

расчетным путем, имея данные по их конструктивно-технологическому исполнению, рабочему режиму и по величине параметров исходного полупроводника. Однако при таком методе расчета практически не удастся учесть изменение свойств исходного кремния при его технологической обработке в процессе изготовления ИС, а также состояние поверхности планарных транзисторов, которое может существенным образом сказываться на изменении параметров ИС при их облучении. Поэтому для большей достоверности расчета информацию о радиационном изменении параметров элементов схем целесообразно получить экспериментальным путем, затем использовать ее для расчета выходных параметров схем с учетом воздействия радиации. Расчетным путем определяется изменение наиболее чувствительных параметров ИС в зависимости от дозы. При таких расчетах достаточно учитывать радиационные изменения параметров транзисторов, так как изменения параметров диодов и резисторов в меньшей степени влияют на радиационную стойкость микросхем [2, 3].

Оценка радиационного изменения параметров ИС с помощью расчетно-экспериментального метода проводится в такой последовательности: изготовление тестовых структур, например транзисторов с электрическими выводами отдельных элементов; экспериментальное определение зависимости параметров моделей элементов схем от уровней воздействующей радиации; определение статистических характеристик закона распределения параметров моделей элементов в зависимости от уровней ионизирующих излучений; расчет изменения параметров ИС в зависимости от уровней радиации и определение показателей их радиационной стойкости на основе полученных зависимостей характеристик, статистических законов распределения, моделей элементов схем.

Расчет электрических параметров ИС с применением ЭВМ при воздействии непрерывных видов излучения включает в себя: матричные методы формирования математической модели интегральной микросхемы; метод сопряженных градиентов для решения системы нелинейных уравнений; метод статистического моделирования (метод Монте-Карло) для определения показателей радиационной стойкости.

Наиболее сложным при моделировании интегральных схем является выбор моделей активных элементов схем – транзисторов, диодов. Высокую точность расчета можно получить, если модель транзистора учитывает особенности планарных транзисторов микросхем [4]: наличие градиента концентрации примесей в базе; работу транзисторов при высоких уровнях инжекции; диффузию и дрейф носителей в базе; наличие эффекта вытеснения тока эмиттера к периферийной области; малый коэффициент передачи тока в инверсном включении; влияние подложки.

В процессе работы был проведен анализ методов оценки радиационной стойкости элементной базы биполярных интегральных микросхем, где подробно рассмотрены расчетно-экспериментальные методы которые могут быть использованы для прогнозирования дозовых зависимостей изменений коэффициента усиления *n-p-n*- и *p-n-p*-транзисторов.

**Список использованных источников:**

1. Зольников В.К. Моделирование реакции ИС при воздействии дозовых нагрузок ионизирующего излучения // *Вопр. атомн. науки и техники. Сер.: Физика радиац. воздействия на радиоэлектрон. аппаратуру.* 2002. Вып. 4. С. 100-101.
2. Коршунов Ф.П. Воздействие радиации на интегральные микросхемы / Коршунов Ф.П., Богатырев Ю.В., Вавилов В.А. – Мн: Наука и техника, 1986. – 254 с.
3. Першенков В.С. Поверхностные радиационные эффекты в элементах интегральных микросхем / Першенков В.С., Попов В.Д., Шальнов А.В. – М: Энергоатомиздат, 1988. – 256 с.
4. Борисенко В. Е. Моделирование цифровых биполярных ИС, работающих при радиационном воздействии / Борисенко В. Е., Езовитова А. И., Мельянец Г. И., Пацко А. И. — *Зарубежная электрон. техн.*, 1975, № 5 (101), с. 34—59.

## **МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ГАЛИЯ**

*Демиденко Е.В.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Стемпицкий В.Р. – канд. техн. наук, доцент*

По мере уменьшения технологических норм, *Si-MOS* технология приближается к максимуму своих возможностей. В связи с этим набирает актуальность вопрос использования альтернативных материалов, например *GaN*, и создания на их основе приборов [1]. Целью работы является разработка методики проектирования схемотехнических решений на основе нитрида галия. Таким образом, первоочередная задача - всестороннее теоретическое исследование.

Нитрид галлия заслуживает свое место в числе перспективных материалов, имея следующие преимущества [2]:

- высокая удельная плотность мощности (до 32,2 Вт/мм);
- высокая рабочая температура (работоспособность до 500-600 °С);
- применения для малошумящих транзисторов (фактор шума для транзистора с длиной 0,12 мкм составляет 0,53 дБ на частоте 8 ГГц);
- возможность создания гибридных и монокристаллических микросхем на GaN-транзисторах;
- низкое сопротивление во включенном режиме относительно традиционных транзисторов (снижение рассеиваемой энергии);
- высокая радиационная стойкость приборов (возможность использования для приборов специального назначения).

На сегодняшний день реализованы различные типы транзисторов СВЧ-транзисторов [3], Типовая структура транзистора на основе нитрида галлия представлена на рисунке 1 [4].

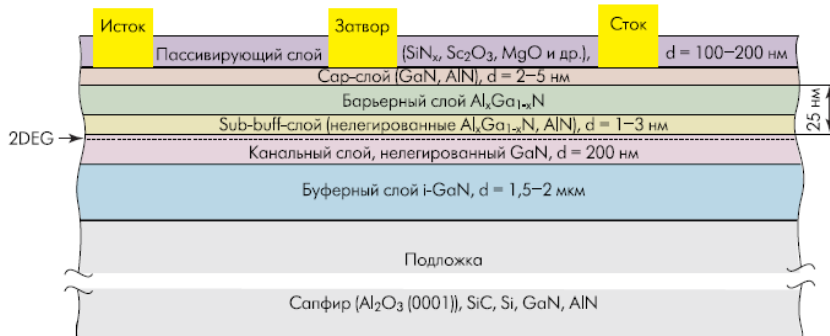


Рисунок 1 –Типовая структура транзистора на основе нитрида галлия

Для создания подобных приборов и устройств на их основе необходимо использовать современные системы проектирования, проблема данного вопроса в том, что большинство современных САПР были созданы для расчета приборов и устройств на основе кремния. В настоящее время моделирование структур на основе нитрида галлия становится возможным при использовании дополнительных пакетов для существующих САПР. В работах [1;4] представлены результаты моделирования как отдельных приборов, так и схемотехнических решений на основе нитрида галлия.

**Список использованных источников:**

1. Poornima, B. A Design Implementation of Single Stage Amplifiers using HEMT Technology / B. Poornima, P. Vasundara// International Research Journal of Engineering and Technology, Bangalore – 2017. – Vol. 04, – P. 105–110.
2. Громов, Д.В. Материаловедение для микро- и нанозлектроники: учебное пособие // Д.В. Громов, А.А. Краснюк. - М.: МИФИ, 2008. – 156 с.
3. Колосницын, Б.С. Электронные приборы на основе полупроводниковых соединений: учебно-метод. пособие // Б.С. Колосницын –Минск, БГУИР, 2006 -104.
4. Khanna, V.K. Robust HEMT Microsensors as Prospective Successors of MOSFET/ISFET Detectors in Harsh Environments // V.K. Khanna // Frontiers in Sensors, Pileri – 2013 – Vol. 1, - P. 38-48.
5. Broadband GaN HEMT Microwave Integrated Circuit for Space Applications / Osawa K. [and etc.] // Sei Technical Review, 2018 – P. 43-47.

## ПЛАЗМЕННАЯ ОБРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Яцевич Е.В., Никитюк С.А., Ткачева Я.Н.*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Котов Д.А. – к.т.н., доцент*

В данной работе проводились исследования влияния плазмы атмосферного давления на угол смачивания поверхности полимеров медицинского назначения. Обработка проводилась с помощью экспериментальной разработки, состоящей из системы питания, газовой системы и разрядной системы. В результате обработки удалось достичь уменьшения угла смачивания поверхности политетрафторэтилена в 1,5 раза от 105° до 68° за 80 секунд. Угол смачивания поверхности латексных перчаток