

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Попова Артема Александровича на тему:  
«ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НАНОГЕТЕРОСТРУКТУРНЫХ ПОЛЕВЫХ  
ТРАНЗИСТОРОВ ДЛЯ УСИЛИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ  
БЛОКОВ СВЧ МОНОЛИТНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальностям 1.3.5 – «Физическая электроника» и 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и  
их технологии»

Переход от использования в современной радиоаппаратуре объемных СВЧ интегральных схем, создаваемых на многослойной подложке и включающих дискретные элементы, к монолитным СВЧ интегральным схемам (МИС) поставил перед разработчиками СВЧ МИС несколько важных проблем, главной из которых можно считать учет ближних полей в монолитной интегральной схеме СВЧ и создание точных моделей входящих в неё компонентов, в первую очередь активных элементов. Таким образом, задача, поставленная диссертантом, является чрезвычайно актуальной. Она посвящена созданию высокоточных моделей активных элементов СВЧ МИС, таких как наногетероструктурные полевые транзисторы с высокой подвижностью электронов.

Диссертационная работа Попова А.А. посвящена исследованию и разработке методик экстракции параметров малосигнальных и нелинейных моделей СВЧ-транзисторов для систем автоматизированного проектирования СВЧ-устройств. К основным научным результатам автора, можно отнести предложенные подходы к определению параметров малосигнальных эквивалентных схем усилительных и переключательных СВЧ-транзисторов, где внешние ёмкости рассчитываются с помощью электромагнитного анализа топологии прибора, а также алгоритм сканирования, позволяющий определить физически обоснованные значения внешних сопротивлений модели переключательного транзистора. Благодаря заданному пространству поиска результат работы алгоритма приводит к экстракции положительных значений, обеспечивая при этом минимальную ошибку моделирования S-параметров, что выгодно отличает предложенную автором методику экстракции от представленных в литературе. Не менее значимыми являются результаты исследований автора в области физической компактной модели ASM-HEMT, в частности уточнение аппроксимирующих выражений для численной зависимости квазиуровня Ферми от потенциала затвора.

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается согласованностью расчётных и экспериментальных данных, а также апробацией в форме публикаций по теме исследования, выполненных работ и проектов, внедрением на предприятии.

К сожалению, из автореферата не ясно, какое программное обеспечение использовалось автором для электромагнитного анализа полей в мм диапазоне волн и какой уровень электромагнитных полей имеет место в полупроводниковой гетероструктуре исследуемых транзисторов. Возможно, что и модели СВЧ транзисторов должны включать компоненты с распределенными параметрами.

Указанные выше замечания не снижают ценности проведённых исследований.

Диссертация Попова Артема Александровича «Построение моделей наногетероструктурных полевых транзисторов для усилительных и управляющих функциональных блоков СВЧ монолитных интегральных схем» удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, имеет теоретическое и практическое значение.

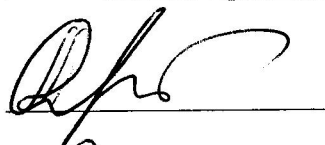
Автор диссертации, Попов Артем Александрович, безусловно, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальностям 1.3.5 – «Физическая электроника» и 2.2.14 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Курушин Александр Александрович  
Кандидат технических наук, доцент кафедры  
радиотехнических приборов и антенных систем  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Адрес: 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14, стр. 1

Тел. 8-906-749-72-10

Адрес электронной почты: [kurushin@mail.ru](mailto:kurushin@mail.ru)

Подпись



Александр Александрович Курушин

«18» июля 2023

Подпись удостоверяется

ЗАМЕСТИТЕЛЬ НАЧАЛЬНИКА  
УПРАВЛЕНИЯ ПО РАБОТЕ С ПЕРСОНАЛОМ  
Л.И. ПУЛЬБИН

