

# Измерение напряженности поля радиопомех автомобильного оборудования с учетом параметров используемого радиоканала

Д. Дробжев<sup>1</sup>, Г. Иванов<sup>2</sup>, Н. Литвинова<sup>3</sup>, В. Осаулко<sup>4</sup>, А. Розвадовский<sup>5</sup>

УДК 621.391.82 | ВАК 2.2.2

С развитием систем мониторинга и телематики, устанавливаемых на транспортных средствах, все более актуальной становится задача обеспечения электромагнитной совместимости автомобильного радиооборудования и проверки соответствия параметров ЭМС требованиям нормативных документов. В статье представлена доработанная методика измерений напряженности поля широкополосных и узкополосных помех автомобильного оборудования, использующего технологии GSM и UMTS для передачи данных, а также осуществления голосового вызова. Приведены результаты проверки методики на примере измерения уровня радиопомех автомобильных устройств вызова экстренных оперативных служб.

## ВВЕДЕНИЕ

Увеличение количества транспортных средств, пассажиропотока, потока товаров, перевозимых наземным транспортом, неизбежно ставит вопросы развития инфраструктуры. Обеспечение разгрузки транспортных артерий достигается не только строительством новых дорог и развязок, но и мониторингом транспорта, что позволяет определить загрузку магистралей, направления движения основных транспортных потоков. Это осуществляется не только за счет использования систем наблюдения, дорожных камер,

но и путем установки на транспортные средства различных систем мониторинга и телематики, в том числе автомобильных трекеров, аппаратуры спутниковой навигации и других электронных сборочных устройств, использующих каналы систем сотовой связи [1, 2].

Данные системы обеспечивают передачу информации о местоположении, скорости, направлении движения транспортных средств, а также осуществляют экстренные вызовы служб спасения и диспетчеров транспортных предприятий при возникновении аварийной ситуации, либо угрозе жизни и/или здоровью водителей и пассажиров транспортных средств.

Системы автоматического оповещения о дорожных происшествиях и экстренного реагирования при авариях на автотранспорте получили название устройств вызова экстренных оперативных служб (УВЭОС) [3, 4, 5, 6]. Данные устройства выполняют не только функции мониторинга и экстренного вызова, но также реализуют и дополнительные сервисы, предлагаемые автопроизводителями [7, 8, 9, 10].

Развитие автомобильного оборудования, в частности УВЭОС, автомобильных трекеров и других электронных сборочных устройств, ставит вопрос об их электромагнитной совместимости (ЭМС) с другими компонентами транспортного средства, использующими проводные и беспроводные каналы связи.

В [11] подробно рассмотрены вопросы ЭМС в транспортных средствах. Изложены методики проведения

<sup>1</sup> Испытательный Центр «Омега», Севастопольский филиал ФГБУ НИИР, ведущий инженер, тел.: +7 8692 45-55-38 (вн.: 7111), drobzhev@niir.ru.

<sup>2</sup> Испытательный Центр «Омега», Севастопольский филиал ФГБУ НИИР, инженер 1 категории, тел.: +7 8692 45-55-38 (вн.: 7112), ivanovga@niir.ru.

<sup>3</sup> Испытательный Центр «Омега», Севастопольский филиал ФГБУ НИИР, специалист, тел.: +7 8692 45-55-38 (вн.: 7304), litvinova@niir.ru.

<sup>4</sup> Испытательный Центр «Омега», Севастопольский филиал ФГБУ НИИР, заместитель начальника отдела испытаний, тел.: +7 8692 45-55-38 (вн.: 7103), osaulko@niir.ru.

<sup>5</sup> Испытательный Центр «Омега», Севастопольский филиал ФГБУ НИИР, заместитель начальника отдела радиотелекоммуникационного оборудования, тел.: +7 8692 45-55-38 (вн.: 7502), raf@niir.ru.

испытаний, необходимое испытательное оборудование, подходы при проведении измерений помехоэмиссии и испытаний помехоустойчивости для отдельных компонентов транспортных средств.

Однако вопрос разделения излучаемых помех от информационных сигналов остался нераскрытым.

Аналогичная картина наблюдается и в работах [12, 13]. Детально рассматриваются методы измерений, средства измерений, анализируются измеряемые параметры ЭМС. Однако режимы работы объектов измерений, используемые ими рабочие частоты, на которых передается информация, остаются за кадром.

Анализ технической литературы показывает, что вопрос режимов работы объектов измерений, в нашем случае УВЭОС, является узкоспециализированным, требующим индивидуального подхода, учитывающего специфику изделия. Речь идет, в частности, о режимах работы и способах передачи информации, а именно используемых технологиях и сигнальных частотах.

Вышесказанное касается нормативной и технической документации для электронных сборочных устройств, использующих каналы систем сотовой связи.

Например, нормативная документация, касающаяся УВЭОС, рассматривается в рамках eCall – европейской системы автоматического оповещения о дорожных происшествиях на автотранспорте, которая является проектом eSafety – инициативы Европейской комиссии [14, 15].

Однако сама Европейская директива 2015/758 [16] содержит в себе ссылки на стандарты, касающиеся требований к функциональным параметрам [17, 18, 19, 20, 21], упуская из виду требования по ЭМС.

Здесь необходимо сделать уточнение, что в данной статье рассмотрены международные нормативные документы без учета требований отечественного нормативного законодательства – Технического регламента Таможенного Союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011).

Из вышеизложенного следует, что при проверке параметров ЭМС УВЭОС, автомобильных трекеров, аппаратуры спутниковой навигации и других электронных сборочных устройств, устанавливаемых на транспортные средства и использующих каналы систем сотовой связи, если на них отсутствуют специальные стандарты, их необходимо рассматривать как компоненты транспортных средств и руководствоваться Правилами ООН № 10 «Единые предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении электромагнитной совместимости» [22].

Данные Правила строго регламентируют нормы в диапазоне частот 30...1000 МГц [22]. Поэтому «всплески» напряженности электрического поля в верхней части данного диапазона частот могут рассматриваться как всплески нежелательных радиопомех.

Однако данные Правила устанавливают требования не только к помехоэмиссии, но и к помехоустойчивости, а именно:

- а) требования в отношении устойчивости к излучаемым и наведенным помехам, нарушающим функции, связанные с непосредственным управлением транспортным средством, с защитой водителя, пассажиров и других участников дорожного движения, с помехами, которые могут дезориентировать водителя или других участников дорожного движения, с функционированием шин данных, установленных на транспортном средстве, и с помехами, которые могут негативно воздействовать на показания предписанных устройств, установленных на транспортном средстве;
- б) требования в отношении подавления нежелательных излучаемых и наведенных помех в целях обеспечения защиты предусмотренной функции электрического и электронного оборудования, установленного на данном транспортном средстве или транспортных средствах, находящихся рядом или поблизости, и подавления помех, вызванных вспомогательным оборудованием, которое может быть установлено на транспортном средстве.

Методы испытаний, изложенные в Правилах ООН № 10, ссылаются на базовые методы испытаний по ЭМС, а именно CISPR 12 [9], CISPR 25 [10], ISO 11451-1 [11], ISO 11451-2 [12] и др.

Однако сама методика проведения испытаний в данных Правилах уже не учитывает наличие в нормируемом диапазоне частот 30...1000 МГц рабочих частот GSM и UMTS. При этом уровень излучения (напряженность электрического поля на рабочих частотах) превосходит уровень допустимых радиопомех. А как решить данную задачу, а именно каким образом провести измерения напряженности поля радиопомех, исключив рабочие частоты (какой именно диапазон), в методике не сказано. Вопрос исключения радиоканала GSM / UMTS из спектра рассматриваемых частот обсуждается без указания ширины спектра исключаемых частот.

Согласно Правилам ООН № 10, п. 6.10.7: «РЧ-передатчики подвергаются испытанию в режиме передачи. Требуемые сигналы (например, создаваемые РЧ-системами передачи) в пределах необходимой полосы и внеполосные (далее – внеполосные) помехи для целей настоящих Правил не учитываются. Побочные помехи подпадают под действие настоящих Правил».

Исходя из данного определения, значение ширины исключаемых полос ни в самих Правилах, ни в ссылочных стандартах [23, 24] не указано.

Целью данной работы является уточнение и дополнение методик Правил ООН № 10 для измерения излучаемых широкополосных и узкополосных помех (помехоэмиссии), создаваемых компонентами транспортного средства, с учетом параметров используемого радиоканала.

### УТОЧНЕННАЯ МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ ШИРОКОПОЛОСНЫХ И УЗКОПОЛОСНЫХ ПОМЕХ

Основными технологиями, используемыми УВЭОС для передачи данных, а также осуществления голосового вызова, являются GSM и UMTS. Как упоминалось ранее, требования к функциональным и радиочастотным параметрам УВЭОС изложены в международных стандартах EN 16062:2015 [18] и EN 16072:2015 [17].

Методы испытаний параметров радиочастотных модулей GSM и UMTS изложены соответственно в ETSI TS 151010-1 [25] и ETSI TS 134121-1 [26].

Измерения напряженности поля радиопомех УВЭОС проводятся в соответствии с Правилами ООН №10 [22] аналогично измерениям для электронных/электрических сборочных узлов (далее – ЭСУ) независимо от транспортного средства, на котором оно устанавливается. При этом требования стандартов [17, 18, 23, 24] относительно радиочастотных сигналов не учитываются.

Если не исключать из рассмотрения рабочие частоты GSM / UMTS, то в диапазоне 800...1000 МГц (в зависимости от установленного канала связи) наблюдается превышение установленных Правилами ООН №10 норм для помехоэмиссии (рис. 1).

Как видно из рис. 1, наблюдается превышение норм, указанных в Правилах ООН № 10 на частоте  $f=947$  МГц на 6,3 дБ (для широкополосных помех) и на 13,8 дБ (для узкополосных помех).

Исключение всего рабочего диапазона частот GSM / UMTS с целью отделить рабочие частоты от излучаемых радиопомех, как это показано на рис. 2, некорректно, так как существенно сокращает диапазон измерений.

Согласно Правилам ООН № 10 измерения напряженности поля широкополосных и узкополосных радиопомех проводят в диапазоне 30...1000 МГц. Нижняя граница рабочего диапазона GSM – 869,5 МГц. Таким образом, если полностью исключить рабочие частоты GSM, измерения будут проводиться в диапазоне

30...869,5 МГц, что существенно меньше требований Правил ООН № 10.

В этом случае не рассматривается помехоэмиссия в диапазоне 869,5...1000 МГц, а следовательно, невозможно сделать заключение о выполнении требований ЭМС Правил ООН № 10 в этом диапазоне частот, поскольку измерения в нем не проводились.

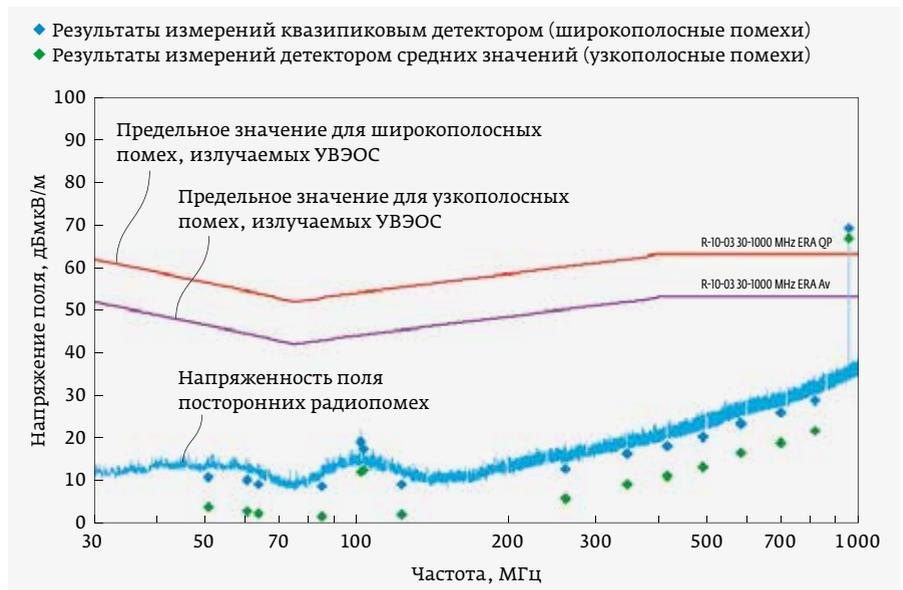


Рис. 1. Пример измерения напряженности поля широкополосных и узкополосных помех УВЭОС без исключения рабочих частот

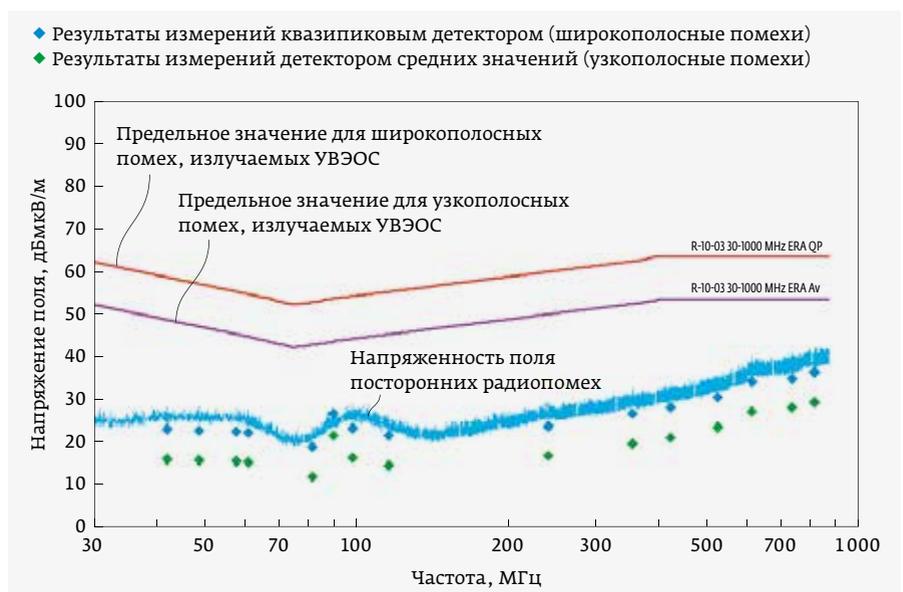


Рис. 2. Пример измерения напряженности поля широкополосных и узкополосных помех УВЭОС при исключении диапазона частот GSM900



# Кварتز

## РОССИЙСКОЕ ПРОИЗВОДСТВО

РАБОТАЕМ С НИИ, ЗАВОДАМИ,  
ТЕХНИЧЕСКИМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ

# > ЭЛЕКТРОННОЕ > СПЕЦИАЛЬНОЕ > ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ **ОБОРУДОВАНИЕ**



- Разработка и производство
- Модернизация специального вакуумного технологического оборудования
- Производство унифицированных узлов и запасных частей
- Изготовление изделий любой конфигурации и сложности по техническому заданию заказчика

**50 ЛЕТ КОНСТРУИРУЕМ И ПРОИЗВОДИМ  
СЛОЖНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

**Таблица 1.** Разнос частот (отстройка  $\Delta F_i$ ) между центральной частотой основного излучения  $f_c$  и нижней границей  $F_n$  измерений в области побочных излучений

Полоса рабочих частот	Узкополосные передачи		Отстройка $\Delta F_i$ для промежуточных значений $B_n$	Широкополосные передачи	
	Для $B_n <$	Отстройка $\Delta F_i$		Для $B_n >$	Отстройка $\Delta F_i$
30 МГц $< f_c \leq$ 1 ГГц	25 кГц	62,5 кГц	$2,5 B_n$	10 МГц	$1,5 B_n + 10$ МГц
1 ГГц $< f_c \leq$ 3 ГГц	100 кГц	250 кГц	$2,5 B_n$	50 МГц	$1,5 B_n + 50$ МГц

С учетом того, что ширина одного канала GSM составляет 200 кГц (см. ETSI TS 151010-1) [25], а канала UMTS – 5 МГц (см. ETSI TS 134121-1) [26], то исключение всего GSM или UMTS-диапазона (более 100 МГц) выглядит необоснованным. Уменьшение диапазона измерений с требуемых 30...1000 МГц до 30...869,5 МГц не позволяет зафиксировать широкополосные и узкополосные помехи, возникающие на частотах 869,5...1000 МГц.

Как упоминалось ранее, ни в Правилах ООН № 10, ни в ETSI TS 151010-1, ни в ETSI TS 134121-1 определение пределов необходимой (рабочей) полосы каналов связи и внеполосных помех не рассматривается. Значения необходимой полосы пропускания и разделительной полосы между центральной частотой и областью побочных излучений приведены в табл. 1 и 2 ITU-R SM.1539-1 [27].

Согласно данному нормативному документу, диапазон частот контроля побочных излучений располагается ниже и выше области внеполосных излучений радиопередатчика и определяется нижней  $F_n$  и верхней  $F_b$  границами (рис. 3).

На рис. 3 приведены следующие обозначения:

- $B_n$  – необходимая ширина полосы частот (кГц для GSM / МГц для UMTS);
- $B_k$  – контрольная ширина полосы частот (кГц для GSM / МГц для UMTS), ширина полосы частот, за нижним и верхним пределами которой любая спектральная составляющая имеет ослабление на 30 дБ и более относительно уровня излучения, приравненного 0 дБ;
- $f_c$  – рабочая частота радиопередатчика (кГц для GSM / МГц для UMTS);
- $F_n, F_b$  – нижняя и верхняя границы диапазона частот контроля побочных излучений (кГц для GSM / МГц для UMTS);
- $\Delta F_i$  – разнос частот (отстройка) между центральной частотой основного излучения  $f_c$  и нижней (верхней) границей  $F_n$  ( $F_b$ ) измерений в области побочных излучений (кГц для GSM / МГц для UMTS).

Границы области контроля внеполосных излучений в общем случае отсчитываются от центральной частоты основного излучения  $f_c$ . Границы нежелательных внеполосных излучений, с одной стороны, определяются

**Таблица 2.** Состав оборудования при проведении измерений

Наименование	Модель (тип)
Эквивалент сети	ESH3-Z6
Приемник измерительный	ESU-26
Антенна измерительная VULB916x	VULB9163
Генератор сигналов	SMB 100A
Имитатор сигналов глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS	SMBV-100A
Двойная волноводная антенна 1-18 ГГц	ETS-Lindgren 3117
Антенна измерительная логопериодическая	R&S HL046E
Мачта для установки антенны	Antenna Mast AM 4.0
Рабочий стол для испытаний	-
Экранированная полубезэховая камера	-

рабочими частотами радиомодулей GSM / UMTS, а с другой стороны – граничными частотами побочных излучений (см. рис. 3).

Таким образом, зная эти частоты, можно определить значение исключаемого диапазона GSM и UMTS и при измерении напряженности излучаемых радиопомех.

Согласно ITU-R SM.1539-1 [27], нижняя граница диапазона частот побочных излучений находится на частотах, которые отстоят от центральной частоты излучения на величины, указанные в табл. 1.

С учетом вышеизложенного, в соответствии с Правилами ООН № 10-03 п. 6.10.7 в режиме экстренного вызова или передачи данных для GSM и UMTS исключается полоса частот  $f_c \pm \Delta F_i$  кГц, где  $f_c$  – центральная частота канала;  $\Delta F_i = 2,5 B_n = 500$  кГц – внеполосовые

## АКИП-4140



### Основные возможности и преимущества

- Разрядность АЦП 12 бит
- Полоса пропускания: 100 / 200 / 350 / 500 МГц, расширяемая электронным ключом
- Максимальная частота дискретизации 2 ГГц
- Максимальный объем памяти 200 МБ
- Высокая скорость сбора данных: до 100.000 осц./сек (до 500.000 осц./сек в режиме сегментированной развертки).
- Сегментированная память: до 80.000 сегментов (с отображением межсегментного времени).
- Режим "Поисковая машина" и Режим HISTORY
- Режим БПФ на интервале 2М точек
- Статистическая обработка результатов измерений
- Синхронизация и декодирование: I<sup>2</sup>C, SPI, UART/RS232, CAN, LIN – стандартно, I<sup>2</sup>S, MIL-1553, FlexRay, CAN FD, Manchester (только декодирование) – опция
- Осциллограф смешанных сигналов (16 цифровых каналов) – опция
- Генератор сигналов (функциональный + СПФ – опция); частота дискретизации 125 Мвыб/с
- Программная опция ПКЭ - полный набор измерений и анализа электрической.

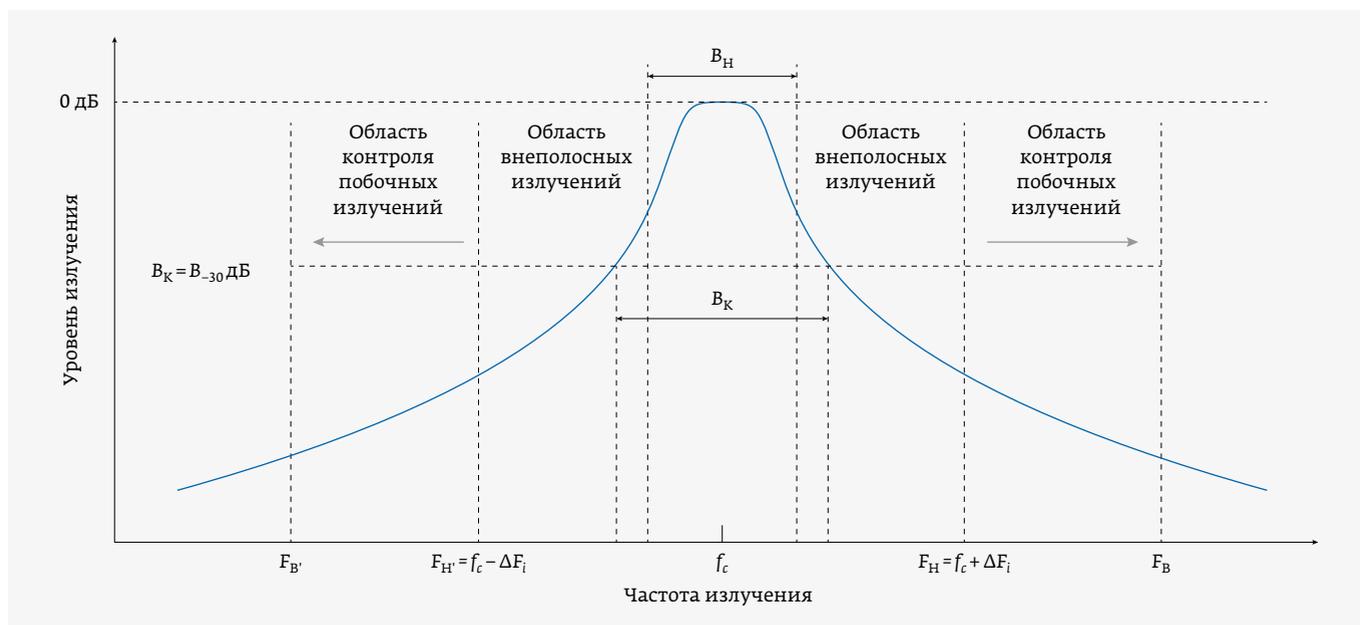


Рис. 3. Области контроля побочных излучений

помехи;  $B_H = 200$  кГц – необходимая ширина полосы частот (ширина GSM-канала) или  $B_H = 5$  МГц для UMTS-канала.

При проведении измерений широкополосных и узкополосных помех одной из самых сложных задач является установление соединения на заданном GSM / UMTS-канале. Для этого используется схема включения оборудования рабочего места, приведенная на рис. 4.

В этом случае имитатор сети сотовой подвижной связи стандартов GSM / UMTS используется в качестве базовой станции. Рабочий канал выбирается вручную из заданного диапазона GSM 900 / 1800 или UMTS 900 / 2000. Таким образом, рабочие частоты известны, а значения частот внеполосных излучений могут быть рассчитаны в соответствии с соотношениями, приведенными в табл. 1. Соответственно, их можно исключить из рассмотрения.

Для проверки предлагаемой уточненной методики измерений напряженности поля широкополосных и узкополосных помех УВЭОС внутри экранированной камеры было собрано рабочее место (рис. 5).

Измерения проводились в экранированной полубезэховой камере в соответствии с методикой, приведенной в Правилах ЕЭК ООН № 10 [22].

В качестве имитатора базовой станции был использован радиотелекоммуникационный тестер Agilent 8690, параметры (настройки)

которого выведены на экран прибора и показаны на рис. 6.

Состав измерительного и вспомогательного оборудования рабочего места приведен в табл. 2. Результаты измерений напряженности электрического поля широкополосных и узкополосных помех УВЭОС внутри экранированной камеры представлены на рис. 7.

На рис. 7 показано, что при исключении рабочих частот канала связи пропадают «всплески» помех, которые наблюдаются на рис. 1.

С учетом вышеизложенного предложен алгоритм методики измерений напряженности поля широкополосных и узкополосных помех автомобильного оборудования,

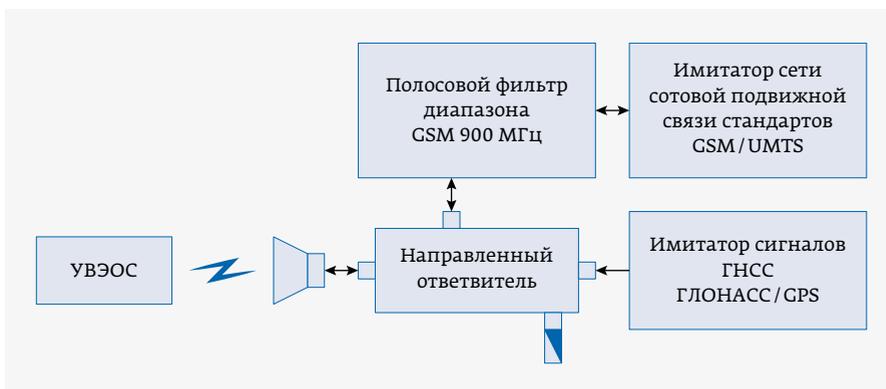


Рис. 4. Схема включения вспомогательного испытательного оборудования для обеспечения связи в режиме GSM / UMTS и для передачи сигналов ГЛОНАСС / GPS



**Рис. 5.** Рабочее место для измерения напряженности поля широкополосных и узкополосных помех, создаваемых УВЭОС



**Рис. 6.** Параметры имитатора сети сотовой подвижной связи Agilent 8690

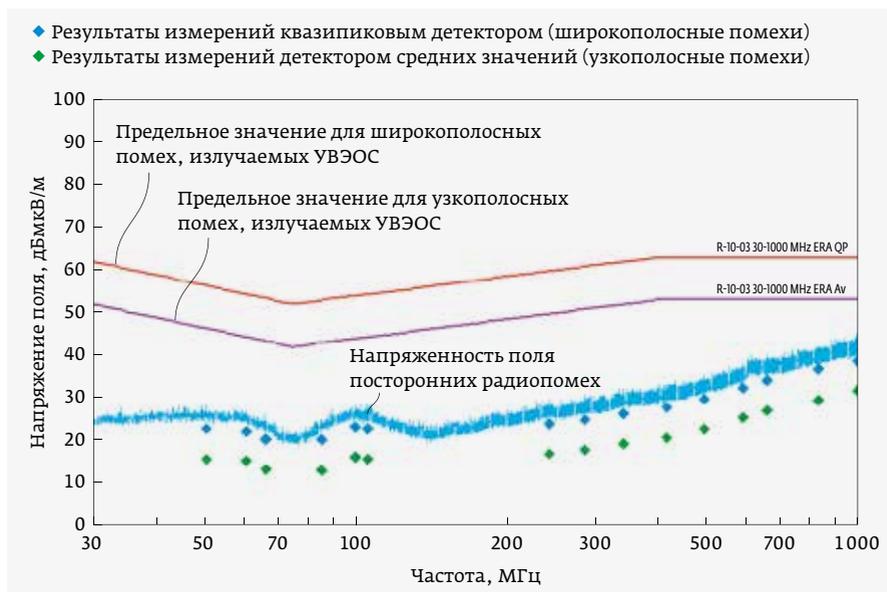
использующего технологии GSM и UMTS для передачи данных (рис. 8).

Основные этапы проведения измерений:

1. ручной выбор GSM / UMTS-канала на имитаторе сотовой подвижной связи для установления голосового соединения (в этом случае излучение автомобильного оборудования максимально, так как радиопередатчики работают в режиме излучения, при этом ручной выбор канала связи однозначно определяет рабочую частоту  $f_c$  GSM / UMTS-радиопередатчика);
2. исключаются частоты в диапазоне  $\pm \Delta F_i$  кГц относительно известной (см. п. 1) центральной частоты канала  $f_c$ ;
3. проводятся измерения напряженности поля широкополосных помех квазипиковым (QP) детектором;
4. проводятся измерения напряженности поля узкополосных помех детектором средних значений (AV);
5. полученные значения напряженности поля широкополосных и узкополосных помех сравниваются с предельными значениями помех, излучаемых ЭСУ, установленными Правилами ООН № 10;
6. делается заключение о соответствии автомобильного оборудования (ЭСУ) Правилам ООН № 10.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье предложена доработанная методика измерений напряженности поля широкополосных и узкополосных помех автомобильного оборудования, использующего технологии GSM и UMTS для передачи данных, а также осуществления голосового вызова. В данной методике при проведении измерений не рассматриваются рабочие и внеполосные частоты и тем самым исключаются ложные выводы (заключения) о соответствии/несоответствии продукции требованиям стандартов. Приведены

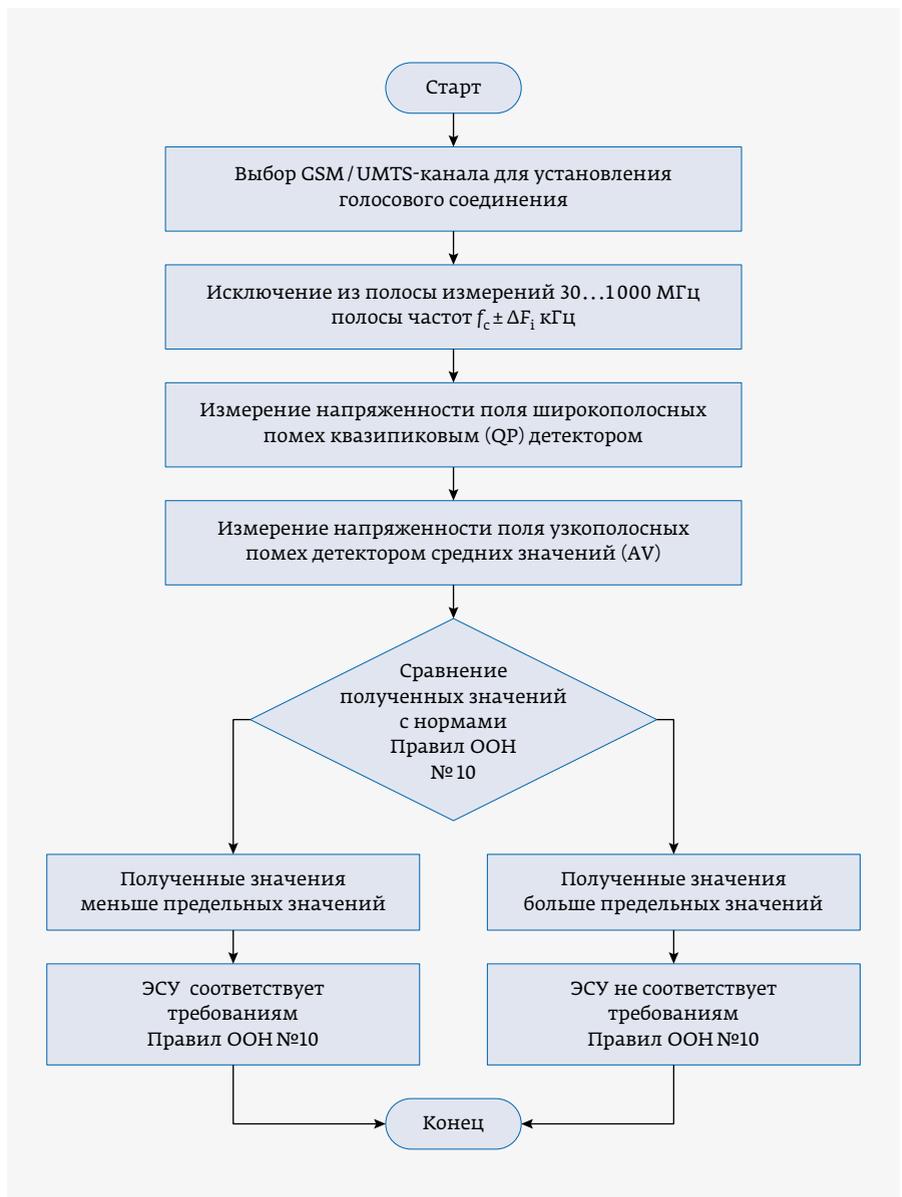


**Рис. 7.** Результаты измерений напряженности поля широкополосных и узкополосных помех УВЭОС в режиме «экстренный вызов»

результаты измерений напряженности поля широкополосных и узкополосных помех УВЭОС в режиме «экстренный вызов», исключая влияние рабочих частот, используемых GSM- и UMTS-каналов связи.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. **Manso M. et al.** The Application of Telematics and Smart Devices in Emergencies. In: Gravina R., Palau C., Manso M., Liotta A., Fortino G. (eds) Integration, Interconnection, and Interoperability of IoT Systems. Internet of Things (Technology, Communications and Computing) // Springer, Cham. 2018.
2. **Mumtaz S., Huq K. M. S., Ashraf M. I., Rodriguez J., Monteiro V., Politis C.** Cognitive vehicular communication for 5G // IEEE Communications Magazine, vol. 53, no. 7, pp. 109–117, 2015.
3. **Bonyár A. et al.** A review on current eCall systems for autonomous car accident detection // 2017 40th International Spring Seminar on Electronics Technology (ISSE), Sofia, Bulgaria, 2017, pp. 1–8.
4. **Cabo M., Fernandes F., Pereira T., Fonseca B., Paredes H.** Universal Access to eCall System // Procedia Computer Science, Volume 27, 2014, pp. 104–112.
5. **Carutasu G.** Further challenges of eCall service and infrastructure // MIT 2016: proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Management and Innovative Technologies, Fiesa, Slovenia, 5<sup>th</sup>-7<sup>th</sup> September 2016, pp. 68–72.



**Рис. 8.** Алгоритм методики измерений напряженности поля

6. **Kaminski T. et al.** Effect Analysis on the Implementation of Automatic Emergency Call System eCall. In: Kaminski T., Ucincka M., Kaminska E., Filipek P. Journal of KONES Powertrain and Transport, 2011, vol. 18, no. 4.
7. **Beharee A., Fremont G., Grau G., Campo R., Lovas T., Besnard L.** Enabling Next Generation Emergency Call Service // Procedia – Social and Behavioral Sciences, Volume 48, 2012, pp. 2718–2727.
8. **Uhlir D. et al.** Practical overview of commercial connected cars systems in Europe. In: Uhlir D., Sedlacek P., Hosek J. (eds) 2017 9<sup>th</sup> International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops (ICUMT), Munich, Germany, 6–8 Nov. 2017.

9. **Sun L, Li Y., Gao J.** Architecture and Application Research of Cooperative Intelligent Transport Systems // *Procedia Engineering*, vol. 137, pp. 747–753, 2016.
10. **Festag A.** Cooperative intelligent transport systems standards in Europe // *IEEE communications magazine*, vol. 52, no. 12, pp. 166–172, 2014.
11. **Rybak T., Steffka M.** Automotive electromagnetic compatibility (EMC). ISBN: 1-4020-7713-0. 2004.
12. **Zhai L.** Electromagnetic Compatibility of Electric Vehicle. ISBN 978-981-33-6164-5, 2021.
13. **Weston D. A.** Electromagnetic Compatibility: Methods, Analysis, Circuits, and Measurement. ISBN 978-1482299502. 2016.
14. **Michalski W.** Recommendations and Regulations of the European Commission Regarding the Pan-European eCall Paper // *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 2009, vol.4, pp.138–145.
15. **Wisman T.** eCall and the Quest for Effective Protection of the Right to Privacy // SSRN. September 17, 2015.
16. Regulation (EU) 2015/758 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2015 concerning type-approval requirements for the deployment of the eCall in-vehicle system based on the 112 service and amending Directive 2007/46/EC
17. EN 16072:2011 Intelligent transport system – eSafety – Pan-European eCall operating requirements.
18. EN 16062:2011 Intelligent transport systems – eSafety – eCall high level application requirements (HLAP).
19. CEN/TS 16454:2013 Intelligent transport systems – eSafety – eCall end to end conformance testing.
20. EN 15722:2011 Intelligent transport systems – eSafety – eCall minimum set of data (MSD).
21. EN 16102:2011 Intelligent transport systems – eCall – Operating requirements for third party support.
22. UN Regulation No. 10 Uniform measures related to the unification of vehicles in terms of their electromagnetic compatibility, Revision 6 – Amendment 1, Date of entry into force: 25 September 2020.
23. CISPR 12 Vehicles', motorboats' and spark-ignited engine-driven devices' radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement. Fifth edition 2001 and Amd1: 2005.
24. CISPR 25 Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics for the protection of receivers used on board vehicles. Second edition 2002 and corrigendum 2004.
25. ETSI TS 151 010-1 Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM).
26. ETSI TS 134 121-1 Universal Mobile Telecommunications System (UMTS).
27. ITU-R SM.1539-1 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.

## ПЫЛЕЗАЩИТНЫЙ БОКС «КВАЗАР» - ЛУЧШЕЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ СБОРКИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ

Производство ламинарных укрытий по техническому заданию заказчика



Запрос КП: [rg@awt.ru](mailto:rg@awt.ru), +7 (499) 322-99-34, +7 (999) 078-72-69



АНО «АВТех»  
127566 Россия, Москва,  
Алтуфьевское шоссе, д. 48, к. 1  
+7 (499) 322-99-34  
+7 (999) 078-72-69  
[info@awt.ru](mailto:info@awt.ru) | [www.awt.ru](http://www.awt.ru)



QR код на каталог продукции