

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ЭЛЕКТРОНИКЕ, СПИНТРОНИКЕ И ФОТОНИКЕ
КАФЕДРА ФИЗИКИ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ

ОДОБРЕНО НТС ИНТЭЛ

Протокол № 4

от 23.07.2024 г.

ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ ВЫПУСКНИКОВ

Наименование образовательной
программы (специализация)

Фотонные технологии наносистем

Направление подготовки
(специальность)

11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Курс	Трудоемкость, кред.	Контактная работа, кол-во час.	Форма контроля
4	6	8	ВКР

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Целью государственной итоговой аттестации (далее – ГИА) является установление степени готовности обучающегося к самостоятельной деятельности и сформированности профессиональных компетенций, определение соответствия результатов освоения обучающимися основной профессиональной образовательной программы.

2. ВИДЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

В результате освоения основной образовательной программы обучающийся, в соответствии с образовательным стандартом высшего образования НИЯУ МИФИ (далее – ОС НИЯУ МИФИ), проходит итоговые аттестационные испытания. Государственная итоговая аттестация выпускников проводится в соответствии с Положением об итоговой государственной аттестации выпускников НИЯУ МИФИ. К видам итоговых аттестационных испытаний ГИА выпускников относятся:

Выпускная квалификационная работа - Защита выпускной квалификационной работы проводится с целью определения уровня освоения выпускником профессиональных компетенций, готовности выпускника к выполнению профессиональных видов деятельности, предусмотренных ОС НИЯУ МИФИ.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 – Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	З-ОПК-1 – Знание основных законов высшей математики, общей и теоретической физики, применительно к инженерным задачам У-ОПК-1 – Умение применять основные положения и законы высшей математики, общей и теоретической физики, естественных наук к решению задач инженерной деятельности В-ОПК-1 – Владение методами высшей математики и естественных наук применительно к задачам электроники и наноэлектроники
ОПК-2 – Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	З-ОПК-2 – Знание типовых методов физических измерений У-ОПК-2 – Умение анализировать и обрабатывать данные физического эксперимента и представлять их в ясной и удобной форме. В-ОПК-2 – Владение навыками обращения с типовыми приборами для электронно-физических и электротехнических измерений
ОПК-3 – Способен применять	З-ОПК-3 – Знания в области информатики,

методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	программирования и информационной безопасности У-ОПК-3 – Умение применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных В-ОПК-3 – Владение современными средствами защиты информации
ОПК-4 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	3-ОПК-4 – Знать принципы функционирования современных ЭВМ, операционных систем и основного программного обеспечения в объеме, необходимом для решения задач профессиональной деятельности в области электроники и нанoeлектроники У-ОПК-4 – Уметь использовать современные программные инструменты, в том числе веб-технологии и приложения для своевременного получения актуальной информации и выполнения прикладных задач в своей профессиональной области В-ОПК-4 – Владеть современными средствами компьютерного моделирования, проектирования, верстки и визуализации данных в объеме, необходимом для успешного решения профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники
ОПК-5 – Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	3-ОПК-5 – Знать основы программирования, в том числе принципы построения эффективных и надежных алгоритмов в объеме, необходимом для успешного решения профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники У-ОПК-5 – Уметь выбирать наиболее подходящий язык программирования и/или среду разработки для реализации алгоритмов, необходимых для моделирования, проектирования и/или визуализации данных в области электроники и нанoeлектроники В-ОПК-5 – Владеть основами языков программирования, позволяющих на современном уровне создавать программные продукты для выполнения практических задач в профессиональной области
УК-1 – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	3-УК-1 – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач
УК-3 – Способен осуществлять	3-УК-3 – Знать: основные приемы и нормы социального

социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	взаимодействия; основные понятия и методы конфликтологии, технологии межличностной и групповой коммуникации в деловом взаимодействии У-УК-3 – Уметь: устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе; применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды В-УК-3 – Владеть: простейшими методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде
УКЦ-1 – Способен в цифровой среде использовать различные цифровые средства, позволяющие во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей	3-УКЦ-1 – Знать: современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также основные приемы и нормы социального взаимодействия и технологии межличностной и групповой коммуникации с использованием дистанционных технологий У-УКЦ-1 – Уметь: выбирать современные информационные технологии и цифровые средства коммуникации, в том числе отечественного производства, а также устанавливать и поддерживать контакты, обеспечивающие успешную работу в коллективе и применять основные методы и нормы социального взаимодействия для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды с использованием дистанционных технологий В-УКЦ-1 – Владеть: навыками применения современных информационных технологий и цифровых средств коммуникации, в том числе отечественного производства, а также методами и приемами социального взаимодействия и работы в команде с использованием дистанционных технологий
УКЦ-2 – Способен искать нужные источники информации и данные, воспринимать, анализировать, запоминать и передавать информацию с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач	3-УКЦ-2 – Знать: методики сбора и обработки информации с использованием цифровых средств, а также актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, принципы, методы и средства решения стандартных задач профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности У-УКЦ-2 – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; с использованием цифровых средств, осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, и решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием цифровых средств и с учетом основных требований информационной безопасности В-УКЦ-2 – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации с использованием цифровых средств для решения поставленных задач, навыками подготовки обзоров,

	аннотаций, составления рефератов, научных докладов, публикаций и библиографии по научно-исследовательской работе с использованием цифровых средств и с учетом требований информационной безопасности
УКЦ-3 – Способен ставить себе образовательные цели под возникающие жизненные задачи, подбирать способы решения и средства развития (в том числе с использованием цифровых средств) других необходимых компетенций	3-УКЦ-3 – Знать: основные приемы эффективного управления собственным временем, основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни с использованием цифровых средств У-УКЦ-3 – Уметь: эффективно планировать и контролировать собственное время, использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения в течение всей жизни с использованием цифровых средств В-УКЦ-3 – Владеть: методами управления собственным временем, технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений, и навыков; методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни с использованием цифровых средств

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с	Способен применять простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ПК-1 - Способен применять простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования <i>Основание:</i> Профессиональный	3-ПК-1 Знание физических и математических моделей типовых приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники. ; У-ПК-1 Умение применять физические и математические модели устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения; В-ПК-1 Владение стандартными

применением современных информационных технологий и технических средств; анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; участие в подготовке и подаче заявок по перспективным проектам, грантам в рамках проводимых открытых конкурсов		стандарт: 40.011	программными средствами компьютерного моделирования устройств и установок электроники и наноэлектроники
математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; участие в	Способен к экспериментальной проверке выбранных технологических решений производства приборов и исследованию параметров наноструктурных материалов в соответствии с утвержденной методикой, к разработке методик и техническому руководству экспериментальной проверкой технологических процессов и исследованием параметров наноструктурированных материалов	ПК-2 - Способен к экспериментальной проверке выбранных технологических решений производства приборов и исследованию параметров наноструктурных материалов в соответствии с утвержденной методикой, к разработке методик и техническому руководству экспериментальной проверкой технологических процессов и исследованием параметров наноструктурированных материалов <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.104	3-ПК-2 Знания в области материаловедения наноструктурированных материалов.; У-ПК-2 Умение экспериментально исследовать параметры наноструктурированных материалов; В-ПК-2 Владение современными нанотехнологиями и методиками измерений в области микро- и наноэлектроники.

подготовке и подаче заявок по перспективным проектам, грантам в рамках проводимых открытых конкурсов			
анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций, подготовка и представление устных докладов на научных конференциях, подготовка и представление стендовых докладов на научных конференциях, аргументированная защита научной позиции при докладах на семинарах, проведение занятий по тематике научных исследований со студентами младших курсов с	Способен анализировать и систематизировать результаты исследований, определять степень достоверности результатов экспериментальных исследований, сопоставлять полученные результаты с мировым уровнем, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, баз данных	ПК-3 - Способен анализировать и систематизировать результаты исследований, определять степень достоверности результатов экспериментальных исследований, сопоставлять полученные результаты с мировым уровнем, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, баз данных <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 01.001	З-ПК-3 Знание законов статистической физики; У-ПК-3 Умение находить научную информацию в базах данных, выполнять её анализ и систематизацию, представлять результаты своих исследований в виде докладов, отчётов и публикаций.; В-ПК-3 Владение методами обработки результатов измерений

применением цифровых образовательных ресурсов и на основе современных информационных технологий			
математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; участие в подготовке и подаче заявок по перспективным проектам, грантам в рамках проводимых открытых конкурсов	Способен применять методы и концепции экспериментальной физики конденсированного состояния вещества, лазерной физики, фотоники, физики микро- и наносистем для решения технических, технологических и функциональных проблем при создании и эксплуатации элементов и устройств, функционирующих на принципах наноэлектроники и нанофотоники	ПК-8.1 - Способен применять методы и концепции экспериментальной физики конденсированного состояния вещества, лазерной физики, фотоники, физики микро- и наносистем для решения технических, технологических и функциональных проблем при создании и эксплуатации элементов и устройств, функционирующих на принципах наноэлектроники и нанофотоники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-8.1 законы и экспериментальные методы физики конденсированного состояния вещества, лазерной физики, физики микро- и наносистем, принципы функционирования элементов и устройств фотоники и оптоэлектроники; У-ПК-8.1 анализировать научно-техническую проблему, поставленную задачу в области нанофотоники, физики конденсированного состояния вещества, физики наноструктур, используя отечественный и зарубежный опыт, а также предлагать возможные пути ее решения; В-ПК-8.1 навыками экспериментальной работы на специализированном научном оборудовании и устройствах в области фотоники, физики наноструктур, лазерной физики, опто- и наноэлектроники, математического моделирования процессов и объектов применительно к поставленной задаче

математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования; участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; участие в подготовке и подаче заявок по перспективным проектам, грантам в рамках проводимых открытых конкурсов	Способен и готов к исследованию параметров наноструктурных материалов и наносистем в соответствии с утвержденной методикой	ПК-8.2 - Способен и готов к исследованию параметров наноструктурных материалов и наносистем в соответствии с утвержденной методикой <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.044	3-ПК-8.2 современную теорию при описании взаимодействий атомов и электронных оболочек в кристалле; оптические, магнитные, электрофизические и термодинамические свойства твердых тел и наноструктур; возможности основных экспериментальных методов в физике наноматериалов и наносистем; У-ПК-8.2 применять полученные знания при оценке получаемых результатов, исследуя параметры наноструктурированных материалов на стандартном промышленном или специализированном научном оборудовании, осуществлять представление полученных результатов и их анализ; В-ПК-8.2 представлением о способах получения наноструктур и методах анализа их свойств на основе интерферометрии, микроскопии и рассеяния
математическое моделирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения на базе	Способен определять условия и границы применения существующего исследовательского и технологического оборудования при разработке устройств	ПК-8.3 - Способен определять условия и границы применения существующего исследовательского и технологического оборудования при разработке устройств	3-ПК-8.3 современные технологии и методы физики микро- и наносистем, нанофотоники, наноэлектроники применительно к разработке новых

стандартных пакетов автоматизированного проектирования; участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств; анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; участие в подготовке и подаче заявок по перспективным проектам, грантам в рамках проводимых открытых конкурсов	нанопотоники, опто- и наноэлектроники и усовершенствовать действующие методы исследования наноструктур	нанопотоники, опто- и наноэлектроники и усовершенствовать действующие методы исследования наноструктур <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.104	устройств в предметной области; У-ПК-8.3 применять теоретические знания, методы и концепции физики конденсированных сред, физики микро- и наносистем, фотоники в части решения задач нанопотоники, нано- и оптоэлектроники; В-ПК-8.3 навыками работы на исследовательском и технологическом оборудовании, применяемом при создании и исследовании параметров приборов на основе принципов фотоники, нанопотоники и оптоэлектроники
производственно-технологический			
внедрение результатов исследований и разработок в производство; выполнение работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники; проведение технологических процессов производства материалов и изделий электронной	Способен к модернизации существующих и внедрению новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур	ПК-10 - Способен к модернизации существующих и внедрению новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.007	3-ПК-10 Знание физических основ современных микро- и нанотехнологий, технологий гетероструктурной и СВЧ-электроники.; У-ПК-10 Умение творчески применять современное оборудование для измерений параметров наноматериалов и наноструктур; В-ПК-10 Владение методами измерений параметров наноматериалов и наноструктур

техники; контроль за соблюдением технологической дисциплины и приемов энерго - и ресурсосбережения; подготовка документации и участие в работе системы менеджмента качества на предприятии; организация метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники			
внедрение результатов исследований и разработок в производство; выполнение работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники; проведение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники; контроль за соблюдением технологической дисциплины и приемов энерго - и ресурсосбережения; подготовка документации и участие в работе системы менеджмента	Способен выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического процесса или блока технологических операций по производству материалов и изделий электронной техники	ПК-8 - Способен выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического процесса или блока технологических операций по производству материалов и изделий электронной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.008	З-ПК-8 Знание технологий сверхбольших интегральных схем, планарных и иных технологий электроники и наноэлектроники; У-ПК-8 Умение выполнять постановку и эксплуатацию определенного технологического процесса или блока технологических операций по производству СБИС, интегральных СВЧ-систем и других изделий электронной техники.; В-ПК-8 Владение технологическими операциями по производству материалов и изделий электронной техники

качества на предприятии; организация метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники			
внедрение результатов исследований и разработок в производство; выполнение работ по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники; проведение технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники; контроль за соблюдением технологической дисциплины и приемов энерго - и ресурсосбережения; подготовка документации и участие в работе системы менеджмента качества на предприятии; организация метрологического обеспечения производства материалов и изделий электронной техники	Способен выполнять определенный тип измерительных или контрольных операций при исследовании параметров полупроводниковых приборов и устройств или в технологическом процессе по производству материалов и изделий электронной техники	ПК-9 - Способен выполнять определенный тип измерительных или контрольных операций при исследовании параметров полупроводниковых приборов и устройств или в технологическом процессе по производству материалов и изделий электронной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.002	З-ПК-9 Знание параметров полупроводниковых приборов аналоговой, цифровой, радиочастотной и СВЧ-электроники.; У-ПК-9 Умение выполнять исследования параметров полупроводниковых приборов и устройств в микро- и наноэлектронике; В-ПК-9 Владение методами измерений в технологическом процессе по производству материалов и изделий электронной техники
организационно-управленческий			

организация работы малых групп исполнителей; участие в разработке организационно - технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет) и установленной отчетности по утвержденным формам; выполнение работ по сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; профилактика производственного травматизма, профессиональных заболеваний, предотвращение экологических нарушений	Способен участвовать в разработке организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет), установленной отчетности по утвержденным формам	ПК-11 - Способен участвовать в разработке организационно-технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет), установленной отчетности по утвержденным формам <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-11 Знание стандартов, инструкций и утверждённых форм организационно-технической документации ; У-ПК-11 Умение работать с организационно-технической документацией (графики работ, инструкции, планы, сметы); В-ПК-11 Владение навыками разработки организационно-технической документации по утверждённым формам.
инновационно-проектный			
участие в разработке технических требований, технических заданий по инновационным разработкам; участие в подготовке отчетной документации по проектам; организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой	Способен оценить экономическую эффективность технологического процесса в части определенных блока операций с учетом затрат на сырье и комплектующие, предлагать подходы по снижению себестоимости и повышению эффективности трудозатрат	ПК-16 - Способен оценить экономическую эффективность технологического процесса в части определенных блока операций с учетом затрат на сырье и комплектующие, предлагать подходы по снижению себестоимости и повышению эффективности трудозатрат <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.037	3-ПК-16 Знание способов оценки экономической эффективности и себестоимости определенных блока операций технологического процесса. ; У-ПК-16 Умение оценить затраты на сырье и комплектующие для определённого блока операций технологического процесса.; В-ПК-16 Владение навыками определения подходов по снижению

тайны предприятий			себестоимости и повышению эффективности трудозатрат определённых операций технологического процесса.
участие в разработке технических требований, технических заданий по инновационным разработкам; участие в подготовке отчетной документации по проектам; организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятий	Способен оценивать эффективность внедрения новых методов и способов измерения или проектирования или изготовления материалов или изделий электронной техники	ПК-17 - Способен оценивать эффективность внедрения новых методов и способов измерения или проектирования или изготовления материалов или изделий электронной техники <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.104	З-ПК-17 Знание современных методов проектирования и изготовления материалов и изделий электронной техники; У-ПК-17 Умение оценить эффективность внедрения новых методов изготовления материалов или изделий электронной техники; В-ПК-17 Владение навыками оценки эффективности внедрения новых способов измерений параметров изделий электронной техники
участие в разработке технических требований, технических заданий по инновационным разработкам; участие в подготовке отчетной документации по проектам; организация защиты объектов интеллектуальной собственности и результатов исследований и разработок как коммерческой тайны предприятий	Способен внедрять результаты исследований и разработок и владеть навыками оформления объектов интеллектуальной собственности	ПК-18 - Способен внедрять результаты исследований и разработок и владеть навыками оформления объектов интеллектуальной собственности <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.001	З-ПК-18 Знание основ патентного права.; У-ПК-18 Умение оценить актуальность и практическую значимость результатов исследований и разработок.; В-ПК-18 Владение навыками оформления объектов интеллектуальной собственности.

проектно-конструкторский			
проведение технико-экономического обоснования проектов; сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; разработка проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ	Способен подготавливать и оформлять технико-экономического обоснования технологий производства приборов, разработке технических требований для определенного типа технологических операций	ПК-4 - Способен подготавливать и оформлять технико-экономического обоснования технологий производства приборов, разработке технических требований для определенного типа технологических операций <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	З-ПК-4 Знание технико-экономических требований к технологии производства приборов микро-и наноэлектроники; У-ПК-4 Умение разрабатывать технические требования к технологическим операциям в области электроники и наноэлектроники; В-ПК-4 Владение навыками технико-экономического обоснования определённых технологических операций в предметной области.
проведение технико-экономического обоснования проектов; сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; расчет	Способен выполнять расчет и проектирование отдельных узлов или элементов электронных приборов, схем и устройств определенного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием	ПК-5 - Способен выполнять расчет и проектирование отдельных узлов или элементов электронных приборов, схем и устройств определенного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием	З-ПК-5 Знание теоретических основ конструирования приборов электроники и наноэлектроники; У-ПК-5 Умение применять средства автоматизации проектирования отдельных узлов и элементов ; В-ПК-5 Владение методами конструирования и

и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; разработка проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ	средств автоматизации проектирования	средств автоматизации проектирования <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.007	проектирования узлов и элементов схем аналоговой и цифровой электроники
проведение технико-экономического обоснования проектов; сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; разработка	Способен к работе с проектной, конструкторской, рабочей конструкторской документацией, разработке отдельных ее разделов, проведению ее согласования с организациями и представителями заказчиков в установленном порядке, в том числе с применением современных средств электронного документооборота	ПК-6 - Способен к работе с проектной, конструкторской, рабочей конструкторской документацией, разработке отдельных ее разделов, проведению ее согласования с организациями и представителями заказчиков в установленном порядке, в том числе с применением современных средств электронного документооборота <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 29.004	3-ПК-6 Знание стандартов в области разработки проектной, конструкторской и рабочей конструкторской документации для приборов электроники и нанoeлектроники; У-ПК-6 Умение разрабатывать отдельные разделы проектной, конструкторской и рабочей конструкторской документации в области приборов электроники и нанoeлектроники; В-ПК-6 Владение современными средствами электронного документооборота

проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ			
контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Способен осуществлять контроль соответствия проектов технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-7 - Способен осуществлять контроль соответствия проектов технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.060	З-ПК-7 Знание нормативных документов в области приборов микро-и наноэлектроники ; У-ПК-7 умение применять средства автоматизации проектирования при подготовке проектов технической документации; В-ПК-7 Владение навыками разработки проектов технической документации
контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Способен к контролю, измерению и корректировке параметров экспериментальных образцов приборов квантовой электроники, фотоники, оптоэлектроники на основе наноструктурных материалов и наносистем	ПК-8.4 - Способен к контролю, измерению и корректировке параметров экспериментальных образцов приборов квантовой электроники, фотоники, оптоэлектроники на основе наноструктурных материалов и наносистем <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.015	З-ПК-8.4 численные значения основных параметров, характеризующих приборы на принципах оптоэлектроники, фотоники на основе наноструктурных материалов, в т.ч. параметры экспериментальных (разрабатываемых) образцов; У-ПК-8.4 проводить измерения и контроль параметров при исследовании технических характеристик разрабатываемых устройств на принципах оптоэлектроники, фотоники на основе наноструктурных материалов и наносистем; В-ПК-8.4 навыками

			оптимизации параметров разрабатываемых образцов устройств на принципах оптоэлектроники, фотоники на основе наноструктурных материалов и наносистем
--	--	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных

		задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения (B21)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного

		мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование коммуникативных навыков в области разработки и производства полупроводниковых изделий (В36)	1.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Введение в специальность», «Введение в технику физического эксперимента», «Измерения в микро- и нанoeлектронике», «Информационные технологии в физических исследованиях», «Экспериментальная учебно-исследовательская работа» для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских

		и производственных задач с опасными веществами и на оборудовании полупроводниковой промышленности, а также в помещениях с высоким классом чистоты посредством привлечения действующих специалистов полупроводниковой промышленности к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием современных САПРов для моделирования компонентной базы электроники, измерительного и технологического оборудования на кафедрах, лабораториях и центрах ИНТЭЛ; 2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин «Спецпрактикум по физике наносистем», «Спецпрактикум по нанотехнологиям», «Специальный практикум по физике наносистем», «Современные проблемы физики конденсированных сред (спецсеминар)», «Экспериментальные методы исследования наноструктур (спецсеминар)», для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах полупроводниковой промышленности - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные
--	--	---

		профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистом для разработок новых материалов и устройств по направлениям, связанным с СВЧ электроникой, микро- и нанопроцессорами, оптическими модуляторами и применением новых материалов в нанoeлектронных компонентах через организацию практикумов в организациях по разработке и производству полупроводниковых изделий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п.п	Наименование экзаменационной части	Кол-во недель	Максимальный балл за раздел	Форма контроля	Индикаторы освоения компетенции
1	Выпускная квалификационная работа	4	100	ВКР	УК-1, УК-3, УКЦ-1, УКЦ-2, УКЦ-3, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-16, ПК-17, ПК-18, ПК-8.1, ПК-8.2,

					ПК-8.3, ПК-8.
--	--	--	--	--	---------------

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
ВКР	Выпускная квалификационная работа

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание
1-4	Выпускная квалификационная работа
1-4	Выпускная квалификационная работа

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства приведены в Приложении.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Защита выпускной квалификационной работы проводится с целью определения уровня освоения выпускником профессиональных компетенций, готовности выпускника к выполнению профессиональных видов деятельности.

Защита ВКР ориентирована на проверку уровня сформированности компетенций.

1. Сроки проведения государственной итоговой аттестации:

Государственная итоговая аттестация проводится на 8 семестре и продолжается 4 недели. Общая трудоемкость ВКР составляет 6 ЗЕТ.

1.1 Перечень оценочных средств, используемых для итоговой аттестации

Код / Наименование оценочного средства / Краткая характеристика оценочного средства / Формы оценки

ОР / Отзыв рецензента / Представляет собой отзыв, содержащий характеристику проделанной работы и оценку качества пояснительной записки Отзыв с оценкой

ОРук / Отзыв руководителя / Представляет собой отзыв, содержащий оценку уровня подготовки магистра, а также оценку результатов научной работы и качество пояснительной записки / Отзыв с оценкой

Защ / Защита выпускной квалификационной работы / Представляет собой публичную защиту выпускной квалификационной работы. Оценка ГЭК

2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания сформированности компетенций

2.1 Защита выпускной квалификационной работы (З)

2.1.1 Проверка на плагиат (П)

Все пояснительные записки к выпускной квалификационной работе магистра проходят проверку на Антиплагиате. Все заимствования в пояснительной записке должны быть оформлены в строгом соответствии с требованиями ГОСТ. Максимальный объем допустимого заимствования равен 30%.

Критерии оценивания Результат

Пояснительная записка выпускной квалификационной работы прошла проверку на Антиплагиате. Объем заимствований не превышает 30% Допуск до защиты

Пояснительная записка выпускной квалификационной работы не прошла проверку на Антиплагиате. Объем заимствований превышает 30% Работа не допускается до защиты и откладывается на доработку

2.1.2 Отзыв рецензента (ОР)

Все пояснительные записки к выпускным квалификационным работам проходят обязательную рецензию. Список рецензентов утверждается на заседании кафедры. По результатам работы рецензент готовит письменный отзыв о корректности полученных результатов, их новизне и значимости, а также о качестве и аккуратности оформления пояснительной записки. Шкала оценки пояснительной записки приведена ниже:

Вид оценочного средства Критерии Баллы

Отзыв рецензента Литературный обзор

- список литературы полностью отражает тему исследований
- список литературы включает в себя современные научно– периодические источники (статьи, книги и т.д.) сроком не позднее 10 лет издания по теме исследования
- список литературы включает в себя классические научно– периодические источники по теме исследования 5
- список литературы полностью отражает тему исследований
- список литературы содержит только классическую литературу и не содержит современных источников или содержит недостаточное количество источников 4 – 3
- список литературы не отражает проблематику рассматриваемой области

- список литературы содержит недостаточное количество источников 0

Постановка задачи

- содержит аккуратно оформленную постановку задачи, которая включает в себя:

а) описание актуальности рассматриваемой проблемы, цели и задач решаемых в рамках практики

б) основные допущения, сделанные при выводе математической модели (при наличии)

в) математическую формулировку задачи и определение объекта исследования включающую:

о рассматриваемую математическую модель с указанием граничных и начальных условий и описанием физического смысла всех параметров модели

о описание массивов исследуемых данных (при обработке и анализе экспериментальных или феноменологических массивов данных)

г) содержит вывод математической модели (при наличии) 5

- постановка задачи оформлена с некоторыми неточностями и в отчете

а) актуальность отражена недостаточно четко

б) цели и задачи не сформулированы или сформулированы не аккуратно

в) математическая модель не содержит четкого описания объектов исследования или содержит ряд других неточностей 3 – 4

- постановка задачи оформлена не аккуратно и содержит ряд неточностей и серьезных недостатков 0

Методы решения

- обоснован выбор оптимального метода исследований и обоснована эффективность данного метода

- приведено изложение данного метода на примере рассматриваемой задачи 5

- выбор метода не является оптимальным для решения задач рассматриваемого типа или эффективность метода не обоснована

- метод изложен недостаточно полно 3 – 4

- в работе отсутствует изложение метода исследований 0

Верификация результатов

- задачи, используемые для тестирования результатов, изложены в полной мере

- проведена аккуратная проверка и анализ результатов работы программы полученных результатов на тестовых задачах

- полностью доказана корректность работы программы правильность полученных результатов

- четко отражены границы применимости выбранных алгоритмов (при наличии таких) 5

- не точно описаны задачи, используемые для тестирования

- верификация результатов проведена недостаточно аккуратно или при анализе присутствует ряд несущественных недостатков 3 – 4

¬- присутствует ряд существенных ошибок при проведении процедуры верификации на тестовых задачах

или

- отсутствует верификация полученных результатов на тестовых задачах 0

Полученные результаты

- приведен аккуратный анализ и дана физическая интерпретация полученных результатов

- проведено сравнение полученных результатов с экспериментальными данными (при наличии таковых)
 - намечен дальнейший план исследований 9 – 10
 - при решении задачи рассмотрены не все возможные особые случаи и режимы протекания физических процессов
 - анализ результатов проведен недостаточно тщательно
 - план дальнейших исследований не намечен 6 – 8
 - работа не завершена, а результаты отсутствуют или их недостаточно 0
- Максимальный балл 30

2.1.3 Отзыв руководителя (ОРук)

Все выпускные квалификационные работы должны содержать отзыв научного руководителя. Научные руководители назначаются приказом по университету. Научный руководитель готовит письменный отзыв, содержащий оценку профессиональным знаниям, умениям и навыкам магистра, его производственную характеристику, оценку полученных научных результатов и достижений, а также качество пояснительной записки.

Вид оценочного средства Критерии Баллы

ОРук Отзыв руководителя

- отзыв руководителя содержит «отличную» оценку работы студента, которая подразумевает «отличную» оценку по следующим критериям
 - о умением работать самостоятельно и в научном коллективе над поставленной задачей
 - о новизна и корректность полученных результатов
 - о производственная и личностная характеристика студента 28 – 30
 - отзыв руководителя содержит оценку «хорошо», которая подразумевает «хорошую» оценку по следующим критериям
 - о навыками работать самостоятельно и в научном коллективе над поставленной задачей
 - о новизна и корректность полученных результатов
 - о производственная и личностная характеристика студента 24 – 27
 - отзыв руководителя содержит оценку «удовлетворительно», которая подразумевает «удовлетворительную» оценку по следующим критериям
 - о умением работать самостоятельно и в научном коллективе над поставленной задачей
 - о новизна и корректность полученных результатов
 - о производственная и личностная характеристика студента 18 – 20
 - отзыв руководителя содержит оценку «неудовлетворительно», которая подразумевает «неудовлетворительно» оценку по одному из следующих критериев
 - о умением работать самостоятельно над поставленной задачей
 - о навыками работы в научном коллективе
 - о новизна и корректность полученных результатов 0
- Максимальный балл 30

2.1.4 Защита выпускной квалификационной работы (З)

Представляет собой публичную защиту результатов работы магистра. Для оценки качества представления результатов используется следующая шкала:

Вид оценочного средства Критерии Баллы

З

Презентация результатов

- презентация продумана, материал излагается грамотно, все выводы и положения обоснованы и подтверждаются результатами работы

- при докладе студент уложился в отведенное на доклад время 16 – 20

- при изложении материала присутствуют неточности, не все выводы и положения достаточно обоснованы и подкреплены результатами работы

- при докладе студент уложился в отведенное на доклад время 12 – 15

- материал представлен плохо, большая часть выводов не обоснована 0

Качество изложение материала и культура речи

- результаты излагаются последовательно и методически правильно

- нарушения норм литературного языка и культуры речи отсутствуют 5

- результат излагается плохо и методически неправильно

- в докладе присутствуют нарушения норм литературного языка и культуры речи 0

Умение отвечать на вопросы

- студент свободно отвечает на вопросы, как по теме проведенного исследования, так и по смежным вопросам 13 – 15

- студент частично отвечает на вопросы по теме исследования и не способен отвечать на вопросы по смежным вопросам 9 – 12

- студент не отвечает на вопросы и не способен давать пояснения по теме исследований 0

Максимальный балл 40

Итоговая оценка выставляется государственной экзаменационной комиссией на основании отзыва рецензента, научного руководителя и защиты ВКР.

2.2 Примерный перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенций

№ Контрольный вопрос

1 Какие знания, умения и навыки, полученные на предыдущих этапах обучения, вы использовали при выполнении ВКР?

2 Какие новые профессиональные знания и навыки вы приобрели в ходе выполнения ВКР?

3 Какими источниками информации вы пользовались при выполнении ВКР?

4 Каким образом вы осуществляли поиск информации о научных и технологических достижениях в сети Интернет и из других источников?

5 Какова доля иностранных источников информации, использованных вами при выполнении ВКР?

6 Оцените степень своей самостоятельности в ходе анализа проблем, постановки и обоснования задач для ВКР.

7 С каким программным обеспечением вы работали при выполнении ВКР?

8 Охарактеризуйте математический аппарат, используемый при выполнении ВКР.

9 Какие физические модели вы использовали при выполнении ВКР? Чем вы руководствовались при их выборе? Опишите и охарактеризуйте их роль в вашей работе.

10 Приведите описание и укажите примерный объем исходных данных, с которыми вы работали в ходе выполнения ВКР.

11 Какие экспериментальные данные вы собирали, обрабатывали, интерпретировали и анализировали в процессе выполнения ВКР?

12 Укажите состав коллектива, с которым вы работали при выполнении ВКР.

13 Кто, помимо руководителя ВКР, оказывал вам консультационную, экспертную и/или иную поддержку при выполнении ВКР?

14 Какова, на ваш взгляд, практическая значимость результатов вашей ВКР? В какой области могут быть использованы эти результаты?

15 Какое значение, по вашему мнению, имеют результаты вашего исследования для профессионального сообщества и общества в целом?

16 Опишите процесс выполнения вами ВКР с точки зрения организации, планирования и контроля выполняемой работы.

17 Какие выводы вы сделали по итогам выполнения ВКР?

18 Какова исключительно ваша роль в полученных результатах?

19 В каких дискуссиях, выступлениях с докладами/сообщениями об проблемах, задачах, путях их решений, и иных результатах выполнения ВКР вы участвовали? На каком языке происходило общение?

20 В какой форме вы представили результаты исследовательской части своей работы (публикации, тезисы докладов, научные отчеты, презентации)?

21 С какими инновационными проектами и/или технологиями вы сталкивались во время работы над ВКР? Какую роль они сыграли в вашем исследовании?

Интернет-ресурсы:

<http://www.nanometer.ru/>

<http://www.nanoworld.org/russian/library.html>

<http://www.ntmdt.ru/>

<http://www.nanoobr.ru/>

<http://www.rusnanoforum.ru/>

<http://nano-info.ru/>

<http://www.portalnano.ru/>

<http://www.nanonewsnet.ru/>

<http://www.rosnano.ru/>

<http://e-learning.nanoobr.ru/>

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Выпускная квалификационная работа должна являться завершающим этапом изучения блока профилирующих дисциплин выбранного направления обучения. Цель подобного рода работ – углубить и конкретизировать знания студентов в рамках изучаемой дисциплины, полученные ими в ходе теоретических и практических занятий, привить им навыки самостоятельного подбора, осмысления и обобщения научной информации и литературы. Исследовательские работы позволяют студентам расширить круг дополнительно привлекаемой информации по выбранной теме, а также изучить те разделы курса, которые в ходе занятий рассматривались лишь в ознакомительном порядке.

Автор(ы):

Мартынов Игорь Леонидович, к.ф.-м.н.

Чистяков Александр Александрович, д.ф.-м.н., с.н.с.

Котковский Геннадий Евгеньевич, к.ф.-м.н.

