

## ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСЛАБЛЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
Минск, Республика Беларусь

О. В. Бойправ, М. Ш. Махмуд, М. Р. Неамах

Л. М. Лыньков – д. т. н., профессор

Рассматриваются результаты измерения зависимостей уровня мощности ЭМИ, прошедшего через образец, выполненный на основе смеси различных материалов, от частоты

Нормируемым параметром электромагнитного излучения (ЭМИ) диапазона сверхвысоких частот (СВЧ) является плотность потока энергии, выражаемая в  $[мВт/см^2]$ . Большинство методик, существующих в настоящее время, позволяет оценивать эффективность конструкций, экранирующих ЭМИ, путем измерения их коэффициентов отражения и передачи по напряженности, выражаемых в [дБ]. Данные параметры не поддаются нормировке, и, как следствие, с их помощью невозможно объективно оценить пригодность выбранного материала для использования в целях защиты биологических объектов от негативного воздействия полей СВЧ. В связи с этим вопрос разработки методики измерений мощности ЭМИ, прошедшей через защитный экран, является весьма актуальным.

Для проведения измерений были выбраны генератор ЭМИ частотного диапазона 0,01–18 ГГц, передающая и приемная антенны, измеритель мощности (ИМ) РМ 0,01–39,5. С использованием данных устройств собрана информационно-измерительная система, схема которой приведена на рисунке 1.

Генератор встроен в конструктив персонального компьютера, с которого осуществляется запуск специализированного программного обеспечения для управления значениями частоты и амплитуды формируемого ЭМИ. Погрешность установки частоты при этом лежит в интервале от  $\pm 0,1$  до  $\pm 0,5$  %.

У измерителя мощности основная погрешность ( , %) без учета рассогласования и дополнительных переходов не превышает значений

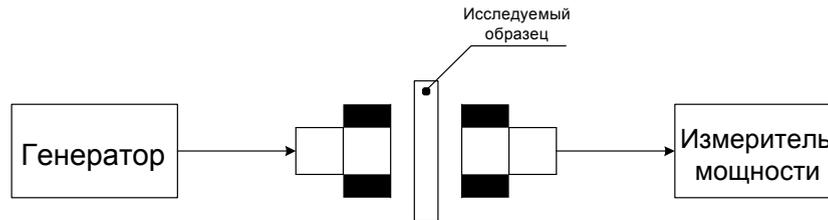


Рис. 1 – Схема информационно-измерительной системы

$$\pm 6,0,1 \frac{P_k}{P_x} 1 \pm$$

где  $P_k$  – конечные значения установленного предела измерения,  $P_x$  – показания ваттметра В частотном диапазоне 0,01 – 18 ГГц  $P_k$  составляет 10 мВт. Этот параметр может быть увеличен до 10 Вт путем использования внешних аттенуаторов.

Для проведения исследований в рамках данной работы были взяты 19 частот из диапазона 0,8–18 ГГц с разным интервалом между соседними значениями последних: для поддиапазона 0,8–1 ГГц – с интервалом 0,1 ГГц, для поддиапазона 1–18 ГГц – с интервалом 1 ГГц. ЭМИ данного частотного диапазона сопровождается работа широко используемых в настоящее время средств вычислительной техники, базовых станций мобильной связи, радиолокационных станций.

Измерения проводились в три этапа. На первом этапе осуществлялась калибровка информационно-измерительной системы, в процессе которой определялись уровни мощности ЭМИ генератора в выбранной полосе частот, соответствующие уровням мощности ЭМИ на приемной антенне 1 – 5 мВт с шагом 1 мВт. При этом между передающей и приемной антеннами образец не устанавливался. С целью увеличения точности калибровка была проведена десятикратно.

На втором этапе между антеннами размещался исследуемый образец, после чего на каждой из частот, для которой была проведена калибровка, с помощью генератора поочередно формировалось ЭМИ с мощностями, определенными на первом этапе, и снимались показания ИМ РМ 0,01–39,5.

Рассчитано, что относительная погрешность калибровки составила  $\pm 8$  %, измерений –  $\pm 5$  %.

Третий этап заключался в построении частотных зависимостей уровней мощности ЭМИ, прошедшей через каждый из образцов, на основании результатов измерений.

Разработанная методика была апробирована при исследовании эффективностей экранирования ЭМИ конструкциями, изготовленными с использованием шунгита, таурита, диоксида титана, шлама очистки ваграночных газов и т.д.

Частотные зависимости уровней мощности ЭМИ, прошедшей через экран с геометрически неоднородной поверхностью, выполненный на основе смеси шунгита, цемента, силикагеля и хлорида кальция, представлены на рисунке 2.

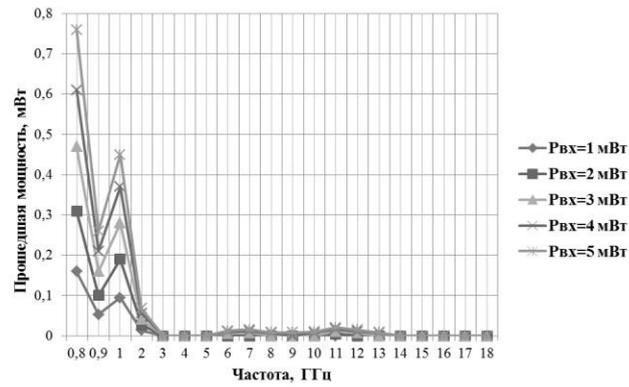


Рис. 2 – Частотные зависимости уровней мощности ЭМИ, прошедшей через образец, выполненный на основе смеси шунгита, цемента, силикагеля и хлорида кальция

На приведенном рисунке нижняя кривая представляет собой частотную характеристику ослабления образцом мощности ЭМИ, равной 1 мВт, верхняя – соответственно, мощности, равной 5 мВт.

Для получения значений плотности потока энергии ЭМИ, прошедшей через экран, необходимо измеренные амплитуды мощности разделить на величину эффективной площади измерительной антенны. В рассматриваемом случае эта величина составляет 200 см<sup>2</sup>.