

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 от «31» мая 2023 г. № 6

ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Направление подготовки: 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Направленность (профиль): Материалы микро- и наносистемной техники

Форма обучения
очная

Нижний Новгород 2022

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 высшего образования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ОС ВО ННГУ).

Государственная итоговая аттестация выпускников по направлению подготовки 28.03.01 – «Нанотехнологии и микросистемная техника» включает в себя подготовку к процедуре защиты и защиту выпускной квалификационной работы (ВКР).

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ образовательной программы

Выпускник, освоивший программу бакалавриата готов решать профессиональные задачи в соответствии с видом профессиональной деятельности: научно-исследовательская деятельность, на которую ориентирована программа бакалавриата по направлению подготовки 28.03.01 – «Нанотехнологии и микросистемная техника», профилю «Материалы микро- и наносистемной техники»:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции	Результаты освоения
Системное и критическое мышление	УК 1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК 1.1. Знает методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа. УК 1.2. Умеет применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач. УК 1.3. Владеет методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач.	Знать: методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа. Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; применять системный подход для решения поставленных задач. Владеть: методикой системного

			подхода для решения поставленных задач.
Разработка и реализация проектов	УК 2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК 2.1. Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность. УК 2.2. Умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; использовать нормативно правовую документацию в сфере профессиональной деятельности. УК 2.3. Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно правовой документацией.	Знать: действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность. Уметь: проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов. Владеть: навыками работы с нормативно правовой документацией.
Командная работа и лидерство	УК 3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК 3.1. Знает основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии. УК 3.2. Умеет устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды. УК 3.3. Владеет простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде.	Знать: основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии. Уметь: применять основные методы и нормы социального взаимодействия. Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде.
Коммуникация	УК 4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и	УК 4.1. Знает принципы построения устного и письменного высказывания на русском и иностранном языках; правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации.	Знать: принципы построения устного и письменного высказывания на русском и иностран-

	письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	<p>УК 4.2. Умеет применять на практике деловую коммуникацию в устной и письменной формах, методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках.</p> <p>УК 4.3. Владеет навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении; навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках; методикой составления суждения в межличностном деловом общении на русском и иностранном языках.</p>	<p>ном языках</p> <p>Уметь: применять на практике методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках</p> <p>Владеть: навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном языках</p>
Межкультурное взаимодействие	УК 5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально историческом, этическом и философском контекстах	<p>УК 5.1. Знает закономерности и особенности социально исторического развития различных культур в этическом и философском контексте.</p> <p>УК 5.2. Умеет понимать и воспринимать разнообразие общества в социально историческом, этическом и философском контекстах.</p> <p>УК 5.3. Владеет простейшими методами адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально историческом, этическом и философском контекстах; навыками общения в мире культурного многообразия с использованием этических норм поведения.</p>	<p>Знать: закономерности и особенности социально исторического развития различных культур в этическом и философском контексте</p> <p>Уметь: понимать и воспринимать разнообразие общества в социально историческом, этическом и философском контекстах</p> <p>Владеть: навыками общения в мире культурного многообразия с использованием этических норм поведения.</p>
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	УК 6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	<p>УК 6.1. Знает основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни.</p> <p>УК 6.2. Умеет эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения.</p> <p>УК 6.3. Владеет методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков; ме-</p>	<p>Знать: основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования</p> <p>Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время</p> <p>Владеть: технологиями приоб-</p>

		тодиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни.	ретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков.
	УК 7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	УК 7.1. Знает виды физических упражнений; роль и значение физической культуры в жизни человека и общества; научно-практические основы физической культуры, профилактики вредных привычек и здорового образа и стиля жизни. УК 7.2. Умеет применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки; использовать средства и методы физического воспитания для профессионального личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни. УК 7.3. Владеет средствами и методами укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.	Знать: научно-практические основы физической культуры Уметь: применять на практике разнообразные средства физической культуры для формирования здорового образа и стиля жизни Владеть: методами укрепления здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
Безопасность жизнедеятельности	УК 8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	УК 8.1. Знает классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций; принципы организации безопасности труда на предприятии, технические средства защиты людей в условиях чрезвычайной ситуации. УК 8.2. Умеет поддерживать безопасные условия жизнедеятельности; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению; УК 8.3. Владеет методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.	Знать: классификацию и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения Уметь: выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций Владеть: навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.
Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность	УК-9. Способен принимать обоснованные экономические решения в	УК-9.1. Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике.	Знать: базовые принципы функционирования экономики и экономического развития

	различных областях жизнедеятельности	УК-9.2. Применяет экономические знания при выполнении практических задач; принимает обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	<p>Уметь: принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности</p> <p>Владеть: навыком применения экономических знаний при выполнении практических задач</p>
Гражданская позиция	УК-10: Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	<p>УК-10.1. Анализирует действующие правовые нормы, обеспечивающие борьбу с коррупцией в различных областях жизнедеятельности, а также способы профилактики коррупции и формирования нетерпимого отношения к ней.</p> <p>УК-10.2. Соблюдает правила общественного взаимодействия на основе нетерпимого отношения к коррупции.</p>	<p>Знать: действующие правовые нормы, обеспечивающие борьбу с коррупцией в различных областях жизнедеятельности</p> <p>Уметь: соблюдать правила общественного взаимодействия на основе нетерпимого отношения к коррупции</p> <p>Владеть: способами профилактики коррупции и формирования нетерпимого отношения к ней</p>
Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты освоения
Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделиро-	<p>ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы физики и математики, методы математического анализа и моделирования.</p> <p>ОПК-1.2 Умеет решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний.</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками применения физических законов и математических методов для решения задач профессиональной деятельности теоретического и прикладного характера</p>	<p>Знать: фундаментальные законы физики и математики, методы математического анализа и моделирования</p> <p>Уметь: решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественно-</p>

	вания		<p>научных и общеинженерных знаний</p> <p>Владеть: методами математического анализа и моделирования для решения задач профессиональной деятельности теоретического и прикладного характера</p>
Ответственность в профессиональной деятельности	ОПК-2. Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов	<p>ОПК-2.1. Знает экономические, экологические, социальные и другие ограничения.</p> <p>ОПК-2.2 Умеет решать задачи профессиональной деятельности осуществлять профессиональную деятельность в режиме экономических, экологических, социальных и других ограничений.</p>	<p>Знать: экономические, экологические, социальные и другие ограничения</p> <p>Уметь: осуществлять профессиональную деятельность в режиме экономических, экологических, социальных и других ограничений</p> <p>Владеть: навыками решения задач профессиональной деятельности в режиме экономических, экологических, социальных и других ограничений</p>
Исследовательская деятельность	ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<p>ОПК 3.1. Знает основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации</p> <p>ОПК 3.2. Умеет выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования</p> <p>ОПК 3.3. Владеет способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений</p>	<p>Знать: основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации</p> <p>Уметь: самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p> <p>Владеть: способами обработки и</p>

			представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений
Владение информационными технологиями	ОПК-4. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	ОПК 3.1. Знает, как использовать информационно коммуникационные технологии при поиске необходимой информации ОПК 3.2. Знает современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации ОПК 3.3. Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации	Знать: принципы работы современных информационных технологий Уметь: использовать информационно коммуникационные технологии для решения задач профессиональной деятельности Владеть: навыками применения современных программных комплексов для решения задач профессиональной деятельности
Эффективность и безопасность технических решений	ОПК-5. Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ОПК-5.1. Знает современные технические средства и технологии. ОПК-5.2 Умеет выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии. ОПК-5.3. Имеет навыки применения технических средств и технологий в профессиональной деятельности	Знать: современные технические средства и технологии в профессиональной деятельности Уметь: принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности Владеть: навыками применения технических средств и технологий в профессиональной деятельности
Владение нормативной документацией, правовая ответственность	ОПК-6. Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью	ОПК-6.1. Знает стандарты, нормы и правила, принятые при разработке технической документации. ОПК-6.2. Умеет применять стандарты, нормы и правила при разработке технической документации. ОПК-6.3 Имеет навыки применения стандартов, норм и правил	Знать: стандарты, нормы и правила, принятые при разработке технической документации Уметь: применять стандарты,

	на основе применения стандартов, норм и правил	при разработке технической документации.	<p>нормы и правила при разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью</p> <p>Владеть: навыками применения стандартов, норм и правил при разработке технической документации</p>
Проектирование объектов, систем и процессов	ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники	<p>ОПК-7.1. Знает основы проектирования и производства объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники.</p> <p>ОПК-7.2. Умеет проектировать объекты, системы и процессы в области нанотехнологий и микросистемной техники.</p> <p>ОПК-7.2 Владеет навыками проектирования объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники.</p>	<p>Знать: основы проектирования и производства объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники</p> <p>Уметь: проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники</p> <p>Владеть: навыками проектирования объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники</p>
Фундаментальные знания в области физики наноматериалов и гетероструктур	ОПК ОС-8 Способен применять фундаментальные знания о физических свойствах систем с пониженной размерностью и учитывать современные тенденции развития нанотехнологий в своей профессиональной деятельности	<p>ОПК-8.1. Знает фундаментальные основы нанотехнологий, физических свойств систем с пониженной размерностью.</p> <p>ОПК-8.2. Знает современные тенденции развития нанотехнологий в своей профессиональной деятельности.</p> <p>ОПК-8.3. Умеет применять знания об основах нанотехнологий и физических свойствах систем с пониженной размерностью в своей профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: фундаментальные основы физики систем с пониженной размерностью, современные тенденции развития нанотехнологий</p> <p>Уметь: учитывать современные тенденции развития нанотехнологий в своей профессиональной деятельности</p>

			Владеть: навыками использования знаний о физических свойствах систем с пониженной размерностью, фундаментальных основ нанотехнологий при решении практических задач, проведении научных исследований с учетом современных тенденций развития нанотехнологий
Тип задач профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты освоения
Научно исследовательский	ПК-1. Способность применять фундаментальные представления о физических явлениях и процессах, лежащих в основе работы приборов, схем и устройств электроники, нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники для достижения требуемых функциональных характеристик	ПК-1.1. Знает физические явления и процессы, лежащие в основе работы приборов и устройств электроники, нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники. ПК-1.2. Умеет применять фундаментальные представления о физических явлениях и процессах для достижения требуемых функциональных качеств приборов и устройств электроники, нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники	Знать: физические явления и процессы, лежащие в основе работы приборов и устройств электроники и нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники Уметь: применять фундаментальные представления о физических явлениях для достижения требуемых функциональных качеств приборов Владеть: навыками использования фундаментальных представлений о физических явлениях для достижения необходимых характеристик приборов и устройств электроники и нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники

Научно исследователь-ский	ПК-2. Способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий	ПК-2.1. Знает основы физико-математического моделирования. ПК-2.2. Умеет строить физические и математические модели исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники ПК-2.3. Владеет навыками использования стандартных программных средств компьютерного моделирования	Знать: основы физико-математического моделирования исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники Уметь: строить физические и математические модели исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники Владеть: навыками использования современных компьютерных технологий
Научно исследователь-ский	ПК-3. Готовность применять знания о фундаментальных основах технологических процессов получения материалов нано- и микросистемной техники и использовать их в производстве	ПК-3.1. Знает фундаментальные основы технологических процессов получения материалов нано- и микросистемной техники. ПК-3.2. Умеет проводить экспериментальные работы по отработке и внедрению новых технологических процессов производства материалов нано- и микросистемной техники и использовать их в производстве ПК-3.2. Владеет опытом разработки методик экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурированных материалов	Знать: фундаментальные основы технологических процессов получения материалов нано- и микросистемной техники Уметь: применять знания о фундаментальных основах технологических процессов получения материалов нано- и микросистемной техники Владеть: опытом разработки методик экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурированных материалов
Научно исследователь-ский	ПК-4. Готовность проводить исследования и разработки в области нано-	ПК-4.1. Знает методики измерений параметров и свойств наноматериалов и наноструктур ПК-4.2. Умеет совершенствовать и внедрять новые методы и ме-	Знать: современные методы анализа и контроля свойств наноструктурированных мате-

	<p>физики, наноматериалов, нанодиагностики, нанотехнологий и микросистемной техники с использованием современных методов анализа и контроля свойств наноструктурированных материалов и систем</p>	<p>тодики измерений параметров и свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>ПК-4.3. Владеет навыками использования различных методов и методик измерений параметров и свойств наноматериалов и наноструктур</p>	<p>риалов</p> <p>Уметь: совершенствовать и внедрять новые методы и методики измерений параметров и свойств наноматериалов и наноструктур</p> <p>Владеть: навыками использования различных методов и методик измерений параметров и свойств наноматериалов и наноструктур</p>
<p>Научно исследовательский</p>	<p>ПК-5. Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p>	<p>ПК-5.1. Знает методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p> <p>ПК-5.2. Умеет представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p> <p>ПК-5.3. Владеет опытом анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p>	<p>Знать: методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p> <p>Уметь: анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p> <p>Владеть: опытом анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p>

3. ПРОГРАММА ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Выпускная квалификационная работа – бакалаврская работа (ВКР) представляет собой выполненную обучающимся работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельному решению профессиональных задач. Оценка сфор-

мированности 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.

3.1. Карта компетенций к защите выпускной квалификационной работы

Код компетенции по ОПОП	Характеристика компетенции	Составляющие компетенции		
		Знания	Умения и навыки	Владение опытом и личностная готовность к профессиональному совершенствованию
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач		<i>З1 (УК-1) Знать</i> методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа	<i>У1 (УК-1) Уметь</i> применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; применять системный подход для решения поставленных задач.	<i>В1 (УК-1) Владеть</i> навыками поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач.
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений		<i>З1 (УК-2) Знать</i> виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность.	<i>У1 (УК-2) Уметь</i> проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; использовать нормативно правовую документацию в сфере профессиональной деятельности.	<i>В1 (УК-2) Владеть</i> методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно правовой документацией.
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде		<i>З1 (УК-3) Знать</i> основные приемы и нормы социального взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии	<i>У1 (УК-3) Уметь</i> устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды	<i>В1 (УК-3) Владеть</i> простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)		<i>З1 (УК-4) Знать</i> принципы построения устного и письменного высказывания на русском и иностранном языках; правила и закономерности деловой устной и письменной коммуникации.	<i>У1 (УК-4) Уметь</i> применять на практике деловую коммуникацию в устной и письменной формах, методы и навыки делового общения на русском и иностранном языках	<i>В1 (УК-4) Владеть</i> навыками чтения и перевода текстов на иностранном языке в профессиональном общении; навыками деловых коммуникаций в устной и письменной форме на русском и иностранном

			языках; методикой составления суждения в межличностном деловом общении на русском и иностранном языках.
УК-5 Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально историческом, этическом и философском контекстах	31 (УК-5) <i>Знать</i> закономерности и особенности социально исторического развития различных культур в этическом и философском контексте	У1 (УК-5) <i>Уметь</i> понимать и воспринимать разнообразие общества в социально историческом, этическом и философском контекстах.	В1 (УК-5) <i>Владеть</i> простейшими методами адекватного восприятия межкультурного разнообразия общества в социально историческом, этическом и философском контекстах; навыками общения в мире культурного многообразия с использованием этических норм поведения.
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	31 (УК-6) <i>Знать</i> основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни	У1 (УК-6) <i>Уметь</i> эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения	В1 (УК-6) <i>Владеть</i> методами управления собственным временем; технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни.
УК-7 Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности	31 (УК-7) <i>Знать</i> виды физических упражнений; роли и значения физической культуры в жизни человека и общества; научно-практические основы физической культуры, профилактики вредных привычек и здорового образа и стиля жизни.	У1 (УК-7) <i>Уметь</i> применять на практике разнообразные средства физической культуры, спорта и туризма для сохранения и укрепления здоровья и психофизической подготовки; использовать средства и методы физического воспитания для профессионально личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни.	В1 (УК-7) <i>Владеть</i> средствами и методами укрепления индивидуального здоровья для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	31 (УК-8) <i>Знать</i> классификации и источники чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения; причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций; принципы организации безопасности труда на предприятии, технических средств защиты людей в условиях чрезвычайной ситуации	У1 (УК-8) <i>Уметь</i> поддерживать безопасные условия жизнедеятельности; выявлять признаки, причины и условия возникновения чрезвычайных ситуаций; оценивать вероятность возникновения потенциальной опасности и принимать меры по ее предупреждению	В1 (УК-8) <i>Владеть</i> методами прогнозирования возникновения опасных или чрезвычайных ситуаций; навыками по применению основных методов защиты в условиях чрезвычайных ситуаций
УК-9	31 (УК-9) <i>Знать</i> базовые принципы	У1 (УК-9) <i>Уметь</i> принимать обоснованные	В1 (УК-9) <i>Владеть</i> навыками примене-

Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике	ванные экономические решения в различных областях жизнедеятельности	ния экономических знаний при выполнении практических задач
УК-10 Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению	31 (УК-1-) <i>Знать</i> действующие правовые нормы	У1 (УК-10) <i>Уметь</i> анализировать действующие правовые нормы, обеспечивающие борьбу с коррупцией в различных областях жизнедеятельности, а также способы профилактики коррупции и формирования нетерпимого отношения к ней	В1 (УК-10) <i>Владеть</i> навыками соблюдения правил общественного взаимодействия на основе нетерпимого отношения к коррупции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	31 (ОПК-1) <i>Знать</i> фундаментальные законы физики и математики, методы математического анализа и моделирования.	У1 (ОПК-1) <i>Уметь</i> решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общинженерных знаний.	В1 (ОПК-1) <i>Владеть</i> навыками применения физических законов и математических методов для решения задач профессиональной деятельности теоретического и прикладного характера
ОПК-2 Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений на всех этапах жизненного цикла объектов, систем и процессов	31 (ОПК-2) <i>Знать</i> экономические, экологические, социальные и другие ограничения.	У1 (ОПК-2) <i>Уметь</i> решать задачи профессиональной деятельности У2 (ОПК-2) <i>Уметь</i> осуществлять профессиональную деятельность в режиме экономических, экологических, социальных и других ограничений.	В1 (ОПК-2) <i>Владеть</i> навыками решения задач профессиональной деятельности в режиме экономических, экологических, социальных и других ограничений.
ОПК-3 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	31 (ОПК-3) <i>Знать</i> основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации	У1 (ОПК-3) <i>Уметь</i> выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования	В1 (ОПК-3) <i>Владеть</i> способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	31 (ОПК-4) <i>Знать</i> принципы работы современных информационных технологий 32 (ОПК-4) <i>Знать</i> современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации	У1 (ОПК-4) <i>Уметь</i> использовать современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности	В1 (ОПК-4) <i>Владеть</i> навыками решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации
ОПК-5	31 (ОПК-5) <i>Знать</i> современные техни-	У5 (ОПК-5) <i>Уметь</i> выбирать эффек-	В5 (ОПК-5) <i>Владеть</i> навыками примене-

Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии	ческие средства и технологии.	тивные и безопасные технические средства и технологии.	ния технических средств и технологий в профессиональной деятельности
ОПК-6 Способен участвовать в разработке технической документации, связанной с профессиональной деятельностью на основе применения стандартов, норм и правил	31 (ОПК-6) Знать стандарты, нормы и правила, принятые при разработке технической документации.	У1 (ОПК-6) Уметь применять стандарты, нормы и правила при разработке технической документации.	В1 (ОПК-6) Владеть навыками применения стандартов, норм и правил при разработке технической документации
ОПК-7 Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники	31 (ОПК-7) Знать основы проектирования и производства объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники.	У1 (ОПК-7) Уметь проектировать объекты, системы и процессы в области нанотехнологий и микросистемной техники.	В1 (ОПК-7) Владеть навыками проектирования объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники.
ОПК-8 Способен применять фундаментальные знания о физических свойствах систем с пониженной размерностью и учитывать современные тенденции развития нанотехнологий в своей профессиональной деятельности	31 (ОПК-8) Знать фундаментальные основы нанотехнологий, физических свойств систем с пониженной размерностью. 32 (ОПК-8) Знать современные тенденции развития нанотехнологий в своей профессиональной деятельности.	У1 (ОПК-8) Уметь применять знания об основах нанотехнологий и физических свойствах систем с пониженной размерностью в своей профессиональной деятельности	В1 (ОПК-8) Владеть навыками навыками использования знаний фундаментальных основ нанотехнологий при решении практических задач
ПК-1 Способность применять фундаментальные представления о физических явлениях и процессах, лежащих в основе работы приборов, схем и устройств электроники, нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники для достижения требуемых функциональных характеристик	31 (ПК-1) Знать фундаментальные основы физических явлений и процессов, лежащих в основе работы полупроводниковых приборов, схем и устройств электроники, нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники. 32 (ПК-1) Знать различные физические явления, применяемые для достижения требуемых функциональных качеств электронных приборов, схем и устройств. 33 (ПК-1) Знать фундаментальные основы физических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов и устройств квантовой оптоэлектроники	У1 (ПК-1) Уметь применять фундаментальные представления о физических явлениях и процессах, лежащих в основе работы полупроводниковых приборов, схем и устройств электроники, нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники. У2 (ПК-1) Уметь применять в области электроники и нанoeлектроники различные физические явления для достижения требуемых функциональных качеств электронных приборов, схем и устройств. У3 (ПК-1) Уметь применять фундаментальные представления о физиче-	В1 (ПК-1) Владеть опытом использования представлений о физических явлениях и процессах, лежащих в основе полупроводниковых приборов, схем и устройств электроники, нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники, для достижения требуемых функциональных характеристик приборов, схем и устройств электроники, нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники. В2 (ПК-1) Владеть представлениями о современном состоянии и методах исследований в области физики низкоразмерных систем, способностью прогнозировать изменение свойств и характеристик наноструктур при изменении внешних

	<p>и интегральной оптики.</p> <p>34 (ПК-1) <i>Знать</i> возможности и ограничения ионно-лучевых методов при формировании микро- и наноструктур.</p> <p>35 (ПК-1) <i>Знать</i> принципы работы современных приборов твердотельной электроники.</p> <p>36 (ПК-1) <i>Знать</i> различные физические явления для достижения требуемых функциональных качеств электронных приборов, схем и устройств электроники, наноэлектроники, нано- и микросистемной техники.</p> <p>37 (ПК-1) <i>Знать</i> фундаментальные основы физических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов, схем и устройств электроники, наноэлектроники, нано- и микросистемной техники.</p>	<p>ских явлениях и процессах, лежащих в основе работы приборов и устройств квантовой оптоэлектроники и интегральной оптики для достижения требуемых функциональных качеств приборов и устройств оптоэлектроники и интегральной оптики.</p> <p>У4 (ПК-1) <i>Уметь</i> применять фундаментальные представления о физических явлениях и процессах при проведении научных исследований в рамках заданной тематики.</p> <p>У5 (ПК-1) <i>Уметь</i> выбирать параметры режимов ионной имплантации и оценивать основные параметры ионно-модифицированных слоев.</p> <p>У6 (ПК-1) <i>Уметь</i> делать количественные оценки параметров приборов твердотельной электроники.</p> <p>У7 (ПК-1) <i>Уметь</i> проводить анализ и систематизацию информации, связанной с исследованием наноэлектронных приборов, строить физико-математические модели наноразмерных элементов.</p> <p>У8 (ПК-1) <i>Уметь</i> применять фундаментальные представления о физических явлениях и процессах, лежащих в основе работы устройств электроники и наноэлектроники.</p>	<p>условий или воздействий.</p> <p>В3 (ПК-1) <i>Владеть</i> опытом использования представлений о физических явлениях и процессах, лежащих в основе работы приборов и устройств квантовой оптоэлектроники и интегральной оптики для достижения требуемых функциональных характеристик.</p> <p>В4 (ПК-1) <i>Владеть</i> навыками количественных оценок и экспериментального определения параметров ионно-модифицированных материалов.</p> <p>В5 (ПК-1) <i>Владеть</i> навыками количественных расчетов параметров приборов твердотельной электроники.</p> <p>В6 (ПК-1) <i>Владеть</i> способностью применять различные физические явления для достижения требуемых функциональных качеств электронных приборов, схем и устройств электроники, наноэлектроники, нано- и микросистемной техники.</p> <p>В7 (ПК-1) <i>Владеть</i> опытом использования представлений о физических явлениях и процессах, лежащих в основе работы устройств электроники и наноэлектроники, для достижения требуемых функциональных характеристик.</p>
<p>ПК-2</p> <p>Способность проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий</p>	<p>31 (ПК-2) <i>Знать</i> математический аппарат, необходимый для построения физических и математических моделей приборов СВЧ- электроники.</p> <p>32 (ПК-2) <i>Знать</i> на базовом теоретическом уровне элементы простейших электронных устройств СВЧ диапазо-</p>	<p>У1 (ПК-2) <i>Уметь</i> анализировать работу электронных устройств СВЧ, определять режимы работы основных элементов.</p> <p>У2 (ПК-2) <i>Уметь</i> применять современные теоретические знания и математический аппарат для анализа и рас-</p>	<p>В1 (ПК-2) <i>Владеть</i> навыками построения моделей устройств СВЧ-электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.</p> <p>В2 (ПК-2) <i>Владеть</i> навыками построения и синтеза оригинальных моделей приборов СВЧ диапазона и стандартными про-</p>

	<p>на.</p> <p>33 (ПК-2) Знать принципы преобразования и передачи, усиления и генерирования высокочастотных сигналов.</p> <p>34 (ПК-2) Знать математический аппарат, необходимый для построения физических и математических моделей приборов электроники.</p> <p>35 (ПК-2) Знать на базовом и эксплуатационном уровне элементы радиотехнических схем, простейших радиоэлектронных приборов, электронных устройств.</p> <p>36 (ПК-2) Знать принципы преобразования (радио)сигналов, построения приборов фильтрации, усиления и генерирования электрических сигналов.</p> <p>37 (ПК-2) Знать элементы и устройства электроники, нанoeлектроники, нано- и микросистемной техники.</p> <p>38 (ПК-2) Знать основные приемы физико-математического моделирования.</p> <p>39 (ПК-2) Знать основные подходы и методы для конструирования микро- и наносистем.</p> <p>310 (ПК-2) Знать физические принципы приборов твердотельной электроники.</p> <p>311 (ПК-2) Знать основные принципы построения математических моделей элементов и устройств нано- и микросистемной техники.</p> <p>312 (ПК-2) Знать основные физические и математические модели приборов, схем, устройств электроники, наноэлектроники, нано- и микросистемной</p>	<p>чета характеристик СВЧ устройств.</p> <p>У3 (ПК-2) Уметь анализировать работу электрических цепей, определять режимы работы элементов радиотехнических схем.</p> <p>У4 (ПК-2) Уметь моделировать работу электронных устройств с помощью современных компьютерных технологий.</p> <p>У5 (ПК-2) Уметь проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов с использованием современных компьютерных технологий.</p> <p>У6 (ПК-2) Уметь разрабатывать модели несложных физических процессов с использованием современных компьютерных технологий.</p> <p>У7 (ПК-2) Уметь применять основные методы конструирования микро-и наносистем.</p> <p>У8 (ПК-2) Уметь применять известные физические модели для анализа свойств приборов и структур твердотельной электроники.</p> <p>У9 (ПК-2) Уметь использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования элементов и устройств электроники, наноэлектроники, нано- и микросистемной техники.</p> <p>У10 (ПК-2) Уметь использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования, реализовывать оригинальные модели в виде пакетов прикладных программ.</p>	<p>граммными средствами компьютерного моделирования.</p> <p>В3 (ПК-2) Владеть навыками построения моделей устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.</p> <p>В4 (ПК-2) Владеть навыками программирования и компьютерного моделирования.</p> <p>В5 (ПК-2) Владеть навыками построения и синтеза оригинальных моделей и пакетов прикладных программ.</p> <p>В6 (ПК-2) Владеть современными методами расчета, моделирования и проектирования электронных устройств на основе аналоговой и цифровой элементной базы.</p> <p>В7 (ПК-2) Владеть навыками использования современных компьютерных технологий для моделирования несложных физических процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники.</p> <p>В8 (ПК-2) Владеть навыками применения контрольно-измерительного оборудования и компьютерных технологий для определения параметров приборов твердотельной электроники</p> <p>В9 (ПК-2) Владеть навыками реализации оригинальных моделей элементов и устройств нано- и микросистемной техники.</p> <p>В10 (ПК-2) Владеть представлениями о технологических операциях, обеспечивающих нанометровые размеры интегральных элементов, навыками применения основных методов математической и тео-</p>
--	---	---	--

	<p>техники различного функционального назначения.</p> <p>313 (ПК-2) <i>Знать</i> аппарат теории функций комплексного переменного в приложении к физико-математическому моделированию процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники.</p> <p>314 (ПК-2) <i>Знать</i> аппарат теории линейных операторов в гильбертовом пространстве в приложении к физико-математическому моделированию процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники.</p> <p>315 (ПК-2) <i>Знать</i> аппарат математической физики в приложении к физико-математическому моделированию процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники.</p> <p>316 (ПК-2) <i>Знать</i> аппарат теории нелинейных колебаний в приложении к физико-математическому моделированию процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники.</p>	<p>У11 (ПК-2) <i>Уметь</i> использовать аппарат теории функций комплексного переменного для описания фундаментальных физических явлений, лежащих в основе физико-математического моделирования процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники.</p> <p>У12 (ПК-2) <i>Уметь</i> использовать аппарат теории линейных операторов в гильбертовом пространстве для описания фундаментальных физических явлений, лежащих в основе физико-математического моделирования процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники.</p> <p>У13 (ПК-2) <i>Уметь</i> использовать аппарат математической физики для описания фундаментальных физических явлений, лежащих в основе физико-математического моделирования процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники.</p> <p>У14 (ПК-2) <i>Уметь</i> использовать аппарат теории нелинейных колебаний для описания фундаментальных физических явлений, лежащих в основе физико-математического моделирования процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники.</p>	<p>ретической физики к анализу и количественной оценке свойств элементов и приборов нанoeлектроники с учётом тенденций развития элементов и приборов нанoeлектроники.</p> <p>В11 (ПК-2) <i>Владеть</i> навыками физико-математического моделирования процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники, требующих использования аппарата теории функций комплексного переменного.</p> <p>В12 (ПК-2) <i>Владеть</i> навыками физико-математического моделирования процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники, требующих использования аппарата теории линейных операторов в гильбертовом пространстве.</p> <p>В13 (ПК-2) <i>Владеть</i> навыками физико-математического моделирования процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники, требующих использования аппарата математической физики.</p> <p>В14 (ПК-4) <i>Владеть</i> навыками физико-математического моделирования процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники, требующих использования аппарата теории нелинейных колебаний</p>
<p>ПК-3</p> <p>Готовность применять знания о фундаментальных основах технологических процессов получения материалов и компонентов нано- и микросистемной техники и использовать их в производстве</p>	<p>31 (ПК-3) <i>Знать</i> фундаментальные основы и предельные возможности технологических процессов получения материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</p> <p>32 (ПК-3) <i>Знать</i> физико-химические принципы и методы гетерозипитаксимального наращивания полупроводников</p>	<p>У1 (ПК-3) <i>Уметь</i> использовать фундаментальные основы технологических процессов получения материалов и компонентов нано- и микросистемной техники в производстве.</p> <p>У2 (ПК-3) <i>Уметь</i> объяснять сущность физических и химических явлений на всех этапах технологических процессов</p>	<p>В1 (ПК-3) <i>Владеть</i> опытом использования знания о фундаментальных основах технологических процессов получения материалов и компонентов нано- и микросистемной техники и опытом проведения технологических процессов.</p> <p>В3 (ПК-3) <i>Владеть</i> навыками применения технологического и контрольно-</p>

	<p>вых слоев, основы зонной инженерии.</p> <p>33 (ПК-3) <i>Знать</i> основные физические модели, описывающие эффекты ионного внедрения.</p> <p>34 (ПК-3) <i>Знать</i> варианты модификации конструкции и технологии устройств с учётом возможности работы в экстремальных условиях.</p> <p>35 (ПК-3) <i>Знать</i> основные классы органических и неорганических соединений, а также пути получения веществ разных классов и их основные химические свойства.</p>	<p>и обоснованно выбирать материалы для выращивания конкретных структур.</p> <p>У3 (ПК-3) <i>Уметь</i> применять известные физические модели для анализа свойств ионно-легированных и модифицированных материалов.</p> <p>У4 (ПК-3) <i>Уметь</i> представлять варианты модификации конструкции и технологии устройств с учётом возможности работы в экстремальных условиях.</p> <p>У5 (ПК-3) <i>Уметь</i> моделировать протекание возможных химических превращений в технологических условиях или в условиях эксплуатации рассматриваемых материалов.</p>	<p>измерительного оборудования, компьютерных технологий для определения параметров ионно-легированных и модифицированных материалов.</p> <p>В4 (ПК-3) <i>Владеть</i> навыками представления вариантов модификации конструкции и технологии устройств с учётом возможности работы в экстремальных условиях.</p> <p>В5 (ПК-3) <i>Владеть</i> навыками термодинамического расчета наиболее вероятного направления протекания химических процессов, а также его изменения при варьируемых внешних условиях.</p>
<p>ПК-4</p> <p>Готовность проводить исследования и разработки в области нанофизики, наноматериалов, нанодиагностики, нанотехнологий и микросистемной техники с использованием современных методов анализа и контроля свойств наноструктурированных материалов и систем</p>	<p>31 (ПК-4) <i>Знать</i> методы синтеза, анализа и контроля наноструктурированных полупроводниковых материалов и систем.</p> <p>32 (ПК-4) <i>Знать</i> основные экспериментальные методы измерения электрофизических свойств полупроводниковых материалов.</p> <p>33 (ПК-4) <i>Знать</i> основные экспериментальные методы определения химического состава, кристаллографической структуры.</p> <p>34 (ПК-4) <i>Знать</i> методы контроля полупроводниковых приборов и интегральных схем, полученных по планарно-эпитаксиальной технологии их производства.</p> <p>35 (ПК-4) <i>Знать</i> характеристики и режимы просвечивающего электронного микроскопа для эффективного их выбора при проведении исследований в области нанофизики, наноматериалов,</p>	<p>У1 (ПК-4) <i>Уметь</i> проводить исследования и разработки в области нанофизики, наноматериалов, нанодиагностики, нанотехнологий и микросистемной техники на основе полупроводниковых материалов.</p> <p>У2 (ПК-4) <i>Уметь</i> объяснять сущность измерений процессов в полупроводниках и простейших полупроводниковых структурах.</p> <p>У3 (ПК-4) <i>Уметь</i> производить анализ и контроль свойств наноструктурированных материалов и систем.</p> <p>У4 (ПК-4) <i>Уметь</i> выбирать необходимый режим работы просвечивающего электронного микроскопа и получать требуемые результаты при проведении исследований в области нанофизики, наноматериалов, нанодиагностики и микросистемной техники.</p> <p>У5 (ПК-4) <i>Уметь</i> проводить исследования в области нанофизики, наноматериалов,</p>	<p>В1 (ПК-4) <i>Владеть</i> навыком использования методов анализа и контроля наноструктурированных полупроводниковых материалов и проведения исследований и разработок в области нанофизики, нанодиагностики, нанотехнологий и микросистемной техники.</p> <p>В2 (ПК-4) <i>Владеть</i> навыком использования современных методов анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем.</p> <p>В3 (ПК-4) <i>Владеть</i> опытом реализации необходимых подходов при обработке результатов измерений в области нанофизики, наноматериалов, нанодиагностики, нанотехнологий и микросистемной техники с использованием просвечивающего электронного микроскопа, работающего в различных режимах.</p> <p>В4 (ПК-4) <i>Владеть</i> опытом использования современных методов контроля кристаллической структуры твердых тел.</p>

	<p>нанодиагностики.</p> <p>36 (ПК-4) <i>Знать</i> современные методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем.</p> <p>37 (ПК-4) <i>Знать</i> элементы и устройства квантовой оптоэлектроники и интегральной оптики, основы происходящих в них физических процессов.</p> <p>38 (ПК-4) <i>Знать</i> метрологические характеристики методов анализа материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</p> <p>39 (ПК-4) <i>Знать</i> элементы и устройства нано- и микросистемной техники, основы происходящих в них физических процессов, методы расчёта и физико-математического моделирования.</p> <p>310 (ПК-4) <i>Знать</i> методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем.</p>	<p>материалов, нанодиагностики, нанотехнологий и микросистемной техники с использованием современных методов контроля структуры и микроструктуры.</p> <p>У6 (ПК-4) <i>Уметь</i> исследовать материалы и разрабатывать элементы и устройства квантовой оптоэлектроники и интегральной оптики.</p> <p>У7 (ПК-4) <i>Уметь</i> определять источники ошибок при анализе материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</p> <p>У8 (ПК-4) <i>Уметь</i> исследовать элементы и устройства нано- и микросистемной техники.</p> <p>У9 (ПК-4) <i>Уметь</i> проводить исследования и разработки в области нанофизики, наноматериалов, нанодиагностики, нанотехнологий и микросистемной техники.</p>	<p>В5 (ПК-4) <i>Владеть</i> опытом использования современных методов расчёта оптических свойств материалов входящих в элементы и устройства квантовой оптоэлектроники и интегральной оптики.</p> <p>В6 (ПК-4) <i>Владеть</i> опытом экспериментальных исследований материалов и компонентов нано- и микросистемной техники с использованием метрологической базы.</p> <p>В7 (ПК-4) <i>Готовность</i> аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования устройств нано- и микросистемной техники различного функционального назначения.</p> <p>В8 (ПК-4) <i>Владеть</i> опытом использования знания о фундаментальных основах технологических процессов получения материалов и компонентов нано- и микросистемной техники.</p>
<p>ПК-5</p> <p>Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций</p>	<p>31 (ПК-5) <i>Знать</i> сферы применения, разновидностей и характерных черт научного стиля речи.</p> <p>32 (ПК-5) <i>Знать</i> основные приемы обработки и представления экспериментальных данных, методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.</p> <p>33 (ПК-5) <i>Знать</i> основные правила интерпретации и представления СЗМ изображений.</p>	<p>У1 (ПК-5) <i>Уметь</i> строить речевые высказывания научного стиля разных жанров.</p> <p>У2 (ПК-5) <i>Уметь</i> анализировать и систематизировать результаты исследований, обрабатывать и представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.</p>	<p>В1 (ПК-5) <i>Владеть</i> навыками использования языковых средств научного стиля в профессиональном общении.</p> <p>В2 (ПК-5) <i>Владеть</i> опытом анализа и систематизации результатов исследований, современными программными средствами подготовки материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций..</p>

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

Фонд оценочных средств включает в себя перечень заданий, позволяющих оценить степень сформированности компетенций. В программе ГИА приведены перечни заданий для:

- оценки компетенций УК-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, ОПК-1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ПК-1, 2, 3, 4, 5, которые вынесены непосредственно на защиту,
- оценки компетенций УК-1, 2, 4, 6, 7, 8, ОПК-2, 3, 6, ПК-4, 5 которые проводятся научным руководителем и отражаются в отзыве.

Квалификационное задание	Компетенции, оценка которых вынесена на защиту ВКР																							
	Универсальные										Общепрофессиональные								Профессиональные					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	
1. Обоснование актуальности и новизны квалификационной работы.	+																	+	+					
2. Качество и глубина обзора источников по теме исследований. Наличие в списке цитируемой литературы публикаций на английском языке.	+			+	+								+											
3. Выбор технологий и методов исследования, освоение методики эксперимента		+													+							+		
4. Проведение исследований и обработка экспериментальных данных.			+			+	+				+		+	+						+		+		
5. Обсуждение результатов, формулировка выводов и рекомендаций.	+								+								+	+	+		+		+	
6. Качество представления результатов работы в виде отчета.				+						+						+								

[illegible]

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. Выполнить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований. Написать литературный обзор по теме выпускной квалификационной работы.
2. Аргументировать актуальность темы выпускной квалификационной работы.
3. Определить цель, задачи, объект и предмет научного исследования в рамках выпускной квалификационной работы.
4. Составить план научного исследования.
5. Провести научные исследования (расчетные, технологические, экспериментальные) работы в соответствии с планом.
6. Провести анализ достоверности полученных результатов, сравнение результатов исследования с литературными данными, проанализировать имеющиеся расхождения и обсудить их причины.
7. Сформулировать выводы и предложения о проведении дальнейших исследований в области темы выпускной квалификационной работы.
8. Написать выпускную квалификационную работу.
9. Подготовить доклад и презентацию.

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

1. Обосновать новизну и актуальность темы.
2. Перечислить задачи, решаемые с помощью освоенного метода. Объяснить физический принцип, лежащий в основе метода.
3. Объяснить выбор технологии, методов исследования, расчета.
4. Объяснить методику обработки экспериментальных данных/методику теоретического расчета.
5. Проанализировать представленные результаты.
6. Сопоставить экспериментальные данные и теоретическую (математическую) модель исследуемого физического явления.
7. Пояснить практическая значимость и применимость результатов на практике.
8. Рассказать о личном вкладе в приведенное исследование.
9. Рассказать о мерах безопасности при работе с оборудованием.

3.3.3. Примерные темы выпускных квалификационных работ

Конкретное содержание **выпускной квалификационной работы**, её структура, место проведения определяется видом профессиональной деятельности (научно-исследовательская деятельность), к которому преимущественно готовится студент, и выбранной тематикой научных исследований. Как правило, тема научных исследований, а следовательно и выпускных квалификационных работ, индивидуальна.

Примерные темы ВКР:

- Исследование особенностей генерации лазерных диодов с увеличенной активной областью
- Возбуждение спиновых токов в кремнии n-типа проводимости с использованием структур $\text{P}_{\text{y}}/\text{n-Si:P:Bi}$ и учет влияния электрической компоненты микроволнового поля и релаксационных процессов на спектр ФМР
- Химический анализ тонких слоев магнитного полупроводника GaFeAs методом РФЭС

- Влияние термического отжига на химический состав тонких пленок Si:Co
- Исследование квантово-размерного эффекта Штарка в структурах с квантовыми ямами InGaAs/GaAs методом спектроскопии фототока
- Исследование спектральной зависимости эффективности фотокаталитического разложения метиленового синего в присутствии сложных оксидов
- Спиновые светоизлучающие диоды с ферромагнитным инжектором GaAs:Fe
- Оптические и структурные свойства нанопериодической структуры Al₂O₃/Si/Ge/Si после термообработки
- Формирование и исследование магнитных полупроводников на основе твердых растворов In(AsSb) и (In,Ga)Sb, сильно легированных Fe
- Термоэлектрические свойства высшего силицида марганца
- Конструирование и исследование термоэлектрических свойств новых полупроводниковых материалов
- Расчет переходных характеристик диода с накоплением заряда
- Исследование оптических свойств новых сложных оксидов со структурой дефектного пирохлора
- Зависимость гексагонализации кремния и германия от ориентации подложки
- Формирование нанокристаллов германия в его субоксидных пленках, полученных магнетронным распылением
- Исследование углеродных слоев, выращенных методом импульсного лазерного нанесения

3.3.4. Критерии оценивания выпускной квалификационной работы

Уровень оценивания	Критерий оценивания	оценка
Нулевой уровень- компетенции не сформированы	Отсутствие знаний, умений, навыков у студента в рамках содержания выпускной квалификационной работы. Студент показал фрагментарные знания в рамках содержания выпускной квалификационной работы; 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 образовательного стандарта высшего образования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ОС ВО ННГУ); выпускник не готов решать профессиональные задачи в соответствии с таким видом профессиональной деятельности, как научно-исследовательская деятельность.	неудовлетворительно
Низкий уровень	Студент показал недостаточно полный объем знаний в рамках содержания выпускной квалификационной работы; работа с существенными 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 таким видом профессиональной деятельности, как научно-исследовательская деятельность.	удовлетворительно
Средний уровень	Студент показал достаточно полные и систематизированные знания в рамках содержания выпускной квалификационной работы; грамотное использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение текста, умение делать обоснованные выводы; владение инструментарием выпускной квалификационной работы, умение его использовать в решении профессиональных задач; умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях проблемы рассмотренной в выпускной квалификационной работе. Квалификационные задания в рамках соответствующих компетенций выполнены на достаточном уровне. Сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник готов самостоятельно решать стандартные профессиональные задачи в соответствии с таким видом профессиональной деятельности, как научно-исследовательская деятельность.	хорошо
Высокий уровень	Студент показал систематизированные, глубокие и полные знания по всей проблеме рассмотренной в выпускной квалификационной работе; точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение работы; владение инструментарием эмпирического исследования. Работа глубоко и полно освещает заявленную тему, т.е. в работе представлены все исследования по проблематике, приведены обоснования выбранных технологий и методов исследования, проведенный анализ полученных результатов в докладе изложен четко и последовательно, сделанные выводы обоснованы, продемонстрировано понимание дальнейших перспектив развития представленной научной работы, практическая значимость научного исследования. Квалификационные задания в рамках соответствующих компетенций выполнены в полном объеме на высоком уровне. Содержание выпускной работы доложено в краткой форме, последовательно и логично, даны четкие ответы на вопросы, поставленные членами ГАК (Государственной аттестационной комиссии). Сформированность компетенций соответствует требованиям компетентностной модели; выпускник готов самостоятельно решать стандартные и нестандартные профессиональные задачи в соответствии с таким видом профессиональной деятельности, как научно-исследовательская деятельность.	отлично

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

Выпускная квалификационная работа (ВКР) бакалавра по направлению **«28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника»** должна быть представлена в форме рукописи на русском языке, оформленном в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017 (за исключением титульного листа, образец оформления которого приведен в приложении).

ВКР бакалавра физики по направлению **«28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника»** (по профилю **«Материалы микро- и наносистемной техники»**) представляет собой законченную квалификационную работу, в которой содержится реферативная часть, отражающая общую профессиональную эрудицию автора, а также самостоятельная исследовательская часть, выполненная индивидуально или в составе творческого коллектива по материалам, собранным или полученным самостоятельно студентом в период прохождения производственной практики, выполнения научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы. Самостоятельная часть должна быть законченным исследованием, свидетельствующим об уровне профессиональной подготовки автора.

Тематика и содержание должны соответствовать уровню знаний, полученных выпускником в объеме дисциплин, предусмотренных учебным планом. Тематика ВКР должна соответствовать направлению **«Нанотехнологии и микросистемная техника»**, либо иметь смежный характер (в области физики и технологии твердотельных наноструктур). Темы ВКР формируются руководством кафедры физики полупроводников, электроники и наноэлектроники. Возможно предложение тем ВКР со стороны потенциальных работодателей выпускников при условии, что научным руководителем темы ВКР будет являться научно-педагогический сотрудник ННГУ.

Студенту может предоставляться право выбора темы ВКР вплоть до предложения своей темы с необходимым обоснованием целесообразности её разработки. Для принятия решения о выборе или уточнении темы студент может предварительно консультироваться с потенциальным руководителем.

Руководитель ОПОП имеет право исключить из предложенного списка темы, не соответствующие уровню, направлению подготовки студентов, а также темы, выполнение которых приведет к нарушению требований ОС ВО ННГУ по направлению подготовки **«28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника»**. Утверждение перечня тем ВКР осуществляется внутренними нормативными документами структурного подразделения ННГУ (физического факультета, кафедры физики полупроводников, электроники и наноэлектроники) и оформляется в виде выписки из протокола заседания кафедры, реализующей настоящую ОПОП.

Требования к содержанию, объему и структуре выпускной работы определяются высшим учебным заведением на основании Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений, утвержденного Министерством образования России, государственного образовательного стандарта бакалавра электроники и наноэлектроники и методических рекомендаций УМО.

После завершения подготовки обучающимся ВКР научный руководитель представляет письменный отзыв о научной работе обучающегося (в процессе подготовки ВКР).

Перед защитой ВКР указанная работа, оформленная в соответствии с правилами установленными факультетом, отзыв научного руководителя передается в ГЭК.

Защита выпускной квалификационной работы проводится в соответствии с утвержденным графиком проведения государственных аттестационных испытаний на заседании экзаменационной комиссии по направлению подготовки **«28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника»**.

Защита начинается с доклада студента по теме выпускной квалификационной работы. Рекомендуемая продолжительность доклада - до 7 минут. По обоснованному решению аттестационной комиссии время доклада может быть изменено как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения длительности.

Студент должен излагать основное содержание своей ВКР свободно, не читая письменного текста. В процессе доклада может использоваться компьютерная презентация работы, подготовленный наглядный графический (таблицы, схемы) или иной материал, иллюстрирующий основные положения работы.

После завершения доклада члены экзаменационной комиссии задают студенту вопросы, как непосредственно связанные с темой ВКР, так и близко к ней относящиеся. При ответах на вопросы студент имеет право пользоваться своей работой.

При принятии экзаменационной комиссией решения об итоговой оценке принимаются во внимание оценка научного руководителя за качество работы, степень ее соответствия требованиям, предъявляемым к выпускной квалификационной работе.

Защита ВКР оформляется протоколом, который подписывается членами экзаменационной комиссии, утверждается председателем ГЭК или его заместителем, формируются в отдельное дело и передаются в деканат часть факультета. Защищенные ВКР в электронной и бумажной версиях (со всеми подписями и утверждающими визами) хранятся на соответствующей кафедре в течение 5 лет.

4.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Материально-техническое обеспечение проведения защиты ВКР обусловлено наличием учебных аудиторий лекционного типа, оборудованных компьютером, проектором и экраном (или телевизором).

Для самостоятельной работы студенты имеют возможность работать в компьютерном классе с соответствующим лицензионным программным обеспечением, выходом в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ОС ВО ННГУ) по направлению подготовки 28.03.01 – «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Авторы:

заведующий кафедрой
физики полупроводников, электроники и наноэлектроники
д.ф.-м.н., профессор

Д.А. Павлов

доцент кафедры
физики полупроводников, электроники и наноэлектроники
к.ф.-м.н.

С.М. Планкина

Рецензент:

заведующий кафедрой
теоретической физики
д.ф.-м.н., профессор

В.А. Бурдов

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии физического факультета ННГУ, протокол б/н от «20» мая 2023 г.

Председатель Учебно-методической комиссии
физического факультета ННГУ

А.А. Перов

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

Кафедра физики полупроводников, электроники и нанoeлектроники

НАЗВАНИЕ РАБОТЫ

Выпускная квалификационная работа
студента 4 курса 05_ группы
Фамилия И.О.

Основная профессиональная образовательная программа подготовки бакалавров по направлению «28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника» (профиль «Материалы микро- и наносистемной техники»)

_____ *Фамилия И.О. студента*
(подпись)

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

_____ *Фамилия И.О.*
(подпись)

Нижний Новгород
20__ г.

**ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на выпускную квалификационную работу**

Фамилия, имя, отчество студента

Тема выпускной квалификационной работы: _____

Квалификация

бакалавр

нужное указать

Направление подготовки:

28.03.01 – «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Профиль подготовки

Материалы микро- и наносистемной техники

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

Соответствие выпускной квалификационной работы требованиям

Наименование требования	Заключение о соответствии требованиям (отметить нужное)
1. Актуальность темы	<i>Актуальна/ невысокая актуальность</i>
2. Соответствие содержания теме ВКР	<i>соответствует», «соответствует не в полной мере», или «не соответствует</i>
3. Полнота, глубина, обоснованность решения поставленных вопросов	<i>Поставленные вопросы решены полностью/ частично/не полностью/</i>
4. Новизна	<i>имеется</i>
5. Правильность расчетных материалов	<i>Проведенные расчеты целесообразны</i>
6. Возможности внедрения и опубликования работы	<i>Работа заслуживает публикации</i>
7. Практическая значимость	<i>Имеется практическое применение</i>
8. Оценка личного вклада автора	<i>Авторский вклад имеется/ отсутствует</i>

Достоинства выпускной квалификационной работы. Краткая характеристика выпускника

Недостатки работы:

Общее заключение о соответствии выпускной квалификационной работы требованиям: ВКР полностью соответствует / частично соответствует / не соответствует (*нужное указать, остальное удалить*) требованиям основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 28.03.01 – «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Обобщенная оценка содержательной части выпускной квалификационной работы:

Выпускная квалификационная работа ФИО выпускника «Название работы» заслуживает *превосходной оценки, высокой оценки, положительной оценки, удовлетворительной оценки, ...*, а ФИО выпускника – заслуживает присвоения ей/ему степени бакалавра по направлению 28.03.01 – «Нанотехнологии и микросистемная техника».

Научный руководитель:

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

(подпись)

ФИО
(расшифровка подписи)

«_____» _____ 20__ г.
«Подпись заверяю»^(*)

Ученый секретарь

Полное наименование организации _____

(подпись)

ФИО
(расшифровка подписи)

«_____» _____ 20__ г.
М.П.

^(*) – заполнить в том случае, если научный руководитель не является сотрудником ННГУ, (если руководитель сотрудник ННГУ – удалить эти строки).

Приложение к отзыву научного руководителя

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

Задания	Компетенция	Обобщенная оценка сформированности компетенции
1. Определить план проведения исследований по теме выпускной работы.	УК-6	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне
2. Выполнить анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований. Написать литературный обзор по теме выпускной квалификационной работы, используя публикации на английском языке	УК-1	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне
	ОПК-3	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне
3. Обосновать выбор технологий и методов исследования, освоить методики эксперимента.	УК-2	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне
	ПК-4	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне
4. Провести научные исследования (расчетные, технологические, экспериментальные) работы в соответствии с планом	ОПК-2	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне
5. Проанализировать полученные результаты, сформулировать выводы и предложения о проведении дальнейших исследований в области темы выпускной квалификационной работы	ПК-5	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне
6. Обосновать практическую значимость научного исследования в профессиональной деятельности	ОПК-1	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне
7. Подготовить ВКР, доклад и презентацию в соответствии с требованиями нормативных документов	ОПК-6	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне
8. Знать правила техники безопасности при проведении эксперимента, уметь правильно планировать и организовывать работу	УК-7	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне
	УК-8	Сформирована на низком / среднем / высоком уровне