

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ АНТЕНН В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ X-ДИАПАЗОНА

Ю.С. Алькевич, Н.И. Бразовский, А.А. Гавриченко, В.В. Кизименко,
В.Т. Ревин, В.А. Симоненко
Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск

Описываются схема построения и программное обеспечение разработанного автоматизированного измерительно-вычислительного комплекса для контроля параметров антенн и антенных решеток в диапазоне частот 8–12 ГГц. Приводятся процесс пересчета поля из ближней зоны в дальнюю и результаты измерения диаграммы направленности микрополосковой антенной решетки в сравнении с численным моделированием в пакете CST MWS.

Введение

Излучающие системы, используемые в радиосвязи, радиолокации, радионавигации, как правило, работают в дальней зоне. Однако измерение их параметров требует во многих случаях весьма больших и специально оборудованных дорогостоящих комплексов. Антенные измерения в дальней зоне вытесняются из мировой практики реконструктивными измерениями, базирующимися на возможности вычисления поля в дальней зоне по полю, измеренному в ближней зоне.

При измерениях в ближней зоне появляется ряд технических преимуществ:

- гарантируется выполнение требований по технической защите информации;
- измерение диаграммы направленности реализуется не только в главных сечениях;
- повышается метрологическая достоверность измерений;
- возрастают возможности для настройки активных фазированных решеток и дефектоскопии их приемо-передающих модулей за счет определения локальных особенностей в структуре излучаемого электромагнитного поля, причины которых нельзя установить по результатам измерений в дальней зоне.

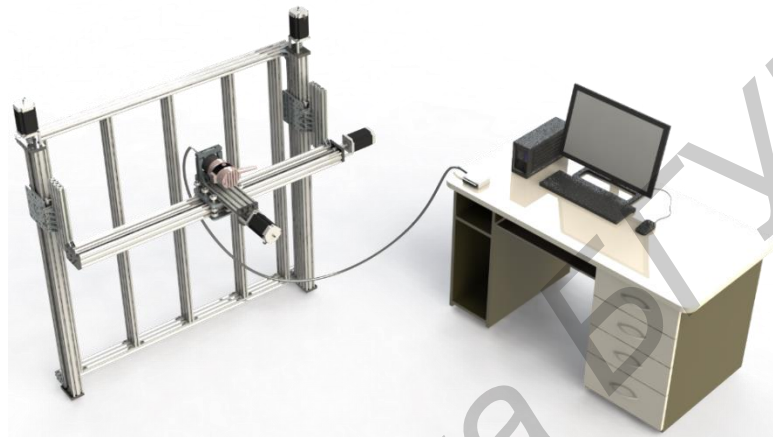
Задача диагностики (контроля) антенны, т. е. задача определения состояния ее реального амплитудно-фазового распределения и неисправностей, является одной из наиболее важных как в процессе разработки и отладки, так и при вводе в эксплуатацию.

1. Схема построения и описание работы измерительно-вычислительного комплекса

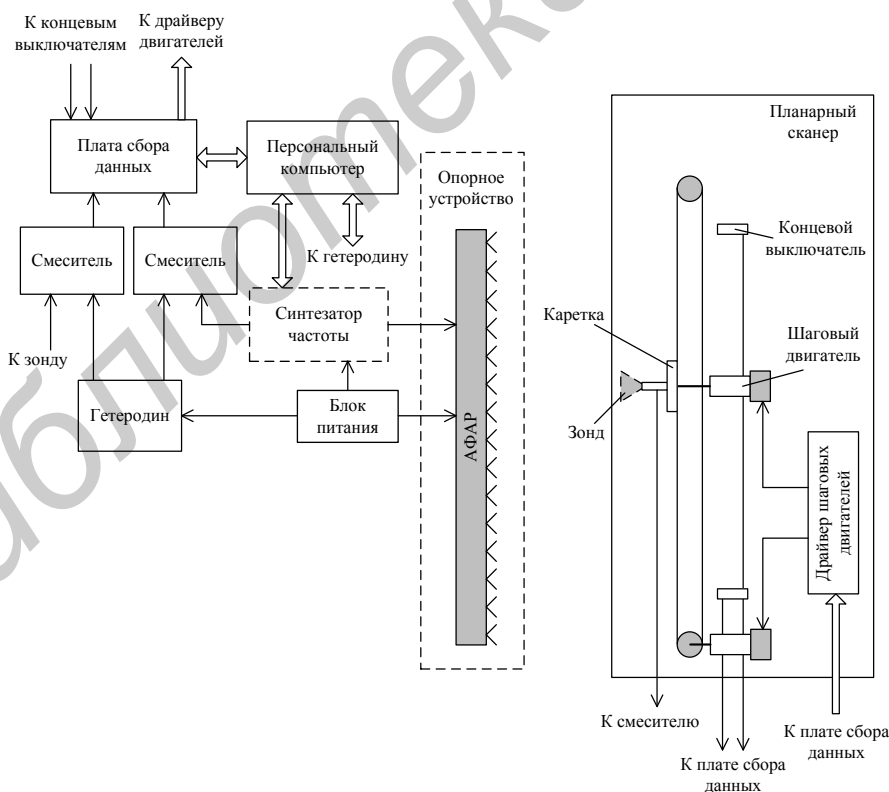
Предлагаемый измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) позволяет в автоматическом режиме решать задачу определения амплитудно-фазового распределения поля в ближней зоне раскрытия антенны в диапазоне от 8 до 12 ГГц.

Внешний вид и структурная схема ИВК представлены на рис. 1. ИВК устанавливается в лаборатории в безэховой камере, элементы его конструкции укрыты поглотителем. Исследуемая антенна располагается на специальном опорном устройстве, которое позволяет регулировать положение плоскости раскрытия антенны относительно плоскости сканирования.

Во время измерений антенна работает в режиме передачи. На вход антенны подается высокостабильный сигнал от синтезатора, частота которого регулируется программно в пределах от 8 до 12,5 ГГц. Создаваемое антенной электромагнитное поле измеряется с помощью зонда, расположенного в ближней зоне на расстоянии 10–50 мм от излучателей. Зонд закреплен на подвижной каретке координатного стола и в процессе измерений совершает линейное перемещение параллельно плоскости антенны, выполняя функцию сканера. Движение производится посредством линейного электро-механического привода на базе шагового двигателя и ременной зубчатой передачи по горизонтальной и вертикальной осям. Шаговые двигатели работают под управлением драйвера, задающего скорость вращения, крутящий момент и режим микрошага.



а)



б)

Рис. 1. Внешний вид ИВК (а); структурная схема ИВК (б)

Текущее положение каретки определяется с помощью оптического энкодера, установленного на валу шагового двигателя. Для контроля крайних положений и определения начала отсчета предусмотрены концевые выключатели.

Технические характеристики координатного стола следующие: количество осей – 2; скорость перемещения – 50 мм/с; масса – 150 кг; перемещение по оси X – 1200 мм; перемещение по оси Y – 700 мм; точность позиционирования – 0,1 мм.

Выходной сигнал зонда передается по коаксиальному кабелю к смесителю, где происходит преобразование частоты сигнала вниз. В качестве гетеродина используется синтезатор частоты, синхронизированный с источником возбуждения антенны.

Сбор данных и контроль работы сканера осуществляются с помощью платы сбора данных и управления, имеющей производимые аналого-цифровые преобразователи и цифровые линии.

Для получения информации о фазовом распределении поля в ближней зоне требуется опорный сигнал, относительно которого будет определяться фаза сигнала, полученного зондом. Для этого на вход второго аналого-цифрового преобразователя платы подается сигнал промежуточной частоты от синтезатора, возбуждающего антенну. Оцифрованные данные передаются компьютеру, где осуществляется вычисление амплитудно-фазового распределения поля.

Разработанная программа является комплексным виртуальным прибором, созданным с помощью среды графического программирования *LabVIEW*. На рис. 2 изображен пользовательский интерфейс программы для управления ИВК.

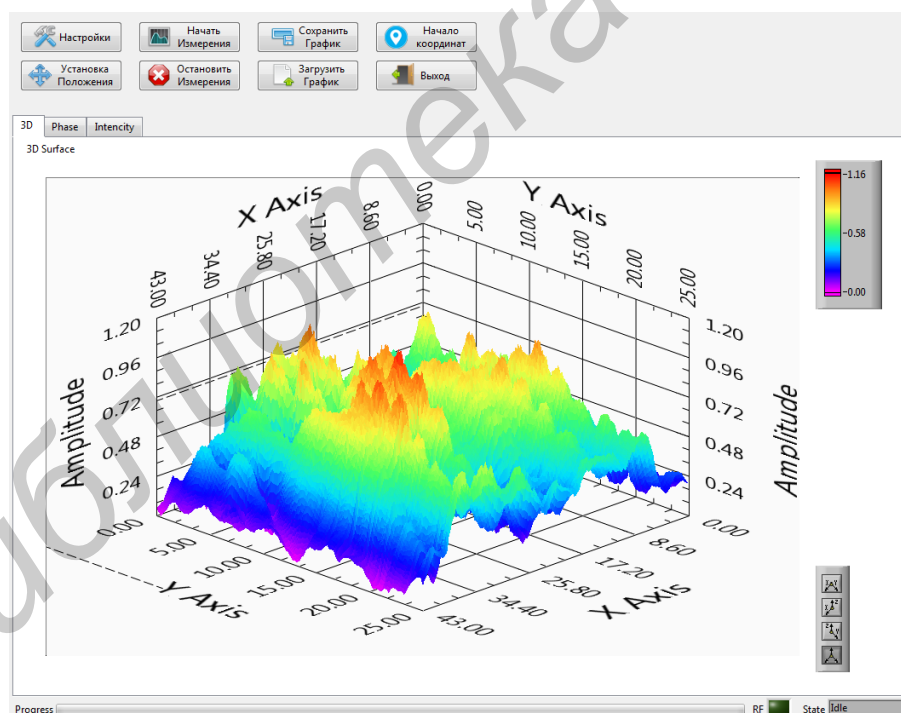


Рис. 2. Пользовательский интерфейс программы для управления ИВК

Программа реализует следующие операции:

– инициализацию планарного сканера, при которой происходит перемещение измерительного зонда в начальное положение, и калибровку координат по концевым выключателям;

- установку координат (перемещение измерительного зонда в необходимую для пользователя точку), задание области и маршрута измерений;
- измерение;
- сохранение и загрузку полученных графиков.

Для определения диаграммы направленности была использована теория линейных антенн. При пересчете в точках, соответствующих положению измерительного зонда, размещались элементарные излучатели Гюйгенса, возбуждаемые амплитудой и фазой (соответствующей измеренным значениям электрического поля вблизи исследуемой антенны) и образующие виртуальную линейную решетку. На рис. 3 и 4 представлены результаты измерения поля в ближней зоне микрополосковой антенны и пересчета их в диаграмму направленности, которая сравнивается с результатами численного моделирования в пакете CST MWS.

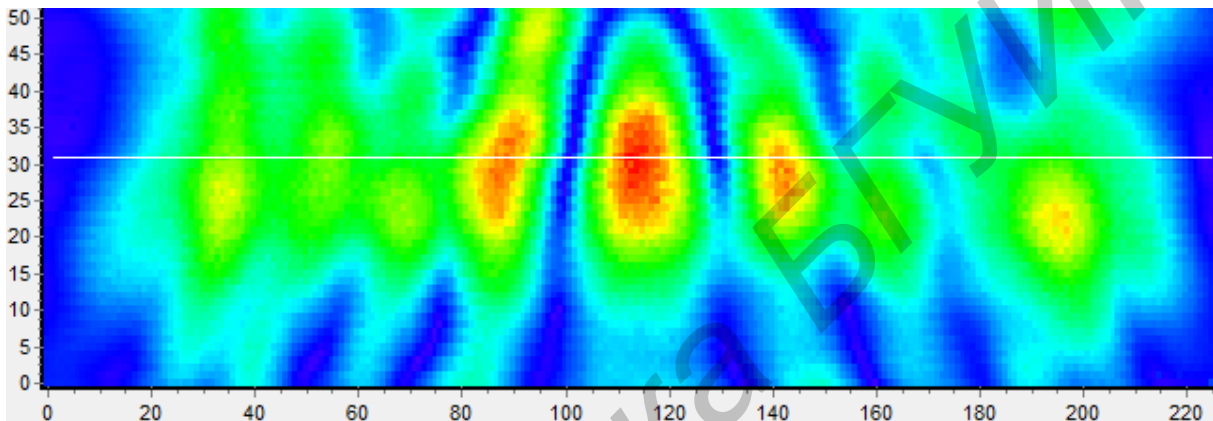


Рис. 3. Картина измеренного распределения e -поля вблизи микрополосковой антенной решетки

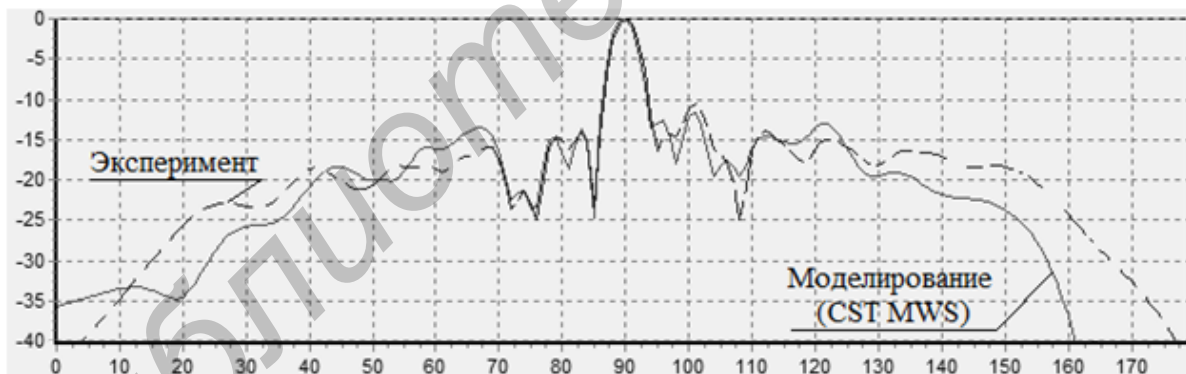


Рис. 4. Результаты моделирования и пересчета поля антенны из ближней зоны в дальнюю

Заключение

Разработанный ИВК позволяет осуществлять контроль характеристик и параметров антенн, а также производить их настройку. Визуализация измеренного распределения поля дает представление о процессе формирования диаграммы направленности.