

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лапина Владимира Григорьевича  
«Новые направления создания промышленных полевых СВЧ транзисторов на  
основе арсенида галлия», представленной на соискание ученой степени доктора  
технических наук по специальностям 05.27.01 «Твердотельная электроника,  
радиоэлектронные компоненты, микро - и наноэлектроника, приборы на  
квантовых эффектах».

Перспективные разработки аппаратуры беспроводной связи, систем радиолокации, целеуказания и радиоразведки, а также широко востребованных СВЧ устройств по контролю работы двигателей, контролю движения летательных аппаратах, устройств предупреждения столкновений автомобилей и многих других связаны с прогрессом в развитии твердотельной сверхвысокочастотной (СВЧ) электроники. Одной из основных задач современной СВЧ электроники является улучшение характеристик элементной компонентной базы (ЭКБ): повышение быстродействия, рабочих частот, увеличения выходной мощности, повышение надёжности, уменьшение размеров приборов и т.д. Несмотря на большое количество разработок в этой области и сообщений о рекордных параметрах приборов, существует значительный разрыв характеристик лабораторных образцов и серийных приборов. В промышленном производстве приборы с высоким уровнем характеристик должны воспроизводимо изготавливаться на достаточно простом и дешевом оборудовании, на основе простых гетероструктур и иметь стабильные параметры, низкую стоимость.

Диссертационная работа Лапина В.Г. посвящена совершенствованию промышленных СВЧ полевых транзисторов на основе арсенида галлия в части существенного улучшения параметров и повышения их воспроизводимости.

Актуальность работы как с научной, так и с прикладной точки зрения не вызывает сомнений, так как с одной стороны разработка новой конструкции гетероструктуры и исследование ее электронных свойств дает возможность существенно расширить возможности арсенид галлиевых транзисторов, с другой стороны разработка новой конструкции полевых транзистора и технологии их получения позволяет выпускать их серийно.

Разработанные в диссертации новые конструкции DA-DрHEМТ гетероструктур и транзисторов, и оригинальные технологические приемы их изготовления позволили автору добиться впечатляющих результатов. Предложенная конструкция Г - образного затвора и развитый метод наклонного напыления затворных электродов позволили формировать затвор транзистора с длиной в 2 – 3 раза меньше, чем разрешение используемого литографического оборудования. Разработанная технология позволила существенно повысить точность смещения затвора к истоку транзистора и повысить выход годных приборов. Полевые транзисторы на основе новых гетероструктур продемонстрировали удельную выходную мощность и коэффициент усиления в 1.5 – 2 больше чем у приборов на традиционных DрHEМТ гетероструктур.

В диссертации проведен анализ физических механизмов, обеспечивающих улучшение выходных СВЧ характеристик DA-DрHEMT транзисторов и анализ тепловых режимов этих транзисторов.

В связи с этим возникает вопрос, какая максимальная удельная выходная мощность может быть достигнута в DA-DрHEMT транзисторах с учетом их нагрева? Кроме того, из автореферата не ясно, оценивалась или нет надежность DA-DрHEMT транзисторов?

Научные результаты диссертационной работы и основные положения опубликованы в достаточном объеме публикаций, апробированы на международных и всероссийских конференциях.

В целом, судя по автореферату и опубликованным работам, диссертация Лапина В.Г. содержит в себе новое решение научной проблемы, развивает направление совершенствования конструкции и технологии изготовления промышленных транзисторов. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор – Лапин В.Г. заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальностям 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро - и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах».

**Якушев Максим Витальевич**, заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН), доктор физико-математических наук

М.В. Якушев

**Научная специальность:** 01.04.10 – Физика полупроводников

**Почтовый адрес:** 630090, Россия, Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева, 13

**Телефон:** 8 (383) 333-27-72

**E-mail:** yakushev@isp.nsc.ru

Подпись Якушева Максима Витальевича заверяю.

Ученый секретарь ИФП СО РАН,

кандидат физико-математических наук



С.А. Аржанникова