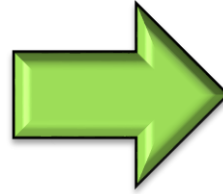
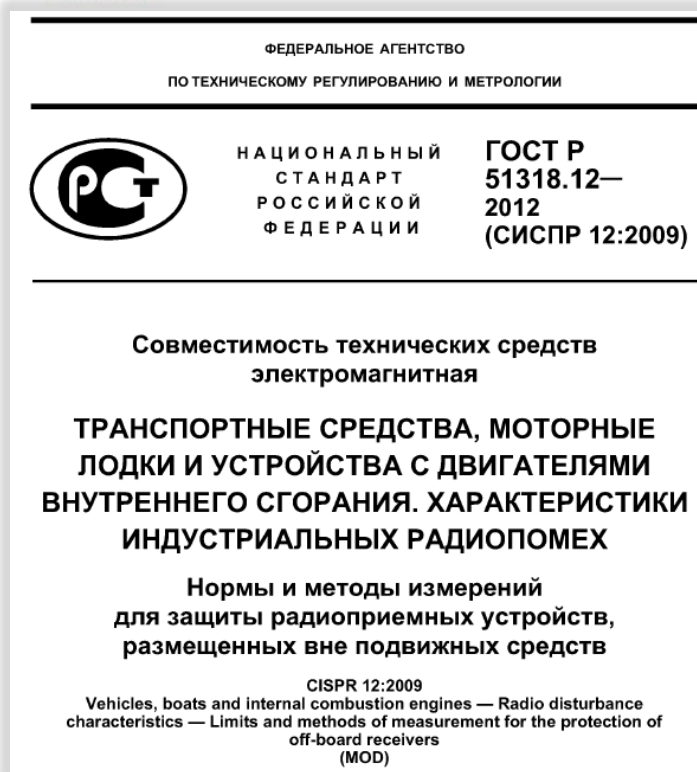


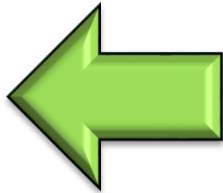
# Средства и методы аттестации измерительных площадок для испытаний продукции по CISPR 25



**Шкуркин М.С.**, к.т.н.,  
Заместитель начальника НИО-8 по  
метрологии антенных систем и  
комплексов



Национальный  
стандарт  
гармонизирован  
с  
международным



**Нормы эмиссии излучаемых ИРП  
от 30 до 1000 МГц**

## Площадки для испытаний по CISPR 12

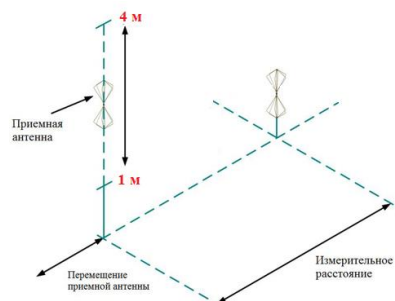


OATS – открытые площадки



SAC – альтернативные площадки, как правило, полубезэховые камеры

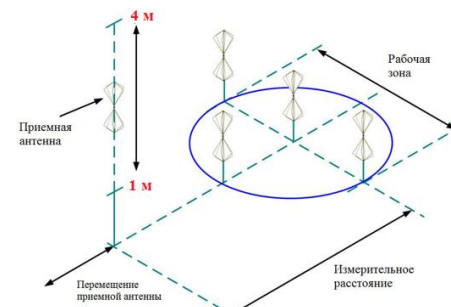
**NSA от 30 до 1000 МГц при  $d = 10$  м (допускается 3 м)**



NSA –  
Normalized Site  
Attenuation

ГОСТ CISPR 16-1-4-2013

CISPR 16-1-4-2019







НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р  
51318.25—  
2012  
(CISPR 25:2008)

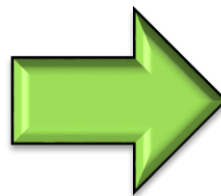
Совместимость технических средств  
электромагнитная

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, МОТОРНЫЕ  
ЛОДКИ И УСТРОЙСТВА С ДВИГАТЕЛЯМИ  
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ.  
ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ  
РАДИОПОМЕХ

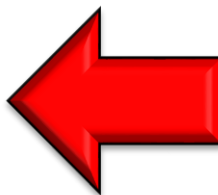
Нормы и методы измерений для защиты  
радиоприемных устройств, размещенных  
на подвижных средствах

CISPR 25:2008  
Vehicles, boats and internal combustion engines —  
Radio disturbance characteristics —  
Limits and methods of measurement for protection of on-board receivers  
(MOD)

Издание официальное



Национальный  
стандарт **не**  
гармонизирован  
с  
международным



CISPR 25

Edition 3.0 2008-03

INTERNATIONAL  
STANDARD

NORME  
INTERNATIONALE

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE  
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

Vehicles, boats and internal combustion engines – Radio disturbance  
characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of  
on-board receivers

Véhicules, bateaux et moteurs à combustion interne – Caractéristiques des  
perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure pour la  
protection des récepteurs embarqués



Нормы эмиссии излучаемых ИРП  
от 150 кГц до 2500 МГц



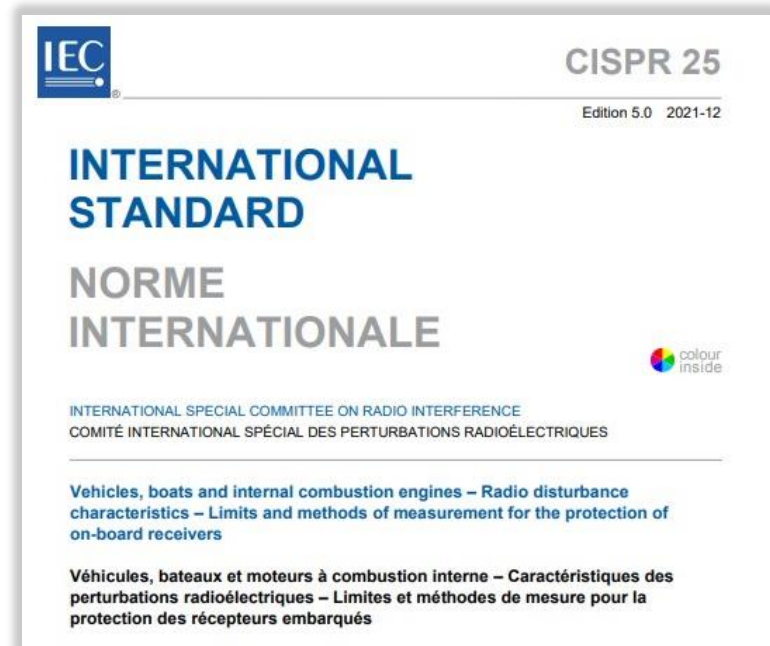
Издание 3.0  
**2008**

Нормы эмиссии  
излучаемых ИРП  
от 150 кГц до **2500 МГц**



Издание 4.0  
**2016**

Нормы эмиссии  
излучаемых ИРП  
от 150 кГц до **2500 МГц**



Издание 5.0  
**2021**

Нормы эмиссии  
излучаемых ИРП  
от 150 кГц до **5925 МГц**

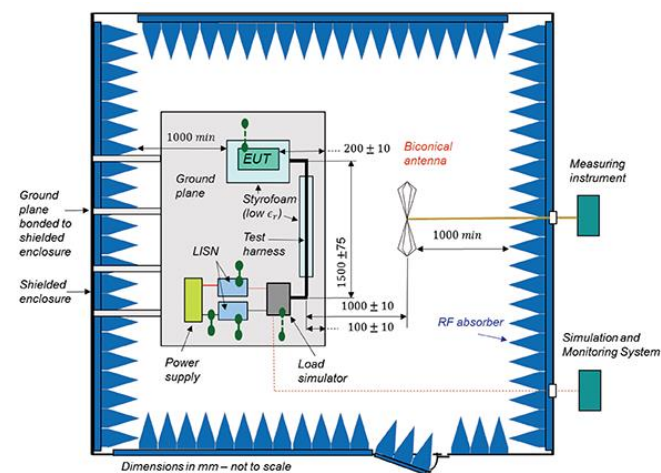
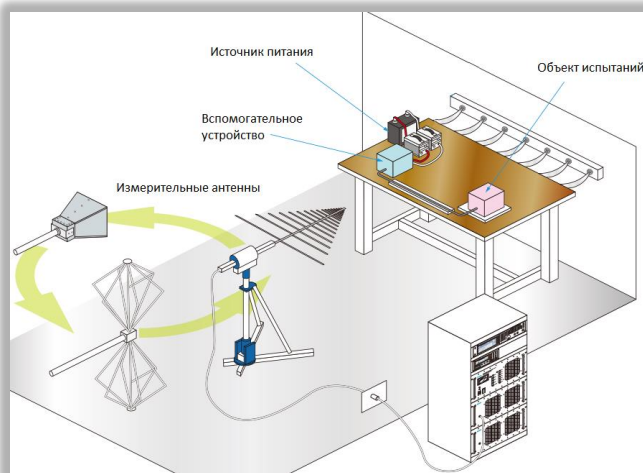
## Площадки для испытаний по CISPR 25



**ALSE – Absorber Lined Shielded Enclosure**  
- экранированная камера, оборудованная радиопоглощающим материалом

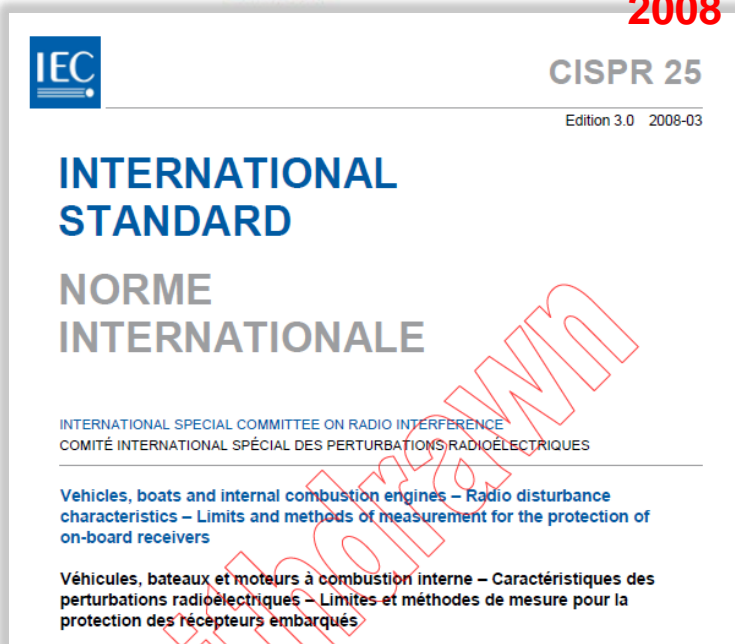


**SAC – альтернативные испытательные площадки, как правило, на базе полубезэховых камер**





2008



**Требования к РПМ**  
**Модуль коэффициента отражения**  
**не более минус 6 дБ**  
**при  $f = 70...2500$  МГц**

2016



**Требования к БЭК**  
**отклонение напряженности поля от**  
**расчетных значений не более  $\pm 6$  дБ**  
**при  $f = 150$  кГц ... 1 ГГц**

2021



**Требования к БЭК**  
**отклонение напряженности поля от**  
**расчетных значений не более  $\pm 6$  дБ**  
**при  $f = 150$  кГц ... 1 ГГц**

CISPR 25:2016 ed. 4.0 Annex J  
Рекомендует использовать 2 метода оценки пригодности ПБЭК

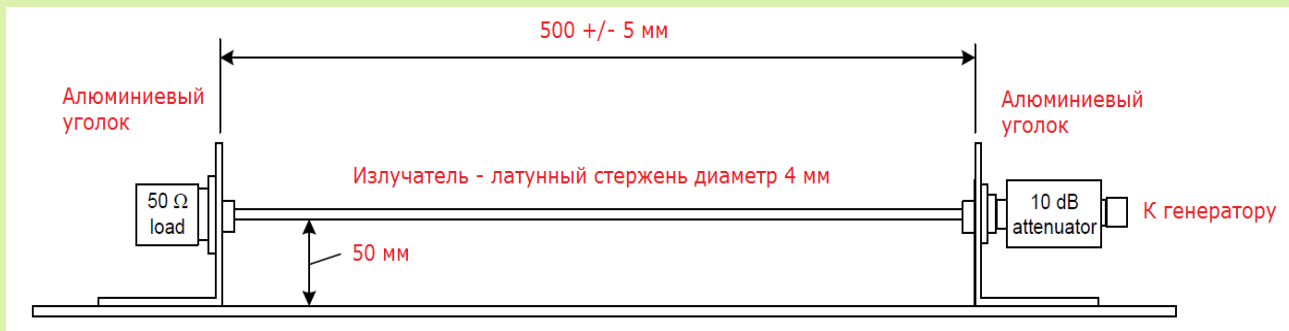
Метод опорных измерений  
Reference Measurement Method

Метод моделирования антенны в виде  
отрезка длинной линии  
Modelled Long Wire Antenna Method

Требуется опорная площадка OATS,  
SAC по CISPR 16-1-4

В РФ отсутствуют

Требуется излучающая антенна в  
виде отрезка длинной линии (50 см)





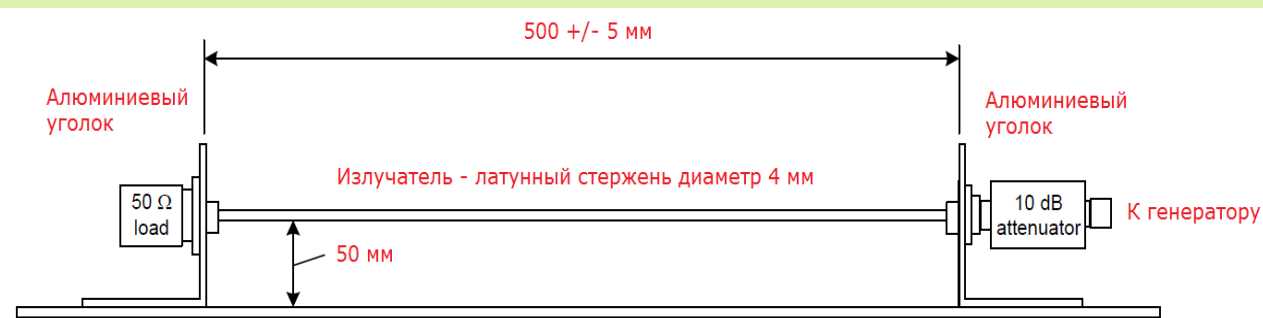
CISPR 25:2021 ed. 5.0 Annex I  
Рекомендует использовать 1 метод оценки пригодности ПБЭК



Метод моделирования антенны в виде  
отрезка длинной линии  
**Modelled Long Wire Antenna Method**



Требуется излучающая антенна в  
виде отрезка длинной линии (50 см)



## Суть метода

### Изготовление и расчет

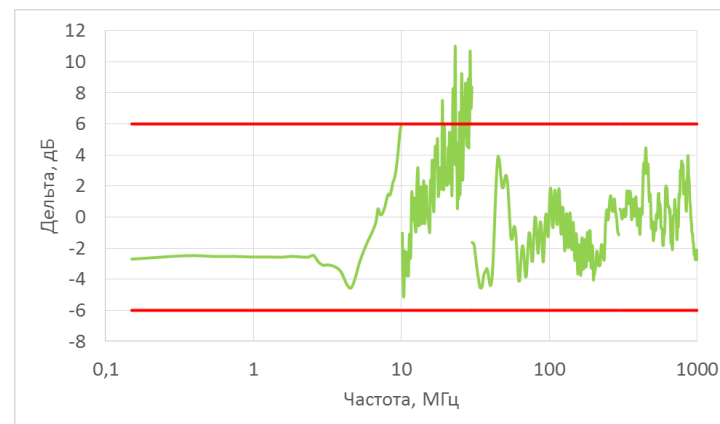
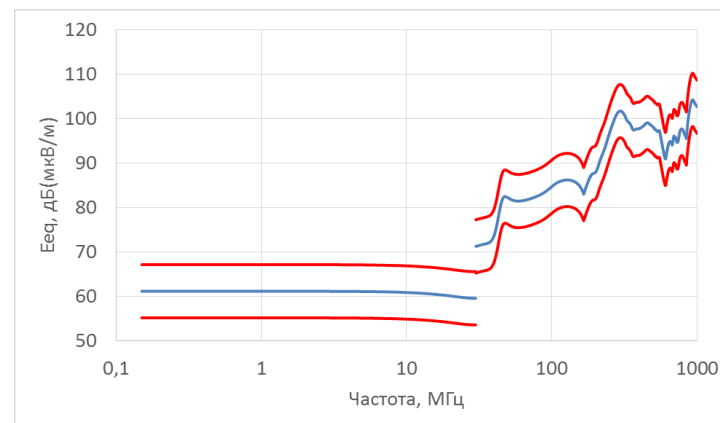
- Изготовление излучателя в виде отрезка длинной линии
- Расчет характеристик излучателя при отличии его конструкции от CISPR 25

### Измерения

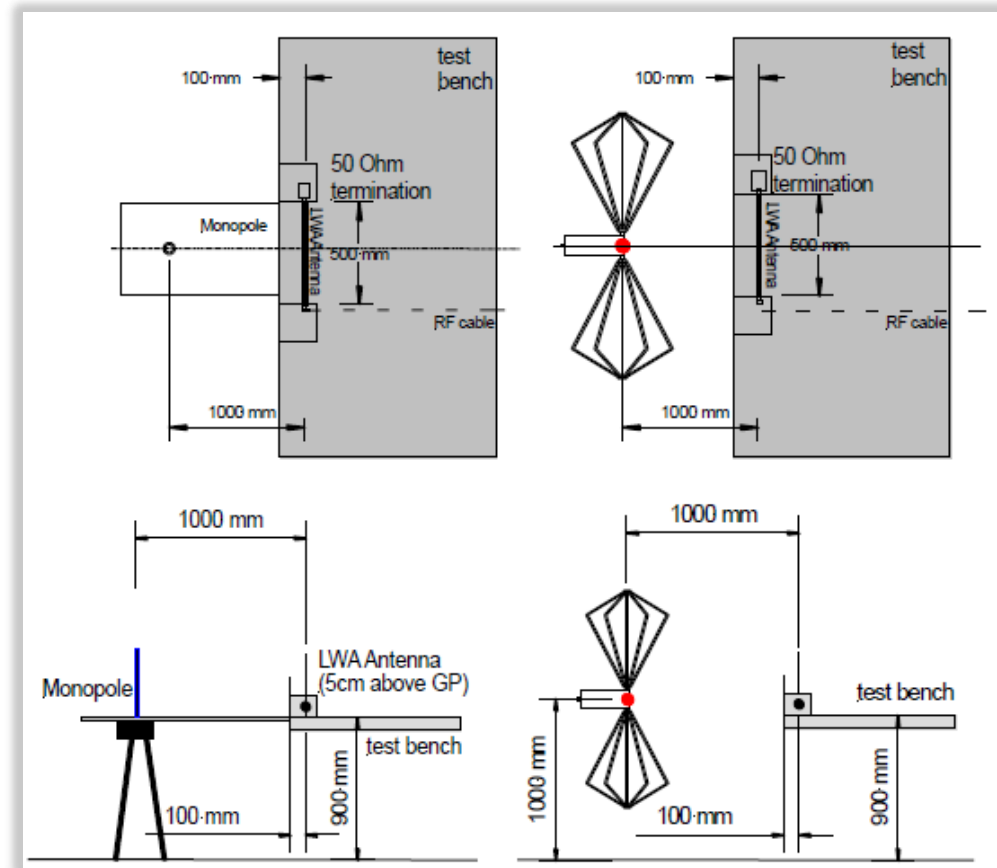
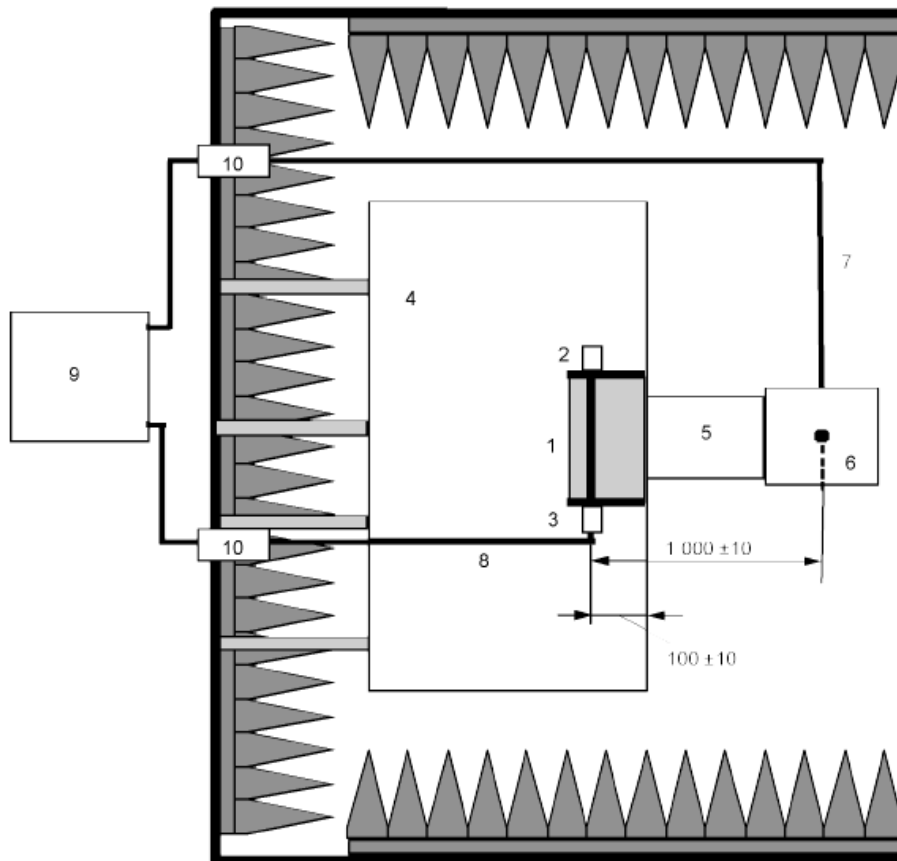
- Оценка влияния характеристик камеры на поле, формируемое излучателем
- Измерения напряженности электрического поля на 1 м от излучателя

### Проверка соответствия

- Расчет эквивалентной напряженности поля, формируемого излучателем при подаче на его вход напряжения 1 В
- Сравнение результатов измерений с результатами расчетов или табулированными значениями по CISPR 25



## Схема измерений

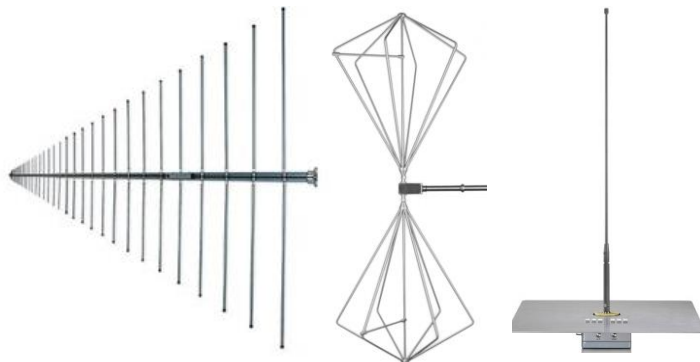


1 – излучающая антенна;  
2 – согласованная нагрузка;  
3 – согласующий аттенюатор;  
4 – стол для испытаний;  
5 – металлическая пластина;

6 – приемная антенна;  
7 – кабельная сборка приемной антенны;  
8 – кабельная сборка передающей антенны;  
9 – векторный анализатор цепей (либо генератор и приемник);  
10 – панельный переход



## Выбор антенн

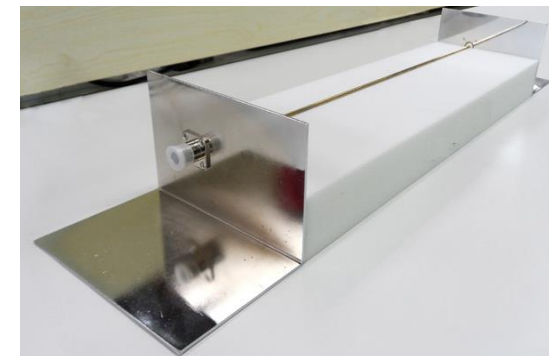


### Приемная

150 кГц – 30 МГц  
Штыревая  
30 – 200 (300) МГц  
Биконическая  
200 (300) – 1000 МГц  
Логопериодическая

### Передающая

150 кГц – 1000 МГц  
LWA



## Конфигурация измерительного тракта и вспомогательное оборудование



Антенная мачта  
(1 шт.)

$h = 1 \text{ м}$



Векторный  
анализатор  
цепей  
150 кГц... 1 ГГц



Комплект антенн  
(2 или 3 шт.)  
150 кГц... 1 ГГц



СВЧ кабельная  
сборка (2 шт.)  
4 м  
4 м

Стальная пластина  
(1 шт.)  
0,5 x 1,0 м

Согласованная  
нагрузка (1 шт.)  
50 Ом

Аттенуатор (1 шт.)  
6 (10) дБ

Набор ферритовых  
фильтров  
10 шт.

## Выполнение измерений и обработка их результатов

Анализатор спектра + генератор  
от 150 кГц до 30 МГц

Векторный анализатор цепей  
от 30 до 1000 МГц

$$E_{eq} = S - U_2 + K_a - (U_1 - 3)$$

где  $E_{eq}$  – значение эквивалентной напряженности поля, полученное по результатам измерений, дБ (мкВ/м);

$S$  – коэффициент, равный 120 дБ (мкВ);

$K_a$  – коэффициент калибровки приемной антенны, дБ (1/м);

$U_1$  – уровень сигнала генератора с учетом потерь в тракте, дБ (мкВ);

$U_2$  – напряжение на выходе приемной антенны, дБ (мкВ)

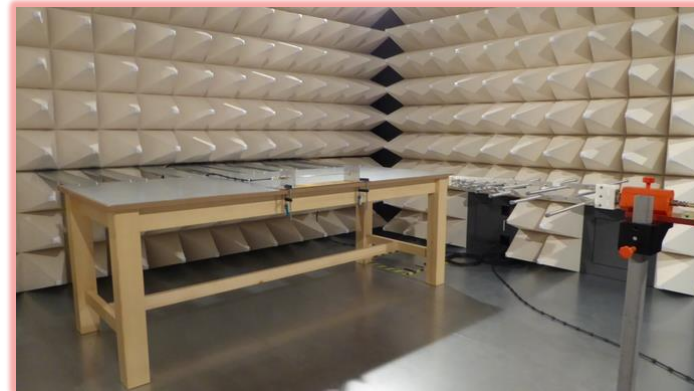
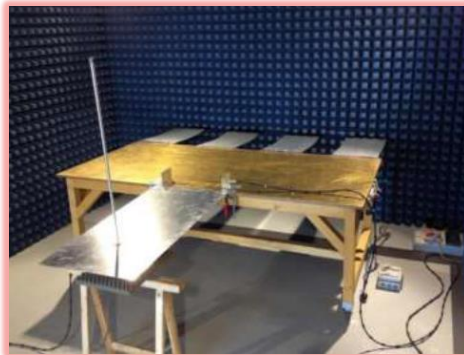
$$E_{eq} = S + \max\{S_{21ВП} \dots S_{21ГП}\} + K_a - (S_{21каб} + 3)$$

где  $\max\{S_{21ВП} \dots S_{21ГП}\}$  – максимальное значение измеренного коэффициента передачи на номинале частоты для горизонтальной и вертикальной поляризаций, дБ

$$\Delta E_{meas} = E_{theor} - E_{eq} \leq \pm 6 \text{ дБ для } 90 \% f$$

где  $E_{theor}$  – теоретические значения напряженности поля, дБ (мкВ/м)

## Измерения

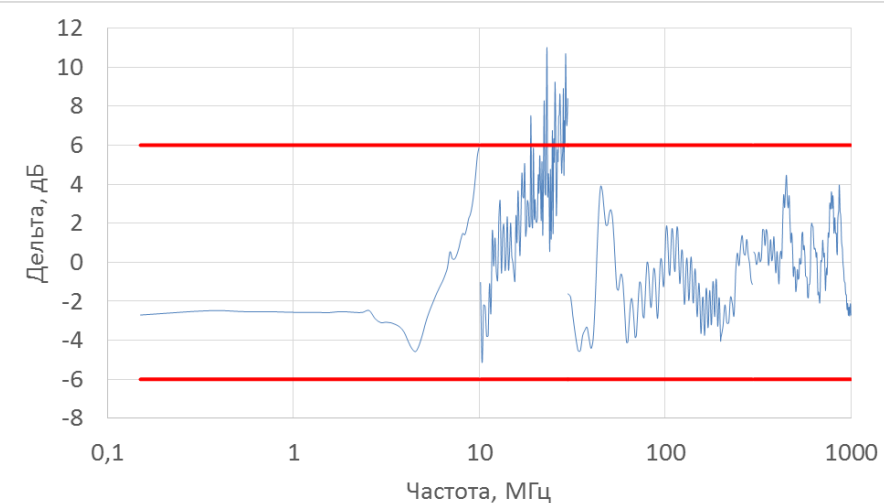
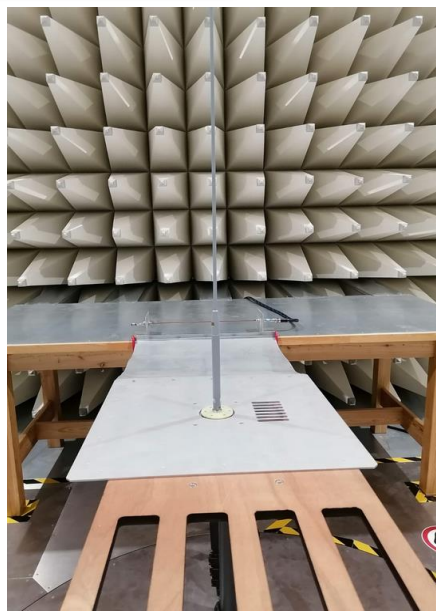
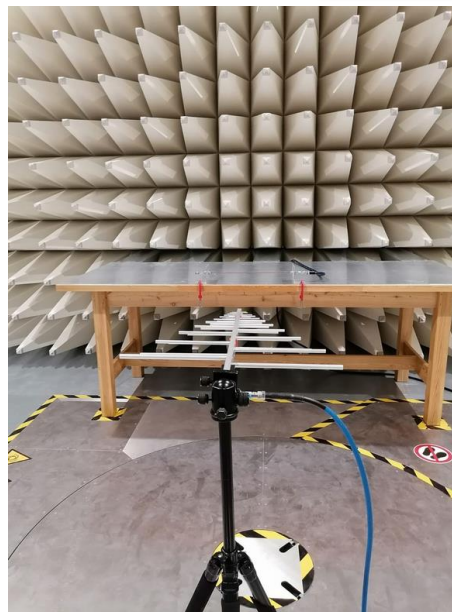


Аттестация ПБЭК в ФГБУ «Уралтест» по  
CISPR 25 Ann. J - сентябрь 2021 г.



**Впервые в РФ!**

Всего 481 частотная точка  
5 % (20 точек) за пределами = пригодна





## Автоматизация измерений

Программные  
кнопки для  
калибровки  
измерительного  
тракта

Выбор типа  
антенн

Программные  
кнопки для начала  
измерений и  
расчетов

Выбор диапазона  
частот

ZVA50 (Rohde&Schwarz), HFH2-Z6E  
(Rohde&Schwarz), П6-121 (Скард-Электроникс),  
ЛАБ-132-1 (ВНИИФТРИ),

## Литература

1 Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011.

<http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/tr/Documents/TR%20TS%20KolesnTrS.pdf>

2 Правило Европейской экономической комиссии ООН № 10. <https://docs.cntd.ru/document/1200123242>

3 CISPR 12:2007+AMD1:2009 CSV. Vehicles, boats and internal combustion engines - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement for the protection of off-board receivers. <https://webstore.iec.ch/publication/6>

4 ГОСТ Р 51318.12-2012. Национальный стандарт Российской Федерации. Совместимость технических средств электромагнитная. Транспортные средства, моторные лодки и устройства с двигателями внутреннего сгорания. Характеристики промышленных радиопомех. Нормы и методы измерений для защиты радиоприемных устройств, размещенных вне подвижных средств. <https://docs.cntd.ru/document/1200027330>

5 CISPR 25:2021 Vehicles, boats and internal combustion engines - Radio disturbance characteristics - Limits and methods of measurement for the protection of on-board receivers. <https://webstore.iec.ch/publication/64645>

6 ГОСТ Р 51318.25-2012. Совместимость технических средств электромагнитная. Транспортные средства, моторные лодки и устройства с двигателями внутреннего сгорания. Характеристики промышленных радиопомех. Нормы и методы измерений для защиты радиоприемных устройств, размещенных на подвижных средствах. <https://docs.cntd.ru/document/1200096464>

7 CISPR 16-1-4:2019+AMD1:2020 CSV. Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods - Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus - Antennas and test sites for radiated disturbance measurements. <https://webstore.iec.ch/publication/67212>

8 ГОСТ CISPR 16-1-4-2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к аппаратуре для измерения параметров промышленных радиопомех и помехоустойчивости и методы измерений. Часть 1-4. Аппаратура для измерения радиопомех и помехоустойчивости. Антенны и испытательные площадки для измерения излучаемых помех. <https://docs.cntd.ru/document/1200107235>

***Благодарю за внимание!***

Шкуркин Максим Сергеевич  
+7 (495) 526-63-63 (доб. 91-62)  
+7 (903) 718-35-93  
+7 (926) 369-96-92 (📍)  
E-mail: [shkurkin@vniiftri.ru](mailto:shkurkin@vniiftri.ru)