

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
УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ**

Ознакомительная практика

Направление подготовки/специальность
28.04.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы
Квантовые и нейроморфные технологии

Квалификация
Магистр

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Цель практики

Целями учебной практики – ознакомительной практики – магистрантов является закрепление теоретических знаний, полученных в процессе обучения в магистратуре, приобретение первичных профессиональных умений и навыков, в первую очередь научно-исследовательской деятельности, формирование профессиональных компетенций по направлению 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника.

Прохождение студентом ознакомительной практики относится к виду практической подготовки студента. Задачами учебной практики – ознакомительной 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 на кафедрах физического факультета ННГУ.
2. Закрепление знаний и умений, полученных в процессе изучения теоретических и прикладных дисциплин по направлению «Нанотехнологии и микросистемная техника».
3. Изучение правил эксплуатации исследовательского оборудования (при экспериментальном характере направленности научной тематики), освоение методик исследований или расчетов, необходимых для проведения научных исследований и в смежных областях.
4. Изучение патентных и литературных источников по разрабатываемой теме с использованием новых информационных технологий.
5. Формирование первичных профессиональных умений, навыков и опыта, необходимых для успешной научно-исследовательской работы по профилю «Квантовые и нейроморфные технологии».

2. Место практики в структуре ОПОП

Ознакомительная практика Б2.О.01(У) относится к обязательной части образовательной программы.

Ознакомительная практика проводится в 1 семестре. Ознакомительная практика базируется на фундаментальных знаниях и профессиональных навыках, полученных при теоретическом обучении по направлению подготовки магистратуры 28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника.

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

Вид практики: учебная.

Тип практики: ознакомительная практика.

Способ проведения практики: стационарный – проводится в ННГУ.

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

Общая трудоемкость практики:

- 2 зачетных единицы
- 72 часа
- 17 недель

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 – 32 часа;
- КСРИФ (проведение консультаций по расписанию, прием зачета) – 1 час.

б) Иную форму работы студента во время практики – 39 часов (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, проектно-технологической практики, 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 17 недель, сроки проведения определены календарным учебным графиком учебного плана:

Форма обучения	Курс (семестр)
очная	1 курс 1 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.

Во время прохождения практики обучающиеся получают представление о состоянии мировых исследований и разработок по выбранной тематике; учатся выполнять экспериментальные и теоретические исследования и применять на практике экспериментальные методы и/или методики теоретических расчетов, работать самостоятельно и в команде, а также вырабатывают навыки подготовки отчетной документации.

Таблица 1

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
<i>ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей</i>	<i>ОПК-1.1: Имеет представления о методах решения инженерных и научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей</i>	<i>ОПК-1.1: Знать методы решения инженерных задач в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей. Уметь ставить и решать инженерные задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей. Владеть навыками постановки и решения научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей.</i>
	<i>ОПК-1.2: Может ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей</i>	<i>ОПК-1.2: Знать методы решения научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей. Уметь ставить и решать научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей. Владеть навыками постановки и решения научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей.</i>
	<i>ОПК-1.3: Демонстрирует навыки постановки и решения инженерных и научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей</i>	<i>ОПК-1.3: Знать методы решения инженерных и научно-технических задач в новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей. Уметь ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей.</i>

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
	<i>тических моделей</i>	ческих моделей. Владеть навыками постановки и решения инженерных и научно-технических задач в новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей.
<i>ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов</i>	<i>ОПК-4.1: Имеет представление о методах исследований при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов</i>	<i>ОПК-4.1:</i> Знать методы исследований при решении инженерных задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов. Уметь выполнять исследования при решении инженерных задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов. Владеть навыками исследований при решении инженерных задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов.
	<i>ОПК-4.2: Выполняет элементы планирования и проведения сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов</i>	<i>ОПК-4.2:</i> Знать элементы планирования и проведения сложного эксперимента. Уметь планировать и организовывать проведение сложных экспериментов. Владеть навыками планирования и организации сложных экспериментов.
	<i>ОПК-4.3: Проводит исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов</i>	<i>ОПК-4.3:</i> Знать методы исследований при решении научно-технических задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов. Уметь выполнять исследования при решении научно-технических задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов. Владеть навыками исследований при решении научно-технических задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов.
<i>ОПК-5: Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов</i>	<i>ОПК-5.1: Понимает принципы формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов</i>	<i>ОПК-5.1:</i> Знать фундаментальные принципы и возможности объектно-ориентированного программирования при решении инженерных и научно-технических задач. Уметь создавать и применять программные продукты при решении инженерных и научно-технических задач. Владеть навыками применения программных продуктов при решении ин-

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
		женерных и научно-технических задач.
	<i>ОПК-5.2: Может использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов</i>	<i>ОПК-5.2: Знать инструментарий формализации инженерных задач. Уметь применять инструментарий формализации инженерных задач. Владеть навыками формализации инженерных задач.</i>
	<i>ОПК-5.3: Демонстрирует навыки применения инструментария формализации инженерных, научно-технических задач, прикладного программного обеспечения для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов</i>	<i>ОПК-5.3: Знать инструментарий формализации научно-технических задач. Уметь применять инструментарий формализации научно-технических задач. Владеть навыками формализации научно-технических задач.</i>

5. Содержание практики

Конкретное содержание практики, ее структура, место проведения определяется видом профессиональной деятельности, к которому преимущественно готовится магистрант, и выбранной тематикой научных исследований. Ознакомительная практика может проводиться в форме лабораторной или теоретической в зависимости от места проведения практики и поставленных задач. Как правило, тема научных исследований при прохождении практики студентом индивидуальна.

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>)	<ul style="list-style-type: none"> - 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 (выполнение практических заданий)	<ul style="list-style-type: none"> - аналитический обзор состояния мировых исследований и разработок по выбранной тематике; - освоение методики экспериментальных измерений, обработки результатов, методики теоретических расчетов; - обработка и анализ полученных данных; 	50
3	Заключительный (обработка и анализ полученной информации)	<ul style="list-style-type: none"> - написание отчета; - подготовка презентации; - защита отчета по практике. 	12
	ИТОГО:		72 часа

6. Форма отчетности

По итогам прохождения учебной 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 электронной микроскопии / 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.

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 учебной 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 учебной 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
ОПК-1: Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области	ОПК-1.1: Имеет представления о методах решения инженерных и научно-технических задач в	ОПК-1.1: Знать методы решения инженерных задач в области нанотехнологий и микросистемной техники	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике

<p>нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей</p>	<p>области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей</p>	<p>на основе естественнонаучных и математических моделей. Уметь ставить и решать инженерные задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей. Владеть навыками постановки и решения научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей.</p>		
	<p>ОПК-1.2: Может ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей</p>	<p>ОПК-1.2: Знать методы решения научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей. Уметь ставить и решать научно-технические задачи в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей. Владеть навыками постановки и решения научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники на основе естественнонаучных и математических моделей.</p>	<p>Собеседование</p>	<p>Зачет с оценкой: Отчет по практике</p>
	<p>ОПК-1.3: Демонстрирует навыки постановки и решения инженерных и научно-технических задач в области нанотехнологий и микросистемной техники и новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей</p>	<p>ОПК-1.3: Знать методы решения инженерных и научно-технических задач в новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей. Уметь ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и математических моделей. Владеть навыками постановки и решения инженерных и научно-технических задач в новых междисциплинарных направлениях на основе естественнонаучных и</p>	<p>Собеседование</p>	<p>Зачет с оценкой: Отчет по практике</p>

		математических моделей.		
ОПК-4: Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.1: Имеет представление о методах исследований при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.1: Знать методы исследований при решении инженерных задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов. Уметь выполнять исследования при решении инженерных задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов. Владеть навыками исследований при решении инженерных задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов.	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике
	ОПК-4.2: Выполняет элементы планирования и проведения сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.2: Знать элементы планирования и проведения сложного эксперимента. Уметь планировать и организовывать проведение сложных экспериментов. Владеть навыками планирования и организации сложных экспериментов.	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике
	ОПК-4.3: Проводит исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов	ОПК-4.3: Знать методы исследований при решении научно-технических задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов. Уметь выполнять исследования при решении научно-технических задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов. Владеть навыками исследований при решении научно-технических задач, включая критическую оценку и интерпретацию экспериментальных результатов.	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике
ОПК-5: Способен использовать инструментальный формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное	ОПК-5.1: Понимает принципы формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для	ОПК-5.1: Знать фундаментальные принципы и возможности объектно-ориентированного программирования при решении инженерных и науч-	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике

программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	но-технических задач. Уметь создавать и применять программные продукты при решении инженерных и научно-технических задач. Владеть навыками применения программных продуктов при решении инженерных и научно-технических задач.		
	ОПК-5.2 Может использовать инструментальный формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	ОПК-5.2: Знать инструментальный формализации инженерных задач. Уметь применять инструментальный формализации инженерных задач. Владеть навыками формализации инженерных задач.	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике
	ОПК-5.3: Демонстрирует навыки применения инструментария формализации инженерных, научно-технических задач, прикладного программного обеспечения для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов	ОПК-5.3: Знать инструментальный формализации научно-технических задач. Уметь применять инструментальный формализации научно-технических задач. Владеть навыками формализации научно-технических задач.	Собеседование	Зачет с оценкой: Отчет по практике

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 обучающегося от ответа на вопросы собеседования	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме без недочетов
Наличие навыков (владение опытом)	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы базовые навыки при решении	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

	наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа на вопросы собеседования	навыки. Имели место грубые ошибки	стандартных задач	стандартных задач с некоторыми недочетами	стандартных задач без ошибок и недочетов	ых задач без ошибок и недочетов	
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, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция не сформирована. Отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических навыков	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции и полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач	Сформированность компетенции и превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач
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 прохождения обучающимися практики в форме практической подготовки являются сформированность предусмотренных программой компетенций, т.е. полученных теоретических знаний, практических навыков и умений.

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 ОПК-1:

Вопрос 1. В чем состоит новизна и актуальность темы?

Вопрос 2. Перечислите задачи, решаемые с помощью освоенного метода.

Вопрос 3. Объясните физический принцип, лежащий в основе метода.

Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-4:

Вопрос 1. Какие физические величины измеряют/рассчитывают в изученном Вами методе?

Вопрос 2. Какова погрешность измерения/расчета?

Вопрос 3. Какие физические величины рассчитывают по экспериментальным данным?

Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-5:

Вопрос 1. Какова практическая значимость и применимость результатов на практике.

Вопрос 2. Объясните методику обработки экспериментальных данных.

Вопрос 3. Меры безопасности при работе с оборудованием.

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 ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5:

По итогам прохождения практики обучающийся обязан написать отчет о практике. По своему содержанию отчет должен быть приближен к теме научно-исследовательской работы. Отчет по практике строится в соответствии с программой практики и индивидуальным заданием обучающегося. Отчет должен включать следующие обязательные элементы: содержание, введение, литературный обзор, описание экспериментальной методики или методики теоретического расчета, экспериментальную и/или теоретическую части (если есть в индивидуальном задании), включающие описание и обсуждение результатов, заключение и/или выводы, список использованных источников, приложения. Выделены обязательные элементы отчета. Объем отчета – 15-30 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.