

## Заключение

экспертной комиссии, созданной решением диссертационного совета 6D.KOA-031 (Протокол №24 от 26.11.2020) при Физико-техническом институте имени С.У. Умарова Национальной академии наук Республики Таджикистан по диссертационной работе Алидодова Тутишо Мералишоевича на тему «Исследование внутренних напряжений лазерных диодов на основе двойных гетероструктур GaInAsP/InP по их излучательным характеристикам», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния».

Экспертная комиссия диссертационного совета 6D.KOA-031 при Физико-техническом институте имени С.У. Умарова Национальной академии наук Республики Таджикистан в составе: председателя комиссии - к.ф.-м.н., Абдурасулова Анвара Абдурасуловича; членов комиссии – д.ф.-м.н. Акдодова Данаёра Мавлобахшовича и кандидата химических наук Холова Алимахмада на основе изучения и обсуждения содержания диссертационной работы и автореферата диссертации Алидодова Т.М. предлагает следующее заключение:

### 1. Сведения о соискателе

Соискатель ученой степени кандидата физико-математических наук имеет высшее профессиональное образование, окончил в 1988 году Физический факультет Таджикского государственного университета имени В.И. Ленина (ныне Таджикский национальный университет) по специальности физика. С 01.09.2017г. является соискателем ФТИ имени С.У.Умарова НАНТ по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Им успешно сданы кандидатские экзамены, о чем имеется справка (Удостоверение № 655) Президиума АН РТ от 25 декабря 2019 г.

Имеется положительное решение расширенного совместного физического семинара ФТИ имени С.У.Умарова, НТУ и ТТУ имени акад. М.С. Осими от 24 декабря 2019 г. о рекомендации диссертационной работы к защите. Представленные документы и информация соответствуют требованию пп 4. Положения «Порядок присвоения учёных степеней и присуждения учёных званий» (утв. Постановлением Правительства Республики Таджикистан от 26 ноября 2016 года № 505).

## **II. Соответствие темы и содержания диссертации**

Изучив материалы диссертационной работы и автореферата диссертации Алидодова Тутишо Мералишоевича экспертная комиссия отметил следующее:

**Актуальность темы.** Бурное развитие информационной технологии, радио- и оптоэлектроники, поставило задачи уменьшения размеров и увеличения работоспособности современных электронных приборов и оборудования. Необходимость использования микроскопических элементов для решения этой задачи фактически исключала использование омических контактов и стимулировала поиск других способов, в частности, оптических способов взаимодействия элементов. Одним из эффективных путей успешного решения этой проблемы оказалось использование полупроводниковых излучающих диодов. Не без основания, серии работ Российского физика Ж. Алфёрова в этом направлении была присуждена Нобелевская премия. Тема диссертационной работы Алидодова Т.М. относится именно этой актуальной области современной науки.

Основной целью диссертационной работы определён поиск путей улучшения излучательных характеристик лазерных диодов с двойной гетероструктурой на основе GaInAsP/InP путём наведения упругого

напряжения посредством подбора концентрации компонентов и толщины активного слоя гетероструктуры.

Правильный выбор объекта, изучение и анализ существующих научных работ по исследуемой теме, а также проведение экспериментального и модельного исследований поставленной задачи позволили диссертанту получить ряд новых и интересных результатов в области решения проблемы создания стабильно работающих перестраиваемых полупроводниковых лазеров (или СИД).

**Разработана** методика определения диффузионной длины электронов и дырок в структурах  $pInP-n^{\circ}InP-nGaInAsP-nInP$  по спектру электролюминесценции.

**Показано**, что диффузионная длина  $L$  носителей сильно зависит от уровня легирования, причём с ростом последнего диффузионная длина  $L$  уменьшается как для электронов, так и для дырок.

**Получен** относительный рост внешнего квантового выхода излучения СИД на основе гетероструктур GaInAsP/InP путём их селективного химического травления.

**Показана** возможность изменения длины волны излучения и стабилизации частоты лазера при помощи микрохолодильника на основе элемента (эффекта) Пельтье, что ещё больше расширяет область использования полупроводниковых лазеров.

**Определена** зависимость длины излучения лазерного диода от величины одноосного давления.

**Исследована** спектральная зависимость степени линейной поляризации спонтанного излучения диодов на основе гетероструктур GaInAsP/InP. С использованием поляризационной методики рассчитаны величины внутреннего напряжения в активном слое при толщине  $d > 0,1$  мкм.

**Определён** вклад поляризационно-размерного эффекта при толщине активной области менее 0,1 мкм и разработана методика расчёта внутренних напряжений.

**Разработана** модель лазерного диода и методика расчёта внутренних напряжений в многослойных гетероструктурах на основе GaInAsP/InP. На основе разработанной модели произведены численные расчёты внутренних напряжений во всех слоях гетероструктуры на основе GaInAsP/InP с различной толщиной активного слоя.

Полученные в диссертации результаты имеют большую **практическую значимость**. Оптимизация характеристик лазерного излучения, обеспечение термостабилизации частоты излучения, стабилизация и плавная перестройка длины волны излучения позволяют повысить надёжность оптической системы связи и сократить расходы при создании и эксплуатации волоконно-оптических линий связи.

Приведённые в диссертации математические модели и численные расчёты могут быть использованы для оптимизации конструкции лазеров, при проектировании и изготовлении лазерных диодов с заданными параметрами излучения, для повышения эффективности проектирования волоконно-оптических линии связи и других устройств современной оптоэлектроники.

**Достоверность** полученных в диссертации результатов обоснована использованием современных стандартов исследования, тщательной калибровкой измерительных приборов, обеспечением воспроизводимости экспериментальных результатов.

Материалы диссертации прошли хорошую апробацию в научных публикациях и на научных конференциях. По материалам диссертации опубликованы 13 научных работ, 7 из которых в рецензируемых журналах из Перечня ВАК при Президенте РФ. Публикации и автореферат в достаточной мере отражают содержание диссертации.

Оригинальность содержания диссертации составляет 85,56%.

Вместе с тем в диссертации имеются некоторые недостатки и упущения.

Слишком большой объем первой, обзорной главы (33ст.). Имеет место повторение текста (параграфы 2.3и 2.5)

В целом, по мнению экспертной комиссии рецензируемая диссертационная работа является законченной научно–исследовательской работой, содержащей новый подход к исследованию полупроводниковых излучающих диодов. В диссертации получен ряд новых и оригинальных результатов по улучшению квантового выхода светоизлучающих диодов, по стабилизации и управлению частотой (длиной волны) полупроводниковых излучающих диодов, которые имеют большое научно-прикладное значение.

Тема и содержание диссертационной работы Алидодова Т.М. «Исследование внутренних напряжений лазерных диодов на основе двойных гетероструктур GaInAsP/InP по их излучательным характеристикам», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния» вполне соответствует паспорту диссертационного совета 6D.KOA-031 при Физико-техническом институте имени С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистан.

Экспертная комиссия рекомендует:

1. Принять к защите на диссертационном совете 6D.KOA-031 при Физико-техническом институте имени С.У. Умарова Национальной академии наук Республики Таджикистан диссертационную работу Алидодова Тутишо Мералишоевича «Исследование внутренних напряжений лазерных диодов на основе двойных гетероструктур GaInAsP/InP по их излучательным характеристикам», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07- «Физика конденсированного состояния».



2. В качестве **официальных оппонентов** назначить следующих учёных-специалистов по направлению темы диссертации:

- **Каримов Хасан Сангинович** - доктор физико-математических наук, по специальности 01.04.07 - Физика конденсированного состояния, в.н.с. отдела новых технологий Государственного научного учреждения «Центр инновационного развития науки и новых технологий» при Национальной академии наук Таджикистана;

- **Акрамова Рухшона Ятимовна** – кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния», заведующей кафедрой общей и теоретической физики Кулябского государственного университета имени А.Рудаки.

3. В качестве **ведущей организации** рекомендуется Государственный образовательный учреждения “Худжандский государственный университет имени академика Б.Г. Гафурова”.

Председатель комиссии,  
кандидат ф-м.н., доцент



Абдурасулов А.А.

Члены комиссии:  
д.ф-м.н., профессор



Акдодов Д.М.

к.х.н., с.н.с.



Холов А.

Подписи доцента Абдурасулова А.А.,  
профессора Акдодова Д.М.  
и с.н.с. Холова А. заверяю.

Начальник ОК  
ФТИ им. С.У. Умарова НАНТ



Бахтибекова Г.О.