

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Чернодубова Даниила Андреевича  
«Теплопроводность нитрида галлия и структур на его основе»,  
представленной на соискание учёной степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния

В работе Чернодубова Даниила Андреевича, результаты которой представлены на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, проведены исследования теплопроводности широкозонных полупроводников, а именно SiC, GaN, AlN и твердых растворов на их основе ( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ ). Актуальность исследований не вызывает сомнений, поскольку этот ряд родственных широкозонных материалов характеризуется высокой термической стойкостью, низкой собственной концентрацией носителей заряда, высокой насыщенной скоростью дрейфа носителей и высокими критическими напряженностями поля лавинного пробоя. Совокупность этих свойств обуславливает применение этих полупроводников в современной электронике. А именно, в высокотемпературной, силовой, импульсной и сверхвысокочастотной. Таким образом, исследования свойств и механизмов теплопроводности этих материалов, представляют не только фундаментальный интерес, но и носят значительный прикладной характер.

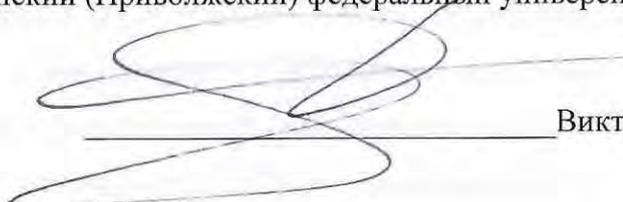
Экспериментальные данные о свойствах и механизмах теплопроводности в этих материалах получены соискателем с использованием одного из наиболее надёжных методов измерений коэффициента теплопроводности, а именно трёхчастотным методом 3-омега ( $3-\omega$ ), в экспериментальной имплементации которого Чернодубов Д.А. принимал участие. Отличительная особенность метода  $3-\omega$  заключается в том, что он позволяет с высокой точностью исследовать теплопроводность тонкоплёночных (субмикронных) образцов, что было использовано Чернодубовым Д.А. для измерений абсолютной величины теплопроводности слоёв составляющих гетероструктуру  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{AlGaIn}/\text{GaN}$ . Анализ полученных экспериментальных данных, выполненный с использованием модели Каллуэя и модели виртуального кристалла Абелеса, позволил Чернодубову Д.А. получить актуальный результат важного прикладного значения. А именно, что при толщине слоя GaN в 3.6 мкм общее тепловое сопротивление структуры минимально.

Стоит отметить и фундаментальный характер результатов, полученных соискателем. А именно, детальное исследование эффекта фононной фокусировки и описание его влияния на теплопроводность гексагональных полупроводников с использованием феноменологической модели.

Изложенные в диссертации результаты опубликованы в 5 статьях в отечественных и зарубежных научных журналах, соответствующих научной тематике работы соискателя и представлены на соответствующих конференциях. Автореферат довольно полно и в доступной форме раскрывает содержание основных результатов выносимых на защиту. Замечаний к автореферату нет. На основании содержания автореферата и публикаций считаю, что диссертация Чернодубова Даниила Андреевича соответствует всем требованиям, предъявляемым Высшей аттестационной комиссией Российской Федерации к кандидатским диссертациям (п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. в редакции, утверждённого постановлением Правительства РФ № 335 от 21.04.2016 г.). Автор диссертации, Чернодубов Даниил Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

12.05.2021, г. Казань

кандидат физико-математических наук, научный сотрудник,  
Кафедра квантовой электроники и радиоспектроскопии,  
Научно-исследовательская лаборатория магнитной радиоспектроскопии и квантовой электроники им. С.А. Альтшулера  
ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»



Виктор Андреевич Солтамов

420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д.18.  
тел.: +7(843) 292-64-80, e-mail: [VASoltamov@kpfu.ru](mailto:VASoltamov@kpfu.ru)

