



ВНИИА


Федеральное государственное унитарное предприятие
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ АВТОМАТИКИ
им. Н.Л. Духова

127055, г. Москва, ул. Сущевская, 22. Тел.: 8(499)978-78-03, факс: 8(499)978-09-03

Экз. № 1

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП «ВНИИА»,
доктор экономических наук


С.Ю. Лопарёв
2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Венедиктова Максима Михайлович на тему «Методы контроля параметров полевых транзисторов, подвергающихся нейтронному воздействию», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Диссертационная работа Венедиктова М.М. посвящена вопросам разработки методов контроля и обработки экспериментальных данных, которые позволяют эффективно реализовывать при проектировании аппаратуры программные и схемотехнические решения с целью обеспечения требуемой радиационной стойкости, уменьшить объём испытаний при разработке и сократить количество итераций схемотехнической реализации радиационно-стойкой аппаратуры. В связи с этим **актуальность** диссертационной работы не вызывает сомнений.

Автором сформулирована цель диссертационной работы - разработка и практическое применение новых методов контроля физических процессов в полевых СВЧ-транзисторах Шоттки, подвергающихся статическому и импульсному нейтронному воздействию, с учётом процессов ионизации полупроводниковой структуры.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- предложен расчетно-экспериментальный метод контроля влияния нейтронного облучения на статические и ВЧ параметры GaAs полевых

транзисторов Шоттки с использованием комплекса из аналитической и численной физико - топологических моделей.

- предложен расчетно-экспериментальный метод контроля коэффициента шума GaAs полевых СВЧ-транзисторов Шоттки в момент нейтронного воздействия с использованием комплексного моделирования.

- предложен расчетно-экспериментальный метод контроля токов затвора и стока полевых СВЧ-транзисторов с длиной канала 30-300 нм в момент нейтронного облучения, с использованием комплексного моделирования.

Наиболее важные **практические результаты**, полученные автором в ходе исследований, состоят в следующем:

- экспериментально зарегистрировано увеличение коэффициента усиления и уменьшение коэффициента шума полевых транзисторов после нейтронного облучения для транзисторов с повышенной (до облучения) концентрацией активных доноров в канале прибора;

- получены зависимости коэффициента шума от времени в момент импульсного нейтронного облучения с учетом процессов ионизации при образовании кластеров радиационных дефектов;

- определены пороги сбоя интегральных схем при стационарном нейтронном облучении в области малых значений линейных потерь энергии атомов отдачи.

- определены особенности поведения полевых СВЧ-транзисторов в момент и после нейтронного облучения;

- определены статистические характеристики распределения параметров облученных изделий в партии.

- предложен подход к разбраковке партии транзисторов и интегральных схем по уровню радиационной стойкости на основе экспериментальных данных статистически значимой выборки образцов.

Предложенные в работе методы контроля были успешно использованы при выполнении ряда ОКР в филиале РФЯЦ ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова».

Эти методы рекомендуются к внедрению для параметрического мониторинга и обработки экспериментальных данных на предприятиях, занимающихся разработкой радиационно-стойкой ЭКБ, в том числе во ФГУП «РФЯЦ – ВНИИЭФ», ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина», ФГУП «ВНИИА им.Н.Л. Духова».

Автором **на защиту выносятся следующие научные положения:**

1. Разработанный расчётно-экспериментальный метод контроля параметров полевых СВЧ транзисторов Шоттки позволяет прогнозировать увеличение их коэффициента усиления и снижение коэффициента шума после воздействия нейтронного излучения.

2. Разработанный расчётно-экспериментальный метод контроля позволяет определить коэффициент шума GaAs полевых СВЧ транзисторов Шоттки в момент воздействия нейтронного излучения.

3. Разработанный расчётно-экспериментальный метод контроля позволяет определить минимальное значение потока нейтронов, необходимого для возникновения сбоя интегральных схем в области малых линейных потерь энергии атомов отдачи.

Достоверность результатов и выводов работы определяется тем, что автором применяются:

- современная аттестованная и поверенная измерительная аппаратура, оснастка и специальные экспериментальные методы исследований;

- современные методы теоретического анализа и вычислительные методики моделирования физических процессов в полупроводниковых приборах.

Предложенные автором физико-математические модели, экспериментальные подходы и методы обработки экспериментальных прошли апробацию на международных, всероссийских и региональных конференциях.

Диссертация и автореферат диссертации написаны четким техническим языком, оформлены качественно. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Результаты работы достаточно полно опубликованы в 14 работах, из них 4 статьи - в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ. Автором получено 2 патента на изобретения.

В качестве недостатков считаем необходимым отметить следующее:

1. Учитывая, что в процессе воздействия импульсного гамма-нейтронного излучения большой мощности существенно изменяются параметры всех элементов радиоэлектронной аппаратуры, а не только их шумовые характеристики, из материалов диссертации не ясно насколько важным по

сравнению с другими характеристиками аппаратуры является контроль шумовых характеристик СВЧ-транзисторов непосредственно в процессе импульсного облучения.

2. Поскольку в работе автором используется достаточно большой объем экспериментальных данных, следовало больше внимания уделить описанию научно-методического обеспечения экспериментальных исследований с оценкой погрешности определения как характеристик воздействующих излучений, так и погрешности измерения электрических параметров СВЧ-транзисторов.

3. Поскольку одним из положений, выносимых на защиту является методика определения минимального значения потока нейтронов, необходимого для возникновения сбоя интегральных схем в области малых линейных потерь энергии атомов отдачи, автору следовало в качестве материалов по подтверждению работоспособности методики привести полный набор экспериментальных результатов – от результатов воздействия ТЗЧ на ИМС до результатов реакторного облучения, а не ограничиться описанием набора исходных данных, полученных только на источниках ионов.

Отмеченные недостатки не оказывают заметного влияния на сделанные в диссертации выводы и обоснованность полученных результатов.


В целом диссертационная работа Венедиктова М.М. является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой, соответствующей критериям пунктов 9, 11-13 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Венедиктов Максим Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 - «Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий».

Отзыв рассмотрен, одобрен и принят на заседании НТС отделения физики излучений ФГУП «ВНИИА им. Н.Л. Духова». Присутствовало – 12 чел. Результаты голосования: «за» - 12 чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет. Протокол № Прот. Т0039/056-2018 от 19 ноября 2018 г.

Начальник научно-исследовательского отделения
физики излучений, доктор технических наук, СИС

 В.И. Бутин
19.11.18

Зам. начальника научно-исследовательского
отдела радиационной физики

 А.В. Макаренко
19.11.18