Хэмжилтийг дараах ерөнхий нөхцөлд гүйцэтгэнэ:

- Туршилтын орчин: хэвийн нөхцөл (3GPP TS 38.141-1 (-2), В.2 хавсралт);
- Бааз станцыг үйлдвэрлэгчийн зарласан нэрлэсэн (хамгийн их) гаралтын чадлын горимд, 3GPP TS 38.141-1 (-2)-ын 4.9.2-т заасан туршилтын загвар (NR-FR1-TM1.1, NR-FR2-TM1.1 гэх мэт)-аар ажиллуулах;
- Нэг зөөгчийн хувьд сувгийг ажлын зурвасын доод (В), дунд (М), дээд (Т) байрлалд; олон зөөгч, зөөгчийн нэгтгэлийн хувьд бааз станцын РД зурвасын өргөний байрлалыг B_{RFBW} , M_{RFBW} , T_{RFBW} -д (олон зурваст ажиллагаанд $B_{RFBW_T'_{RFBW}}$, $B'_{RFBW_T_{RFBW}}$) тохируулах;
- Хуурамч цацаргалтыг $F_{DL,low}$ – Δf_{OBUE} -ээс доош хэмжихэд сувгийг В (B_{RFBW}) байрлалд, $F_{DL,high}$ + Δf_{OBUE} -ээс дээш хэмжихэд Т (T_{RFBW}) байрлалд тохируулах;

- Олон зөөгч, зөөгчийн нэгтгэлийг дэмждэг бол тохируулсан бүх зөөгчийг идэвхжүүлэх; олон зурваст холбогчийн хувьд зурвас бүрд нэг зурвасын туршилтыг давтан хийх;
- TDD системийн хувьд уруудах шугамын дамжуулалтын идэвхтэй хугацаанд (хаалгат хэмжилтээр) хэмжих;
- AAS, OTA бааз станцын хувьд үйлдвэрлэгчийн зарласан координатын системийн чиглэл, цацрагийн оргил, OTA бүрхэлтийн хүрээ, цацраг хэлбэржүүлэлтийн горимыг сонгох; TRP-д суурилсан шаардлагын хувьд цацрагийн хэлбэрийг TRP-ийн хэмжилтийн журамд тохируулан тохируулж болно;
- Хэмжилтийг дэмжигдсэн бүх дамжуулалтын горим, туйлшралд давтан хийх.

Хэмжилтийн багажийн детекторыг жинхэнэ RMS (дундаж чадлын) горимд тохируулна. 5G NR дохио нь OFDM бүтэцтэй, оргил ба дундаж чадлын харьцаа өндөр, шуугианд төстэй тул дундаж (логарифмын) эсвэл оргил утгын детектор ашигласнаар системийн алдаа үүснэ; ACLR, OBUE, хуурамч цацаргалт, OTA цацаргалтын хэмжилтэд жинхэнэ RMS детектор хэрэглэнэ. Цацаргалтын чадлыг хэмжилтийн тодорхойгүй байдлыг (11.1) хангахуйц хугацаанд дундажлана.

Хэмжилтийн системийн суурь шуугианы түвшин нь шалгаж буй хязгаараас 6 дБ-ээс багагүй доогуур байна. Хэмжилтийн системийн тодорхойгүй байдал нь 11.1-д заасан зөвшөөрөгдөх дээд утгаас ихгүй байна.

9.2 Хэмжилтийн давтамжийн хүрээ ба хэмжилтийн зурвасын өргөн

Хэмжилтийн давтамжийн хүрээг тодорхойлохдоо шаардлагатай зурвасын өргөн, эзэлсэн зурвасын өргөн, сувгийн зурвасын өргөн, ажлын зурвас, OBUE-ийн зааг гэсэн ойлголтыг ялгаж хэрэглэнэ (7.6.2). 5G NR бааз станцын хувьд хэмжилтийн давтамжийн хүрээ, OBUE-ийн зааг, хуурамч цацаргалтын эхлэх цэгийг FR1 эсвэл FR2 давтамжийн муж, 3GPP ажлын зурвас, уруудах шугамын ажлын зурвасын доод ба дээд зах, сувгийн зурвасын өргөн, нэг зөөгч эсвэл зөөгчийн нэгтгэлийн горим, бааз станцын төрөл (1-C, 1-H, 1-O, 2-O)-д үндэслэн тогтооно. OBUE-ийн заагийг (7), (8)-аар тодорхойлно:

$$f_{\text{OBUE,L}} = F_{\text{DL,low}} - \Delta f_{\text{OBUE}} \quad (7)$$

$$f_{\text{OBUE,H}} = F_{\text{DL,high}} + \Delta f_{\text{OBUE}} \quad (8)$$

$F_{\text{DL,low}}, F_{\text{DL,high}}$ – уруудах шугамын ажлын зурвасын доод ба дээд зах;

Δf_{OBUE} – Хүснэгт 19-д заасан шилжилт;

$f_{\text{OBUE,L}}, f_{\text{OBUE,H}}$ – OBUE-ийн мужийн доод ба дээд зааг.

Хэмжилтийн зурвасын өргөнийг дараах байдлаар сонгоно:

- ACLR-ийн хэмжилтэд – тухайн сувгийн дамжуулалтын зурвасын өргөний тохиргоо ($\text{BW}_{\text{Config}}$) ба зэргэлдээ сувгийн шүүлтүүрийн зурвасын өргөн (Хүснэгт 20);
- OBUE-ийн хэмжилтэд – А хавсралтын холбогдох хүснэгтэд заасан хэмжилтийн зурвасын өргөн (100 кГц, 1 МГц; FR2-т 1 МГц, 10 МГц);
- Хуурамч цацаргалтын хэмжилтэд – Хүснэгт 31-д заасан лавлах зурвасын өргөн;
- OTA хэмжилтэд – TRP/EIRP хэмжилтийн арга болон холбогдох 3GPP-ийн туршилтын үзүүлэлтэд заасан зурвасын өргөн.

Хүснэгт 31 – Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтыг хэмжих лавлах зурвасын өргөн

Давтамжийн хүрээ	Лавлах (хэмжилтийн) зурвасын өргөн	Хэрэглэх БС төрөл
9 кГц – 150 кГц	1 кГц	BS төрөл 1-С, 1-Н (дамжуулалтын зам)
150 кГц – 30 МГц	10 кГц	BS төрөл 1-С, 1-Н (дамжуулалтын зам)
30 МГц – 1 ГГц	100 кГц	Бүх төрөл
1 ГГц – 12,75 ГГц	1 МГц	BS төрөл 1-С, 1-Н, 1-О
12,75 ГГц – уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд захын 5 дахь гармоник (26 ГГц)	1 МГц	BS төрөл 1-С, 1-Н, 1-О (зөвхөн тухайн зурваст 5 дахь гармоникийн шаардлага хамаарах үед)
1 ГГц – 18 ГГц	1 МГц	BS төрөл 2-О
18 ГГц – уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд захын 2 дахь гармоник (60 ГГц-ээс ихгүй)	10 МГц	BS төрөл 2-О (алхмын давтамжийг Б.5 хүснэгтээр)
ТАЙЛБАР 1 – Энэ хүснэгт нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтын хэмжилтэд хамаарна. ACLR, OBUE-ийн хэмжилтэд тухайн үзүүлэлтийн хэмжилтийн зурвасын өргөнийг хэрэглэнэ.		
ТАЙЛБАР 2 – Ерөнхий дүрмээр хэмжилтийн багажийн ялгах зурвасын өргөн (RBW) нь хэмжилтийн зурвасын өргөнтэй тэнцүү байна. Хэмжилтийн нарийвчлал, мэдрэх чадварыг сайжруулах, зөөгчийн нэвчилтээс зайлсхийх зорилгоор RBW-ийг бага сонгосон тохиолдолд үр дүнг хэмжилтийн зурвасын өргөний эквивалент шуугианы зурвасын өргөнд интегралчлан тооцно.		

9.3 Арга 1 – Дамжуулалтын замын хэмжилт**9.3.1 Ерөнхий зүйл**

Арга 1-ийг RF антенны холбогчтой (BS төрөл 1-С) болон TAB холбогчтой (BS төрөл 1-Н) бааз станцад хэрэглэнэ. Энэ аргад тусгай цацаргалтын туршилтын талбай буюу цуурайгүй өрөө шаардлагагүй. Хэмжилтийг EUT-ийн антенны порт буюу TAB порт бүрээр гүйцэтгэх бөгөөд хэмжилт хийхгүй байгаа портуудыг 50 Ом-ын төгсгөлийн ачаагаар холбоно. BS төрөл 1-Н-ийн олон TAB холбогчийг нэг нэгээр нь эсвэл зэрэгцүүлэн (3GPP TS 38.141-1, D.3.1 хавсралт) туршиж болох бөгөөд тохирлыг харуулахад шаардлагатай бүх TAB холбогчийг туршсан байна.

Хэмжилтийн ерөнхий дараалал:

- 1) EUT-ийг 50 Ом-ын хэмжилтийн системд (хамгаалах сулруулагч, чиглэлтэй холбогч, шаардлагатай бол үндсэн дохиог хаах шүүлтүүр, спектр анализатор буюу хэмжилтийн хүлээн авагч) холбоно;
- 2) Кабель, холбогч, сулруулагч, шүүлтүүр болон хэмжилтийн замын алдагдлыг 9.3.2-т заасан тохируулгын фактоороор засварлана;
- 3) EUT-ийг тухайн туршилтын NR туршилтын загвараар, нэрлэсэн гаралтын чадлаар ажиллуулна;
- 4) Сувгийг В, М, Т байрлалд (олон зөөгчид РД зурвасын өргөний байрлалд) тохируулна;
- 5) Эзэлсэн зурвасын өргөн, ACLR, OBUE, хуурамч цацаргалтыг 9.5 – 9.8-ын дагуу тус тусад нь хэмжинэ;
- 6) Хүлээн авагчийн ACS, хаалтыг хэрэгцээт дохио ба хөндлөнгийн дохиог туршилтын портоор өгч 9.9, 9.10-ын дагуу шалгана;
- 7) Хэмжилтийн үр дүнг 7, 8-р бүлэгт заасан хязгаартай харьцуулна.

Олон антенны (ТАВ) холбогчтой бол хэмжилтийг холбогч тус бүрээр хийж, 7.4, 7.5-д заасан чадлын нийлбэрийн аргачлалаар үнэлнэ. Дамжуулалтын замын хэмжилтийн үр дүнг дБм, дБм/МГц, дБс нэгжээр илэрхийлнэ.

9.3.2 Шууд дамжуулалтын арга (тохируулгын фактор)

Шууд аргын үед хэмжилтийн хэлхээнд ашиглах бүх бүрдүүлэгч (шүүлтүүр, чиглэлтэй холбогч, сулруулагч, кабель)-ийг тус тусад нь, эсвэл хэлхээг бүхэлд нь тохируулгатай дохионы генератор ашиглан хэмжилтийн хүлээн авагчийн оролт дээр тохируулна. f давтамж бүрийн тохируулгын факторыг (9)-аар тодорхойлно:

$$k_f = I_f - O_f \quad (9)$$

k_f – f давтамж дахь тохируулгын фактор, дБ;

I_f – тохируулгатай генератороос өгсөн f давтамж дахь оролтын чадал, дБВт эсвэл дБм;

O_f – хэмжилтийн хүлээн авагчаар хэмжсэн f давтамж дахь гаралтын чадал, I_f -тэй ижил нэгжээр.

Тохируулгын фактор нь генератор болон хэмжилтийн хүлээн авагчийн хооронд холбогдсон бүх төхөөрөмжийн нийт оруулалтын алдагдлыг илэрхийлнэ. Бүрдүүлэгч бүрийг тус тусад нь тохируулсан бол хэмжилтийн хэлхээний нийт тохируулгын факторыг (10)-аар тодорхойлно:

$$k_{ms,f} = \sum_i k_{i,f} \quad (10)$$

$k_{ms,f}$ – f давтамж дахь хэмжилтийн хэлхээний тохируулгын фактор, дБ;

$k_{i,f}$ – f давтамж дахь хэлхээний i -р төхөөрөмжийн тохируулгын фактор, дБ.

Бодит хэмжилтийн үед f давтамж дахь илүүдэл (хуурамч эсвэл зурвасын гаднах) цацаргалтын чадлыг хэмжилтийн хүлээн авагчаар уншсан чадалд нийт тохируулгын факторыг нэмж тодорхойлно (11):

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f} \quad (11)$$

$P_{r,f}$ – хэмжилтийн хүлээн авагчаар хэмжсэн чадал, дБВт эсвэл дБм;

$P_{s,f}$ – f давтамж дахь илүүдэл цацаргалтын чадал, дБВт эсвэл дБм.

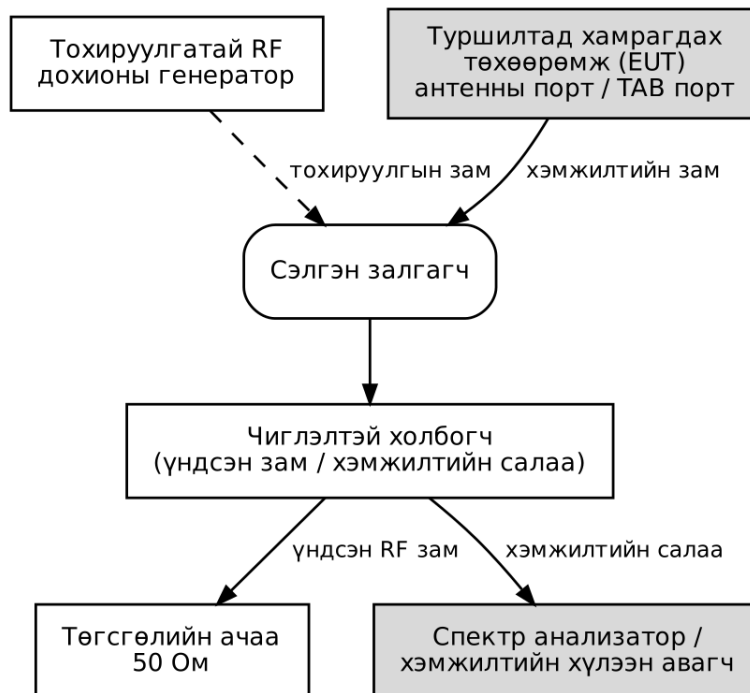
Хэмжилтийн хэлхээний тохируулгын факторыг хэмжилт хийх давтамжийн бүх мужид, ажиллах давтамж болон хэмжилтийн нөхцөл бүрд тодорхойлно. Кабель, холбогч, шүүлтүүр болон бусад бүрдүүлэгчийн давтамжаас хамаарах алдагдлыг тохируулгын факторт тусгана.

9.3.3 Орлуулах арга

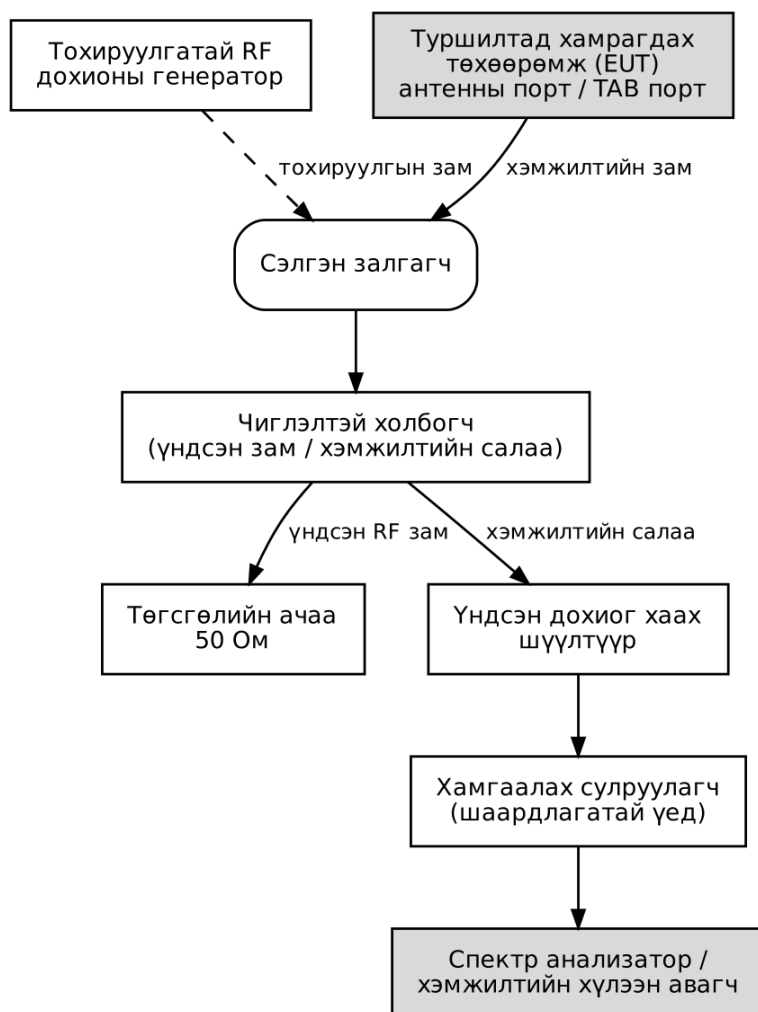
Орлуулах аргын үед хэмжилтийн хэлхээнд ашигласан бүх бүрдүүлэгчийг тус тусад нь тохируулах шаардлагагүй. Эхлээд EUT-ийн илүүдэл цацаргалтын түвшнийг хэмжилтийн хүлээн авагчаар бүртгэнэ. Дараа нь EUT-ийг тохируулгатай дохионы генератороор орлуулж, генераторын гаралтын чадлыг хэмжилтийн хүлээн авагчийн заалт EUT-ийн үед бүртгэсэн заалттай тэнцэх хүртэл тохируулна. Генератороос антенны портод өгсөн чадлыг тухайн давтамж дахь илүүдэл цацаргалтын чадалтай тэнцүү гэж үзнэ. Генераторын дохионы зурвасын өргөнийг хэмжиж буй цацаргалтын хэмжилтийн зурвасын өргөнтэй нийцүүлнэ; нарийн зурвасын цацаргалтад CW дохио хэрэглэж болно.

9.3.4 Хэмжилтийн хэлхээ

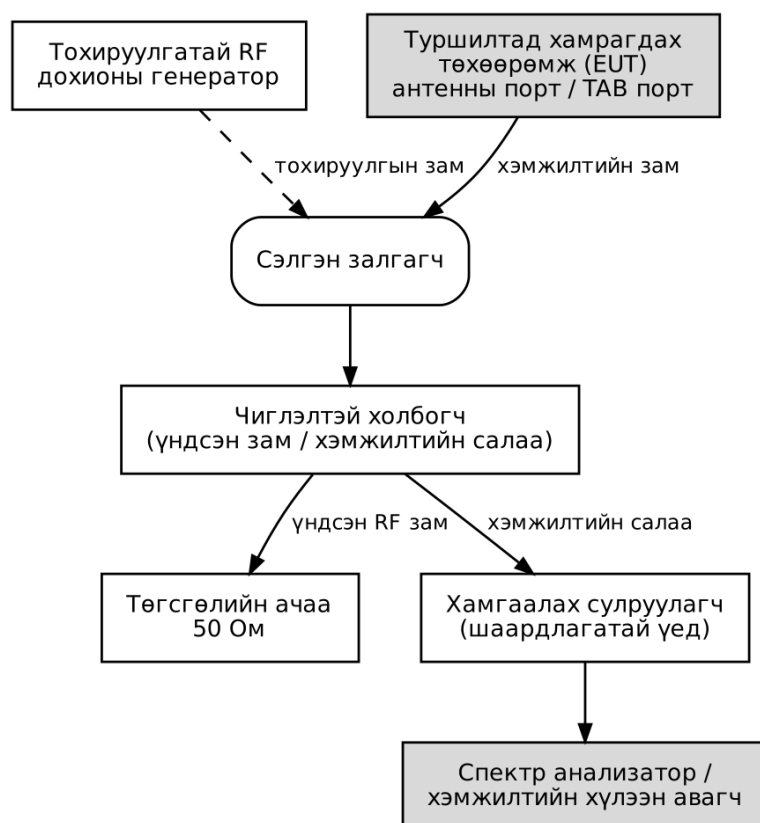
Антенны порт буюу TAB портод дамжуулсан царааны доторх ба зурвасын гаднах цацаргалтын чадлыг хэмжих хялбаршуулсан хэлхээг Зураг 2-д, үндсэн дохиог хаах шүүлтүүртэй хуурамч цацаргалтын хэмжилтийн хэлхээ (Арга 1а)-г Зураг 3-д, үндсэн дохиог хаах шүүлтүүргүй шууд хэмжилтийн хэлхээ (Арга 1б)-г Зураг 4-д үзүүлэв. Хэлхээнд тохируулгатай RF дохионы генератор, сэлгэн залгагч (EUT эсвэл генераторыг сонгох), чиглэлтэй холбогч, 50 Ом-ын төгсгөлийн ачаа, хамгаалах сулруулагч, шаардлагатай бол үндсэн дохиог хаах шүүлтүүр, спектр анализатор буюу хэмжилтийн хүлээн авагч орно. Чиглэлтэй холбогч нь үндсэн цацаргалтын чадлыг даах чадвартай, генератор ба EUT-ийн аль ч төлөвт зохих эсэргүүцлийн зохицлыг хангасан байна.



Зураг 2 – Антенны портод дамжуулсан царааны доторх ба зурвасын гаднах цацаргалтын чадлыг хэмжих хялбаршуулсан хэлхээ



Зураг 3 – Арга 1а – Үндсэн дохиог хаах шүүлтүүртэй дамжуулалтын замын хуурамч цацаргалтын хэмжилтийн блок-схем (BS төрөл 1-С, 1-Н)



Зураг 4 – Арга 16 – Үндсэн дохиог хаах шүүлтүүргүй шууд хэмжилтийн блок-схем (BS төрөл 1-С, 1-Н)

Арга 16-ийг хэрэглэх үед хэмжилтийн хүлээн авагчийн динамик хүрээ, сонгон ялгах чадвар болон бусад хэмжилтийн нөхцлийг үндсэн дохионы нөлөө илүүдэл цацаргалтын хэмжилтийн үр дүнд нөлөөлөхгүй байхаар сонгоно. Хүлээн авагчийн динамик хүрээ хүрэлцэхгүй бол үндсэн дохиог хаах шүүлтүүр, урьдчилсан сонгох шүүлтүүр, сулруулагч ашиглаж, тэдгээрийн оруулалтын алдагдлыг тохируулгын факторт тооцно.

9.3.5 Хэмжилтийн үр дүнг тодорхойлох

А ангиллын төхөөрөмжийн хувьд хуурамч цацаргалтын харьцангуй түвшнийг (12)-ээр тооцож, А ангиллын харьцангуй хязгаар (7.6.1)-тай харьцуулна:

$$L_{\text{rel}} = B - D \quad (12)$$

L_{rel} – хуурамч цацаргалтын харьцангуй түвшин, дБ;

B – хэмжилтийн хүлээн авагч дээр хэмжсэн үндсэн цацаргалтын дундаж чадал (эзэлсэн зурвасын чадал);

D – хэмжилтийн хүлээн авагч дээр хэмжсэн хуурамч цацаргалтын хамгийн их чадал.

А болон В ангиллын төхөөрөмжийн хувьд хуурамч цацаргалтын абсолют чадлыг (13)-аар тооцож, 7.5-д заасан абсолют хязгаартай харьцуулна:

$$P_{\text{spurious}} = D + C \quad (13)$$

P_{spurious} – хуурамч цацаргалтын чадал, дБВт эсвэл дБм;

C – хуурамч цацаргалтын давтамж дахь хэмжилтийн хэлхээний тохируулгын фактор ($k_{\text{ms},f}$), дБ.

9.4 Арга 2 – Цацаргалтын (ОТА) хэмжилт

9.4.1 Ерөнхий зүйл

ОТА хэмжилтийг нэгдмэл антентай, AAS болон цацраг хэлбэржүүлэлт бүхий бааз станц (BS төрөл 1-О, 2-О, мөн BS төрөл 1-Н-ийн цацаргалтын шаардлага)-д цацаргалтын интерфэйсийн зааг дээр хэрэглэнэ. ОТА илүүдэл цацаргалтын шаардлагыг RIB-ийн хувьд, үүр бүрд TRP-ээр (ACLR, OBUE, хуурамч цацаргалт), чиглэлийн шаардлага (EIRP) эсвэл хамт байрлуулах шаардлагаар тодорхойлно. ОТА хэмжилтийн төхөөрөмж нь тухайн давтамжийн мужид шаардлагатай хэмжилтийн зурвасын өргөнтэй, чадлын түвшинг жинхэнэ RMS детектороор хэмжинэ.

ОТА хэмжилтэд бэлтгэх дараалал:

- 1) ОТА туршилтын орчин (цуурайгүй өрөө, компакт туршилтын талбай, ойрын орны систем, реверберацийн камер)-ыг тохируулж, хэмжилтийн системийн тохируулгыг (замын алдагдал, антенны фактор, туйлшрал) шалгана;
- 2) EUT-ийг байрлуулагч дээр суурилуулж, үйлдвэрлэгчийн зарласан координатын системийн чиглэлийг туршилтын системтэй зэрэгцүүлнэ;
- 3) EUT-ийг тухайн туршилтын загвараар, зарласан нэрлэсэн гаралтын чадлаар ($P_{\text{rated},c,\text{TRP}}$ эсвэл $P_{\text{rated},c,\text{EIRP}}$) дамжуулна; цацрагийн оргилын чиглэлийг зарласан цацрагийн чиглэлийн хосоор тохируулна;
- 4) Хэмжилтийн антен эсвэл ОТА хүлээн авагчийг шаардлагатай бүх чиглэл, туйлшралаар скан хийнэ;
- 5) Хэмжилтийг жинхэнэ RMS детектороор гүйцэтгэж, чиглэл тус бүрийн үр дүнг нэгтгэн TRP (эсвэл шаардлагатай чиглэл дэх EIRP)-ийг тооцно;
- 6) Цацрагийн оргил болон цацрагийн бүрхүүлийн хамгийн муу утгыг бүртгэнэ.

ОТА хэмжилтийн үр дүнг TRP, EIRP, ОТА ACLR, ОТА OBUE, ОТА хуурамч цацаргалт хэлбэрээр илэрхийлнэ. Хэмжилтийг үйлдвэрлэгчийн зарласан ОТА бүрхэлтийн хүрээнд, шаардлагатай цацрагийн чиглэлүүдэд гүйцэтгэх бөгөөд цацраг хэлбэржүүлэлт, цацрагийн чиглүүлэлт, цацрагийн хайлт болон массив MIMO ажиллагаатай станцын хувьд илүүдэл цацаргалтын түвшин хамгийн их болох тохиргоонуудыг хэмжилтэд хамруулна. Бүх дэмждэг туйлшралын чадлыг зохих ёсоор нэгтгэнэ.

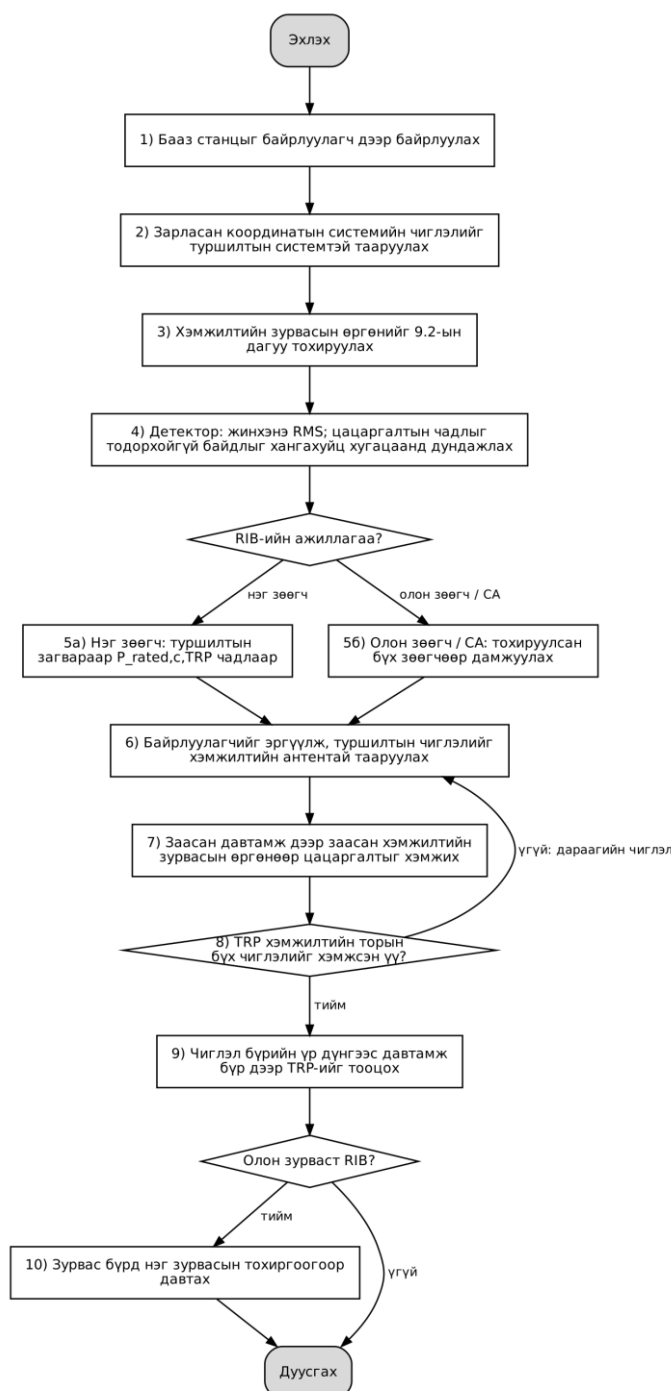
9.4.2 TRP-ийн хэмжилтийн журам

TRP-ийг чиглэлийн чадлын хэмжилтэд үндэслэн (3GPP TS 38.141-2, I хавсралт) дараах дарааллаар тодорхойлно (Зураг 5):

- 1) Бааз станцыг байрлуулагч дээр байрлуулна;
- 2) Үйлдвэрлэгчийн зарласан координатын системийн чиглэлийг туршилтын системийн чиглэлтэй тааруулна;
- 3) Хэмжилтийн зурвасын өргөнийг 9.2-т заасны дагуу тохируулна;
- 4) Хэмжилтийн төхөөрөмжийн детекторыг жинхэнэ RMS горимд тохируулж, цацаргалтын чадлыг хэмжилтийн тодорхойгүй байдлыг хангахуйц хугацаанд дундажлана;
- 5) Бааз станцыг дамжуулах горимд ажиллуулна: нэг зөөгчтэй RIB-ийн хувьд холбогдох туршилтын загвараар $P_{\text{rated},c,\text{TRP}}$ чадлаар; олон зөөгч буюу CA-ийн хувьд тохируулсан бүх зөөгчөөр;
- 6) Байрлуулагч (ба бааз станц)-ийг туршилтын чиглэл хэмжилтийн антентай тааруулахаар эргүүлнэ;

- 7) Заасан давтамж дээр заасан хэмжилтийн зурвасын өргөнөөр цацаргалтыг хэмжинэ;
- 8) TRP-ийг бүрэн тооцоход шаардлагатай TRP хэмжилтийн торын бүх чиглэлд 6, 7-р алхмыг давтана (хэмжилтийн тор нь давтамжаас хамаарч өөр байж болно; давтамжийн ба торын скан хийх дарааллыг чөлөөтэй сонгож болно);
- 9) Чиглэл бүрийн хэмжилтийн үр дүнг ашиглан заасан давтамж бүр дээр TRP-ийг тооцно;
- 10) Олон зурваст RIB-ийн хувьд зурвас бүрд нэг зурвасын тохиргоогоор дээрх алхмуудыг давтана.

Тохируулгатай, шинж чанар нь тодорхойлогдсон реверберацийн камер ашиглан TRP-ийг хэмжиж болох бөгөөд энэ тохиолдолд 1, 3, 4, 5, 7, 10-р алхмыг гүйцэтгэнэ. Хэмжилтийн аргыг 3GPP TR 37.941-ийн зааврын дагуу тохируулж ашиглана.



Зураг 5 – TRP хэмжилтийн журмын блок-схем (3GPP TS 38.141-2, 6.7.5.2.4.2, I хавсралт)

9.4.3 Шууд арга – EIRP-ийг тодорхойлох

Шууд аргын үед хэмжилтийн хэлхээний бүх бүрдүүлэгч (шүүлтүүр, кабель, урьдчилсан өсгөгч)-ийг тус тусад нь эсвэл бүхэлд нь тохируулж, тохируулгын факторыг 9.3.2-ын дагуу f давтамж бүрд тодорхойлно. Чөлөөт орон зайн нөхцөлд f давтамж дахь илүүдэл цацаргалтын EIRP-ийг (14)-аар тодорхойлно:

$$P_{s,f} = P_{r,f} + k_{ms,f} - G_f + 20\lg f + 20\lg d - 27,6 \quad (14)$$

$P_{s,f}$ – f давтамж дахь илүүдэл цацаргалтын EIRP, дБВт эсвэл дБм;

$P_{r,f}$ – хэмжилтийн хүлээн авагч дээр уншсан f давтамж дахь цацаргалтын чадал, $P_{s,f}$ -тэй ижил нэгжээр;

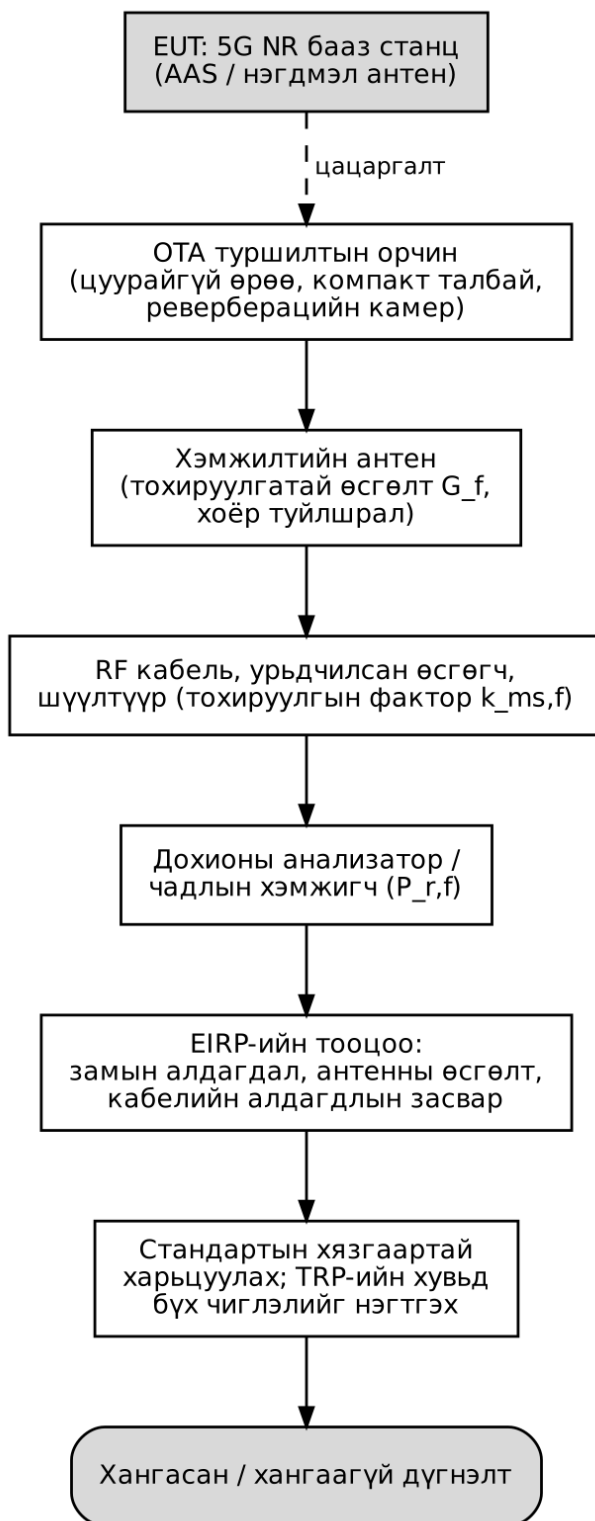
$k_{ms,f}$ – f давтамж дахь хэмжилтийн хэлхээний тохируулгын фактор (ерөнхийдөө эерэг), дБ;

G_f – f давтамж дахь тохируулгатай хэмжилтийн антенны өсгөлт, дБи;

f – илүүдэл цацаргалтын давтамж, МГц;

d – нэвтрүүлэх антен ба тохируулгатай хэмжилтийн антенны хоорондох зай, м.

Хэмжилтийн зай d нь нэвтрүүлэх антенны хамгийн их хэмжээс болон хэмжилтийн давтамжаас хамаарах алсын орны нөхцлийг хангана; хэмжилтийг хэвтээ ба босоо туйлшралын чиглэл бүрээр гүйцэтгэж, хамгийн их хэмжигдсэн утгыг авна. OTA EIRP хэмжилтийн ерөнхий блок-схемийг Зураг 6-д үзүүлэв.



Зураг 6 – ОТА нөхцөлд EIRP хэмжилтийн ерөнхий блок-схем

9.4.4 Орлуулах арга (ОТА)

Орлуулах аргыг EUT-ээс цацарсан илүүдэл цацаргалтын түвшнийг шууд чадлын утгаар хэмжих боломжгүй, эсвэл хэмжилтийн талбай, антен, кабель, хүлээн авагчийн иж бүрэн тохируулгын оронд эквивалент эх үүсвэр ашиглах шаардлагатай үед хэрэглэнэ (Зураг 7). Эхлээд EUT-ийг хэвийн ажиллагааны нөхцөлд ажиллуулж, хэмжилтийн хүлээн авагч дээр тухайн давтамж дахь цацаргалтын түвшнийг бүртгэнэ. Дараа нь EUT-ийг ижил байрлал, ижил туйлшрал, ижил хэмжилтийн геометртэй тохируулгатай орлуулах антен болон

дохионы генератороор солино. Генераторын давтамж, дохионы зурвасын өргөн, модуляц (эсхүл CW)-ыг хэмжиж буй цацаргалтын шинж чанарт тохируулна. Генераторын гаралтын чадлыг хэмжилтийн хүлээн авагч дээр EUT-ээс бүртгэгдсэн түвшинтэй тэнцэх хүртэл тохируулж, EUT-ийн эквивалент цацаргалтын чадлыг (15)-аар тодорхойлно:

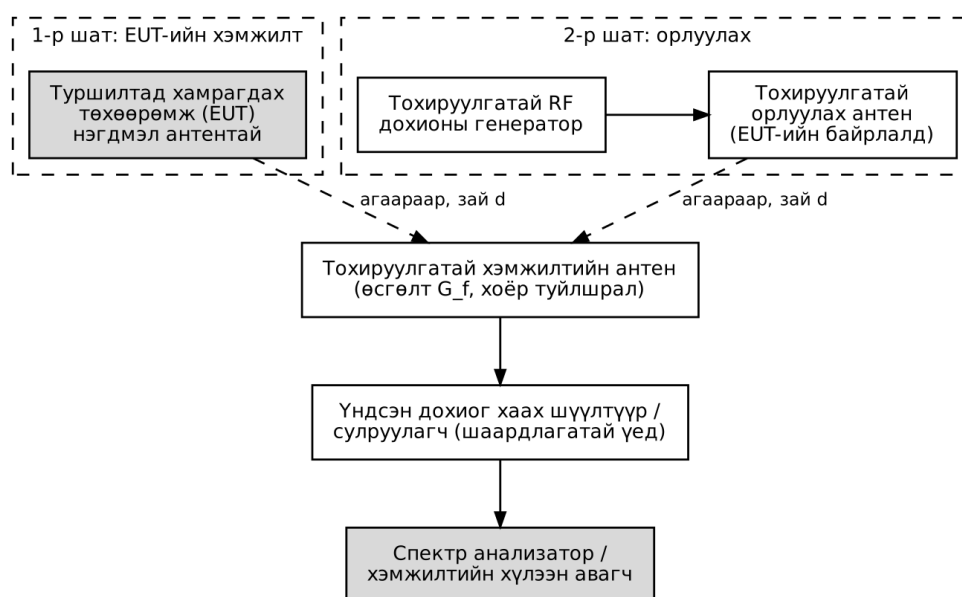
$$P_{EUT} = P_{gen} + G_{sub} - L_{path} \quad (15)$$

P_{EUT} – EUT-ийн эквивалент цацаргалтын чадал (EIRP);

P_{gen} – дохионы генераторын гаралтын чадал;

G_{sub} – орлуулах антенны өсгөлт, дБи;

L_{path} – кабель, холбогч болон хэмжилтийн замын нийт алдагдал, дБ.



Зураг 7 – ОТА нөхцөлд EIRP-ийг орлуулах аргаар хэмжих ерөнхий схем

Орлуулах аргыг AAS буюу нэгдмэл антентай бааз станцын ОТА хэмжилт, RF холбогчгүй BS төрөл 1-О, 2-О, хуурамч цацаргалтын ОТА хэмжилт, лабораторийн нөхцөлд шууд дамжуулалтын замаар хэмжих боломжгүй тохиолдол, хэмжилтийн үр дүнг EIRP, TRP эсвэл эквивалент цацаргалтын чадлаар илэрхийлэх шаардлагатай тохиолдолд хэрэглэж болно. Үр дүнг шаардлагаас хамааран дБм, дБм/МГц, EIRP эсвэл TRP хэлбэрээр илэрхийлнэ.

9.4.5 Цацаргалтын хэмжилтийн орчин

Цацаргалтын хэмжилтийг Арга 2-т тохирох цацаргалтын хэмжилтийн өрөө буюу туршилтын талбайд гүйцэтгэнэ. 30 МГц – 1000 МГц-ийн давтамжийн хүрээнд туршилтын талбайг хэвтээ болон босоо туйлшралын талбайн сулралтын хэмжилтээр баталгаажуулах бөгөөд хэмжсэн сулралт нь онолын утгаас ± 4 дБ-ээс хэтрэхгүй зөрөх үед талбайг тохиромжтой гэж үзнэ. Туршилтын талбай нь тэгш, дээгүүрх утас, ойролцоох ойлгогч байгууламжгүй, IEC/CISPR 16-1-4-т заасан шаардлагыг хангасан хэвтээ металл хавтгайтай байна; хавтгай нь EUT болон хамгийн том хэмжилтийн антенны захаас 1 м-ээс багагүй зайд үргэлжилж, хэмжилтийн хамгийн их давтамжийн долгионы уртын аравны нэгээс том нүх, завсаргүй байна. Хэмжилтийг шингээгчээр доторлосон хамгаалагдсан өрөө (бүрэн эсвэл хагас цуурайгүй өрөө)-нд мөн хийж болох бөгөөд энэ тохиолдолд өрөөний талбайн сулралт ± 4 дБ-ийн шалгуурыг хангасан байна.

1 ГГц-ээс дээш давтамжид хэмжилтийг бүрэн цуурайгүй өрөө, компакт туршилтын талбай, ойрын орны скан хийх систем эсвэл реверберацийн камерт гүйцэтгэнэ. IMT-2020 (5G NR) бааз станцын OTA хэмжилтийн орчин, туршилтын талбайн зай, хэмжилтийн тодорхойгүй байдлын төсөв нь 3GPP TS 38.141-2 болон 3GPP TR 37.941-д заасан шаардлагыг хангана. EIRP-ийг орлуулах аргаар хэмжих үед EUT-ийн антенныг тохируулгатай орлуулах антенаар солих бөгөөд холболтын кабель нь нэмэлт цацаргалт үүсгэхгүй, эргэдэг туршилтын байрлалд тохиромжтой, цацаргалтын нөлөө багатай байна.

9.5 Эзэлсэн зурвасын өргөнийг хэмжих

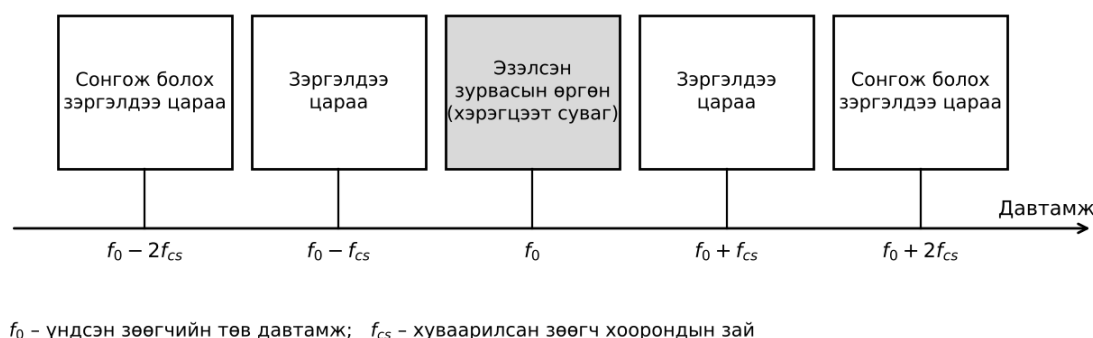
Эзэлсэн зурвасын өргөнийг дараах дарааллаар хэмжинэ:

- 1) Нэвтрүүлэгчийг зохих модуляцын нөхцөлд (туршилтын загвар) зохицсон ачаалалд ажиллуулна;
- 2) Спектр анализатор ашиглан шаардлагатай зурвасын өргөний 500 %-тай тэнцэх давтамжийн царааг хамруулан цацаргалтын чадлын спектрийн нягтыг дүрсэлж, уг цараан дахь нийт цацаргалтын чадлыг интегралчлан P_{REF} гэж тэмдэглэнэ;
- 3) Ялгах зурвасын өргөнийг лавлах зурвасын өргөнд аль болох ойр, гэхдээ эзэлсэн зурвасын өргөний 5 %-иас бага сонгоно (OTA хэмжилтэд $RBW \leq 30$ кГц);
- 4) Цацаргалтын төвийн давтамжаас дээш нийт чадал нь P_{REF} -ийн 0,5 %-тай тэнцэх давтамжийг тэмдэглэнэ;
- 5) Цацаргалтын төвийн давтамжаас доош нийт чадал нь P_{REF} -ийн 0,5 %-тай тэнцэх давтамжийг тэмдэглэнэ;
- 6) Дээрх хоёр давтамжийн зөрүүг тухайн цацаргалтын эзэлсэн зурвасын өргөн (нийт чадлын 99 %-ийг хамарсан зурвасын өргөн) гэж тодорхойлно.

Хэмжилтийг сувгийн дунд (M) байрлалд, зөөгч бүрд, OTA-ийн хувьд OTA бүрхэлтийн хүрээний лавлах чиглэлд гүйцэтгэж, үр дүнг 7.2-т заасан шаардлагатай харьцуулна.

9.6 ACLR-ийг хэмжих

ACLR-ийг зэргэлдээ суваг ба хоёр дахь зэргэлдээ сувгийн чадлын аргаар хэмжинэ. Хэмжилтийн давтамжийн царааг үндсэн зөөгчийн төв давтамж f_0 , зөөгч хоорондын зай f_{cs} , эзэлсэн зурвасын өргөн болон зэргэлдээ сувгийн байрлалаас хамааруулан тогтооно (Зураг 8).



Зураг 8 – Зурвасын гаднах цацаргалтын хэмжилтийн давтамжийн цараа

Хэмжилтийн дараалал:

- 1) EUT-ийг 9.1-д заасан нөхцөлд, NR-FR1-TM1.1 (BS төрөл 2-O: NR-FR2-TM1.1) туршилтын загвараар нэрлэсэн гаралтын чадлаар ажиллуулна;

- 2) Хэмжилтийн шүүлтүүрийн зурвасын өргөн, детектор (жинхэнэ RMS)-ыг Хүснэгт 20-ийн дагуу тохируулна;
- 3) Хуваарилсан сувгийн давтамж дээр BW_{Config} зурвасын өргөнтэй тэгш өнцөгт шүүлтүүрээр дундаж чадлыг хэмжинэ (P_{wanted});
- 4) Хамгийн доод зөөгчөөс доош, хамгийн дээд зөөгчөөс дээш Хүснэгт 20-д заасан шилжилт бүр дээр зэргэлдээ сувгийн шүүлтүүрээр дундаж чадлыг хэмжинэ ($P_{adjacent}$); олон зөөгчийн үед зөвхөн ашигласан хамгийн доод, хамгийн дээд зөөгчийн гадна талын шилжилтийг хэмжинэ;
- 5) Залгаа бус спектр, олон зурваст ажиллагааны үед дэд блокийн завсар буюу РД зурвас хоорондын завсар дотор ACLR болон CACLR-ийг 7.3-ын дагуу хэмжинэ;
- 6) (3)-аар ACLR-ийг тооцно; доод ба дээд зэргэлдээ сувгийн ACLR-ийн аль бага утгыг туршилтын үр дүн гэж авна;
- 7) NR-FR1-TM1.2 туршилтын загвараар хэмжилтийг давтана.

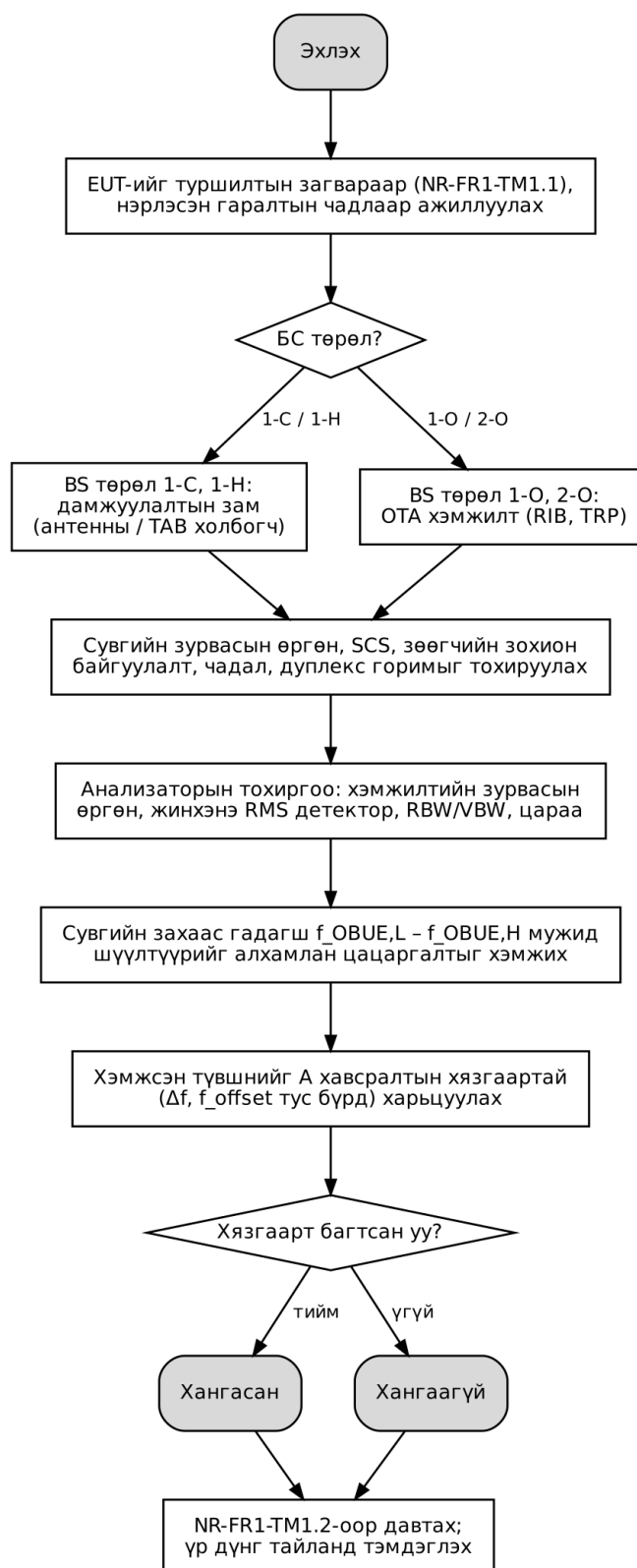
Зэргэлдээ сувгийн чадлыг тоон спектр анализатор (сувгийн чадлын интегралчлалын функц) эсвэл сувгийн тусгай шүүлтүүр бүхий чадлын хэмжигчээр хэмжиж болно. TDD горимд P_{wanted} , $P_{adjacent}$ -ийг нэвтрүүлэгчийн дамжуулах хугацаанд хаалгат хэмжилтээр тодорхойлно. ОТА-ийн хувьд ACLR-ийг TRP-ээр тодорхойлох бөгөөд хуваарилсан болон зэргэлдээ сувгийн TRP-ийг 9.4.2-ын журмаар хэмжинэ.

Зөвлөмж ITU-R SM.1541-7-ийн зэргэлдээ зурвасын чадлын харьцаа (ABPR)-г хэрэглэх тохиолдолд доод ба дээд зэргэлдээ зурвасын чадлын харьцааг $P_{REF} - P_{ADJ,L}$, $P_{REF} - P_{ADJ,U}$ эер тооцож, тэдгээрийн багыг ABPR гэж авна; N-р зэргэлдээ зурваст мөн адил давтана.

9.7 Ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (OBUE)-ыг хэмжих

OBUE (спектрийн цацаргалтын маск)-ийн хэмжилтийг сувгийн доод ба дээд захаас гадагш, $f_{OBUE,L} - f_{OBUE,H}$ мужид (7), (8) дараах дарааллаар гүйцэтгэнэ (Зураг 9):

- 1) EUT-ийг 9.1-д заасан нөхцөлд, NR-FR1-TM1.1 туршилтын загвараар нэрлэсэн гаралтын чадлаар ажиллуулна;
- 2) Бааз станцын төрлөөс хамааран дамжуулалтын замын (BS төрөл 1-C, 1-H) эсвэл ОТА (BS төрөл 1-O, 2-O) хэмжилтийн аргыг сонгоно;
- 3) Сувгийн зурвасын өргөн, SCS, зөөгчийн зохион байгуулалт, гаралтын чадал, дуплекс горимыг тохируулна;
- 4) Спектр анализатор дээр хэмжилтийн зурвасын өргөн (A хавсралт), детектор (жинхэнэ RMS), давтамжийн царааг тохируулна; RBW-ийг хэмжилтийн зурвасын өргөнөөс бага сонгосон бол үр дүнг хэмжилтийн зурвасын өргөнд интегралчилна;
- 5) Хэмжилтийн шүүлтүүрийн төв давтамжийг залгаа алхмаар шилжүүлж, заасан давтамжийн хүрээнд заасан хэмжилтийн зурвасын өргөнөөр цацаргалтыг хэмжинэ; олон зурваст буюу залгаа бус спектрийн хувьд РД зурвас хоорондын завсар, дэд блокийн завсар дахь цацаргалтыг хамгийн ойрын захаас хэмжинэ;
- 6) Хэмжсэн спектрийн чадлын түвшнийг A хавсралтын холбогдох хязгаартай (Δf , f_{offset} тус бүрд) харьцуулна; хэмжилтийн багаж нь хязгаарын муруйг шугаман сегментүүдээр оруулах, хадгалах, дүрслэх, үр дүнг автоматаар харьцуулах боломжтой байна;
- 7) NR-FR1-TM1.2 туршилтын загвараар хэмжилтийг давтана;
- 8) Үр дүнг дБм (хэмжилтийн зурвасын өргөнд), ОТА-ийн хувьд TRP-ээр тэмдэглэнэ.



Зураг 9 – OBUE (спектрийн цацаргалтын маск)-ийн хэмжилтийн ерөнхий дараалал

Зурвасын гаднах цацаргалтын маскны аргаар хэмжилтийг хуваарилсан давтамжийн зурвасын захын хязгаараас эхэлж, зурвасын гаднах муж ба хуурамч цацаргалтын мужийн зааг хүртэл гүйцэтгэнэ. Чадлын спектрийн нягтыг хэмжихдээ хэмжилтийн зурвасын өргөнийг хэмжилт хийх сувгийн зурвасын өргөнд тохируулж, царааг тухайн сувгийн болон зурвасын гаднах цацаргалтын давтамжийн хүрээг бүрэн хамрахаар сонгож, үр дүнг дБм/Гц эсвэл дБВт/Гц-ээр илэрхийлж болно.

9.8 Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтыг хэмжих

Хуурамч цацаргалтыг OBUE-ийн мужаас гаднах, Хүснэгт 22-д заасан давтамжийн хүрээнд хэмжинэ. Хэмжилтийн явцад хэрэгцээт сувгийн муж, OBUE-ийн муж давхцахгүй байхаар хэмжилтийн эхлэл ба төгсгөлийн давтамжийг сонгоно. Хэмжилтийн дараалал:

- 1) EUT-ийг 9.3 (дамжуулалтын зам) эсвэл 9.4 (OTA)-ийн дагуу хэмжилтийн системд холбоно (байрлуулна); хэмжилт хийхгүй байгаа холбогчуудыг төгсгөлийн ачаагаар холбоно;
- 2) Хэмжилтийн зурвасын өргөнийг Хүснэгт 31-ийн дагуу, детекторыг жинхэнэ RMS горимд тохируулна;
- 3) EUT-ийг NR-FR1-TM1.1 (NR-FR2-TM1.1) туршилтын загвараар нэрлэсэн гаралтын чадлаар ажиллуулна; $F_{DL,low} - \Delta f_{OBUE}$ -ээс доош хэмжихэд сувгийг B, $F_{DL,high} + \Delta f_{OBUE}$ -ээс дээш хэмжихэд T байрлалд тохируулна;
- 4) Заасан давтамжийн хүрээнд заасан хэмжилтийн зурвасын өргөнөөр цацаргалтыг хэмжинэ; OTA-ийн хувьд TRP хэмжилтийн торын бүх чиглэлд хэмжиж TRP-ийг тооцно;
- 5) Олон зурваст холбогч (RIB)-ийн хувьд зурвас бүрд дээрх алхмуудыг давтана;
- 6) Үр дүнг 9.3.5-ын дагуу тооцож, 7.5 болон B, B хавсралтад заасан хязгаартай харьцуулна.

Бааз станцын хүлээн авагчийг хамгаалах (7.5.4), хамт байрласан бааз станцыг хамгаалах (7.5.5) болон нэмэлт (7.5.6) хуурамч цацаргалтын хязгаарыг шалгахад мөн дээрх дарааллыг тухайн давтамжийн хүрээ, хэмжилтийн зурвасын өргөнөөр хэрэглэнэ. OTA хамт байрлуулах шаардлагын хувьд хэмжилтийг хамт байрлуулах туршилтын антен (CLTA)-ны гаралт дээр 3GPP TS 38.141-2-ын 4.12, 6.7.5.5-ын дагуу гүйцэтгэнэ.

9.9 ACS-ийг хэмжих

ACS-ийг хүлээн авагчийн зэргэлдээ сувгийн хөндлөнгийн дохиог дарах чадвараар тодорхойлно:

- 1) EUT-ийн хүлээн авагчид хэрэгцээт NR дохиог (3GPP TS 38.141-1, 4.9.3-т заасан лавлах хэмжилтийн суваг) өгнө;
- 2) Хэрэгцээт дохионы түвшнийг Хүснэгт 27-д заасан $P_{REFSENS} + 6$ дБ (3 МГц сувагт + 8 дБ) түвшинд тохируулна;
- 3) Зэргэлдээ сувгийн хөндлөнгийн дохиог Хүснэгт 27-д заасан түвшинд, Хүснэгт 28-д заасан шилжилттэйгээр хэрэгцээт сувгийн доод ба дээд талд ээлжлэн өгнө;
- 4) Хүлээн авагчийн дамжуулах чадамжийг хэмжинэ;
- 5) Дамжуулах чадамж нь лавлах хэмжилтийн хамгийн их дамжуулах чадамжийн 95 %-иас багагүй бол шаардлагыг хангасанд тооцно.

OTA нөхцөлд хэрэгцээт болон хөндлөнгийн дохиог туршилтын антенаар RIB дээр өгч, EUT-ийн байрлал, координатын чиглэл, хүлээн авагчийн зорилтот лавлах чиглэл болон OTA туршилтын чиглэлийг харгалзан 3GPP TS 38.141-2-ын 7.5-ын дагуу хэмжинэ.

9.10 Хүлээн авагчийн хаалтыг хэмжих

Хүлээн авагчийн хаалтыг дараах дарааллаар хэмжинэ:

- 1) Хүлээн авагчийг хэвийн ажиллагааны нөхцөлд тохируулж, EUT-ийн хүлээн авагчид хэрэгцээт NR дохио өгнө;

- 2) Хэрэгцээт дохионы түвшнийг тухайн зурваст заасан $P_{\text{REFSENS}} + x$ дБ (OTA: $EIS_{\text{REFSENS}} + 6$ дБ) түвшинд тохируулна;
- 3) Хаалтын дохиог Хүснэгт 29 (зурвас доторх ерөнхий хаалт), 8.3.2 (нарийн зурвасын хаалт) эсвэл 8.3.3, 8.3.4 (зурвасын гаднах хаалт)-т заасан төрөл, түвшнээр өгнө;
- 4) Хаалтын дохионы давтамжийг хэрэгцээт сувгийн доод ба дээд талд заасан давтамжийн цэгүүдээр (зурвасын гаднах хаалтад 1 МГц-ийн алхмаар) өөрчилнө;
- 5) Хүлээн авагчийн дамжуулах чадамж (BLER)-ийг хэмжиж, хаалтын дохио өгсөн ба өгөөгүй үеийн үзүүлэлтийг харьцуулна;
- 6) Дамжуулах чадамж нь лавлах хэмжилтийн хамгийн их дамжуулах чадамжийн 95 %-иас багагүй бол шаардлагыг хангасанд тооцно.

AAS бааз станцын хувьд хэмжилтийг OTA аргаар (хаалтын дохиог талбайн хүчлэгээр), бусад бааз станцын хувьд дамжуулалтын замын аргаар гүйцэтгэнэ.

9.11 Хэмжилтийн багаж, тохиргоонд тавих шаардлага

9.11.1 Хэмжилтийн хүлээн авагч

Зурвасын гаднах, зэргэлдээ сувгийн болон хуурамч цацаргалтыг спектр анализатор, хэмжилтийн хүлээн авагч эсвэл түүнтэй адилтгах хэмжүүрээр хэмжинэ. Хэмжилтийн төхөөрөмж нь шаардлагатай далайцын нарийвчлал, динамик хүрээ, давтамжийн муж (FR1, FR2) болон хэмжилтийн зурвасын өргөнийг хангана. Хүлээн авагчийн динамик хүрээ үндсэн дохио болон илүүдэл цацаргалтыг нэгэн зэрэг хэмжихэд хүрэлцэхгүй тохиолдолд үндсэн дохиог хаах шүүлтүүр, урьдчилсан сонгох шүүлтүүр, сулруулагч ашиглаж, тэдгээрийн оруулалтын алдагдлыг тохируулгын фактор болгон тооцно. Маскны аргаар хэмжихэд хүлээн авагч нь чадлын спектрийн нягтыг хэмжих, хязгаарын муруйг хадгалах, дүрслэх, шугаман сегментүүдээр тодорхойлох, үр дүнг автоматаар харьцуулах; зэргэлдээ сувгийн чадлын аргаар хэмжихэд тогтоосон зурвасын өргөн дэх нийт чадлыг тоон интегралчлалаар тооцох эсвэл сувгийн шүүлтүүрээр шууд хэмжих боломжтой байна.

9.11.2 Детектор

Хэмжилтийн хүлээн авагч нь жинхэнэ RMS (дундаж чадлын), түүврийн болон оргил утгын детекторын горимтой байна. Логарифмын өсгөгчөөр дамжуулсан дохиог дундажлах детектороор хэмжихэд Гауссын шуугианы хувьд логарифмын дундаж утга 1,45 дБ-ээр, шугаман дундаж утга нэмж 1,05 дБ-ээр (нийт 2,5 дБ) бага гардаг тул ийм горим ашигласан бол холбогдох засварыг хэрэглэнэ. Тоон боловсруулалттай, жинхэнэ дундаж чадлыг хэмжих функцтэй анализатор ашигласнаар энэ засвараас зайлсхийнэ. Чадал ба зурвасын гаднах цацаргалтыг хэмжихэд RMS буюу дундаж чадлын горим, оргил утгыг тодорхойлоход оргил детекторын горим хэрэглэнэ.

9.11.3 Ялгах зурвасын өргөн

Ялгах зурвасын өргөн (RBW)-ийг хэмжилтийн лавлах зурвасын өргөн болон хэмжих үзүүлэлтэд нийцүүлэн сонгоно; чадлын спектрийн нягт ба дундаж чадлын хэмжилтэд царааны доторх болон зурвасын гаднах хэмжилтэд ижил зурвасын өргөнийг хэрэглэнэ. RBW нь лавлах зурвасын өргөнөөс ялгаатай бол шүүлтүүрийн шинж чанар (эквивалент шуугианы зурвасын өргөн) болон хэмжилтийн аргаас хамаарах засвар буюу интегралчлалыг хэрэглэнэ. Зэргэлдээ сувгийн чадлыг хэмжихэд RBW-ийг зэргэлдээ сувгийн хэмжилтийн зурвасын өргөнтэй заавал тэнцүү сонгохгүй; тогтоосон зурвасын өргөнд чадлыг интегралчлан тодорхойлно. Хэмжилтийн зурвасын өргөн нь эзэлсэн зурвасын өргөний n %

байх үед шуугианд төстэй цацаргалтад ойролцоогоор $(10 \lg(100/n) + 14)$ дБ-ийн хэт ачааллын факторыг харгалзана.

9.11.4 Видео зурвасын өргөн

Видео зурвасын өргөн (VBW)-ийг детекторын горим болон хэмжих үзүүлэлтэд нийцүүлэн сонгоно. Оргил чадлыг хэмжих үед видео шүүлтүүрийн нөлөөгөөр оргил утга буурахаас сэргийлж VBW-ийг RBW-ээс багагүй, боломжтой бол 3–5 дахин их тохируулна. Дундаж чадлыг хэмжихэд нарийн VBW (жишээлбэл 10 Гц) ашиглах нь логарифмын дундажлалтад хүргэж чадлыг бага гаргах тул жинхэнэ дундаж чадлыг хэмжих функц, сувгийн шүүлтүүр эсвэл интегралчлалын арга хэрэглэнэ. VBW-ийг RBW-ээс 3–5 дахин их байхаар сонгох нөхцлийг бүх хэмжилтэд нийтлэг шаардлага болгон хэрэглэхгүй.

9.11.5 Скан хийх хугацаа, дундажлах хугацаа

Давтамжийн скан хийх хугацааг хэмжилтийн давтамжийн цараа, RBW, шүүлтүүрийн тогтворжих хугацаа болон детекторын горимд нийцүүлэн сонгоно. Нарийн RBW ашиглах үед скан хийх хугацаа удаан болох бөгөөд RMS жинлэлтийн дундажлалт, оргил утгын илрүүлэлт нь шаардагдах хугацааг 10 ба түүнээс олон дахин нэмэгдүүлж болно. Хэт богино хугацаа сонгосноор хэмжилтийн утга буурч, үр дүн алдагдаж болзошгүй. Чадлын спектрийн нягт нь хугацааны явцад өөрчлөгддөг (тогтмол бус дугтуйтай модуляцтай) дохионы хувьд хамгийн багадаа 10 буюу түүнээс олон хэмжилтийн дундаж утгыг хэмжилтийн үр дүн болгон авна. TDD дохионы хувьд зэргэлдээ сувгийн чадлыг хаалгат хэмжилтээр хугацааны слотын дотор хэмжиж, тасралтгүй модуляцын спектр ба өргөн зурвасын шуугианд хэд хэдэн слотоор дундажлах, сэлгэн залгалтын шилжилтийн спектрт оргил утгыг барих горимыг хэрэглэнэ.

9.11.6 Төгсгөлийн ачаалал, холболтын хэрэгсэл

Арга 1-ээр хэмжих үед нэвтрүүлэгчийн RF гаралтад төгсгөлийн ачааллыг холбоно. Хэмжилтийн үр дүн нь нэвтрүүлэгч, дамжуулах шугам, холбогч болон төгсгөлийн ачааллын хоорондын эсэргүүцлийн зохицлоос хамаарна. Төгсгөлийн ачаалал нь 50 Ом-ын нэрлэсэн эсэргүүцэлтэй, хэмжилтийн бүх давтамжийн мужийг хамарсан, нэвтрүүлэгчийн гаралтын чадлыг даах чадвартай, бага ойлттой (зохих VSWR-тэй) байна. Чиглэлтэй холбогч нь үндсэн цацаргалтын чадлыг даах чадвартай байх бөгөөд дохионы генератор ба EUT-ийн хооронд сэлгэх үед хоёр төлөвт шаардлагатай зохих эсэргүүцлийг хангана.

9.11.7 Хэмжилтийн антен

Арга 2-оор хэмжих үед хэмжилтийн давтамжийн мужид тохирох тохируулгатай диполь антен, лавлах антен эсвэл изотроп антентай харьцуулсан өсгөлт нь тодорхойлогдсон хэмжилтийн антен ашиглана. Хэмжилтийн антен нь хэмжих цацаргалтын давтамжийн мужийг бүрэн хамарсан, антенны фактор буюу өсгөлтийн утгаар тохируулсан, хэвтээ ба босоо туйлшралыг хэмжих боломжтой, туршилтын байрлалд тохирох чиглэлийн шинж чанартай байна. Идэвхтэй хүлээн авах антен ашиглах тохиолдолд өндөр талбайн хүчлэгт гармоник, интермодуляцын бүтээгдэхүүн үүсэж болзошгүйг харгалзана. Хэмжилтийг бааз станцын дэмждэг бүх туйлшрал болон шаардлагатай цацрагийн чиглэлд гүйцэтгэнэ.

9.11.8 Модуляцын нөхцөл

Модуляцын нөхцөл нь төхөөрөмжийн үзүүлэлтийг үнэлэхэд чухал бөгөөд царааны доторх ба зурвасын гаднах чадлын хэмжилтэд ижил байна. Хэмжилтийг боломжтой бол хэвийн ажиллагааны нөхцөлд, хамгийн их нэрлэсэн модуляцаар (3GPP-ийн туршилтын загвар, псевдо-санамсаргүй өгөгдөлтэй) гүйцэтгэнэ. Олон зөөгчийн өсгөгчийн хувьд зурвасын

гаднах үзүүлэлтийг хамгийн муу тохиолдлоор үнэлэхэд нэвтрүүлэгчийн оролтод оргил дугтуйн чадлаас 6 дБ-ээр бага түвшинтэй хоёр модуляцгүй дохио өгч болно.

10 Давтамж ба орон зайн тусгаарлалт

10.1 Ерөнхий зарчим

Давтамж ба орон зайн тусгаарлалтыг Зөвлөмж ITU-R SM.337-6-д заасан харилцан нөлөөллийн зөвшөөрөгдөх түвшний зарчим болон 5G NR системийн хамтран орших судалгааны аргачлал (3GPP TR 38.803, Зөвлөмж ITU-R M.2101)-д үндэслэн тодорхойлно. Тусгаарлалтын шалгуурыг тодорхойлох гол хүчин зүйлүүд:

- Хүлээн авагчид шаардлагатай хэрэгцээт дохионы чадал ба зурвасын өргөн (NR-ийн хувьд сувгийн зурвасын өргөн BW_{Channel} , дамжуулалтын зурвасын өргөний тохиргоо BW_{Config});
- Саад учруулагч дохио болон шуугианы чадал, зурвасын өргөн, тэдгээрийн хүлээн авагчийн сувагтай давхцах зэрэг (ACLR, OBUE-ийн маск, хуурамч цацаргалт);
- Хүлээн авагчийн шуугианы чадал N ба саад учруулагч дохионы чадал I -ийн харьцаа (I/N);
- Хүлээн авагчийн сувгийн зурвасын өргөн, сонгомол чанар (ACS), хаалтын үзүүлэлт;
- Нэвтрүүлэгч ба хүлээн авагчийн антенны өсгөлт, цацаргалтын чиглэл (AAS-ийн хувьд цацраг тус бүрийн EIRP, элементийн болон нийлмэл цацаргалтын диаграмм), кабелийн алдагдал;
- Радио долгионы тархалтын алдагдлын зайнаас хамаарах хамаарал, орчны нөхцөл (LoS/NLoS, газрын гадарга, барилга байгууламж, клаттер);
- TDD ажиллагааны үед нэвтрүүлэгч ба хүлээн авагчийн идэвхтэй ажиллагааны хугацааны давхцал (кадрын бүтэц, синхрончлол).

5G NR бааз станцаас хамгаалагдах хүлээн авагчид хүрэх саад учруулагч дохионы чадал нь зурвасын гаднах цацаргалт, зэргэлдээ сувгийн алдагдал, антенны өсгөлт, тархалтын алдагдал болон давтамжийн, орон зайн тусгаарлалтыг тооцсоны дараа зөвшөөрөгдөх түвшнээс хэтрэхгүй байна. Өөрөөр тогтоогоогүй бол хүлээн авагчийн оролт дээрх нийт саад учруулагч чадал I нь хүлээн авагчийн шуугианы чадал N -тэй харьцуулахад (16) нөхцлийг хангана:

$$I/N \leq -6 \text{ дБ} \quad (16)$$

Хүлээн авагчийн шуугианы чадал N -ийг (17)-аар тооцно:

$$N = -174 \text{ дБм/Гц} + 10\lg(BW_{\text{Config}}) + NF \quad (17)$$

BW_{Config} – хүлээн авагчийн дамжуулалтын зурвасын өргөний тохиргоо, Гц;

NF – хүлээн авагчийн шуугианы фактор, дБ (3GPP TR 38.803-ын дагуу NR бааз станцад 5 дБ, хэрэглэгчийн төхөөрөмжид 9 дБ гэж авч болно).

$I/N = -6$ дБ шалгуур нь хүлээн авагчийн шуугианы түвшнийг ойролцоогоор 1 дБ-ээр нэмэгдүүлэх (мэдрэх чадлыг 1 дБ-ээр бууруулах)-тай тэнцэнэ. Хэрэглэгчийн төхөөрөмж (UE)-ийн хувьд 3GPP TR 38.803-т заасан дамжуулах чадамжийн дундаж бууралт 5 %-иас хэтрэхгүй байх шалгуурыг нэмж хэрэглэж болно.

Олон хүчин зүйл нөлөөлөх орчинд харилцан нөлөөллийн үнэлгээг нэвтрүүлэгчийн цацаргалтын чадал, хүлээн авагчийн мэдрэх чадал ба сонгомол чанар, шуугианы чадал,

сувгийн зурвасын өргөн, антенны өсгөлт, кабелийн алдагдал, давтамжийн болон орон зайн тусгаарлалтыг хамтатган тооцох замаар гүйцэтгэнэ. Радио төхөөрөмжүүдийг хооронд нь давтамжаар (хамгаалалтын зурвас, сувгийн шилжилт) буюу орон зайн хувьд (зай, антенны тусгаарлалт, чиглэл) тусгаарлаж болно.

10.2 Давтамжийн тусгаарлалтын үзүүлэлт (ACLR, ACS, ACIR)

5G NR бааз станцын давтамжийн тусгаарлалт буюу хамгаалалтын зурвасыг нэвтрүүлэгчийн илүүдэл цацаргалт (ACLR, OBUE, хуурамч цацаргалт), хүлээн авагчийн сонгомол чанар (ACS, хаалт) болон зэргэлдээ сувгийн хамтран орших үзүүлэлтүүдээр үнэлж, ACIR болон MCL-ээр тооцно. Давтамжийн тусгаарлалтын тооцоонд хэрэглэх үзүүлэлтийг Хүснэгт 32-д үзүүлэв.

Хүснэгт 32 – Давтамжийн тусгаарлалтын үзүүлэлтүүд

Үзүүлэлт	Давтамжийн тусгаарлалтад хэрэглэх байдал	Эх сурвалж
Ажлын зурвас	Бааз станцын ажлын давтамжийн зурвас, зурвасын доод ба дээд захыг тодорхойлно	3GPP TS 38.104, 5.2; Д хавсралт
Сувгийн зурвасын өргөн, SCS	OBUE, ACLR, хамгаалалтын зурвасын шаардлагыг сувгийн зурвасын өргөн, дэд зөөгчийн зайнаас хамааруулан тодорхойлно	3GPP TS 38.104, 5.3; Д хавсралт
Бааз станцын төрөл, ангилал	BS төрөл 1-С, 1-Н, 1-О, 2-О; өргөн, дунд, орон нутгийн хүрээний БС-ээс хамаарч дамжуулалтын замын эсвэл ОТА үнэлгээ, хязгаарыг сонгоно	3GPP TS 38.104, 4.3, 4.4
OBUE	Ажлын зурвасын хүрээн дэх сувгийн захын ойролцоох цацаргалтын түвшнийг тогтооно	7.4, А хавсралт
ACLR	Зэргэлдээ сувагт алдагдах чадлын харьцааг тодорхойлж, зэргэлдээ системд үүсэх саадыг үнэлнэ	7.3
Хуурамч цацаргалт	OBUE-ийн мужаас гаднах цацаргалтын хязгаарыг тогтооно	7.5, Б, В хавсралт
ACS	Хүлээн авагчийн зэргэлдээ сувгийн дохиог ялгах чадварыг үнэлнэ	8.2
Хүлээн авагчийн хаалт	Зэргэлдээ системийн хүчтэй дохио бааз станцын хүлээн авагчид хаалт үүсгэх эсэхийг үнэлнэ	8.3
ACIR	ACLR ба ACS-ийг нэгтгэн зэргэлдээ сувгийн бодит тусгаарлалтыг тооцно	10.2
MCL	Нэвтрүүлэгч ба хүлээн авагчийн хооронд шаардагдах хамгийн бага холболтын алдагдлыг тооцно	10.3

Зэргэлдээ сувгийн харилцан нөлөөллийн харьцаа ACIR нь нэвтрүүлэгчийн зэргэлдээ суваг руу дохио алдах үзүүлэлт (ACLR) болон хүлээн авагчийн зэргэлдээ сувгийн дохиог ялгах чадвар (ACS)-ыг хамтатган зэргэлдээ сувгийн нийт харилцан нөлөөллийг илэрхийлнэ (18):

$$ACIR = -10\lg(10^{-ACLR/10} + 10^{-ACS/10}) \quad (18)$$

ACLR – зэргэлдээ сувгийн алдагдлын харьцаа, дБ;

ACS – зэргэлдээ сувгийн сонгомол чанар, дБ;

ACIR – зэргэлдээ сувгийн харилцан нөлөөллийн нийлмэл харьцаа, дБ.

ACIR нь зөвхөн ACLR эсвэл ACS-ийг дангаар ашигласнаас илүү бодит зэргэлдээ сувгийн тусгаарлалтыг илэрхийлж, үргэлж хоёр утгын багаас бага байна. 5G NR системийн хамтран орших тооцоонд хэмжилтийн өгөгдөл байхгүй тохиолдолд Хүснэгт 33-д заасан, 3GPP TR 38.803-ын хамтран орших судалгаанд хэрэглэсэн утгыг авч болно.

Хүснэгт 33 – 5G NR системийн зэргэлдээ сувгийн хамтран орших тооцоонд хэрэглэх лавлах үзүүлэлт (3GPP TR 38.803)

Харилцан нөлөөллийн чиглэл	ACLR, дБ	ACS, дБ	ACIR, дБ
Бааз станц → бааз станц (БС-ийн ACLR 45 дБ, БС-ийн ACS 46 дБ)	45	46	42,5
Бааз станц → хэрэглэгчийн төхөөрөмж (БС-ийн ACLR 45 дБ, UE-ийн ACS 33 дБ)	45	33	32,7
Хэрэглэгчийн төхөөрөмж → бааз станц (UE-ийн ACLR 30 дБ, БС-ийн ACS 46 дБ)	30	46	29,9
Хэрэглэгчийн төхөөрөмж → хэрэглэгчийн төхөөрөмж (UE-ийн ACLR 30 дБ, UE-ийн ACS 33 дБ)	30	33	28,2
ТАЙЛБАР 1 – ACLR, ACS-ийн утга нь эхний зэргэлдээ сувагт хамаарна; хоёр дахь зэргэлдээ сувагт БС-ийн ACLR-ийг 45 дБ, UE-ийн ACLR-ийг 43 дБ гэж авна (3GPP TR 38.803).			
ТАЙЛБАР 2 – Бодит хэмжилтээр тогтоосон ACLR (7.3) ба ACS (8.2)-ийн утга байгаа бол түүнийг давуу хэрэглэнэ.			

Жишээлбэл БС-ийн ACLR = 45 дБ, БС-ийн ACS = 46 дБ үед:

$$ACIR = -10\lg(10^{-4,5} + 10^{-4,6}) \approx 42,5 \text{ дБ}$$

Тооцсон ACIR-ийг зэргэлдээ системийн зөвшөөрөгдөх харилцан нөлөөллийн түвшнээс гаргасан шаардагдах ACIR-тэй харьцуулна. Зэргэлдээ сувгийн давтамжийн шилжилт нэмэгдэх тусам (хоёр дахь зэргэлдээ суваг, хамгаалалтын зурвас) ACIR нэмэгдэх бөгөөд үүнийг OBUE-ийн маск (A хавсралт) болон хүлээн авагчийн хаалтын үзүүлэлт (8.3)-ээр тооцно.

10.3 Хамгийн бага холболтын алдагдал (MCL)

Зэргэлдээ системийн хувьд шаардагдах хамгийн бага холболтын алдагдлыг (19)-ээр тооцно:

$$MCL_{\text{required}} = P_{\text{TX}} + G_{\text{TX}} + G_{\text{RX}} - ACIR - I_{\text{max}} \quad (19)$$

P_{TX} – саад учруулагч нэвтрүүлэгчийн хохирогчийн сувгийн зурвасын өргөнд харгалзах дамжуулах чадал (NR бааз станцын хувьд $P_{\text{rated,c,AC}}$, $P_{\text{rated,c,TABC}}$ эсвэл TRP-д суурилсан чадал), дБм;

G_{TX} – саад учруулагч нэвтрүүлэгчийн антенны өсгөлт (хохирогч руу чиглэсэн чиглэлд; AAS-ийн хувьд тухайн чиглэл дэх нийлмэл цацаргалтын диаграммын өсгөлт), дБи;

G_{RX} – хохирогч хүлээн авагчийн антенны өсгөлт (саад учруулагч руу чиглэсэн чиглэлд), дБи;

$ACIR$ – зэргэлдээ сувгийн харилцан нөлөөллийн харьцаа (18), дБ (нэг сувагт ажиллах үед 0 дБ);

I_{max} – хохирогч хүлээн авагчид зөвшөөрөгдөх хамгийн их саад учруулагч чадал ($I/N = -6$ дБ-д харгалзах утга: $N - 6$ дБ), дБм.

Шаардагдах MCL-ийг бодит орчинд хангагдах холболтын алдагдал ($MCL_{\text{available}}$)-тай харьцуулна. Бодит холболтын алдагдалд орон зайн тусгаарлалтаас хамаарах тархалтын алдагдал, антенны чиглэлийн ялгаа ба антенны тусгаарлалт (10.6), барилгын болон орчны (клаттер) алдагдал, фидер (кабель)-ийн алдагдал зэргийг хамтатган тооцно. 3GPP-ийн аргачлалаар NR бааз станц ба хэрэглэгчийн төхөөрөмжийн хоорондох хамгийн бага

холболтын алдагдлыг өргөн хүрээний БС-д 70 дБ, дунд хүрээний БС-д 53 дБ, орон нутгийн хүрээний БС-д 45 дБ, нэг байршилд хамт байрласан бааз станцуудын антенны хооронд 30 дБ гэж авна.

ТАЙЛБАР – Жишээ (мэдээллийн). n78 зурваст 100 МГц сувгийн зурвасын өргөнтэй, зэргэлдээ сувагт ажиллах хоёр өргөн хүрээний TDD бааз станц синхрончлолгүй ажиллах үед: $P_{TX} = 43$ дБм (дамжуулалтын замаар, 100 МГц), $G_{TX} = G_{RX} = 17$ дБи, $ACIR = 42,5$ дБ; хохирогчийн шуугианы түвшин $N = -174 + 10 \lg(98,28 \times 10^6) + 5 \approx -89$ дБм ($BW_{Config} \approx 98,28$ МГц, 30 кГц SCS), $I_{max} = -95$ дБм. Тэгвэл $MCL_{required} = 43 + 17 + 17 - 42,5 - (-95) \approx 129,5$ дБ. Нэг байршилд (30 дБ) буюу ойролцоо байрласан станцуудын хооронд ийм алдагдал хангагдахгүй тул TDD кадрын синхрончлол, нэмэлт шүүлтүүр, антенны тусгаарлалт эсвэл орон зайн тусгаарлалт шаардлагатай.

10.4 Давтамжийн тусгаарлалтыг хангах шалгуур

Дараах нөхцөл нэгэн зэрэг хангагдсан тохиолдолд давтамжийн тусгаарлалтыг хангагдсан гэж үзнэ:

$$I_{victim} \leq I_{max} \quad (20)$$

$$ACIR \geq ACIR_{required} \quad (21)$$

$$MCL_{available} \geq MCL_{required} \quad (22)$$

Мөн дараах шаардлага хангагдсан байна:

- Нэвтрүүлэгчийн ACLR нь 7.3-т заасан хязгаараас багагүй;
- Хүлээн авагчийн ACS нь 8.2-т заасан шаардлагыг хангасан;
- OBUE нь A хавсралтад заасан маскаас хэтрээгүй;
- Хуурамч цацаргалт нь 7.5-д заасан хязгаараас хэтрээгүй;
- Хүлээн авагчийн хаалтын шаардлага (8.3) хангагдсан;
- TDD сүлжээний хувьд зэргэлдээ операторуудын кадрын бүтэц, синхрончлолын нөхцөл тогтоогдсон (синхрончлолгүй үед БС→БС харилцан нөлөөллийг 10.3-ын дагуу тусад нь үнэлсэн);
- Хэмжилтийн тодорхойгүй байдлыг (11.1) тооцсон.

Давтамжийн тусгаарлалтыг нэвтрүүлэгчийн ACLR, OBUE, хуурамч цацаргалт болон хүлээн авагчийн ACS, хаалтын үзүүлэлтээр тодорхойлж, ACLR ба ACS-ийн утгыг нэгтгэн ACIR-ийг тооцож, ACIR, MCL, тархалтын алдагдал болон орон зайн тусгаарлалтад үндэслэн шаардагдах хамгаалалтын зурвасыг NR-ийн сувгийн растер (FR1: 15 кГц, FR2: 60 кГц) болон нөөц блокийн хуваарилалтад нийцүүлэн тогтооно.

10.5 Давтамж ба орон зайн тусгаарлалтыг тооцох аргачлал

10.5.1 Тооцооны ерөнхий дараалал

Радио төхөөрөмжүүдийн хоорондох давтамж ба орон зайн тусгаарлалтыг тооцоход дараах аргыг хэрэглэнэ:

- 1) Хүлээн авагчид ирж буй хэрэгцээт дохионы чадал ба зурвасын өргөнийг тодорхойлох (NR-ийн хувьд $P_{REFSENS}$ буюу $EIS_{REFSENS}$, BW_{Config});
- 2) Хүлээн авагчид ирж буй саад учруулагч дохио ба шуугианы чадал, зурвасын өргөнийг тодорхойлох (саад учруулагч NR нэвтрүүлэгчийн хувьд OBUE-ийн маск, ACLR, хуурамч цацаргалтын хязгаар буюу хэмжсэн спектр);

- 3) Давтамжийн буюу орон зайн тусгаарлалтын төрөл бүрийн үед дохио, шуугиан ба хүлээн авагчийн шинж чанарын хоорондох харилцан нөлөөллийг 10.5.2 – 10.5.4-т өгөгдсөн томъёогоор тодорхойлох;
- 4) Тархалтын алдагдлыг тухайн орчин, зай, давтамжид тохирох ITU-R-ийн тархалтын загвараар (100 МГц-ээс дээш давтамжид газрын гадарга дээрх станцуудын хооронд Зөвлөмж ITU-R P.452, P.1411, P.2001; клаттерын алдагдалд P.2108; FR2-т атмосферийн сулралтад P.676) эсвэл 3GPP TR 38.803-т заасан БС–БС, БС–UE тархалтын загвараар тооцох.

5G NR бааз станцын хувьд тооцооны үе шат бүрд нэвтрүүлэгчийн цацаргалтын чадал (цацраг хэлбэржүүлэлт, AAS-ийн үед тухайн чиглэл дэх EIRP буюу TRP ба нийлмэл цацаргалтын диаграмм), сувгийн зурвасын өргөн, антенны өсгөлт ба цацаргалтын чиглэл, давтамжийн зөрүү, радио долгионы тархалтын алдагдал, хүлээн авагчид очих саад учруулагч дохионы чадлыг харгалзана; TDD ажиллагааны үед нэвтрүүлэгч ба хүлээн авагчийн дамжуулах хугацааны давхцлыг (кадрын бүтэц, DL/UL харьцаа, синхрончлолын нөхцөл) тооцно. Тооцооны үр дүнг боломжийн хэрээр үйл ажиллагааны бодит нөхцөлд хэмжсэн үр дүнтэй харьцуулна.

Сувгийг хуваарилсан үйлчилгээний хувьд энэ арга нь дараах хэлбэртэй байна: нэг сувгаар ажилладаг нэвтрүүлэгч хүлээн авагчаас d_0 км-ээс багагүй, зэргэлдээ сувгаар ажилладаг нэвтрүүлэгч d_1 км-ээс багагүй, хоёр дахь зэргэлдээ сувгаар ажилладаг нэвтрүүлэгч d_2 км-ээс багагүй зайд байх үед хүлээн авагчид саад учрахгүй ($d_0 > d_1 > d_2$).

10.5.2 Саад учруулагч дохионы түвшин ба сувгийн гаднах дохиог дарах үзүүлэлт

Хүлээн авагчийн оролт дээрх саад учруулагч дохионы түвшин нь спектрийн хүчин зүйл ба орон зайн хүчин зүйлээс хамаарна. Спектрийн хүчин зүйл нь саад учруулагч нэвтрүүлэгчийн спектрийн шинж чанар (чадлын спектрийн нягт $P(f)$) болон хохирогч хүлээн авагчийн давтамжийн сонгомол шинж чанар ($H(f)$)-аас хамаарах бөгөөд давтамжийн ялгаа Δf үеийн сувгийн гаднах дохиог дарах үзүүлэлт $OCR(\Delta f)$ -ээр илэрхийлнэ (23):

$$OCR(\Delta f) = -10 \lg \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} P(f) |H(f + \Delta f)|^2 df}{\int_{-\infty}^{+\infty} P(f) df} \quad (\text{дБ}) \quad (23)$$

$P(f)$ – саад учруулагч дохионы чадлын спектрийн нягт, Вт/Гц;

$H(f)$ – хохирогч хүлээн авагчийн завсрын давтамжийн (IF) эквивалент давтамжийн шинж чанар;

Δf – саад учруулагч нэвтрүүлэгч ба хохирогч хүлээн авагчийн хоорондох давтамжийн тусгаарлалт.

$OCR(\Delta f)$ нь хүлээн авагчийн нэвтрүүлэх зурвас болон саад учруулагч дохионы чадлын спектрийн нягтын давхцлын зэргээс хүчтэй хамаарна; Δf өсөхийн хэрээр давхцал багасаж, $OCR(\Delta f)$ -ийн утга өснө. 5G NR-ийн хувьд $P(f)$ -ийг тухайн ажлын зурвас, сувгийн зурвасын өргөн, SCS, дамжуулах тохиргоонд харгалзах бодит цацаргалтын спектр (суваг дотор BW_{Config} -д жигд тархсан чадал; сувгийн гадна OBUE-ийн маск, ACLR)-ээр, $H(f)$ -ийг хүлээн авагчийн бодит давтамжийн сонгомол шинж чанар (ACS, хаалтын үзүүлэлт, үйлдвэрлэгчийн 6 дБ ба 60 дБ түвшний IF шүүлтүүрийн зурвасын өргөн)-аар тодорхойлно. Хэрэгцээт болон саад учруулагч дохио хоёулаа NR байх үед $\Delta f = n \times BW_{\text{Channel}}$ ($n = 1, 2$) үеийн $OCR(\Delta f)$ нь (18)-аар тооцсон ACIR-тэй тэнцүү байна. TDD ажиллагааны үед $P(f)$ -ийг нэвтрүүлэгчийн дамжуулах хугацаанд тодорхойлно.

Орон зайн хүчин зүйл нь дохионы унтралтын зайнаас хамаарах тооцоололтой холбогдох бөгөөд нэвтрүүлэгч ба хүлээн авагчийн хоорондын зай, антенны өндөр, өсгөлт ба цацаргалтын чиглэл, LoS/NLoS орчин, газрын гадарга, барилга байгууламж зэрэг тархалтад нөлөөлөх нөхцөл болон хүлээн авагчийн оролт дээрх дохионы статистик хуваарилалтыг тусгасан ITU-R-ийн тархалтын загварт үндэслэнэ.

10.5.3 Саадын шалгуур үзүүлэлт

Саадын шалгуур үзүүлэлт нь тухайн саад хор учруулах эсэх, зөвшөөрөгдөх хэмжээнд байгаа эсэхийг тунгаах харьцуулалт юм. Олон төрлийн систем, төхөөрөмж ажиллагаатай байдгийн улмаас саадад нэг янзаар хандах боломжгүй тул хамгаалалтын харьцаа α (дБ)-д үндэслэсэн ерөнхий шалгуурыг хэрэглэнэ. Саад нь (24) нөхцлийг хангасан бол зөвшөөрөгдөх түвшинд байна:

$$P_d - P_i > \alpha \quad (24)$$

P_d – хүлээн авагчийн оролт дээрх хэрэгцээт дохионы түвшин, дБВт;

P_i – хүлээн авагчийн оролт дээрх саад учруулагч дохионы түвшин, дБВт;

α – хамгаалалтын харьцаа, дБ.

P_d болон P_i -ийг ижил хэмжилтийн зурвасын өргөнд хамааруулан тодорхойлно. Хамгаалалтын харьцаа α -г тухайн хүлээн авагчийн хэрэгцээт дохио ба саад учруулагч дохионы хооронд зөвшөөрөгдөх харилцан нөлөөллийн нөхцөлд тодорхойлно. 5G NR-ийн хувьд α -г тогтмол утгаар бус, хүлээн авагчийн шуугианы түвшинтэй уялдуулан $I/N = -6$ дБ (бааз станц), эсвэл дамжуулах чадамжийн 5 %-иас ихгүй бууралт (хэрэглэгчийн төхөөрөмж, 3GPP TR 38.803) гэсэн шалгуураар тогтооно; хамгаалагдах систем нь NR бус (радио релей, хиймэл дагуулын газрын станц, радар, өргөн нэвтрүүлэг гэх мэт) бол тухайн үйлчилгээний ITU-R зөвлөмжид заасан хамгаалалтын шалгуурыг хэрэглэнэ. TDD ажиллагааны үед P_i -ийг тодорхойлохдоо саад учруулагч нэвтрүүлэгч ба хохирогч хүлээн авагчийн дамжуулах хугацааны давхцыг харгалзана.

10.5.4 Тооцооны алхмууд

Алхам 1. Саадад өртсөн хүлээн авагчийн оролт дээрх хэрэгцээт дохионы түвшин P_d (дБВт)-г тодорхойлно (NR хүлээн авагчийн хувьд лавлах мэдрэх чадал P_{REFSENS} буюу бодит хүлээн авах түвшин).

Алхам 2. Саадад өртсөн хүлээн авагчийн оролт дээрх саад учруулагч дохионы түвшнийг (25)-ээр тооцно:

$$P_i = P_t + G_r - L_p - \text{OCR}(\Delta f) \quad (25)$$

P_t – саад учруулагч нэвтрүүлэгчийн эквивалент изотроп цацруулсан чадал (EIRP), дБВт;

G_r – хүлээн авагч антенны изотроп антентай харьцуулсан өсгөлт, дБи;

L_p – тархалтын замын алдагдал, дБ;

$\text{OCR}(\Delta f)$ – давтамжийн ялгаа Δf үеийн сувгийн гаднах дохиог дарах үзүүлэлт (23), дБ.

5G NR-ийн хувьд P_t -ийг тухайн нэвтрүүлэгчийн цацаргалтын чиглэлд харгалзах EIRP-ээр (цацраг хэлбэржүүлэлт, AAS-ийн үед тухайн чиглэл дэх цацрагийн EIRP; TRP-д суурилсан шаардлагын хувьд TRP + нийлмэл антенны өсгөлт), G_r -ийг хүлээн авагчийн антенны тухайн чиглэл, давтамж, туйлшралд харгалзах өсгөлтөөр, L_p -ийг зай, давтамж, антенны өндөр, тархалтын нөхцлийг харгалзан тодорхойлно.

Алхам 3. Алхам 1, 2-оор олсон P_d , P_i -г (24)-д орлуулж, саад зөвшөөрөгдөх түвшинд байх давтамжийн тусгаарлалт Δf ба орон зайн тусгаарлалт d -г тодорхойлно.

Хувилбарт ажиллагаа. Бодит байдлаар саадад өртсөн хүлээн авагчийн хүлээн авч буй дохио нь логарифм хэвийн хуваарилалтаар илэрхийлэгдэх замхралтай байдаг. Замхралыг нөхөхийн тулд хүлээн авч буй дохионы түвшин мэдрэх түвшнээс илүү байх ёстой. Саад учруулагч ба хүлээн авагчийн хоорондох шаардагдах тусгаарлалтыг (26)-ээр тодорхойлно:

$$L_I = P_t + G_r - (P_{\min} - \alpha) - \text{OCR}(\Delta f) - 10\lg(10^{N/10} - 1) \quad (26)$$

L_I – зөвшөөрөгдөх саадыг хангахын тулд саад учруулагч ба саадад өртсөн хүлээн авагчийн хоорондох шаардагдах тусгаарлалт, дБ;

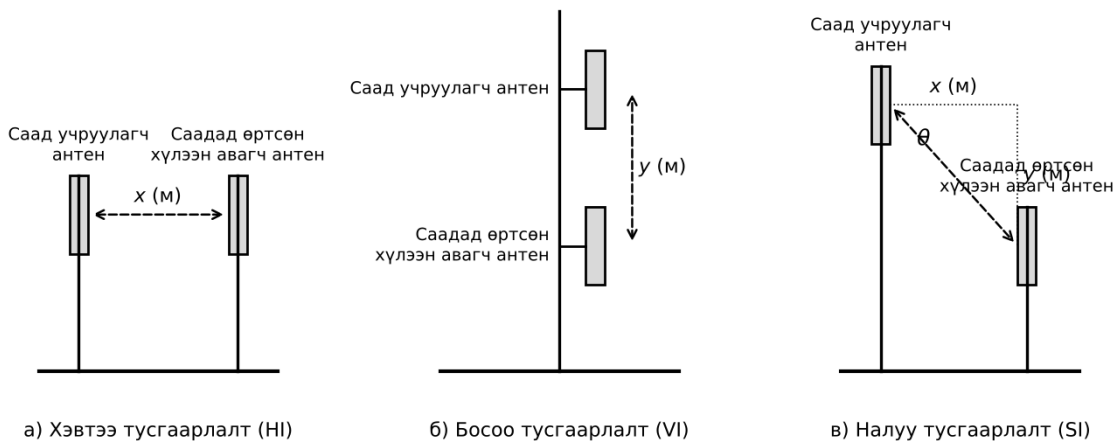
$P_{\min}$ – хэрэгцээт дохионы хамгийн бага түвшин, дБВт;

N – замхралын логарифм хэвийн хуваарилалтын стандарт хазайлтад дүйх утга, дБ.

Дараа нь (26)-ээр тооцсон L_I -тэй тэнцүү тархалтын алдагдлыг өгөх давтамжийн ялгаа Δf ба орон зайн зай d -г ITU-R-ийн тохирох тархалтын загвараар тодорхойлно. 5G NR-ийн хувьд $P_{\min}$ -ийг хүлээн авагчийн тухайн ажлын давтамж, сувгийн зурвасын өргөн болон хүлээн авах нөхцөлд харгалзах хэрэгцээт дохионы хамгийн бага түвшнээр (P_{REFSENS}), N -ийг радио долгионы тархалтын орчин, зай, давтамж болон үйлчилгээний нөхцөлд харгалзах статистик нөхцөлд үндэслэн тодорхойлно.

10.6 Антенны тусгаарлалт

Хэд хэдэн өөр төрлийн радио систем нэг байршилд (нэг цамхагт) байрласан бол тэдгээрийн хоорондох саадыг тооцоход антенны тусгаарлалтыг харгалзана. Антенны байрлалын ерөнхий тохиолдлуудыг Зураг 10-д үзүүлэв: хэвтээ тусгаарлалт (HI), босоо тусгаарлалт (VI), налуу тусгаарлалт (SI).



Зураг 10 – Антенны тусгаарлалтын байрлал: а) хэвтээ (HI), б) босоо (VI), в) налуу (SI)

Антенны тусгаарлалт нь орон зайн тусгаарлалт ба долгионы урт λ -аас үндсэндээ хамаарна. Хоёр антенны хоорондох орон зайн тусгаарлалтыг саад учруулагч антен ба хүлээн авагч антенны төвүүдийн хоорондох зайгаар авна. Антен-антенны тусгаарлалтыг дБ-ийн сулралтаар илэрхийлэх бөгөөд хоёр диполь антенны хувьд (27), (28), (29) тэгшитгэлээр ойролцоогоор тооцож болно:

$$HI \text{ (дБ)} \approx 22 + 20\lg(x/\lambda) \quad (27)$$

$$VI \text{ (дБ)} \approx 28 + 40 \lg(y/\lambda) \quad (28)$$

$$SI \text{ (дБ)} \approx (VI - HI) \frac{2\theta}{\pi} + HI \quad (29)$$

x – хэвтээ зай, м;

y – босоо зай, м;

λ – тухайн давтамжид харгалзах долгионы урт, м;

θ – налуу тусгаарлалтын өнцөг, $\theta = \arctg(y/x)$, рад.

Дээрх тэгшитгэлийг $x > 10\lambda$, $y > \lambda$ нөхцөлд хэрэглэнэ. 5G NR-ийн хувьд эдгээр тэгшитгэлийг диполь антентай төстэй нөхцөлд ойролцоолсон тооцоонд хэрэглэх бөгөөд AAS, цацраг хэлбэржүүлэлт бүхий антен ашигласан тохиолдолд антенны тусгаарлалтыг үйлдвэрлэгчийн тодорхойлсон гурван хэмжээст цацаргалтын диаграмм эсвэл 3GPP TR 38.803 (TR 38.817-02)-т заасан антенны массивын загвар (элементийн диаграмм, массивын хэлбэр, цацрагийн чиглүүлэлтийн муж)-аар, үндсэн болон хажуугийн цацаргалтын чиглэл дэх өсгөлт, туйлшралын нөлөөллийг харгалзан тодорхойлно. Цацраг хэлбэржүүлэлт ашигладаг төхөөрөмжийн хувьд үнэлгээг зарласан ОТА бүрхэлтийн хүрээн дэх бүх цацрагийн чиглэлд хийж, хамгийн их цацаргалтын чиглэлээр хамгаалалтын шаардлагыг шалгана.

Нэг цамхагт байрласан 5G NR ба бусад радио системийн хоорондын харилцан нөлөөллийг тооцохдоо антенны тусгаарлалтыг үндсэн дамжуулалтын алдагдал $L_b(d)$ буюу тархалтын замын алдагдал L_p -ийн тооцоонд оруулна. Хамт байрлуулах үед 7.5.5, В хавсралтад заасан хязгаар нь 30 дБ-ийн холболтын алдагдалд суурилсан тул бодит антенны тусгаарлалт 30 дБ-ээс бага бол нэмэлт шүүлтүүр, антенны байрлалын өөрчлөлт зэрэг арга хэмжээг авна.

11 Нийцлийн үнэлгээ, хэмжилтийн тайлан

11.1 Хэмжилтийн тодорхойгүй байдал ба туршилтын шаардлага

Хамгийн бага шаардлагыг 3GPP TS 38.104-т тогтоосон. Туршилтын хүлцлийг туршилт бүрд тусад нь тооцох бөгөөд хамгийн бага шаардлагыг туршилтын хүлцлээр сулруулж туршилтын шаардлагыг тогтооно. Туршилтын шаардлага нь харгалзах хамгийн бага шаардлагаас ялгаатай байвал тухайн туршилтад хэрэглэх туршилтын хүлцэл тэгээс ялгаатай байна. Туршилтын хүлцэл болон хамгийн бага шаардлагыг хэрхэн сулруулсан тухай тайлбарыг 3GPP TS 38.141-1 (-2)-ын С хавсралтад үзүүлсэн.

Туршилтын систем нь туршилтын өдөөгч дохиог заасан хүлцлийн хүрээнд тохируулах, туршилтад хамрагдаж буй төхөөрөмжийн хэмжилтийг заасан утгаас хэтрэхгүй тодорхойгүй байдалтай гүйцэтгэх боломжийг бүрдүүлсэн байна. Бүх хүлцэл болон тодорхойгүй байдал нь абсолют утга бөгөөд өөрөөр заагаагүй бол 95 %-ийн итгэлцлийн түвшинд хүчинтэй. 95 %-ийн итгэлцлийн түвшин гэдэг нь туршилтын төхөөрөмжийн нийт олонлогийн гүйцэтгэлийн 95 %-ийг хамарсан, тодорхой хэмжилтийн хувьд хэмжилтийн тодорхойгүй байдлын хүлцлийн интервал юм.

Туршилтын системийн зөвшөөрөгдөх дээд тодорхойгүй байдлыг дамжуулалтын замын хэмжилтийн хувьд Г хавсралтын Г.1 (нэвтрүүлэгч), Г.2 (хүлээн авагч) хүснэгтэд, ОТА хэмжилтийн хувьд Г.3 (FR1 нэвтрүүлэгч), Г.4 (FR2 нэвтрүүлэгч), Г.5 (FR1 хүлээн авагч) хүснэгтэд заасан. Радио давтамжийн туршилтын хувьд эдгээр тодорхойгүй байдал нь 50 Ом-ын нэрлэсэн ачаалалд ажиллаж буй туршилтын системд хамаарах бөгөөд туршилтад

хамрагдаж буй төхөөрөмж ба туршилтын системийн хоорондын үл нийцлээс үүсэх системийн нөлөөллийг оруулаагүй болно. BS төрөл 1-Н-ийн хувьд шаардлагыг TAB холбогч бүрд хэрэглэх үед туршилтын тодорхойгүй байдлыг хэмжсэн утгад, шаардлагыг TAB холбогчийн бүлэгт хэрэглэх үед тухайн бүлгийн TAB холбогч бүр дээр хэмжсэн чадлын нийлбэрт хэрэглэнэ. ОТА хэмжилтийн тодорхойгүй байдлын төсвийн тооцоо, хэмжилтийн аргачлал (тохируулга ба хэмжилтийн үе шат)-ын талаар 3GPP TR 37.941-ийг үзнэ.

11.2 Хэмжилтийн үр дүнг тайлбарлах

Туршилтын системээс гаргасан хэмжилтийн үр дүнг ямар нэгэн өөрчлөлт оруулахгүйгээр, хуваалцсан эрсдэлийн зарчмаар тодорхойлсон туршилтын шаардлагатай харьцуулна. Хуваалцсан эрсдэлийн зарчмыг Зөвлөмж ITU-R M.1545-д тодорхойлсон.

Параметр бүрийн хэмжилтэд хамаарах туршилтын системийн бодит хэмжилтийн тодорхойгүй байдлыг туршилтын тайланд тусгана. Туршилтын системийн тодорхойгүй байдлын бүртгэсэн утга нь хэмжилт бүрийн хувьд 11.1-д заасан холбогдох утгатай тэнцүү буюу түүнээс бага байна.

Хэрэв туршилтын системийн хэмжилтийн тодорхойгүй байдал 11.1-д зааснаас их болох нь мэдэгдэж байвал дараах тохируулга хийсэн нөхцөлд уг системийг ашиглахыг зөвшөөрнө: 11.1-д зааснаас давсан аливаа нэмэлт тодорхойгүй байдлыг туршилтын шаардлагыг чангатгахад ашиглаж, шаардлагыг хангахад илүү хүндрэлтэй болгоно. Зарим туршилтын (жишээлбэл хүлээн авагчийн) хувьд энэ нь өдөөгч дохиог өөрчлөхийг шаардаж болно. Энэ аргачлал нь 11.1-ийн шаардлагыг хангаагүй туршилтын систем ашигласнаар шаардлага хангаагүй төхөөрөмж туршилтад тэнцэх магадлал нэмэгдэхээс сэргийлнэ.

11.3 Хэмжилтийн тайлан

Бааз станц бүрийн хэмжилтийн тайланд Хүснэгт 34-д заасан мэдээллийг тусгана.

Хүснэгт 34 – Хэмжилтийн тайланд тусгах мэдээлэл

Мэдээлэл	Агуулга, жишээ
Бааз станцын тодорхойлолт	Үйлдвэрлэгч, загвар, програм хангамжийн хувилбар, серийн дугаар
Бааз станцын төрөл	BS төрөл 1-С, 1-Н, 1-О эсвэл 2-О
Бааз станцын ангилал	Өргөн, дунд, орон нутгийн хүрээний БС; зарласан нэрлэсэн гаралтын чадал
Давтамжийн муж, ажлын зурвас	FR1 эсвэл FR2; n78, n41, n258 гэх мэт; уруудах ба өгсөх шугамын давтамжийн хүрээ
Сувгийн зурвасын өргөн, SCS	20, 40, 60, 80, 100 МГц гэх мэт; дэд зөөгчийн зай
Дуплекс горим	FDD, TDD (DL/UL тохиргоо, синхрончлолын нөхцөл), SDL, SUL
Зөөгчийн тохиргоо	Нэг зөөгч, олон зөөгч, CA (төрөл, дэд блокийн завсар), олон зурваст ажиллагаа
Антенны систем	AAS бус, AAS, нэгдмэл антентай; антенны тоо, өсгөлт, туйлшрал, азимут, хазайлт
Цацраг хэлбэржүүлэлтийн горим	Статик, динамик, массив MIMO; цацрагийн оргилын чиглэл, ОТА бүрхэлтийн хүрээ
Гаралтын чадал	Холбогч дээрх дамжуулсан чадал, TRP эсвэл EIRP
Байршил	Газарзүйн координат, байршлын өндөр, антенны өндөр, ашиглалтын орчин
Хамт байрласан, зэргэлдээ радио систем	Төрөл, давтамж, зай, антенны тусгаарлалт

Мэдээлэл	Агуулга, жишээ
Хэмжилтийн арга, нөхцөл	Дамжуулалтын зам эсвэл ОТА; туршилтын орчин, загвар, сувгийн байрлал (В, М, Т), хэмжилтийн зурвасын өргөн, детектор, RBW/VBW, скан хийх хугацаа, дундажлах горим
Хэмжилтийн багаж	Багажийн нэр, загвар, серийн дугаар, тохируулгын (калибровкын) хүчинтэй хугацаа, тохируулгын фактор
Хэмжилтийн үр дүн	Эзэлсэн зурвасын өргөн, ACLR, OBUE, хуурамч цацаргалт (давтамж, түвшин), ACS, хаалт; хязгаартай харьцуулсан дүгнэлт (хангасан, хангаагүй)
Хэмжилтийн тодорхойгүй байдал	Параметр бүрийн хэмжилтэд хамаарах туршилтын системийн тодорхойгүй байдал
Давтамж ба орон зайн тусгаарлалтын үнэлгээ	Хэрэглэсэн ACIR, MCL, тархалтын загвар, хамгаалалтын шалгуур, тооцсон хамгаалалтын зурвас ба тусгаарлалтын зай
Хэмжилт гүйцэтгэсэн байгууллага	Нэр, итгэмжлэлийн мэдээлэл, хэмжилт гүйцэтгэсэн ажилтан, огноо

Хавсралт А

(норматив)

Ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (OBUE)-ын хязгаар

А.1 Ерөнхий зүйл

Энэ хавсралтад 3GPP TS 38.141-1-ийн 6.6.4.5-д заасан FR1 бааз станцын OBUE-ийн үндсэн хязгаар (BS төрөл 1-С-ийн антенны холбогч дээрх туршилтын шаардлага) болон 3GPP TS 38.141-2-ын 6.7.4.5.2-т заасан FR2 бааз станц (BS төрөл 2-О)-ын OBUE-ийн хязгаарыг үзүүлэв. Хүснэгтийн Δf , f_{offset} , $f_{\text{offset,max}}$, Δf_{max} хэмжигдэхүүнийг 7.4-т тодорхойлсон. Хүснэгтүүдэд 3 МГц-ээс их сувгийн зурвасын өргөний хязгаарыг үзүүлсэн бөгөөд 3 МГц сувгийн зурвасын өргөний хязгаарыг 3GPP TS 38.141-1-ийн харгалзах «-1а» хүснэгтээс авна.

Хязгаарыг дараах байдлаар хэрэглэнэ:

- BS төрөл 1-С – антенны холбогч бүр дээр хүснэгтийн утгаар;
- BS төрөл 1-Н – TAB холбогчийн TX хамгийн бага үүрийн бүлэг бүрд хүснэгтийн утга + X, $X = 10 \lg(N_{\text{TXU,countedpercell}})$;
- BS төрөл 1-О – RIB дээр TRP-ээр, 3GPP TS 38.141-2-ын 6.7.4.5.1-д заасан туршилтын шаардлагаар (хүснэгтийн үндсэн хязгаар + 9 дБ + туршилтын хүлцэл).

Хүснэгтийн тайлбарт нийтлэг хамаарах нөхцөл:

- Залгаа бус спектрийн ажиллагааны үед дэд блокийн завсар доторх хязгаарыг завсрын хоёр талын зэргэлдээ дэд блокуудын хувь нэмрийн хуримтлагдсан нийлбэрээр тооцно (алс талын дэд блокийн хувь нэмрийг ойр талын дэд блокийн хэмжилтийн зурвасын өргөнд масштаблана); завсрын хоёр талын дэд блокоос $\Delta f \geq 10$ МГц байх хэсэгт хүснэгтийн сүүлийн мөрийн хязгаарыг хэрэглэнэ;
- $W_{\text{gap}} < 2 \times \Delta f_{\text{OBUE}}$ байх РД зурвас хоорондын завсар дотор хязгаарыг завсрын хоёр талын дэд блок буюу РД зурвасын хувь нэмрийн хуримтлагдсан нийлбэрээр тооцно;
- $\Delta f_{\text{max}} < 10$ МГц байх үед хүснэгтийн сүүлийн мөрийн шаардлагыг хэрэглэхгүй.

А.2 Өргөн хүрээний бааз станц, А ангилал

Хүснэгт А.1 – Өргөн хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар, А ангилал (NR зурвас 1 ГГц-ээс доош; n5, n8, n12, n13, n14, n18, n26, n28, n29, n31, n71, n72, n85, n105, n106)

Хэмжилтийн шүүлтүүрийн –3 дБ цэгийн шилжилт Δf	Хэмжилтийн шүүлтүүрийн төв давтамжийн шилжилт f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$-5,5 \text{ дБм} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	-12,5 дБм	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	-13 дБм	100 кГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.2-1.			

Хүснэгт А.2 – Өргөн хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар, А ангилал (1 ГГц < NR зурвас ≤ 3 ГГц; n1, n2, n3, n7, n24, n25, n30, n34, n38, n39, n40, n41, n50, n54, n65, n66, n70, n74, n75, n92, n94, n109)

Хэмжилтийн шүүлтүүрийн –3 дБ цэгийн шилжилт Δf	Хэмжилтийн шүүлтүүрийн төв давтамжийн шилжилт f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$-5,5 \text{ дБм} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	-12,5 дБм	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,5 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	-13 дБм	1 МГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.2-2.			

Хүснэгт А.3 – Өргөн хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар, А ангилал (NR зурвас 3 ГГц-ээс дээш; n48, n77, n78, n79)

Хэмжилтийн шүүлтүүрийн –3 дБ цэгийн шилжилт Δf	Хэмжилтийн шүүлтүүрийн төв давтамжийн шилжилт f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$-5,2 \text{ дБм} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	-12,2 дБм	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,5 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	-13 дБм	1 МГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.2-3.			

А.3 Өргөн хүрээний бааз станц, В ангилал

В ангиллын OBUE-ийн хязгаарт бүс нутгийн хувьд хэрэглэж болох хоёр хувилбар (3GPP TS 38.141-1, 6.6.4.5.3.1 – Хувилбар 1; 6.6.4.5.3.2 – Хувилбар 2, Европын бүс нутгийн шаардлага) байдаг. Энэ стандартад Хувилбар 1-ийн хязгаарыг хэрэглэнэ; эрх бүхий байгууллага тодорхой зурвасын хувьд Хувилбар 2-ыг тогтоож болно.

Хүснэгт А.4 – Өргөн хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар, В ангилал (NR зурвас 1 ГГц-ээс доош; n5, n8, n12, n20, n26, n28, n29, n31, n67, n71, n72, n85, n105)

Хэмжилтийн шүүлтүүрийн –3 дБ цэгийн шилжилт Δf	Хэмжилтийн шүүлтүүрийн төв давтамжийн шилжилт f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$-5,5 \text{ дБм} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	-12,5 дБм	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	-16 дБм	100 кГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.3.1-1.			

Хүснэгт А.5 – Өргөн хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар, В ангилал (1 ГГц < NR зурвас ≤ 3 ГГц; n1, n2, n3, n7, n25, n34, n38, n39, n40, n41, n50, n65, n66, n70, n75, n92, n94, n109)

Хэмжилтийн шүүлтүүрийн –3 дБ цэгийн шилжилт Δf	Хэмжилтийн шүүлтүүрийн төв давтамжийн шилжилт f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$-5,5 \text{ дБм} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	-12,5 дБм	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,5 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	-15 дБм	1 МГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.3.1-2.			

Хүснэгт А.6 – Өргөн хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар, В ангилал (NR зурвас 3 ГГц-ээс дээш; n48, n77, n78, n79)

Хэмжилтийн шүүлтүүрийн –3 дБ цэгийн шилжилт Δf	Хэмжилтийн шүүлтүүрийн төв давтамжийн шилжилт f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$-5,2 \text{ дБм} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	-12,2 дБм	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,5 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	-15 дБм	1 МГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.3.1-3.			

А.4 Дунд хүрээний бааз станц (А ба В ангилал)

Дунд хүрээний бааз станцын хязгаар нь нэрлэсэн гаралтын чадал $P_{\text{rated},x}$ -ээс хамаарна (7.4). NR зурвас ≤ 3 ГГц-д Хүснэгт А.7, Хүснэгт А.8, NR зурвас > 3 ГГц-д Хүснэгт А.9, Хүснэгт А.10-ийг хэрэглэнэ (n104-ээс бусад).

Хүснэгт А.7 – Дунд хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар, 31 дБм < $P_{\text{rated},x}$ ≤ 38 дБм (NR зурвас ≤ 3 ГГц)

Δf	f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$P_{\text{rated},x} - 51,5 \text{ дБ} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	$P_{\text{rated},x} - 58,5 \text{ дБ}$	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	$\min(P_{\text{rated},x} - 60 \text{ дБ}, -25 \text{ дБм})$	100 кГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.4-1.			

Хүснэгт А.8 – Дунд хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар, $P_{\text{rated},x} \leq 31$ дБм (NR зурвас ≤ 3 ГГц)

Δf	f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$-20,5 \text{ дБм} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	-27,5 дБм	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	-29 дБм	100 кГц

Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.4-2.

Хүснэгт А.9 – Дунд хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар, $31 \text{ дБм} < P_{\text{rated},x} \leq 38 \text{ дБм}$ (NR зурвас > 3 ГГц)

Δf	f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$P_{\text{rated},x} - 51,2 \text{ дБ} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	$P_{\text{rated},x} - 58,2 \text{ дБ}$	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	$\min(P_{\text{rated},x} - 60 \text{ дБ}, -25 \text{ дБм})$	100 кГц

Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.4-3.

Хүснэгт А.10 – Дунд хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар, $P_{\text{rated},x} \leq 31$ дБм (NR зурвас > 3 ГГц)

Δf	f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$-20,2 \text{ дБм} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	-27,2 дБм	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	-29 дБм	100 кГц

Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.4-4.

А.5 Орон нутгийн хүрээний бааз станц (А ба В ангилал)**Хүснэгт А.11 – Орон нутгийн хүрээний БС-ийн OBUE-ийн хязгаар (NR зурвас ≤ 3 ГГц)**

Δf	f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$-28,5 \text{ дБм} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	-35,5 дБм	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	-37 дБм	100 кГц

Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.5-1. n46, n96, n102, n104 зурваст хамаарахгүй.

Хүснэгт А.12 – Орон нутгийн хүрээний БС-ийн ОВUE-ийн хязгаар (NR зурвас > 3 ГГц)

Δf	f_{offset}	Үндсэн хязгаар	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 5 \text{ МГц}$	$0,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 5,05 \text{ МГц}$	$-28,2 \text{ дБм} - 7/5 \cdot (f_{\text{offset}}/\text{МГц} - 0,05) \text{ дБ}$	100 кГц
$5 \text{ МГц} \leq \Delta f < \min(10 \text{ МГц}, \Delta f_{\text{max}})$	$5,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \min(10,05 \text{ МГц}, f_{\text{offset,max}})$	-35,2 дБм	100 кГц
$10 \text{ МГц} \leq \Delta f \leq \Delta f_{\text{max}}$	$10,05 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	-37 дБм	100 кГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.4.5.5-2. n46, n96, n102, n104 зурваст хамаарахгүй.			

А.6 FR2 бааз станц (BS төрөл 2-О)

BS төрөл 2-О-ийн ОВUE-ийн хязгаарыг RIB дээр TRP-ээр тодорхойлно. Δf , f_{offset} -ийг залгаа дамжуулалтын зурвасын өргөн ($BW_{\text{contiguous}}$)-ний захаас, $f_{\text{offset,max}}$ -ыг уруудах шугамын ажлын зурвасаас гадна $\Delta f_{\text{ОВUE}}$ давтамж хүртэл авна. $P_{\text{rated,t,TRP}}$ – зарласан нийт нэрлэсэн TRP.

Хүснэгт А.13 – BS төрөл 2-О-ийн ОВUE-ийн хязгаар, А ангилал

Δf	f_{offset}	Хязгаар (24,25 – 33,4 ГГц; хаалтад 37 – 43,5 ГГц)	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 0,1 \times BW_{\text{contiguous}}$	$0,5 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 0,1 \times BW_{\text{contiguous}} + 0,5 \text{ МГц}$	$\min(-2,3 \text{ дБм}, \max(P_{\text{rated,t,TRP}} - 32,3 \text{ дБ}, -9,3 \text{ дБм})) (37 - 43,5 \text{ ГГц: } P_{\text{rated,t,TRP}} - 30,3 \text{ дБ})$	1 МГц
$0,1 \times BW_{\text{contiguous}} \leq \Delta f < \Delta f_{\text{max}}$	$0,1 \times BW_{\text{contiguous}} + 0,5 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	$\min(-13 \text{ дБм}, \max(P_{\text{rated,t,TRP}} - 43 \text{ дБ}, -20 \text{ дБм})) (37 - 43,5 \text{ ГГц: } P_{\text{rated,t,TRP}} - 41 \text{ дБ})$	1 МГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.4.5.2.2-1, 6.7.4.5.2.2-2. 43,5 – 48,2 ГГц, 52,6 – 71 ГГц мужийн хязгаарыг 3GPP TS 38.141-2-ын Хүснэгт 6.7.4.5.2.2-3, 6.7.4.5.2.2-4-өөс авна.			

Хүснэгт А.14 – BS төрөл 2-О-ийн ОВUE-ийн хязгаар, В ангилал

Δf	f_{offset}	Хязгаар (24,25 – 33,4 ГГц; хаалтад 37 – 43,5 ГГц)	Хэмжилтийн зурвасын өргөн
$0 \text{ МГц} \leq \Delta f < 0,1 \times BW_{\text{contiguous}}$	$0,5 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < 0,1 \times BW_{\text{contiguous}} + 0,5 \text{ МГц}$	$\min(-2,3 \text{ дБм}, \max(P_{\text{rated,t,TRP}} - 32,3 \text{ дБ}, -9,3 \text{ дБм})) (37 - 43,5 \text{ ГГц: } P_{\text{rated,t,TRP}} - 30,3 \text{ дБ})$	1 МГц
$0,1 \times BW_{\text{contiguous}} \leq \Delta f < \Delta f_B$	$0,1 \times BW_{\text{contiguous}} + 0,5 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < \Delta f_B + 0,5 \text{ МГц}$	$\min(-13 \text{ дБм}, \max(P_{\text{rated,t,TRP}} - 43 \text{ дБ}, -20 \text{ дБм})) (37 - 43,5 \text{ ГГц: } P_{\text{rated,t,TRP}} - 41 \text{ дБ})$	1 МГц
$\Delta f_B \leq \Delta f < \Delta f_{\text{max}}$	$\Delta f_B + 5 \text{ МГц} \leq f_{\text{offset}} < f_{\text{offset,max}}$	$\min(-5 \text{ дБм}, \max(P_{\text{rated,t,TRP}} - 33 \text{ дБ}, -10 \text{ дБм})) (37 - 43,5 \text{ ГГц: } P_{\text{rated,t,TRP}} - 31 \text{ дБ})$	10 МГц
ТАЙЛБАР 1 – $\Delta f_B = 2 \times BW_{\text{contiguous}}$ ($BW_{\text{contiguous}} \leq 500 \text{ МГц}$ үед), бусад тохиолдолд $\Delta f_B = BW_{\text{contiguous}} + 500 \text{ МГц}$.			
ТАЙЛБАР 2 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.4.5.2.3-1, 6.7.4.5.2.3-2. 43,5 – 48,2 ГГц, 52,6 – 71 ГГц мужийн хязгаарыг Хүснэгт 6.7.4.5.2.3-3, 6.7.4.5.2.3-4-өөс авна.			

Хавсралт Б

(норматив)

ОТА нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтын хязгаар (BS төрөл 1-О, 2-О)

Б.1 Ерөнхий зүйл

Энэ хавсралтын хязгаарыг RIB дээр, үүр бүрд нийт цацруулсан чадал (TRP)-аар хэрэглэнэ (7.5.3). Хэмжилтийн зурвасын өргөнийг Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн 4.1, дээд давтамжийг Зөвлөмж ITU-R SM.329-ийн 2.5, Хүснэгт 1-ийн дагуу авна. $X = 9$ дБ, бүс нутгийн зохицуулалтаар өөрөөр тогтоогоогүй бол.

Б.2 BS төрөл 1-О

Хүснэгт Б.1 – BS төрөл 1-О-ийн ОТА нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтын ерөнхий хязгаар, А ангилал

Хуурамч цацаргалтын давтамжийн хүрээ	Хязгаар (TRP)	Хэмжилтийн зурвасын өргөн	Тайлбар
30 МГц – 1 ГГц	$-13 + X$ дБм	100 кГц	Тайлбар 1
1 ГГц – 12,75 ГГц	$-13 + X$ дБм	1 МГц	Тайлбар 1
12,75 ГГц – уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд захын 5 дахь гармоник	$-13 + X$ дБм	1 МГц	Тайлбар 1, 2
12,75 ГГц – 26 ГГц	$-13 + X$ дБм	1 МГц	Тайлбар 1, 3
ТАЙЛБАР 1 – $X = 9$ дБ, бүс нутгийн зохицуулалтаар өөрөөр тогтоогоогүй бол.			
ТАЙЛБАР 2 – Уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд зах нь 2,55 ГГц-ээс их, 5,2 ГГц-ээс ихгүй зурваст хамаарна.			
ТАЙЛБАР 3 – Уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд зах нь 5,2 ГГц-ээс их зурваст хамаарна.			
ТАЙЛБАР 4 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.5.2.5.1-1.			

Хүснэгт Б.2 – BS төрөл 1-О-ийн ОТА нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтын ерөнхий хязгаар, В ангилал

Хуурамч цацаргалтын давтамжийн хүрээ	Хязгаар (TRP)	Хэмжилтийн зурвасын өргөн	Тайлбар
30 МГц – 1 ГГц	$-36 + X$ дБм	100 кГц	Тайлбар 1
1 ГГц – 12,75 ГГц	$-30 + X$ дБм	1 МГц	Тайлбар 1
12,75 ГГц – уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд захын 5 дахь гармоник	$-30 + X$ дБм	1 МГц	Тайлбар 1, 2
12,75 ГГц – 26 ГГц	$-30 + X$ дБм	1 МГц	Тайлбар 1, 3
ТАЙЛБАР 1 – $X = 9$ дБ, бүс нутгийн зохицуулалтаар өөрөөр тогтоогоогүй бол.			
ТАЙЛБАР 2 – Уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд зах нь 2,55 ГГц-ээс их, 5,2 ГГц-ээс ихгүй зурваст хамаарна.			
ТАЙЛБАР 3 – Уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд зах нь 5,2 ГГц-ээс их зурваст хамаарна.			
ТАЙЛБАР 4 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.5.2.5.1-2.			

Б.3 BS төрөл 2-О

Хүснэгт Б.3 – BS төрөл 2-О-ийн ОТА нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтын ерөнхий хязгаар, А ангилал

Хуурамч цацаргалтын давтамжийн хүрээ	Хязгаар (TRP)	Хэмжилтийн зурвасын өргөн	Тайлбар
30 МГц – 1 ГГц	–13 дБм	100 кГц	Тайлбар 1
1 ГГц – min(уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд захын 2 дахь гармоник; 60 ГГц)	–13 дБм	1 МГц	Тайлбар 1, 2
ТАЙЛБАР 1 – Хэмжилтийн зурвасын өргөн: Зөвлөмж ITU-R SM.329, 4.1.			
ТАЙЛБАР 2 – Дээд давтамж: Зөвлөмж ITU-R SM.329, 2.5, Хүснэгт 1.			
ТАЙЛБАР 3 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.5.2.5.2.2-1.			

Хүснэгт Б.4 – BS төрөл 2-О-ийн ОТА нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалтын хязгаар, В ангилал

Давтамжийн хүрээ (Тайлбар 4)	Хязгаар (TRP)	Хэмжилтийн зурвасын өргөн	Тайлбар
30 МГц – 1 ГГц	–36 дБм	100 кГц	Тайлбар 1
1 ГГц – 18 ГГц	–30 дБм	1 МГц	Тайлбар 1
18 ГГц – $F_{\text{step},1}$	–20 дБм	10 МГц	Тайлбар 2
$F_{\text{step},1} - F_{\text{step},2}$	–15 дБм	10 МГц	Тайлбар 2
$F_{\text{step},2} - F_{\text{step},3}$	–10 дБм	10 МГц	Тайлбар 2
$F_{\text{step},4} - F_{\text{step},5}$	–10 дБм	10 МГц	Тайлбар 2
$F_{\text{step},5} - F_{\text{step},6}$	–15 дБм	10 МГц	Тайлбар 2
$F_{\text{step},6} - \text{min(уруудах шугамын ажлын зурвасын дээд захын 2 дахь гармоник; 60 ГГц)}$	–20 дБм	10 МГц	Тайлбар 2, 3
ТАЙЛБАР 1 – Хэмжилтийн зурвасын өргөн: Зөвлөмж ITU-R SM.329, 4.1.			
ТАЙЛБАР 2 – Хязгаар ба зурвасын өргөн: ERC Зөвлөмж 74-01, 2-р хавсралт.			
ТАЙЛБАР 3 – Дээд давтамж: Зөвлөмж ITU-R SM.329, 2.5, Хүснэгт 1.			
ТАЙЛБАР 4 – $F_{\text{step},3} - F_{\text{step},4}$ муж нь ажлын зурвас $\pm \Delta f_{\text{OUE}}$ (OUE-ийн муж) тул хуурамч цацаргалтын шаардлагаас хасагдана. Алхмын давтамж $F_{\text{step},x}$ -ийг Хүснэгт Б.5-д заасан.			
ТАЙЛБАР 5 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.5.2.5.2.3-1.			

Хүснэгт Б.5 – FR2 муж дахь BS төрөл 2-О-ийн В ангиллын хуурамч цацаргалтын хязгаарыг тодорхойлох алхмын давтамжууд

Ажлын зурвас	$F_{\text{step},1}$, ГГц	$F_{\text{step},2}$, ГГц	$F_{\text{step},3}$, ГГц (Тайлбар 2)	$F_{\text{step},4}$, ГГц (Тайлбар 2)	$F_{\text{step},5}$, ГГц	$F_{\text{step},6}$, ГГц
n257	18	23,5	25	31	32,5	41,5
n258	18	21	22,75	29	30,75	40,5
n259	23,5	35,5	38	45	47,5	59,5
ТАЙЛБАР 1 – $F_{\text{step},x}$ нь ERC Зөвлөмж 74-01-ийн 2-р хавсралтад суурилна.						
ТАЙЛБАР 2 – $F_{\text{step},3}$, $F_{\text{step},4}$ нь Хүснэгт 19-ийн Δf_{OUE} -ийн утгатай уялдана.						
ТАЙЛБАР 3 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 6.7.5.2.5.2.3-2.						

Хавсралт В

(норматив)

Нэг байршилд хамт байрласан бааз станцыг хамгаалах хуурамч цацаргалтын хязгаар

Энэ хавсралтын хязгаарыг 7.5.5-д заасан нөхцөлд, BS төрөл 1-С-ийн антенны холбогч, BS төрөл 1-Н-ийн ТАВ холбогч дээр хэрэглэнэ (BS төрөл 1-Н-д хязгаар + X). BS төрөл 1-О-ийн хамт байрлуулах шаардлагыг хамт байрлуулах туршилтын антен (CLTA)-ны гаралт дээр 3GPP TS 38.141-2-ын 6.7.5.5-ын дагуу хэрэглэнэ. Олон зурваст холбогчийн хувьд хүснэгтийн тайлбарын хасах нөхцлийг дэмжигдсэн ажлын зурвас бүрд хэрэглэнэ. Хүснэгтэд Монгол Улсад ашиглаж буй буюу ашиглах боломжтой ажлын зурвасуудыг үзүүлсэн бөгөөд бүрэн жагсаалтыг 3GPP TS 38.141-1-ийн Хүснэгт 6.6.5.5.1.4-1-ээс авна.

Хүснэгт В.1 – Нэг байршилд хамт байрласан бааз станцыг хамгаалах хуурамч цацаргалтын үндсэн хязгаар

Хамт байрласан БС-ийн төрөл	Хамт байрлуулах шаардлагын давтамжийн хүрээ	Өргөн хүрээний БС	Дунд хүрээний БС	Орон нутгийн хүрээний БС	Хэмжилтийн зурвасын өргөн, тайлбар
GSM900	876 – 915 МГц	–98 дБм	–91 дБм	–70 дБм	100 кГц
DCS1800	1710 – 1785 МГц	–98 дБм	–91 дБм	–80 дБм	100 кГц
PCS1900	1850 – 1910 МГц	–98 дБм	–91 дБм	–80 дБм	100 кГц
GSM850, CDMA850	824 – 849 МГц	–98 дБм	–91 дБм	–70 дБм	100 кГц
UTRA FDD Band I, E-UTRA Band 1, NR n1	1920 – 1980 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц
UTRA FDD Band III, E-UTRA Band 3, NR n3	1710 – 1785 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц
UTRA FDD Band V, E-UTRA Band 5, NR n5	824 – 849 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц
UTRA FDD Band VII, E-UTRA Band 7, NR n7	2500 – 2570 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц
UTRA FDD Band VIII, E-UTRA Band 8, NR n8	880 – 915 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц
UTRA FDD Band XX, E-UTRA Band 20, NR n20	832 – 862 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц
E-UTRA Band 28, NR n28	703 – 748 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц
UTRA TDD, E-UTRA Band 38, NR n38	2570 – 2620 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц; n38-д ажиллах БС-д хамаарахгүй
UTRA TDD, E-UTRA Band 39, NR n39	1880 – 1920 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц; n39-д ажиллах БС-д хамаарахгүй
UTRA TDD, E-UTRA Band 40, NR n40	2300 – 2400 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц; n30, n40-д ажиллах БС-д хамаарахгүй
E-UTRA Band 41, NR n41	2496 – 2690 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц; n41, n53-д ажиллах БС-д хамаарахгүй
E-UTRA Band 42	3400 – 3600 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц; n48, n77, n78-д ажиллах БС-д хамаарахгүй

Хамт байрласан БС-ийн төрөл	Хамт байрлуулах шаардлагын давтамжийн хүрээ	Өргөн хүрээний БС	Дунд хүрээний БС	Орон нутгийн хүрээний БС	Хэмжилтийн зурвасын өргөн, тайлбар
E-UTRA Band 43	3600 – 3800 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц; n48, n77, n78-д ажиллах БС-д хамаарахгүй
NR n77	3,3 – 4,2 ГГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц; n48, n77, n78-д ажиллах БС-д хамаарахгүй
NR n78	3,3 – 3,8 ГГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц; n48, n77, n78-д ажиллах БС-д хамаарахгүй
NR n79	4,4 – 5,0 ГГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц
E-UTRA Band 65, NR n65	1920 – 2010 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц
E-UTRA Band 71, NR n71	663 – 698 МГц	–96 дБм	–91 дБм	–88 дБм	100 кГц
ТАЙЛБАР 1 – Шаардлага нь нэвтрүүлэгч ба хүлээн авагчийн хооронд 30 дБ-ийн холболтын алдагдалтай, ижил ангиллын бааз станцтай хамт байрлуулсан гэсэн таамаглалд суурилна.					
ТАЙЛБАР 2 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 6.6.5.5.1.4-1.					

Хавсралт Г

(мэдээллийн)

Туршилтын системийн зөвшөөрөгдөх дээд тодорхойгүй байдал

Энэ хавсралтад 3GPP TS 38.141-1-ийн 4.1.2 (дамжуулалтын замын туршилт) болон 3GPP TS 38.141-2-ын 4.1.2 (OTA туршилт)-т заасан туршилтын системийн зөвшөөрөгдөх дээд тодорхойгүй байдлыг үзүүлэв. Бүх утга абсолют бөгөөд 95 %-ийн итгэлцлийн түвшинд хүчинтэй. $3 \text{ ГГц} < f \leq 7,125 \text{ ГГц}$ мужийн утгууд зөвхөн лицензтэй спектрт ажиллах бааз станцад хамаарна. Тодорхойгүй байдлын гарал үүслийн тайлбар (хэрэгцээт дохио, хөндлөнгийн дохионы түвшний алдаа, нэвчилт, өргөн зурвасын шуугианы нөлөөний нийлбэр)-ыг эх баримт бичгийн харгалзах хүснэгтээс үзнэ.

Г.1 Дамжуулалтын замын туршилт (BS төрөл 1-С, 1-Н)

Хүснэгт Г.1 – Нэвтрүүлэгчийн дамжуулалтын замын туршилтын системийн зөвшөөрөгдөх дээд тодорхойгүй байдал

Үзүүлэлт (3GPP TS 38.141-1-ийн зүйл)	Туршилтын системийн дээд тодорхойгүй байдал
Бааз станцын гаралтын чадал (6.2)	$\pm 0,7 \text{ дБ}$, $f \leq 3 \text{ ГГц}$; $\pm 1,0 \text{ дБ}$, $3 \text{ ГГц} < f \leq 7,125 \text{ ГГц}$; $\pm 1,5 \text{ дБ}$, $n46$, $n96$, $n102$ зурваст
Гаралтын чадлын динамик (6.3)	$\pm 0,4 \text{ дБ}$
Нэвтрүүлэгчийн унтраалттай үеийн чадал (6.4.1)	$\pm 2,0 \text{ дБ}$, $f \leq 3 \text{ ГГц}$; $\pm 2,5 \text{ дБ}$, $3 \text{ ГГц} < f \leq 7,125 \text{ ГГц}$; $\pm 3 \text{ дБ}$, $n46$, $n96$, $n102$ зурваст
Нэвтрүүлэгчийн шилжилтийн үе (6.4.2)	Хамаарахгүй
Давтамжийн алдаа (6.5.2)	$\pm 12 \text{ Гц}$
EVM (6.5.3)	$\pm 1 \%$
Хугацааны синхрончлолын алдаа (6.5.4)	$\pm 25 \text{ нс}$
Эзэлсэн зурвасын өргөн (6.6.2)	$\pm 30 \text{ кГц}$ (3 МГц); $\pm 100 \text{ кГц}$ ($5, 10 \text{ МГц}$); $\pm 300 \text{ кГц}$ ($15 - 50 \text{ МГц}$); $\pm 600 \text{ кГц}$ ($60 - 100 \text{ МГц}$ сувгийн зурвасын өргөн)
ACLR, CACLR (6.6.3)	Харьцаа: $\pm 0,8 \text{ дБ}$ ($BW \leq 20 \text{ МГц}$), $\pm 1,2 \text{ дБ}$ ($BW > 20 \text{ МГц}$); абсолют чадал: $\pm 2,0 \text{ дБ}$, $f \leq 3 \text{ ГГц}$; $\pm 2,5 \text{ дБ}$, $3 \text{ ГГц} < f \leq 7,125 \text{ ГГц}$; $\pm 3 \text{ дБ}$, $n46$, $n96$, $n102$ зурваст
Ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (6.6.4)	$\pm 1,5 \text{ дБ}$, $f \leq 3 \text{ ГГц}$; $\pm 1,8 \text{ дБ}$, $3 \text{ ГГц} < f \leq 7,125 \text{ ГГц}$; $\pm 2,2 \text{ дБ}$, $n46$, $n96$, $n102$ зурваст
Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт, заавал мөрдөх шаардлага (6.6.5.1.1)	$\pm 2,0 \text{ дБ}$, $9 \text{ кГц} < f \leq 4 \text{ ГГц}$; $\pm 4,0 \text{ дБ}$, $4 \text{ ГГц} < f \leq 19 \text{ ГГц}$; $\pm 4,5 \text{ дБ}$, $19 \text{ ГГц} < f \leq 26 \text{ ГГц}$
Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт, БС-ийн хүлээн авагчийн хамгаалалт (6.6.5.1.2)	$\pm 3,0 \text{ дБ}$
Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт, нэмэлт шаардлага (6.6.5.1.3)	$> -60 \text{ дБм}$ түвшинд: $\pm 2,0 \text{ дБ}$ ($f \leq 3 \text{ ГГц}$), $\pm 2,5 \text{ дБ}$ ($3 - 4,2 \text{ ГГц}$), $\pm 3,0 \text{ дБ}$ ($4,2 - 7,125 \text{ ГГц}$); $\leq -60 \text{ дБм}$ түвшинд: $\pm 3,0 \text{ дБ}$ ($f \leq 3 \text{ ГГц}$), $\pm 3,5 \text{ дБ}$ ($3 - 4,2 \text{ ГГц}$), $\pm 4,0 \text{ дБ}$ ($4,2 - 7,125 \text{ ГГц}$); $\pm 4,0 \text{ дБ}$, $n46$, $n96$ зурваст
Нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт, хамт байрлуулах (6.6.5.1.4)	$\pm 3,0 \text{ дБ}$
Нэвтрүүлэгчийн интермодуляц (6.7), хөндлөнгийн дохионы түвшин	$\pm 1,0 \text{ дБ}$ (зөвхөн хөндлөнгийн дохионд хамаарна; хөндлөнгийн дохионы тодорхойгүй байдал давтамжийн шилжилтийн улмаас үр дүнд хоёр дахин нөлөөлнө)
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 4.1.2.2-1.	

Хүснэгт Г.2 – Хүлээн авагчийн дамжуулалтын замын туршилтын системийн зөвшөөрөгдөх дээд тодорхойгүй байдал

Үзүүлэлт (3GPP TS 38.141-1-ийн зүйл)	Туршилтын системийн дээд тодорхойгүй байдал
Лавлах мэдрэх чадлын түвшин (7.2)	$\pm 0,7$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 1,0$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 1,2$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 1,5$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц; $\pm 1,5$ дБ, n46, n96, n102 зурваст
Динамик муж (7.3)	$\pm 0,3$ дБ
Зэргэлдээ сувгийн сонгомол чанар (7.4.1)	$\pm 1,4$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 1,8$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 2,1$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 2,5$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц; $\pm 2,5$ дБ, n46, n96, n102 зурваст
Зурвас доторх ерөнхий хаалт (7.4.2.4.2)	$\pm 1,6$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 2,0$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 2,2$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 2,7$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц; $\pm 2,7$ дБ, n46, n96, n102 зурваст
Нарийн зурвасын хаалт (7.4.2.4.3)	$\pm 1,4$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 1,8$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 2,1$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц
Зурвасын гаднах хаалт, ерөнхий (7.5.5.1)	$f_{\text{wanted}} \leq 3$ ГГц; $\pm 1,3$ дБ ($1 \text{ МГц} < f_{\text{int}} \leq 3$ ГГц), $\pm 1,5$ дБ ($3 - 4,2$ ГГц), $\pm 3,2$ дБ ($4,2 - 12,75$ ГГц); $3 \text{ ГГц} < f_{\text{wanted}} \leq 4,2$ ГГц; $\pm 1,5$; $\pm 1,7$; $\pm 3,3$ дБ; $4,2 \text{ ГГц} < f_{\text{wanted}} \leq 6$ ГГц; $\pm 1,7$; $\pm 1,8$; $\pm 3,3$ дБ; $6 \text{ ГГц} < f_{\text{wanted}} \leq 7,125$ ГГц ба n46, n96, n102: $\pm 1,9$; $\pm 2,0$; $\pm 3,5$ дБ
Зурвасын гаднах хаалт, хамт байрлуулах (7.5.5.2)	$\pm 2,5$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 2,6$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 2,7$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 2,9$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц; $\pm 2,9$ дБ, n46, n96, n102 зурваст
Хүлээн авагчийн хуурамч цацаргалт (7.6)	$\pm 2,0$ дБ, $30 \text{ МГц} \leq f \leq 4$ ГГц; $\pm 4,0$ дБ, $4 - 19$ ГГц; $\pm 4,5$ дБ, $19 - 26$ ГГц
Хүлээн авагчийн интермодуляц (7.7)	$\pm 1,8$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 2,4$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 3,0$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 3,3$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц; $\pm 3,3$ дБ, n46, n96, n102 зурваст
Суваг доторх сонгомол чанар (7.8)	$\pm 1,4$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 1,8$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 2,1$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 2,5$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц; $\pm 2,5$ дБ, n46, n96, n102 зурваст
ТАЙЛБАР 1 – Өөрөөр заагаагүй бол зөвхөн туршилтын системийн өдөөгч дохионы алдааг тооцсон; туршилтын хязгаарлагдмал хугацаанаас үүсэх дамжуулах чадамжийн хэмжилтийн алдааг тооцоогүй.	
ТАЙЛБАР 2 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-1, Хүснэгт 4.1.2.3-1.	

Г.2 Цацаргалтын (OTA) туршилт (BS төрөл 1-O, 2-O)

Хүснэгт Г.3 – FR1 OTA нэвтрүүлэгчийн туршилтын системийн зөвшөөрөгдөх дээд тодорхойгүй байдал

Үзүүлэлт (3GPP TS 38.141-2-ын зүйл)	OTA туршилтын системийн дээд тодорхойгүй байдал
Цацруулсан дамжуулах чадал (6.2)	Хэвийн нөхцөл: $\pm 1,1$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 1,3$ дБ, $3 \text{ ГГц} < f \leq 7,125$ ГГц (n96, n102-оос бусад); $\pm 1,8$ дБ, n96, n102 зурваст. Хүнд нөхцөл: $\pm 2,5$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 2,6$ дБ, $3 - 7,125$ ГГц
OTA бааз станцын гаралтын чадал (6.3)	$\pm 1,4$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 1,5$ дБ, $3 - 7,125$ ГГц
OTA нийт чадлын динамик муж (6.4.3)	$\pm 0,4$ дБ
OTA нэвтрүүлэгчийн унтраалттай үеийн чадал (6.5.1)	$\pm 3,4$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 3,6$ дБ, $3 - 7,125$ ГГц
OTA давтамжийн алдаа (6.6.2)	± 12 Гц
OTA модуляцын чанар (6.6.3)	± 1 %
OTA хугацааны синхрончлолын алдаа (6.6.4)	± 25 нс
OTA эзэлсэн зурвасын өргөн (6.7.2)	± 100 кГц ($5, 10$ МГц); ± 300 кГц ($15 - 50$ МГц); ± 600 кГц ($60 - 100$ МГц сувгийн зурвасын өргөн)
OTA ACLR, CACLR (6.7.3)	Харьцаа: ± 1 дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 1,2$ дБ, $3 - 7,125$ ГГц; абсолют чадал: $\pm 2,2$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 2,7$ дБ, $3 - 7,125$ ГГц

Үзүүлэлт (3GPP TS 38.141-2-ын зүйл)	ОТА туршилтын системийн дээд тодорхойгүй байдал
ОТА ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (6.7.4)	Абсолют чадал: $\pm 1,8$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; ± 2 дБ, $3 - 6$ ГГц
ОТА нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт, заавал мөрдөх шаардлага (6.7.5.2)	$\pm 2,3$ дБ, $30 \text{ МГц} < f \leq 6 \text{ ГГц}$; $\pm 4,2$ дБ, $6 \text{ ГГц} < f \leq 26 \text{ ГГц}$
ОТА хуурамч цацаргалт, БС-ийн хүлээн авагчийн хамгаалалт (6.7.5.3)	$\pm 3,1$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 3,3$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 3,4$ дБ, $4,2 - 7,125$ ГГц
ОТА хуурамч цацаргалт, нэмэлт шаардлага (6.7.5.4)	$\pm 2,6$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 3,0$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 3,5$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц
ОТА хуурамч цацаргалт, хамт байрлуулах (6.7.5.5)	$\pm 3,1$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 3,3$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 3,4$ дБ, $4,2 - 7,125$ ГГц
ОТА нэвтрүүлэгчийн интермодуляц (6.8), хөндлөнгийн дохио	$\pm 3,2$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 3,4$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 3,5$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц
ТАЙЛБАР 1 – Хамт байрлуулах туршилтын антен (CLTA)-ны сонголт, байрлал нь 3GPP TS 38.141-2-ын 4.12-ын шалгуурыг хангасан бол CLTA-ны сонголт, зэрэгцүүлэлттэй холбоотой тодорхойгүй байдлыг 3GPP TR 37.941-ийн төсвөөр үнэлнэ.	
ТАЙЛБАР 2 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 4.1.2.2-1.	

Хүснэгт Г.4 – FR2 ОТА нэвтрүүлэгчийн туршилтын системийн зөвшөөрөгдөх дээд тодорхойгүй байдал

Үзүүлэлт (3GPP TS 38.141-2-ын зүйл)	ОТА туршилтын системийн дээд тодорхойгүй байдал
Цацруулсан дамжуулах чадал (6.2)	Хэвийн нөхцөл: $\pm 1,7$ дБ ($24,25 - 29,5$ ГГц); $\pm 2,0$ дБ ($37 - 43,5$ ГГц); $\pm 2,2$ дБ ($43,5 - 48,2$ ГГц); $\pm 3,0$ дБ ($52,6 - 71$ ГГц). Хүнд нөхцөл: $\pm 3,1$; $\pm 3,3$; $\pm 3,5$; $\pm 3,9$ дБ
ОТА бааз станцын гаралтын чадал (6.3)	$\pm 2,1$ дБ ($24,25 - 29,5$ ГГц); $\pm 2,4$ дБ ($37 - 43,5$ ГГц); $\pm 2,6$ дБ ($43,5 - 48,2$ ГГц); $\pm 3,2$ дБ ($52,6 - 71$ ГГц)
ОТА нийт чадлын динамик муж (6.4.3)	$\pm 0,4$ дБ
ОТА нэвтрүүлэгчийн унтраалттай үеийн чадал (6.5.1)	$\pm 2,9$ дБ ($24,25 - 29,5$ ГГц); $\pm 3,3$ дБ ($37 - 43,5$ ГГц); $\pm 3,6$ дБ ($43,5 - 48,2$ ГГц); $\pm 5,6$ дБ ($52,6 - 71$ ГГц)
ОТА давтамжийн алдаа (6.6.2)	± 12 Гц
ОТА модуляцын чанар (6.6.3)	1 %
ОТА хугацааны синхрончлолын алдаа (6.6.4)	± 25 нс
ОТА эзэлсэн зурвасын өргөн (6.7.2)	600 кГц
ОТА ACLR (6.7.3)	Харьцангуй: $\pm 2,3$ дБ ($24,25 - 29,5$ ГГц); $\pm 2,6$ дБ ($37 - 43,5$ ГГц); $\pm 2,8$ дБ ($43,5 - 48,2$ ГГц); $\pm 4,6$ дБ ($52,6 - 71$ ГГц). Абсолют: $\pm 2,7$; $\pm 2,7$; $\pm 2,9$; $\pm 4,7$ дБ
ОТА ажлын зурвасын илүүдэл цацаргалт (6.7.4)	$\pm 2,7$ дБ ($24,25 - 29,5$ ГГц); $\pm 2,7$ дБ ($37 - 43,5$ ГГц); $\pm 2,9$ дБ ($43,5 - 48,2$ ГГц); $\pm 4,7$ дБ ($52,6 - 71$ ГГц)
ОТА нэвтрүүлэгчийн хуурамч цацаргалт, заавал мөрдөх ба нэмэлт шаардлага (6.7.5.2, 6.7.5.4)	$\pm 2,3$ дБ, $30 \text{ МГц} \leq f \leq 6 \text{ ГГц}$; $\pm 2,7$ дБ, $6 - 40$ ГГц; $\pm 5,0$ дБ, $40 - 60$ ГГц; $\pm 5,3$ дБ, $60 - 110$ ГГц; $\pm 5,9$ дБ, $110 - 142$ ГГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 4.1.2.2-2.	

Хүснэгт Г.5 – FR1 OTA хүлээн авагчийн туршилтын системийн зөвшөөрөгдөх дээд тодорхойгүй байдал

Үзүүлэлт (3GPP TS 38.141-2-ын зүйл)	OTA туршилтын системийн дээд тодорхойгүй байдал
OTA мэдрэх чадал (7.2), OTA лавлах мэдрэх чадлын түвшин (7.3)	$\pm 1,3$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 1,4$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 1,6$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 1,9$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц
OTA динамик муж (7.4)	$\pm 0,3$ дБ
OTA зэргэлдээ сувгийн сонгомол чанар (7.5.1)	$\pm 1,7$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 2,1$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 2,4$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 2,8$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц
Зурвас доторх ерөнхий хаалт (7.5.2)	$\pm 1,9$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 2,2$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 2,5$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 2,9$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц
Нарийн зурвасын хаалт (7.5.2)	$\pm 1,7$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 2,1$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 2,4$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц
OTA зурвасын гаднах хаалт, ерөнхий (7.6)	$f_{\text{wanted}} \leq 3$ ГГц: $\pm 2,0$ дБ ($f_{\text{int}} \leq 3$ ГГц), $\pm 2,1$ дБ ($3 - 6$ ГГц), $\pm 3,5$ дБ ($6 - 12,75$ ГГц); $3 \text{ ГГц} < f_{\text{wanted}} \leq 4,2$ ГГц: $\pm 2,0$; $\pm 2,1$; $\pm 3,6$ дБ; $4,2 \text{ ГГц} < f_{\text{wanted}} \leq 7,125$ ГГц: $\pm 2,2$; $\pm 2,3$; $\pm 3,6$ дБ
OTA зурвасын гаднах хаалт, хамт байрлуулах (7.6)	$\pm 3,4 \dots \pm 3,9$ дБ (f_{wanted} , f_{int} -ийн мужаас хамаарч; 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 4.1.2.3-1)
OTA хүлээн авагчийн хуурамч цацаргалт (7.7)	$\pm 2,5$ дБ, $30 \text{ МГц} \leq f \leq 6$ ГГц; $\pm 4,2$ дБ, $6 - 26$ ГГц
OTA хүлээн авагчийн интермодуляц (7.8)	$\pm 2,0$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 2,6$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 3,2$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 3,5$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц
OTA суваг доторх сонгомол чанар (7.9)	$\pm 1,7$ дБ, $f \leq 3$ ГГц; $\pm 2,1$ дБ, $3 - 4,2$ ГГц; $\pm 2,4$ дБ, $4,2 - 6$ ГГц; $\pm 2,8$ дБ, $6 - 7,125$ ГГц
Эх сурвалж: 3GPP TS 38.141-2, Хүснэгт 4.1.2.3-1. FR2 OTA хүлээн авагчийн туршилтын утгыг Хүснэгт 4.1.2.3-2-оос авна.	

Хавсралт Д

(мэдээллийн)

5G NR-ийн ажлын зурвас, сувгийн зурвасын өргөн ба дэд зөөгчийн зай

Энэ хавсралтад 3GPP TS 38.104-ийн 5.2, 5.3-т тодорхойлсон NR ажлын зурвасуудаас Монгол Улсын IMT-ийн давтамжийн хуваарилалтад хамаарах буюу хамаарч болох зурвасууд, сувгийн зурвасын өргөн ба дэд зөөгчийн зайн хослолыг мэдээллийн зорилгоор үзүүлэв. Тухайн зурвасыг Монгол Улсад IMT-2020-д ашиглах эсэх, ашиглах давтамжийн хүрээ, блокийн хуваарилалт, хамгаалалтын зурвас, TDD синхрончлолын нөхцлийг эрх бүхий байгууллагын радио давтамжийн үндэсний хуваарилалт, тусгай зөвшөөрлийн нөхцлөөр тогтооно.

Хүснэгт Д.1 – 3GPP NR ажлын зурвас (сонгосон)

Ажлын зурвас	Өгсөх шугам (UL), БС хүлээн авах, МГц	Уруудах шугам (DL), БС дамжуулах, МГц	Дуплекс горим	Давтамжийн муж
n1	1920 – 1980	2110 – 2170	FDD	FR1
n3	1710 – 1785	1805 – 1880	FDD	FR1
n7	2500 – 2570	2620 – 2690	FDD	FR1
n8	880 – 915	925 – 960	FDD	FR1
n20	832 – 862	791 – 821	FDD	FR1
n28	703 – 748	758 – 803	FDD	FR1
n38	2570 – 2620	2570 – 2620	TDD	FR1
n40	2300 – 2400	2300 – 2400	TDD	FR1
n41	2496 – 2690	2496 – 2690	TDD	FR1
n77	3300 – 4200	3300 – 4200	TDD	FR1
n78	3300 – 3800	3300 – 3800	TDD	FR1
n79	4400 – 5000	4400 – 5000	TDD	FR1
n257	26500 – 29500	26500 – 29500	TDD	FR2-1
n258	24250 – 27500	24250 – 27500	TDD	FR2-1
n261	27500 – 28350	27500 – 28350	TDD	FR2-1

ТАЙЛБАР – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.104, Хүснэгт 5.2-1, 5.2-2. Бүрэн жагсаалт, SDL/SUL зурвас, зурвасын зэрэгцээ тодорхойлолт (жишээлбэл n77/n78, n7/n38/n41)-ыг 3GPP TS 38.104-өөс авна.

Хүснэгт Д.2 – NR сувгийн зурвасын өргөн ба дэд зөөгчийн зай

Давтамжийн муж	Дэд зөөгчийн зай (SCS), кГц	Сувгийн зурвасын өргөн BW_{Channel} , МГц
FR1	15	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 (зарим зурваст 3)
FR1	30	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100
FR1	60	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100
FR2-1	60	50, 100, 200
FR2-1	120	50, 100, 200, 400
FR2-2	120	100, 400
FR2-2	480	400, 800, 1600
FR2-2	960	400, 800, 1600, 2000
ТАЙЛБАР 1 – Тухайн ажлын зурваст дэмжигдэх сувгийн зурвасын өргөн, SCS-ийн хослолыг 3GPP TS 38.104-ийн Хүснэгт 5.3.5-1 (FR1), 5.3.5-2 (FR2)-оос авна. Дамжуулалтын зурвасын өргөний тохиргоо (BW_{Config}) буюу нөөц блокийн тоо N_{RB} -ийг Хүснэгт 5.3.2-1, 5.3.2-2-оос авна (жишээлбэл 100 МГц, 30 кГц SCS: 273 RB, $BW_{\text{Config}} = 98,28$ МГц).		
ТАЙЛБАР 2 – Сувгийн растер FR1-д 15 кГц (зарим зурваст 100 кГц), FR2-т 60 кГц; синхрончлолын растер 3GPP TS 38.104-ийн 5.4.3-ын дагуу.		
ТАЙЛБАР 3 – Эх сурвалж: 3GPP TS 38.104, 5.3.		

ТӨГСӨВ