

ПОВЫШЕНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗЛУЧЕНИЯ АНТЕНН

Рассмотрен вариант построения автоматизированного комплекса для измерений поляризационных характеристик излучения широкого класса антенн. Приведено описание структурной схемы и алгоритма работы комплекса, позволяющего осуществить в автоматизированном режиме измерения, регистрацию и обработку исследуемых характеристик.

Ключевые слова: автоматизированный комплекс, измерения поляризационных характеристик, повышение точности и быстродействия.

M.B. PROTSENKO, I.V. TROTSISHIN

Odessa National A.S. Popov Academy of Telecommunications

IMPROVE THE PERFORMANCE OF AUTOMATED MEASURING COMPLEX FOR STUDYING THE POLARIZATION CHARACTERISTICS OF THE ANTENNA RADIATION

A variant of building automated system for the measurement of the polarization characteristics of the radiation of a wide class of antennas. The description of the block diagram and the algorithm of the complex, allowing to carry out in an automated measurement, recording and processing of the studied characteristics.

Keywords: automated system, measuring the polarization characteristics, improve the accuracy and speed.

Вступление

При экспериментальной аттестации различных радиотехнических комплексов наиболее трудоемкими являются процессы измерения и последующей обработки результатов измерений пространственных характеристик антенн, что особенно проявляется при исследованиях поляризационных характеристик поля излучения, поэтому возникает необходимость в применении автоматизированных измерительных комплексов (АИК).

Используемые в настоящее время методы измерений поляризационных характеристик поля излучения антенн, которые могут быть автоматизированы, достаточно подробно рассмотрены в [1, 2]. Так, описанный в [3] вариант построения АИК, реализующий метод вращающейся линейно-поляризованной антенны, позволяет проводить измерения в автоматизированном режиме поляризационных характеристик поля излучения антенн. После дополнительной обработки результатов измерений можно получить пространственную зависимость коэффициента эллиптичности электромагнитного излучения и угла наклона эллипса поляризации относительно одной из ортогональных плоскостей (вертикальной или горизонтальной). Однако данный АИК обладает высокой методической погрешностью измерений, обусловленной точностью определения угла наклона эллипса поляризации, который определяется для каждого фиксированного значения пространственных координат. Кроме того, упомянутый АИК не позволяет определять направление вращения эллипса поляризации, что существенно ограничивает область его использования.

Постановка задачи исследования. Устранить указанное ограничение и одновременно повысить точность и скорость измерений поляризационных характеристик позволяет метод одновременного выделения линейных ортогональных компонент электромагнитного излучения с учетом их фазовых соотношений. На основе указанного метода рассматривается вариант построения АИК для исследования поляризационных характеристик излучения антенн.

Основная часть. Структурная схема АИК, предназначенного для измерений, регистрации и обработки поляризационных характеристик излучения с вращающейся исследуемой антенной изображена на рис. 1, где введены следующие обозначения: Г – генератор СВЧ; УА – управляемый аттенюатор; ИА, ВА – соответственно исследуемая и вспомогательная антенны; ДПУ – двухкоординатное поворотное устройство; БУ – блок управления приводом вращения антенны; ДУ – датчик угла поворота; ПЧ – преобразователь частоты; АД, ФД – соответственно амплитудный и фазовый детекторы; БАЦС – блок аналого-цифрового сопряжения.

Принцип построения предлагаемого варианта АИК основан на использовании аналогового радиоканала измерительного комплекса. При этом передающая часть комплекса включает в себя генератор СВЧ с управляемым аттенюатором, подключенным к исследуемой антенне. В отличие от АИК, описанного в [3], в передающей части предлагаемого комплекса управляющий аттенюатор совмещен в едином блоке с генератором, имеющим цифровой вход и позволяющим осуществлять дискретное изменение параметров выходного сигнала. Приемная часть комплекса состоит из вспомогательной антенны в виде двух взаимно перпендикулярных линейных антенн, позволяющих принимать ортогональные составляющие поля излучения, двухканального приемника с использованием гетеродинного преобразования частоты, схемная реализация которого позволяет выделить амплитудные и фазовые соотношения между компонентами

электромагнитного излучения. Особенностью приемной части комплекса является использование блока аналого-цифрового сопряжения, позволяющего сформировать стандартный интерфейс и обеспечить бит-параллельную и байт-последовательную передачу данных в соответствии с алгоритмом работы АИК.

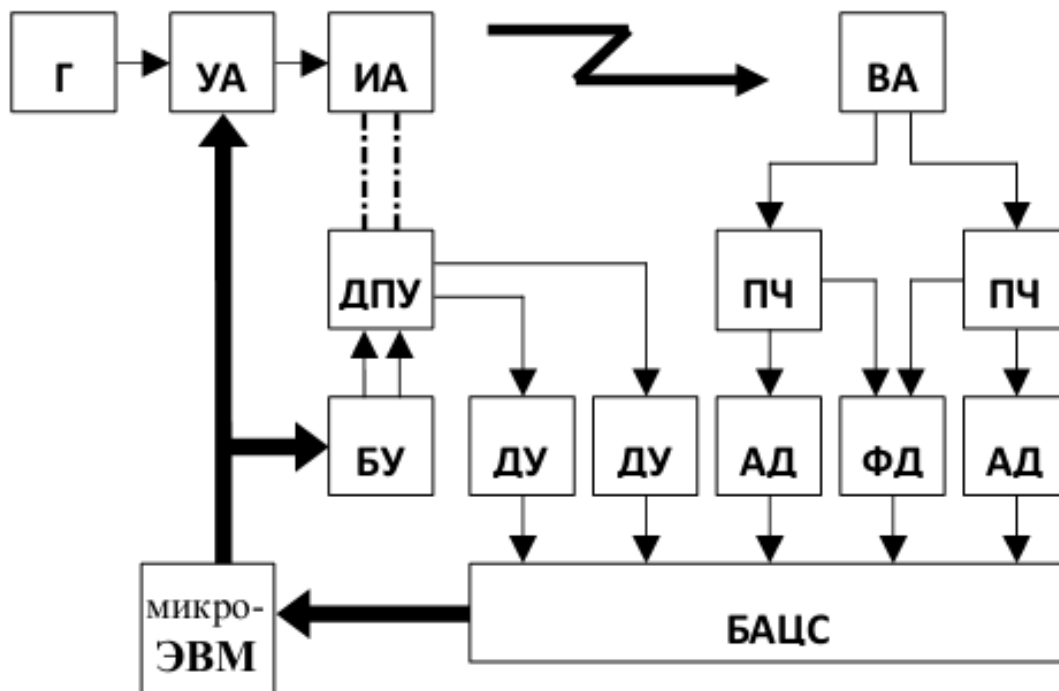


Рис. 1. Структурная схема АИК

Отличительная особенность АИК – применение микро-ЭВМ, сопряженной с передающей, приемной частями комплекса, двухкоординатным поворотным устройством через блок управления приводом вращения исследуемой антенны. Это позволяет эффективно использовать возможности комплекса, управлять ходом проведения измерений и регистрировать информацию о характеристиках излучения исследуемой антенны в различной форме.

АИК осуществляет свою работу по заданному алгоритму, обеспечивающему три основных режима: юстировки антенн, калибровки радиоканала и непосредственно измерений пространственных характеристик электромагнитного излучения антенн. При этом алгоритм работы АИК может программно корректироваться в зависимости от класса исследуемых антенн, необходимой точности измерений пространственных характеристик, условий измерений для максимального учета особенностей эксплуатации исследуемых антенн.

Основные режимы работы

В первом режиме исследуемая и вспомогательная антенны ориентируются друг на друга таким образом, чтобы направления их максимумов излучения совпадали. Для этого с микро-ЭВМ на блок управления приводом подаются команды, определяющие закон изменения ориентации исследуемой антенны в пространстве. Информация о положении антенны и параметрах принимаемых сигналов, преобразованная блоком аналого-цифрового сопряжения в цифровые коды считывается в микро-ЭВМ. Далее процедура поиска максимума излучения исследуемой антенны осуществляется одним из известных методов [4].

Во втором режиме при сориентированных по максимуму излучения антеннах производится калибровка радиоканала путем подачи соответствующих команд с микро-ЭВМ на управляемый аттенуатор, в котором дискретно осуществляется изменение уровня выходного сигнала генератора СВЧ с шагом, обеспечивающим необходимую точность измерения компонент поля излучения исследуемой антенны. В результате калибровки получаем массив данных, определяющий зависимость параметров принимаемых сигналов от уровня выходного сигнала генератора СВЧ.

Третий режим, согласно которому производится непосредственно измерения исследуемых характеристик, аналогичен первому, за исключением формирования линейного закона изменения ориентации исследуемой антенны в заданном секторе углов и непосредственной регистрации параметров принимаемых сигналов. Процесс измерений осуществляется одновременно с вращением антенны, что позволяет в отличие от предлагаемого в [3] АИК, уменьшить время измерений за счет значительного увеличения скорости проводимых измерений. Результат измерений также представляется в виде массива данных, определяющего зависимость параметров принимаемых сигналов от пространственных координат исследуемой антенны.

Повышения точности и быстродействия измерительных преобразований

Основными путями повышения эффективности автоматизированного измерительного комплекса есть одновременное повышения параметров точность измерения при сохранении, или даже повышения быстродействия. Наиболее эффективным рекомендуется использовать применения методов коинциденции [5], для которого наблюдается увеличения точек измерительной шкалы. При этом учитывая наличие избыточности, возможным становится оптимизация шкал измерительных преобразований, их программного изменения и адаптации.

На рис. 2 приведены трехмерные представления увеличения количества точек измерительной шкалы коинциденции при измерении частотных или амплитудных параметров от разрядности двоичного кода от 2 до 10 разрядов.

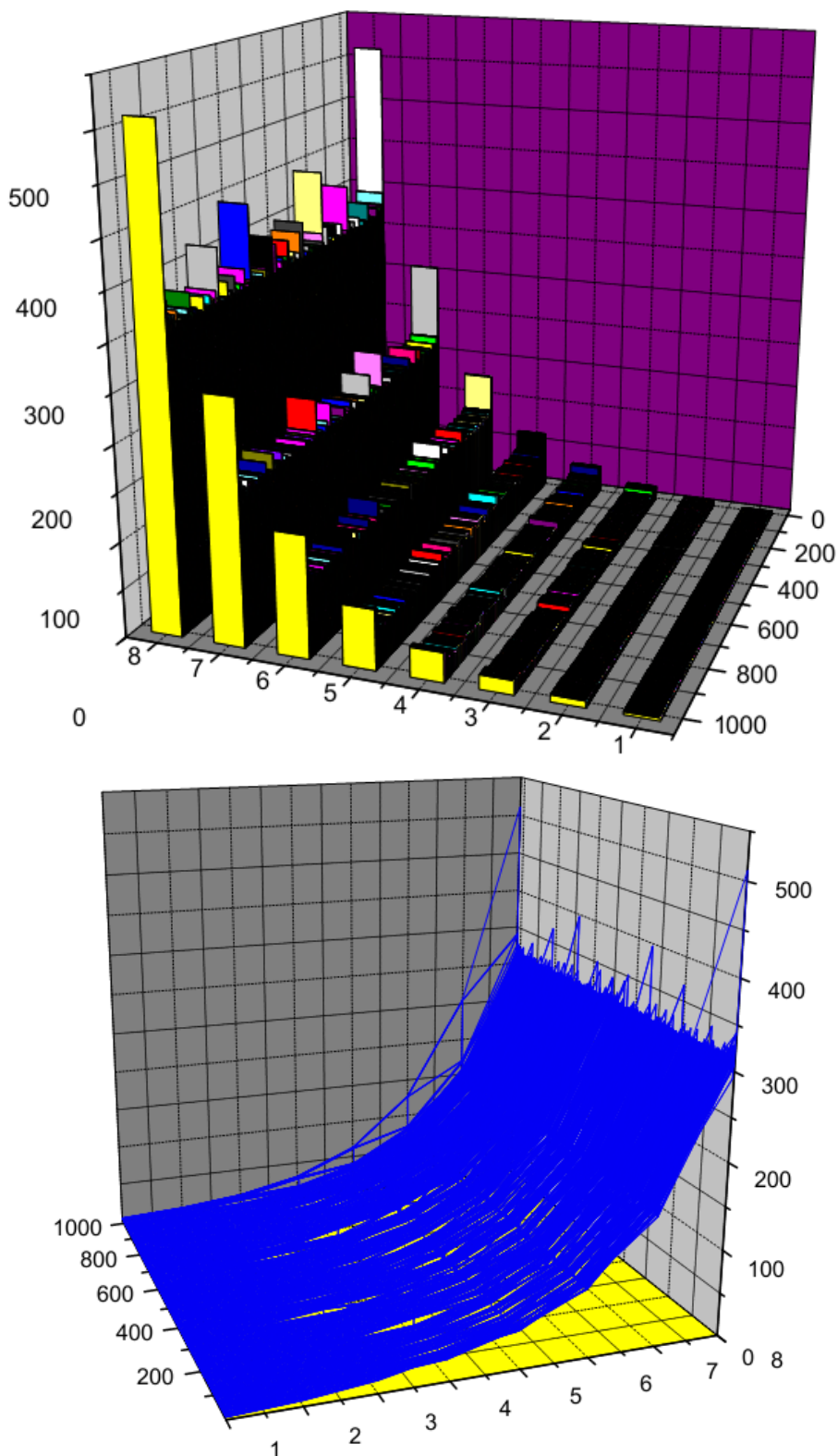


Рис. 2. Графики увеличения разрешающей способности и быстродействия шкалы коинциденции

Далее на основе полученных численных значений при необходимости в микро-ЭВМ осуществляется дополнительная обработка результатов измерений, вследствие которой можно получать поляризационные характеристики поля излучения исследуемой антенны в различных ортогональных поляризационных базисах.

Выводы

Таким образом, с помощью предложенного варианта АИК можно решать следующие задачи для широкого класса антенн:

- производить измерения амплитудных диаграмм направленности на ортогональных составляющих поля;
- одновременно получать численные значения поляризационных характеристик поля излучения исследуемой антенны, а именно: коэффициента эллиптичности, угла наклона и направление вращения эллипса поляризации;
- получать результаты измерений после обработки в ЭВМ в графическом либо численном виде.

Разработанный вариант АИК позволяет измерять характеристики электромагнитного излучения антенн, включая поляризационные, в динамическом диапазоне 40 дБ. Максимальная величина погрешности вычисления параметров поляризационного эллипса на основе измеренных ортогональных компонент поля не более 5%, погрешность отсчета угловых координат определяется типом соответствующих датчиков и составляет не более 1% для заданного сектора углов. При этом характеристики комплекса соответствуют современному уровню антенно-измерительной техники.

Применение метода коинцидентности в преобразователях частотных и амплитудных параметров позволит повысить и точность и быстрдействие измерительного комплекса.

Литература

1. Методы измерений характеристик антенн СВЧ / [Под ред. Н.И. Цейтлина]. – М. : Радио и связь, 1985. – 385 с.
2. Страхов А.Ф. Автоматизированные антенные измерения / Страхов А.Ф. – М. : Радио и связь, 1985. – 137с.
3. Страхов А.Ф. Автоматизированные измерительные комплексы / Страхов А.Ф. – М. : Энергоиздат, 1982. – 216 с.
4. Машинные методы оптимизации в технике связи / [Под ред. С.Д. Пашкеева.]. – М. : Связь, 1986. – 272 с.
5. Троцишин І.В. Квантова теорія вимірювального перетворення: принципи та методологія, на шляху від частотоміра коінцидентії до атенуатора-подільника Троцишина / І.В. Троцишин // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2013. – № 1. – С. 27–37.

References

1. Methods of measuring the characteristics of microwave antennas / Ed. N.I. Zeitlin . - M.: Radio and communication, 1985 . - 385 p.
2. Strakhov A.F. Automated antenna measurement. - M.: Radio and communication, 1985. – 137p.
3. Strakhov A.F. Automated measuring komplekсы. -M . Energoizdat , 1982.-216 p.
4. Engine optimization techniques in communications technology / ed. S.D. Pashkeeva . - M.: Communications , 1986 . – 272p.
5. Trotsishin I.V. Quantova teoriya vimiryuvalnogo peretvorenniya : principy ta metodologiya, na shliahu vid chastotomira kointsidentsii do attenuatora - podilnika Trotsishina / Trotsishin I.V. // Vimiryuvalna ta obchislyuvalna tehnika in tehnologichnyh procesah . - 2013 . - № 1 . -p.27- 37.

Рецензія/Peer review : 23.1.2014 р.

Надрукована/Printed :6.2.2014 р.

Статтю представляє: д.т.н., проф. Троцишин І.В.