

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.340.01, СОЗДАННОГО  
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ НИЖЕГОРОДСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 18.06.2025 № 4

О присуждении Самарцеву Илье Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Излучающие и фоточувствительные гетероструктуры на длины волн более 1 мкм, выращенные методом МОС-гидридной эпитаксии на подложках GaAs и Si» по специальности 1.3.11. Физика полупроводников – принята к защите 8 апреля 2025 г. (протокол заседания № 3) диссертационным советом 24.2.340.01, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 603022, г. Нижний Новгород, просп. Гагарина, 23, приказ от 11.04.2012 г. №105/нк о создании диссертационного совета.

Соискатель Самарцев Илья Владимирович, 28 февраля 1991 года рождения. В 2015 году соискатель окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», в 2019 году закончил освоение программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре очной формы обучения по направлению подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный

исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», работает в должности младшего научного сотрудника Научно-исследовательской лаборатории "Лаборатория радиофотоники" Научно-исследовательского физико-технического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в отделе твердотельной электроники и оптоэлектроники (отдел № 2) Научно-исследовательского физико-технического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент Дорохин Михаил Владимирович, заведующий лабораторией спиновой и оптической электроники Научно-исследовательского физико-технического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского».

Официальные оппоненты:

1. Мармалюк Александр Анатольевич, доктор технических наук, Акционерное общество «Научно-исследовательский институт «Полюс» имени М.Ф. Стельмаха», Научно-производственный комплекс «Квантовая электроника и радиофотоника», начальник научно-технического центра;
2. Литвинов Владимир Георгиевич, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина», кафедра «Микро- и наноэлектроника», заведующий кафедрой,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ», г. Санкт-Петербург), в своем положительном отзыве, составленном и подписанном доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры Микро- и наноэлектроники Зубковым Василием Ивановичем, подписанном доктором физико-математических наук, доцентом, заведующим кафедрой Микро- и наноэлектроники Комковым Олегом Сергеевичем и секретарём кафедры Микро- и наноэлектроники, кандидатом физико-математических наук, доцентом Александровой Ольгой Анатольевной, и утверждённом доктором технических наук, профессором, проректором по научной и инновационной деятельности СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Семеновым Александром Анатольевичем, указала, что «выбранная тема исследований является актуальной, а представленные в диссертационной работе И.В. Самарцева результаты вносят значительный вклад в физику полупроводников в части развития физических основ технологических методов получения полупроводниковых материалов и структур пониженной размерности, а также в части создания компонентной базы для оптоэлектроники». В отзыве ведущей организации делается вывод, что диссертационная работа соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а её автор, Самарцев Илья Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11. Физика полупроводников.

Соискатель имеет 50 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 46 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 9 работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации – публикации в научных журналах, входящих в Перечень ВАК, и (или) индексируемых в международных базах цитирования Web of Science и Scopus:

1. Aleshkin, V.Ya. Monolithically integrated InGaAs/GaAs/AlGaAs quantum well laser grown by MOCVD on exact Ge/Si (001) substrate / V.Ya. Aleshkin, N.V. Baidus, A.A. Dubinov, A.G. Fefelov, Z.F. Krasilnik, K.E. Kudryavtsev, S.M. Nekorkin, A.V. Novikov, D.A. Pavlov, **I.V. Samartsev**, E.V. Skorokhodov, M.V. Shaleev, A.A.

Sushkov, A.N. Yablonskiy, P.A. Yunin, D.V. Yurasov. //Applied Physics Letters. – 2016. – V. 109, № 6. – P. 061111.

**Вклад соискателя:** 1) участие в процессе эпитаксиального роста отдельных слоёв структуры, 2) регистрация спектров электролюминесценции, 3) обработка и анализ данных.

2. Алешкин, В.Я. Технология изготовления лазерных диодов из структур GaAs/InGaAs/AlGaAs, выращенных на Ge/Si подложке / В.Я. Алешкин, Н.В. Байдусь, А.А. Дубинов, К.Е. Кудрявцев, С.М. Некоркин, А.В. Новиков, А.В. Рыков, **И.В. Самарцев**, А.Г. Фефелов, Д.В. Юрасов, З.Ф. Красильник // Физика и техника полупроводников. – 2017. – Т. 51, № 11. – С. 1530–1533.

**Вклад соискателя:** 1) участие в процессе эпитаксиального роста отдельных слоёв структуры, 2) регистрация спектров электролюминесценции, 3) исследование вольтамперных и ваттамперных характеристик, 4) обработка и анализ данных.

3. Самарцев, И.В. Фотоприемники с активной областью InGaAs и метаморфным буферным слоем InGaP, выращенные на подложках GaAs / **И.В. Самарцев**, С.М. Некоркин, Б.Н. Звонков, В.Я. Алешкин, А.А. Дубинов, И.Ю. Пашенькин, Н.В. Дикарева, А.Б. Чигинева // Физика и техника полупроводников. – 2018. – Т. 52, № 12. – С. 1460–1463.

**Вклад соискателя:** 1) разработка конструкции метаморфных слоев, 2) участие в процессе эпитаксиального роста, 3) регистрация спектральных характеристик, 4) исследование температурной зависимости вольтамперных характеристик, 5) обработка и анализ данных, 6) написание текста статьи.

4. Samartsev, I.V. 1,06  $\mu\text{m}$  wavelength photodetectors with metamorphic buffer layers grown on GaAs substrates / **I.V. Samartsev**, S.M. Nekorkin, B.N. Zvonkov, N.V. Dikareva, A.V. Zdoroveyshchev, A.V. Rykov, N.V. Baidus // Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing. – 2018. – V. 1124, № 4. – P. 041037.

**Вклад соискателя:** 1) разработка конструкции метаморфных слоев, 2) участие в процессе эпитаксиального роста, 3) регистрация спектральных характеристик, 4) исследование вольтамперных характеристик, 5) исследование шероховатости поверхности полученных структур, 6) обработка и анализ данных, 7) написание текста статьи.

5. Самарцев, И.В. InGaAs фотодиод с пониженным темновым током на диапазон 1,17–1,29 мкм с дискретным метаморфным буферным слоем / **И.В. Самарцев**, Б.Н. Звонков, Н.В. Байдусь, А.Б. Чигинева, К.С. Жидяев, Н.В. Дикарева, А.В. Здоровейщев, А.В. Рыков, С.М. Планкина, А.В. Нежданов, А.В. Ершов // Физика и техника полупроводников. – 2023. – Т. 57, № 6. – Р. 495–500.

**Вклад соискателя:** 1) разработка конструкции метаморфных слоев, 2) участие в процессе эпитаксиального роста, 3) регистрация спектров внешнего квантового выхода фотодиодов, 4) исследование температурной зависимости вольтамперных характеристик, 5) обработка и анализ данных, 6) написание текста статьи.

6. Алешкин, В.Я. Стимулированное излучение на длине волны 1,3 мкм в метаморфной структуре InGaAs/InGaAsP с квантовыми ямами, выращенной на подложке Ge/Si (001) / В.Я. Алешкин, Н.В. Байдусь, О.В. Вихрова, А.А. Дубинов, Б.Н. Звонков, З.Ф. Красильник, К.Е. Кудрявцев, С.М. Некоркин, А.В. Новиков, А.В. Рыков, **И.В. Самарцев**, Д.В. Юрасов // Письма в Журнал технической физики. – 2018. – Т. 44, № 16. – С. 67–74.

**Вклад соискателя:** 1) разработка конструкции метаморфных слоев, 2) участие в процессе эпитаксиального роста, 3) регистрация спектров внешнего квантового выхода фотодиодов, 4) обработка и анализ данных.

7. Samartsev, I.V. Epitaxial structures for low-barrier mixing microwave diodes grown on a GaAs substrate / **I.V. Samartsev**, S.M. Nekorkin, B.N. Zvonkov, A.V. Rykov, A.B. Chigineva, Yu.I. Chechenin, A.A. Chilikov, S.V. Pankov // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. – 2023. – V. 87, № 6. – P. 857–861.

**Вклад соискателя:** 1) разработка конструкции метаморфных слоев, 2) участие в процессе эпитаксиального роста, 3) обработка и анализ данных, 4) написание текста статьи.

8. Рыков, А.В. Влияние состава зародышевого слоя AlGaAs на формирование антифазных доменов в структурах (Al)GaAs, выращенных газофазной эпитаксией на подложках Ge/Si(100) / А.В. Рыков, Р.Н. Крюков, **И.В. Самарцев**, П.А. Юнин, В.Г. Шенгуров, А.В. Зайцев, Н.В. Байдусь // Письма в Журнал технической физики. – 2021. – Т. 47, № 8. – С. 37.

**Вклад соискателя:** 1) разработка конструкции метаморфных слоев, 2) участие в процессе эпитаксиального роста, 3) обработка и анализ данных, 4) написание текста статьи.

9. Дорохин, М.В. Методы переключения поляризации излучения в GaAs лазерных диодах / М.В. Дорохин, Б.Н. Звонков, П.Б. Демина, Н.В. Дикарева, А.В. Здоровейщев, А.В. Кудрин, О.В. Вихрова, **И.В. Самарцев**, С.М. Некоркин // Журнал технической физики. – 2021. – Т. 91, № 9. – С. 1409.

**Вклад соискателя:** 1) участие в разработке конструкции структуры и в процессе её получения, 2) регистрация суммарного спектра электролюминесценции лазерных диодов, 3) обработка и анализ данных.

Личный вклад соискателя в опубликованные по теме диссертации работы является определяющим. Остальные результаты, приведённые в опубликованных работах, получены в соавторстве при его непосредственном участии. Соискатель принимал непосредственное участие в обсуждении и анализе полученных результатов и подготовке работ к печати. Сведения о приведенных в диссертации опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты его диссертации, достоверны.

На автореферат диссертации поступило 5 отзывов:

1. Васильевский Иван Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры «Физики конденсированных сред» института нанотехнологий в электронике, спинтронике и фотонике Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», отмечает в своем отзыве, что «Существенной новизной диссертационной работы для отечественной науки и техники является изучение достаточно редкой антимонидно-арсенидной гетеросистемы  $\text{GaAs}_{1-x}\text{Sb}_x$ . Диссертационная работа содержит три оригинальные главы, а описанные в них результаты имеют высокий уровень».

Отзыв содержит два замечания:

- 1) «использование дискретных метаморфных буферных слоев на основе встречно рассогласованных по параметру решетки полупроводников переменной толщины создает периодическое поле деформаций, возможно приводящих к избыточным деформациям обратного знака в сравнении с плавным или ступенчатым типами метаморфного буферного слоя»;

- 2) «методически было бы полезно использовать рентгеновскую дифрактометрию для анализа состава и кристаллического совершенства исследуемых метаморфных буферов и структур в целом».

Отзыв положительный.

2. Родионова Валерия Викторовна, кандидат физико-математических наук, директор НОЦ «Умные материалы и биомедицинские приложения» Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта отмечает в своем отзыве, что «Результаты диссертации имеют высокий потенциал применения и перспективы на рынке, способствуя активному развитию нового поколения чипов и коммуникационного оборудования». Отзыв содержит следующее замечание: «для оценки кристаллического качества структур серии А были сопоставлены интенсивности фотолюминесценции для разных образцов (рисунок 2). Данный способ сопоставления является косвенным и требует детализированного обоснования, в автореферате подобное обоснование отсутствует». Отзыв положительный.

3. Беляков Владимир Алексеевич, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, АО «НПП «Салют» отмечает в своем отзыве, что «Важным практическим результатом, полученным в диссертационной работе Самарцева И.В., является достижение низкого значения темнового тока фотодиодов, изготовленных на основе метаморфных буферных слоев со ступенчатым и дискретным способом изменения состава, а также достижение наличия стимулированного излучения на длине волны 1,3 мкм в лазерных структурах, выращенных на неотклоненной подложке Si». Отзыв содержит следующее замечание: «из автореферата не ясно насколько стабильными характеристиками обладают светоизлучающие диоды, полученные в настоящей работе». Отзыв положительный.

4. Мухаматчин Камиль Рафаилович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых сервисов управления факультета информационных технологий Нижегородского государственного педагогического университета имени Козьмы Минина отмечает в своем отзыве, что «Полученные результаты обуславливают практическую значимость диссертационной работы, которая заключается в разработке новых лабораторных

технологий формирования эффективных источников и приёмников излучения на подложках GaAs и Si, работающих в диапазоне более 1 мкм». Отзыв положительный, не содержит замечаний.

5. Ковальский Владимир Александрович, кандидат физико-математических наук, младший научный сотрудник Института проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов РАН в своем отзыве отмечает, что «диссертационная работа представляет существенный научный интерес и посвящена актуальной проблеме». Отзыв положительный, не содержит замечаний.

Все отзывы на автореферат диссертации положительные, в них отмечается актуальность темы исследования, новизна результатов, их научная и практическая значимость, а также делается вывод, что рассматриваемая диссертация соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а соискатель И.В. Самарцев заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11. Физика полупроводников.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью в научном сообществе среди специалистов в области физики полупроводников, наличием значительного числа публикаций, посвященных получению и исследованию полупроводниковых структур и, как следствие, тематической близостью их научных исследований и диссертационной работы соискателя, связанной с исследованием полупроводниковых гетероструктур, полученных методом МОС-гидридной эпитаксии и рассогласованных по параметру решетки с подложкой.

На кафедре микро- и нанoeлектроники ведущей организации – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» работает более пятидесяти высококвалифицированных преподавателей и научных сотрудников. Её научная деятельность связана с дизайном и синтезом новых материалов и систем неорганической и органической природы, для создания интеллектуальной оптоэлектроники и нанотехники нового поколения авиационно-космического, ядерно-энергетического, и биомедицинского назначений, а также



инфокоммуникационной экосистемы Российской Федерации.

Первый официальный оппонент, доктор технических наук Мармалюк Александр Анатольевич – высококвалифицированный специалист в области физики полупроводниковых лазеров и фотодиодов, и технологии получения полупроводниковых структур методом МОС-гидридной эпитаксии.

Второй официальный оппонент, доктор физико-математических наук, доцент Литвинов Владимир Георгиевич – высококвалифицированный специалист в области исследований полупроводниковых структур.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**исследованы новые конструкции** метаморфных буферных слоев  $\text{In}_{0,3}\text{Ga}_{0,7}\text{As}/\text{GaAs}$  с дискретным изменением состава в условиях МОС-гидридной эпитаксии; и составных метаморфных слоев на основе «дислокационных фильтров» и  $\text{A}^3\text{B}^5$  метаморфных слоев, выращенных на неотклоненной подложке Si;

**впервые получены** методом МОС-гидридной эпитаксии:

- фоточувствительные  $\text{In}_{0,3}\text{Ga}_{0,7}\text{As}$  гетероструктуры с дискретным метаморфным буферным слоем на подложке GaAs приборного качества, то есть с плотностью прорастающих дислокаций ниже  $10^6 \text{ см}^{-2}$ ;

- фотодиоды с фоточувствительной областью  $\text{In}_{0,3}\text{Ga}_{0,7}\text{As}$  на подложке GaAs с плотностью темнового тока при комнатной температуре и обратном смещении - 5 В равной  $8 \times 10^{-5} \text{ А/см}^2$ ;

**доказано**, что при выращивании структур на основе материалов  $\text{A}^3\text{B}^5$  на неотклоненной искусственной подложке Ge/Si методом МОС-гидридной эпитаксии соотношение скоростей роста антифазных доменов  $\text{A}^3\text{B}^5$  немонотонно зависит от состава дислокационного фильтра. При составе дислокационного фильтра, соответствующего минимуму соотношения скоростей, формирование одного из антифазных доменов подавляется.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**изложены** результаты исследования моделей токопереноса и анализа в полупроводниковых структурах с сильным рассогласованием кристаллических решеток;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использованы** методы просвечивающей электронной микроскопии, спектроскопии фото- и электролюминесценции, спектроскопии комбинационного рассеяния света;

**раскрыты:**

- 1) физические механизмы, обуславливающие снижение интенсивности сигнала фотолюминесценции квантовых ям  $\text{In}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}/\text{GaAs}_{1-x}\text{Sb}_x$ , выращенных на основе метаморфных буферных слоев методом МОС-гидридной эпитаксии;
- 2) механизмы токопереноса в фотодиодах на основе  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{P}$  метаморфных буферных слоев со ступенчатым изменением состава и  $\text{In}_{0,3}\text{Ga}_{0,7}\text{As}/\text{GaAs}$  метаморфных буферных слоев с дискретным изменением состава;
- 3) факт отсутствия полной релаксации механических напряжений в  $\text{In}_{0,3}\text{Ga}_{0,7}\text{As}/\text{GaAs}$  метаморфном буферном слое, выращенном методом МОС-гидридной эпитаксии на подложке GaAs;
- 4) возможности расширения областей применения метода МОС-гидридной эпитаксии для формирования гибридных излучающих и фоточувствительных полупроводниковых структур на подложке Si (001), функционирующих на длинах волн более 1 мкм;

**изучены** количественные характеристики (плотность прорастающих дислокаций в поверхностном слое структур, фоточувствительность, темновой ток) фотодиодов на диапазон длин волн 1-1,6 мкм, полученных на основе метаморфных буферных слоев на подложке GaAs.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что** они могут быть использованы при разработке элементов фотонных интегральных схем (светодиодов, лазеров, фотодиодов), функционирующих на длинах волн 1,064 мкм, 1,3 мкм 1,55 мкм.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** — результаты получены с применением современного научного оборудования, соответствующего мировому уровню, их достоверность обусловлена использованием совокупности хорошо апробированных экспериментальных методов исследования, корректных теоретических представлений при анализе и интерпретации экспериментальных

результатов;

**идея базируется** на обобщении множества экспериментальных фактов, полученных как соискателем, так и опубликованных ранее;

**использованы** современные экспериментальные методы исследования и обработки результатов, хорошо себя зарекомендовавшие при изучении полупроводниковых гетероструктур;

**установлена** корреляция результатов исследований, полученных в диссертации, с данными, представленными в независимых источниках по данной тематике.

**Личный вклад соискателя:** основные результаты, представленные в диссертационной работе И.В. Самарцева, были получены соискателем лично, либо при непосредственном его участии. Соискателем лично выполнен анализ литературных данных по теме исследования, проведены исследования фото- и электролюминесценции гетероструктур, температурной зависимости вольтамперных характеристик, морфологии поверхностей. Также соискателем лично выполнена обработка всех экспериментальных данных. Постановка цели и задач диссертационного исследования, интерпретация результатов и формулировка выводов выполнены соискателем совместно с научным руководителем.

**Результаты диссертационной работы могут быть рекомендованы для использования** в различных научно-образовательных и научно-исследовательских организациях, среди которых можно выделить ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва), ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (г. Москва), ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород), ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО» (г. Санкт-Петербург), «Научно-исследовательский институт «Полус» имени М.Ф. Стельмаха» (г. Москва), ЗАО НПП "САЛЮТ" (г. Нижний Новгород), АО «Риф» (г. Воронеж).

В ходе защиты диссертации критические замечания высказаны не были. Соискатель И.В. Самарцев ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и замечания, приведя собственную аргументацию.

На заседании 18 июня 2025 г. диссертационный совет принял решение:

за решение научной задачи по исследованию взаимосвязи механизмов роста методом МОС-гидридной эпитаксии на подложках GaAs и Si слоев  $A^3B^5$  с сильным рассогласованием параметров кристаллической решетки (метаморфного роста) и функциональных характеристик фоточувствительных и излучающих структур на основе метаморфных слоев, а также по выявлению влияния ростовых параметров и конструкций метаморфных слоев, сформированных на подложках GaAs и Si, на структурные и функциональные свойства получаемых слоев и приборов на их основе, которое вносит вклад в физику полупроводников, а также имеет практическую значимость для разработки светодиодов, лазеров, фотодиодов, функционирующих на длинах волн 1,064 мкм, 1,3 мкм и 1,55 мкм, присудить Самарцеву И.В. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.11. Физика полупроводников), участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 (нет) человек, проголосовали: за 19, против 0 (нет), недействительных бюллетеней 0 (нет).

Председатель

диссертационного совета



Чупрунов Евгений Владимирович

Ученый секретарь

диссертационного совета



Марычев Михаил Олегович

Дата оформления Заключения 18.06.2025 г.