

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

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол № 7 от 28.06.2023 г.

## **Основная образовательная программа**

Уровень высшего образования

**Магистратура**

(бакалавриат / специалитет/магистратура)

Направление подготовки / специальность

**11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

**Новые полупроводниковые технологии**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Год начала подготовки

2023 год

# Содержание

## 1. Общие положения

- 1.1. Назначение основной образовательной программы (ООП)
- 1.2. Нормативные документы для разработки ООП
- 1.3. Перечень сокращений

## 2. Характеристика профессиональной деятельности выпускников

- 2.1. Описание профессиональной деятельности выпускников
- 2.2. Перечень профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников
- 2.3. Перечень задач профессиональной деятельности выпускников

## 3. Общая характеристика основной образовательной программы (ООП)

- 3.1. Направленности (профили) образовательных программ
- 3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам
- 3.3. Объем программы
- 3.4. Формы обучения.
- 3.5. Срок получения образования

## 4. Планируемые результаты освоения основной образовательной программы (ООП)

- 4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками обязательной части
  - 4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения
  - 4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения
  - 4.1.3. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

## 5. Структура и содержание ООП

- 5.1. Объем обязательной части образовательной программы
- 5.2. Типы практики
- 5.3. Государственная итоговая аттестация
- 5.4. Учебный план и примерный календарный учебный график
- 5.5. Рабочие программы дисциплин (модулей) и практик
- 5.6. Программа государственной итоговой аттестации

## 6. Условия осуществления образовательной деятельности

- 6.1. Финансовые условия осуществления образовательной деятельности
- 6.2. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса
- 6.3. Кадровые условия обеспечения образовательного процесса
- 6.4. Требования к применяемым механизмам оценки качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по образовательной программе

## ПРИЛОЖЕНИЯ:

- Приложение 1. Перечень профессиональных стандартов
- Приложение 2. Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника
- Приложение 3. Учебный план и календарный учебный график
- Приложение 4. Рабочие программы дисциплин
- Приложение 5. Программы практик
- Приложение 6. Программа государственной итоговой аттестации

## 1. Общие положения

### 1.1. Назначение основной образовательной программы

Основная образовательная программа предназначена для осуществления образовательного процесса по направлению подготовки **11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»** (уровень магистратуры), направленности образовательной программы «Новые полупроводниковые технологии» (далее – ОПОП ВО или ОПОП) и представляет собой комплекс основных характеристик образования (объем, содержание, планируемые результаты), организационно-педагогических условий, форм аттестации, который представлен в виде общей характеристики образовательной программы, учебного плана и календарного учебного графика, рабочих программ учебных дисциплин (модулей) и практик, методических указаний к формированию фондов оценочных средств и прочих методических материалов.

Основная профессиональная образовательная программа подготовки магистров по направлению подготовки 11.04.04 – «Электроника и наноэлектроника» и направленности (профилю) «Новые полупроводниковые технологии» имеет своей основной целью создание в ННГУ конкурентоспособной системы высшего образования в области электроники и наноэлектроники, способной оказать существенное влияние на инновационное развитие, исходя из стратегических интересов Нижегородского региона с учетом перспективных международных тенденций и культурно-образовательных традиций России.

Основными задачами ООП магистратуры выступают:

- 1) Сформировать у выпускников универсальные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования ННГУ по направлению подготовки 11.03.04 - «Электроника и наноэлектроника» с учетом особенностей научной школы ННГУ и потребностей рынка труда Нижегородского региона.
- 2) Модернизировать систему подготовки кадров в области электроники и наноэлектроники, в первую очередь, для экономики Нижегородского региона, способствовать интеграции образования, науки и производства региона.
- 3) Обеспечить поддержку академической мобильности, обеспечить интеграцию вуза в единое европейское образовательное пространство.
- 4) Обеспечить повышение качества образования, в том числе путем расширения и углубления требований, предъявляемых к результатам обучения, повышения требований к кадровому и материально-техническому обеспечению учебного процесса.
- 5) Повысить социальную роль образования, обеспечить реализацию студентоцентрического принципа образования, в том числе путем формирования социо-культурной среды вуза, активного использования дистанционных образовательных технологий, повышения роли самостоятельной работы студентов.

Физический факультет ННГУ, реализующий основную профессиональную образовательную программу магистратуры по направлению «Электроника и наноэлектроника» на базе кафедры физики полупроводников, электроники и наноэлектроники и Научно-образовательного центра «Физика твердотельных наноструктур» ННГУ, формирует условия для максимально гибкого и индивидуального графика обучения конкурентоспособных высококвалифицированных бакалавров, специализирующихся в области нанотехнологии, электроники и наноэлектроники.

Обеспечение качества подготовки по данной ООП обеспечивается ее соответствием «Стратегии трансфера знаний» ННГУ, а также ключевым платформам «Стратегии развития Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского – Национального

исследовательского университета до 2020 года» (Стратегия-2020) - Научной платформе «Науки о материалах» и, частично, Образовательным платформам «Исследовательские школы» и «Образование, сконцентрированное на студенте» Стратегии-2020.

Настоящая ООП соответствует Приоритетному направлению «Индустрия наносистем» развития науки, технологий и техники Российской Федерации, а также критической технологии «Технологии диагностики наноматериалов и наноустройств», «Технологии наноустройств и микросистемной техники» (Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. №899 «Об утверждении приоритетных направлений развития, науки, технологии и техники и перечня критических технологий Российской Федерации»).

## **1.2. Нормативные документы**

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника, утвержденный Приказом Минобрнауки России 22.09.2017 N 959, зарегистрирован в Минюсте России 09.10.2017 N 48462 (далее ФГОС ВО).
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам магистратуры, программам магистратуры, программам специалитета, утвержденный приказом Минобрнауки России от 5 апреля 2017 года № 301 (далее – Порядок организации образовательной деятельности);
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам магистратуры, программам специалитета и программам магистратуры, утвержденный приказом Минобрнауки России от 29 июня 2015 г. № 636;
- Положение о практической подготовке обучающихся, утвержденное приказом Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 5 августа 2020 г. № 885/390;
- Образовательный стандарт высшего образования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ОС ВО ННГУ) по направлению 11.04.04 - «Электроника и микроэлектроника», разработанный в ННГУ и утверждённый 11.05.2020 г. (№ 335-ОД).

## **1.3. Перечень сокращений**

ВО – высшее образование;

ООП – основная образовательная программа;

з.е. – зачетная единица, равная 36 академическим часам

УК – универсальные компетенции;

ОПК – общепрофессиональные компетенции;

ПК – профессиональные компетенции;

ПС – профессиональный стандарт;

ПД- профессиональная деятельность;

РПД – рабочая программа дисциплины

ФГОС ВО – федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования

## 2. Характеристика профессиональной деятельности выпускников

### 2.1. Описание профессиональной деятельности выпускников

Области профессиональной деятельности и (или) сферы профессиональной деятельности, в которых выпускники, освоившие программу магистратуры, могут осуществлять профессиональную деятельность:

01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ среднего общего образования, среднего профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований и научно-конструкторских разработок);

29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования (в сфере проектирования, технологии и производства систем в корпусе и микро- и наноразмерных электромеханических систем);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сферах: фундаментальных и прикладных научно-исследовательских, инновационных и опытно-конструкторских разработок; разработки и внедрения новых технологических процессов производства перспективных материалов (в том числе композитов и наноматериалов), изделий микро- и нанoeлектроники, оптической электроники, разработки и применения электронных приборов и комплексов; мониторинга состояния сложных технических и живых систем и состояния окружающей среды)..

Выпускники могут осуществлять профессиональную деятельность в других областях и (или) сферах профессиональной деятельности при условии соответствия уровня их образования и полученных компетенций требованиям к квалификации работника.

Тип задач профессиональной деятельности выпускников:

- научно-исследовательский,
- производственно-технологический.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу магистратуры, являются:

- материалы, компоненты, электронные приборы, устройства, установки,
- методы их исследования, проектирования и конструирования;
- технологические процессы производства, диагностическое и технологическое оборудование;
- математические модели, алгоритмы решения типовых задач, современное программное и информационное обеспечение процессов моделирования и проектирования изделий электроники и нанoeлектроники.

### 2.2. Перечень профессиональных стандартов

Перечень профессиональных стандартов, соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки, приведен в Приложении 1. Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника программы магистратуры по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**, представлен в Приложении 2.

### 2.3. Перечень основных задач профессиональной деятельности выпускников

Таблица 2.3

Область профессиональной деятельности	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности
---------------------------------------	--	--------------------------------------	---------------------------------------

			<b>(или области знания) (при необходимости)</b>
40 Сквозные виды профессиональной деятельности 29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования	Научно-исследовательский	<p>Разработка рабочих планов и программ проведения научных исследований и технических разработок, обработка, анализ и систематизация научно-технической информации по теме исследования, выбор методик и средств решения задачи;</p> <p>формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований; работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой;</p> <p>выбор технических средств, подготовка оборудования, работа на экспериментальных физических установках;</p> <p>разработка методики и проведение исследований и измерений параметров и характеристик изделий электроники и наноэлектроники, анализ их результатов;</p> <p>использование физических эффектов при разработке новых методов исследований;</p> <p>компьютерное моделирование исследуемых физических процессов; подготовка научно-технических отчетов, обзоров, рефератов, публикаций по результатам выполненных исследований, подготовка и представление докладов на научные конференции и семинары; фиксация и защита объектов интеллектуальной собственности.</p>	
	Производственно-технологический	<p>Разработка технического задания на экспериментальную проверку технологических процессов и испытания выбранных материалов в рамках разработанной</p>	

		концепции, утверждение технологических режимов, разработка физических и математических моделей, приборов, схем и устройств, относящихся к профессиональной сфере, осуществление проектирования технологических процессов и сопровождение внедрения в производство разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники	
--	--	--	--

### **3. Общая характеристика основной профессиональной образовательной программы (ООП)**

**3.1. Направленности (профили) образовательной программы:** «Новые полупроводниковые технологии»

**3.2. Квалификация, присваиваемая выпускникам образовательных программ:** Магистр.

**3.3. Объем программы** 120 зачетных единиц.

**3.4. Формы обучения:** очная

**3.5. Срок получения образования:** 2 года.

### **4. Планируемые результаты освоения образовательной программы**

**4.1. Требования к планируемым результатам освоения образовательной программы, обеспечиваемым дисциплинами (модулями) и практиками**

4.1.1. Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

**Таблица 4.1.1**

<b>Наименование категории (группы) универсальных компетенций</b>	<b>Код и наименование универсальной компетенции выпускника</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции</b>
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Знает методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. УК-1.2. Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее

		<p>реализации.</p> <p>УК-1.3. Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; - методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.</p>
Разработка и реализация проектов	<p>УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	<p>УК-2.1. Знает этапы жизненного цикла проекта; этапы и методы его разработки и реализации, методы управления проектами.</p> <p>УК-2.2. Умеет разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.</p> <p>УК-2.3. Владеет методиками разработки и управления проектом; - методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта.</p>
Командная работа и лидерство	<p>УК-3. Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели</p>	<p>УК-3.1. Знает методики формирования команд; методы эффективного руководства коллективами; основные теории лидерства и стили руководства.</p> <p>УК-3.2. Умеет разрабатывать план групповых и организационных коммуникаций при подготовке и выполнении проекта; сформулировать задачи членам команды для достижения поставленной цели; разрабатывать командную стратегию; применять эффективные стили руководства командой для достижения поставленной цели.</p> <p>УК-3.3. Владеет умением анализировать, проектировать и организовывать межличностные, групповые и организационные коммуникации в команде для достижения поставленной цели; методами организации и управления коллективом.</p>
Коммуникация	<p>УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия</p>	<p>УК-4.1. Знает правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках; существующие профессиональные сообщества для профессионального взаимодействия.</p> <p>УК-4.2. Умеет применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для</p>

		<p>академического и профессионального взаимодействия.</p> <p>УК-4.3. Владеет методикой межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий</p>
Межкультурное взаимодействие	<p>УК-5. Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия</p>	<p>УК-5.1. Знает закономерности и особенности социально-исторического развития различных культур; особенности межкультурного разнообразия общества; правила и технологии эффективного межкультурного взаимодействия.</p> <p>УК-5.2. Умеет понимать и толерантно воспринимать межкультурное разнообразие общества; анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия.</p> <p>УК-5.3. Владеет методами и навыками эффективного межкультурного взаимодействия.</p>
Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)	<p>УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки</p>	<p>УК-6.1. Знает методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения.</p> <p>УК-6.2. Умеет решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; - применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности.</p> <p>УК-6.3. Владеет технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик</p>

#### 4.1.2. Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

**Таблица 4.1.2**

Наименование категории	Код и наименование общепрофессиональной	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной
------------------------	---	---

(группы) общепрофессиональных компетенций	компетенции выпускника	компетенции
Научное мышление	ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1.1. Знает тенденции и перспектив развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники. ОПК-1.2. Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности. ОПК-1.3. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности
Исследовательская деятельность	ОПК-2. Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Знает методы синтеза и исследования моделей ОПК-2.2. Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования ОПК-2.3. Навыки применения методологического анализа научного исследования и его результатов
Владение информационными и технологиями	ОПК-3. Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ОПК-3.1. Знает принципы построения локальных и глобальных компьютерных сетей, основы Интернет-технологий, типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств в дисциплинах профессионального цикла и профессиональной сфере деятельности. ОПК-3.2. Умеет использовать современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности. ОПК-3.3. Навыки применения методов математического моделирования приборов и технологических процессов с использованием современных информационных и компьютерных технологий.
Компьютерная грамотность	ОПК-4. Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения	ОПК-4.1. Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации электронной компонентной базы с использованием систем автоматизированного проектирования и

	исследований и решения инженерных задач	компьютерных средств. ОПК-4.2. Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности. ОПК-4.3. Владеет современными программными средствами (CAD) моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
Фундаментальные знания в области нанотехнологий	ОПК ОС-5. Способность проводить инновационную научно-исследовательскую деятельность с применением фундаментальных знаний о физических свойствах систем с пониженной размерностью и учетом современных тенденций развития нанотехнологий	ОПК ОС - 5.1. Знает фундаментальные основы нанотехнологий, физические свойства систем с пониженной размерностью. ОПК ОС - 5.2. Знает современные тенденции развития нанотехнологий и умеет учитывать их в своей профессиональной деятельности. ОПК ОС - 5.3. Способен проводить инновационную научно-исследовательскую деятельность с применением фундаментальных знаний о физических свойствах систем с пониженной размерностью и учетом современных тенденций развития нанотехнологий

#### 4.1.3. Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

**Таблица 4.1.3**

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
<b>Тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>		
ПК-1. Способность разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач, строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и	ПК-1.2 Умеет использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. ПК-1.3. Имеет навыки разработки алгоритмов	<u>ПС 40.019</u> Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем Уровень квалификации 7. Обобщенная трудовая функция Код С: Выполнение работ по верификации моделей

<p>установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p>	<p>решения задач и использования стандартных программных средств их компьютерного моделирования.</p>	<p>интегральной схемы и ее составных блоков; Трудовая функция: С/02.7 Проверка работоспособности целевого программного обеспечения (ПО) на модели и прототипе ИС.</p> <p><u>ПС 29.006</u> Специалист по проектированию систем в корпусе Уровень квалификации 7. Обобщенная трудовая функция Код Е. Постановка работ, управление бизнес-процессами создания изделий «система в корпусе» Трудовая функция Е/02.7 Анализ исходных технических требований, выбор конструктивно-технологического базиса для изделий «система в корпусе»</p>
<p>ПК-2. Способность аргументировано выбирать и реализовывать на практике современные и эффективные методики экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>	<p>ПК-2.1. Знает методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. ПК-2.2. Способен совершенствовать и внедрять новые методы и методики измерений параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники. ПК-2.3 Имеет навыки использования современных методик экспериментального исследования параметров и свойств наноматериалов, наноструктур и устройств электроники и наноэлектроники.</p>	<p><u>ПС 40.104</u> Специалист по измерению параметров и модифицированию свойств наноматериалов и наноструктур Уровень квалификации 7. Обобщенная трудовая функция Код Д: Руководство подразделениями по измерениям параметров и модифицированию свойств наноматериалов и наноструктур; Трудовая функция: В/01.7 Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.</p> <p><u>ПС 40.037</u> Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники Уровень квалификации 7. Обобщенная трудовая функция Е: Разработка концепции технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе</p>

		<p>наноструктурных материалов Трудовая функция: Е/01.7 Разработка технического задания на экспериментальную проверку технологических процессов и испытания выбранных материалов в рамках разработанной концепции, утверждение экспериментальных методик.</p>
<p>ПК-3. Способность применять фундаментальные представления о физических явлениях для достижения требуемых функциональных качеств приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники</p>	<p>ПК-3.1. Знает фундаментальные основы физических явлений и процессов, лежащих в основе работы приборов и устройств электроники и наноэлектроники. ПК-3.2. Умеет проводить экспериментальные работы по отработке и внедрению новых технологических процессов производства изделий электроники и наноэлектроники. ПК-3.2. Имеет опыт разработки методик экспериментальной проверки технологических процессов и исследования параметров наноструктурированных материалов.</p>	<p><u>ПС 40.019</u> Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем Уровень квалификации 7. Обобщенная трудовая функция Код С: Выполнение работ по верификации моделей интегральной схемы и ее составных блоков; Трудовая функция: С/01.7 Разработка верификационных планов для ИС и составляющих ее СФ-блоков. <u>ПС 40.037</u> Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники Уровень квалификации 7. Обобщенная трудовая функция Код Е Разработка концепции технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов. Трудовая функция: Е/01.7 Разработка технического задания на экспериментальную проверку технологических процессов и испытания выбранных материалов в рамках разработанной концепции, утверждение экспериментальных методик</p>

<p>ПК-4. Готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, и способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач</p>	<p>ПК-4.1. Знает тенденции и перспективы развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники.  ПК-4.2. Способен рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы изделий микро- и наноэлектроники.  ПК-4.3 Имеет навыки обоснованного выбора теоретических и экспериментальных методов исследования изделий микро- и наноэлектроники.</p>	<p>На основе анализа требований к профессиональным компетенциям научных сотрудников и опыта образовательной деятельности по подготовке магистров по направлению «Электроника и наноэлектроника»</p> <p>ПС 40.037 Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники  Уровень квалификации 7.  Обобщенная трудовая функция Е: Разработка концепции технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов  Трудовая функция: Е/01.7  Разработка технического задания на экспериментальную проверку технологических процессов и испытания выбранных материалов в рамках разработанной концепции, утверждение экспериментальных методик</p>
<p>ПК-5. Готовность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, методически грамотно излагать материал и представлять его в виде научных отчетов, публикаций, презентаций, методических пособий</p>	<p>ПК-5.1. Знает методы анализа и систематизации результатов исследований, способы представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.  ПК-5.2. Умеет методически грамотно излагать материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.  ПК-5.3. Имеет навыки анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.</p>	<p>На основе анализа требований к профессиональным компетенциям научных сотрудников и опыта образовательной деятельности по подготовке магистров по направлению «Электроника и наноэлектроника»</p>
<p><b>Тип задач профессиональной деятельности: производственно-технологический</b></p>		

<p>ПК-8. Способность разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники</p>	<p>ПК-8.1. Знает основы технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.  ПК-8.2. Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.  ПК-8.3. Имеет навыки проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники.</p>	<p>На основе анализа требований к профессиональным компетенциям научных сотрудников и опыта образовательной деятельности по подготовке магистров по направлению «Электроника и наноэлектроника»</p>
<p>ПК-9. Готовность осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и системы электронной техники на этапах проектирования и производств</p>	<p>ПК-9.1. Знает принципы работы устройств, приборов и систем электронной техники.  ПК-9.2. Способен разрабатывать устройства, приборы и системы электронной техники, готов осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств на этапах проектирования и производства.  ПК-9.3. Имеет навыки разработки устройств, приборов и системы электронной техники</p>	<p>На основе анализа требований к профессиональным компетенциям научных сотрудников и опыта образовательной деятельности по подготовке магистров по направлению «Электроника и наноэлектроника»</p>

## 5. Структура и содержание ООП

### 5.1. Объем обязательной части образовательной программы

ООП включает обязательную часть и часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Объем обязательной части образовательной программы (без учета объема ГИА) составляет не менее 30 % общего объема программы магистратуры (что соответствует требованию ФГОС ВО).

В соответствии с ФГОС ВО структура программы магистратуры включает следующие блоки:

Блок 1 «Дисциплины (модули)»;

Блок 2 «Практика»;

Блок 3 «Государственная итоговая аттестация».

## **5.2. Типы практики**

В Блок 2 «Практика» входят учебная и производственная практика.

В программе магистратуры по направлению подготовки **11.04.04 Электроника и наноэлектроника** в рамках учебной и производственной практики устанавливаются следующие типы практик

Учебная практика:

научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы);

проектно-технологическая практика.

Производственная практика:

научно-исследовательская работа,

преддипломная практика.

Практики реализуются в дискретной или распределенной форме по периодам проведения практик.

## **5.3. Государственная итоговая аттестация**

В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входят:

- подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
- выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

Государственная итоговая аттестация (ГИА) осуществляется после освоения обучающимися основной образовательной программы в полном объеме. ГИА включает в себя: выполнение и защиту выпускной квалификационной работы.

Совокупность компетенций, установленных программой магистратуры, обеспечивает выпускнику способность осуществлять профессиональную деятельность не менее чем в одной области профессиональной деятельности, установленной в соответствии с пунктом 1.13 ОС ННГУ, и решать задачи профессиональной деятельности не менее, чем одного типа, установленного в соответствии с пунктом 1.12 ФГОС ВО.

Программа государственной итоговой аттестации представлена в Приложении 6.

## **5.4. Учебный план и примерный календарный учебный график**

Учебный план ООП ВО, разрабатываемый в соответствии с ОС ННГУ, состоит из обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений.

Обязательная часть образовательной программы обеспечивает формирование у обучающихся универсальных и общепрофессиональных компетенций, установленных образовательным стандартом.

Часть образовательной программы, формируемая участниками образовательных отношений, направлена на формирование профессиональных компетенций. Содержание этой части формируется в соответствии с направленностью образовательной программы.

При реализации ООП обучающимся обеспечивается возможность освоения элективных (избираемых в обязательном порядке) дисциплин (модулей) и факультативных (необязательных для изучения при освоении образовательной программы) в порядке, установленном локальным нормативным актом университета. Избранные обучающимся элективные дисциплины (модули) являются обязательными для освоения.

Учебный план включает государственную итоговую аттестацию в объеме 8 з.е.

В учебном плане приведена логическая последовательность освоения блоков и разделов ООП (дисциплин, практик, ГИА), обеспечивающих формирование необходимых компетенций, указана общая трудоемкость дисциплин, практик, ГИА в зачетных единицах, а также их общая и аудиторная трудоемкость в академических часах.

Для каждой дисциплины, практики указываются виды учебной работы и формы промежуточной аттестации.

Учебный план представлен в приложении 3.

Календарный учебный график является составной частью учебного плана.

В календарном учебном графике указывается последовательность реализации образовательной программы, включая периоды осуществления видов учебной деятельности и периоды каникул. Календарный учебный график представлен в приложении 3.

### **5.5. Рабочие программы дисциплин (модулей) и практик**

Программы дисциплин и практик разрабатываются отдельными документами в соответствии с утвержденным шаблоном. Рабочие программы дисциплин представлены в Приложении 4.

ФОС являются неотъемлемой частью РПД и оформляются в виде отдельного документа - приложения к РПД. Полнотекстовые фонды оценочных средств представлены на соответствующих кафедрах.

## **6. Условия осуществления образовательной деятельности**

### **6.1. Финансовые условия осуществления образовательной деятельности**

Финансирование реализации программ магистратуры должно осуществляться в объеме не ниже установленных государственных нормативных затрат на оказание государственной услуги в сфере образования для данного уровня образования и направления подготовки с учетом корректирующих коэффициентов, учитывающих специфику образовательных программ в соответствии с Методикой определения нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ высшего образования по специальностям и направлениям подготовки, утверждаемой Министерством науки и высшего образования Российской Федерации

### **6.2. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса**

При составлении данного раздела учтены общие требования к материально-техническим условиям для реализации образовательного процесса, сформулированные в п. 4.3. ФГОС ВО «Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы магистратуры».

Материально-технические условия для реализации образовательного процесса подготовки магистров соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и представляют собой:

учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей);

помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ:

### **6.3. Кадровые условия обеспечения образовательного процесса**

Реализация программы магистратуры обеспечивается педагогическими работниками ННГУ, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы магистратуры на иных условиях.

Кадровые условия реализации образовательной программы соответствуют требованиям п.4.4 ФГОС ВО и п. 4.4 ОС ННГУ:

Квалификация педагогических работников образовательной организации должна отвечать квалификационным требованиям, указанным в профессиональных стандартах.

Не менее 70 процентов численности педагогических работников образовательной организации и участвующих в реализации программы магистратуры и лиц, привлекаемых к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), должны вести научную, учебно-

методическую и (или) практическую работу, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины (модуля).

Не менее 10 процентов численности педагогических работников образовательной организации, участвующих в реализации программы магистратуры, и лиц, привлекаемых к реализации программы магистратуры на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок приведенного к целочисленным значениям), должны являться руководителями и (или) работниками иных организаций, осуществляющими трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профессиональной деятельности, к которой готовятся выпускники (иметь стаж работы в данной профессиональной сфере не менее 3 лет).

Не менее 70 процентов численности педагогических работников образовательной организации и лиц, привлекаемых к образовательной деятельности образовательной организации на иных условиях (исходя из количества замещаемых ставок, приведенного к целочисленным значениям), должны иметь ученую степень и (или) ученое звание.

Руководителем основной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 - «Электроника и нанoeлектроника», ответственным за координацию работ по разработке, реализации, мониторингу и совершенствованию (развитию) программы, является д.ф.-м.н., профессор, заведующий кафедрой физики полупроводников, электроники и нанoeлектроники (ФПЭН) Д.А. Павлов, зам. директора Научно-образовательного центра «Физика твердотельных наноструктур» (НОЦ ФТНС) по образовательной части, научный руководитель лаборатории высокоразрешающей просвечивающей электронной микроскопии НОЦ ФТНС, член Учёного совета физического факультета, член трёх Диссертационных советов 24.2.340.01, 24.2.340.03 и 24.1.238.02, член совета ассоциации вузов электронной компонентной базы, член российской Гильдии экспертов в сфере профессионального образования.

Профессор Д. А. Павлов - автор 481 научных и учебно-методических работ. Индекс Хирша РИНЦ - 13, Scopus – 13, Web of Science – 13.

Под руководством проф. Д.А. Павлова защищено 7 кандидатских диссертаций, в роли научного консультанта - 2 докторские диссертации.

Профессор Д.А. Павлов вместе с учениками неоднократно проходил повышение квалификации в связи с освоением нового оборудования (просвечивающий электронный микроскоп JEM- 2100F). В 2010 г. – обучение приемам работы на просвечивающем электронном микроскопе JEM-2100F по учебной программе фирмы JEOL. В 2011 г. повышал квалификацию в г. Хай-Вайкомб, Великобритания на курсах по применению рентгеновского энергодисперсионного спектрометра Inca Energy). В 2013 г. – стажировку «Продвинутые курсы по применению оборудования JEM-2100F (просвечивающий электронный микроскоп высокого разрешения с полевой эмиссией)» в международном тренинг-центре JEOL в г. Токио Япония.

В 2020 г. инженерная образовательная программа 11.03.04 – «Электроника и нанoeлектроника», реализуемая на кафедре ФПЭН, была протестирована национальным центром профессионально-общественной аккредитации, который выдал ННГУ международное свидетельство (№ 1341-08-A096.1, действующее до 19.02.2026 г.). Комиссией было доказано, что качество данной программы кафедры ФПЭН физического факультета полностью соответствует европейским стандартам образования.

#### **Разработчики:**

руководитель основной образовательной программы по направлению подготовки

11.04.04 «Электроника и наноэлектроника»,  
заведующий кафедрой  
физики полупроводников, электроники и наноэлектроники  
д.ф.-м.н., профессор

Д.А. Павлов

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

Е.С. Демидов

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

С.М. Планкина

**Эксперты – представители работодателей:**

директор ИФМ РАН, зав. лабораторией  
молекулярно-пучковой эпитаксии, к.ф.-м.н.

А.В. Новиков

начальник научно-исследовательской группы  
ФГУП ФНПЦ «Научно-исследовательский  
институт измерительных систем  
им. Ю.Е. Седакова», к.ф.-м.н.

С.А. Попков

Перечень профессиональных стандартов (при наличии), соотнесенных с федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки

Профессиональный стандарт «40.019 Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 11 апреля 2014 г. N 235н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации Министерством юстиции Российской Федерации 20 мая 2014 г., регистрационный № 32347) с изменениями и дополнениями, внесенными приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. № 727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 12 декабря 2016 г., регистрационный № 90).

Профессиональный стандарт «40.037 Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 г. № 446н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 4 сентября 2014 г., регистрационный № 33974).

Профессиональный стандарт «40.104 Специалист по измерению параметров и модифицированию свойств наноматериалов и наноструктур», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. № 593н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 сентября 2015 г., регистрационный № 38983).

Профессиональный стандарт «ПС 29.006 Специалист по проектированию систем в корпусе», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 сентября 2016 г. № 519н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 27 сентября 2016 г., регистрационный № 43832).

## Приложение 2

Перечень обобщённых трудовых функций и трудовых функций, имеющих отношение к профессиональной деятельности выпускника

ПС 40.019 Специалист по функциональной верификации и разработке тестов функционального контроля наноразмерных интегральных схем  
Уровень квалификации 7.  
Обобщенная трудовая функция Код С: Выполнение работ по верификации моделей интегральной схемы и ее составных блоков;  
Трудовая функция: С/01.7 Разработка верификационных планов для ИС и составляющих ее СФ-блоков.

ПС 40.037 Специалист по разработке технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники  
Уровень квалификации 7.  
Обобщенная трудовая функция Код Е Разработка концепции технологии производства приборов квантовой электроники и фотоники на основе наноструктурных материалов.  
Трудовая функция: Е/01.7 Разработка технического задания на экспериментальную проверку технологических процессов и испытания выбранных материалов в рамках разработанной концепции, утверждение экспериментальных методик

ПС 40.104 Специалист по измерению параметров и модифицированию свойств наноматериалов и наноструктур  
Уровень квалификации 7.  
Обобщенная трудовая функция Код D: Руководство подразделениями по измерениям параметров и модифицированию свойств наноматериалов и наноструктур;  
Трудовая функция: В/01.7 Организация и контроль процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.

ПС 29.006 Специалист по проектированию систем в корпусе  
Уровень квалификации 7.  
Обобщенная трудовая функция  
Код Е. Постановка работ, управление бизнес-процессами создания изделий «система в корпусе»  
Трудовая функция Е/02.7 Анализ исходных технических требований, выбор конструктивно-технологического базиса для изделий «система в корпусе»