

УДК 621.396.67

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ АНТЕНН. ОБЩИЙ ПОДХОД Алешкевич Н.Н., Гринчук А.П., Громько А.В., Кныш В.П.

НИУ «Институт прикладных физических проблем имени А.Н.Севченко» БГУ
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В работе изложен общий подход к разработке и созданию системы тестирования антенн. Отмечено, что основной и исчерпывающей характеристикой антенн является ее пространственная диаграмма направленности. Предложен новый подход к паспортизации основных характеристик тестируемой антенны и формализации процедуры тестирования.

Ключевые слова: система тестирования, антенна, диаграмма направленности, сферические гармоники.

DEVELOPMENT OF ANTENNA TESTING SYSTEM. GENERAL APPROACH Aleshkevich N., Grinchuk A., Gromyko A., Knysh V.

A.N. Sevchenko Scientific-Research Institute of Applied Physics Problems of BSU
Minsk, Republic of Belarus

Annotation. The paper outlines a general approach to the development and creation of an antenna testing system. It is noted that the main and exhaustive characteristic of antennas is its spatial radiation pattern. A new approach to the certification of the main characteristics of the tested antenna and the formalization of the testing procedure is proposed.

Key words: testing system, antenna, radiation pattern, spherical harmonics.

Адрес для переписки: Гринчук А.П., ул. Курчатова 7, 220045, Минск, Республика Беларусь.
e-mail: lpepf@bsu.by

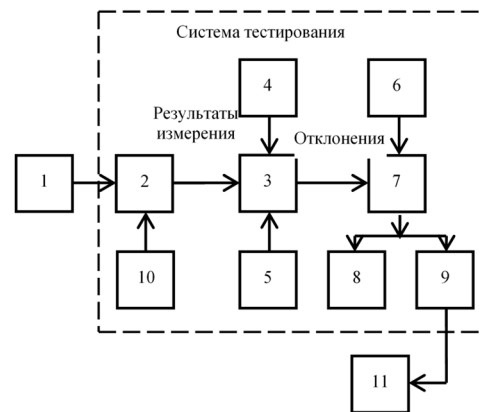
В соответствии с общими положениями тестирования это проверка соответствия параметров системы (объекта) неким заранее заданным или ранее измеренным значениям этих параметров. Процедура тестирования, как правило, проводится на двух важнейших этапах жизненного цикла системы: на этапе разработки и на этапе эксплуатации. В первом случае тестирование проводится на соответствие параметров созданного образца системы заданным значениям этих параметров (например, в техническом задании на разработку). Во втором – на соответствие паспортным значениям параметров при регламентных работах или при возникновении неисправностей. На основании этого определения можно представить обобщенную структурную схему системы тестирования (рис. 1).

Важными элементами системы тестирования являются блоки сравнения и принятия решений. Для принятия решений необходимы два значения параметров – заданный (ранее измеренный) и полученный экспериментально, т. е. системы тестирования предполагают наличие соответствующих измерительных систем, а также программ и методик измерения параметров. Наличие последних позволит получать достоверные результаты и принимать обоснованные решения. Еще одним определяющим элементом является блок заданных разбросов параметров, позволяющий правильно выбрать порог принятия решений.

Конкретизируем обобщенное представление системы тестирования для решения задач тестирования элементов и систем антенной техники.

Основные характеристики антенных систем можно условно разбить на внутренние и внешние.

Внутренние определяют условия подключения антенной системы к питающему фидеру. Это коэффициент отражения (КО) и коэффициент стоячей волны (КСВ) на входе антенной системы в рабочей полосе частот. Два этих параметра позволяют оценить часть мощности питающего генератора, поступающую непосредственно в антенную систему.



- 1 – тестируемый объект; 2 – система измерения заданных параметров; 3 – блок сравнения;
4 – полученные значения параметров; 5 – паспортные (ранее измеренные) значения параметров;
6 – заданные значения отклонения параметров;
7 – блок принятия решений; 8 – соответствует;
9 – не соответствует; 10 – программы и методики измерения параметров; 11 – система диагностики

Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема системы тестирования

Важнейшим дополнением системы тестирования является системы диагностики. Поскольку

рассматриваемые объекты тестирования представляют собой сложные системы, то практически невозможно однозначно определить причины несоответствия параметров. Для этого требуются квалифицированные экспертные оценки причин несоответствия.

Универсальными внешними характеристиками, полностью определяющими антенную систему как излучающее (приемное) устройство, являются комплексные пространственные диаграммы направленности (ДН) на основной и кросс-поляризации. Используя пространственные ДН, можно рассчитать вторичные параметры антенной системы: направление главного максимума (или минимума равносигнальной зоны при работе в моноимпульсном режиме), относительный (средний) уровень боковых лепестков, угловую ширину главного лепестка, коэффициент направленного действия (КНД). Как правило, именно эти параметры являются важнейшими в задании на разработку антенной системы, поскольку они определяют такие практически важнейшие характеристики антенной системы, как разрешающая способность, дальность действия, помехозащищенность и т. д.

В настоящее время пространственные ДН антенных систем рассчитывают путем обработки результатов измерения амплитудно – фазового распределения (АФР) поля излучения антенны в ближней зоне. Поскольку структура поля излучения на любом расстоянии от излучающей апертуры определяется на основании строгих интегральных преобразований, то вместо пространственной ДН можно использовать однозначно с ней связанное измеренное АФР поля излучения. Кроме того, рассматривая процедуру тестирования не только как самостоятельную оценку соответствия реальных характеристик антенной системы их паспортным значениям, но и как первый шаг более широкой системы дефектоскопии и диагностики, приходим к выводу, что пространственные ДН не предоставляют исчерпывающей информации для решения подобной задачи. Дело в том, что несоответствия измеренных характеристик и параметров антенной системы их паспортным значениям вызвано возникшими дефектами в элементах антенной системы, изменившими структуру АФР поля в апертуре антенны. Поскольку ДН является интегральной характеристикой, то в подавляющем большинстве случаев достоверно установить причину выявленного несоответствия практически невозможно. Значительно более информативным является измеренное АФР

поля излучения на некоторой поверхности в ближней зоне антенны.

Широкие возможности для решения этой задачи предоставляет разработанный в рамках НИР компактный антенный полигон [1], его аппаратная часть и специальное программное обеспечение (ПО) для обработки структуры АФР полей.

Паспортизовать измеренное АФР поля излучения антенной системы на сферической поверхности представляется нам наиболее перспективным, так как это позволяет восстановить пространственную ДН и все вторичные параметры, включая КНД, а также дает возможность провести дефектоскопию и, возможно, локализацию дефекта. Естественно, в этом случае необходимо также сертифицировать измерительно – вычислительные комплексы и методики измерения. Единственным недостатком данного предложения является большой объем информации измеренных распределений полей. В связи с этим предлагается хранить не информацию об измеренном АФР, а информацию о спектре комплексных сферических гармоник. В этом случае объем необходимой информации сжимается в сотни и тысячи раз без потери достоверности.

В соответствии с предложенной процедурой на первом этапе проводится измерение АФР поля излучения тестируемой системы на сферической поверхности заданного радиуса с использованием сертифицированного измерительно – вычислительного комплекса и методики измерения. Также по стандартной методике измеряется КСВ на входе антенной системы. Далее рассчитывается спектр сферических гармоник измеренного АФР поля, пространственная ДН и ее вторичные параметры. Со второй стороны из паспортного спектра сферических гармоник восстанавливается эталонные АФР поля, ДН и вторичные параметры. Оценка соответствия проводится путем сравнения целого ряда характеристик и параметров: спектров сферических гармоник, структуры АФР полей, пространственных ДН (или их главных сечений) и вторичных параметров. Такая многоступенчатость позволяет получать более объективную оценку годности тестируемой системы, а также в будущем выделить процедуру экспресс оценки.

Литература

1. Будаев, А. Г. Разработка концепции построения аппаратно-программного комплекса модульной конструкции для определения характеристик антенных систем по измерениям в ближней зоне / А. Г. Будаев, А. П. Гринчук, А. В. Громыко // Приборы и методы измерений. – 2017. – № 2. – С. 151–159.