

## **ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

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

Работа Д.В. Билевич выполнялась в 2019-2022 гг. на кафедре физической электроники в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники.

Повышение степени интеграции интегральных схем позволяет снизить массогабаритные параметры, энергоэффективность и стоимость при массовом производстве. В состав приемо-передающего модуля входят усилители, преобразователи частоты и устройства управления фазой и амплитудой сигнала. Полупроводниковые технологии позволяют реализовать схемы разного назначения (функциональные блоки) на одном кристалле в виде многофункциональной интегральной схемы. Устройство, задающее состояние устройств с переменными состояниями (аттенюаторы, фазовращатели, коммутаторы) называется драйвером управления. Функциями драйвера являются формирование парафазных сигналов, преобразование последовательного кода в параллельный, преобразование напряжения управляющих сигналов в требуемое на затворе ключевых транзисторов. Последовательно-параллельный драйвер содержит цифровые (триггеры) и аналоговые блоки (преобразователи напряжения). Реализация цифровых схем на GaAs технологии более сложна, по сравнению с кремниевыми технологиями. Если определенный GaAs технологический процесс не позволяет изготавливать нормально закрытые транзисторы, то задача становится еще сложнее. Поэтому вопрос разработки драйверов управления СВЧ МФИС на основе исключительно нормально открытых транзисторов является актуальным.

Целью представленной работы является проектирование и разработка методики синтеза драйвера управления СВЧ МФИС на основе GaAs рНЕМТ технологии с использованием исключительно нормально открытых транзисторов.

Соискатель успешно справился с поставленными задачами. Представленное диссертационное исследование посвящено решению различных задач, необходимых для «ручного» проектирования и автоматизированного синтеза драйверов управления на основе GaAs технологии. Наиболее важными решенными задачами в исследовании являются: 1) исследование принципов проектирования и существующих схем драйвера управления на основе нормально-открытого GaAs рНЕМТ технологии; 2) разработка методики синтеза для автоматизации процесса проектирования драйвера управления; 3) исследование и сравнительный анализ моделей транзисторов подходящих для быстрого и точного моделирования логических схем на основе GaAs рНЕМТ технологии.

Все представленные в диссертации исследования выполнены соискателем самостоятельно, на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. В процессе работы Дмитрий Вячеславович проявил способности к поиску нестандартных путей решения поставленных задач, например, предложенная соискателем схема является уникальной и не встречается в литературе. Разработка как схемотехники, так и топологии выполнена соискателем полностью самостоятельно. Автоматизация процесса проектирования выполнена на высоком

самостоятельно. Автоматизация процесса проектирования выполнена на высоком уровне с точки зрения разработки программного обеспечения, при этом необходимые для этого навыки получены соискателем самостоятельно. Важно отметить, что предложенная схема была изготовлена на отечественном предприятии по контрактной разработке СВЧ монолитных интегральных схемы. Результаты измерений подтверждают работоспособность драйвера.

Исследование считаю полноценной законченной работой. Результаты исследований аспиранта опубликованы в 12 научных работах, в том числе 3 – в журналах, рекомендованных ВАК, 5 – в изданиях индексируемых в WoS или Scopus, получено 3 свидетельства о регистрации топологии интегральных микросхем. Результаты проведенных исследований использованы при выполнении гранта РФФИ и хозяйственных работ.

Считаю, что диссертация Билевич Д.В. является самостоятельным исследованием и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям положением «О порядке присуждения ученых степеней», а её автор безусловно заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук.

Научный руководитель  
кандидат технических наук

А.С. Сальников

Подпись Сальникова А.С. заверяю  
Ученый секретарь совета ТУСУР

Е.В. Прокопчук

