

комендациях Международного союза электросвязи [3] и учитывающая следующие явления: свободное распространение, отражение от подстилающей поверхности, дифракцию, затухание в растительности.

Нелинейный анализ ЭМС в ПО «EMC-Analyzer» выполняется на основе оригинальной методики дискретного нелинейного анализа [4], которая обладает рядом ценных для анализа ЭМС качеств: возможностью моделирования в широком частотном и большом динамическом диапазонах, учетом совместного влияния основных типов нелинейных эффектов (многосигнальной интермодуляции, блокирования, перекрестных искажений, побочных каналов приема, преобразования шумов гетеродинов), высокой вычислительной эффективностью при моделировании радиотрактов в очень сложной электромагнитной обстановке (до 100 тысяч модулированных сигналов).

Новые возможности ПО «EMC-Analyzer» позволяют существенно повысить производительность и качество проектных и прикладных исследовательских работ в области межсистемной, внутрисистемной и объектовой ЭМС. Опыт практического применения методики дискретного нелинейного анализа ЭМС с использованием ПО «EMC-Analyzer» при решении задач размещения оборудования сетей GSM-900/1800 на объектах различных типов (высотное здание, антенная опора, аэропорт, вокзал и т.п.) подтверждает ее эффективность для обоснования соответствующих административных решений при проектировании и модернизации радиотехнических объектов.

#### Литература

1. EMC-Analyzer Documentation Kit. Volumes 1–8. – Minsk, 2008. – 1089 p.
2. Baldwin T.E. Jr., Capraro G.T. Intrasystem Electromagnetic Compatibility Program (IEMCAP) // IEEE Trans. on EMC, Vol. 22, No. 4, Nov. 1980, P.224–228.
3. Mordachev V.I., Sinkevich E.V. Discrete technology of electromagnetic compatibility analysis at the system level: features and applications overview // Intern. Conf. on Metrology & Measurement (ICMM), Sep. 5 – 7, 2007, Beijing, China. – General Reports. – P. 57–63.

### МЕТОДИКА СИНТЕЗА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРНЫХ АНТЕНН ДЛЯ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ

Слюсар В.И., д.т.н., Слюсар Д.В.

Центральный НДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України  
swadim@inbox.ru

В работе приведена методика синтеза диэлектрических резонаторных антенн (ДРА) для систем на кристалле (SoC), которая включает математическое моделирование параметров цилиндрической ДРА с помощью программы AWR Microwave Office (trial-версия), экспериментальную проверку параметров образца ДРА. Данная работа представляет интерес для специалистов в области микроэлектроники и антенной технике.

### TECHNIQUE OF SYNTHESIS DIELECTRIC RESONATOR ANTENNAS FOR SYSTEMS ON A CRYSTAL

The purpose of work is development of a technique of synthesis dielectric resonator antennas for systems on a crystal (SoC) which includes mathematical modelling parameters cylindrical DPA by means of programs AWR Microwave Office (trial-version), experimental check of parameters of sample DPA is resulted. This work has an interest for specialists in the field of microelectronics and antenna technics.

Современные технологии позволяют создавать электронные системы связи на кристалле (SoC), объединяющие все компоненты электронной системы в одной интегральной схеме (кристалле).

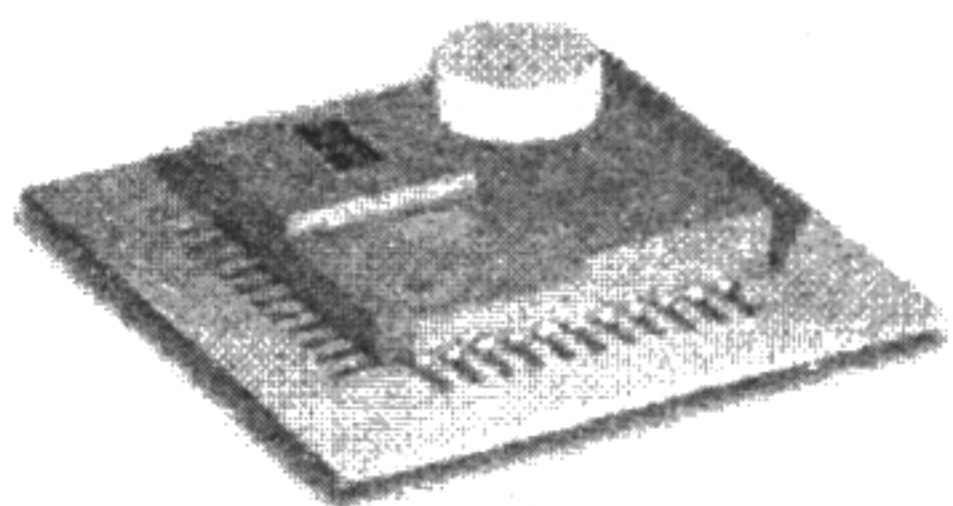


Рис. 1 – Вариант выполнения ДРА (dielectric resonator antenna, DRA) в составе системы на кристалле (SoC)

По мере миниатюризации электронной и в частности мобильной связи, усилился интерес к антенным системам на диэлектрических резонаторах, поскольку они легко сопрягаются с соответствующими радиоэлектронными схемами и обладают небольшими размерами (рис. 1).

Целью доклада является обоснование методики синтеза диэлектрических резонаторных антенн для систем на кристалле (SoC).

Предлагаемая методика синтеза ДРА для SoC включает следующие этапы:

1. Выбор геометрической формы (сферическая, цилиндрическая, прямоугольная) ДРА.
2. Аналитический расчет параметров ДРА.
3. Итерационный выбор электрических параметров в сочетании с геометрическими размерами ДРА.
4. Математическое моделирование антенны в пакете AWR Microwave Office (trial-версия).
5. Изготовление опытного образца ДРА.
6. Экспериментальная проверка параметров образца ДРА (определение резонансной частоты, полосы пропускания, затухания и др.).

Среди всех возможных вариантов конструкций ДРА предпочтение было отдано цилиндрической форме. Для такой антенны удобно применять аналитический метод расчета параметров, результаты которого могут быть сопоставлены с данными математического моделирования. С помощью программы AWR Microwave Office (trial-версия) был смоделирован внешний вид указанной конструкции ДРА (рис. 2), а также получена частотная характеристика возвратных потерь ДРА (рис. 3) и ее диаграммы направленности в передающем режиме (рис. 4).

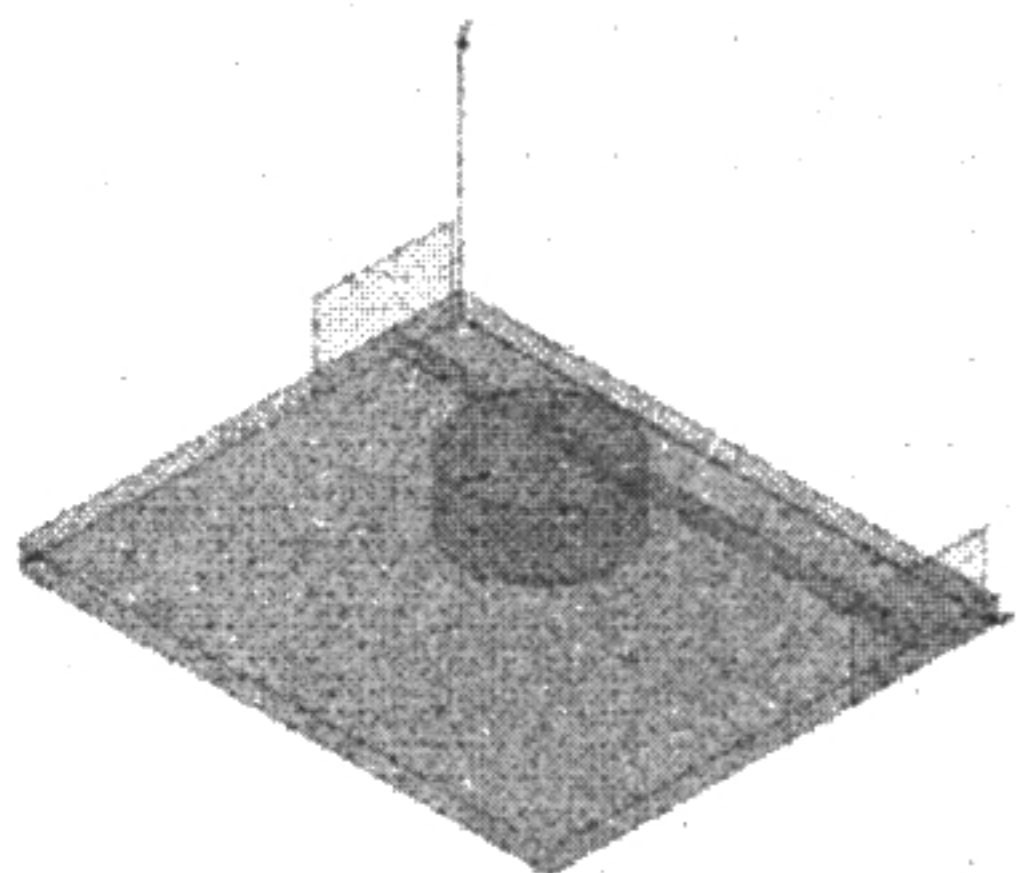


Рис. 2 – Представление ДРА в программе AWR Microwave Office (trial-версия)

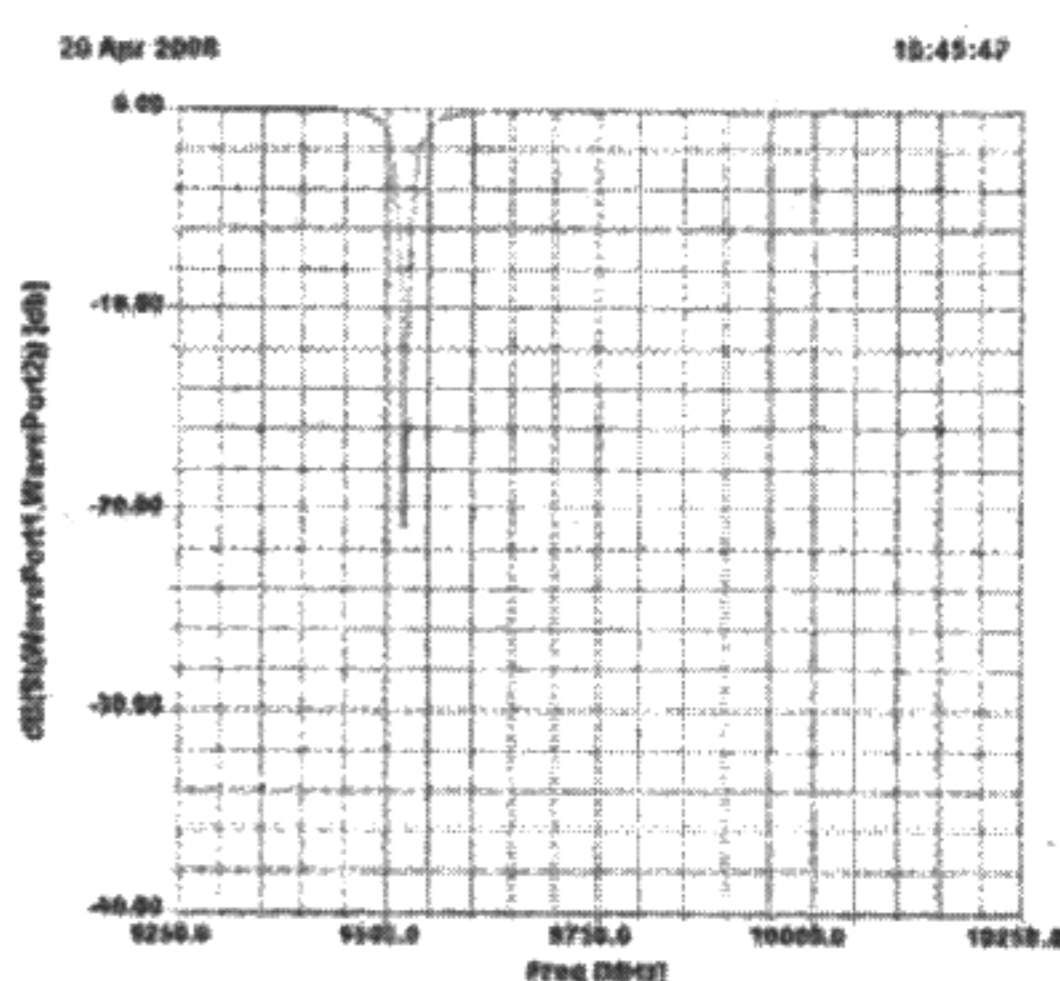


Рис. 3 – Частотная характеристика обратных потерь ДРА ( $f_0=9,548$  ГГц)

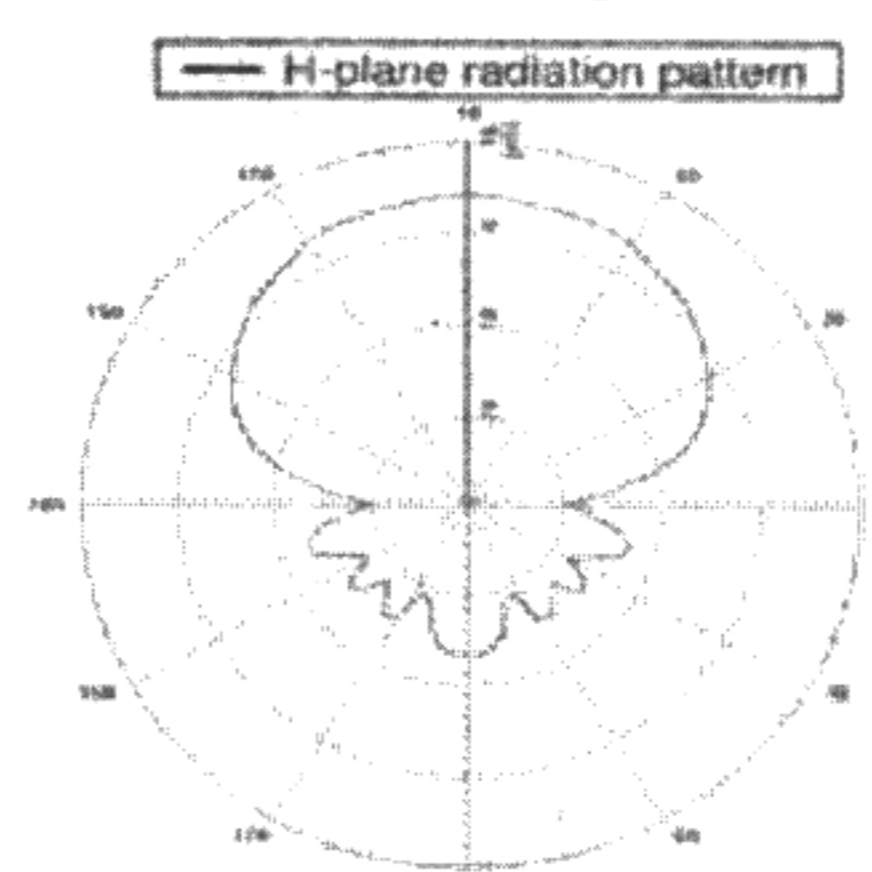
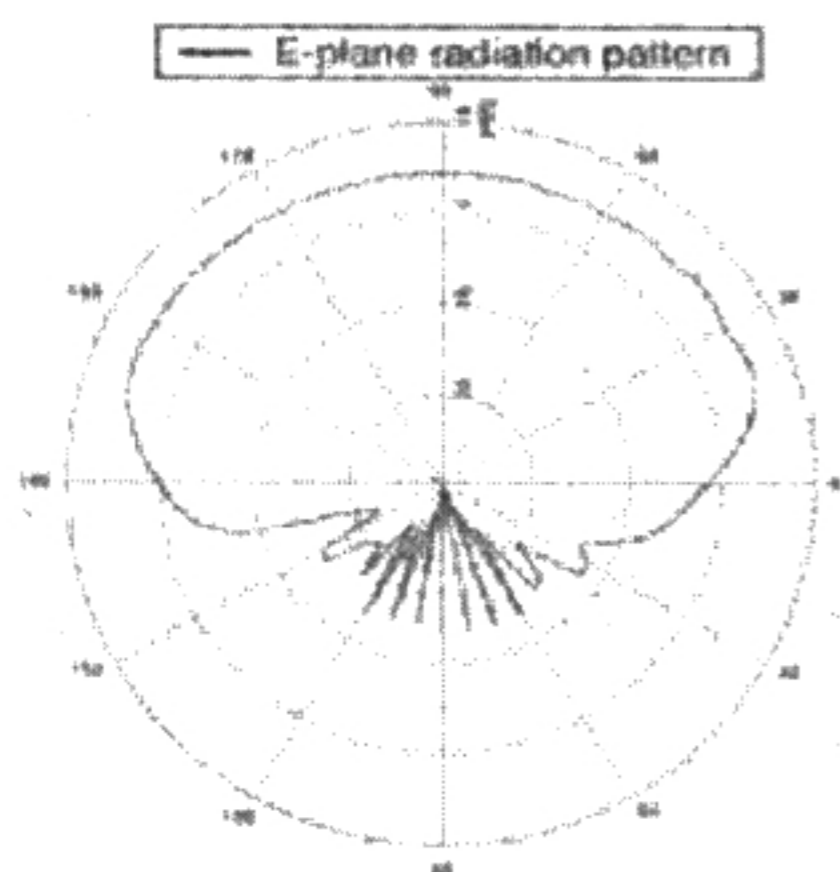
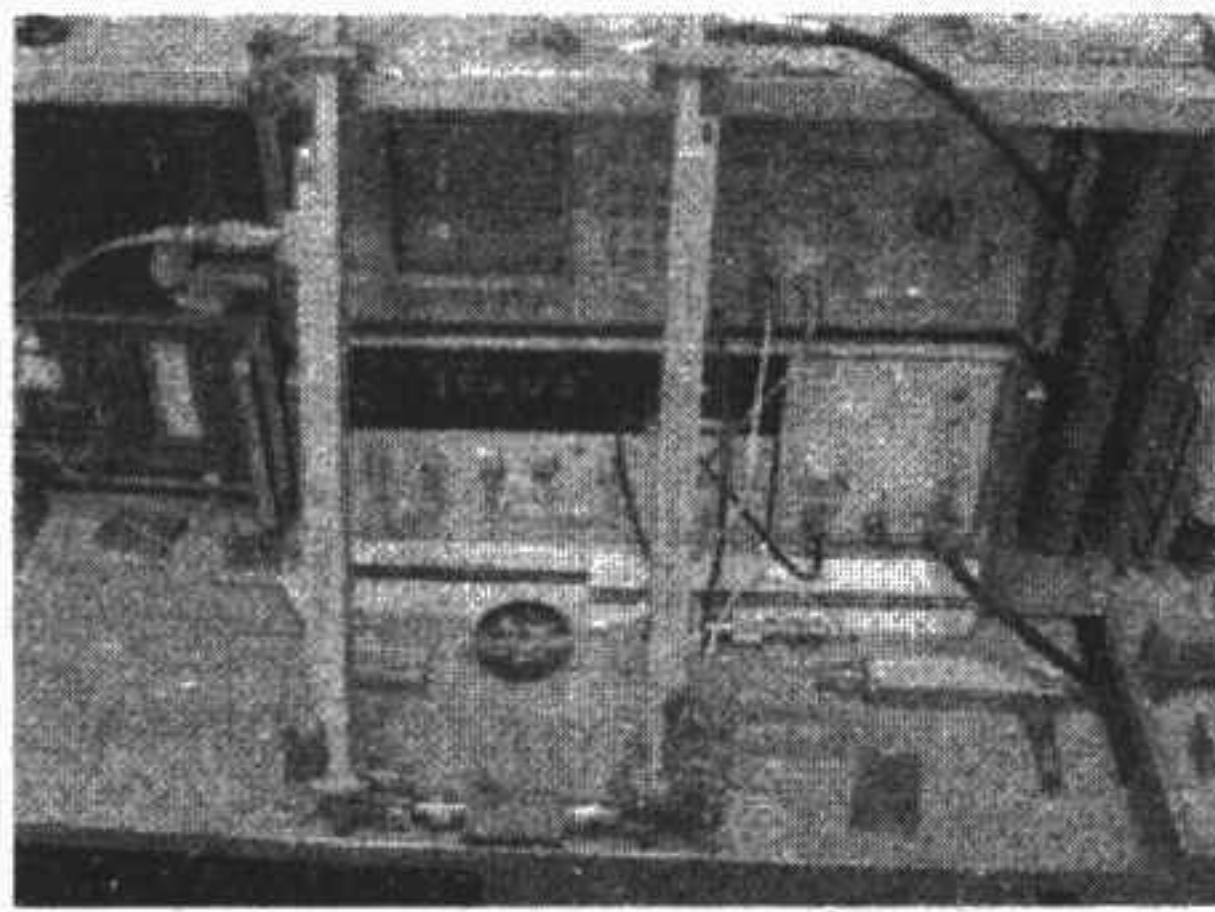
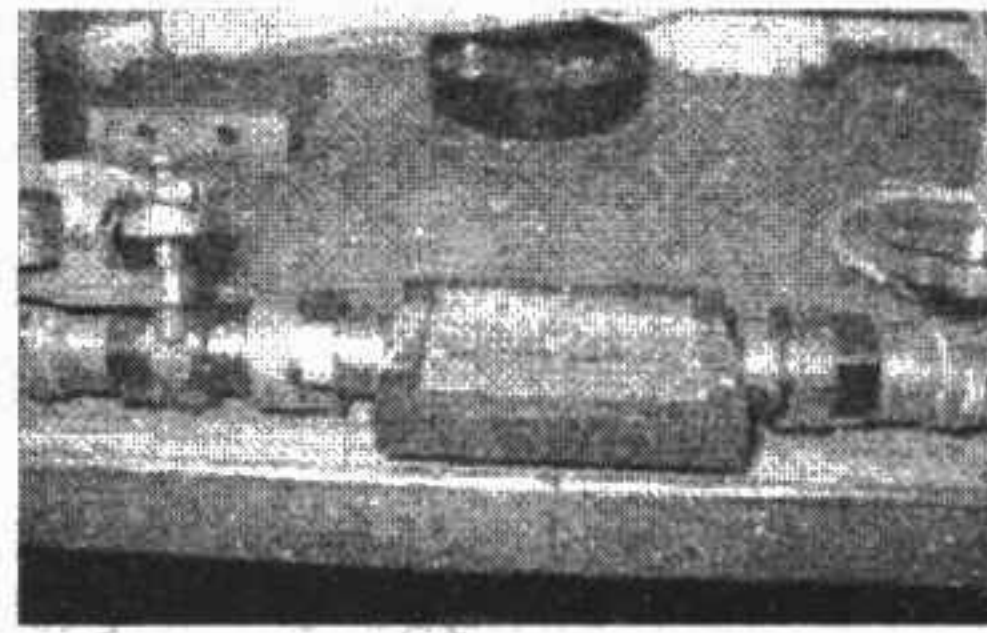


Рис. 4 – Диаграммы направленности в передающем режиме (Microwave Office (trial-версия))

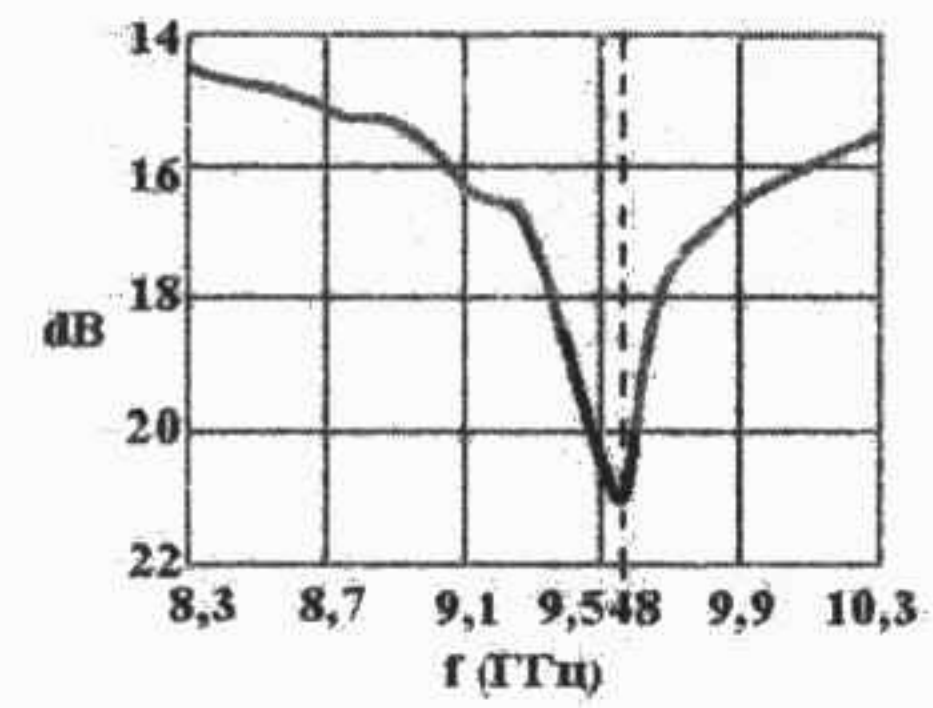
С целью проверки справедливости полученных с помощью программного пакета характеристик излучения конкретного типа конструктивного выполнения антенны программой исследований было предусмотрено выполнение физического эксперимента. На рис. 5 приведен внешний вид экспериментальной установки (а, б) и внешний вид полученной с ее помощью частотной характеристики (в).



а) без экранирования антенного модуля



б) антенный модуль



( $f_0 = 9,548 \pm 0,01$  ГГц)

в) внешний вид частотной характеристики

Рис. 5 – Внешний вид экспериментальной установки

Результаты проведенных исследований цилиндрической ДРА подтвердили предположение, что благодаря меньшим по сравнению с PIFA и фрактальными антеннами габаритам, ДРА можно размещать в корпусах микросхем трансиверов. Подобные системы на одном чипе (SoC) открывают новые возможности для широкополосной связи и весьма привлекательны в силу их компактности. Наиболее сложной задачей работы был расчет ДРА и оптимизация ее параметров с помощью пакета моделирования AWR Microwave Office. Существенно, что результаты эксперимента хорошо согласуются с данными моделирования, это подтверждает адекватность выбранного аппарата моделирования ДРА. Предложенная в данной работе методика синтеза ДРА может быть обобщена и распространена на любой диапазон волн.

#### Литература

1. Слюсар В.И. Диэлектрические резонаторные антенны. Малые размеры, большие возможности. //Электроника: НТБ. – 2007. - № 2. - С. 28 – 37; № 4. - С. 89 - 95.

### МЕТОД N-OFDM С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕДУР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СТРОБИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ БАЗИСНЫХ ФУНКЦИЙ ХАРТЛИ

Слюсар В.И., д.т.н., проф.; Васильев К.А.

Центральный НДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України  
swadim@inbox.ru,

В работе рассмотрен метод неортогональной частотной дискретной модуляции (N-OFDM) с использованием операции дополнительного стробирования в базисе функций Хартли. Применение операции дополнительного стробирования отсчетов АЦП позволяет получить дополнительный выигрыш за счёт уменьшения вычислительных затрат и, как следствие, упростить аппаратную реализацию метода N-OFDM.

### METHOD N-OFDM WITH USE OF THE ADDITIONAL GATING PROCEDURES ON THE BASIS OF BASIC FUNCTIONS HARTLEY

In work the method of non-orthogonal frequency division multiplexing (N-OFDM) with use of the additional gating operation in basis of functions Hartley is considered. Application of the additional gating operation of ADC codes allows to receive an additional advantage at the expense of reduction of computing operations and, as consequence, to simplify hardware realization of method N-OFDM.

Для частотного уплотнения сигналов и повышения спектральной плотности канала связи, как известно, может использоваться метод N-OFDM [1]. Применение преобразования Хартли (ПХ) в качестве базового преобразования позволяет отказаться от использования комплексных чисел и, как следствие, снизить вычислительные затраты, упростить аппаратную реализацию метода N-OFDM. Использование процедур дополнительного стробирования отсчетов аналого-цифрового преобразователя (АЦП) [2] позволяет получить дополнитель-