

микроэлектронного и радиоэлектронного оборудования. На сегодняшний день гексаферриты М-типа (многокомпонентные магнитные оксиды) – наиболее перспективные для практических применений. Диапазон резонансного поглощения данных материалов лежит в области 50 ГГц и существует возможность контролируемого управления поглощающими свойствами в широком диапазоне частот путем незначительного изменения химического состава. Осуществлять частотно-селективное управление поглощающими характеристиками в гексаферритах можно путем смещения частоты естественного ферромагнитного резонанса (ЕФМР) за счет изменения величины магнитокристаллической анизотропии (путем диамагнитного замещения ионов железа или внешним магнитным полем). Проведены измерения коэффициентов прохождения (ослабления ЭМИ) в диапазоне частот 25,8–78,3 ГГц и во внешних магнитных полях до 8 кЭ для керамических образцов твердых растворов Al-замещенных гексаферритов бария М-типа  $BaFe_{12-x}Al_xO_{19}$  ( $x = 0,1-1,2$ ). Показано, что замещение ионами алюминия увеличивает магнитокристаллическую анизотропию в гексаферритах М-типа и индуцирует смещение пика ЕФМР в область более высоких частот (от 51 ГГц для  $x = 0,1$  до 61 ГГц для  $x = 1,2$ ). Отмечено, что с ростом концентрации ионов алюминия амплитуда пика ЕФМР уменьшается с –30 дБ ( $x = 0,1$ ) до –20,5 дБ ( $x = 1,2$ ), обеспечивая уменьшение энергии прошедшего ЭМИ на 2–3 порядка в целом. Причиной снижения амплитуды может являться снижение магнитных потерь из-за фрустрации магнитной структуры гексаферрита. Установлено, что наложение внешнего магнитного поля (8 кЭ) позволяет контролируемо сдвигать пик резонансного поглощения в более высокочастотную область (вплоть до 78 ГГц). Это дает возможность управлять микроволновыми характеристиками допированных ионами алюминия гексаферритов бария в аномально широком частотном диапазоне (от 51 ГГц до 78 ГГц), что открывает перспективу для практических применений в СВЧ-технике и обеспечении ЭМС.

## **АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ШИФРОВАНИЯ DES НА БАЗЕ FPGA**

Н.С. Уваров, Д.И. Шуманский

В современном мире не обойтись без сохранения данных, алгоритмы шифрования присутствуют везде. В данной работе была поставлена задача реализации DES шифрования на базе FPGA с использованием конвейера. DES (Data Encryption Standard) – симметричный алгоритм шифрования, разработанный фирмой IBM и утвержденный правительством США в 1977 году как официальный стандарт. DES имеет блоки по 64 бита и 16 цикловую структуру сети Фейстеля, для шифрования использует ключ с длиной 56 бит. Алгоритм используют комбинацию нелинейных (S-блоки) и линейных (перестановки E, IP, IP-1) преобразований. Для Des рекомендовано несколько режимов. DES был национальным стандартом США в 1977- 1980 гг. но в настоящее время DES используется (с длины 56 бит) только для устаревших систем, чаще всего используют его более криптоустойчивый вид (3DES, DESX). 3DES является простой эффективной заменой DES, и сейчас он рассмотрен как стандарт. Алгоритм DES широко применяется для защиты финансовой информации. В работе был реализован алгоритм шифрования DES с конвейерной обработкой на базе FPGA. В ходе работы были получены следующие результаты: рабочая частота, аппаратные затраты и потребляемая мощность.

### **Литература**

1. Панасенко, С.П. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник / С.П. Панасенко. – СПб.: БВХ-Петербург, 2009.
2. Бибило, П.Н. Основы языка VHDL / П.Н. Бибило. – М.: Издательство ЛКИ, 2007.

## **ТОНКИЕ ПЛЕНКИ КЕСТЕРИТА НА НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ АЛЮМИНИЕВОЙ ПОДЛОЖКЕ ДЛЯ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ**

Е.А. Уткина, А.И. Воробьева, Е.А. Чекмарев

Создание автономных систем электроснабжения средств защиты информации является актуальным направлением современной электроники. Разработка недорогих и экологически безопасных фотоэлектрических элементов и батарей на их основе является одним из таких