

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Маковецкой Алёны Александровны на тему: «Исследование динамики горячих электронов в полевых транзисторах на гетероструктурах с донорно-акцепторным легированием для разработки перспективных СВЧ усилителей мощности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах»

В современной СВЧ электронике России особое место занимают усилители мощности на полевых транзисторах. В настоящее время с целью повышения мощностных и частотных характеристик усилителей, ведутся исследования как в направлении разработки технологий на основе новых материалов, таких как нитрид галлия (GaN), так и совершенствования уже имеющихся серийных технологий. Первое направление требует кардинального пересмотра всего технологического цикла производства, что приводит к большим материальным и временным затратам для реализации на практике результатов теоретических исследований.

По этой причине диссертационная работа А.А. Маковецкой, посвященная исследованию DpHEMT транзисторов нового типа DA-DpHEMT, изготовленных по серийной технологии производства, и усилителей на их основе, является своевременной и актуальной. Отличительной особенностью транзисторов DA-DpHEMT является введение в гетероструктуру AlGaAs/InGaAs/GaAs дополнительных акцепторных слоев, которые позволили увеличить локализацию горячих электронов в канале и повысить удельную выходную мощность транзистора в 1,5 раза по сравнению с мировыми аналогами.

В диссертации теоретически обосновано, и экспериментально подтверждено, что уменьшение поперечного пространственного переноса носителей заряда и усиление размерного квантования в транзисторах DA-DpHEMT приводят к увеличению в 1,4 – 1,6 раза их средней дрейфовой скорости под затвором и, следовательно, максимальной рабочей частоты такого транзистора по сравнению с транзистором DpHEMT. Напротив, из-за большой энергии оптического фона при прочих равных условиях всплеск дрейфовой скорости в полевых транзисторах на основе GaN заметно ниже, чем в приборах на GaAs, а, следовательно, ниже максимальная рабочая частота.

Автором разработана схема согласования для транзистора DA-DpHEMT, и проведены экспериментальные исследования, показавшие удельную мощность более 1 Вт на миллиметр ширины затвора в X-диапазоне. Полученные в работе результаты позволяют разрабатывать перспективные усилители с повышенной выходной мощностью и высоким коэффициентом усиления в сантиметровом и миллиметровом диапазонах длин волн.

В диссертационной работе предложен метод измерений СВЧ характеристик дискретных полевых транзисторов в согласующих микрополосковых трактах с регулируемым импедансом. Он имеет практическое значение для создания гибридных усилителей мощности. Предложенная тестовая оправка, включающая медное основание с пьедесталом для транзистора и поликоровые платы с микрополосковыми элементами, обеспечивает высокую точность проектирования усилителей, поскольку, во-первых, повышается точность определения S-параметров активного элемента за счет измерения характеристик транзистора в резонансной схеме, а во-вторых, конструкция оправки приближена по особенностям монтажа к реальной схеме усилителя.

К недостаткам работы можно отнести то, что на основе предложенной автором методики не была построена нелинейная модель нового типа транзистора DA-DpHEMT. Проектирование усилителей мощности было проведено на основе линейной модели, что не позволило предсказать максимальные выходные СВЧ характеристики усилителей. Однако указанный недостаток не снижает качества работы в целом, и не влияет на ее общую положительную оценку.

Диссертационная работа А.А. Маковецкой выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне, автореферат написан грамотным техническим языком, основные результаты работы опубликованы в 15 статьях в журналах из перечня ВАК, и апробированы на 15 международных и российских конференциях.

В целом на основе автореферата можно заключить, что выполненная А.А. Маковецкой диссертационная работа на тему «Исследование динамики горячих электронов в полевых транзисторах на гетероструктурах с донорно-акцепторным легированием для разработки перспективных СВЧ усилителей мощности» представляет собой законченное научное исследование, удовлетворяющее всем требованиям ВАК – п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Алёна Александровна Маковецкая достойна присуждения ей ученой степени кандидата технических наук.

Директор по науке и НТР  
АО «Светлана-Электронприбор»,  
кандидат физико-математических наук

Владимир Николаевич Вьюгинов  
194156, Санкт-Петербург,  
пр. Энгельса, д. 27, литер С, пом. 2-Н  
E-mail: vyuginov@svetlana-ep.ru  
тел.: 8 (812) 385-00-01, доб. 25-55



В.Н. Вьюгинов