

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Национальный исследовательский
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума Ученого совета ННГУ
протокол от 16 января 2024 г. №1

**ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль/специализация) образовательной программы
Новые полупроводниковые технологии

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Нижний Новгород
2024 год

1. МЕСТО ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ В СТРУКТУРЕ ООП

Государственная итоговая аттестация (ГИА), завершающая освоение основной образовательной программы, проводится государственной экзаменационной комиссией в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися образовательной программы требованиям образовательного стандарта ННГУ по направлению подготовки 11.04.04 – «Электроника и нанoeлектроника» (профиль «Новые полупроводниковые технологии»).

Государственная итоговая аттестация выпускников по направлению подготовки 11.04.04 – «Электроника и нанoeлектроника» (профиль «Новые полупроводниковые технологии») проводится в форме следующих государственных аттестационных испытаний:

- защиты выпускной квалификационной работы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1 Выпускник, освоивший программу, готов к решению задач профессиональной деятельности следующих типов: научно-исследовательский, проектно-конструкторский, производственно-технологический, на которые ориентирована программа магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 – «Электроника и нанoeлектроника», направленность Новые полупроводниковые технологии.

Результаты освоения образовательной программы

Код и содержание компетенции	Код и содержание индикатора достижения компетенции	Результаты освоения
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1 Знает методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p> <p>УК-1.2 Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации</p> <p>УК-1.3 Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; - методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы системного и критического анализа; - методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; - разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; - методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его	УК-2.1 Знает этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – этапы жизненного цикла проекта; этапов и методов его

жизненного цикла	<p>разработки и управления проектами</p> <p>УК-2.2 Умеет разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p> <p>УК-2.3 Владеет методиками разработки и управления проектом;</p> <p>- методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта</p>	<p>разработки и реализации, методов управления проектами.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; - объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками применения методик разработки и управления проектом; - методов оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.
УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	<p>УК-3.1 Знает методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства</p> <p>УК-3.2 Умеет разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели</p> <p>УК-3.3 Владеет умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методики формирования команд; - методы эффективного руководства коллективами; - основные теории лидерства и стилей руководства. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; - формулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; - разрабатывать командную стратегию; - применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа, проектирования и организации межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде для достижения поставленной цели; - навыки организации и управления коллективом
УК-4. Способен применять	УК-4.1 Знает правила и закономерности личной и деловой	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – правила и закономерности

современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального	устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия УК-4.2 Умеет применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия УК-4.3 Владеет методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий	личной и деловой устной и письменной коммуникации; - современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; - существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия. Уметь: – применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия. Владеть: – навыками применения методик межличностного делового общения на русском и иностранном языках, навыки применения профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.
УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	УК-5.1 Знает закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия УК-5.2 Умеет понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия УК-5.3 Владеет методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия	Знать: – закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; - особенности межкультурного разнообразия общества; - правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия. Уметь: – понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; - анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия. Владеть: – опытом анализа разнообразия культур и навыки эффективного межкультурного взаимодействия.
УК-6. Способен определять и	УК-6.1 Знает методики самооценки, самоконтроля и	Знать: – методики самооценки,

<p>реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения УК-6.2 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; - применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности УК-6.3 Владеет технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик</p>	<p>самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения. Уметь: – решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; - применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности; – осуществлять самооценку собственной деятельности по работе с различными технологиями, в том числе цифровыми и проектными. Владеть: – навыками применения технологий и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик; – технологиями работы с информацией.</p>
<p>ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора</p>	<p>ОПК-1.1 Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники ОПК-1.2 Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности ОПК-1.3 Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности</p>	<p>Знать: - тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники. Уметь: - использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности в области электроники и нанoeлектроники; - формулировать цели и задачи исследований; - внедрять результаты</p>

		<p>исследований и разработок.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности в области электроники и наноэлектроники; - основами методологии научного познания
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	<p>ОПК-2.1 Знает методы синтеза и исследования моделей</p> <p>ОПК-2.2 Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования</p> <p>ОПК-2.3 Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы синтеза материалов электронной компонентной базы. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ставить задачи исследования функциональных характеристик электронных приборов. <p>Владеть</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа результатов исследований характеристик электронных приборов.
ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	<p>ОПК-3.1 Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности</p> <p>ОПК-3.2 Умет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности</p> <p>ОПК-3.3 Владеет методами математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных и компьютерных технологий</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы работы специализированного ПО для выполнения задач по анализу работы ЭКБ. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать специализированное ПО для анализа работу устройств ЭКБ. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами исследования устройств ЭКБ с использованием современных информационных компьютерных технологий
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое	ОПК-4.1 Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с

обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	проектирования и компьютерных средств ОПК-4.2 Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности ОПК-4.3 Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств. Уметь: - осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности. Владеть: - современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
ОПК ОС-5 Способность проводить инновационную научно-исследовательскую деятельность с применением фундаментальных знаний о физических свойствах систем с пониженной размерностью и учетом современных тенденций развития нанотехнологий	ОПК ОС-5.1 Знает фундаментальные основы нанотехнологий, физические свойства систем с пониженной размерностью ОПК ОС-5.2 Знает современные тенденции развития нанотехнологий и умеет учитывать их в своей профессиональной деятельности ОПК ОС-5.3 Способен проводить инновационную научно-исследовательскую деятельность с применением фундаментальных знаний о физических свойствах систем с пониженной размерностью и учетом современных тенденций развития нанотехнологий	Знать: - основные проблемы в своей предметной области, базовую информацию в области физики полупроводников, физические основы процессов в области физики полупроводников, конденсированного состояния, низкоразмерных структур, физические основы технологии выращивания полупроводниковых материалов и квантово-размерных структур на их основе; - фундаментальные основы технологий и систем, использующихся при конструировании современных приборов ЭКБ; - современные тенденции развития нанотехнологий в сфере создания приборов ЭКБ Уметь: - осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области, самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты в области полупроводников и

		<p>полупроводниковых наноструктур и анализировать их результаты;</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать новые модели физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния; - исследовать оптоэлектронные свойства полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур; - использовать современные технологии для анализа фундаментальных свойств приборов ЭКБ; - учитывать современные тенденции развития нанотехнологий в сфере создания приборов ЭКБ. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современными методами исследований с использованием информационных технологий; - способностями анализа и оценки научной информации в области физики полупроводников, конденсированного состояния, низкоразмерных структур; - навыками моделирования физических процессов в области физики полупроводников, конденсированного состояния, низкоразмерных структур; - навыками работы с исследовательским и контрольно-измерительным оборудованием для изучения свойств полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур; - навыками выполнения технологических операций по созданию структур ЭКБ; - навыками проведения научно-исследовательских работ в сфере изучения структур ЭКБ.
ПК-1 Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения	ПК-1.1 Знает методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - алгоритмы решения задач с использованием специализированного ПО;

<p>сформулированных задач, строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p>	<p>наноэлектроники ПК-1.2 Умеет использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения ПК-1.3 Имеет навыки разработки алгоритмов решения задач и использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования</p>	<p>- методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок радиофотоники; - принципы работы устройств, приборов и систем СВЧ-электроники. Уметь: - использовать специализированное ПО для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; Владеть: - навыками использования специализированного ПО для построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.</p>
<p>ПК-2 Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике современные и эффективные методики экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>	<p>ПК-2.1 Знает методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения ПК-2.2 Способен совершенствовать и внедрять новые методы и методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники ПК-2.3 Имеет навыки использования современных методик экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники</p>	<p>Знать: - основные физические принципы поляризации излучения; - основные физические принципы явления и методы исследования люминесценции в полупроводниках; - физические принципы и методы исследования оптических, структурных и фотоэлектрических свойств полупроводниковых материалов оптоэлектроники; - физические принципы и методы исследования магнитооптических эффектов. Уметь: - использовать специализированные знания в области физики конденсированного состояния, электроники и наноэлектроники и оптических технологий для обоснования выбора оптимального способа решения поставленных задач;</p>

		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками измерения поляризационных характеристик светоизлучающих устройств; - опытом использования методик исследования люминесцентных характеристик полупроводников и полупроводниковых наногетероструктур; - опытом использования современных методов исследования оптических, структурных и фотоэлектрических свойств полупроводниковых материалов оптоэлектроники; - опытом использования современных методов исследования магнитооптических свойств полупроводниковых и металлических структур оптоэлектроники.
<p>ПК-3 Способность применять фундаментальные представления о физических явлениях для достижения требуемых функциональных качеств приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники</p>	<p>ПК-3.1 Знает фундаментальные основы физических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов и устройств электроники и нанoeлектроники</p> <p>ПК-3.2 Умеет проводить экспериментальные работы по отработке и внедрению новых технологических процессов производства изделий электроники и нанoeлектроники</p> <p>ПК-3.3 Имеет опыт разработки методик экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурированных материалов</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фундаментальные основы физических явлений и процессов, лежащих в основе работы полупроводниковых приборов, приборов радиофотоники. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить экспериментальные работы по отработке и внедрению новых технологических процессов производства полупроводниковых приборов, приборов радиофотоники. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - опытом экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурированных полупроводниковых материалов, приборов радиофотоники.
<p>ПК-4 Готовность формулировать цели и задачи научных</p>	<p>ПК-4.1 Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы анализа и оценки современных научных

исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	смежных областей науки и техники ПК-4.2 Способен рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и нанoeлектроники ПК-4.3 Имеет навыки обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и нанoeлектроники	достижений, а также методы генерирования новой физической информации при решении исследовательских и практических задач в области физики квантовых и оптических технологий; - теоретические основы методов научных исследований, необходимые для успешного выполнения практических работ в сфере профессиональной деятельности. Уметь: - анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач в области физики микро- и нанoeлектроники; - оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; - анализировать и обосновывать выбор оптимального решения поставленных исследовательских задач. Владеть: - опытом использования основных теоретических и экспериментальных методов изучения оптических и магнитооптических свойств полупроводниковых и металлических слоев, оптических, структурных и фотоэлектрических свойств полупроводниковых материалов оптоэлектроники; - навыками постановки сложных экспериментальных исследований.
ПК-5 Готовность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию	ПК-5.1 Знает методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций ПК-5.2 Умеет методически грамотно излагать материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций ПК-5.3 Имеет навыки анализа и	Знать: - способы критического анализа и систематизации научной информации при решении исследовательских задач в области физики оптических и фотоэлектрических эффектов в полупроводниковых структурах оптоэлектроники, оптических и магнитооптических эффектов полупроводниковых и

<p>устройств и систем, методически грамотно излагать материал и представлять его в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, методических пособий</p>	<p>систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p>	<p>металлических слоев; - требования к документам, предъявляемым в качестве отчетных при выполнении работ в рамках профессиональной деятельности. Уметь: - интерпретировать полученные результаты экспериментальных исследований с использованием методов анализа экспериментальных данных и методов элементарной обработки результатов эксперимента; - осуществлять поиск, критический анализ, обобщать и систематизировать научную информацию в области физики оптических и магнитооптических эффектов полупроводниковых и металлических слоев. Владеть: - инструментами для обработки и представления полученных экспериментальных данных. - опытом анализа полученных экспериментальных результатов и их интерпретации с учетом профессиональных знаний в области теории и методов физических исследований.</p>
<p>ПК-6 Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ</p>	<p>ПК-6.1 Знает алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения ПК-6.2 Умеет определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения ПК-6.3 Имеет навыки проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовки технического задания на выполнение проектных работ</p>	<p>Знать: - физические принципы функционирования полупроводниковых приборов; - физические принципы функционирования элементов и приборов для оптического эксперимента. Уметь: - использовать специализированные знания в области физики полупроводников и смежных дисциплин для обоснования выбора оптимального способа проектирования полупроводниковых приборов. Владеть: - навыками постановки</p>

		экспериментов определения и количественных оценок важнейших характеристик элементов полупроводниковой электроники; - навыками постановки оптических экспериментов.
ПК-7 Способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-7.1 Знает алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием ПК-7.2 Умеет использовать средства автоматизации проектирования ПК-7.3 Имеет навыки выполнения расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения	Знать: - алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств радиофотоники различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием; - основные физические принципы расчёта основных характеристик полупроводниковых приборов; - основные физические принципы расчёта оптоэлектронных схем. Уметь: - использовать средства автоматизации проектирования. Владеть: - навыками выполнения расчета и проектирования приборов радиофотоники; - навыками построения оптоэлектронных схем из различных оптических и электронных элементов
ПК-8 Способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	ПК-8.1 Знает основы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники ПК-8.2 Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники ПК-8.3 Имеет навыки проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	Знать: - основы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники; - физические принципы и методы напыления тонких металлических пленок на поверхность полупроводниковых структур; - основные разделы физики конденсированного состояния, физического материаловедения, электроники и нанoeлектроники и смежных дисциплин, формирующих фундаментальную научно-образовательную базу, необходимую для решения задач в области физики

		<p>функциональных материалов.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники; - использовать специализированные знания в области напыления тонких металлических пленок для обоснования выбора оптимального способа решения поставленных задач; - соотносить знания различных разделов электроники и нанoeлектроники с профильными знаниями в области физики функциональных материалов, а также со знаниями в смежных областях. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники; - навыком использования различных методов напыления металлических контактов (тонких металлических пленок) к полупроводниковым структурам.
<p>ПК-9 Готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства</p>	<p>ПК-9.1 Знает принципы работы устройств, приборов и систем электронной техники</p> <p>ПК-9.2 Способен разрабатывать устройства, приборы и системы электронной техники, готов осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на этапах проектирования и производства</p> <p>ПК-9.3 Имеет навыки разработки устройств, приборов и системы электронной техники</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные физические принципы работы устройств, приборов и систем электронной техники, приборов радиофотоники. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать устройства, приборы и системы электронной техники; - осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на этапах проектирования и производства; - использовать специализированные знания в области монтажа элементов ЭКБ для обоснования выбора оптимального способа решения

		<p>поставленных задач;</p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками монтажа полупроводниковых устройств и приборов; - навыками экспериментального определения и количественных оценок важнейших характеристик элементов полупроводниковой электроники; - навыками монтажа чипов лазерных диодов на корпусные элементы; - навыки разработки устройств, приборов и системы электронной техники.
<p>ПК-14-нппт. Способен разрабатывать и тестировать современные изделия радиофотоники</p>	<p>ПК-14-нппт.1. Демонстрирует знания элементной базы радиофотоники, принципов работы модуляторов света по схеме Маха-Цендера, технологии изготовления модуляторов света по схеме Маха-Цендера</p> <p>ПК-14-нппт.2. Задает рабочие параметры модуляторов света</p> <p>ПК-14-нппт.3. Осуществляет различные виды стабилизации программных алгоритмов, управляющих модулятором по схеме Маха-Цендера</p> <p>ПК-14-нппт.4. Владеет методиками измерения основных параметров модуляторов</p> <p>ПК-14-нппт.5. Имеет практический опыт работ по изготовлению модуляторов</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - элементную базу радиофотоники; - принципы работы модуляторов света по схеме Маха-Цендера; - технологии изготовления модуляторов света по схеме Маха-Цендера; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - задавать рабочие параметры модуляторов света; - осуществлять различные виды стабилизации программных алгоритмов, управляющих модулятором по схеме Маха-Цендера; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методиками измерения основных параметров модуляторов - оптические потери, коэффициент передачи S_{21} и т.д.; - практическим опытом работ по изготовлению модуляторов.
<p>ПК-15-нппт. Способен применять современные методы и технологии производства интегральных микросхем и других полупроводниковых приборов</p>	<p>ПК-15-нппт.1. Демонстрирует знания основ технологий, используемых при производстве интегральных микросхем и в смежных областях: проекционная фотолитография, плазмохимическое травление, термическая обработка, ионное легирование (имплантация), жидкостно-химическая обработка, осаждение из газовой фазы (CVD), напыление (PVD), химико-</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физику полупроводников и полупроводниковых приборов (зонная теория, MOS, BJT, CMOS и т.д.); - методы анализа отказов микросхем (подготовка образцов, скол, FIB, ВИС, ОЖЕ, электронная микроскопия, тепловизионный анализ и т.д.);

	<p>механическая полировка (CMP), методов моделирования технологических процессов, методов интеграции процессов</p> <p>ПК-15-нппт.2. Применяет методы анализа отказов микросхем, методы тестирования полупроводниковых приборов, включая методы контроля/анализа дефектности</p> <p>ПК-15-нппт.3. Владеет основами технологического процесса изготовления интегральных микросхем в общем смысле: от стадии проектирования до тестирования готовой микросхемы</p>	<p>- основы технологий, используемых при производстве интегральных микросхем и в смежных областях:</p> <p>проекционная фотолитография, плазмохимическое травление, термическая обработка, ионное легирование (имплантация), жидкостно-химическая обработка, осаждение из газовой фазы (CVD), напыление (PVD), химико-механическая полировка (CMP);</p> <p>- методы моделирования технологических процессов, методы интеграции процессов;</p> <p>- принципы применения системы менеджмента качества при выполнении НИОКР и на производстве.</p> <p>Умеет:</p> <p>- применять методы тестирования полупроводниковых приборов, включая методы контроля/анализа дефектности.</p> <p>Владеет:</p> <p>- основами технологического процесса изготовления интегральных микросхем в общем смысле: от стадии проектирования до тестирования готовой микросхемы.</p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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 отзыве научным руководителем и рецензентом.

3.1. Карта компетенций к защите выпускной квалификационной работы

Код и содержание компетенции по ОПОП	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Составляющие компетенции		
		знания	умения и навыки	владение опытом и личностная готовность к профессиональному совершенствованию
УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p>УК-1.1 Знает методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации</p> <p>УК-1.2 Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации</p> <p>УК-1.3 Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций, методиками постановки</p>	<p>31 (УК 1.1) Знать методы системного и критического анализа.</p> <p>32 (УК 1.1) Знать методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации.</p>	<p>У1 (УК 1.2) Уметь применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций.</p> <p>У2 (УК 1.2) Уметь разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации.</p>	<p>В1 (УК 1.3) Владеть методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций.</p> <p>В2 (УК 1.3) Владеть методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>

	цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий			
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	<p>УК-2.1 Знает этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами</p> <p>УК-2.2 Умеет разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p> <p>УК-2.3 Владеет методиками разработки и управления проектом; - методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта</p>	<p>31 (УК 2.1) Знать этапы жизненного цикла проекта.</p> <p>32 (УК 2.1) Знать этапы и методы разработки и реализации проекта.</p> <p>33 (УК 2.1) Знать методы управления проектами.</p>	<p>У1 (УК 2.2) Уметь разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ.</p> <p>У2 (УК 2.2) Уметь объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта.</p> <p>У3 (УК 2.2) Уметь управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.</p>	<p>В1 (УК-2.3.) Владеть навыками применения методик разработки и управления проектом.</p> <p>В2 (УК-2.3.) Владеть методом оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.</p>
УК-3. Способен	УК-3.1 Знает методики	31 (УК-3.1) Знать методики	У1 (УК-3.2) Уметь	В1 (УК-3.3) Владеть навыками

<p>организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p>формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства</p> <p>УК-3.2 Умеет разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели</p> <p>УК-3.3 Владеет умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения</p>	<p>формирования команд.</p> <p>32 (УК-3.1) Знать методы эффективного руководства коллективами.</p> <p>33 (УК-3.1) Знать основные теории лидерства и стилей руководства.</p>	<p>разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта.</p> <p>У2 (УК-3.2) Уметь формулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели.</p> <p>У3 (УК-3.2) Уметь разрабатывать командную стратегию.</p> <p>У4 (УК-3.2) Уметь применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели.</p>	<p>анализа, проектирования и организации межличностных, групповых и организационных коммуникаций в команде для достижения поставленной цели.</p> <p>В2 (УК-3.3) Владеть навыками организации и управления коллективом.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	поставленной цели; методами организации и управления коллективом			
УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального	<p>УК-4.1 Знает правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия</p> <p>УК-4.2 Умеет применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия</p> <p>УК-4.3 Владеет методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств</p>	<p>31 (УК-4.1) Знать правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации.</p> <p>32 (УК-4.1) Знать современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках.</p> <p>33 (УК-4.1) Знать существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия.</p>	<p>У1 (УК-4.2) Уметь применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия.</p>	<p>В1 (УК-4.3) Владеть навыками применения методик межличностного делового общения на русском и иностранном языках.</p> <p>В2 (УК-4.3) Владеть навыками применения профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий.</p>

	и современных коммуникативных технологий			
УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	<p>УК-5.1 Знает закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия</p> <p>УК-5.2 Умеет понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p> <p>УК-5.3 Владеет методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия</p>	<p>31 (УК-5.1) Знать закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур.</p> <p>32 (УК-5.1) Знать особенности межкультурного разнообразия общества.</p> <p>33 (УК-5.1) Знать правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.</p>	<p>У1 (УК-5.2) Уметь понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества.</p> <p>У2 (УК-5.2) Уметь анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.</p>	<p>В1 (УК-5.3) Владеть опытом анализа разнообразия культур.</p> <p>В2 (УК-5.3) Владеть навыками эффективного межкультурного взаимодействия.</p>
УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной	УК-6.1 Знает методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием	31 (УК-6.1) Знать методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения.	У1 (УК-6.2) Уметь решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать	В1 (УК-6.3) Владеть навыками применения технологий и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее

<p>деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>подходов здоровьесбережения УК-6.2 Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; - применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности УК-6.3 Владеет технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик</p>		<p>приоритеты совершенствования собственной деятельности. У2 (УК-6.2) Уметь применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности. У3 (УК-6.2) Уметь осуществлять самооценку собственной деятельности по работе с различными технологиями, в том числе цифровыми и проектными.</p>	<p>совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик. В2 (УК-6.3) Владеть технологиями работы с информацией.</p>
-------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	<p>ОПК-1.1 Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники</p> <p>ОПК-1.2 Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности</p> <p>ОПК-1.3 Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности</p>	31 (ОПК-1.1) Знать тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники.	<p>У1 (ОПК-1.2) Уметь использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности в области электроники и нанoeлектроники.</p> <p>У2 (ОПК-1.2) Уметь формулировать цели и задачи исследований.</p> <p>У3 (ОПК-1.2) Уметь внедрять результаты исследований и разработок.</p>	<p>В1 (ОПК-1.3) Владеть передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности в области электроники и нанoeлектроники.</p> <p>В2 (ОПК-1.3) Владеть основами методологии научного познания</p>
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	<p>ОПК-2.1 Знает методы синтеза и исследования моделей</p> <p>ОПК-2.2 Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования</p> <p>ОПК-2.3 Владеет навыками методологического анализа научного</p>	31 (ОПК-2.1) Знать методы синтеза материалов электронной компонентной базы.	У1 (ОПК-2.2) Уметь ставить задачи исследования функциональных характеристик электронных приборов.	В1 (ОПК-2.3) Владеть навыками анализа результатов исследований характеристик электронных приборов.

	исследования и его результатов			
ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1 Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет- технологий, типовые процедуры применения проблемно- ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности ОПК-3.2 Умет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности ОПК-3.3 Владеет методами математического	31 (ОПК-3.1) Знать принципы работы специализированного ПО для выполнения задач по анализу работы ЭКБ.	У1 (ОПК-3.2) Уметь использовать специализированное ПО для анализа работу устройств ЭКБ.	В1 (ОПК-3.3) Владеть методами исследования устройств ЭКБ с использованием современных информационных компьютерных технологий.

	<p>моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных и компьютерных технологий</p>			
<p>ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач</p>	<p>ОПК-4.1 Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств</p> <p>ОПК-4.2 Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности</p> <p>ОПК-4.3 Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования,</p>	<p>З1 (ОПК-4.1) Знать методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств.</p>	<p>У1 (ОПК-4.2) Уметь осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности.</p>	<p>В1 (ОПК-4.3) Владеть современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.</p>

	оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения			
ОПК ОС-5 Способность проводить инновационную научно-исследовательскую деятельность с применением фундаментальных знаний о физических свойствах систем с пониженной размерностью и учетом современных тенденций развития нанотехнологий	ОПК ОС-5.1 Знает фундаментальные основы нанотехнологий, физические свойства систем с пониженной размерностью ОПК ОС-5.2 Знает современные тенденции развития нанотехнологий и умеет учитывать их в своей профессиональной деятельности ОПК ОС-5.3 Способен проводить инновационную научно-исследовательскую деятельность с применением фундаментальных знаний о физических свойствах систем с пониженной размерностью и учетом	31 (ОПК ОС-5.1) Знать основные проблемы в своей предметной области, базовую информацию в области физики полупроводников, физические основы процессов в области физики полупроводников, конденсированного состояния, низкоразмерных структур, физические основы технологии выращивания полупроводниковых материалов и квантово-размерных структур на их основе. 32 (ОПК ОС-5.1) Знать фундаментальные основы технологий и систем, использующихся при конструировании современных приборов ЭКБ. 33 (ОПК ОС-5.1) Знать	У1 (ОПК ОС-5.2) Уметь осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области. У2 (ОПК ОС-5.2) Уметь самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты в области полупроводников и полупроводниковых наноструктур и анализировать их результаты. У3 (ОПК ОС-5.2) Уметь разрабатывать новые модели физических процессов в области физики полупроводников и физики конденсированного состояния. У4 (ОПК ОС-5.2) Уметь исследовать оптоэлектронные свойства полупроводниковых квантово-размерных гетеронаноструктур. У5 (ОПК ОС-5.2) Уметь	В1 (ОПК ОС-5.3) Владеть современными методами исследований с использованием информационных технологий. В2 (ОПК ОС-5.3) Владеть навыками анализа и оценки научной информации в области физики полупроводников, конденсированного состояния, низкоразмерных структур. В3 (ОПК ОС-5.3) Владеть навыками моделирования физических процессов в области физики полупроводников, конденсированного состояния, низкоразмерных структур. В4 (ОПК ОС-5.3) Владеть навыками работы с исследовательским и контрольно-измерительным оборудованием для изучения свойств полупроводниковых квантово-размерных

	современных тенденций развития нанотехнологий	современные тенденции развития нанотехнологий в сфере создания приборов ЭКБ.	использовать современные технологии для анализа фундаментальных свойств приборов ЭКБ. У6 (ОПК ОС-5.2) Уметь учитывать современные тенденции развития нанотехнологий в сфере создания приборов ЭКБ.	гетеронаноструктур. В5 (ОПК ОС-5.3) Владеть навыками выполнения технологических операций по созданию структур ЭКБ. В6 (ОПК ОС-5.3) Владеть навыками проведения научно-исследовательских работ в сфере изучения структур ЭКБ.
ПК-1 Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач, строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1.1 Знает методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники ПК-1.2 Умеет использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения ПК-1.3 Имеет навыки разработки алгоритмов решения задач и использования стандартных программных средств	31 (ПК-1.1) Знать алгоритмы решения задач с использованием специализированного ПО. 32 (ПК-1.1) Знать методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок радиофотоники. 33 (ПК-1.1) Знать принципы работы устройств, приборов и систем СВЧ-электроники.	У1 (ПК-1.2) Уметь использовать специализированное ПО для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.	В1 (ПК-1.3) Владеть навыками использования специализированного ПО для построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

	их компьютерного моделирования			
ПК-2 Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике современные и эффективные методики экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	<p>ПК-2.1 Знает методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p> <p>ПК-2.2 Способен совершенствовать и внедрять новые методы и методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники</p> <p>ПК-2.3 Имеет навыки использования современных методик экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники</p>	<p>31 (ПК-2.1) Знать основные физические принципы поляризации излучения.</p> <p>32 (ПК-2.1) Знать основные физические принципы, явления и методы исследования люминесценции в полупроводниках.</p> <p>33 (ПК-2.1) Знать физические принципы и методы исследования оптических, структурных и фотоэлектрических свойств полупроводниковых материалов оптоэлектроники, магнитооптических эффектов.</p>	У1 (ПК-2.2) Уметь использовать специализированные знания в области физики конденсированного состояния, электроники и наноэлектроники, оптических технологий для обоснования выбора оптимального способа решения поставленных задач.	<p>В1 (ПК-2.3) Владеть навыками измерения характеристик поляризационных светоизлучающих устройств.</p> <p>В2 (ПК-2.3) Владеть опытом использования методик исследования люминесцентных характеристик полупроводников и полупроводниковых наногетероструктур.</p> <p>В3 (ПК-2.3) Владеть опытом использования современных методов исследования оптических, структурных и фотоэлектрических свойств полупроводниковых материалов оптоэлектроники.</p> <p>В4 (ПК-2.3) Владеть опытом использования современных методов исследования магнитооптических свойств полупроводниковых и металлических структур оптоэлектроники.</p>
ПК-3 Способность применять фундаментальные	ПК-3.1 Знает фундаментальные основы физических явлений и процессов,	31 (ПК-3.1) Знать фундаментальные основы физических явлений и процессов, лежащих в	У1 (ПК-3.2) Уметь проводить экспериментальные работы по отработке и внедрению новых технологических процессов	В1 (ПК-3.3) Владеть опытом экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров

представления о физических явлениях для достижения требуемых функциональных качеств приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники	лежащих в основе работы приборов и устройств электроники и наноэлектроники ПК-3.2 Умеет проводить экспериментальные работы по отработке и внедрению новых технологических процессов производства изделий электроники и наноэлектроники ПК-3.3 Имеет опыт разработки методик экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурированных материалов	основе работы полупроводниковых приборов, приборов радиофотоники.	производства полупроводниковых приборов, приборов радиофотоники.	наноструктурированных полупроводниковых материалов, приборов радиофотоники.
ПК-4 Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных	ПК-4.1 Знает тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники ПК-4.2 Способен рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро-	31 (ПК-4.1) Знать: методы анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новой физической информации при решении исследовательских и практических задач в области физики квантовых и оптических технологий. 32 (ПК-4.1) Знать	У1 (ПК-4.2) Уметь анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач в области физики микро- и наноэлектроники. У2 (ПК-4.2) Уметь оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов. У3 (ПК-4.2) Уметь анализировать и обосновывать	В1 (ПК-4.3) Владеть опытом использования основных теоретических и экспериментальных методов изучения оптических и магнитооптических свойств полупроводниковых и металлических слоев, оптических, структурных и фотоэлектрических свойств полупроводниковых материалов оптоэлектроники.

областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	и наноэлектроники ПК-4.3 Имеет навыки обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники	теоретические основы методов научных исследований, необходимые для успешного выполнения практических работ в сфере профессиональной деятельности.	выбор оптимального решения поставленных исследовательских задач.	В2 (ПК-4.3) Владеть навыками постановки сложных экспериментальных исследований.
ПК-5 Готовность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, методически грамотно излагать материал и представлять его в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, методических пособий	ПК-5.1 Знает методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций ПК-5.2 Умеет методически грамотно излагать материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций ПК-5.3 Имеет навыки анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов,	31 (ПК-5.1) Знать способы критического анализа и систематизации научной информации при решении исследовательских задач в области физики оптических и фотоэлектрических эффектов в полупроводниковых структурах оптоэлектроники, оптических и магнитооптических эффектов полупроводниковых и металлических слоев. 32 (ПК-5.1) Знать требования к документам, предъявляемым в качестве отчетных при выполнении работ в рамках профессиональной деятельности.	У1 (ПК-5.2) Уметь интерпретировать полученные результаты экспериментальных исследований с использованием методов анализа экспериментальных данных и методов элементарной обработки результатов эксперимента. У2 (ПК-5.2) Уметь осуществлять поиск, критический анализ, обобщать и систематизировать научную информацию в области физики оптических и магнитооптических эффектов полупроводниковых и металлических слоев.	В1 (ПК-5.3) Владеть инструментами для обработки и представления полученных экспериментальных данных. В2 (ПК-5.3) Владеть опытом анализа полученных экспериментальных результатов и их интерпретации с учетом профессиональных знаний в области теории и методов физических исследований.

	публикаций, презентаций			
ПК-6 Готовность определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	<p>ПК-6.1 Знает алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения</p> <p>ПК-6.2 Умеет определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовки технического задания на выполнение проектных работ</p> <p>ПК-6.3 Имеет навыки проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготовки технического задания на выполнение проектных работ</p>	<p>31 (ПК-6.1) Знать физические принципы функционирования полупроводниковых приборов.</p> <p>32 (ПК-6.1) Знать физические принципы функционирования элементов и приборов для оптического эксперимента.</p>	У1 (ПК-6.2) Уметь использовать специализированные знания в области физики полупроводников и смежных дисциплин для обоснования выбора оптимального способа проектирования полупроводниковых приборов.	<p>В1 (ПК-6.3) Владеть навыками постановки экспериментов определения и количественных оценок важнейших характеристик элементов полупроводниковой электроники.</p> <p>В2 (ПК-6.3) Владеть навыками постановки оптических экспериментов.</p>
ПК-7 Способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного назначения	<p>ПК-7.1 Знает алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения</p> <p>В</p>	<p>31 (ПК-7.1) Знать алгоритмы проектирования электронных приборов, схем и устройств радиофотоники различного функционального назначения в соответствии</p>	У1 (ПК-7.2) Уметь использовать средства автоматизации проектирования.	<p>В1 (ПК-7.3) Владеть навыками выполнения расчета и проектирования приборов радиофотоники.</p> <p>В2 (ПК-7.3) Владеть навыками построения оптоэлектронных схем из</p>

функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	соответствии с техническим заданием ПК-7.2 Умеет использовать средства автоматизации проектирования ПК-7.3 Имеет навыки выполнения расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения	с техническим заданием. 32 (ПК-7.1) Знать основные физические принципы расчёта основных характеристик полупроводниковых приборов, оптоэлектронных схем.		различных оптических и электронных элементов
ПК-8 Способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	ПК-8.1 Знает основы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники ПК-8.2 Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники ПК-8.3 Имеет навыки проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники	31 (ПК-8.1) Знать основы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники. 32 (ПК-8.1) Знать физические принципы и методы напыления тонких металлических пленок на поверхность полупроводниковых структур. 33 (ПК-8.1) Знать основные разделы физики конденсированного состояния, физического материаловедения, электроники и наноэлектроники и смежных дисциплин, формирующих	У1 (ПК-8.2) Уметь разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники. У2 (ПК-8.2) Уметь использовать специализированные знания в области напыления тонких металлических пленок для обоснования выбора оптимального способа решения поставленных задач. У3 (ПК-8.2) Уметь соотносить знания различных разделов электроники и наноэлектроники с профильными знаниями в области физики функциональных материалов, а также со знаниями в смежных областях.	В1 (ПК-8.3) Владеть: навыками проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники. В2 (ПК-8.3) Владеть навыками использования различных методов напыления металлических контактов (тонких металлических пленок) к полупроводниковым структурам.

		фундаментальную научно-образовательную базу, необходимую для решения задач в области физики функциональных материалов.		
ПК-9 Готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производства	ПК-9.1 Знает принципы работы устройств, приборов и систем электронной техники ПК-9.2 Способен разрабатывать устройства, приборы и системы электронной техники, готов осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на этапах проектирования и производства ПК-9.3 Имеет навыки разработки устройств, приборов и системы электронной техники	31 (ПК-9.1) Знать основные физические принципы работы устройств, приборов и систем электронной техники, приборов радиофотоники.	У1 (ПК-9.2) Уметь разрабатывать устройства, приборы и системы электронной техники. У3 (ПК-9.2) Уметь осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на этапах проектирования и производства. У3 (ПК-9.2) Уметь использовать специализированные знания в области монтажа элементов ЭКБ для обоснования выбора оптимального способа решения поставленных задач.	В1 (ПК-9.3) Владеть навыками монтажа полупроводниковых устройств и приборов. В2 (ПК-9.3) Владеть навыками экспериментального определения и количественных оценок важнейших характеристик элементов полупроводниковой электроники. В3 (ПК-9.3) Владеть навыками монтажа чипов лазерных диодов на корпусные элементы. В4 (ПК-9.3) Владеть навыками разработки устройств, приборов и системы электронной техники.
ПК-14-нппт. Способен разрабатывать и тестировать современные изделия радиофотоники	ПК-14-нппт.1. Демонстрирует знания элементной базы радиофотоники, принципов работы модуляторов света по схеме Маха-Цендера, технологии изготовления модуляторов света по	31 (ПК-14-нппт.1) Знать элементную базу радиофотоники. 32 (ПК-14-нппт.1) Знать принципы работы модуляторов света по схеме Маха-Цендера. 33 (ПК-14-нппт.1) Знать технологии изготовления	У1 (ПК-14-нппт.2) Уметь задавать рабочие параметры модуляторов света. У2 (ПК-14-нппт.3) Уметь осуществлять различные виды стабилизации программных алгоритмов, управляющих модулятором по схеме Маха-Цендера.	В1 (ПК-14-нппт.4) Владеть методиками измерения основных параметров модуляторов - оптические потери, коэффициент передачи S21 и т.д. В2 (ПК-14-нппт.5) Иметь практический опыт работ по изготовлению модуляторов.

	<p>схеме Маха-Цендера</p> <p>ПК-14-нппт.2. Задаёт рабочие параметры модуляторов света</p> <p>ПК-14-нппт.3. Осуществляет различные виды стабилизации программных алгоритмов, управляющих модулятором по схеме Маха-Цендера</p> <p>ПК-14-нппт.4. Владеет методиками измерения основных параметров модуляторов</p> <p>ПК-14-нппт.5. Имеет практический опыт работ по изготовлению модуляторов</p>	модуляторов света по схеме Маха-Цендера.		
<p>ПК-15-нппт.</p> <p>Способен применять современные методы и технологии производства интегральных микросхем и других полупроводниковых приборов</p>	<p>ПК-15-нппт.1. Демонстрирует знания основ технологий, используемых при производстве интегральных микросхем и в смежных областях: проекционная фотолитография, плазмохимическое травление, термическая обработка, ионное легирование (имплантация), жидкостно-химическая</p>	<p>31 (ПК-15-нппт.1) Знать физику полупроводников и полупроводниковых приборов (зонная теория, MOS, BJT, CMOS и т.д.)</p> <p>32 (ПК-15-нппт.1) Знать основы технологий, используемых при производстве интегральных микросхем и в смежных областях: проекционная фотолитография, плазмохимическое травление, термическая</p>	<p>У1 (ПК-15-нппт.2) Уметь применять методы тестирования полупроводниковых приборов, включая методы контроля/анализа дефектности.</p>	<p>В1 (ПК-15-нппт.3) Владеть основами технологического процесса изготовления интегральных микросхем в общем смысле: от стадии проектирования до тестирования готовой микросхемы</p>

	<p>обработка, осаждение из газовой фазы (CVD), напыление (PVD), химико-механическая полировка (CMP), методов моделирования технологических процессов, методов интеграции процессов ПК-15-нпнт.2. Применяет методы анализа отказов микросхем, методы тестирования полупроводниковых приборов, включая методы контроля/анализа дефектности ПК-15-нпнт.3. Владеет основами технологического процесса изготовления интегральных микросхем в общем смысле: от стадии проектирования до тестирования готовой микросхемы</p>	<p>обработка, ионное легирование (имплантация), жидкостно-химическая обработка, осаждение из газовой фазы (CVD), напыление (PVD), химико-механическая полировка (CMP). 33 (ПК-15-нпнт.1) Знать методы моделирования технологических процессов, методы интеграции процессов. 34 (ПК-15-нпнт.2) Знать методы анализа отказов микросхем (подготовка образцов, скол, FIB, ВИМС, ОЖЕ, электронная микроскопия, тепловизионный анализ и т.д.). 35 (ПК-15-нпнт.3) Знать принципы применения системы менеджмента качества при выполнении НИОКР и на производстве.</p>		
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

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

Квалификационное задание	УК-1	УК-2	УК-3	УК-4	УК-5	УК-6	ОПК-1	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-4	ОПК ОС-5	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5	ПК-6	ПК-7	ПК-8	ПК-9	ПК-14-нпнт	ПК-15-нпнт
Подготовить ВКР в соответствии с установленными требованиями, без		+		+												+						

грамматических и фактических ошибок.																						
Подготовить доклад и вспомогательный иллюстративный материал (презентацию), в том числе – сделать доклад с использованием информационной техники за установленный промежуток времени.		+		+	+			+								+						
Обосновать актуальность темы исследования	+					+									+							
Обосновать практическую значимость научного исследования в выбранной профессиональной деятельности.	+					+	+				+							+		+	+	
Определить цель, задачи, объект и предмет исследования, сформулировать план работы, место и роль ВКР для работы научной группы, в состав которой входит студент.	+	+	+		+	+			+								+					
Продemonстрировать глубину и современный уровень состояния исследований по данной тематике с использованием литературного обзора, включающего, в том числе, источники на иностранном языке.	+			+		+	+		+		+	+										
Обосновать научную значимость поставленной задачи, научную и методическую новизну используемых подходов.	+					+	+		+		+		+									
Обосновать соответствие поставленных задач целям ВКР.						+	+						+					+		+	+	
Провести анализ правомерности заимствований при составлении литературного обзора.						+					+					+						
Продemonстрировать знакомство с правилами техники безопасности при проведении работ, в том числе в области природопользования.		+				+																
Описать ключевые экспериментальные / теоретические результаты, полученные в ходе выполнения ВКР.			+					+						+			+					
Продemonстрировать использование современной приборной базы и/или современных информационных технологий при выполнении работы.						+			+	+					+		+	+				

Провести анализ полученных экспериментальных / теоретических результатов, в том числе – продемонстрировать глубину и полноту математического и физического анализа полученных результатов.	+	+					+					+	+	+								
Продemonстрировать роль и качество самостоятельной работы при выполнении ВКР (описать личный вклад, отразить способность проводить исследования в составе группы).	+		+			+											+	+	+	+	+	
Сформулировать выводы и описать полноту решения поставленных задач.		+				+	+						+	+	+				+		+	+
Ответить на дополнительные вопросы членов ГЭК, в том числе – касающиеся перспектив дальнейшего развития данной работы, а также возможностей изменения выбранного научного направления.	+	+		+	+	+	+		+													
Продemonстрировать грамотную, культурную речь, способность корректно отвечать на поставленные вопросы, корректно вести научную дискуссию, в том числе – в нестандартных (стрессовых) ситуациях				+	+																	
Продemonстрировать знание современного состояния исследований и продемонстрировать практические навыки применения основных разделов электроники и нанoeлектроники и смежных дисциплин, формирующих научно-образовательную и проектно-технологическую базу обучающегося по выбранному профилю подготовки.							+	+					+	+								
Продemonстрировать высокий уровень знаний в своей профессиональной области при ответах на вопросы членов ГЭК, а также замечания рецензента, высказанные им в своем отзыве (рецензии) на ВКР.				+			+						+									
Продemonстрировать наличие публикаций по результатам выполнения ВКР		+		+												+			+	+	+	+

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. Подготовить ВКР в соответствии с установленными требованиями, без грамматических и фактических ошибок.
2. Подготовить доклад и вспомогательный иллюстративный материал (презентацию), в том числе – сделать доклад с использованием информационной техники за установленный промежуток времени.
3. Обосновать актуальность темы исследования
4. Обосновать практическую значимость научного исследования в выбранной профессиональной деятельности.
5. Определить цель, задачи, объект и предмет исследования, сформулировать план работы, место и роль ВКР для работы научной группы, в состав которой входит студент.
6. Продемонстрировать глубину и современный уровень состояния исследований по данной тематике с использованием литературного обзора, включающего, в том числе, источники на иностранном языке. Провести анализ правомерности заимствований при составлении литературного обзора.
7. Обосновать научную значимость поставленной задачи.
8. Обосновать соответствие поставленных задач целям ВКР.
9. Продемонстрировать знакомство с правилами техники безопасности при проведении работ, в том числе в области природопользования.
10. Описать ключевые экспериментальные / теоретические результаты, полученные в ходе выполнения ВКР.
11. Продемонстрировать использование современной приборной базы и/или современных информационных технологий при выполнении работы.
12. Провести анализ полученных экспериментальных / теоретических результатов, в том числе – продемонстрировать глубину и полноту математического и физического анализа полученных результатов.
13. Продемонстрировать роль и качество самостоятельной работы при выполнении ВКР (описать личный вклад, отразить способность проводить исследования в составе группы).
14. Сформулировать выводы и описать полноту решения поставленных задач.
15. Ответить на дополнительные вопросы членов ГЭК, в том числе – касающиеся перспектив дальнейшего развития данной работы, а также возможностей изменения выбранного научного направления.
16. Продемонстрировать грамотную, культурную речь, способность корректно отвечать на поставленные вопросы, корректно вести научную дискуссию, в том числе – в нестандартных (стрессовых) ситуациях
17. Продемонстрировать знание современного состояния исследований и продемонстрировать практические навыки применения основных разделов электроники и наноэлектроники и смежных дисциплин, формирующих научно-образовательную и проектно-технологическую базу обучающегося по выбранному профилю подготовки.
18. Продемонстрировать высокий уровень знаний в своей профессиональной области при ответах на вопросы членов ГЭК, а также замечания рецензента, высказанные им в своем отзыве (рецензии) на ВКР.
19. Продемонстрировать наличие публикаций по результатам выполнения ВКР

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

1. В чем состоит научная новизна и актуальность решаемой задачи?

2. В чем состоит практическая актуальность рассматриваемой проблемы?
3. Опишите процедуру расчета экспериментальных погрешностей для ключевых измеряемых физических величин.
4. Опишите процедуру верификации разработанной теоретической модели (процедуры численного расчета)?
5. В чем состоял Ваш личный вклад?
6. Обоснуйте корректность выбора физической модели для анализа полученных экспериментальных данных (по сравнению с аналогичными физическими (математическими) моделями).
7. Как Вы видите дальнейшее развитие темы ВКР (в аспирантуре)?
8. Что необходимо доработать для подготовки публикации в рецензируемом журнале?
9. Какой элемент ВКР может быть, по Вашему мнению, защищен патентом или ноу-хау?

3.3.3. Примерные темы выпускных квалификационных работ

1. Формирование наночастиц соединений переходных металлов в кремниевой матрице методами ионной имплантации и термического отжига.
2. Выращивание гетероструктур с квантовыми точками методом МОС-гидридной эпитаксии.
3. Исследование магнитных и магнитооптических свойств тонких слоев вида ферромагнетик/тяжелый металл.
4. Влияние ионного облучения на свойства спиновых светоизлучающих диодов.
5. Исследование светодиодов с модуляцией интенсивности и поляризации излучения.

3.4. Критерии оценивания выпускной квалификационной работы

Уровень оценивания	Критерий оценивания	оценка
Нулевой уровень - компетенции не сформированы	<p>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 и несоответствующее требованиям оформление.</p> <p>Невыполнение квалификационных заданий в рамках соответствующих компетенций, отсутствие ответов на вопросы комиссии.</p> <p>Сформированность компетенций не соответствует требованиям ФГОС ВО; выпускник не готов решать профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.</p>	неудовлетворительно
Низкий уровень	<p>Студент показал недостаточно полный объем знаний в рамках содержания выпускной квалификационной работы; работа с существенными структурными, лингвистическими и логическими ошибками; слабое владение инструментарием эмпирической части работы, некомпетентность в проведении исследования; неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях проблемы, рассмотренной в выпускной квалификационной работе.</p> <p>К выпускной работе имеются замечания по содержанию, по глубине проведенного исследования, работа оформлена неаккуратно, работа доложена неубедительно, не на все предложенные вопросы даны удовлетворительные ответы.</p> <p>Квалификационные задания в рамках соответствующих компетенций выполнены частично</p> <p>Сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник способен решать определенные профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.</p>	удовлетворительно
Средний уровень	<p>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</p>	хорошо

	<p>квалификационной работе. Квалификационные задания в рамках соответствующих компетенций выполнены на достаточном уровне</p> <p>Сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник готов самостоятельно решать стандартные профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.</p>	
Высокий уровень	<p>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;</p> <p>Владение инструментарием эмпирического исследования, работа глубоко и полно освещает заявленную тему, т.е. в работе представлены все исследования по проблематике, приведены теоретические обоснования грамматических, лексических, стилистических и иных особенностей, обозначенных в теме выпускной квалификационной работы;</p> <p>Квалификационные задания в рамках соответствующих компетенций выполнены в полном объеме на высоком уровне.</p> <p>Содержание выпускной работы доложено в краткой форме, последовательно и логично, даны четкие ответы на вопросы, поставленные членами ГЭК (Государственной аттестационной комиссии)</p> <p>Сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник готов самостоятельно решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи по видам профессиональной деятельности.</p>	отлично

3.5. Методические рекомендации по подготовке выпускной квалификационной работы и ее защите

3.5.1. При планировании и подготовке ВКР рекомендуется придерживаться требований, установленных ГОСТ 15.101-98 «Порядок выполнения научно-исследовательских работ», а также требований локальных нормативных документов ННГУ и структурных подразделений ННГУ, в которых выполняется ВКР. В том случае, если элементом ВКР являются патентные исследования, то при их выполнении следует придерживаться требований, установленных ГОСТ Р 15.011-96 «Патентные исследования. Содержание и порядок проведения». При оформлении ВКР рекомендуется придерживаться требований, установленных ГОСТ 7.32-2017 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

3.5.2 Титульный лист ВКР оформляется в соответствии с Приложением 1.

3.5.3 Отзыв научного руководителя на ВКР оформляется в соответствии с Приложением 2 и является обязательным приложением к ВКР.

3.5.4 Рекомендуемый объем ВКР магистров - не менее 100 стр.

3.5.5 Рекомендуемыми структурными элементами ВКР являются:

- Титульный лист
- Содержание
- Определения (термины)
- Обозначения и сокращения
- Введение
- Литературный обзор (не менее 20% объема, но не более 40% объема ВКР)
- Основная часть (описание результатов экспериментальных / теоретических) исследований
- Выводы
- Список литературы
- Приложения

3.5.5.1. Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), выводы, список использованных источников и приложений с указанием номеров соответствующих страниц.

3.5.5.2. Раздел «Определения» содержит перечень ключевых терминов, которые используются в отчете, с их расшифровкой (определениями).

3.5.5.3. Раздел «Обозначения и сокращения» содержит перечень обозначений и сокращений, применяемых в ВКР. Допускается определения, обозначения и сокращения приводить в одном разделе «Определения, обозначения сокращения».

3.5.5.4. Раздел «Введение» должен содержать описание решаемой научно-технической проблемы, ее актуальности (научной и практической) и новизны, а также общее описание подхода к решаемой проблеме. Раздел «Введение» должен заканчиваться Целью работы и описанием Задач, которые решаются в научной работе для достижения поставленной цели.

3.5.5.5 Рекомендуемый объем литературного обзора должен составлять ~25% от общего объема текста работы. В литературном обзоре, кроме анализа современного состояния исследований по изучаемой проблеме, рекомендуется также отразить описание специфики изучаемого объекта (материала); описание физических (химических, механических) основ и специфики методик, с помощью которых проводится аттестация материала – объекта исследования, а также описание специфики и физических основ технологии, которая используется для получения материала. (ВАЖНО – Литературный обзор должен быть направлен на формирование у исследователя целостной научной картины мира в отношении изучаемого явления / материала. В связи с этим литературный обзор не должен представлять собой простое переписывание известных книг и статей без подробного анализа приведенной в них информации). Обязательное требование к литературному обзору – наличие в списке цитируемой литературы статей (или монографий) на английском языке.

Рекомендуемый минимальный объем списка цитируемой литературы для литературного обзора ВКР магистров – не менее 10 классических монографий и/или обзорных статей и не

менее 20 современных актуальных статей по теме исследования, опубликованных в ведущих научных журналах за последние 10 лет.

3.5.5.6. Основная часть отчета (для экспериментальных работ) должна содержать следующие обязательные элементы (подпункты):

а) Объект(ы) исследования и экспериментальные методики

- Экспериментальные методики (для каждой используемой методики – подробное описание инструментальной базы, с помощью которой проводились исследования; описание процедуры измерения; описание измеряемых параметров; описание процедуры расчета погрешностей измерения; описание процедуры пробоподготовки);

- Используемые технологии (в том случае, если работа предполагает получение образцов с использованием технологического оборудования – описание используемой установки и принципов ее работы; описание режимов (диапазона режимов) в которых проводилось получение образцов; описание процедуры обработки образцов после получения – если это предусмотрено технологическим процессом);

- информация о знакомстве с требованиями техники безопасности при работе с исследовательским и/или технологическим оборудованием, в том числе – в области природоохранных технологий.

б) Описание экспериментальных результатов – подробное описание полученных экспериментальных результатов с графиками и таблицами, иллюстрирующими ключевые моменты исследования.

в) Обобщение и анализ полученных результатов – раздел, в котором необходимо описать и проанализировать закономерности (явления, эффекты), обнаруженные в работе.

3.5.5.7. Список используемых источников содержит ссылки на литературные источники. Его рекомендуется оформлять в соответствии с требованиями журналов к публикациям.

3.5.5.8. В раздел «Приложения» выносятся акты изготовления образцов, протоколы исследований (испытаний), а также фотографии, которые не вошли в основной текст отчета, тексты программ и т.д.

3.5.6 Наименования структурных элементов отчета "СОДЕРЖАНИЕ", "ОПРЕДЕЛЕНИЯ", "ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ", "ВВЕДЕНИЕ", "ЗАКЛЮЧЕНИЕ", "СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ", "ПРИЛОЖЕНИЕ" служат заголовками структурных элементов отчета. Заголовки структурных элементов следует располагать в середине строки без точки в конце и печатать прописными буквами, не подчеркивая.

3.5.7 Слово "рисунок" и его наименование располагают посередине строки. Иллюстрации, при необходимости, могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово "Рисунок" и наименование помещают после пояснительных данных.

Таблицу следует располагать в тексте ВКР непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки. При ссылке следует писать слово "таблица" с указанием ее номера.

3.5.8. Итоговый текст ВКР должен быть предоставлен научному руководителю для составления отзыва не менее, чем за 5 дней до даты защиты ВКР.

3.5.9. Окончательный текст ВКР (после внесения исправлений в соответствии с замечаниями научного руководителя) должен быть предоставлен в электронной форме (форматы *.doc, *.docx, *.pdf) не менее чем за 2 дня до защиты для размещения ВКР в электронно-библиотечной системе ННГУ и проверки.

3.5.10 ВКР должна быть отпечатана и сброшюрована или помещена в скоросшиватель.

4. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Аудиторный фонд ННГУ, площадь которого достаточна для свободного размещения всех выступающих и членов ГЭК, а также помещения для самостоятельной работы студентов при подготовке текста ВКР. Для работы с литературными источниками студентам

предоставляются помещения и возможности фундаментальной библиотеки ННГУ. Офисная техника и оборудование, необходимое для оформления ВКР и демонстрации презентационных материалов членам ГЭК. Свободно распространяемое или лицензионное программное обеспечение, необходимое для демонстрации презентационных материалов. Доска с мелом или маркерами для письменных ответов на дополнительные вопросы членов ГЭК.

Программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта ННГУ по направлению подготовки 11.04.04 – «Электроника и нанoeлектроника».

Авторы:

профессор кафедры физического материаловедения, д.ф.-м.н., доцент Дорохин М.В.

заведующий кафедрой физического материаловедения, д.ф.-м.н., профессор Чувильдеев В.Н.

Программа одобрена на заседании методической комиссии _____
факультета/института, протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»

Физический факультет

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ

Направление 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»
Профиль: Новые полупроводниковые технологии

Выпускная квалификационная работа
студента магистратуры группы _____

Фамилия И.О.

Основная образовательная программа
подготовки магистров по направлению

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»

(направленность программы: Новые полупроводниковые технологии)

_____ Фамилия И.О. студента
(подпись)

Научный руководитель:
уч. степень, уч. звание, должность

_____ Фамилия И.О.
(подпись)

Нижний Новгород
202_ г.

**ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на выпускную квалификационную работу**

Фамилия, имя, отчество студента

Тема выпускной квалификационной работы: _____

Квалификация Магистр

Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль программы: Новые полупроводниковые технологии

**Сформированность компетенций у выпускника по итогам выполнения
аттестационных заданий (заданий на выпускную квалификационную работу)**

Квалификационные задания	Компетенция	Обобщенная оценка сформированности компетенции
Обоснованность актуальности выбранного направления исследований, в том числе – практическая актуальность	УК-1, УК-6, ОПК-1, ОПК ОС-5, ПК-8, ПК-14-нппт	Сформирована на достаточном уровне
Знакомство с правилами техники безопасности при проведении работ, в том числе – с правилами действий в нестандартных аварийных ситуациях	УК-2, УК-6	Сформирована на достаточном уровне
Качество и глубина литературного обзора по теме исследований. Наличие в списке цитируемой литературы публикаций на английском языке	УК-1, УК-4, УК-6, ОПК-1, ОПК-3, ОПК ОС-5, ПК-1	Сформирована на достаточном уровне
Методическая и научная новизна используемых подходов. Научная новизна полученных результатов	ОПК ОС-5, ПК-2, ПК-3, ПК-6	Сформирована на достаточном уровне
Использование современной приборной базы или современных информационных технологий при выполнении работы	УК-6, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-6, ПК-7	Сформирована на достаточном уровне
Полнота и глубина анализа полученных результатов	УК-2, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-8, ПК-14-нппт	Сформирована на достаточном уровне
Понимание дальнейших перспектив развития своей научной работы	ОПК-1, ОПК-3	Сформирована на достаточном уровне
Существенность авторского вклада студента в результаты ВКР, в том числе – в части постановки целей и задач ВКР и степени их реализации.	УК-1, УК-3, УК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-14-нппт, ПК-15-нппт	Сформирована на достаточном уровне
Качество оформления ВКР. Соответствие оформления ВКР требованиям нормативной документации.	УК-2, УК-4, ПК-5	Сформирована на достаточном уровне
Возможности внедрения и опубликования работы.	ПК-5, ПК-8, ПК-9, ПК-14-нппт, ПК-15-нппт	Сформирована на достаточном уровне
Готовность выпускника к самостоятельной научной работе, в том числе – к руководству научными группами.	ПК-9, ПК-15-нппт	Сформирована на достаточном уровне

Объем заимствований (цитирований сторонних источников) в работе – **в пределах допустимого.**

Соответствие выпускной квалификационной работы требованиям

Наименование требования	Заключение о соответствии требованиям (отметить нужное – остальное удалить)
Актуальность темы	Тема ВКР актуальна / Тема ВКР имеет невысокую актуальность / Тема ВКР не актуальна
Соответствие содержания теме ВКР	Соответствует в полной степени / Соответствует не в полной мере / Не соответствует
Полнота решения поставленных вопросов (целей и задач ВКР)	Поставленные цели и задачи решены полностью/ частично/не полностью
Научная новизна	Полученные результаты новы / не новы (повторяют ранее полученные результаты)
Качество анализа полученных результатов	Анализ полученных результатов проведен на высоком / достаточном уровне / анализ результатов не проведен
Возможности внедрения и опубликования работы	Работа опубликована / заслуживает публикации после доработки/ не заслуживает публикации
Практическая значимость	Практическая значимость ВКР велика / незначительна / отсутствует
Оценка личного вклада автора	Авторский вклад имеется / отсутствует

Достоинства ВКР. Краткая характеристика выпускника

Данный раздел является дополнительным и заполняется по желанию научного руководителя. Если данный раздел не заполняется, то этот раздел удаляется из отзыва

Недостатки ВКР:

Общее заключение о соответствии ВКР требованиям:

ВКР полностью соответствует / частично соответствует / не соответствует (нужное указать, остальное удалить) требованиям основной образовательной программы (ООП) подготовки магистров по направлению 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Обобщенная оценка выпускной квалификационной работы

Выпускная квалификационная работа *ФИО выпускника «Название работы»* заслуживает высокой оценки, положительной оценки, удовлетворительной оценки, ..., а *ФИО выпускника* – заслуживает присвоения ей/ему квалификации магистра.

Научный руководитель:

Полное наименование должности и
основного места работы, ученая
степень, ученое звание

(подпись)

ФИО

(расшифровка подписи)

РЕЦЕНЗИЯ
на выпускную квалификационную работу

Фамилия, имя, отчество студента

Тема выпускной квалификационной работы: _____

Квалификация Магистр

Направление подготовки: 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Профиль программы: Новые полупроводниковые технологии

**Сформированность компетенций у выпускника по итогам выполнения
аттестационных заданий (заданий на выпускную квалификационную работу)**

Квалификационные задания	Компетенция	Обобщенная оценка сформированности компетенции
Обоснованность актуальности выбранного направления исследований, в том числе – практическая актуальность	УК-1, УК-6, ОПК-1, ОПК-5, ПК-8, ПК-14-нппт	Сформирована на достаточном уровне
Качество и глубина литературного обзора по теме исследований. Наличие в списке цитируемой литературы публикаций на английском языке	УК-1, УК-4, УК-6, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1	Сформирована на достаточном уровне
Методическая и научная новизна используемых подходов. Научная новизна полученных результатов	ОПК-5, ПК-2, ПК-3, ПК-6	Сформирована на достаточном уровне
Использование современной приборной базы или современных информационных технологий при выполнении работы	УК-6, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-6, ПК-7	Сформирована на достаточном уровне
Полнота и глубина анализа полученных результатов	УК-2, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-8, ПК-14-нппт	Сформирована на достаточном уровне
Качество оформления ВКР. Соответствие оформления ВКР требованиям нормативной документации.	УК-2, УК-4, ПК-5	Сформирована на достаточном уровне
Возможности внедрения и опубликования работы.	ПК-5, ПК-8, ПК-9, ПК-14-нппт, ПК-15-нппт	Сформирована на достаточном уровне

Соответствие выпускной квалификационной работы требованиям

Наименование требования	Заключение о соответствии требованиям
1. Актуальность темы	Высокая / Средняя / Низкая
2. Соответствие содержания работы заявленной теме	Соответствует / Соответствует не в полной мере / Не соответствует

3. Полнота проработки вопросов	Высокая / Средняя / Низкая
4. Научная новизна	Высокая / Средняя / Низкая
5. Наличие оригинальных разработок в ВКР	Имеется / не имеется
6. Качество анализа полученных результатов	Высокое/ Среднее / Низкое
7. Практическая значимость и применимость результатов на практике	Высокая / Средняя / Низкая

Достоинства содержательной части выпускной квалификационной работы:

Ошибки и недостатки содержательной части выпускной квалификационной работы:

Общее заключение о соответствии выпускной квалификационной работы требованиям

ВКР установленным в ООП требованиям - соответствует.

**Оценка содержательной части
выпускной квалификационной работы**

Отлично / Хорошо /
Удовлетворительно /
Неудовлетворительно

Рецензент:

Полное наименование должности и
основного места работы, ученая
степень, ученое звание

(подпись)

ФИО
(расшифровка подписи)

«Подпись заверяю» (*)

Ученый секретарь полное
наименование организации

(подпись)

ФИО
(расшифровка подписи)

«_____» _____ 202_ г.

М.П.

(*) – в том случае, если рецензент не является сотрудников ННГУ