

7.2. Технические параметры РЭС, влияющие на их ЭМС

Основными нормируемыми техническими параметрами, определяющими ЭМС РЭС, являются:

для радиопередающих устройств:

- мощность несущей РПД;
- ширина полосы частот основного излучения РПД;
- отклонение несущей частоты РПД передатчика от номинального значения;
- уровень внеполосных излучений (ВИ) РПД;
- уровень побочных излучений (ПИ), в том числе интермодуляционных излучений (ИМИ) РПД;

для радиоприемных устройств:

- чувствительность РПМ, которая характеризует способность приемника принимать слабые сигналы, т.е. уровень принимаемого сигнала, при котором переданная информация может быть воспроизведена с удовлетворительным качеством;
- избирательность РПМ по соседнему каналу (СК), по побочному каналу приема (ПКП), интермодуляционная;
- уровень излучения гетеродинов РПМ, которая характеризует возможность излучения помех приемником на частотах гетеродинов и их гармониках.

Общие требования:

- устойчивость к внешним электромагнитным полям;
- устойчивость к помехам по цепям питания, управления, заземления;
- электромагнитное излучение оборудования (индустриальные помехи).

Помимо нормируемых параметров передатчиков и приемников, на ЭМС РЭС влияют:

- диаграмма направленности антенны (ДН) при излучении и приеме на рабочих частотах;
- ДН на частотах внеполосных и побочных излучений РПД;
- ДН на частотах соседних и побочных каналов приема РПМ;
- временной режим работы РЭС на излучение и прием.

Из-за технического несовершенства РПД их спектр излучения, помимо *основного излучения* (ОИ), содержит нежелательные внеполосные и побочные излучения за пределами необходимой полосы радиочастот [2–5]. Допустимые значения уровней внеполосных излучений РПД приведены в [6].

К побочным радиоизлучениям относятся:

- радиоизлучение на гармонике,
- радиоизлучение на субгармонике,
- комбинационное радиоизлучение,
- интермодуляционное радиоизлучение.

Частоты побочных излучений могут совпадать с рабочими частотами других РЭС и мешать им принимать полезные сигналы. Из упомянутых видов побочных радиоизлучений РЭС, расположенных на одном объекте, наибольшую опасность представляют гармонические и интермодуляционные радиоизлучения.

Интенсивность побочных излучений ограничивается нормами, которые должны соблюдаться при проектировании радиостанций. Уровень любого радиоколебания, передаваемого РПД в антенно-фидерное устройство на частоте побочного радиоизлучения, не должен превышать значений, указанных в Приложении 3.

Из-за неидеальности параметров РПМ, помимо основного канала приема, имеют большое число несосновных каналов — соседних и побочных, которые не предназначены для приема полезного сигнала [2–4].

К побочным каналам приема относятся каналы, включающие промежуточную, зеркальную, комбинационную частоты и гармоники частоты настройки РПМ.

Из-за недостаточной избирательности РПМ возможны помехи по соседнему каналу приема, помехи, обусловленные *эффектом блокирования* и *эффектом переноса шумов гетеродина* в тракт промежуточной частоты (ПЧ) приемника. Эффект блокирования проявляется как изменение отношения сигнал/шум на выходе РПМ при действии радиопомехи на его входе, частота которой находится в полосе частот, начиная от частоты соседнего канала (в любую сторону от частоты настройки РПМ) до частоты, на которой уровень ослабления помехи входными контурами РПМ составляет -80 дБ [7]. Норма на допустимый уровень блокирующей помехи связана с определенным значением частотной расстройки Δf сигнала и помехи. Эффект переноса шумов гетеродина заключается в преобразовании части энергетического спектра шума гетеродина РПМ с шириной, равной полосе пропускания тракта ПЧ РПМ, в промежуточную частоту и в попадании шума в тракт ПЧ РПМ в виде энергии шума [7] при условии, если разность частот Δf между помехой с частотой $f_{\text{помехи}}$ и частью энергетического спектра шума гетеродина равна промежуточной частоте $f_{\text{пч}}$ РПМ. В настоящее время этот параметр отдельно не нормируется и не выделяется из общих требований к допустимому уровню блокирования полезного сигнала.

При воздействии на нелинейные элементы РПМ двух или более радиопомех в нем может возникнуть интермодуляционная помеха, вызывающая возникновение отклика на выходе РПМ. Известно также так называемое *перекрестное искажение* — изменение спектра полезного радиосигнала на выходе РПМ при наличии на его входе модулированной радиопомехи.

Радиопомехи могут проникать на выход радиоприемного устройства через антенну, экран или по цепям электропитания, управления и коммутации.

Признаками прохождения радиопомех через антенну по наблюдаемому эффекту на выходе РПМ являются:

- полное пропадание помех на выходе при отсоединении антенны от РПМ и подключения вместо нее эквивалента антенны;
- изменение уровня помех синхронно с изменением направления антенны приемника-рецептора помех при неподвижной антенне источника помех;
- существенная зависимость уровня помех от типа используемой антенны или места ее расположения на объекте;
- значительное уменьшение уровня помех при полном или частичном экранировании раскрыва антенны.

Признаками прохождения помех через экран РПМ являются существенное увеличение помех на выходе РПМ при искусственном ухудшении качества его экранировки и наоборот — уменьшение помех при улучшении качества экранировки. Указанные эффекты могут быть достигнуты следующими приемами:

- частичным или полным извлечением шасси из кожуха при подключении РПМ через удлинительные ремонтные кабели;
- помещением РПМ в дополнительный экран.

Если при выполнении указанных выше операций окажется, что помехи на выходе РПМ практически не меняются, то из этого следует, что они проникают в РПМ по цепям электропитания, управления и коммутации. Для подтверждения этого проводят измерения радиопомех в указанных цепях. Измеренные уровни радиопомех в различных цепях сравнивают с требованиями по восприимчивости РПМ к помехам в этих цепях, и на этой основе разрабатывают рекомендации по устранению выявленных радиопомех.

Для определения вида помехи по характеру их мешающего действия следует руководствоваться следующими положениями:

- помехи, вызванные внеполосными излучениями РПД, воспринимаются как возрастание уровня шумов на выходе РПМ;
- помехи, вызванные побочными излучениями РПД и обусловленные наличием побочных каналов приема РПМ, воспринимаются как невятная модуляция РПД — источника непреднамеренных радиопомех;
- эффект блокирования РПМ проявляется в одновременном уменьшении уровня полезного сигнала и шумов (индустриальных радиопомех). Помеха как бы подавляет (блокирует) полезный сигнал, при этом модуляция РПД-источника помех на выходе РПМ не прослушивается;
- помехи интермодуляции прослушиваются обычно на выходе РПМ внятно как модуляция одного из работающих одновременно РПД-источников радиопомех.

К сожалению, до настоящего времени не все параметры, влияющие на ЭМС, нормируются отечественными стандартами и соответственно контролируются при производстве оборудования. Наиболее ярким примером являются характеристика блокирования РПМ и ИМИ РПД. Отсутствие норм на эти параметры затрудняет проведение расчетов ЭМС РЭС при их совместной работе на одном объекте. В этих случаях приходится проводить специальные измерения оборудования с целью определения необходимых параметров или ориентироваться на самые худшие показатели этих параметров, известные из литературы.