

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Билевич Дмитрия Вячеславовича**  
«Проектирование и синтез драйверов управления для многофункциональных  
интегральных схем СВЧ диапазона на основе GaAs рНЕМТ технологии»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»

Современные многофункциональные интегральные схемы СВЧ-диапазона (СВЧ МФИС) могут быть выполнены на основе различных технологий. Каждая из технологий обладает своими преимуществами и недостатками, например для получения лучших СВЧ-характеристик используются GaAs-технология, а для реализации схем управления лучше всего подходит кремниевые технологии. Однако современные тенденции таковы, что большее количество СВЧ МФИС изготавливаются на единой технологии. В случае с GaAs технологиями сложность проектирования состоит в том, чтобы спроектировать компактную и энергоэффективную схему управления на кристалле. В литературе существует множество различных решений для логической базовой ячейки, выбор которой зависит от доступных технологий и предъявляемых к СВЧ МФИС требований. И хотя проектирование логических схем на кремниевой технологии достаточно глубоко изучено, а процесс проектирования практически полностью автоматизирован, но в случае с GaAs технологией нет универсального подхода к проектированию таких схем. Учитывая вышесказанное, не оставляет сомнений, что тема диссертационного исследования Билевич Д.В. является актуальной.

В автореферате диссертации Билевич Д.В. отражено основное содержание диссертационной работы, а также выводы, сформулированные в ходе исследования. В частности, представлена новая схема базового логического элемента на основе GaAs-технологии с возможностью изготавливать исключительно нормально открытые полевые транзисторы. Предложенная схема обладает меньшей потребляемой мощностью, по сравнению с существующими типами логических схем в основе которых используются нормально открытые полевые транзисторы. Данный выигрыш по мощности обусловлен использованием резисторов с высоким значением сопротивления, а использование материала с высоким удельным сопротивлением позволяет уменьшить габариты базовой логической ячейки и драйвера управления в целом. Результаты измерений изготовленных тестовых структур доказывают работоспособность как предложенной схемы, так и устройств на её основе. Дополнительно автор предоставляет подробное описание методики синтеза последовательно-параллельного драйвера управления. Синтезируемая схема совпадает со схемой, предлагаемой автором, что подтверждает правильность выбора структуры. При этом синтез позволил

оптимизировать характеристики устройства. Также автор исследует различные типы моделей СВЧ-транзисторов, и делает вывод, что выбор модели позволяет до 5 раз сократить время моделирования.

Изготовление тестовых структур по 0,25 мкм GaAs pHEMT технологии и экспериментальные исследования выполнены на отечественном фаундри, что повышает практическую значимость полученных результатов.

В качестве замечаний следует указать на следующее:

1. В автореферате не хватает численных результатов верификации полученных моделей по ключевым характеристикам, например, среднего значения ошибки моделирования ВАХ.

2. Автор говорит, что использование предлагаемой схемы позволяет уменьшить площадь конечного устройства, но не приводит численные значения для полученного драйвера и сравнения с существующими аналогами на техпроцессе со схожими топологическими нормами.

В целом, судя по автореферату, в работе решены актуальные научные проблемы синтеза драйверов управления многофункциональных интегральных схем СВЧ-диапазона и повышения эффективности их проектирования.

Диссертационная работа Билевич Дмитрия Вячеславовича соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по научной новизне и практической значимости по специальности 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии», автор достоин присвоения учёной степени кандидата технических наук.

Филаретов Алексей Гелиевич

Кандидат физико-математических наук

Заместитель генерального директора по развитию

АО «Светлана-Рост»

Адрес: 194156, Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Энгельса, дом 27, литера АД

Тел.: (812) 313-5451

Адрес электронной почты:

a.filaretov@svrost.ru



Филаретов Алексей Гелиевич

«08» декабря 2023 г.