

УДК 537.87

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ
В СВЧ ДИАПАЗОНЕ**

Рогачевский А.А., Зайкова С.А.*, Кондаков В.И.

УО "Гродненский государственный аграрный университет",

*УО "Гродненский государственный университет имени Янки Купалы"

г. Гродно, Республика Беларусь

В образовательной и научно-методической практике современного высшего образования, включающего в себя дисциплины физического профиля, часто возникает необходимость изучения характеристик электромагнитного волнового поля, создаваемого передающей антенной, а также отраженного от препятствия излучения. Обычно в эксперименте по изучению распространения электромагнитных волн, рассеивающихся на исследуемой структуре, определяется диаграмма направленности в горизонтальной плоскости и характер поляризации излучения, а также коэффициент отражения поляризованной электромагнитной волны. Измерения могут выполняться как в

свободном пространстве, так и с использованием электромагнитного экрана. Расстояние r от источника излучения до приемника выбирается из условия дальней зоны [1].

Для автоматизации экспериментальных исследований по распространению электромагнитных волн на базе СВЧ - лаборатории кафедры промышленной электроники ГрГУ им. Янки Купалы разработана специализированная установка, позволяющая определять пространственные характеристики диэлектрических структур. Функциональная схема установки представлена на рисунке 1.

Она содержит металлический экран (Э) размером 1×1 м, который расположен вертикально и может поворачиваться относительно центра на угол $\pm 90^\circ$. В центре экрана находится отверстие, в котором закрепляется исследуемая периодическая структура (ПРС). С левой стороны экрана установлены передающий (ПрД) и регистрирующий уровень отраженного от структуры сигнала (Отр) рупоры.

Приемный регистратор (Пр) установлен за экраном и фиксирует уровень сигнала, прошедшего через периодическую структуру. Для исключения влияния отражения падающей волны от металлической поверхности экрана применяется радиопоглощающее покрытие (ОП). Передающий рупор питается от генератора СВЧ Г4-83. Размеры прямоугольного отверстия, в котором устанавливается периодическая структура, выбраны таким образом, чтобы точка наблюдения находилась в ближней зоне антенны, где имеет место локализация электромагнитной энергии в пределах "лучевой трубки", поперечник которой сравним с размерами апертуры отверстия.

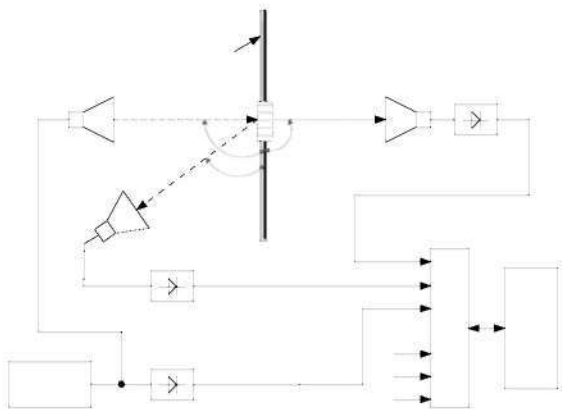


Рисунок 1 - Функциональная схема экспериментальной установки

В обоих случаях преобразователями электрического поля служат полупроводниковые детекторы. Конструкция зонда определяется требованием его минимального влияния на распределение измеряемого поля – его длина должна быть меньше λ , а материал, в котором смонтирован зонд-индикатор,

должен иметь такую же диэлектрическую проницаемость, как у воздуха. С учетом вышесказанного в качестве зонда был выбран детектирующий СВЧ диод ДКВ-4. В качестве детекторов приемных рупоров используются широкополосные детекторные секции ДКШ-402. Передающий рупор и приемные регистраторы могут перемещаться вдоль направляющих, в которых они закреплены. Контроль напряженности электромагнитного поля передающего, прошедшего и отраженного сигналов позволяет выполнять нормировку результатов измерения для различных условий эксперимента (рабочая частота, сменные рупоры и так далее) [2].

Сигналы с выходов детекторов ($U_{\text{прд}}$, $U_{\text{пр}}$, $U_{\text{отр}}$) поступают на аналоговые входы устройства ввода/вывода (УВВ). В качестве последнего используется разработанный на кафедре промышленной электроники совместно с УНПЦ "ТехноЛаб" ГрГУ им. Янки Купалы универсальное измерительно-управляющее устройство МиниЛаб [2]. ЦАП устройства формирует опорное напряжение, которое подается на датчики углов, в качестве которых используются прецизионные проволочные резисторы, механически связанные с осями, на которых установлены рупора и зонд. Напряжения с выходов датчиков углов положения передающего ($\alpha_{\text{прд}}$), приемного прошедшего ($\alpha_{\text{пр}}$) и приемного отраженного ($\alpha_{\text{отр}}$) сигналов, которые пропорциональны углам поворота, также подаются на аналоговые входы устройства ввода-вывода. Погрешность определения угла поворота не превышает 0,1 градуса.

Результаты измерений предаются в компьютер через USB интерфейс. Специально разработанное программное обеспечение позволяет строить в реальном времени диаграммы направленности для любых комбинаций "подвижный/неподвижный рупор" и сохранять результаты в графическом и текстовом форматах. Для удобства автоматизированной работы предусмотрен режим автонормировки на максимум входного сигнала. Погрешность установки при измерении электрических напряженностей СВЧ поля не превышает 5%.

Предложенная конструкция автоматизированного стенда позволяет оперативно и с высокой точностью определять основные характеристики электромагнитного СВЧ поля, излучаемого антенной и отраженного от периодической структуры в различных точках пространства, прививать студентам навыки и умения работы на высоко технологичном современном оборудовании при изучении дисциплин физического профиля.

Автоматизация физического эксперимента существенно сокращает сроки выполнения лабораторных и практических работ, научно-методических исследований, при этом погрешности измерений значительно ниже, чем в случае ручных измерений.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Баскаков, С.И. Электродинамика и распространение радиоволн: учеб. пособие / С.И. Баскаков. – М: Высш. шк., 1998. – 416 с. – ISBN 5-06-002037-1.
2. Акимов, А.И. Особенности распространения электромагнитных волн СВЧ-диапазона в периодических структурах / А.И. Акимов, А.Е.Васильевич, С.А.Зайкова, Ю.М. Рычков / Доклады НАН РБ. – 2009. – Т.53, №2. – С. 54–57.