БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ ИРАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра метрологии и стандартизации

**РЕФЕРАТ**

**На тему:**

**«Измерение напряженности электромагнитного поля и помех»**

МИНСК, 2008

**Основные понятия и классификация приборов для измерения напряженности электромагнитного поля и помех**

Электромагнитная совместимость – это способность радиоэлектронных средств (РЭС) одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии на них непреднамеренных помех и не создавать недопустимых радиопомех другим РЭС.

Помеха – любое нежелательное воздействие, которое ухудшает показатели качества полезного сигнала, устройства или системы.

Помехи заранее неизвестны, поэтому не могут быть полностью устранены.

В зависимости от источника возникновения помехи подразделяются на собственные, взаимные и внешние.

Собственные помехи возникают от источников, находящихся в данном устройстве, системе или канале связи (флюктуационные и контактные шумы, пульсации источников питания и т.д.).

Взаимные помехи, создаваемые влиянием каналов связи друг на друга, возникают вследствие недостаточного переходного затухания фильтров, разделяющих каналы, различных повреждений аппаратуры и т.д.

Внешние помехи возникают от внешних источников электромагнитных полей.

Они подразделяются на естественные и искусственные:

К естественным помехам относят земные (разряды в осадках, радиоизлучения нагретых предметов) и внеземные (солнечные, космические, радиоизлучение звезд);

Искусственные помехи подразделяются на станционные (радиовещание, телевидение, связь, локация) и индустриальные (энергетическое и промышленное оборудование и аппаратура широкого применения).

Приборы для измерения напряженности поля и помех образуют подгруппу П и делятся на:

П2 – индикаторы поля;

П3 – измерители напряженности поля;

П4 – измерители радиопомех;

П5 – приемники измерительные;

П6 – антенны измерительные.

**Измерение напряженности электромагнитного поля**

Напряженность поля необходимо измерять для определения диаграмм направленности антенн, дальности действия радиостанций и ретрансляторов, наличия паразитных излучений, качества экранирования устройств и других характеристик, определяющих качество радиосвязи, телевидения, радиовещания и телефонной связи.

Напряженность электромагнитного поля (ЭМП) характеризуется векторами:

- - плотность потока энергии (вектор Умова-Пойнтинга) (Вт/м2);



- - напряженность электрического поля (В/м);



- - напряженность магнитного поля (А/м).



Эти векторы перпендикулярны друг другу и связаны между собой соотношениями:

, (1)



Для воздушного пространства волновое сопротивление среды (W) равно

.



Тогда

П = Е2/120π = Н2·120π. (2)

Из формулы (1.19) видно, что для определения интенсивности поля можно измерять любой из трех векторов.

Еще одной характеристикой поля является плотность потока мощности, проходящей через поверхность площадью S, которая равна:

Р = П·S. (3)

Напряженность Е можно вычислить по результатам измерения мощности из выражения

Е=, (4),



где Sэфф – эффективная площадь антенны.

Для измерения интенсивности ЭМП используют два метода:

1) метод эталонной антенны;

2) метод сравнения.

При измерении векторов Е и Н большое значение имеет ориентация их в пространстве, характеризующая плоскость поляризации ЭМП, которая может быть линейной, круговой и эллиптической.

По отношению к земной поверхности существует две линейные поляризации:

1) вертикальная;

2) горизонтальная.

**Метод эталонной антенны**

Если измерительную антенну поместить в ЭМП в плоскости, параллельной поляризации волны, то в ней будет индуцироваться ЭДС:

, (5)



где - действующая высота антенны.



Она всегда известна, так как при измерениях используются измерительные антенны вида П6 с известными параметрами. Значение ЭДС изменяется вольтметром.

Этот метод применяется для измерения напряженности сильных полей вблизи источников излучения и на практике реализуется с помощью простых измерительных устройств индикаторов поля вида П2.

**Метод сравнения. Измерительные приемники и измерители напряженности поля**

Метод сравнения применяется для измерения слабых полей и реализуется на практике с помощью измерительных приемников вида П5 и измерителей напряженности поля и плотности потока мощности вида П3.

Измерительный приемник представляет собой высокочувствительный гетеродинный радиоприемник с электронным вольтметром на выходе. Если же он укомплектован измерительными антеннами, то называется измерителем напряженности поля. Структурная схема такого измерителя представлена на рисунке 1.

Процесс измерения напряженности поля содержит три этапа:

1) предварительная настройка;

2) калибровка;

3) измерение.

При предварительной настройке ко входу измерителя подключают одну из измерительных антенн (в зависимости от частоты источника поля) и настраивают его на частоту источника, напряженность которого измеряется. Настройку осуществляют изменением частоты гетеродина по максимальному показанию вольтметра при произвольных положениях аттенюаторов (входного и ПЧ).

Входной

аттенюатор

Сместитель

Антенюатор

ПЧ

УПЧ

Детектор

УНЧ

Гетеродин

Рисунок 1

1

Генератор-колибратор

УВЧ

При калибровке ко входу УВЧ подают известное напряжение от генератора-калибратора и, регулируя усиление УВЧ, устанавливают стрелку вольтметра на определенное значение. Предварительно на аттенюаторе ПЧ устанавливают заданное значение ослабления . В результате усиление всего измерителя приводится к заданному и известному значению К.



При измерениях переключатель переводят в положение «1» и, регулируя ослабление и , устанавливают стрелку вольтметра в любое удобное для отсчета положение. Шкала вольтметра проградуирована в значениях входного напряжения УВЧ и его показания определяются выражением



из которого можно определить значение E:

. (6)



Пределы изменения напряженности поля такими приборами составляют от долей мкВ/м до сотен мВ/м, а плотности потока мощности – от сотых долей мкВт/см2 до десятков мВт/см2.

Погрешность измерения определяется погрешностью используемой измерительной антенны, неточностью ее ориентирования, рассогласованиями, погрешностью аттенюатора и вольтметра. Суммарная погрешность достигает значения ±30 %.

**Измерение помех в каналах связи**

Наибольшее влияние на качество связи оказывают внешние помехи. Для техники связи характерно, что в телефонных и вещательных каналах измеряют не общее напряжение помех, а псофометрическое напряжение. При измерении такого напряжения учитываются избирательные свойства слуха человека.

**Измерение псофометрического напряжения помех**

Псофометрическое напряжение – напряжение помех, которое существует на сопротивлении нагрузки 600 Ом, согласованном с выходным сопротивлением питающей его цепи и измеренное с учетом неодинакового воздействия напряжения различных частот Uf на качество телефонной или вещательной передачи.

Неодинаковость воздействия учитывается с помощью весовых коэффициентов Аf напряжения Uψ относительно весового коэффициента для частоты сравнения Аfсравн. В соответствии с этим псофометрическое напряжение помех будет определяться

. (7)



Весовые коэффициенты устанавливаются в результате многолетних наблюдений и рекомендуются на определенный период для всех стран мира. Эти коэффициенты определяются по псофометрическим характеристикам для соответствующего канала. Для телефонного канала выбрана частота сравнения 800 Гц, а для вещательного канала – 1кГц.

Псофометрическое напряжение помех измеряется с помощью измерительного прибора, называемого псофометром. Его структурная схема представлена на рисунке 2.

Псофометр представляет собой электронный вольтметр с избирательностью, определяемой псофометрическими характеристиками. Для этого служат полосовые фильтры: ПФ1 с телефонной и ПФ2 с вещательной псофометрическими характеристиками.

Для измерения полного напряжения помех служит эквивалентное звено (ЭЗ), затухание которого равно затуханию псофометрических фильтров на частотах сравнения.

Погрешность измерения – единицы процента.

Для всех каналов и систем связи установлены допустимые нормы псофометрического напряжения помех, соответствие которым и проверяется в результате их измерений.

ВУ

УНЧ

ПФ1

Усилитель

ПФ2

ЭЗ

Делитель

Детектор

Рисунок 2

Ux(f)

**Измерение внешних радиопомех**

**Измерение естественных радиопомех**

Всю шкалу используемых частот можно условно разбить на три области:

1) от 1 Гц до 3 МГц, где преобладают атмосферные помехи от грозовых разрядов.

2) от 3 МГц до 1 ГГц, где преобладают космические шумы.

3) больше 10 ГГц, где преобладают атмосферные помехи от тепловых шумов.

При измерении естественных радиопомех надо учитывать также пассивные помехи, которые проявляются в виде отражений от земной и водной поверхности, облаков и т.д.

**Измерение станционных помех**

Основной источник станционных помех − побочные излучения передающих устройств, которые возникают в результате нелинейных искажений в радиопередающих устройствах.

Абсолютное значение мощности побочных излучений определяется путем измерения напряженности поля или плотности потока мощности, создаваемым этим побочным излучением в дальней от передатчика зоне, или путем измерения напряжения или мощности побочных излучений в фидерной линии. Соответственно измерения называются измерениями по полю или измерениями по тракту.

Результаты этих измерений позволяют рассчитать мощности побочных излучений.

В соответствующих нормативных документах установлены допустимые уровни радиопомех, приведены методики выполнения измерений и рекомендуемая измерительная аппаратура.

**Измерение индустриальных радиопомех**

Индустриальные помехи подразделяются на длительные (не менее 1 с) и непродолжительные (менее 1 с).

Возникающие в помехообразующих элементах, и они могут распространяться как в открытом пространстве, так и по проводам.

Методики выполнения измерений зависят от источника помех и приведены в соответствующих нормативных документах.

**Измерители радиопомех**

Структурные схемы измерителей радиопомех аналогичны рассмотренным выше схемам измерительных приемников и измерителей напряженности поля, но они имеют свои особенности, обусловленные характером помех.

Так как помехи имеют в основном случайный и импульсный характер, то, чтобы оценить их мешающее воздействие, они должны усредняться.

Усреднение выполняется с помощью квазипикового детектора.

Кроме квазипикового детектора в таких измерителях используются детекторы среднего, действующего и пикового значений.

Это позволяет получить дополнительные сведения о характере помех.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Метрология и электроизмерения в телекоммуникационных системах: Учебник для вузов /А.С. Сигов, Ю.Д. Белик. и др./ Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2005.
2. Бакланов И.Г. Технологии измерений в современных телекоммуникациях. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2007.
3. Метрология, стандартизация и измерения в технике связи: Учеб. пособие для вузов /Под ред. Б.П. Хромого. – М.: Радио и связь, 2006.