

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»

УТВЕРЖДЕНО  
решением  
Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г. №\_\_

**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.04.02 Физика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

магистерская программа "Квантовые и нейроморфные технологии"

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

магистр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Год начала обучения

2023

(для обучающихся какого года начала обучения разработана программа)

Нижний Новгород

## **1. МЕСТО ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Государственная итоговая аттестация (ГИА), завершающая освоение основной образовательной программы, проводится государственной аттестационной комиссией (ГАК) в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ОС ВО или ОС).

ГИА выпускников по направлению подготовки 03.04.02 Физика проводится в форме следующих государственных аттестационных испытаний:

- государственного итогового междисциплинарного экзамена по направлению подготовки 03.04.02 Физика;
- защиты выпускной квалификационной работы.

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Выпускник, освоивший программу по направлению подготовки 03.04.02 Физика, готов решать профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности: научно-исследовательской и научно-инновационной, на которые ориентирована программа магистратуры по направлению подготовки 03.04.02 Физика, профиль «Квантовые и нейроморфные технологии».

Результатами освоения образовательной программы являются следующие универсальные (УК), общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) компетенции:

- УК-1. Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;
- УК-2. Способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;
- УК-3. Способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели;
- УК-4. Способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия;
- УК-5. Способность анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия;
- УК-6. Способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;
- ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;
- ОПК-2. Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики;
- ОПК-3. Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки;
- ОПК-4. Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности;
- ПК-1. Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта;
- ПК-2. Способен самостоятельно анализировать, не предвзято оценивать и

ориентироваться в передовых теоретических концепциях и достижениях современной физики;

— ПК-3. Способен свободно владеть разделами физики и применять результаты научных исследований в профильных областях для решения научно-практических и научно-технологических задач;

— ПК-4. Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в инженерно-конструкторской, инженерно-технологической, инновационной и проектной деятельности.

### 3. ПРОГРАММА ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой выполненную обучающимся работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельному решению профессиональных задач. Оценка сформированности компетенций на защите ВКР осуществляется на основе содержания ВКР, доклада выпускника на защите, ответов на дополнительные вопросы с учетом предварительных оценок, выставленных в отзывах научного руководителя и рецензента.

#### 3.1. Карта компетенций к защите выпускной квалификационной работы

Код и содержание компетенции	Результаты освоения
УК-1. Способность осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<u>Знать:</u> социальные, культурные и научные традиции общества; взаимосвязи объектов и явлений. <u>Уметь:</u> понимать причинно-следственные связи происходящих процессов в природе и обществе. <u>Владеть:</u> методами критического осмысления информации.
УК-2. Способность управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<u>Знать:</u> базовые принципы межличностных отношений и принципы взаимоотношений в коллективе. <u>Уметь:</u> быстро принимать правильные решения в экстремальных ситуациях. <u>Владеть:</u> навыками принятия решений в нестандартной ситуации.
УК-3. Способность организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<u>Знать:</u> историю становления фундаментальных разделов физики и причинно-следственные связи их развития. <u>Уметь:</u> логически верно и аргументировано анализировать получаемую информацию, а также планировать и осуществлять свою деятельность с учетом этого анализа. <u>Владеть:</u> методами критического анализа получаемой информации и планирования своих действий в соответствующих ситуациях.
УК-4. Способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	<u>Знать:</u> методы анализа психологических, организационно-управленческих и трудовых процессов, в том числе – методы управления ими. <u>Уметь:</u> управлять трудовыми ресурсами и работой персонала. <u>Владеть:</u> навыками делового общения, методами оценки эффективности труда персонала.
УК-5. Способность анализировать и учитывать	<u>Знать:</u> основные принципы организации, планирования и проведения научно-исследовательских и научно-

разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	инновационных работ. <u>Уметь:</u> применять полученные в ходе изучения дисциплин программы навыки в научных исследованиях. <u>Владеть:</u> навыками проведения научных исследований.
УК-6. Способность определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	<u>Знать:</u> основные правила эффективной речевой коммуникации на русском и иностранном языках. <u>Уметь:</u> анализировать чужую и строить собственную речь с учетом принципов правильности, точности, лаконичности, чистоты речи, ее богатства и выразительности, логичности и уместности. <u>Владеть:</u> различными способами коммуникации в профессиональной деятельности
ОПК-1. Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	<u>Знать:</u> методы анализа психологических, организационно-управленческих и трудовых процессов, в том числе – методы управления ими. <u>Уметь:</u> управлять трудовыми ресурсами и работой персонала. <u>Владеть:</u> навыками делового общения, методами оценки эффективности труда персонала.
ОПК-2. Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики	<u>Знать:</u> основные принципы организации, планирования и проведения научно-исследовательских и научно-инновационных работ. <u>Уметь:</u> применять полученные в ходе изучения дисциплин программы навыки в научных исследованиях. <u>Владеть:</u> навыками проведения научных исследований.
ОПК-3. Способен применять знания в области информационных технологий, использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами профильной подготовки	<u>Знать:</u> базовые принципы организации и основные тенденции развития смежных научных направлений. <u>Уметь:</u> перестраивать характер своей профессиональной деятельности в соответствии с текущими потребностями. <u>Владеть:</u> научной и культурной базой, достаточной для адаптации к новым условиям профессиональной деятельности.
ОПК-4. Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	<u>Знать:</u> основные принципы использования суперкомпьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности. <u>Уметь:</u> применять суперкомпьютерные технологии для решения задач профессиональной деятельности. <u>Владеть:</u> навыками использования современных суперкомпьютерных технологий для решения задач

	профессиональной деятельности.
ПК-1. Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	<u>Знать:</u> современные проблемы физики, направления ее развития, существующие методы решения физических проблем. <u>Уметь:</u> применять математический и физический аппарат для решения возникающих задач. <u>Владеть:</u> навыками адаптации известных методов решения физических задач к новым научным проблемам.
ПК-2. Способен самостоятельно анализировать, не предвзято оценивать и ориентироваться в передовых теоретических концепциях и достижениях современной физики	<u>Знать:</u> современное состояние и основные тенденции физических исследований в области направленности. <u>Уметь:</u> применять методы решения физических проблем в исследовательской деятельности. <u>Владеть:</u> методами решения физических проблем в исследовательской деятельности.
ПК-3. Способен свободно владеть разделами физики и применять результаты научных исследований в профильных областях для решения научно-практических и научно-технологических задач	<u>Знать:</u> математический аппарат и основные физические концепции современных разделов физики. <u>Уметь:</u> применять знания, полученные при изучении дисциплин физического профиля, при решении научно-инновационных задач. <u>Владеть:</u> навыками использования полученных ранее знаний в области физики при решении научно-инновационных задач.
ПК-4. Способен принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в инженерно-конструкторской, инженерно-технологической, инновационной и проектной деятельности	<u>Знать:</u> современные тенденции и направления развития физических исследований. <u>Уметь:</u> подбирать необходимый набор шагов и действий для решения научно-исследовательских задач. <u>Владеть:</u> навыками выбора необходимых шагов и действий для решения научно-исследовательских задач.

### 3.2. Матрица компетенций, оценка которых вынесена на защиту выпускной квалификационной работы

Квалификационное задание	Аргументировать актуальность темы исследования	Обосновать практическую значимость научного исследования	Обосновать теоретическую значимость научного исследования	Определить цель, задачи, объект и предмет исследования	Представить методы исследования	Сделать обзор работ в области исследования	Решить поставленную задачу и представить результаты	Показать научную новизну полученных результатов	Обосновать достоверность полученных результатов	Ответить на дополнительные вопросы на защите
УК-1		+			+					+
УК-2	+					+		+		
УК-3			+	+						
УК-4							+		+	+

УК-5					+		+		+	
УК-6							+			
ОПК-1	+					+	+		+	
ОПК-2				+	+		+			+
ОПК-3	+	+	+					+		
ОПК-4	+			+						
ПК-1					+					
ПК-2				+	+		+			
ПК-3							+	+		
ПК-4					+					

### **3.3. Фонд оценочных средств для подготовки и защиты выпускной квалификационной работы**

#### **3.3.1. Перечень квалификационных заданий, предусмотренных при выполнении выпускной квалификационной работы**

1. Аргументировать актуальность темы исследования.
2. Обосновать практическую значимость научного исследования в профессиональной деятельности.
3. Обосновать теоретическую значимость научного исследования.
4. Определить цель, задачи, объект и предмет исследования.
5. Представить методы исследования.
6. Сделать обзор работ в области исследования.
7. Решить поставленную задачу и представить результаты.
8. Показать научную новизну полученных результатов.
9. Обосновать достоверность полученных результатов.

#### **3.3.2. Примерный перечень вопросов, задаваемых при процедуре защиты выпускной квалификационной работы**

1. Какие приближения были сделаны в данной работе?
2. Какими соображениями обосновывается выбор предложенной модели?
3. Какова область применимости полученных результатов?
4. Какие расчетные методы были использованы?
5. Какие уравнения решались и с какими граничными (начальными) условиями?
6. Есть ли в системе какие-то малые параметры?
7. Какова точность полученных результатов?
8. Можно ли проследить предельные переходы к ранее полученным результатам других авторов?
9. Есть ли сравнение полученных результатов с экспериментом?
10. Что в работе было сделано лично автором, а что соавтором (соавторами)?

#### **3.3.3. Примерные темы выпускных квалификационных работ**

1. Электронная структура кремниевых нанокристаллов: расчет из первых принципов.
2. Излучательная рекомбинация в нанокристаллах карбида кремния.
3. Резонансное туннелирование электронов в нанокристаллах.
4. Электронный транспорт и размерное квантование в структурах на основе моноклинного оксида галлия.
5. Расчет электронных состояний мелких доноров в кремнии и германии.
6. Электронные состояния нейтральных и однократно ионизованных двухзарядных доноров VI группы в кремнии и германии.
7. Эффекты взаимодействия спиновых кубитов на основе мелких примесей в германии.
8. Оптимизация квантовых операций в трансмон-кубитах на основе сверхпроводникового

цифрового метода управления нейросетевым алгоритмом AlphaZero.

9. Моделирование работы и процесса обучения связанных сверхпроводниковых нейронов и синаптических связей в цепях быстрой одноквантовой логики.
10. Динамический контроль электронных состояний в наноструктурах.
11. Классическое и квантово-механическое описание диффузии Арнольда в системе с 2.5 степенями свободы.
12. Теоретическое исследование магнитостатического взаимодействия в трехслойной магнитной структуре. Методика экспериментального определения типа межслойного взаимодействия.
13. Лоренцева просвечивающая электронная микроскопия магнитных наноструктур.
14. Фазовая диаграмма состояния двухзонного сверхпроводника с межзонными примесями.
15. Структура и динамические характеристики майорановских состояний в квазиодномерных сверхпроводниках.
16. Кинетика релаксации неравновесных носителей заряда и длинноволновая фотолюминесценция в объёмных эпитаксиальных слоях и гетероструктурах с квантовыми ямами на основе CdHgTe.
17. Формирование наноструктур методом проекционной нанолитографии.
18. Исследование анизотропии структурных свойств слоёв (0001) GaN, выращенных методом МОГФЭ на подложках а-среза (11-20) сапфира.

### 3.3.4. Критерии оценивания выпускной квалификационной работы

Уровень оценивания	Критерий оценивания	Оценка
Нулевой уровень – компетенции не сформированы	Отсутствие знаний, умений, навыков у студента в рамках содержания выпускной квалификационной работы. Студент показал фрагментарные знания в рамках содержания выпускной квалификационной работы; знания отдельных литературных источников, выпускной квалификационной работы, а также неумение использовать научную терминологию, наличие в работе грубых структурных ошибок. Невыполнение квалификационных заданий в рамках соответствующих компетенций, отсутствие ответов на вопросы комиссии. Сформированность компетенций не соответствует требованиям ОС ВО; выпускник не готов решать профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.	неудовлетворительно
Низкий уровень	Студент показал недостаточно полный объем знаний в рамках содержания выпускной квалификационной работы; работа с существенными структурными и логическими ошибками; некомпетентность в проведении исследования; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях проблемы, рассмотренной в выпускной квалификационной работе. К выпускной работе имеются замечания по содержанию, по глубине проведенного исследования, работа доложена неубедительно, не на все предложенные вопросы даны удовлетворительные ответы.	удовлетворительно

	Квалификационные задания в рамках соответствующих компетенций выполнены частично. Сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник способен решать определенные профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.	
Средний уровень	Студент показал достаточно полные и систематизированные знания в рамках содержания выпускной квалификационной работы; использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение текста, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием выпускной квалификационной работы, умение его использовать в решении профессиональных задач; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях проблемы рассмотренной в выпускной квалификационной работе. Квалификационные задания в рамках соответствующих компетенций выполнены на достаточном уровне. Сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник готов самостоятельно решать стандартные профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.	хорошо
Высокий уровень	Студент показал систематизированные, глубокие и полные знания по всей проблеме рассмотренной в выпускной квалификационной работе; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение работы; работа глубоко и полно освещает заявленную тему, т.е. в работе представлены все исследования по проблематике, обозначенной в теме выпускной квалификационной работы; квалификационные задания в рамках соответствующих компетенций выполнены в полном объеме на высоком уровне. Содержание выпускной работы доложено в краткой форме, последовательно и логично, даны четкие ответы на вопросы, поставленные членами ГАК. Сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник готов самостоятельно решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи по видам профессиональной деятельности.	отлично

### 3.4. Методические рекомендации по подготовке выпускной квалификационной работы и ее защите

Выпускная квалификационная работа должна быть отпечатана на бумаге стандартного формата А4 и сброшюрована или помещена в скоросшиватель. Оформление, структуризация и порядок защиты работы должны быть произведены в соответствии с Положением о порядке проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры – в ННГУ им. Н.И. Лобачевского, утвержденным решением президиума Ученого совета ННГУ (протокол от 29.05.2017 № 4)



и введенным в действие приказом ректора ННГУ от 08.06.2017 № 279-ОД.

#### **4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Материально-техническое обеспечение ГИА обусловлено наличием оборудованной мебелью и проекционным оборудованием аудитории для ее проведения.

Программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика.

Автор(ы):

зав. кафедрой теоретической физики

физического факультета ННГУ,

д. ф.-м. н., доцент

\_\_\_\_\_ / Бурдов В.А. /

доцент кафедры теоретической физики

физического факультета ННГУ,

к. ф.-м. н.

\_\_\_\_\_ / Конаков А.А. /

Рецензент(ы):

Зав. кафедрой теоретической физики

физического факультета ННГУ,

д. ф.-м. н., доцент

\_\_\_\_\_ / Бурдов В.А. /

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ года, протокол № б/н.

Председатель

Учебно-методической комиссии

физического факультета ННГУ

\_\_\_\_\_ / Перов А.А. /