

ОТЗЫВ
на автореферат диссертационной работы
Билевича Дмитрия Вячеславовича на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.2.14 – Антенны, СВЧ - устройства и их технологии
Тема работы: «**Проектирование и синтез драйверов управления для много-
функциональных интегральных схем СВЧ диапазона на основе GaAs PHEMT
технологии**»

Развитие современных СВЧ систем беспроводной связи, РЛС с АФАР, систем управления и навигации и РЭБ предусматривает создание современных приемо-передающих модулей (ППМ) на основе полупроводников (ПП) группы АЗВ5 и гетероструктурных полевых транзисторов. Такие ППМ содержат переключатели прием / передача, активные и пассивные устройства с регулируемым усилением и фазой, смесители и т.д., управляемые цифровыми сигналами с блоков управления – драйверов, которые формируют напряжения и временные режимы регулируемых блоков ППМ (устройств с переменными состояниями). Реализация драйверов на технологической базе GaAs позволяет включить их в состав ППМ, повысить тактовую частоту управления и надежность ППМ. Использование в качестве базового переключательного элемента GaAs PHEMT транзистора позволяет увеличить тактовую частоту драйвера, а современная технология такого полевого транзистора на основе молекулярно-лучевой эпитаксии соединений АЗВ5 обеспечивает достаточную воспроизводимость их электрических параметров и надежность.

Системы автоматизированного проектирования (САПР) аналоговых и логических интегральных схем предполагают наличие надежных и экономичных моделей активных и пассивных элементов монолитных схем СВЧ диапазона. Естественно, точность моделирования и проектирования таких схем определяется в первую очередь точностью моделей PHEMT транзисторов в частотной и временной области работы и воспроизводимостью технологии их изготовления. При создании драйверов управления ППМ важен выбор типа транзистора – нормально закрытого или нормально открытого (или обоих), правильной структурной схемы драйвера и типа управления – параллельного или последовательно – параллельного. САПР логических схем на ПП группы АЗВ5 в настоящее время слабо разработана по сравнению с САПР аналоговых ИС. Диссертационная работа Билевича Д. В. посвящена созданию методики проектирования драйверов последовательно – параллельного типа на основе GaAs PHEMT – транзисторов и их экспериментальной проверке. За рубежом в последние 5 – 10 лет работы в этом направлении снова начаты и интенсивно развиваются. Решение проблемы создания драйверов управления ППМ на ПП АЗВ5 весьма актуально и востребовано отечественным ВПК.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

1. Предложена новая схема инвертора на основе нормально-открытых (НО) полевых транзисторов с низкой потребляемой мощностью и приемлемыми габаритами.
2. Впервые предложена методика синтеза драйверов последовательно – параллельного типа (ППТ) на основе GaAs PHEMT – транзисторов с применением генетических алгоритмов проектирования, позволяющих разумно снизить количество вариантов прорабатываемых схем драйверов и увеличить производительность разработчиков логических и аналоговых СВЧ ИС.
3. На основе расчетов базовых логических ячеек драйвера показано преимущество по точности и скорости моделирования характеристик GaAs PHEMT – транзисторов с применением модели ТОМЗ.

Степень достоверности научных результатов подтверждается: применением современных методов научных исследований; значительным объемом экспериментальных данных, полученных с помощью современного измерительного оборудования; хорошим согласием экспериментальных и расчётных данных, как самого транзистора, так и ячеек драйвера.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

1. Разработанные методики позволяют упростить автоматизировать разработку драйверов управления на основе GaAs PHEMT – транзисторов.
2. Предложенная структура инвертора на основе буферного типа логики позволяет снизить потребляемую мощность логических устройств на основе GaAs PHEMT – технологии.
3. С применением разработанной методики синтеза генетического анализа спроектирован и изготовлен последовательно-параллельный драйвер управления на основе НО полевого транзистора PHEMT – типа. Обследован один разряд драйвера ППТ – типа, который показал работоспособность на тактовой частоте сигнала 200 кГц и имел потребляемую мощность 44,5 мВт.
4. Спроектирован и изготовлен 4-х разрядный регистр сдвига, работоспособность которого проверена на тактовой частоте сигнала 64 кГц.

Основные результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на многочисленных отечественных и международных конференциях в Крыму, Омске и Томске с 2018 по 2021гг. Результаты диссертации опубликованы в 12 научных работах, в том числе 5 в зарубежных журналах. На технические решения, разработанные схемы и алгоритмы получены 3 авторских свидетельства.

Диссертация Билевича Д.В. является законченной научно-квалификационной работой. Все результаты, представленные в диссертационном исследовании, получены автором лично, либо при его непосредственном участии. В работах, опубликованных в соавторстве, автором получены существенные теоретические и практические результаты.

К сожалению, один недостаток имеется в представленной работе: не изложен выбор слоевой структуры и технология изготовления GaAs PHEMT – транзистора, однако это не снижает ценность и пионерский характер работы в целом.

Считаю, что по объему выполненных исследований, новизне и значимости полученных результатов, обоснованности выводов представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ» п.8, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор **Билевич Дмитрий Вячеславович** заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ - устройства и их технологии.

Ведущий инженер АО «НИИ «Октава» к.т.н. специальность 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах»

 Раков Юрий Николаевич

Согласен на включение в аттестационное дело и обработку моих персональных данных для процедуры защиты диссертации.

Подпись Ракова Юрия Николаевича удостоверяю
Генеральный директор АО «НИИ «Октава»



 Раков Ю.Н.

Хлыстов Игорь Васильевич