

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 Ученого совета ННГУ

протокол № 7 от 28.06.2023 г

**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
2023 год начала подготовки

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	УК-1.1 Знает методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации УК-1.2 Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации УК-1.3 Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; - методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	Знать: – методы системного и критического анализа; - методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. Уметь: – применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; - разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации. Владеть: – 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	Знать: – 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</p> <p>УК-2.3 Владеет методиками разработки и управления проектом; - 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 <p>управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.</p> <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</p> <p>ПК-1.2 Умеет использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p> <p>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;</p> <p>- принципы работы устройств, приборов и систем СВЧ-электроники.</p> <p>Уметь:</p> <p>- использовать специализированное ПО для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;</p> <p>Владеть:</p> <p>- 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 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</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>Знать:</p> <p>- основные физические принципы поляризации излучения;</p> <p>- основные физические принципы явления и методы исследования люминесценции в полупроводниках;</p> <p>- физические принципы и методы исследования оптических, структурных и фотоэлектрических свойств полупроводниковых материалов оптоэлектроники;</p> <p>- физические принципы и методы исследования магнитооптических эффектов.</p> <p>Уметь:</p> <p>- 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, 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 наноэлектроники 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.</p> <p>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.</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 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	<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. 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	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. Невыполнение квалификационных заданий в рамках соответствующих компетенций, отсутствие ответов на вопросы комиссии. Сформированность компетенций не соответствует требованиям ФГОС ВО; выпускник не готов решать профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.	неудовлетворительно
Низкий уровень	Студент показал недостаточно полный объем знаний в рамках содержания выпускной квалификационной работы; работа с существенными структурными, 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. 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. Квалификационные задания в рамках соответствующих компетенций выполнены частично Сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник способен решать определенные профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности.	удовлетворительно
Средний уровень	Студент показал достаточно полные и систематизированные знания в рамках содержания выпускной квалификационной работы; использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение текста, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием выпускной квалификационной работы, умение его использовать в решении профессиональных задач; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях проблемы рассмотренной в выпускной	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 (подрисуночный 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