

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.
Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ
протокол от
«26» апреля 2024 г. № 4

**ПРОГРАММА
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ**

Научно-исследовательская работа

Направление подготовки/специальность
28.04.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Направленность (и
Квантовые и нейроморфные технологии

Квалификация
Магистр

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Цель практики

Целью производственной практики (научно-исследовательской работы) является подготовка магистрантов к осуществлению научно-исследовательской деятельности, а именно систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний, формирование у студентов навыков ведения самостоятельной научной работы, развитие профессиональных умений, необходимых для успешной научно-исследовательской работы.

Прохождения студентом производственной практики относится к виду научно-исследовательской деятельности студента. Задачами практики являются:

1. Знакомство студентов с основными направлениями научных исследований, ведущихся в базовых структурных подразделениях ННГУ – НИФТИ ННГУ, Научно-образовательном центре «Физика твердотельных наноструктур» (НОЦ ФТНС) и кафедрах физического факультета ННГУ.
2. Закрепление знаний и умений, полученных в процессе изучения теоретических и прикладных дисциплин по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника».
3. Освоение методик исследований или расчетов, необходимых для проведения научных исследований по специальности и в смежных областях.
4. Работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой.
5. Формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований, выбор необходимых методов исследования.
6. Проведение научно-исследовательских (расчетных, технологических) работ в рамках заданной тематики.
7. Обработка и анализ полученных данных с помощью современных информационных технологий, освоение нового оборудования в рамках темы своей научно-исследовательской работы.
8. Участие в организации семинаров, конференций, составлении рефератов, написании и оформлении научных статей и докладов на конференциях и семинарах.
9. Участие в подготовке заявок на конкурсы грантов и оформлении научно-технических проектов, отчетов и патентов.

2. Место практики в структуре ОПОП

Производственная практика Б2.В.01(П) относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Научно-исследовательская работа проводится во 2-м и 3-м семестрах, базируется на дисциплинах профессионального цикла основной образовательной программы, на фундаментальных и профессиональных знаниях и навыках, полученных во время Ознакомительной практики.

Научно-исследовательская работа в системе подготовки магистров является важным компонентом их профессиональной подготовки к научно-исследовательской деятельности и представляет собой вид учебно-научной деятельности по получению профессиональных навыков и умений по профилю «Квантовые и нейроморфные технологии». Научно-исследовательская работа направлена на развитие универсальных и профессиональных компетенций, необходимых для практической деятельности по специальности и в смежных областях.

Вид практики: производственная.

Тип практики: научно-исследовательская работа.

Способ проведения практики: стационарный – проводится в ННГУ.

Форма проведения: производственная практика проводится путем чередования практики с реализацией иных компонентов образовательной программы в соответствии с календарным учебным графиком и учебным планом.

Общая трудоемкость практики:

- 8 зачетных единиц
- 288 часов
- 33 2/6 недели

Форма организации практики – практическая подготовка, предусматривающая выполнение обучающимися видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью:

29 Производство электрооборудования, электронного и оптического оборудования (в сфере проектирования и производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, в сфере управления производством материалов и компонентов нано- и микросистемной техники, в сфере технического обеспечения технологических процессов микро- и наноразмерных электромеханических систем);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере разработки, эксплуатации и обслуживания технологического оборудования и аппаратно-программных средств для производства материалов и компонентов нано- и микросистемной техники).

Обучающиеся 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.

Типы задач профессиональной деятельности:

- научно-исследовательский;
- проектно-технологический.

Прохождение практической подготовки предусматривает:

а) Контактную работу:

- занятия лекционного типа, практические занятия, лабораторные работы - 64 часа;
- КСРИФ (проведение консультаций по расписанию, прием зачета) - 2 часа.

б) Иную форму работы студента во время практики – 222 часа (выполнение индивидуального задания по практике: написание аналитического обзора состояния мировых исследований и разработок (литературного обзора) по выбранной тематике, согласованной с руководителем учебной практики, анализ, систематизация, обобщение научно-технической информации по теме исследований; теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач, включая математический (имитационный) эксперимент; анализ достоверности полученных результатов; сравнение результатов исследования объекта разработки с отечественными и зарубежными аналогами; подготовка отчета по практике).

Для прохождения практики необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами в процессе обучения на предыдущих курсах.

Прохождение практики необходимо для получения знаний, умений и навыков, формируемых для последующей научно-исследовательской работы, преддипломной практики,

написания выпускной квалификационной работы и для применения в профессиональной деятельности.

3. Место и сроки проведения практики

Продолжительность практики для очной формы обучения составляет 33 2/6 недели, сроки проведения определены календарным учебным графиком учебного плана:

Форма обучения	Курс (семестр)
очная	1 курс 2 семестр 2 курс 3 семестр

Практика проводится в форме практической подготовки на кафедрах физического факультета ННГУ, в научно-исследовательских лабораториях и отделах научно-исследовательского физико-технического института ННГУ или НОЦ ФТНС ННГУ.

4. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики

Практика направлена на формирование компетенций и результатов обучения, представленных в Таблице 1. Перечисленные ниже компетенции, формируемые в ходе проведения практики, вырабатываются частично. Полученные обучающимися знания, умения и навыки являются частью планируемых.

В результате обучения магистранты получают представление о состоянии мировых исследований и разработок по выбранной тематике, выполняют анализ, систематизацию и обобщение научно-технической информации по теме исследований; теоретическое или экспериментальное исследование в рамках поставленных задач, включая математический (имитационный) эксперимент, анализ достоверности полученных результатов, сравнение результатов исследования с литературными данными, проводят анализ научной и практической значимости проводимых исследований, учатся работать самостоятельно и в команде.

Таблица 1

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
<i>ПК-1: Способен обоснованно выбирать и применять теоретические и экспериментальные методы научных и научно-технических исследований в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий</i>	<i>ПК-1.1: Знаком с теоретическими и экспериментальными методами научных и научно-технических исследований в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий</i>	<i>ПК-1.1: Знать теоретические и экспериментальные методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области квантовых технологий. Уметь применять теоретические и экспериментальные методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области квантовых технологий. Владеть теоретическими и экспериментальными методами построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области исследований квантовых техноло-</i>

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
		гий.
	ПК-1.2: <i>Анализирует и выбирает теоретические и экспериментальные методы научных и научно-технических исследований в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий</i>	ПК-1.2: Знать методы построения физических моделей приборов, схем, устройств и установок в области нанотехнологии и наноэлектроники. Уметь применять методы построения физических моделей приборов, схем, устройств и установок в области нанотехнологии и наноэлектроники. Владеть методами построения физических моделей приборов, схем, устройств и установок в области исследований нанотехнологии и наноэлектроники.
	ПК-1.3: <i>Применяет теоретические и экспериментальные методы научных и научно-технических исследований в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий</i>	ПК-1.3: Знать методы построения математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области нанотехнологии и наноэлектроники. Уметь применять методы построения математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области нанотехнологии и наноэлектроники. Владеть методами построения математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области исследований нанотехнологии и наноэлектроники.
ПК-2: Способен разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и наноэлектроники, анализировать их результаты	ПК-2.1: <i>Имеет представление о существующих методиках проведения исследований и измерений параметров и характеристик микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и наноэлектроники, а также знаком с методами анализа результатов исследований и измерений</i>	ПК-2.1: Знать современные и эффективные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик микро- и наносистем. Уметь реализовывать на практике измерения параметров и характеристик микро- и наносистем. Владеть навыками использования современных методик проведения исследований и измерений характеристик микро- и наносистем.
	ПК-2.2: <i>Проводит исследования и измерения параметров и характеристик микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и наноэлектроники, а также анализирует результаты исследований и изме-</i>	ПК-2.2: Знать современные и эффективные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и наноэлектроники. Уметь реализовывать на практике измерения параметров и характеристик изде-

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
	<i>рений</i>	лий нанотехнологии и наноэлектроники. Владеть навыками использования современных методик проведения исследований и измерений характеристик изделий нанотехнологии и наноэлектроники.
	ПК-2.3: <i>Разрабатывает методики проведения исследований и измерений характеристик микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и наноэлектроники</i>	ПК-2.3: Знать методы анализа результатов исследований и измерений микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и наноэлектроники. Уметь анализировать результаты исследований и измерений микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и наноэлектроники. Владеть навыками анализа результатов исследований и измерений микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и наноэлектроники.
ПК-3: <i>Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий</i>	ПК-3.1: <i>Имеет представление о физических и математических моделях, а также методах компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий</i>	ПК-3.1: Знать физические и математические модели в области нанотехнологии и наноэлектроники. Уметь применять физические и математические модели в области нанотехнологии и наноэлектроники. Владеть физическими и математическими моделями в области нанотехнологии и наноэлектроники.
	ПК-3.2: <i>Может применять физические и математические модели, а также методы компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, наноэлектроники и квантовых технологий</i>	ПК-3.2: Знать методы компьютерного моделирования в области нанотехнологии и наноэлектроники. Уметь применять методы компьютерного моделирования в области нанотехнологии и наноэлектроники. Владеть методами компьютерного моделирования в области нанотехнологии и наноэлектроники.
	ПК-3.3: <i>Разрабатывает физические и математические модели, а также методы компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, наноэлектроники и</i>	ПК-3.3: Знать физические и математические модели, методы компьютерного моделирования в области квантовых технологий. Уметь применять физические и математические модели, методы компьютерного моделирования в области квантовых технологий.

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
	<i>квантовых технологий</i>	Владеть физическими и математическими моделями, методами компьютерного моделирования в области квантовых технологий.

5. Содержание практики

Конкретное содержание научно-исследовательской работы, ее структура, место проведения определяется типом задач профессиональной деятельности (прим. научно-исследовательская деятельность, проектно-конструкторский, производственно-технологический), к которому преимущественно готовится магистрант, и выбранной тематикой научных исследований. Как правило, тема научных исследований индивидуальна и может носить экспериментальный или теоретический характер.

Процесс прохождения практики в форме практической подготовки состоит из этапов:

- подготовительный (*организационный*);
- основной;
- заключительный.

Технологическая карта

Таблица 2

п/п	Этап	Содержание этапа	Трудоемкость (в часах)
1	Подготовительный (<i>организационный</i>)	- инструктаж по технике безопасности; - обсуждение и выбор тематики будущей научной работы; - формулировка цели и задач научной работы; составление плана практики, индивидуального задания;	10
2	Основной (<i>выполнение практических заданий</i>)	- аналитический обзор состояния мировых исследований и разработок по выбранной тематике; - освоение методики экспериментальных измерений, обработки результатов, методики теоретических расчетов; обработка и анализ полученных данных;	266
3	Заключительный (<i>обработка и анализ полученной информации</i>)	- написание отчета; - подготовка презентации; - защита отчета по практике.	12
	ИТОГО:		288

6. Форма отчетности

По итогам прохождения производственной практики в форме практической подготовки обучающийся представляет руководителю практики отчетную документацию:

- письменный отчет;
- рабочий график (план) /совместный рабочий график (план);
- индивидуальное задание;
- предписание на практику.

Формой промежуточной аттестации по практике является *зачет с оценкой*.

По результатам проверки отчетной документации, выполнения контрольных заданий выставляется оценка.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение

7.1 Основная учебная литература:

1. Шука А. А. Нанoeлектроника : учебник / А. А. Шука ; под общей редакцией А. С. Сигова. - Москва : Юрайт, 2023. - 297 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-9916-8280-0. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=847604&idb=0>.
2. Дифракционная нанофотоника / Гаврилов А.В., Головашкин Д.Л., Досколович Л.Л., Дьяченко П.Н., Ковалев А.А., Котляр В.В., Налимов А.Г., Нестеренко Д.В., Павельев В.С., Скиданов Р.В., Сойфер В.А., Хонина С.Н., Шуюпова Я.О. - Москва : Физматлит, 2011., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=647252&idb=0>.
3. Дифракционная оптика и нанофотоника / Безус Е.А., Быков Д.А., Досколович Л.Л., Ковалев А.А., Котляр В.В., Налимов А.Г., Порфирьев А.П., Скиданов Р.В., Сойфер В.А., Стафеев С.С., Хонина С.Н. - Москва : Физматлит, 2014., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=647206&idb=0>.
4. Численные методы квантовой статистики / Кашурников В.А., Красавин А.В. - Москва : Физматлит, 2010., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=634903&idb=0>.
5. Барановский В. И. Квантовая механика и квантовая химия : учебное пособие для вузов / Барановский В. И. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 428 с. - Книга из коллекции Лань - Химия. - ISBN 978-5-507-49478-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=894499&idb=0>.
6. Драгунов Валерий Павлович. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 1 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 285 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/536922> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-05170-4 : 1259.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=905810&idb=0>.
7. Драгунов Валерий Павлович. Нанoeлектроника в 2 ч. Часть 2 : учебное пособие для вузов / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин. - 3-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 235 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/539592> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-05171-1 : 1069.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=910379&idb=0>.
8. Ищенко А. А. Методы анализа поверхности. Ч. 2. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия / Ищенко А. А., Лазов М. А. - Москва : РТУ МИРЭА, 2022. - 58 с. - Книга из коллекции РТУ МИРЭА - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=807354&idb=0>.
9. Ищенко А. А. Методы анализа поверхности : Учебное пособие. Ч. 1. Методы локального анализа и электронная микроскопия / Ищенко А. А., Лукьяно А. Е. - Москва : РТУ МИРЭА, 2021. - 49 с. - Книга из коллекции РТУ МИРЭА - Химия., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=801431&idb=0>.

10. Козаков Алексей Титович. Физические основы электронной спектроскопии заряженных поверхностей твердых тел : Монография / Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2009. - 406 с. - ВО - Магистратура. - ISBN 978-5-9275-0711-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=608919&idb=0>.
11. Антоненко С. В. Технология тонких пленок : учебное пособие для вузов / Антоненко С. В. - Москва : НИЯУ МИФИ, 2008. - 104 с. - Рекомендовано УМО «Ядерные физика и технологии» в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции НИЯУ МИФИ - Физика. - ISBN 978-5-7262-1036-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=716411&idb=0>.
12. Васильев В.Ю. Свойства и применение диэлектрических тонких пленок в технологиях микроэлектроники : учебное пособие / Васильев В.Ю. - Москва : НГТУ, 2021. - 100 с. - ISBN 978-5-7782-4389-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=808609&idb=0>.
13. Васильев В.Ю. Технология тонких пленок для микро- и нанoeлектроники : учебное пособие / Васильев В.Ю. - Москва : НГТУ, 2019. - 107 с. - ISBN 978-5-7782-3915-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735979&idb=0>.
14. Аксенов А. И. Процессы лазерной и электронно-ионной технологии : учебное пособие для студентов направления подготовки 11.04.04 - «электроника и нанoeлектроника», 12.04.03 фотоника и оптоинформатика / Аксенов А. И. - Москва : ТУСУР, 2018. - 123 с. - Книга из коллекции ТУСУР - Инженерно-технические науки., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=861965&idb=0>.
15. Асеев Александр Леонидович. Полупроводники и нанотехнологии : учебник для вузов / А. Л. Асеев. - Москва : Юрайт, 2024. - 152 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/551756> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-18823-3 : 759.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=907195&idb=0>.
16. Лучинин Виктор Викторович. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы : Монография. - Москва : Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2006. - 552 с. - ВО - Магистратура. - ISBN 5-9221-0719-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=609797&idb=0>.
17. Ильичев Евгений Вячеславович. Квантовая информатика и квантовые биты на основе сверхпроводниковых джозефсоновских структур : Учебник. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2013. - 172 с. - ВО - Магистратура. - ISBN 978-5-7782-2287-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=614328&idb=0>.
18. Бочаров Н. А. Моделирование квантовых вычислительных систем / Бочаров Н. А., Кирилук М. А. - Москва : РТУ МИРЭА, 2023. - 74 с. - Книга из коллекции РТУ МИРЭА - Информатика. - ISBN 978-5-7339-1937-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=888513&idb=0>.
19. Чуканов С. Н. Квантовая теория информации : учебное текстовое электронное издание локального распространения / Чуканов С. Н., Чуканов И. С., Белик А. Г. - Омск : ОмГТУ, 2023. - 164 с. - Рекомендовано редакционно-издательским советом Омского государственного технического университета. - Книга из коллекции ОмГТУ - Информатика. - ISBN 978-5-8149-3680-6., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=900290&idb=0>.
20. Прилипко В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита : монография / Прилипко В. К., Коваленко И. И. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 216 с. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-8114-3383-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=798664&idb=0>.

7.2 Дополнительная литература:

1. Вычисления на квазиравномерных сетках / Калиткин Н. Н., Альшин А. Б., Альшина Е. А., Рогов Б. В. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 224 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ФИЗМАТЛИТ - Математика. - ISBN 5-9221-0565-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=700500&idb=0>.

2. Дорохин Михаил Владимирович. Гальваномагнитные и оптические методы исследования полупроводниковых наноструктур : учебно-методическое пособие / М. В. Дорохин, А. В. Кудрин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 80 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851261&idb=0>.

3. Нанохимия / Сергеев Г.Б. - Москва : МГУ, 2007., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=637851&idb=0>.

4. Николичев Дмитрий Евгеньевич. Локальная диагностика состава полупроводниковых наносистем методом сканирующей оже-микроскопии : учебно-методическое пособие / Д. Е. Николичев, А. В. Боряков ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2011. - 110 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851142&idb=0>.

5. Денисов Сергей Александрович. Метод сублимационной молекулярно-лучевой эпитаксии кремния с газовым источником германия : практикум / С. А. Денисов, В. Г. Шенгуров, В. Ю. Чалков ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2015. - 13 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=850270&idb=0>.

6. Кирчанов В. С. Наноматериалы, нанотехнологии и элементы нанонауки : учебное пособие / Кирчанов В. С. - Пермь : ПНИПУ, 2024. - 287 с. - Утверждено Редакционно-издательским советом университета в качестве учебного пособия. - Книга из коллекции ПНИПУ - Нанотехнологии. - ISBN 978-5-398-03067-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=899240&idb=0>.

7. Исакова И. В. Наноматериалы и нанотехнологии : учебное пособие по дисциплине «наноматериалы и нанотехнологии» для обучающихся по направлению 18.04.01 «химическая технология» / Исакова И. В., Черкасова Е. В. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2019. - 68 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева - Нанотехнологии. - ISBN 978-5-00137-058-1., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=721532&idb=0>.

8. Шматов Г. П. Нейронные сети и генетический алгоритм : учебное пособие / Шматов Г. П. - Тверь : ТвГТУ, 2019. - 200 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ТвГТУ - Информатика. - ISBN 978-5-7995-1007-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=754752&idb=0>.

9. Смирнов В.И. Нанoeлектроника, нанофотоника и микросистемная техника : учебное пособие / Смирнов В.И. - Москва : Инфра-Инженерия, 2023. - 268 с. - ISBN 978-5-9729-1244-5., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=913298&idb=0>.

10. Плотников Геннадий Семенович. Микроэлектроника: основы молекулярной электроники : учебное пособие для вузов / Г. С. Плотников, В. Б. Зайцев. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 166 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/539169> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-03637-4 : 649.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=911036&idb=0>.

7.3 Интернет-ресурсы:

1) интернет-ресурс справочной и математической литературы со свободным доступом www.eqworld.ipmnet.ru;

2) интернет-ресурсы Фундаментальной библиотеки ННГУ <http://www.lib.unn.ru/>;

3) открытый проект Materials Project <https://www.materialsproject.org/>;

4) Росстандарт РФ: <http://new.gost.ru/portal/gost>.

8. Информационные технологии, используемые при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

8.1 Перечень программного обеспечения:

- 1) Visual Studio Code с Python в качестве расширения;
- 2) ОС Windows и пакет Office;
- 3) ПО LabVIEW Community Edition;
- 4) программные средства записи и обработки спектров электронного парамагнитного резонанса: Bruker WinEPR Acquisition и Bruker WinEPR Processing.

8.2 Перечень информационных справочных систем:

- 1) <http://www.matprop.ru> – Электронная база данных по свойствам полупроводниковых материалов.
- 2) <http://www.springermaterials.com> – электронная база данных по физическим, химическим и структурным свойствам веществ и соединений (доступ через компьютеры, подключенные к сети ННГУ).

9. Материально-техническая база, необходимая для проведения практики.

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

Учебные аудитории для проведения производственной практики, предусмотренной образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: лабораторным оборудованием ННГУ.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по практике

По результатам практики в форме практической подготовки обучающийся составляет отчет о выполнении работы в соответствии с программой практики, индивидуальным заданием и рабочим графиком (планом)/совместным рабочим графиком (планом), свидетельствующий о закреплении знаний, умений, приобретении практического опыта, освоении универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, определенных образовательной программой, с описанием решения задач практики.

Вместе с отчетом обучающийся предоставляет на факультет оформленное предписание, индивидуальное задание и рабочий график (план)/совместный рабочий график (план).

Проверка отчёта по практике и проведение промежуточной аттестации по ним проводятся в соответствии с графиком прохождения практики.

Отчет и характеристика рассматриваются руководителем практики.

Проведение промежуточной аттестации предполагает определение руководителем практики уровня овладения обучающимся практическими навыками работы и степени применения на практике полученных в период обучения теоретических знаний в соответствии с компетенциями, формирование которых предусмотрено программой практики, как на основе представленного отчета, так и с использованием оценочных материалов, предусмотренных программой практики.

10.1. Паспорт фонда оценочных средств по практике

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по практике, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен обоснованно выбирать и применять теоретические и экспериментальные методы научных и научно-технических исследований в области нанотехнологии, нанoeлектроники и квантовых технологий	ПК-1.1: Знаком с теоретическими и экспериментальными методами научных и научно-технических исследований в области нанотехнологии, нанoeлектроники и квантовых технологий	ПК-1.1: Знать теоретические и экспериментальные методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области квантовых технологий. Уметь применять теоретические и экспериментальные методы построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области квантовых технологий. Владеть теоретическими и экспериментальными методами построения физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области исследований квантовых технологий.	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике
	ПК-1.2: Анализирует и выбирает теоретические и экспериментальные методы научных и научно-технических исследований в области нанотехнологии, нанoeлектроники и квантовых технологий	ПК-1.2: Знать методы построения физических моделей приборов, схем, устройств и установок в области нанотехнологии и нанoeлектроники. Уметь применять методы построения физических моделей приборов, схем, устройств и установок в области нанотехнологии и нанoeлектроники. Владеть методами построения физических моделей приборов, схем, устройств и установок в области исследований нанотехнологии и нанoeлектроники.	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике

	<p>ПК-1.3: Применяет теоретические и экспериментальные методы научных и научно-технических исследований в области нанотехнологии, нанoeлектроники и квантовых технологий</p>	<p>ПК-1.3: Знать методы построения математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области нанотехнологии и нанoeлектроники. Уметь применять методы построения математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области нанотехнологии и нанoeлектроники. Владеть методами построения математических моделей приборов, схем, устройств и установок в области исследований нанотехнологии и нанoeлектроники.</p>	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике
<p>ПК-2: Способен разрабатывать методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и нанoeлектроники, а также знаком с методами анализа результатов исследований и измерений</p>	<p>ПК-2.1: Имеет представление о существующих методиках проведения исследований и измерений параметров и характеристик микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и нанoeлектроники, а также знаком с методами анализа результатов исследований и измерений</p>	<p>ПК-2.1: Знать современные и эффективные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик микро- и наносистем. Уметь реализовывать на практике измерения параметров и характеристик микро- и наносистем. Владеть навыками использования современных методик проведения исследований и измерений характеристик микро- и наносистем.</p>	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике
	<p>ПК-2.2: Проводит исследования и измерения параметров и характеристик микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и нанoeлектроники, а также анализирует результаты исследований и измерений</p>	<p>ПК-2.2: Знать современные и эффективные методики проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий нанотехнологии и нанoeлектроники. Уметь реализовывать на практике измерения параметров и характеристик изделий нанотехнологии и нанoeлектроники. Владеть навыками использования современных методик проведения исследований и измерений характеристик изделий нанотех-</p>	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике

		нологии и нанoeлектро- ники.		
	<i>ПК-2.3: Разрабатывает ме- тодику проведения исследований и изме- рений характеристик микро- и наносистем, изделий нанотехноло- гии и нанoeлектрони- ки</i>	<i>ПК-2.3: Знать методы анализа результатов исследова- ний и измерений микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и нано- электроники. Уметь анализировать результаты исследова- ний и измерений микро- и наносистем, изделий нанотехнологии и нано- электроники. Владеть навыками ана- лиза результатов иссле- дований и измерений микро- и наносистем, изделий нанотехноло- гии и нанoeлектроники.</i>	<i>Собеседование</i>	<i>Зачет с оценкой: Отчет по практике</i>
<i>ПК-3: Способен разрабатывать физические и математические модели, проводить компьютерное моделирование исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, нанoeлектроники и квантовых технологий</i>	<i>ПК-3.1: Имеет представление о физических и математических моделях, а также методах компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, нанoeлектроники и квантовых технологий</i>	<i>ПК-3.1: Знать физические и математические модели в области нанотехноло- гии и нанoeлектроники. Уметь применять фи- зические и математиче- ские модели в области нанотехнологии и нано- электроники. Владеть физическими и математическими моде- лями в области нано- технологии и нанoeлек- троники.</i>	<i>Собеседование</i>	<i>Зачет с оценкой: Отчет по практике</i>
	<i>ПК-3.2: Может применять физические и математические модели, а также методы компьютерного моделирования исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, нанoeлектроники и квантовых технологий</i>	<i>ПК-3.2: Знать методы компью- терного моделирования в области нанотехноло- гии и нанoeлектроники. Уметь применять мето- ды компьютерного мо- делирования в области нанотехнологии и нано- электроники. Владеть методами компьютерного моде- лирования в области нанотехнологии и нано- электроники.</i>	<i>Собеседование</i>	<i>Зачет с оценкой: Отчет по практике</i>
	<i>ПК-3.3: Разрабатывает физи- ческие и математиче- ские модели, а также методы компьютер- ного моделирования</i>	<i>ПК-3.3: Знать физические и математические моде- ли, методы компьюте- рного моделирования в области квантовых тех-</i>	<i>Собеседование</i>	<i>Зачет с оценкой: Отчет по практике</i>

	исследуемых физических процессов в области нанотехнологии, нанoeлектроники и квантовых технологий	нологий. Уметь применять физические и математические модели, методы компьютерного моделирования в области квантовых технологий. Владеть физическими и математическими моделями, методами компьютерного моделирования в области квантовых технологий.		
--	---	--	--	--

10.2. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
Полнота знаний	Отсутствие знаний теоретического материала для выполнения индивидуального задания. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа на вопросы собеседования, отсутствует отчет, оформленный в соответствии с требованиями	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки при ответе на вопросы собеседования	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки и требований программы практики
Наличие умений	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания,	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несуществен	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания

	обучающег ося от ответа на вопросы собеседова ния	ошибки	все задания, но не в полном объеме	Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	в полном объеме, но некоторые с недочетами	ними недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	в полном объеме без недочетов
Наличие навыков (владение опытом)	Отсутствие владения материалом . Невозможн ость оценить наличие умений вследствие отказа обучающег ося от ответа на вопросы собеседова ния	При решении стандартных задач не продемонстри рованы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальны й набор навыков для решения стандартных задач	Продемонст рированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонст рированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонст рированы навыки при решении нестандартн ых задач без ошибок и недочетов	Продемонст рирован творческий подход к решению нестандартн ых задач
Мотивация (личностное отношение)	Полное отсутствие учебной активности и мотивации, пропущена большая часть периода практики	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствует	Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи на низком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрир уется готовность выполнять поставленн ые задачи на среднем уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрир уется готовность выполнять большинств о поставленн ых задач на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрир уется готовность выполнять все поставленн ые задачи на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрир уется готовность выполнять нестандартн ые дополнитель ные задачи на высоком уровне качества
Характери стика сфо мированно сти компе тенции	Компетенц ия не сформирова на. Отсутствую т знания, умения, навыки, необходим ые для решения практическ их (профессио нальных) задач. Требуется повторное обучение	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессионал ьных) задач. Требуется повторное обучение	Сформирова нность компетенции соответствуе т минимальны м требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практически х (профессион альных) задач, но требуется дополнитель ная практика по большинству практически х задач	Сформирова нность компетенци и в целом соответству ет требованиям , но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практически х (профессион альных) задач, но требуется отработка дополнитель ных практически	Сформирова нность компетенци и в целом соответству ет требованиям . Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практически х (профессион альных) задач	Сформирова нность компетенци и полностью соответству ет требованиям . Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практически х (профессион альных) задач	Сформирова нность компетенци и превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения творческого подхода к решению сложных практически х (профессион альных) задач

				х навыков			
Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий
	низкий		достаточный				

10.3. Критерии итоговой оценки результатов практики

Критериями оценки результатов выполнения обучающимися научно-исследовательской работы являются сформированность предусмотренных программой компетенций, т.е. полученных теоретических знаний, практических навыков и умений (самостоятельность, творческая активность).

Оценка	Уровень подготовки
Превосходно	Предусмотренные программой практики результаты обучения в рамках компетенций достигнуты. Обучающийся демонстрирует высокий уровень подготовки, творческий подход к решению нестандартных ситуаций во время выполнения индивидуального задания. Обучающийся представил подробный отчет по практике, активно работал в течение всего периода практики.
Отлично	Предусмотренные программой практики результаты обучения в рамках компетенций достигнуты. Обучающийся демонстрирует высокий уровень подготовки. Обучающийся представил подробный отчет по практике, активно работал в течение всего периода практики
Очень хорошо	Предусмотренные программой практики результаты обучения в рамках компетенций достигнуты. Обучающийся демонстрирует хорошую подготовку. Обучающийся представил подробный отчет по практике с незначительными неточностями, активно работал в течение всего периода практики.
Хорошо	Предусмотренные программой практики результаты обучения в рамках компетенций достигнуты практически полностью. Обучающийся демонстрирует в целом хорошую подготовку, но при подготовке отчета по практике и проведении собеседования допускает заметные ошибки или недочеты. Обучающийся активно работал в течение всего периода практики.
Удовлетворительно	Предусмотренные программой практики результаты обучения в рамках компетенций в целом достигнуты, но имеются явные недочеты в демонстрации умений и навыков. Обучающийся показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки при выполнении индивидуального задания, но при ответах на наводящие вопросы во время собеседования, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Обучающийся имел пропуски в течение периода практики.
Неудовлетворительно	Предусмотренные программой практики результаты обучения в рамках компетенций в целом не достигнуты, обучающийся не представил своевременно /представил недостоверный отчет по практике, пропустил большую часть времени, отведенного на прохождение практики.
Плохо	Предусмотренные программой практики результаты обучения в рамках компетенций не достигнуты, обучающийся не представил своевременно отчет по практике, пропустил большую часть времени, отведенного на прохождение практики, не может дать правильный ответ на вопросы собеседования.

10.4. Перечень контрольных заданий и иных материалов, необходимых для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности

10.4.1. Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания

Текущий контроль проводится во время контактной работы и представляет собой контроль хода выполнения индивидуального задания.

Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Вопрос 1. Обосновать и аргументировать актуальность выбранной темы исследования.

Вопрос 2. Объясните цели и задачи исследований.

Вопрос 3. Опишите проблему, которую могут решить запланированные исследования.

Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Вопрос 1. Обосновать выбор технологий и методов исследования/расчета.

Вопрос 2. Обосновать методику обработки экспериментальных данных/границы применимости теории, используемой для расчетов.

Вопрос 3. Обосновать выбор программных средств, используемых в ходе исследования.

Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Вопрос 1. Аргументировать объяснения полученных зависимостей на основе фундаментальных представлений об исследуемых явлениях /эффектах

Вопрос 2. Проанализировать полученные данные и сравните их с результатами из обзора литературы по теме исследований.

Вопрос 3. Обосновать формулировку выводов, сформулировать дальнейшие перспективы данной научной тематики.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	Предусмотренные программой практики результаты обучения в рамках компетенций достигнуты. Обучающийся демонстрирует высокий уровень подготовки. Обучающийся активно работал в течение всего периода практики.
не зачтено	Предусмотренные программой практики результаты обучения в рамках компетенций не достигнуты, обучающийся пропустил большую часть времени, отведенного на прохождение практики, не может дать правильный ответ на вопросы собеседования.

10.4.2 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания

Типовые задания (оценочное средство - Отчет) для оценки сформированности компетенции ПК-1, ПК-2, ПК-3:

По результатам выполнения научно-исследовательской работы обучающийся обязан написать отчет, который строится в соответствии с программой научно-исследовательской работы и индивидуальным заданием обучающегося. По своему содержанию отчет должен быть приближен к теме научно-исследовательской работы. Отчет должен включать следующие обязательные элементы: содержание, введение, литературный обзор (не превышает трети объема основной части, содержит краткое изложение теоретических основ применяемых методов исследования), описание экспериментальной методики или методики теоретического расчета, оригинальную экспериментальную и/или теоретическую части, включающие описание и подробное обсуждение полученных результатов, их обработку и анализ, расчет необходимых погрешностей, построение зависимостей; заключение и/или выводы, список использованных источников, приложения. Выделены обязательные элементы отчета. Также

отчет по практике может содержать: раздел с сокращениями и условными обозначениями; приложения и дополнительные материалы (подробные таблицы промежуточных значений, листинги компьютерных программ и т.д.). Объем отчета – 20-40 стр.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 28.04.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника.

Автор (ы):

Конаков Антон Алексеевич, кандидат физико-математических наук,

Бастракова Марина Валерьевна, кандидат физико-математических наук,

Михайлов Алексей Николаевич, кандидат физико-математических наук,

Планкина Светлана Михайловна, кандидат физико-математических наук,

Павлов Дмитрий Алексеевич, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Конаков Антон Алексеевич, кандидат физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета.

от «15» апреля 2024 года, протокол № б/н.